

SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR CACAOTERO HUILENSE

Roa Ortiz Santiago Andrés ¹

Plazas Gonzalez Jorge ²

Resumen

La ola invernal ocurrida en el país entre el 2010 y 2011 arrojó pérdidas al sector cacaotero del departamento del Huila de \$9.965 millones (equivalente al 1.2% del PIB departamental). Tal evento climático evidenció debilidades en la capacidad adaptativa al cambio climático y la mejora en competitividad del sector. Motivado por lo anterior y conociendo la existencia de incommensurabilidad de valores tanto técnicos como sociales, el presente trabajo explora la aplicación de metodologías para la toma de decisiones que permita enfrentar de mejor manera la incertidumbre y conflictos de valores que padece el sector cacaotero. Para ello, se realizó la aplicación de un *focus group* con los actores del sector cacaotero del departamento, revisando las diversas perspectivas, necesidades y expectativas que influyen en la competitividad productiva en relación con la capacidad adaptativa frente al cambio climático. A partir de lo anterior, se estructuró un análisis multicriterio con las ofertas tecnológicas locales del sector cacaotero para conocer sus potencialidades e impactos socioeconómicos y medioambientales y así dar luces a la toma de decisiones del sector que conduzcan a la sostenibilidad y a mejorar su adaptación al cambio climático. Mediante el uso del modelo de análisis multicriterio *AHP*, se obtuvo las alternativas que se deben potenciar en el sector y la región son: Digestores de biogás, uso de clones inter compatibles y compatibles sexualmente, sistema de riego por goteo, franjas cortafuegos, selección de material genético tolerante a enfermedades y estabilización de pendientes y taludes con bioingeniería y uso eficiente de fertilizantes.

Palabras clave: análisis multicriterio, proceso jerárquico analítico, desarrollo sostenible, cacao.

Abstract

The rainy season occurred in Colombia between 2010 and 2011 gave lost to the cocoa sector in the department of Huila by \$9,965 million (equivalent to 1.2% of departmental GDP). This event highlighted weaknesses in the sector related to adaptive capacity to climate change and improvements in competitiveness. Motivated by the prior and knowing the existence of the incommensurability of, both, technical and social values, the present work explores the application of methodologies for decision making to face better the uncertainty and conflicts of values facing the cocoa sector of the department of Huila. In this way, a focus group was applied to the actors of the cocoa sector in Huila, checking the different perspectives, needs and expectations that influence the productive competitiveness actors in relation to the adaptive capacity against climate change in order to structure a multiple criteria decision analysis with the local technological offers of the cocoa sector and know socioeconomic and environmental impacts as its potentials and shed light on the sector's decision making that leads to

¹ B.A. en Economía, Major en Administración de empresas, M.Sc. en Economía, M.A. en Ciencia Política, Estudiante de Doctorado en modelado de Políticas y Gestión Pública, Investigador Master en Corpoica. E-mail: sroa@corpoica.org.co

² Ingeniero forestal, Especialista en manejo de bosque tropical, Maestría en estudios socioambientales. Consultor FAO-Colombia. E-mail: jorge.plazas@fao.org.co

sustainability and better adaptation to climate change. Through the use of the AHP multicriteria analysis model, the alternatives to be promoted in the sector and in the region, were: biogas digesters, use of sexually compatible Inter clones, drip irrigation system, fire strips, selection of genetic material tolerant to diseases, stabilization of slopes and slopes with bioengineering, and efficient use of fertilizers.

Key words: Multiple criteria decision analysis, Analytic Hierarchy Process, Sustainable development, cocoa.

Introducción

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”; la CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales” (IPCC, 2014).

Según el estudio (CEPAL- BID, 2012), la ola invernal del 2010-2011 afectó 1.165.851 ha de vocación agropecuaria; y produjo daños al sector agropecuario colombiano estimados en \$ 759.893 millones de pesos. En el departamento del Huila se estimaron daños cercanos a los \$ 9.965 millones (equivalente al 1.2% del PIB departamental).

Respecto a los escenarios de cambio climático, el departamento del Huila muestra un aumento en la temperatura de 0,8°C para el periodo 2011-2040, 1,4°C para el periodo 2041-2070, y 2,1°C, para el periodo 2071-2100; y aumento de la precipitación de 16,52 % para el periodo 2011-2040; del 17,74 %, para el periodo 2041-2070 y del 17,24 % para el periodo 2071-2100 (IDEAM-PNUD-MADS-DNP-CANCILLERIA, 2015). Estos escenarios de incremento en precipitación en las áreas cacaoteras del Departamento estarían alrededor de 30 % y 40 % respectivamente del promedio actual, lo que significa una alta posibilidad de afectación del cultivo por plagas y enfermedades, (Morales, 2017).

La toma de decisiones para priorizar tecnologías de adaptación al cambio climático del sector cacaotero en el departamento del Huila, están definidas por intereses de un conjunto de actores que intervienen en el sistema productivo. La necesidad de avanzar en procesos que conduzcan a incrementar la resiliencia ante el impacto de los eventos extremos asociados a la variabilidad y cambio climático al sistema productivo y los medios de vida de los productores (Falconi & Burbano, 2004).

Por lo anterior, se pretende mostrar la aplicación de un análisis multicriterio para evaluar la preferencia social en la selección de medidas de adaptación y/o mitigación para el sistema productivo de cacao, en el departamento del Huila.

Marco contextual

De acuerdo con (MADR-FEDECACAO, 2013), (CORPOAGRO-SENA-GOBERNACION DEL HUILA, 2009) y (Asociación de Productores Peruanos de Cacao, 2014), el ciclo productivo

del cacao consiste en cuatro fases que son: la fase de planificación¹, la de establecimiento², la de manejo pre-productivo³; y por último la fase de manejo productivo⁴.

La vida económica del cultivo del cacao (etapa de manejo productivo) normalmente empieza a declinar entre los 25 a 27 años posteriores a su establecimiento; sin embargo, el rendimiento depende de otros factores, tales como: calidad de sitio (suelos), clima, material genético, manejo y contexto socioeconómico, entre otros. En términos generales la producción de frutos comienza entre los 2 a 4 años, con aumento hasta los 10 años y estabilización entre los 11 y 15 años con un decline desde los 16 años (Palencia, 2005), (MADR-FEDECACAO, 2013).

Tabla 1.

Costos por hectárea⁵ del sistema productivo de cacao en el departamento del Huila (2017), en pesos colombianos corrientes

CICLO DEL CULTIVO	Mano de obra	Insumos	Indirectos	TOTAL
Establecimiento	5.525.000	1.700.000	1.275.000	8.500.000
Pre productivo	1.760.000	960.000	480.000	3.200.000
Productivo	1.320.000	330.000	550.000	2.200.000
Rehabilitación	2.610.000	1.260.000	630.000	4.500.000

Nota: (Gobernacion del Huila, 2016), (Gobernacion lde Huila, 2013), (Palencia, 2005)

De acuerdo con (UPRA, 2016), el departamento del Huila tiene 412.469 ha con aptitud para el cultivo de cacao, de las cuales 127.016 ha son de aptitud alta, que corresponde 7 % del total con aptitud para el cultivo de cacao; 254.372 ha son de aptitud media y 31.082 ha son de aptitud baja para el cultivo de cacao. (Figura 1a). La actividad cacaotera en el departamento del Huila tiene 6.865 ha establecidas, de las cuales 6.312 ha (91,95 %) están en etapa productiva con una producción en grano húmedo de 3.440 t (Figura 1b) y un rendimiento promedio en grano húmedo de 0,51 t *ha⁻¹ (Figura 1c), (MADS, 2017).

¹ La planificación contiene todas aquellas acciones preliminares tales como: cronogramas, costos, recursos, insumos, equipos, trámites administrativos, solicitud de créditos, entre otros.

² La fase de establecimiento consiste en las actividades necesarias para sembrar la planta de cacao en el terreno, entre ellas están selección y preparación de sitio, siembra de cultivo transitorio, trazado para cacao y sombrío, ahoyado para sombrío, siembra de sombríos, construcción de vivero, ahoyado, trasplante, injertación, cosecha cultivo transitorio, manejo de sombrío, entre otras.

³ La fase pre-productiva son aquellas actividades desde la siembra de la planta de cacao en el terreno hasta el inicio de cosecha, en esta fase las actividades son: podas, plateo, fertilización, controles fitosanitarios y de malezas, construcción y mantenimiento de riego y drenaje, entre otras

⁴ La fase productiva son las actividades que se realizan desde el inicio de fructificación hasta la muerte misma de la planta y contemplan las actividades de cosecha, beneficio del cacao, controles fitosanitarios, entre otros

⁵ En cuanto a los costos de las operaciones en los cacaotales; en la fase de establecimiento, la mano de obra corresponde a 65 % del costo total, los insumos a 20 % del costo total y los costos indirectos a 15 % de los costos totales. En la fase pre-productiva (entre año 1 al año 2), la mano de obra tiene una participación del 55 % del costo total, los insumos 30 % del costo total y los costos indirectos 15 % de los costos totales. En la fase de producción (a partir del año 3), la mano de obra tiene un peso de 60 % del costo total, los insumos 15 % del costo total y los costos indirectos 25 % del costo total. En la rehabilitación, la mano de obra corresponde al 58 % del costo total, los insumos 28 % del costo total y los costos indirectos 14 % del costo total (cuadro 2), (Gobernacion del Huila, 2016) (Morales, 2017).

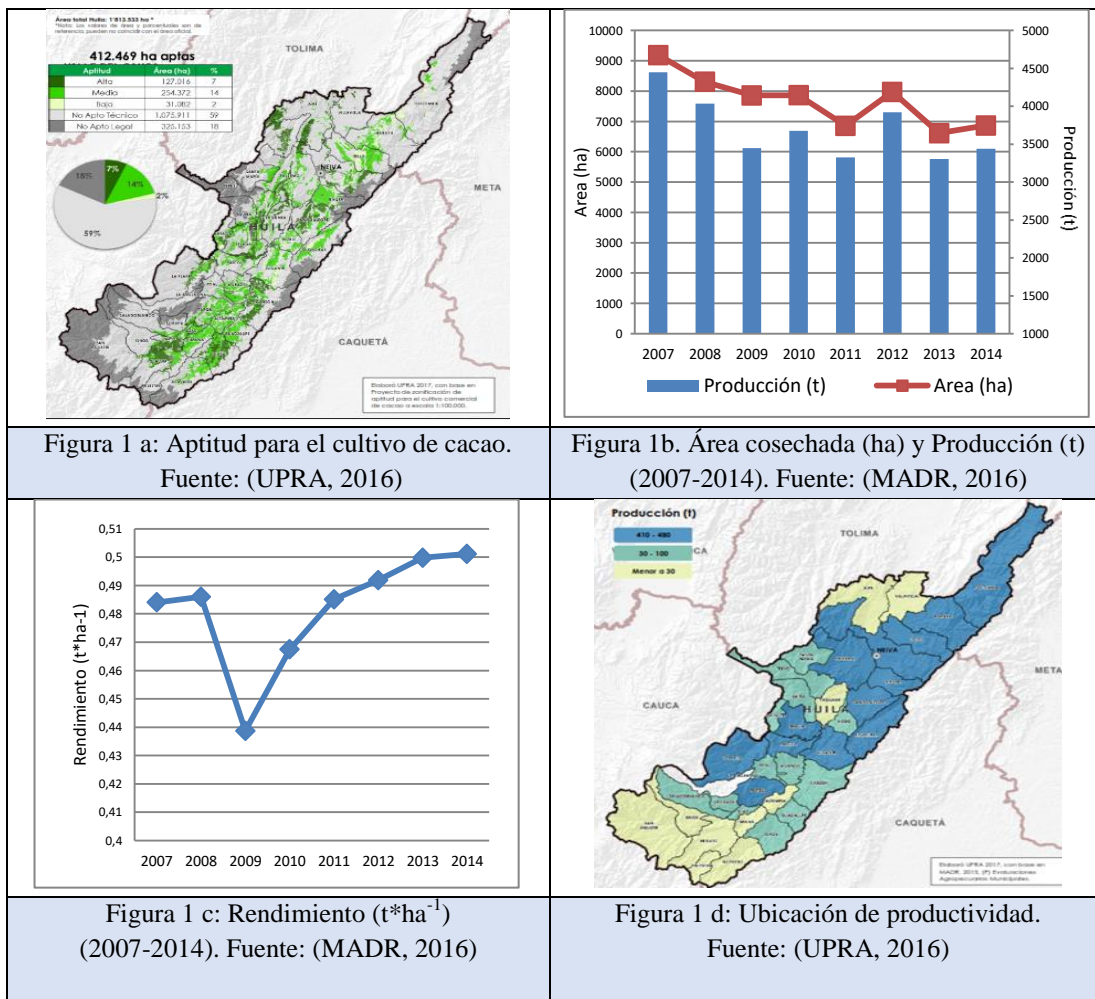


Figura 1. Comportamiento del cultivo de cacao en el departamento del Huila.
 Nota: (UPRA, 2016), (MADR, 2016)

Materiales y métodos

La evaluación de los conflictos a partir de un enfoque monocriterial de bienestar es tarea de la economía ambiental, la cual asume una alta conmensurabilidad de las distintas dimensiones de un problema, reduciendo a un solo criterio de evaluación la relación compleja sociedad-naturaleza, (Furst, 2008), (Munda Giuseppe, 1997), (Gowdy & Erickson, 2005). Pero la evidencia muestra que las decisiones no sólo implican un criterio para la toma de decisiones, muchas veces implica varios criterios que se encuentran en contraposición. La programación multicriterio es una técnica desarrollada que ayuda a dar solución al problema que ocurre cuando la toma de decisiones se da en entornos complejos y se tienen en cuenta muchas variables o criterios para seleccionar las alternativas. Dicha complejidad ha generado el desarrollo de modelos o métodos para su

solución, el *Analytic Hierarchy Process AHP*¹ ayuda a estructurar y analizar los problemas de decisión, dividiendo el problema complejo en un orden jerárquico y empleando comparaciones pareadas de sus elementos para determinar las preferencias entre el conjunto de alternativas, (Saaty, T.L, 2008), (Saaty, T.L, 1990).

De acuerdo con (Saaty, T.L, 2008) y (Roa & Fuentes, 2017), el método *AHP* posee cuatro etapas: modelamiento, valoración, priorización y síntesis. Durante la primera etapa se construye la estructura jerárquica en la que se coloca como primer nivel el objetivo buscado, en el segundo se ubican los factores, o criterios, principales y en el siguiente los sub-factores, hasta llegar al último nivel en el que se ubican las alternativas de solución. Se recomienda no contemplar más de siete factores para evaluar. El primer paso, es entonces, descomponer el problema en una estructura jerárquica, en la que se establezca cual es el objetivo, los criterios y las alternativas que permitan aclarar y definir cuidadosamente el orden, el tercer nivel es, la construcción del conjunto de matrices de comparación pareadas, en donde cada elemento en un nivel superior se compara con los elementos en el nivel inmediatamente inferior. El último paso requiere utilizar las prioridades de las comparaciones obtenidas y para cada elemento en el nivel inferior añadirle los valores ponderados para obtener su prioridad global. El proceso se debe repetir hasta que las prioridades finales de las alternativas del nivel más bajo sean obtenidas.

Con el fin de construir la matriz de comparaciones pareadas, en la que se tienen las prioridades A_t hasta A_n , con sus respectivos pesos conocidos W_1 hasta W_n , se obtiene la ecuación matricial:

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \cdots & w_1/w_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix}; \quad W = \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

Para (Saaty, T.L, 1990), la solución es denominada el vector propio principal de A , solo tiene entradas positivas y es única dentro de una constante multiplicativa. La matriz $A=(a_{ij})$, $a_{ij} = w_i/w_j$, $i, j = 1 \dots n$, tiene entradas positivas y satisface la propiedad recíproca $a_{ji} = 1/a_{ij}$. Además, A es consistente porque se satisface la condición:

$$a_{ik} \sim a_{ij} / a_{jk}, \quad i, j, k = 1 \dots n.$$

Donde la matriz recíproca positiva debe cumplir que:

$$\lambda_{max} \leq \max_i \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

Así pues, el modelo toma los juicios dados en forma de comparaciones pareadas permitiendo centrar el juicio por separado. La forma más efectiva de hacerlo es tomar un par de elementos y compararlos en una sola propiedad sin preocuparse por otras propiedades u otros elementos. Esta es la razón por la cual las comparaciones pareadas en combinación con la estructura jerárquica son útiles para la medición.

De la misma manera, el modelo se debe validar con el cumplimiento de los dos teoremas propuestos por Saaty (1990): $\lambda_{max} \geq m$ y $CI = (\lambda_{max} - m)/(m - 1)$, donde m es el número

¹ Proceso de jerarquía Analítica (PJA), también traducido como Proceso analítico jerárquico (PAJ), es uno de los múltiples métodos que se existen; fue desarrollado por Saaty en la década de los 70s y ha sido utilizado en diferentes problemas de decisión, desde selección de portafolios hasta aplicaciones en la agricultura.

de alternativas y CI es el índice de consistencia, que verifica que no se haya producido contradicciones entre los juicios.

Ahora bien, para poder realizar las comparaciones, se necesita una escala de números que indique cuantas veces es más importante o dominante un elemento sobre otro, con respecto al criterio o propiedad y contra el cual se comparan, para lo cual se desarrolló una escala, la cual se presenta en cuadro 2. (Saaty, T.L, 2008).

Tabla 2

Escala fundamental de comparaciones

Intensidad de importancia	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen igualmente al objetivo
2	Débil o leve	
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente una actividad sobre otra
4	Más Moderado	
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra
6	Más Fuerte	
7	Muy fuerte o importancia demostrada	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra
8	Muy, muy fuerte	
9	Importancia extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre otra es del orden de afirmación más alto posible
Recíprocos de arriba	Si la actividad i tiene uno de los números superiores a cero asignados a ella cuando en comparación con la actividad j, entonces j tiene la recíproca del valor comparado con i	Supuesto razonable
1,1-1,9	Si las actividades son muy cercanas	Puede ser difícil asignar el mejor valor, pero cuando se compara con otras actividades contrastantes el tamaño de los números pequeños no sería demasiado notable, pero todavía pueden indicar la importancia relativa de las actividades.

Fuente: (Saaty, T.L, 2008)

En ese sentido, en cada una de las alternativas¹, se usaron los criterios de evaluación que los actores definieron con el mismo peso (20%) para cada una de ellas, y que se expresan a continuación:

- **Efectividad:** La medida tecnológica contribuye a incrementar la producción y/o minimizar pérdidas del sistema productivo ante los efectos de la variabilidad climática y cambio climático.
- **Costo-eficiencia:** La medida tecnológica contribuye a incrementar la utilidad económica del sistema productivo
- **Factibilidad socio-técnica:** La medida tecnológica puede implementarse en el actual entorno socioeconómico, teniendo en cuenta problemáticas del subsector, requerimientos de financiación, coherencia con políticas regionales, información de la tecnología, entre otras.
- **Co-beneficios ambientales:** La medida tecnológica es armónica con el medio ambiente y co-potencializa los servicios eco sistémicos.
- **Urgencia de implementación:** Hace referencia a la urgencia en que la medida tecnológica se requiere implementar según la necesidad regional en un tiempo de corto plazo, mediano plazo, largo plazo.

Resultados y discusión

Llegado a este punto, para jerarquizar el modelo se presentó el objetivo a los actores del sector cacaoero² dentro de un taller en la ciudad de Neiva, realizado el 4 de mayo de 2017, con el fin de que ellos seleccionaran las medidas de adaptación y/o mitigación ante la variabilidad climática y cambio climático, que se requieren implementar para mejorar la competitividad de manera sostenible en el cultivo.

Los resultados muestran que el uso eficiente de abonos orgánicos, el sistema de riego por goteo, y el manejo ecológico de plagas y enfermedades son las alternativas más importantes desde el criterio de co-beneficios ambientales con 10.40%, 10.27% y 10.08% respectivamente. Según el criterio de la urgencia de implementación, se encontró que las franjas cortafuegos y el uso eficiente de fertilizantes son los más importantes, aunque marginalmente, ya que ambos obtuvieron 6,92%, mientras que cosecha de agua lluvia, establecimiento y manejo de sistemas agroforestales, selección de material genético tolerante a enfermedades, uso de clones Inter compatibles y compatibles sexualmente, digestores de biogás, drenajes agrícolas, plantaciones

¹ Dichas alternativas son las opciones de tecnología empleadas en el sistema productivo de cacao, que en su conjunto, generan mayor capacidad de adaptación a la variabilidad y cambio climático, en ese sentido las tecnologías agropecuarias a evaluar son: Sistema de riego por goteo, Cosecha de agua lluvia, Drenajes agrícolas, Uso de retenedores de humedad, Uso eficiente de fertilizantes, Uso eficiente de abonos orgánicos, Banco de micorrizas, Estabilización de pendientes y taludes con bioingeniería, Establecimiento y manejo de sistemas agroforestales, Franjas cortafuegos, Manejo ecológico de plagas y enfermedades, Uso de clones Inter compatibles y compatibles sexualmente, Selección de material genético tolerante a enfermedades, Rehabilitación de plantaciones, Estufas eficientes (ecoestufas), Digestores de biogás, Energía fotovoltaica (Paneles solares) y Plantaciones dendroenergéticas (Bancos de leña).

² La representatividad de actores relevantes en los ámbitos gubernamentales y No gubernamentales de carácter nacional, regional y local. Entre los actores que se consideran claves para los sistemas productivos están los gremios, Asociaciones de productores, UMATAs, EPSAGROs, ONGs, Universidades, secretaria de agricultura y medio ambiente departamental, UNGRD, CARs, CORPOICA, SENA, ICA, entidades financieras, entre otros.

dendroenergéticas (Bancos de leña), estufas eficientes (ecoestufas), y estabilización de pendientes y taludes con bioingeniería obtuvieron una calificación de 6.81%.

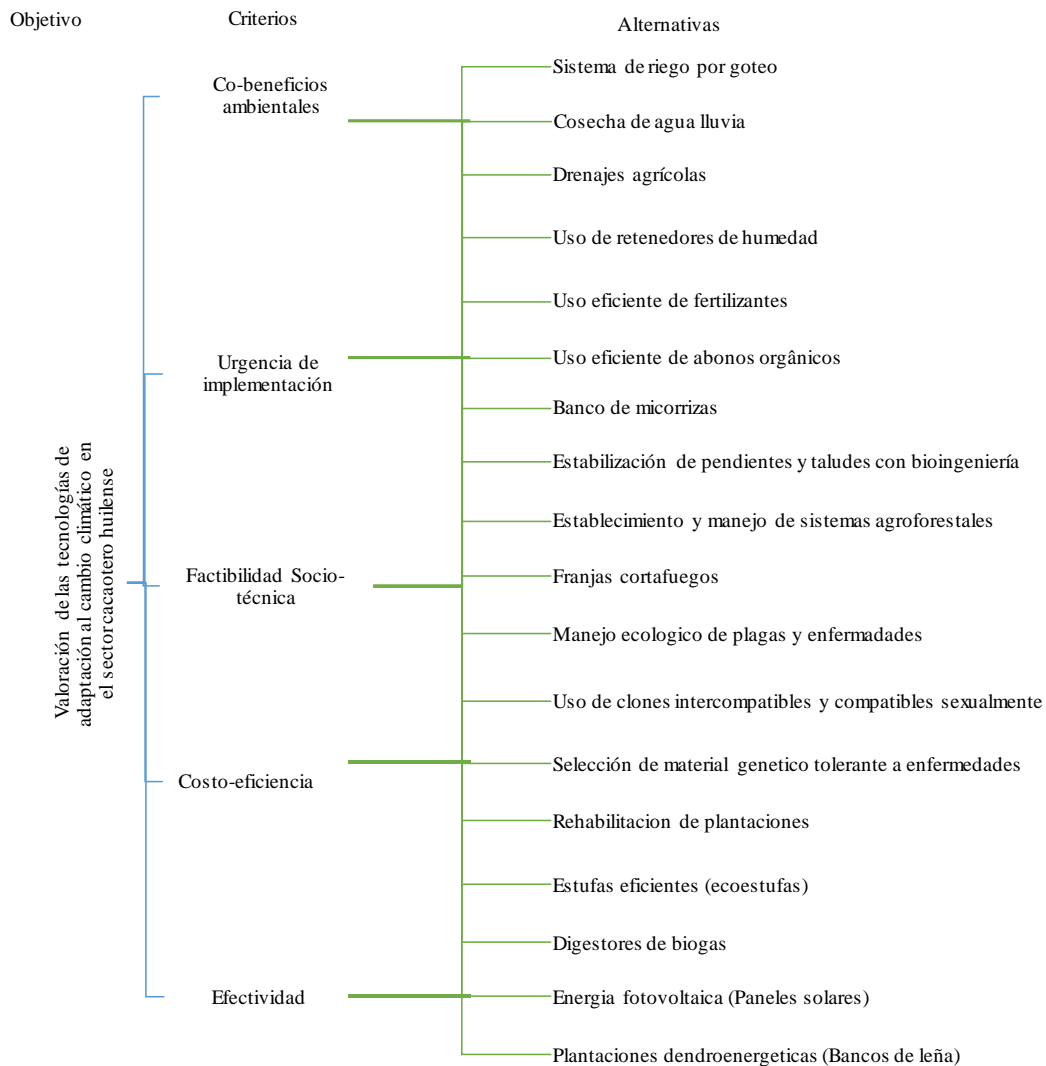


Figura 2. Jerarquía para la valoración de tecnologías de cacao en el Huila

En cuanto a la factibilidad socio-técnica, se observa que los más importantes fueron la energía fotovoltaica (paneles solares) y el uso de retenedores de humedad, con 15,7% cada una, mientras que frente al criterio de eficiencia, los más importantes para los productores cacaoteros fueron los digestores de biogás, el uso eficiente de fertilizantes, el establecimiento y manejo de sistemas agroforestales y la selección de material genético tolerante a enfermedades con 11.42%, en todos los casos, mientras que sistema de riego por goteo obtuvo un 9.42%.

Respecto al costo-efectividad, se obtuvo el mismo puntaje de 9.86% para plantaciones dendroenergéticas (Bancos de leña), banco de micorrizas, uso eficiente de abonos orgánicos, uso

de retenedores de humedad, rehabilitación de plantaciones, drenajes agrícolas y estufas eficientes (ecoestufas).

En contraste, el proceso analítico jerárquico busca encontrar una solución, dado el conjunto de criterios que se plantean y no individualmente, por lo tanto, lo que muestra el modelo *AHP* es que teniendo en cuenta los co-beneficios ambientales, la urgencia de implementación, la factibilidad socio-técnica, la eficiencia y el costo-efectividad, conjuntamente, las tres alternativas más importantes para los productores de cacao del departamento del Huila, en Colombia, son los digestores de biogás, el uso de clones intercompatibles y compatibles sexualmente y el sistema de riego por goteo, seguidas por las franjas cortafuegos, la selección de material genético tolerante a enfermedades, la estabilización de pendientes y taludes con bioingeniería y el uso eficiente de fertilizantes.

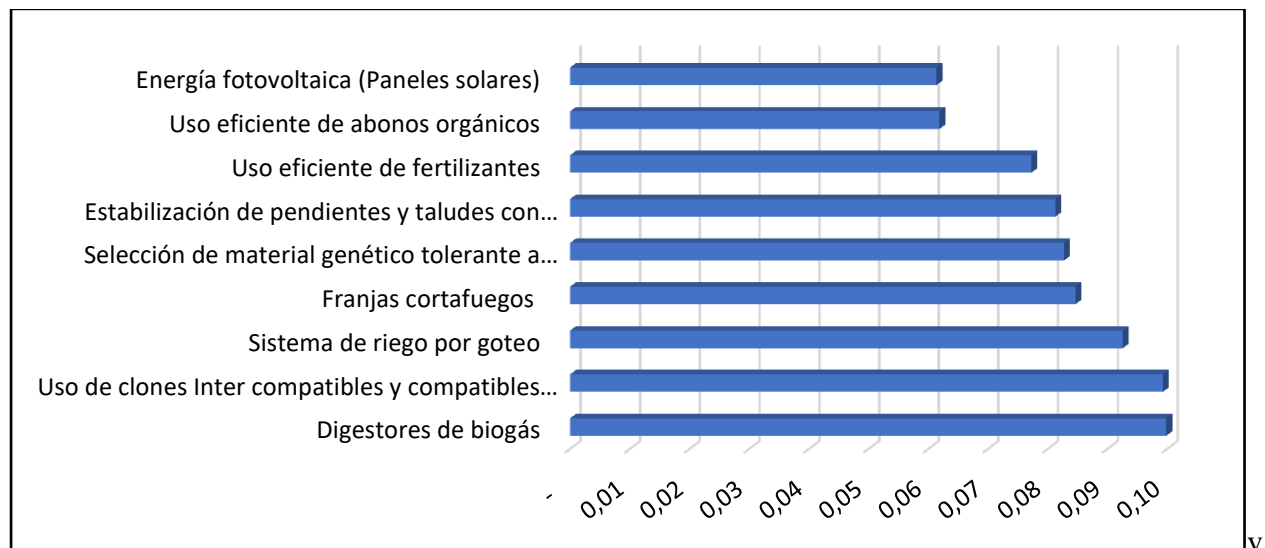


Figura 3. Gráfico del vector de prioridad de las alternativas, bajo el método AHP, para la adaptación al cambio climático en el sector cacaotero.

Por otro lado, el vector de prioridad muestra el cumplimiento de los teoremas de Saaty (1990), por lo que se puede decir que los juicios no tienen errores entre ellos.

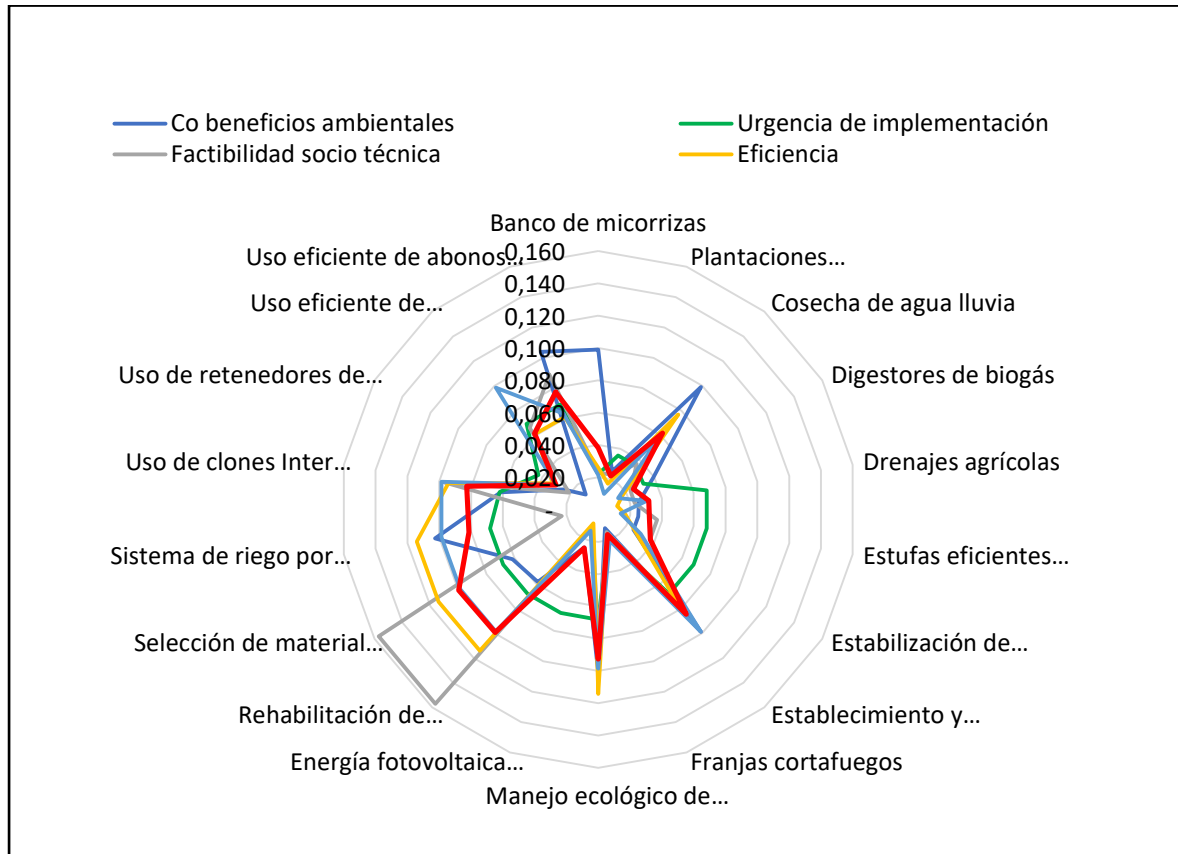


Figura 4. Prioridades de las tecnologías para la adaptación al cambio climático den el sector cacaotero

La figura 4. refleja las prioridades obtenidas de la utilización del modelo *AHP*, mostrando que deben ser impulsadas las capacidades técnico-científicas en materia de gestión de recurso hídrico, representados con las Universidades, SENA y CORPOICA, mientras que frente a los retenedores de humedad se requiere una investigación local en el sistema productivo de cacao aunado a requerimientos hídricos en la región. En cuanto a la gestión de suelos, se encuentra que, en promedio, los productores no fertilizan y presentan debilidades en la asistencia técnica, por lo cual es preciso aunar esfuerzos por investigación de planes locales de fertilización tanto sintética como orgánica que contengan dosificaciones para el cacao de manera particular, mientras que en la gestión de cultivo se requiere de investigación sobre modelos agroforestales y su adaptabilidad en condiciones de bosque seco tropical, además de estrategias de MIPE¹ al igual que un ordenamiento del material genético, que podría dar una oportunidad del cacao orgánico, como dinamizador para un manejo ecológico y de mercado.

Por último, la gestión energética presentó, en promedio, baja factibilidad por desconocimiento y falta de promoción dentro del sector cacaotero. Si bien, las bondades dentro del sistema

¹ MIPE se refiere al de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades

productivo no son evidentes, se reconoce la necesidad de su implementación en el contexto de clima cambiante y mejora de los medios de vida de los productores.

Conclusiones

Es claro, que el método *AHP* propone una solución frente a los criterios y alternativas propuestas, pero quien finalmente toma la decisión es el o los encargados de dicha toma de decisiones y que los resultados del modelo mostraron que se deben enfocar los esfuerzos sobre digestores de biogás, uso de clones Inter compatibles y compatibles sexualmente, sistema de riego por goteo, franjas cortafuegos, selección de material genético tolerante a enfermedades y estabilización de pendientes y taludes con bioingeniería, para reducir los riesgos que la variabilidad climática y cambio climático impone al sector cacaotero del departamento del Huila. Sin embargo, los expertos en el tema recomiendan la aplicación del conjunto de alternativas tecnológicas como que contemplan sistema de riego por goteo, uso eficiente de fertilizantes, material genético resistente e intercompatible y la promoción de biodigestores, ya que el uso de una sola tecnología no garantiza la adaptación al cambio climático.

Brevemente, una de las ventajas del uso de modelos como el *AHP*, es como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones en problemas de selección de múltiples criterios, es la posibilidad que brinda frente a la agregación de diferentes tipos de información, tanto cualitativa como cuantitativa, lo que facilita la participación en el proceso de personas con una marcada tendencia técnica, así como personas que no la tienen.

Finalmente, la implementación de las alternativas de adaptación a la variabilidad climática y cambio climático genera costos que el productor no podría asumir por debilidades en capacidades técnico-financieras; en ese sentido, es de carácter urgente el diseño de estrategias de transferencia, extensión y financiación acorde la necesidad de potencializar la capacidad adaptativa del cacao. Paralelamente, es importante, la formulación de programas y ejecución de proyectos que promocionen estas alternativas tecnológicas en especial las que tiene mayor sinergia con los servicios ecosistémicos de la región.

Referencias bibliográficas

- Asociacion de Productores Peruanos de Cacao. (2014). *Manual tecnico de cacao*. Lima, Peru.
- Braunschweig, T., & Becker, B. (2004). Choosing research priorities by using the analytic hierarchy process. an application to international agriculture. *R&D Management Vol 34*, 77-86.
- CEPAL- BID. (2012). *Valoracion de daños y perdidas. Ola invernal en Colombia 2010-2011*. Bogota, Colombia: Mision CEPAL-BID.
- CORPOAGRO-SENA-GOBERNACION DEL HUILA. (2009). *Guia para cacaoteros*. Neiva, Huila, Colombia.
- Corporacion Autonoma Regional del Alto Magdalena. (2014). *Plan de cambio climatico Huila 2050:preparandose para el cambio climatico*. Neiva, Huila, Colombia: Gente Nueva SAS.

- Falconi, F., & Burbano, R. (2004). Instrumentos economicos para la gestion ambiental: decisiones monocriteriales versus decisiones multicriteriales. *Revista Iberoamericana de economia ecologica Vol 1*, 11 - 20.
- Furst, E. (2008). Evaluación multicriterial social: ¿una metodología de ayuda a la toma de decisiones o un aprendizaje social sujeto a una reinterpretación institucional-evolucionista? *Revista Iberoamericana de Economia Ecologica. Vol 8*, 1-13.
- Gobernacion del Huila. (24 de agosto de 2016). *Gobernacion dle Huila*. Recuperado el 15 de junio de 2017, de <http://www.huila.gov.co/dependencias/departamentos-administrativos/administrativo-de-planeacion/73153-sir-huila,-una-nueva-opci%C3%B3n-para-conocer-el-departamento>
- Gobernacion Ide Huila. (2013). *Costos del cacao y financiacion*. Neiva, Huila, Colombia.
- Gowdy, J., & Erickson, J. (2005). The approach of ecological economics. *Cambridge Journal of Economics Vol 29*, 207-222.
- IDEAM-PNUD-MADS-DNP-CANCILLERIA. (2015). *Nuevos escenarios de cambio climatico para Colombia 2011-2100: Herramientas cientificas apra la toma de decisiones*. Bogota, Colombia: Tercera comunicacion Nacional de Cambio Climatico.
- IPCC. (2014). *Climate change:Impacts, adaptation and vulnerability: Regional aspects* . Cambridge: University Press.
- MADR. (2016). *Agronet*. Recuperado el 12 de mayo de 2017, de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>
- MADR y DNP. (2014). *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Departamento nacional de Planeación. Estrategia de adaptación del sector agropecuario a fenómenos climáticos*. Bogotá.
- MADR-FEDECACAO. (2013). *Guia ambiental para el cultivo del cacao*. Bogota, Colombia.
- MADS. (enero de 2017). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de El ABC de los compromisos de Colombia para la COP 21: http://cambioclimatico.minambiente.gov.co/images/ABC_de_los_Compromisos_de_Colombia_para_la_COP21_VF_definitiva.pdf
- Morales, H. (05 de Mayo de 2017). (J. P. Gonzalez, Entrevistador)
- Munda Giuseppe. (1997). Environmental Economics, Ecological Economics and the concept of sustainable Development. *Environmental Values Vol 6*, 213-233.
- Palencia, G. (2005). *Manual Tecnico: Establecimeinto y manejo de sistemas agroforestales con cacao*. Bucaramanga, Santander, Colombia: Corpoica, Produmedios.
- Roa, S. A., & Fuentes, J. C. (2017). Metodos de evaluacion y priorizacion en la investigacion agricola: Una revision 17 años en el tercer milenio. *Working paper*.
- Saaty, T.L. (1990). How to make a decision: the analityc hierarchy process. *European journal of operational research Vol 48*, 9-26.
- Saaty, T.L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciencies Vol 1*, (3-89).
- UPRA. (2016). *UPRA*. Recuperado el 06 de junio de 2017, de <https://sites.google.com/a/upra.gov.co/presentaciones-upra/home>