

La gestión de indicadores territoriales para el desarrollo sostenible en las montañas de Cuba

Managing Territorial Indicators for Sustainable Development in Cuban Mountains

Elia Natividad Cabrera Álvarez^{1*}

Lidia Inés Díaz Gispert²

Otilia Barros Díaz³

¹Universidad de Cienfuegos

²Universidad de Otavalo

³Centro de Estudios Demográficos (CEDEM). Universidad de La Habana

* Autor para la correspondencia: elita@ucf.edu.cu

RESUMEN

La investigación se desarrolla desde la Universidad de Cienfuegos y responde al Programa Nacional de Desarrollo Local, al que se integra el proyecto «Sistema de acciones para mejorar la gestión del desarrollo local en asentamientos poblacionales y municipios de la provincia de Cienfuegos». El presente artículo propone un procedimiento metodológico que articula herramientas prospectivas y estadísticas para la evaluación de las variables clave a través de sus indicadores, según las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo sostenible. Dicho procedimiento fue implementado en las Montañas de Guamuhaya (Cienfuegos) con posibilidades de adecuación a los restantes ecosistemas montañosos de Cuba. Se articulan diferentes métodos y procedimientos como el método de expertos, el Análisis estructural y la modelación estadística para la identificación y evaluación de 10 factores clave, 37 indicadores y 16 variables clave de referencia para estudios futuros en el mencionado ecosistema, favoreciendo los objetivos de la Agenda 2030.

Palabras clave: ecosistemas de montaña, desarrollo sostenible, estadística

ABSTRACT

This paper presents the project «Measures to improve the management of local development of villages, towns, and municipalities located in the province of Cienfuegos», conceived at the University of Cienfuegos as part of the National Program for Local Development. It suggests a methodology combining futures studies and statistical tools for assessing key variables through their indicators according to economic, social, and environmental aspects of sustainable development. This methodology was used in the Guamuhaya Mountains (Cienfuegos), and can be also used in other Cuban mountain ecosystems. Such methods as expert evaluation, structural analysis, and statistical modeling were used to identify and assess 10 key factors, 37 indicators, and 16 key variables which can be also used in other studies of these Mountains in tune with the 2030 Agenda for Sustainable Development and Sustainable Development Goals.

Keywords: *Mountain ecosystem, sustainable development, futures studies, statistics*

Fecha de recibido: 15/03/2019

Fecha de aceptado: 20/04/2019

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de montaña, entendidos como sistemas complejos con determinada extensión territorial, dentro del cual existen interacciones de los seres vivos entre sí y de estos con el medio físico o químico,¹ son también definidos en primer lugar por la pendiente, la elevación de las montañas, la altitud y proximidad de los océanos para caracterizar el clima,² como espacios de experimentación de un nuevo enfoque de desarrollo que requiere una mejor conexión entre los contextos económico, social y ambiental. En el capítulo 13 de la Agenda 21 dedicado al ordenamiento de los ecosistemas frágiles se realiza este reconocimiento al señalar: «Las montañas son las zonas más sensibles a los cambios climáticos de la atmósfera. Es indispensable contar con información específica sobre la ecología, el potencial de recursos naturales y las actividades socioeconómicas». Por tal razón los ecosistemas de montaña tienen especial importancia para la gestión de la sostenibilidad ambiental, y para su transformación sostenible se requiere la identificación de variables e indicadores de partida que permitan evaluar la situación actual y constituyan puntos de referencia para la elaboración de estrategias que contribuyan al desarrollo sostenible en estos espacios montañosos.

Para la gestión de indicadores territoriales que favorezcan el desarrollo sostenible en los ecosistemas de montaña, se propone en esta investigación un procedimiento metodológico que articula herramientas prospectivas y estadísticas para la evaluación de las variables clave a través de sus indicadores, según las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo sostenible. Fue aplicado en el ecosistema Montañas de Guamuhaya (Cienfuegos) con posibilidades de adecuación a los restantes ecosistemas montañosos de Cuba.

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES Y VARIABLES CLAVE EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑAS

Para la aplicación de este procedimiento, es preciso previamente identificar y valorar con expertos las variables e indicadores más significativos para el ecosistema de acuerdo con las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo sostenible.

El Análisis Estructural (AE), herramienta propia de la Prospectiva, destaca las principales variables influyentes, motrices y dependientes, para determinar entre ellas las esenciales³ en la evolución del Sistema. Una fortaleza de esta técnica es que estimula la reflexión entre los expertos, sin embargo, para establecer las relaciones entre estas variables es oportuno combinar estos resultados con el Análisis Factorial (AF). En consecuencia, se obtienen los factores que explican la variabilidad de los indicadores formados por aquellos que tengan alta correlación estadística con el factor al cual pertenecen. A los efectos de este procedimiento, se propone la integración de los resultados del AF (con SPSS) y el AE a través del programa MICMAC.⁴ Ambas técnicas se realizan por separado, primero se realiza el AF y a partir de sus resultados se realiza el AE, luego, en dependencia de su valor estratégico serán consideradas como variables clave las que resulten de dicha integración. Es oportuno resaltar que los resultados obtenidos del AE deben ser concientemente interpretados por el equipo de trabajo. Al respecto Godet y Durance (2011) plantean «No hay una lectura única y “oficial” de los resultados del análisis, lo mejor es que el grupo haga su propia interpretación». En el Gráfico 1 se presenta el esquema metodológico del procedimiento, estructurado en tres etapas.

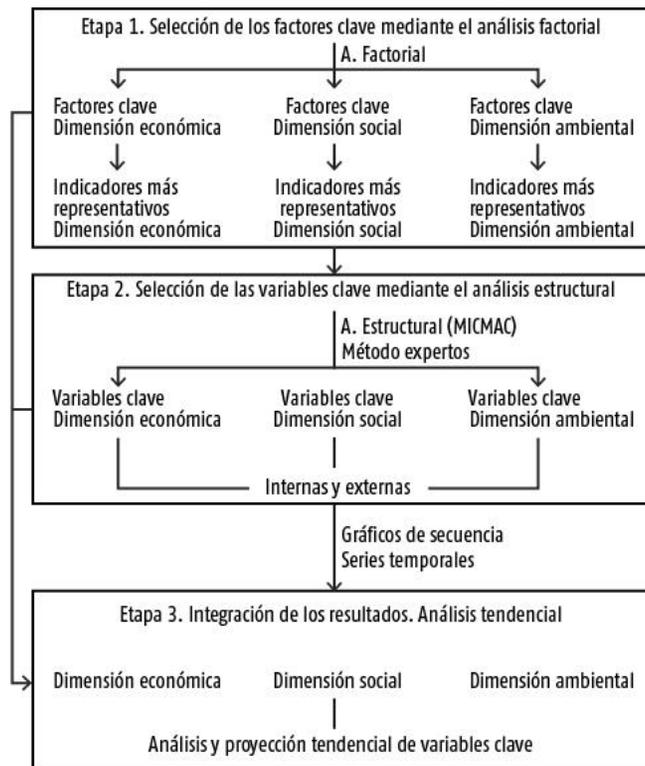


Gráfico 1. Procedimiento metodológico para la identificación de los factores y variables clave en ecosistemas de montaña.

Etapa 1. Selección de los factores clave mediante el Análisis Factorial

Para la selección de los factores previamente se plantea a los expertos especializados en cada dimensión un conjunto de variables e indicadores por dimensiones para ser validada por estos, considerando investigaciones y políticas⁵ luego de un proceso de depuración y ajuste a los ecosistemas montañosos del Plan Turquino.

Acciones a desarrollar:

1. Verificar el cumplimiento de los supuestos necesarios. Al tomar como referencia las variables e indicadores más significativos determinados por los expertos, se reduce la cantidad de estos para el análisis, lo que además de simplificarlo, favorece las correlaciones. Al respecto, Hair *et al.*, (1999), plantea que el incremento del número de variables aumenta la posibilidad de que no estén correlacionadas. En Cabrera (2017), se precisan y justifican algunas adecuaciones metodológicas para realizar el AF con resultados satisfactorios cuando, por las reconocidas limitaciones de la información disponible en los ecosistemas montañosos, no sea posible reunir un suficiente número de casos como lo exigen las metodologías tradicionales. Estas adecuaciones se centran en el ajuste del nivel de las comunalidades (al menos $\pm 0,75$) y el

tamaño de las cargas o puntuaciones factoriales (al menos 0,70), con una solución que represente alrededor de un 60 % de la varianza total, en la búsqueda de un modelo confiable.

2. Extraer los factores clave y sus indicadores más representativos. Con ayuda del SPSS se desarrolla el algoritmo por pasos para buscar los factores o componentes subyacentes del conjunto de indicadores, los que serán considerados como factores clave con especial atención a su interpretación. Adicionalmente, los indicadores con altas cargas factoriales dentro del mismo factor estarán altamente correlacionados y contendrán gran parte de la información no redundante suministrada por todos los restantes, por ello serán considerados indicadores más representativos.

Etapa 2. Selección de las variables clave mediante el Análisis Estructural

A partir de los indicadores más representativos obtenidos del AF, se procede a realizar el AE con el propósito de entender la estructura del ecosistema y determinar la jerarquía de las variables por orden de motricidad y dependencia, para conocer las fuerzas motrices que explican su evolución. Este análisis requiere en primer lugar, la transformación de los indicadores en las variables cualitativas que caracterizan a la Prospectiva, con la que se asegura la previsión de los cambios evolutivos de estas variables.

Acciones a desarrollar:

1. Aplicar la encuesta a los expertos para realizar el cruzamiento de las variables. Para realizar el AE, la encuesta debe aplicarse por grupos de expertos para determinar las variables de mayor incidencia. El inventario de variables que se brinda a los expertos estará formado por los indicadores más representativos del AF, transformados en variables de la Prospectiva según su significación práctica y la esencia interpretativa del factor al cual pertenecen.
2. Identificar las variables clave del ecosistema. Es de especial utilidad la comparación de los resultados obtenidos en el análisis de las relaciones directa, indirecta y potencial como confirmación de las variables importantes y la revelación de otras no consideradas como tal. Para este procedimiento se propone como variables clave del ecosistema las de entrada, las de enlace y a consideración de los expertos, de las variables resultantes, las más motrices y menos dependientes en cada uno de los análisis, teniendo en cuenta la representatividad de todas las dimensiones, razón por la que deben seleccionarse por lo menos dos variables clave en cada dimensión. Además, es conveniente tener en cuenta la representatividad de las variables internas y externas.

Etapa 3. Integración de los resultados. Análisis tendencial

El análisis y evaluación de las variables clave resultantes de la integración entre AF y AE, es un aspecto esencial de este procedimiento.

Acciones a desarrollar:

1. Analizar y proyectar tendencialmente las variables clave. Resulta útil en este momento del procedimiento, ofrecer a los expertos una valoración estadística descriptiva de las variables clave resultantes y la proyección de sus tendencias para analizar las posibles rupturas en la evolución tendencial, según los límites de confianza. Los factores y variables clave del ecosistema se integran a través de los indicadores analizados, siendo conveniente diseñar una tabla que agrupe los indicadores resultantes del AF según la variable clave correspondiente.

Resultados en el ecosistema Montañas de Guamuhaya

En el proceso de selección de los factores clave e indicadores más representativos para Guamuhaya, los resultados se consideran satisfactorios y a pesar de que se obtienen con muestras pequeñas, son sustentados en las adecuaciones metodológicas según los criterios de Mungfrom et al., 2005 y MacCallum, et al., 1999. Para compensar el análisis se consideraron comunalidades de al menos 0,75 y cargas factoriales superiores a $\pm 0,70$. Con una visión exploratoria el AF se realizó con una muestra de 40 casos (valores semestrales correspondientes a los 20 años que comprende el estudio). Las variables son todas métricas, resultantes del criterio de los expertos y el Análisis Exploratorio de Datos realizado con anterioridad, forman un conjunto homogéneo apropiado para el AF. De esta forma, se analizaron 12 variables para la dimensión económica, 17 para la social y 20 variables para la dimensión ambiental. La información se procesó con el SPSS V.23. Bajo el supuesto básico de la existencia de una estructura subyacente en las variables seleccionadas se demostró la conveniencia del AF. Para extraer los factores fue utilizado el método de Componente Principales, empleando el Criterio de Raíz Latente por lo que solo se consideraron los factores con raíces latentes o autovalores mayores que la unidad, capaces de explicar al menos una variable.

Resultados del AF para la dimensión económica. Los coeficientes de la Matriz de Correlaciones fueron mayores que 0,30 (al menos un coeficiente significativo en cada variable), la matriz Anti-imagen de covarianzas y correlaciones mostró valores bajos, indicativos de matrices de datos apropiadas para el análisis. Se comprobó que la Matriz de Correlaciones no es identidad por mediación de la Prueba de Bartlett (Sig = 0.00) y por su parte la Medida de Adecuación Muestral (KMO) igual a 0,712 es aceptable. De las 12 variables iniciales que fueron procesadas se prescindió de cuatro de ellas por presentar comunalidades menores que 0,70, valor prefijado para esta investigación. Se obtuvo una

solución compuesta por tres factores, que representó aproximadamente el 86% de la varianza común de las 8 variables provenientes del análisis. Este resultado se consideró satisfactorio, teniendo en cuenta un mínimo de 60 % de la varianza total como satisfactoria. El primer factor rotado explicó un 47,06 % de la varianza, siendo la Producción de Café la de mayor peso, el segundo factor explicó un 25.73 % y el tercero un 13,26 %. (Gráfico 2)

De esta forma se agruparon las variables de acuerdo a los siguientes componentes:

- Primer componente (Factor 1): Proceso cafetalero, que comprende a las variables relacionadas con la producción, el acopio y el rendimiento cafetalero, el acceso a los caminos agropecuarios y las inversiones realizadas en la actividad de reforestación.

Varianza total explicada									
Componentes	Valores iniciales			Suma de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,76	47,071	47,071	3,776	47,071	47,071	3,766	47,069	47,069
2	2,111	26,385	73,457	2,11	26,385	73,457	2,059	25,733	72,802
3	1,009	12,609	86,066	1,009	12,609	86,066	1,061	13,263	86,066
4	,521	6,507	92,572						
5	,205	2,560	95,133						
6	,196	2,446	97,579						
7	,161	2,013	99,591						
8	,033	,409	100,00						

Matriz de componentes rotados			
	Componentes		
	1	2	3
VPC	,945		
AC	,937		
RC	,839		
KCA	-,839		
IR	-,753		
SC		,945	
GPA		-,929	
IPCDS			,987

Gráfico 2. Resultados del AF para la dimensión económica

- Segundo componente (Factor 2): Gestión ambiental para la siembra de café, formado por las variables que expresan los niveles de superficie sembrada de café, teniendo en cuenta los gastos que requiere la protección ambiental del suelo y el ambiente.
- Tercer componente (Factor 3): Inversiones para la protección del suelo, compuesto por la variable Inversión en Programas contra la degradación de los suelos (IPCDS). A pesar de que el Factor 3 solo está compuesto por la variable IPCDS, se consideró pertinente mantenerlo por la importancia del recurso natural suelo y la necesidad de invertir en la aplicabilidad de políticas sobre usos del suelo con un impacto mínimo sobre los ecosistemas naturales, además por sus implicaciones directas para la economía, por cuanto permite el desarrollo eficiente de la actividad económica fundamental del ecosistema y favorece el autoabastecimiento alimentario, uno de los objetivos esenciales del desarrollo sostenible.
- Resultados del AF para la dimensión social. El AF fue apropiado también para esta dimensión, se comprobaron satisfactoriamente los supuestos requeridos inicialmente, en este caso con el coeficiente KMO igual a 0,697 igualmente considerado aceptable. De las 17 variables iniciales que fueron procesadas se prescindió de cinco de ellas por presentar bajas correlaciones y comunalidades. Con estas adecuaciones se obtuvo una solución satisfactoria compuesta por tres factores, que representaron aproximadamente el 88 % de la varianza común de las variables originales. El primer factor rotado explicó el 35,38 % de la varianza, la Densidad Demográfica y la Población Residente fueron las variables de mayores cargas factoriales, el segundo factor explicó un 19,79 %, el tercero un 17,44 % y el cuarto factor explicó el 15,78 % de la varianza total. (Gráfico 3)

Varianza total explicada

Componentes	Valores iniciales			Suma de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	5,243	40,329	40,329	5,243	40,329	40,329	4,600	35,385	35,385
2	2,573	19,794	60,123	2,573	19,794	60,123	2,573	19,790	55,176
3	2,313	17,791	77,914	2,313	17,791	77,914	2,267	17,442	72,617
4	1,363	10,486	88,401	1,363	10,486	88,401	2,052	15,794	88,401
5	,541	4,165	92,566						
6	,384	2,956	95,522						
7	,233	1,791	97,313						
8	,196	1,509	98,822						
9	,086	,663	99,485						
10	,039	,297	99,782						
11	,025	,189	99,971						
12	,003	,023	99,994						
13	,001	,006	100,00						

Matriz de componentes rotados

	Componentes			
	1	2	3	4
DD	-,970			
PR	-,966			
SM	,908			
CVBG	,818			
E	,753			
REEA	-,751			
PRM		,941		
CC		,932		
CEP			,889	
CMF			,838	
CCMF			,779	
TGF				,984
TDL				-,980
TOF				

Gráfico 3. Resultados del AF para la dimensión social

De esta forma se agruparon las variables de acuerdo a los siguientes componentes:

Primer componente (Factor 1): Población y servicios, que comprende a las variables relacionadas con la población residente total y por sexo, los niveles de ingreso medio, la cobertura de electricidad en las viviendas y la retención escolar.

- Segundo componente (Factor 2): Infraestructura educacional, compuesto por variables que garantizan condiciones para el desarrollo del proceso educativo.
- Tercer componente (Factor 3): Servicios de salud, en el que se encuentran variables referidas a la estructura institucional, el personal médico y el grado de fecundidad.
- Cuarto componente (Factor 4): Nivel de empleo, compuesto por los porcentajes de desocupación laboral y de ocupación de la mano de obra femenina.
- Resultados del AF para la dimensión ambiental. También para esta dimensión se cumplen todos los requisitos y resultó provechoso el AF. Para este caso con un coeficiente KMO = 0,706. Del total de 20 variables iniciales, se desecharon cuatro por no tener el nivel de comunalidades exigido para la investigación. Se obtuvo una solución compuesta por tres factores que explicaron aproximadamente el 82 % de la variabilidad total. El primer factor rotado explicó más de la mitad de la varianza total (51,11 %), el segundo factor explicó el 15,88 % y el tercero un 14,85 %. (Gráfico 4)

Varianza total explicada

Componentes	Valores iniciales			Suma de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	9,985	58,735	58,735	9,985	58,735	58,735	8,690	51,115	51,115
2	2,124	12,495	71,230	2,124	12,495	71,230	2,700	15,884	66,999
3	1,806	10,623	81,853	1,806	10,623	81,853	2,525	14,854	81,853
4	,864	5,084	86,937						
5	,566	3,332	90,270						
6	,489	2,875	93,145						
7	,452	2,656	95,801						
8	,294	1,730	97,531						
9	,166	,974	98,505						
10	,082	,484	98,989						
11	,075	,439	99,428						
12	,042	,249	99,677						
13	,032	,190	99,867						
14	,015	,090	99,957						
15	,005	,029	99,986						
16	,002	,010	99,995						
17	,001	,005	100,00						

Matriz de componentes rotados

	Componentes		
	1	2	3
UFA	,950		
IB	,943		
SRTAV	,936		
PI	,935		
TE	,927		
CUS	,892		
CSB	-,889		
VAT	-,845		
IAF	,819		
SEC	-,754		
HRP	,751		
FH		,870	
CMH		-,759	
PP			
DARL			,877
O			,874
VAID			,777
ICA_C			
T			

Gráfico 4. Resultados del AF para la dimensión ambiental

Los componentes obtenidos son:

- Primer componente (Factor 1): Recursos naturales y biodiversidad, que comprende variables de superficies (de bosques, para la siembra del café y suelos), las relacionadas con la intensidad del consumo de fertilizantes agroquímicos y el tratamiento de aguas servidas.
- Segundo componente (Factor 2): Recursos hídricos, donde se reúnen las variables que inciden en la protección y adecuado funcionamiento de los ríos, lagos, cuencas y embalses.
- Tercer componente (Factor 3): Contaminación ambiental, compuesto por las variables relacionadas con la recolección y disposición de residuos contaminantes así como la calidad del agua para consumo público según los índices de calidad sanitarios establecidos. (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Factores clave e indicadores más representativos para Guamuhaya

Factores clave. Dimensión económica				
F1: Proceso cafetalero		F2: Gestión ambiental para la siembra		F3: Inversiones para la protección del suelo
<ul style="list-style-type: none"> - Volumen de producción de café - Rendimiento de café - Acopio de café - Km. de caminos agropecuarios - Inversión en reforestación 		<ul style="list-style-type: none"> - Siembra de café - Gastos en protección ambiental 		<ul style="list-style-type: none"> - Inversión en programa contra la degradación del suelo
Factores clave. Dimensión social				
F1: Población y servicios	F2: Infraestructura educacional	F3: Servicios de salud	F4: Nivel de empleo	
<ul style="list-style-type: none"> - Densidad demográfica - Población residente - Salario medio - Cantidad de viviendas beneficiadas con la generación de electricidad - Retención en escuelas agropecuarias 	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de computadoras - Cantidad de escuelas primarias 	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de médicos de la familia - Cantidad de consultorios del médico de la familia - Tasa global de fecundidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Tasa de desocupación laboral - Tasa de ocupación femenina 	
Factores clave. Dimensión ambiental				
F1: Recursos naturales y biodiversidad	F2: Recursos hídricos		F3: Contaminación ambiental	
<ul style="list-style-type: none"> - Uso de fertilizantes agroquímicos - Índice de boscosidad - % de sobrevivencia de la reforestación al tercer año de vida - Presencia de incendios - Tasa de erosión - Cambio en el uso del suelo - Cambio en la superficie de bosques - Volumen de agua tratada - Intensidad del aprovechamiento forestal - Superficie para la siembra de café - Humedad relativa promedio 	<ul style="list-style-type: none"> - Fajas hidrorreguladoras - Cantidad de mini hidroeléctricas 		<ul style="list-style-type: none"> - Descarga de agua residual a las lagunas de oxidación - Volumen de agua industrial al drenaje - Índice de calidad de agua (coliformes totales) 	

Los resultados alcanzados indican que las 37 variables agrupadas en los factores cuyas cargas factoriales son considerablemente altas ($>0,75$), pueden ser consideradas como indicadores más representativos del ecosistema y por consiguiente los factores subyacentes serán a efectos de este procedimiento los factores clave. Ambos constituyen una formación estructural consecuente para el estudio de las dimensiones del desarrollo sostenible en el ecosistema Guamuhaya.

Selección de las variables clave mediante el Análisis Estructural (AE) Para conformar la relación de variables de la Prospectiva se relacionaron exhaustivamente los indicadores más representativos obtenidos del AF, de cuyas combinaciones se relacionaron 63 variables que caracterizan el ecosistema y su entorno las que fueron procesadas con el MICMAC (Gráfico 5). Teniendo en cuenta el horizonte temporal de la investigación (año 2025), las interpretaciones se realizaron a partir del plano de influencias/dependencias indirectas, por cuanto este integra efectos en cadena que rebasan un período de 10 años.

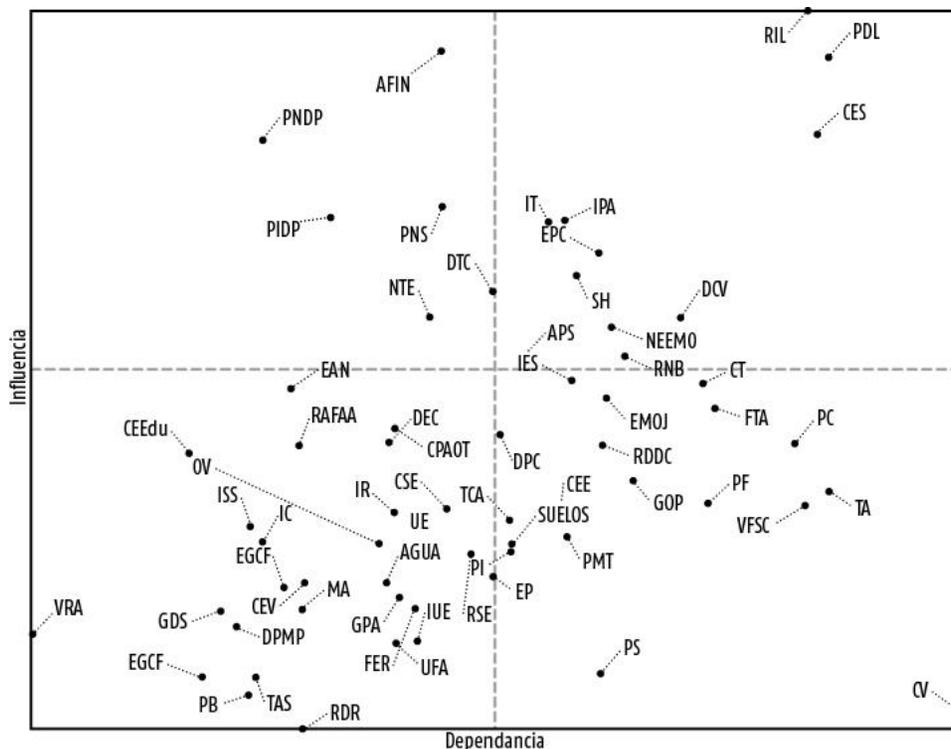


Gráfico 5. Resultados del Análisis estructural

- Las variables de entrada identificadas (muy motrices y poco dependientes) son: el Acceso al financiamiento (AFIN), los Programas nacionales para el desarrollo productivo (PNDP), la Participación en el proceso inversionista para el desarrollo productivo (PIDP), los Programas nacionales para el desarrollo social (PNS) y el Desarrollo del transporte y las comunicaciones (DTC). Es interesante resaltar que estas variables, que en esencia pueden explicar el

comportamiento del ecosistema por su papel determinante, proceden en mayor medida de la dimensión económica, con lo cual se confirma el papel decisivo de esta dimensión.

- Las variables de enlace son consideradas retos para el ecosistema y representan a las tres dimensiones, son ellas en primer lugar: el Rol de las instituciones locales (RIL), los Proyectos de desarrollo local (PDL) y la Generación de empleos sostenibles (GES), que por ser las más motrices son consideradas las variables más estratégicas para Guamuhaya (Cienfuegos), encargadas de impulsar su desarrollo. Conforman este conjunto además, la Infraestructura productiva y tecnológica disponible (IT), los Ingresos promedios por actividad (IPA), la Eficiencia del proceso cafetalero (EPC), el Saneamiento Hídrico (SH), el Nivel educacional y experiencia de la mano de obra (NEEMO), la Demografía y condiciones de vida (DCV) y la Gestión de los recursos naturales y la biodiversidad (RNB). Fueron excluidas del análisis 13 variables pertenecientes al sector 4 (poco motrices y poco dependientes). En el caso de la variable Atención primaria de salud (APS), a pesar de que se ubica en el límite del sector de variables medianamente motrices y dependientes, los expertos consideraron declararla como variable clave, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el diagnóstico (DAFO) Cabrera (2017), el resumen descriptivo de sus indicadores y los resultados del AF, por lo que se le atribuye gran importancia a la vez que requiere seguimiento y análisis de sus proyecciones. En la tabla 1 se resumen las 16 variables clave finales obtenidas, que son determinantes para impulsar el desarrollo sostenible del ecosistema.
- Integración de los resultados Con el propósito de facilitar a cada grupo de expertos una noción sobre el comportamiento y evolución futura de las variables clave para el planteamiento de las hipótesis, se les facilitó un resumen descriptivo y tendencial de las variables que pudieron ser evaluadas de acuerdo a los indicadores más representativos implícitos en ellas.
- Los resultados de la integración entre factores y variables clave con sus correspondientes indicadores según la disponibilidad de información numérica de estos, permitieron contrastar el comportamiento actual con las tendencias quinquenales en la búsqueda de la evaluación cualitativa como se aprecia en la tabla 2. Estos resultados pueden ser útiles para diseñar el escenario tendencial.

Tabla 2. Integración de resultados y evaluación

DIMENSIONES	FACTORES CLAVE DEL ECOSISTEMA	VARIABLES CLAVE DEL ECOSISTEMA	INDICADORES	PROMEDIO HISTÓRICO ANUAL ESCENARIO ACTUAL	COMPORTAMIENTO TENDENCIAL PRONÓSTICO		EVALUACIÓN CUALITATIVA	
					2020	2025	2020	2025
ECONÓMICA	F1: Proceso Cafetalero	Eficiencia del proceso cafetalero (EPC)	Producción de café (t)	317,14	93,96	50,77	No favorable	No favorable
			Acopio de café (t)	269,4	127,74	127,74	No favorable	No favorable
			Rendimiento de café (t/ha)	0,14	0,058	0,031	No favorable	No favorable
			Siembra de café (ha)	131,6	374,3	467,7	Favorable	Favorable
	F2: Gestión ambiental para la siembra de café		Gasto en protección ambiental (MP)	43625,1	28563,8	28563,8	No Favorable	No Favorable
			F3- Inversiones para la protección del suelo	Participación en el proceso inversionista para el desarrollo productivo (PIDP)	Inversión en reforestación (MP)	25552,8	45959,5	53556,9
SOCIAL	F1- Población y servicios	Demografía y condiciones de vida (DCV)	Población residente (u)	5871	5127	5038	No favorable	No favorable
			Población residente femenina (u)	3612	1586,7	992,7	No favorable	No favorable
			Ingresos promedio por actividad (IPA)	323,3	488,7	516,8	Favorable	Favorable
	F4- Nivel de empleo	Generación de empleos sostenibles (GES)	Tasa de ocupación femenina	0,52	0,47	0,43	No favorable	No favorable
AMBIENTAL	F1- Recursos naturales y biodiversidad	Gestión de los recursos naturales y la biodiversidad	Sobre vivencia de la reforestación al 3er año de vida	58,09	25,18	25,18	No favorable	No favorable
			Superficie existente de café (ha)	2394,9	1442,17	1658,22	No favorable	No favorable
			Índice de boscosidad	45,6	15,9	15,9	No favorable	No favorable
			Tasa de erosión de los suelos (%)	43,05	14,8	7,42	Favorable	Favorable
	F3- Contaminación ambiental	Saneamiento hídrico	Volumen de agua industrial al drenaje (m ³)	623380	722575	755235	No favorable	No favorable
			Descarga de agua residual a la laguna de oxidación(m ³)	506157	622158	647752	No favorable	No favorable
			Índice de calidad del agua (CT)	0,20	0,37	0,40	No favorable	No favorable

Como puede apreciarse en los pronósticos realizados, en las tres dimensiones predominan los comportamientos no favorables. De mantenerse la tendencia actual, en la dimensión económica solo se prevé una evolución favorable en la siembra de café y en las inversiones, mientras en las dimensiones social y ambiental se visualiza únicamente el aumento del salario medio y la disminución de la tasa de erosión de los suelos respectivamente, como aspectos favorables a tener en cuenta.

CONSIDERACIONES FINALES

El desarrollo sostenible constituye un reto que demanda un enfoque integral, sistémico y equilibrado entre sus dimensiones para impulsar la creación de iniciativas que favorezcan el nivel local. En este sentido la posibilidad de realizar adecuaciones propias de diferentes contextos montañosos manifiestan la flexibilidad y conveniencia del procedimiento propuesto.

La integración de los factores y variables clave a través de los indicadores más representativos del territorio, son un complemento pertinente y necesario para aumentar la precisión, reducir la subjetividad y fortalecer las decisiones con vistas a la formulación de estrategias para alcanzar el desarrollo sostenible.

Los resultados obtenidos en Guamuhaya (Cienfuegos) justifican la apremiante necesidad de realizar transformaciones con mayor grado de profundidad, para lograr que esta región montañosa exhiba todas

sus potencialidades y los pobladores tengan mejor calidad de vida con las perspectivas de un futuro próspero, para lo cual se precisa la intervención oportuna de las instituciones responsables con especial incidencia en las variables clave, de esta podrán revertirse los problemas y limitaciones lo que permitirá modificar la situación actual del ecosistema para aproximarse al estado más deseado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brundtland, G. (1987): *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford.
- Cabrera, E.N. (2017). «Un enfoque prospectivo para el desarrollo sostenible en ecosistemas de montaña. Caso Guamuhaya», tesis de doctorado, Universidad de La Habana.
- Cabrera, E.N.; L. Díaz Gispert y L. Portela (2015): «Perspectivas de la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya», II Taller internacional de investigaciones sobre manejo de ecosistemas frágiles, Cienfuegos.
- Cabrera, E.N., Díaz Gispert, L., y Portela, LL. (2015): «La actividad turística en ecosistemas de montaña y su incidencia en el desarrollo sostenible. Caso Montañas de Guamuhaya», *Revista NOUSITZ*, n.º 60.
- Cabrera, E.N, y Y. Fernández (2015): «Proceso para la identificación estratégica de factores ambientales que componen la sostenibilidad de una región», *Revista Sarance*, n.º 33, pp. 75 - 85.
- CITMA (1997): «Ley 81 de Medio Ambiente», Gaceta Oficial de la República de Cuba, edición extraordinaria, n.º 7, p. 47.
- CITMA. (2008-2016): «Indicadores seleccionados del Plan Turquino», Consejo de la administración provincial, Dirección de Economía y Planificación, Cienfuegos.
- Díaz Duque, J.A., Menéndez, L., Guzmán, J.M., y García, E. (2013): «Principales problemas ambientales y ecológicos que influyen en la sostenibilidad de la República de Cuba», I Simposio sobre ciencias de la Sostenibilidad.
- Díaz Gispert, L (2011): «Evaluación del desarrollo sostenible para ecosistemas de montaña», tesis de doctorado, Universidad de La Habana.
- Godet, M. y P. Durance (2011): *La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios*, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO.
- Gómez Gutiérrez, C.; A. Gómez Sal, J. Díaz Duque y J. Díaz Batista (2013): «Propuesta metodológica para evaluar la sostenibilidad a escala de un país o región», I Simposio sobre Ciencias de la sostenibilidad.
- Hair, J.; Anderson, R. Tatham y W. Black (1999): *Análisis Multivariante*, Prentice Hall, New Jersey.
- MacCallum, R., K. Widaman, S. Zhang y S. Hong (1999): «Sample Size in Factor Analysis», *Psychological Methods*, vol. 4, n.º 1, pp. 84- 99.

Martín, J. L.; M. Bello y J. A. Díaz Duque (2013): «Dimensión social de la sostenibilidad», I Simposio sobre Ciencias de la sostenibilidad.

Mateo, J. M. (2011): *Geografía de los paisajes. Paisajes naturales*, Editorial Félix Varela, La Habana.

Rubio, D. (2012): «Diseño de un modelo metodológico para la fase prospectiva en los estudios de ordenamiento territorial y su aplicación a algunos casos centroamericanos», tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.

Notas aclaratorias

¹ Definición dada por la Enciclopedia colaborativa cubana EcuRED sobre los ecosistemas cubanos y la Ley No. 81 del Medio Ambiente

² Comunidad Andina. Documento orientativo para las actividades del Taller de capacitación sobre zonificación y planeamiento territorial para integrar la biodiversidad en el ordenamiento territorial.

³ Las variables esenciales deben ser explicativas de la situación existente y base para el diseño de los escenarios futuros. Las fases del AE son: inventariar las variables, describir las relaciones entre ellas e identificar las variables clave

⁴ MICMAC: Matriz de Impactos Cruzadas Multiplicación Aplicada. El programa MIC-MAC permite la multiplicación matricial favoreciendo la difusión de los impactos y la jerarquización de las variables teniendo en cuenta los efectos indirectos. De conjunto con otros programas, tales como Smic-Prob-Expert y MULTIPOL, fueron desarrollados por los laboratorios LIPSOR (Laboratorio de Investigación de Prospectiva, Estrategia y Organización).

⁵ Díaz Gispert (2011) agrupa 66 indicadores en Guamuhaya identificados por expertos en 7 áreas temáticas. Rubio (2012) establece variables básicas comunes para los planes de OT en Centroamérica. Las acciones de los Lineamientos 133, 136, 187, 196 y 204 de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, los indicadores seleccionados del Plan Turquino y esencialmente los objetivos 8 y 15 de la Agenda 2030. Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Habana, 2011 y 2013). Elementos del Programa (BioCAN). Comunidad Andina. Criterios de Martín, Bello y Díaz (2013); Díaz Duque, Menéndez, Guzmán y García (2013) y Gómez Gutiérrez y Gómez Sal, Duque y Batista (2013). Estrategia Ambiental Nacional hasta el año 2020.