

Julio 2019 - ISSN: 1696-8352

ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES EN FINCAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHANGUIL, PROVINCIA DEL BOLÍVAR

Ing. Ind. Carlos Castro Arteaga, MSc

Universidad Técnica de Babahoyo

Docente-Investigador

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.

Universidad Técnica de Babahoyo

Docente-Investigador

Ing. Agr. Guillermo García Vásquez, MSc.

Universidad Técnica de Babahoyo

Docente-Investigador

Ing. Agr. Danilo Santana Aragone

Universidad Técnica de Babahoyo

Analista de Laboratorio

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Carlos Castro Arteaga, Eduardo Colina Navarrete, Guillermo García Vásquez y Danilo Santana Aragone (2019): "Análisis de la sustentabilidad de sistemas agrosilvopastoriles en fincas de la microcuenca del río Changuil, provincia del Bolívar", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana (julio 2019). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/oel/2019/07/analisis-sustentabilidad-agrosilvopastoriles.html>

Resumen

El presente estudio tuvo como base encontrar sistemas agrosilvopastoriles en fincas modelos en el río Changuil, con la finalidad de garantizar su sustentabilidad. Se aplicó en campo bajo la modalidad investigación de campo, identificando variables de manera cualitativa y cuantitativa, para ser sujeto de medida con estadística no inferencial. Las variables evaluadas fueron: Estudio climatológico de la zona, Estudios de suelos de la zona, Disponibilidad de agua, Residuos Ganaderos, Densidad forestal, captura de carbono y rendimiento maderable, Rendimiento de Cultivos transitorios o perennes y Evaluación económica. Para la evaluación

de la sustentabilidad del sistema de producción agrícola se realizó un diagnóstico agrosilvoforestal que sirvió de base para proponer un sistema de indicadores de sostenibilidad, a través de este se elaboró una estrategia de manejo las plantaciones. La evaluación de la sustentabilidad se realizó a través de indicadores sociales, económicos y ambientales, tomando como referencia las metodologías de evaluación de sustentabilidad del Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS) e IGS (FAO, 2014; Astier, Masera y Galván-Miyoshi, 2008) . Se empleó estratificación para la población del área y, encuestas y análisis de matrices. Para la toma de muestra se utilizó la fórmula propuesta por Fisher, para evita muestras demasiado pequeñas disminuyan la utilidad de los resultados. Las fincas evaluadas poseen una alta dependencia de la energía externa pero tienen reservas potenciales que permiten mejorar la sostenibilidad, al igual se detectó que los recursos hídricos son suficientes para la producción de bienes y servicios. Sin embargo, estos están sometidos a una fuerte presión ambiental debido a la presencia de riesgos de contaminación por los desechos sólidos y al insuficiente sistema de riego.

Palabras claves: Sustentabilidad, Sistemas Productivos, Recursos Naturales.

Abstract

The present study was based on finding agrosilvopastoral systems in model farms in the Changuil river, in order to guarantee its sustainability. It was applied in the field under the field research modality, identifying qualitative and quantitative variables, to be subject of measurement with non-inferential statistics. The evaluated variables were: climatic study of the zone, studies of soils of the area, availability of water, livestock Residues, forest density, carbon capture and timber yield, yield of transient or perennial crops and economic evaluation. For the evaluation of the sustainability of the agricultural production system, an agrosilvoforestal diagnosis was made, which served as the basis for proposing a system of sustainability indicators, through which a plantation management strategy was elaborated. The evaluation of sustainability was carried out through social, economic and environmental indicators, taking as reference the methodologies of sustainability evaluation of the Evaluation Framework of Natural Resources Management Systems incorporating sustainability indicators (MESMIS) and IGS. Stratification was used for the population of the area and surveys and analysis of matrices. The formula proposed by Fisher was used for sampling, in order to avoid too small samples, decrease the usefulness of the results. The evaluated farms have a high dependence on external energy but they have potential reserves that allow improving sustainability, as well as finding that water resources are sufficient for the production of goods and services. However, these are subject to strong environmental pressure due to the presence of risks of contamination by solid waste and insufficient irrigation system.

Keywords: Sustainability, Productive Systems, Natural Resources.

Introducción

El conocimiento de la vegetación del bosque premontano tropical ha tenido un aumento en los últimos años en el país, esto ha hecho que se puedan encontrar especies adaptadas que sirvan con fines diferente a los conocidos durante mucho tiempo, esto ha hecho que los Andes tropicales sean conocidos como centros de diversidad mundial. Sin embargo, los estudios que documentan cuantitativamente la estructura y diversidad en los bosques subtropicales de Ecuador y específicamente la provincia de Los Ríos son todavía muy escasos (Servicio Nacional de Áreas Protegidas-SNAP, 2010).

Los bosques tropicales mantienen alrededor de 20 millones de especies de plantas y animales. Esta variedad de formas de vida se llama diversidad biológica o biodiversidad. Lastimosamente, la tala y la deforestación de los bosques naturales, originada por la expansión de las tierras agrícolas y ganaderas, han provocado la reducción de los bosques y la pérdida de muchas especies de la fauna y flora silvestre.

Los bosques subtropicales húmedos del Ecuador cubren un área aproximada de 80 000 km² que corresponde al 25,7 % del territorio nacional y cerca de la mitad de las especies de flora y fauna (incluyendo la mayoría de las especies endémicas) se encuentran dentro de áreas protegidas. En la zona de Febres-Cordero se estimaba la existencia entre 200 y 600 especies de plantas (Myers et al., 2000).

El interés por los sistemas silvopastoriles ha generado la necesidad de la investigación del efecto de un componente vegetal en el otro y el beneficio de la asociación gramínea-leguminosa u otra especie arbórea en particular. Los sistemas de producción silvopastoriles se definen como una serie de sistemas y tecnologías para el uso de la tierra en las que se combinan árboles con pastos, en función del tiempo y el espacio para incrementar y optimizar la producción en forma sostenida. Estos sistemas pueden contribuir a solucionar problemas en el uso de los recursos naturales debido a las funciones biológicas y socioeconómicas que cumplen. La cobertura arbórea en pasturas contribuye a mejorar la productividad animal por medio de la reducción del estrés calórico a generar sombra y refracción de luz directa, además de sus beneficios hacia la conservación del suelo y la biodiversidad.

Los árboles en las pasturas contribuyen a mejorar la conservación de la fauna silvestre (Harvey y Haber, 1999). Varios estudios realizados en Latinoamérica con aves y mariposas mostraron que los sistemas silvopastoriles mejorados, con alta densidad de árboles, presentaron una mayor riqueza de especies que las pasturas con baja densidad (menos de 30 árboles/ha) y las pasturas en monocultivo.

Muchas veces, los ganaderos sólo valoran el efecto negativo de la sombra sobre la reducción de pasto y no toman en cuenta el efecto positivo de la sombra sobre los incrementos en la producción animal. En la actualidad para el manejo tradicional de las fincas existen arboles dispersos o agrupados provenientes de la regeneración natural, inducida por el hombre y/o remanentes de la vegetación original. La mayoría de los estudios se ha enfocado en la caracterización estructural, conocimiento local y producción de frutos (Esquivel *et al.*, 2003).

En América Latina existe un interesante proceso de valorización de la agricultura campesina, que promueve procesos de diálogo de saberes, tecnologías endógenas y transformación socio-política, íntimamente vinculado a los nuevos escenarios políticos de gobiernos revolucionarios y movimientos de resistencia campesina e indígena, que han demostrado la posibilidad de construir alternativas a la desnutrición y el hambre en la perspectiva de la sustentabilidad rural, y que está contribuyendo a generar los cimientos de una sociedad latinoamericana, consciente de la protección de la biodiversidad y las relaciones de un nuevo modelo económico y social (Pengue, 2005; Morales, 2010; Altieri y Toledo, 2011).

En América Latina, la cultura tradicional campesina demostró ser altamente sustentable dentro de sus propios contextos históricos y ecológicos. Los recursos naturales y los sujetos sociales que la región posee podrían sustentar su desarrollo endógeno de largo plazo. Con sólo el 8 % de la población mundial la región posee el 23 % de sus tierras cultivables, de las cuales los campesinos ocupan un 10 %, y se ubica el 25 % de la superficie total de la agricultura sustentable en el mundo. En Centro y Sur América, los campesinos conforman hasta el 80 % de los productores rurales, producen el 51 % de la cosecha de grano más importante de la región, el maíz y en varios países (Brasil, Chile, Colombia, El Salvador, Guatemala, Ecuador, México y Paraguay) son los principales responsables por la seguridad alimentaria de los mismos y genera entre 60 y 80 % del empleo (Pengue, 2005; Schejtman, 2008).

Según el informe Estado de la Inseguridad Alimentaria en el Mundo, publicado por la Organización de la ONU para la Alimentación y la Agricultura (FAO), América Latina y el Caribe es la región que más ha avanzado en la reducción del hambre y mantuvo un crecimiento económico por encima de los países desarrollados durante la crisis reciente (García, 2012).

En los últimos sesenta años, la modernización de la agricultura dio por resultado el establecimiento de una pauta bimodal: Por un lado, la agricultura convencional, basada en dos objetivos: la maximización de la producción y de las ganancias, sin tomar en cuenta las consecuencias a largo plazo y la dinámica ecológica de los agroecosistemas. Por otro lado, la agricultura campesina dedicada a la producción de alimentos para el mercado interno y el autoconsumo (Gliessman, 2002; Núñez 2006; Jiménez, 2008).

La Organización Mundial del Comercio informó que Ecuador en el 215 asumió incrementos en posición entre los mayores exportadores de productos agropecuarios del mundo, mientras que en la década anterior sólo logró superar a pocos países. En Ecuador las exportaciones tuvieron un crecimiento promedio de 18,6 % entre los años 2007 y 2014, y recientemente logró alcanzar el primero lugar en varios productos. Sin embargo, para llegar a esta posición, el gobierno ecuatoriano desarrolló la producción agropecuaria bajo políticas pseudoneoliberales, con una elevada inversión con capital local, orientado al desarrollo de un modelo de producción agropecuario semiindustrial destinado a la exportación. No obstante, el crecimiento económico obtenido no tuvo un impacto positivo en la calidad de vida en el medio rural y tampoco garantizó un desarrollo sustentable de la producción agrícola, provocando profundos daños socioculturales y ambientales.

En Ecuador, se estima que entre el 46-72 % de las fincas campesinas donde se utilizan prácticas agroecológicas, producen más del 70 % de la producción nacional de alimentos (MAGAP, 2014).

Esta situación es consecuencia de haber basado el desarrollo agrícola en planes elaborados desde arriba, sin o con poca participación de los agricultores, lo que ha traído como consecuencia que las propuestas realizadas sean poco aceptables y adaptables a las condiciones socioeconómicas y agroecológicas de los pequeños y medianos.

Como resultado de esta situación en el 2016 Ecuador tenía 1,5 millones de personas en condiciones de inseguridad alimentaria (34,5 % de la población), de los cuales 1,1 millones tenían niveles graves de inseguridad, situación análoga a la hambruna (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos-INEC, 2010).

En la provincia del Bolívar existe gran cantidad de productores en diferentes áreas agrícolas. Por otro lado, los problemas de la realidad que enfrenta el sector agrícola se resumen en baja productividad, poco conocimiento sobre el manejo de suelos, control de plagas, indiscriminado, desconocimiento de nuevas tecnologías, bajo nivel de investigación, entre otros (GADLR, 2010). Con esto, el énfasis del estudio del manejo sostenible de los recursos que intervienen en el proceso productivo de los cultivos, así como el conocimiento de la planta y actividad agrícola de la cuenca sur del Babahoyo; apunta a las nuevas tecnologías de manejo.

La deforestación también constituye una problemática ambiental presente actualmente en el país. En este sentido, se reporta que el 7 % de la Foresta nativa remanente reduce sus recursos forestales y vegetación acompañante, debido a la presión por el aumento de la "frontera agrícola" (MAE, 2010), se reporta que entre 2009-2010 el país perdió más de 1,5 millones de hectáreas.

Entre las frutas tropicales producidas en Ecuador el banano se destaca con una producción de 6,78 millones toneladas en el año de 2016, de ellos más del 83 % se han destinado a la exportación, principalmente para la Unión Europea y Mercosur (MAGAP, 2016). Sin embargo, la cultura es un típico ejemplo de los daños sociales y ambientales inherentes a la agricultura industrial, una vez que utiliza gran cantidad de agrotóxicos, maquinaria, combustibles fósiles e impone una forma de agricultura que suprimen las prácticas desarrolladas por los pueblos que allí vivían en armonía con el medio.

Bajo estas condiciones los productores para garantizar el suministro de alimentos bajo un escenario de combustibles cada vez más caros es necesario reducir la demanda de energía y materiales externos a la unidad agrícola - pecuaria. Esto puede ser hecho a través de prácticas agroecológicas donde los alimentos sean producidos localmente y los nutrientes reciclados, disminuyendo así la demanda de energía externa, principalmente la fósil. La inclusión de árboles y arbustos en los ecosistemas agrícolas una opción válida y necesaria bajo este enfoque, lo cual ha tomado interés e importancia para la producción y protección de los agroecosistemas en el trópico y en especial en Ecuador, entre otros, cuyos resultados se sustentan en el incremento de la productividad y calidad de vida de los productores, fijación de nitrógeno atmosférico (leguminosas), la diversidad de la flora y fauna en sistema, un aporte importante de hojarasca de fácil mineralización que favorece el reciclaje de nutrientes, incrementa la captación de carbono (CO₂) y por ende el balance energético en el ecosistema.

A pesar de la existencia de trabajos científicos que reportan ventajas de uso de los Sistemas Agroforestales asociados a la producción de banana, aún es necesario el desarrollo de investigaciones, que en su diseño empleen como referencia los sistemas convencionales, a través de métodos de investigaciones con enfoques de sistemas que permitan ofrecer una respuesta más integral a la sociedad. En este sentido, la Facultad de Ciencias Agropecuarias FACIAG, tiene como objetivo conocer y explicar los procesos, problemas y soluciones que plantea, y requiere el manejo sostenible de los agroecosistemas en relación con el medio rural, contribuyendo mediante la investigación, la enseñanza, la divulgación y el servicio, al desarrollo de una agricultura sana, productiva y sustentable (FACIAG, 2010).

La mayoría de las investigaciones sobre Sistemas Agroforestales informan de los beneficios de estos al medio ambiente y al productor rural, sin embargo, sobre las evaluaciones económicas existen pocas publicaciones, lo cual constituye una debilidad, teniendo en cuenta que un sistema sustentable debe responder positivamente a las tres bases (ambiental, social y económica).

Metodología

El presente trabajo de investigación se realizó en 10 fincas agroforestales y silvopastoriles de la parroquia San José del Tambo, cantón Chillanes, ubicada en el km 53 de la vía Babahoyo –

San José del Tambo. Las coordenadas geográficas abarcadas entre los predios fueron: longitud oeste 78° 42', latitud sur 01° 48', con una altitud promedio de 68 msnm. Esta zona presenta topografía irregular, además las siguientes características climáticas son temperatura promedio 21,3 °C, precipitación anual 2016 mm, humedad relativa 84 %, heliofanía 817,5 horas/día¹.

La investigación se desarrolló bajo la modalidad investigación de campo, identificando variables de manera cualitativa y cuantitativa. El análisis de las variables se hizo con estadística básica no inferencial. Se empleó estratificación para la población del área y encuestas con análisis de matrices.

Para la evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción agrícola se realizó un diagnóstico agrosilvoforestal que sirvió de base para proponer un sistema de indicadores de sostenibilidad, a través de este se elaborará una estrategia de manejo las plantaciones.

La evaluación de la sustentabilidad se realizó a través de indicadores sociales, económicos y ambientales, tomando como referencia las metodologías de evaluación de sustentabilidad del Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS) e IGS (FAO, 2014; Astier, Masera y Galván-Miyoshi, 2008).

La recopilación de la información se realizó a través de técnicas que permiten detectar problemas, deficiencias y potencialidades en los grupos productores. Estas son:

- a. Observaciones y mediciones directas.
- b. Encuestas y entrevistas informales con los agricultores.
- c. Análisis FODA.

Para el diagnóstico de cada uno de los sistemas agrícolas, se empleó una encuesta integradora y la activa participación de los actores sociales, siendo este una herramienta que contribuye a analizar y explicar los problemas presentes, además de recopilar toda la información necesaria para describir las características básicas de la entidad y más específicamente de las fincas.

Para la toma de muestra se utilizó la fórmula propuesta por Fisher, para evita muestras demasiado pequeñas disminuye, que disminuyan la utilidad de los resultados.

$$n_0 = \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 p q}{d^2} \quad n_i = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

¹ Fuente: Estación Meteorológica Hcda. María Cristina, 2016.

Dónde:

n_i = tamaño de muestra con corrección para población finita ($i=1; 2; 3; 4$).

N : tamaño de la población.

n_0 = tamaño de muestra preliminar.

p = proporción de éxito en el análisis que se realiza.

q = proporción de no éxito en el análisis que se realiza.

Como los valores de p y q son desconocidos, se asumió que el valor máximo de ambos es 0,5 (50 %).

Se puede asumir un nivel de confianza de 95 %, en este caso $Z_{1-\alpha/2} = Z_{0,975} = 1,96$ (Tabla de frecuencias).

d : márgenes de errores menores del 10 %, para todos los escenarios.

Donde $n_0= 36,21$

Donde $n_1= 10,07$ sitios de muestreo

Variables a evaluadas

Dentro de esta investigación se evaluaron las siguientes variables:

1. Estudio climatológico de la zona

La caracterización de los elementos del clima de las fincas se obtuvo de la información de las Estaciones Meteorológicas INAHMI-UTB, INAHMI-Guaranda e INAHMI Milagro. La información obtenida fue de las temperaturas y las precipitaciones, se consideró para el estudio los diez últimos años, con los siguientes elementos: La temperatura por década y media mensual; los intervalos anuales, la diferencia entre las medias del mes más cálido y el mes más frío, así como las precipitaciones totales mensuales y los valores extremos de los módulos pluviométricos.

2. Estudios de suelos de la zona

Para obtener la caracterización de los suelos de cada finca se realizó una calicata por cada una de ellas. Se tomó una muestra de suelo general, tratando de obtener una representación adecuada del área objeto de investigación. Los análisis de los índices requeridos se realizaron en los laboratorios de la Estación Experimental Litoral Sur.

3. Disponibilidad de agua

Para el estudio de las disponibilidades de agua de las fincas se tomó en cuenta las aguas superficiales de los esteros y ríos existentes en la zona. Para el cálculo del caudal en $m^3 s^{-1}$; en el caso del afluente, se empleó el método descrito por Domingo y Vilagarcía (2003), donde esto se resuelve con la ecuación de continuidad y el fraccionamiento de la sección del afluente en figuras conocidas para la determinación de las áreas. La información acerca de la calidad del agua fue brindada por trabajos de titulación de maestría realizados en el sector.

4. Residuos Ganaderos

Para determinar el potencial de los residuales de las fincas, se parte de las características de cada especie. Para esto se consideró la metodología de Martínez (2007). Cálculo del potencial

de excretas y biogás de cada finca. Cantidad diaria de excretas y de biomasa disponibles. La cantidad de excretas disponible diariamente por los animales de la Granja (CE) se calcula por la siguiente expresión:

$CE = m_1 Ed_1 + m_2 Ed_2 + m_3 Ed_3 + m_4 Ed_4 + m_5 Ed_5$, en kg/día

Dónde:

$m_1 Ed_1$ - Cantidad de excretas del ganado bovino, kg/día

$m_2 Ed_2$ – Cantidad de excretas diaria de los cerdos, kg/día.

$m_3 Ed_3$ – Cantidad de excretas diaria de los ovinos; kg/día.

$m_4 Ed_4$ – Cantidad de excretas diaria que producen las aves de corral, kg/día $m_5 Ed_5$ – Cantidad de excretas diaria que producen los equinos, kg/día

5. Densidad forestal, captura de carbono y rendimiento maderable.

En esta variable se utilizó el método descrito por Jimenez, Muschler y Kopsell, llamado “Sectorización y distribución”, el mismo consiste en identificar las especies más representativas y comenzar por ella, a partir de allí se van midiendo en el mismo orden las especies. Se determinó la riqueza total de géneros y especies por su importancia, contando todas las plantas superiores mayor a un DAP de 0,2 m o de importancia económica. Se empleó los índices de captura de carbono atmosférico utilizados por Moreno (2008). El árbol modelo consiste en aquella masa

foliar que es capaz de capturar 0,67 toneladas de dióxido de carbono al año.

6. Rendimiento de Cultivos transitorios o perennes

Se realizó en función de los rendimientos obtenidos en cada uno de los cultivos durante el último año de producción en el caso de los perennes, se hará en función de su uso maderable o frutal, dependiendo cada caso y su costo futuro.

7. Evaluación económica

La evaluación económica de cada predio se hizo estimando según la información dada por el agricultor, en tanto a los ingresos y egresos de los últimos tres años. Adicional según el inventario de la finca se realizó una estimación patrimonial de la finca, buscando establecer el lucro cesante y relación beneficio/costo (Martínez, 2002).

8. Análisis FODA

Con los datos obtenidos en las visitas de campo se creó una tabla FODA, para conocer la situación tanto interna como externa en que se encuentra el sistema productivo. El análisis se realizará mediante conversatorios participativos de los agricultores y actores locales.

9. Evaluación de la sustentabilidad.

La información se colectó y fue procesada a través de la formulación de los indicadores sociales, económicos y ambientales más adecuados y de fácil comprensión por los agricultores. Se determinó los puntos críticos de trabajo, para definir los indicadores, se plantea para el trabajo inicialmente un total de 13. Para la estimación de la sustentabilidad, a cada indicador se le asignó un valor del uno a diez, de acuerdo a las características que presente. El valor diez representa el mayor valor de sustentabilidad y uno el menor nivel de sustentabilidad.

Resultados y discusión

Estudio climático de la zona

La zona se caracteriza por poseer un bioclima de Bosque Tropical a Premontano y Bosque Húmedo Premontano. La información de la precipitación para la realización del balance hídrico y para los periodos de disponibilidad de agua, se tomó de los de estaciones meteorológicas Babahoyo, Milagro y Guranda, al igual que los valores de evapotranspiración real (Eto), temperatura y humedad relativa, ya que estas estaciones son las más cercanas y con características similares al sector, donde no existe estación meteorológica (Figura 1).



Fig 1. Foto de Aérea del Sistema fluvial del río Changuil (Google earth, 2018)

Para la información de precipitación se tomó el período entre 2010 a 2017, obteniéndose un promedio de 1 961 mm anuales. En cuanto a la evapotranspiración real, presenta un promedio de 1 481,9 mm anuales. De acuerdo a esta información, el lugar se caracteriza por presentar cuatro períodos de disponibilidad de agua, los cuales se presentan en

la figura 2. De acuerdo al balance hídrico promedio, el período húmedo se inicia en el mes de febrero y culmina en el mes de abril, con una duración de dos meses.

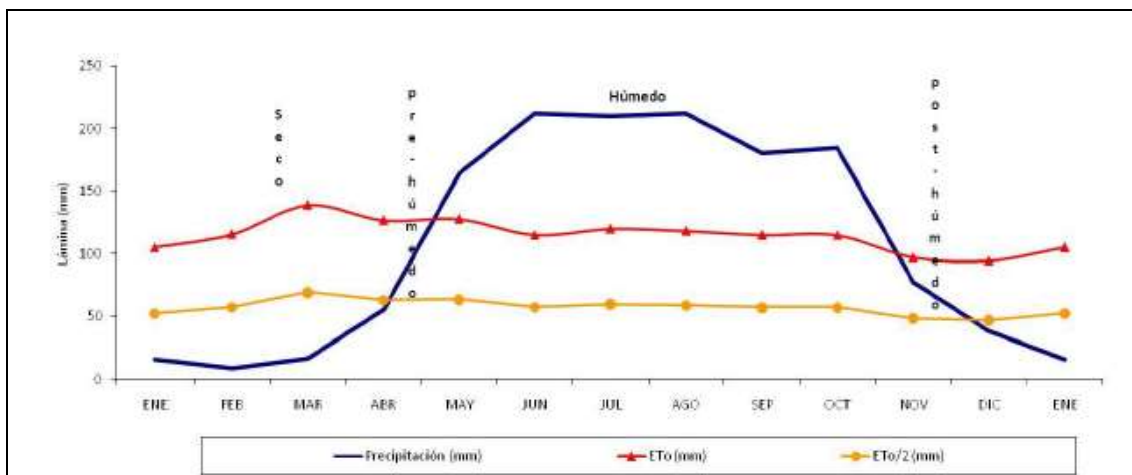


Figura 2. Precipitación, Evapotranspiración y temperatura promedio en la zona de estudio. Bolívar, 2018.

La información sobre temperatura fue calculada para el período 2010 - 2017, con el gradiente altotérmico, partiendo de las temperaturas máximas y mínimas, las cuales varían entre 20 y 23,2 °C, con un promedio de 21,8 °C. La humedad relativa media se calculó para el mismo período valores entre 66 y 72 %, con un promedio de 69 % (figura 3).

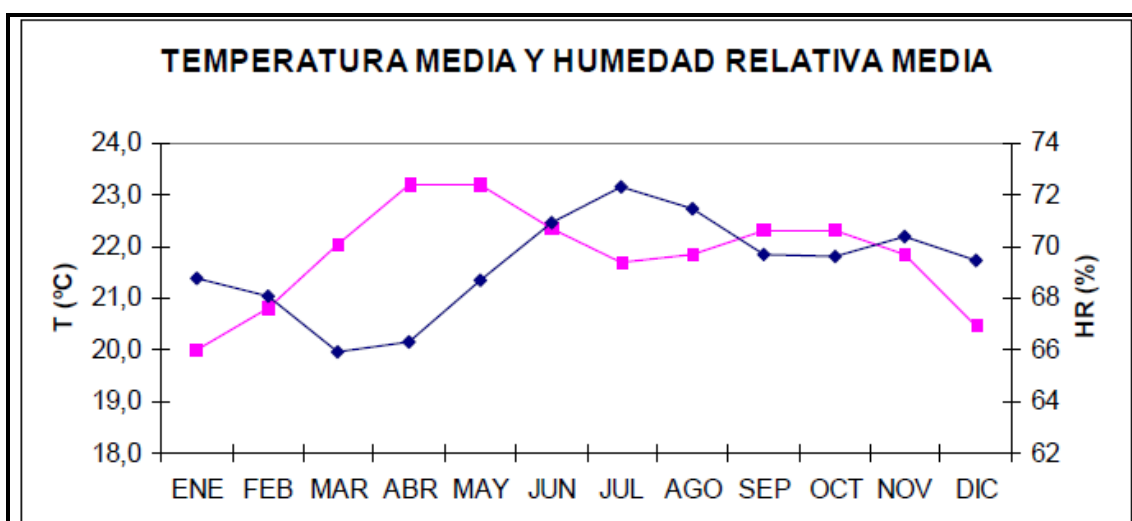


Figura 3. Temperatura y humedad relativa promedio en la zona de estudio. Bolívar, 2018.

4.2. Estudio de suelos

Esta variable evaluó las características física y química de los suelos, observando las limitaciones presentes en los predios (Cuadro 2). Los principales suelos identificados de las granjas son los pardos, En general los suelos de esta región se caracterizan por tener un espesor menos profundo en las partes más altas, con formación eluvial y por la redistribución

de los materiales (deluvios) y la humedad, los suelos en las partes bajas son más profundos y más plásticos (López, 2006).

En lo referente a los suelos los estudios encontraron predominio de suelos Andosoles compactados en las partes altas y Alfisoles en las partes más baja de la montaña, con topografía irregular teniendo los mismos una productividad media a baja, suelos categoría 5 y 6 (USDA). La profundidad efectiva promedio fue 0,52 m, los que constituye una limitante para la producción del área. Los análisis de pH no presentaron problemas de acidez o alcalinidad, encontrándose valores de 6,0 a 6,7. Entre las principales ventajas que destacan los agricultores:

- Son suelos con mucha materia orgánica y de buen drenaje.
- No presentas problemas de inundaciones.
- Su productividad es adecuada para el manejo y la zona.

Cuadro 2. Características químicas y físicas del suelo de la zona del río changuil, 2018.

Fincas	M.O (%)	Ph	Físicos			Densidad g/cm ³	
			Estructura	Profundidad	Textura		
Finca 1	3,14	6,5	Granular	0,59	FrA	Café Oscuro	1,41
Finca 2	3,53	6,4	Granular	0,7	Fr	Café Oscuro	1,40
Finca 3	3,85	6,7	Granular	0,36	FrA	Café Oscuro	1,39
Finca 4	4,44	6,1	Granular	0,36	Fr	Café Oscuro	1,37
Finca 5	4,35	6,4	Blocosa sa	0,38	Fr	Café Oscuro	1,35
Finca 6	5,20	6,5	Blocosa sa	0,47	Fr	Café Oscuro	1,42
Finca 7	3,88	6,3	Granular	0,53	Fra	Pardo	1,41
Finca 8	5,38	6,0	Granular	0,72	Fra	Pardo	1,40
Finca 9	3,71	6,2	Granular	0,62	Fra	Pardo	1,35
Finca 10	5,89	6,0	Granular	0,66	Fra	Pardo	1,37

Color: Pardo (7,5YR-6-3), Café Oscuro (7,5YR-3-3), Café (7,5YR-4-3).

Textura: Fr= Franco, FrA=Franco Arcilloso, Fra: Franco Arenoso.

4.2. Disponibilidad de agua

La principal fuente de aguas de las fincas es el Río Changuil que recorre cerca de 25 km por fuera y dentro de los terrenos. De este río se extrae el agua empleada en el riego de los cultivos, aunque no se tiene control de los volúmenes de agua que se suministra a los cultivos ni la eficiencia de su uso. El problema principal con el agua del arroyo consiste en la disponibilidad en los periodos de estación seca. El caudal de este afluente se deprime en la temporada seca; el estudio de aforamiento realizado en el mes de octubre alcanzaba 22,5 m³/h. Entre los meses de enero hasta marzo aumenta el embalse y por ende la disponibilidad de agua, sin embargo, esta se ve menoscabada por la calidad del agua, la misa que tiene muchos sedimentos traídos de la parte alta. Durante esta época las lluvias suplen el riego y durante la época seca es mayor el consumo del río. Durante el periodo de evaluación se

determinó un efecto de sequía más fuerte de lo normal, además de muy variable temperaturas, comparadas con años anteriores (Fig. 3).

4.2.1. Calidad del agua del arroyo y pozo para el riego

En relación con la calidad del agua, en el muestreo realizado en tres puntos, no presenta turbidez, no existe presencia de sólidos disueltos, elementos tóxicos ni coliformes. El contenido de sodio y cloro es bajo, luego el agua es de óptima calidad tanto para el consumo humano, como para los animales y para su uso en el riego de los cultivos en las dos fuentes de abasto (el arroyo y el pozo).



Figura 3. Sedimentación del agua del río en época lluviosa.

El principal problema del uso del agua en la vaquería (manejo del ganado vacuno) estriba en que la limpieza de estas instalaciones generalmente se realiza aplicando agua a presión para barrer las excretas de los animales. Esta actividad representa un enorme gasto de agua y combustible para el bombeo.

Cuadro 3. Agregados y componentes físicos en agua, con el estudio de contaminantes residuales de actividades agrícolas en la subcuenca del río “San Pablo”, 2016.

Sector	Componentes físicos del agua			
	Conductividad Eléctrica	Turbidez	Sólidos Suspendidos Totales	Sólidos Disueltos Totales
	µs/cm	NTU	mg/L	mg/L
Represa “Rio Chico”	60,3	103	67	30
“San Román”	62,0	51,0	39	30
Represa “La Monserrate”	66,0	33,5	25	33
Puente “Febres-Cordero”	64,0	12,0	9	32
Promedio general	61,01	82,50	41,71	30,43
Coefficiente de Variación %	7,37	67,45	51,24	7,31
Desviación Estándar	4,49	55,65	21,37	2,22

Fuente: Castro, 2016.

4.3. Residuos Ganaderos

La zona tiene una ganadería diversificada, donde produce más de 15,5 toneladas de carnes al año y más de 13 000 litros de leche e incluyendo 5000 huevos, por lo que toda esta producción hace un aporte importante de energía y proteína a la alimentación de la población dentro del programa de Seguridad Alimentaria que desarrolla el país (Cuadro 4).

La ganadería genera una enorme cantidad de excretas al año, sin embargo, los residuales de la ganadería contribuyen con más del 30% de las emisiones de contaminantes a nivel mundial (FAO, 2007). Esto permite la orientación de un estudio de los residuales del sector. En la tabla 4.14 se destaca las diferentes especies que se crían en las fincas, el potencial de excretas y biogás diario y anual que los mismos pueden generar.

Cuadro 4. Volumen descresta y valor energético de diferente especie.

Especies	Cantidad (U)	Índices de excretas (kg/día)	Total de kg excretas diario	m ³ biogás/kg excretas	Total m ³ de biogás diario
Bovinos	49	8	392	0,037	14,5
Cerdos	193	2,3	444	0,064	28,5
Ovinos	130	2,5	325	0,030	9,75
Equinos	2	10	20	0,040	0,8
Gallinas	204	0,18	36,72	0,05	1,8
Gallinas ponedoras	1711	0,18	308	0,05	15,4
Total			1600		75,75

4.4. Densidad Forestal, captación de carbono y rendimiento forestal

La zona cuenta con 3230 ha entre frutales y cultivos perennes y 1334 ha de árboles forestales de distintas especies, para un total de 4564 ha de árboles que capturan y almacenan el carbono en sus tejidos (hojas, flores, frutos); además, para los árboles crecer con nuevas hojas y ramas, florecer, sostenerse y reproducirse cada día capturan una cantidad de CO₂, el cual por medio de la fotosíntesis, este pasa a formar parte de los tejidos de la vida y, allí permanece para ser consumido por los consumidores (primarios, secundarios y los descomponedores de la materia orgánica).

Los árboles son los únicos sobre la tierra que capturan el CO₂ almacenando el carbono y liberando el oxígeno a la atmósfera durante el proceso de síntesis de la energía. El potencial productivo de los árboles de las fincas depende de la densidad y el tamaño de estos. La importancia de la masa foliar y maderera de frutales y forestales no es solamente económica

por el aporte de madera, frutas y otros, sino que hay un beneficio medioambiental que casi nunca se valora en su verdadera dimensión. Para que la masa forestal pueda captar el dióxido de carbono que genera la zona 118 300 kg por el empleo de los combustibles fósil + 359 348 kg de la ganadería, para una contaminación anual de 488 648 kg de CO₂ sin contar otros efectos contaminantes como el nitrógeno y el sulfuro, necesitaría una población de árboles modelos de 931, pero si se captura el metano y el CO₂ de los residuales ganaderos por medio de biodigestores, entonces la cantidad de árboles modelos capaz de sembrar para captura frutales y forestales capaz de capturar 0,72 t de Co₂ a la atmósfera, según Moreno (2008).entonces habría que capturar 118 300 kg de CO₂ si se siembra 347 árboles. La Unión Europea paga más de 13 Euro por cada tonelada que deje de emitir o se capture por diferentes medios. Sin embargo, aun cuando la superficie de forestales y frutales de la Granja no cubre más que un 5 % quedando muchas reservas para aumentar la masa foliar, si se sigue una estrategia de ordenación y aprovechamiento de los espacios vacíos.

4.5. Rendimiento de Cultivos transitorios

En el momento de la evaluación de datos, el área sembrada estaba constituida por caféto (*Coffea arabica* L.), asociado con otros frutales, naranja (*Citrus sinensis*), aguacate (*Persea americana*) y plátano (*Musa spp.*), todas plantaciones antiguas.

Adicionalmente, se estableció dos sistemas de producción. Un sistema agroforestal compuesto por cacao, caña de azúcar, plátano, árboles de sombra y maderables. Un segundo sistema de cacao solo. En el caso café se estimó 37 ha de cuyo rubro existen cuatro variedades, Caturra, Catuaí, Borbón y Criollo. Predomina el sistema de caféto bajo sombra. Asociado a este, se ha realizado la siembra de 36 000 plantas de platanó disperso, 145 plantas de aguacate y 45 000 de cacao (*Theobroma cacao*). En el cultivo de plátano se encuentran dominico y barraganete. Las plantas de aguacate tienen una edad de diez años en adelante y las de cacao, al menos cuatro años. La sombra está constituida por árboles de guabo (*Inga sp.*), Yuca de ratón (*Erythrina fusca*), cedro (*Cedrela odorata*) y laurel (*Cordia alliodora*). Los frutales también brindan sombra al cacao.

El cacao ocupa un área aproximada de 475 000 m², de los cuales al menos 222 500 m² se encontraba bajo cultivo en diferentes pisos altitudinales, aprovechando espacios soleados y el resto estaba en descanso, definido como barbecho. En el área sembrada se reportó además yuca (*Manihot esculenta*) y ají (*Capsicum annuum*).

En general, la productividad de los cultivos es baja, lo que se debe a que las plantaciones tienen muchos años de explotación sin renovar las labores culturales, así como, la inexistencia de un plan de manejo integrado para los cultivos establecidos en el área.

El plátano alcanzó de cosecha un promedio de 300 kg por semana. La producción de aguacate alcanzó un promedio de 150 kg al año y la producción de naranjas fue poca y no fue contabilizada. La producción de la caña, no se tiene registrada como cultivo sino como alcohol.

4.6. Evaluación económica

Una de las principales dificultades económicas del sector consiste en el incumpliendo de plan de producción. Las causas fundamentales son que para el desarrollo de las actividades productivas está el no contar con implementos agrícolas, esto dificulta la agilidad en el manejo de cultivos y por consecuencia la demora a la hora de realizar algunas siembras.

Tampoco existe un sistema completo de riego que permitiría obtener producciones más elevadas, la sequía afectó el desarrollo de los cultivos de secano; aparte de que las condiciones de las instalaciones ganaderas no son buenas para aumentar la producción, otros insumos como alambre de púas para incrementar las áreas de pasto y forraje lo que permitiría mejorar considerablemente la producción de leche, ya que tampoco se contó con este recurso.

4.7. Análisis FODA

Con la información obtenida en las encuestas y visita de campo, se realizó un análisis FODA de las fincas, el cual se utilizó en la formulación de estrategias (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis FODA de la zona, 2018.

<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <p>Hay una conciencia agroecológica. Posibilidad de procesar y darle valor agregado a la cosecha de la finca Disponibilidad de agua para riego Producción de biomasa Posibilidad de llevar sus productos al mercado</p>	<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <p>Baja productividad de la mano de obra. Existe una superficie alta dedicada a cultivos viejos con bajos rendimientos Los salarios recibidos están por debajo del salario básico unificado. Mala aplicación de labores de cultivo. No hay planificación de actividades, sin registros de producción. Baja utilización de recursos locales. No hay integración del componente animal.</p>
<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <p>Gestión de comercialización de la producción de la finca. Registro en el sistema nacional de Crédito agrícola (BNF). Vínculos con instituciones del estado y con organizaciones campesinas.</p>	<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <p>Se mantiene el uso de la agricultura convencional. Baja incorporación de jóvenes a la agricultura, y evidente éxodo hacia zonas urbanas. Bajos precios de la cosecha. Existencia de intermediarios en la</p>

	<p>comercialización de la producción.</p> <p>Vialidad en malas condiciones.</p> <p>Bajo nivel de organización entre los agricultores de la zona.</p>
--	--

4.8. Análisis de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas de la.

4.8.1. Definición y selección de indicadores para los agroecosistemas en estudio.

La selección de indicadores de sostenibilidad resultó en 13 indicadores básicos de los cuales 4 son ambientales, 6 económicos y 3 socioculturales; están formados por 52 variables con un factor de ponderación (FP) igual a (1), las sustentan y valoran el análisis de la sostenibilidad. El Cuadro 6 muestra el marco metodológico del sistema de indicadores por área de evaluación.

Cuadro 6. Sistema de indicadores por área de evaluación. 2018.

Área de evaluación	Indicadores estratégicos	Código	Variables
Recursos naturales (Ecológica) (A)	Suelo (S)	AS1	Propiedades del suelo
		AS2	Manejo sostenible de suelos
		AS3	Calidad estructural del suelo
		AS4	Relación área cultivable/área total
		AS5	Cultivable descubierto (barbecho/año)
	Biodiversidad (B)	AB1	Biodiversidad vegetal manejada
		AB2	Biodiversidad animal manejada
		AB3	Opciones de especies
	Agua (A)	AA1	Acceso
AA2		Calidad	
AA3		Disponibilidad	
Recursos económicos (económica) (E)	Eficiencia económica (E)	EE1	Relación costos/beneficios
		EE2	Rendimientos agrarios
		EE3	Productividad del sistema
		EE4	Autofinanciamiento
		EE5	Ganancias totales
		EE6	Números de rubros productivos
		EE7	Diversificación de mercado
		EE8	Otros ingresos a la finca
	Recursos Económicos (DE)	EDE1	Recursos agrícolas y su estado
		EDE2	Relación fuerza de trabajo/área
		EDE3	Fuerza de trabajo y su calidad
		EDE4	Almacenes para las cosechas y otros
		EDE5	Corrales para animales, cercas vivas
	Dependencia de Insumos (DI)	EDI1	Independencia Insumos Externos
		EDI2	Alimento animal
		EDI3	Variedades de cultivos y raza animal
	Infraestructura (I)	EI1	Cantidad de obras físicas
		EI2	Calidad de obras físicas
		EI3	Condiciones de obras físicas
	Tecnologías Alternativas (TA)	ETA1	Tecnologías sostenibles de manejo
		ETA2	Empleo de alternativas nutricionales,
		ETA3	Manejo de plagas y arvenses
		ETA4	Producir y conservar semillas

		ETA5	Manejo sostenible del animal
		ETA6	Conservación de las cosechas
		ETA7	Sistemas de riego
	Mecanización (M)	EM1	Uso de maquinaria
		EM2	Calidad de maquinaria
		EM3	Condiciones de la maquinaria
	Recursos Humanos (Social)	Calidad de Vida (CV)	CV1
CV2			Condiciones de vivienda
CV3			Acceso a la salud
CV4			Acceso a la educación
CV5			Disponibilidad de alimentos (cantidad)
CV6			Diversidad de alimentos (nutrientes)
Capacidad de gestión (CG)		SCG1	Conocimientos sobre agricultura
		SCG2	Capacidad innovación
		SCG3	Socialización del conocimiento
		SCG4	Aceptación a la capacitación
Apoyo del gobierno (SA)		SSA1	Acceso a crédito

Estos indicadores están en función de las características del sistema productivo de la zona, para evaluar la sostenibilidad en comunidades rurales y sistemas campesinos. Del análisis se puede identificar que la mayoría de los indicadores seleccionados proceden de fuentes de información local.

4.6.2 Sostenibilidad de los agroecosistemas cacaoteros.

La sostenibilidad presentó los mejores valores del IGS (>0.70) en apenas el 9,11 % de las plantaciones evaluadas (Fincas 2, 3 y 9), sin embargo, el incremento del índice se debe principalmente al incremento del indicador biodiversidad agrícola y manejo de la plantación, los demás indicadores manifiestan un comportamiento pasivo (Cuadro 8 y Figura 7). Según Leyva y Pohlen (2005), la biodiversidad es considerada uno de los principios básicos de la sostenibilidad, por tanto, su evaluación es un indicador de gran importancia en el desarrollo de los agroecosistemas campesinos. El suelo con sus respectivas propiedades químicas, físicas y biológicas constituye uno de los principales indicadores para evaluar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en el tiempo (Leyva *et al.*, 2002; Astier-Calderón *et al.*, 2002). De forma general, los agroecosistemas campesinos de la zona estudiada presentan una situación variable en cuanto a las características de suelo. La mayoría de las plantaciones evaluadas se encontraron con rangos de 0,50-0,60 del IGS (58,12 %), teniendo los rangos inferiores al 0,5 del IGS un porcentaje del 32,15 %.

Estos valores se consideran débilmente sostenibles. Los indicadores responsables de esta variación han sido en mayor proporción, la introducción de alternativas agroecológicas y la dependencia de insumos, seguido por la diversidad económica y la eficiencia económica del sistema. Si bien en el sector existe un nivel de diversificación productiva, ésta no es organizada se desaprovechan los recursos naturales del sistema, lo que determina una baja productividad que, en la mayoría de los casos, sólo permite la subsistencia familiar. Se observó indicadores

en los cuales a través de las evaluaciones no manifestaron cambios significativos tales como: suelo, agua, infraestructura y disponibilidad de fuerza de trabajo (Figura 8).

Cuadro 7. Valores de IGS de las fincas evaluadas de la zona de Changuil, 2018.

Fincas	Valores de IGS
Finca 1	0,64
Finca 2	0,70
Finca 3	0,63
Finca 4	0,57
Finca 5	0,65
Finca 6	0,53
Finca 7	0,55
Finca 8	0,44
Finca 9	0,67
Finca 10	0,56

Valores superiores a 0,7 de IGS determinan una alta probabilidad de sostenibilidad.

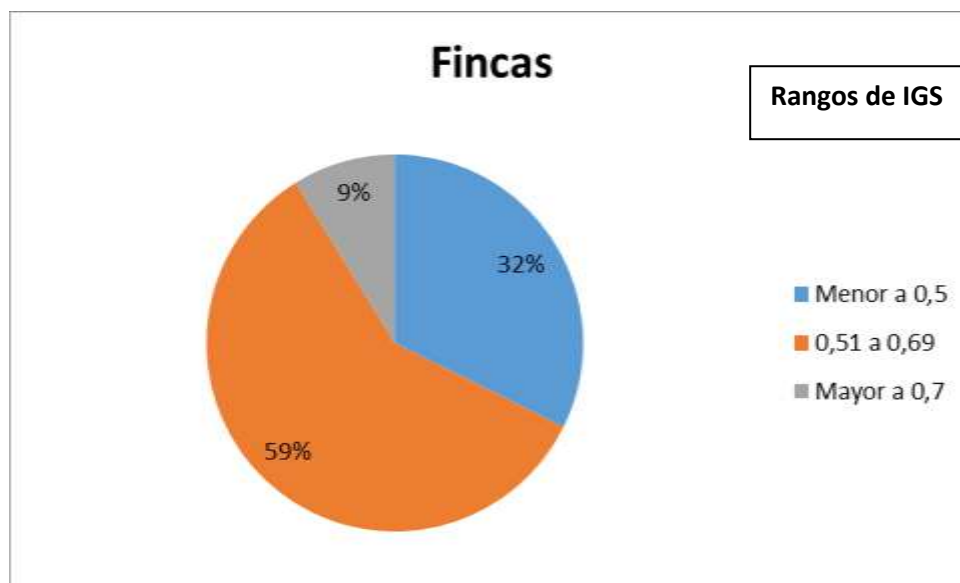


Figura 7. Rangos de IGS porcentual del análisis de finca. 2018.

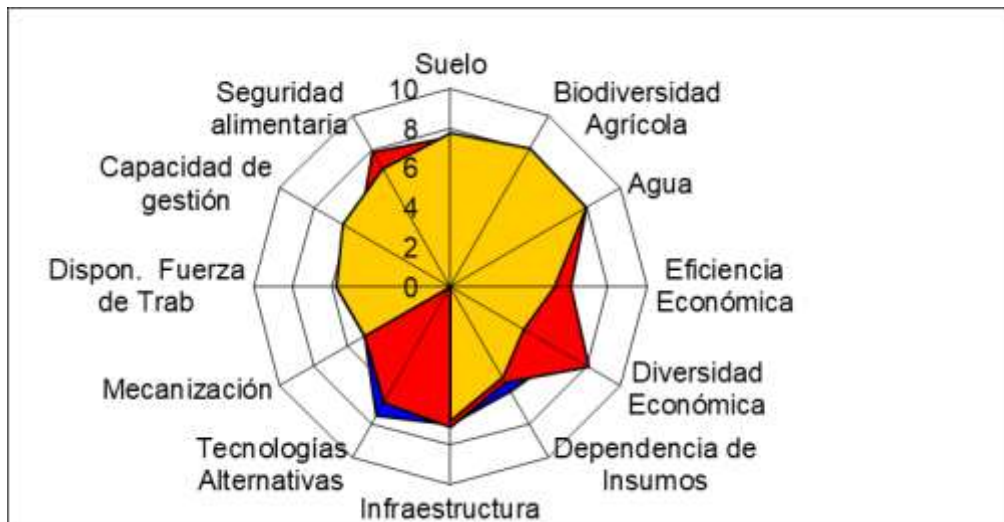


Figura 8. Análisis de la Sostenibilidad a partir del comportamiento de los indicadores seleccionados y el IGS calculado en los agroecosistemas cacaoteros de la zona de San José del Tambo. 2018.

El cálculo del Índice General de Sostenibilidad (IGS), permitió aproximar con una sola figura cuantitativa el nivel de sostenibilidad de las fincas. El IGS manifestó una muy baja posibilidad de sostenibilidad de los sistemas al largo plazo con un valor medio de 0,52. Basado en esta media, la sostenibilidad agrícola en el sistema productivo se considera muy débil. Según (Zinck *et al.*, 2005), el grado de desarrollo sustentable puede expresarse en términos de clases de probabilidad tales como fuertemente sustentable (>0.70), débilmente sustentable (0.59-0.70) y no sustentable (<0.59).

PROPUESTA TEÓRICA DE APLICACIÓN

Propuesta de aplicación de resultados

La estrategia maestra para la conversión del sistema de producción agrícola hacia la sustentabilidad implica conformar un plan de acciones en las dimensiones social, económica y ecológica de la agroecología, que genere condiciones de autosuficiencia, satisfacción y brinde bienestar a la comunidad. Esta estrategia comprende los siguientes puntos:

1. Acompañamiento técnico para el manejo integrado de cultivos.
2. Formación en las áreas técnica-productiva y sociopolítica.
3. Organización social, dentro de la cooperativa y entre los agricultores de la región para la producción y comercialización de sus cosechas.

El plan de acciones se presenta a continuación,

- A. El acompañamiento técnico
- B. Manejo integrado de cultivos existentes en la unidad de producción:

- C. Nutrición vegetal a partir de biopreparados artesanales (abonos orgánicos, bioles, purines), insumos biológicos (biocontroladores y biofertilizantes) y caldos minerales (caldo de ceniza, caldo sulfocálcico, permitido en manejo de cultivos orgánicos).
- D. Efectuar su aplicación se según la época del año (entrada y salida de lluvias) y de acuerdo a la humedad del suelo.
- E. Manejo fitosanitario, priorizando el manejo ecológico de plagas.
- F. Renovación de las plantaciones considerando su edad y reducción de la producción agrícola.
- G. Potenciar el manejo del subsistema agroforesta
- H. Renovación de la siembra de los frutales cafeto, aguacate, naranja,
- I. eliminados por senectud.
- J. Incremento de la superficie de siembra.
- K. Distribución del personal que se dedicará al manejo de diferentes cultivos, y contratación de personal adicional.
- L. Atención priorizada a la producción in situ de biopreparados artesanales (abonos orgánicos, bioles, purines), caldos minerales (caldo de ceniza, caldo sulfocálcico).
- M. Implementación de prácticas agroecológicas de manera priorizada, que favorezcan la calidad del suelo y la salud de los cultivos: Barreras vivas, barreras muertas, corredores biológicos, coberturas vivas, abonos verdes, asociación de cultivos, rotación de cultivos, entre otros.
- N. Iniciar un plan de formación en las áreas técnico-productivas y sociopolíticas extensivo a los agricultores de la zona.
- O. Proponer la organización social entre los agricultores de la región para la producción y comercialización de sus cosechas y lograr la articulación económica entre los agricultores

Alternativa Obtenida

Las fincas tienen una alta dependencia de la energía externa, pero tienen reservas potenciales que permiten mejorar la sostenibilidad. Se detectó que los recursos hídricos son suficientes para la producción de bienes y servicios. Sin embargo, estos están sometidos a una fuerte presión ambiental debido a la presencia de riesgos de contaminación por los desechos sólidos y al insuficiente sistema de riego. Se logró evaluar agroecológicamente la sostenibilidad de los sistemas agrícolas de la zona del Río Changuil, pudiendo determinar las principales limitantes y jerarquizar los problemas presentes en la unidad.

Poner en práctica la estrategia maestra construida en colectivo, para fortalecer la unidad de producción, donde se incremente la superficie cultivada y la productividad de los cultivos, haciendo uso de recursos locales en el proceso productivo, para lograr incrementar el nivel de ingresos, disminuir la dependencia de financiamiento externo y se genere

autosuficiencia alimentaria a las familias involucradas en este proceso, tanto en cantidad como en calidad de los alimentos producidos.

Establecer la metodología propuesta en este estudio para realizar la evaluación periódica del sistema de producción agrícola, su funcionamiento y el estado de sostenibilidad alcanzado. Se recomienda en evaluaciones futuras del sistema de producción, realizar el análisis de calidad de los productos que entren y salgan del sistema, a fin de determinar las trazas químicas que pudieran contener y garantizar un ambiente libre de agrotóxicos.

Aspectos Básicos de la Alternativa

La estrategia para la conversión del sistema de producción agrícola hacia la sustentabilidad implica establecer planes de acción con énfasis en el entorno social, económica y ecológica de los productores, con el fin de generar condiciones de autosuficiencia, satisfacción y brinde bienestar a la comunidad.

Esta estrategia comprende los siguientes puntos:

- A. Acompañamiento técnico para el manejo integrado de cultivos.
- B. Formación en las áreas técnica-productiva y sociopolítica.
- C. Organización social, dentro de la cooperativa y entre los agricultores de la región para la producción y comercialización de sus cosechas.
- D. Incremento de la superficie de siembra.
- E. Distribución del personal que se dedicará al manejo de diferentes cultivos, y contratación de personal adicional.

Resultados Esperados

1. Trabajar en estrategias de aumentó la sostenibilidad de las fincas evaluadas
2. Vincular los trabajadores a los resultados de la producción de forma tal que se sientan más comprometidos con los rendimientos.
3. Desarrollar un programa de ahorro y uso eficiente de la energía.
4. Forestar y reforestar las áreas vacías con plantas adecuadas, con frutales y madera que puede reducir los costos ambientales y aumentar la economía de las fincas.
5. Establecer la metodología propuesta en este estudio para realizar la evaluación periódica del sistema de producción agrícola, su funcionamiento y el estado de sostenibilidad alcanzado.
6. El diagnóstico integral demostró potencialidad para el incremento de la producción y la eficiencia laboral. El costo por peso invertido es muy alto, lo cual demanda incrementar las medidas agroecológicas con el propósito de equilibrar este indicador de sostenibilidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acevedo, A. (2000). *Agricultura sustentable en el trópico: Principios, estrategias y prácticas*. Armero Guayabal, Colombia. 244 p.
2. Acevedo, A. (2009). *¿Cómo evaluar el nivel de sostenibilidad de un programa agroecológico? Un procedimiento metodológico para diseñar, monitorear y evaluar programas rurales de desarrollo sostenible*. Bogotá. 72 p.
3. Achkar, M. (2005). *Indicadores de sustentabilidad*. Ordenamiento Ambiental del Territorio. Comisión Sectorial de Educación Permanente. DIRAC, Facultad de Ciencias. Montevideo, Uruguay. 104 p.
4. Adger WN, Arnell NW, Tompkins E. (2005). *Successful adaptation to climate change across scales*. Glob. Environ Change 15:77–86
5. Ago, H.; Kessler, A. (1996). *El enfoque de planificación participativa para enfrentar la degradación de tierras en América Latina*. Seminario Nacional de conservación de suelos en la ladera. Santa Fe de Bogotá. Colombiana. pp145-147.
6. Altieri, M. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo. Editorial Nordan-Comunidad. 338 p.
7. Altieri, M. (2009). *Agroecología, pequeñas fincas y soberanía alimentaria*. Ecología Política, Nº 38: 25 – 34.
8. Altieri, M., Toledo, V. (2011). *La Revolución agroecológica en América Latina. Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino*. Versión al español. Traducción de Pablo Alarcón –Chaires. 36 p.
9. Álvarez E., González, Y., Ponce, C., Hernández, J. (2008). *Influencia de las tecnologías de labranza/siembra sobre los costos energéticos, de producción y contaminación del aire en el cultivo del frijol*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. (CU)12 (4). P: 13 – 18.
10. Ayes A. (2008). *Revolución Energética: Un Desafío para el Desarrollo*. Editorial Científico Técnica, La Habana, (CU). 127pp ISBN: 978- 959 – 05-0518-8.
11. Arrastía, M.A. (2010). *Curso de Energía y Cambio Climático*. Universidad para todos parte1. Editorial Academia. ISBN: 978-959-270-177-9.
12. Arrastía, M.A. (2006). *Educación energética de respeto ambiental*. Revista Energía y Tú. (CU) n35: 8 – 13.
13. Arias Márquez, E. (2010). *Curso de uso sostenible de suelos en Cuba*. Universidad para todos, parte 1. Editorial academia ISBN:978-959-270-4.
14. Astier, M., Masera, O., Galván-Miyoshi, Y. (2008). *Evaluación de la sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. España. Mundi- Prensa. Primera edición. 200 p.
15. Brunet, R. (2008). *La Ética en el Manejo de los Suelos los principales geosistemas agrícolas de Cuba*. Universidad Agraria de la Habana. Cuba. 27 p.
16. Caballero, R. (2008). *El enfoque sistémico para un diseño agroecológico*. Cátedra de Extensión Agraria. Universidad Agraria de la Habana. Cuba. 5 p.

17. Carpio, C. (1991). *Lineamientos de Política Forestal en Cuba y Estrategia para su ejecución*. Mecanografiado. La Habana. Universidad Agraria de la Habana. Cuba. 12p.
18. Carpio, C., García, J. Henry, P. (2004). *Estado actual y perspectiva de la industria del aserrado en (Cu)*. Revista Forestal Baracoa. La Habana, Vol. 1.
19. Castro Castillo, M. Fuentes, A. (2007). *El agua limpia es escasa mientras que abunda el petróleo*. Instituto de Estudios Políticos para América Latina y África. Integrated Regional Information Networks. Gloobal hoy nº 9. IRINnews.org <http://www.irinnews.org/Report.aspx?ReportId=73845>.
20. Claverias, H.R. (2007). *Extraído de: "Agroecología Evaluación de Impacto y Desarrollo Sostenible*. Disponible en: <http://www.ciedperu.org/bae/bae67/b67a.htm>. (Consultado el 16 de julio del 2017).
21. Cuevas, L., Jacinto, S., García, C., Alejandro, J. (2006). *Restauración y conservación de los suelos*. Manual de obras y prácticas. pp80.
22. Cruz La Paz, O., Marrero, P., Herrera, M., García, P. (2005). *Selección de textos sobre Ecología*. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 189 p.
23. Domingo F., Vilagarcia L. (2003). *¿Como se puede medir y estimar la evapotranspiración?, estado actual de ecosistema*. Disponible en <http://www.aeet.org/03/informe1.htm> pp 15.
24. Esquivel, H., Ibrahim, M., Harvey, C., Villanueva, C., Benjamín, T., Sinclair, F. (2003). *Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica*. Agrofor. Amer., 10 (39-40): 24-29.
25. FACIAG-Facultad de Ciencias Agropecuarias. (2010). *Informes de rendición de cuentas*. Plan 2018. 166 p.
26. FAO. (2007). *Agricultura mundial hacia los años 2015/2020*. Informe Resumen. ISBN 92 – 5 – 304761-5 2002a
27. Fred, Magdoff. (2010). *Calidad y manejo del suelo from military peace to social justice*. The Angolan peace process. Accord. www.cr. 47.
28. Fuentes, A., Castellano, N. Couso, P., Cárdenas, A., Pérez, J. (2003). *Indicaciones Prácticas de Conservación de suelos para los agricultores*. Universidad de la Habana. Agrofor. Amer., 12 (19-23): 14-19.
29. García, L., Guineo, A. (2002). *La madera y su tecnología*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 223p.
30. García, J. (2012). *América Latina es la región que más ha avanzado contra el hambre*. Octubre de 2012. Disponible en <http://www.cinu.mx/noticias/la/americalatina-es-la-region-qu/>. Consulta: enero, 10 2013.
31. García, L. (1999). *Diagnóstico Agroecológico de Sistemas Agrícolas*. Centro de Estudios de Agricultura Sostenible. Universidad Agraria de la Habana. Cuba. 34p.
32. Gay, C., Estrada, F., Conde, C. (2006). *Potential impacts of climate change on agriculture: A genérica da região, Nova Lisboa, Serviços de Planejamento e Integração*. Econômica. vol 1:2006.

33. Gliessman, S. (2002). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
34. Gonzales F. J. (2004). *Enciclopedia de la Ganadería y la Agricultura*. Editorial Blume. Pp 70.
35. Gobierno Provincial de Los Ríos. (2008). *Plan de desarrollo de la provincia de Los Ríos*. Plan 2020. 266 p.
36. González G.J.M. (2005). *Indicadores básicos para la planificación de la sostenibilidad urbana local*. Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales Vol. X, nº 586, 30 de mayo de 2005. Universidad de Barcelona ISSN: 1138-9796.
37. Gligo, N. (1984). *La energía en el modelo tecnológico predominante en América Latina*. CEPAL, (22):123-132. 1984.
38. Groom, M.J., Meffe, G.K., Carroll, C.R. (2006). *Principles of Conservation Biology* (3rd ed.). Sinauer Associates, Sunderland, MA. ISBN 0-87893-518.
39. Guzmán, G., Serrano, C., Alonso, A. (2003). *Economía y sostenibilidad del cultivo ecológico del olivar*. En: actas de Ecoliva 98 y 2000 (CD). 9-12 noviembre de 2000. Puente de Génave (Jaén). 14 p.
40. Harvey, C.A., Haber, W. A. (1999). *Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures*. *Agroforestry Systems*, 44: 37-68.
41. Hoffmeister, R. (1995). *Posibilidad de la disminución de la contaminación ocasionada por las actividades de la agricultura*. *Revista Ciencia Técnica Agropecuaria*. Vol.5(2):3-9.
42. IPCC, Climate Change. (2007). *The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate*.
43. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC. (2010). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria*, ESPAC, (<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria/>) Consultado el lunes 9 de Diciembre 2017.
44. Jiménez, L. (2008). *Desarrollo Rural en América Latina*. Observatorio de la Economía Latinoamericana, Nº 99, 2008. Disponible en <http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/la/2008/lajt.htm>. Consulta: noviembre 10 2016.
45. Jiménez, F., Muschler, G., Kopsell, E. (2001). *Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales*. Turrialba, C. R.: CATIE, Proyecto Agroforestal, CATIE/GTZ, 2001. 187 p. (Serie materiales de enseñanza) / VCATIE; no. 46.
46. Karlen, DL., Mausbach, MJ., Doran, MJ., Cline, RG., Harris, RG., Schuman, GE. (1997). *Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation*. *Soil Science Society of America J*. 61: 4-6 1997
47. Leyva, A.G. (2007). *Análisis de la Biodiversidad. Reflexiones sobre la agroecología en Cuba*. Formato Electrónico. San José de Las Lajas, La Habana, Cuba ISBN 978 – 959 7023 – 8. INCA, MES.
48. Lizárraga, A. (2002). *Formación de recurso humano para la innovación tecnológica*. En: Arming, I., Velásquez H. (2002): *Participación ciudadana para la institucionalidad de la*

- agricultura ecológica. V Congreso Nacional RAAA. Primera edición. Lima, Edición RAAA, p. 25 – 31.
49. Lopresti, R. (2007). *Recursos naturales, régimen argentino y comparado*. Ediciones Unilat Buenos Aires 978-987-96049-7-7.
 50. MAGAP-SINAGAP. (2016). *Estadísticas de la producción de gramíneas*. Proyecto Sistema Nacional de Estadísticas agropecuarias-MAGAP. Disponible en www.magao.gob.ec
 51. Martínez, C. (2007). *Volumen de biodigestores*. Revista Energía y tú, n(39) pp17-19 (Cu).
 52. Martínez, L. (2002). *Economía política de las comunidades agropecuarias del Ecuador*. Abya Yala, Quito.
 53. Maserá, O., Astier, M. (1996). *Energía y sistema alimentario en México: Aportes de la agricultura alternativa*. Curso para diplomado de postergado agroecológica y agricultura sostenible. Modulo 1. CLADES. CEAS, ISCAH Cuba.
 54. Maya, A. (1996). *La vida en deuda con el sol: Los flujos energéticos*. Cuaderno Ambiental. Pp:15 – 19 Serie Ecosistema y Cultura. Colombia. 79. Mata da Silva, M.R. *Espécies lenhosas da floresta aberta de Angola*. I.I.A.A. Serie científica nº. 18. P 21. Nova Lisboa. 1971.
 55. Myers, N., Mittermeier, RA., Mittermaier, CG., Fonseca, DA., Kent, J. (2000). *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. Nature, (403/25): 853-858.
 56. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – MAGAP. (2014). *Zonificación agroecológica económica de cultivos de importancia en el Ecuador*. Informe Técnico. Quito, Ecuador. 74 p.
 57. Ministerio del Ambiente MAE - Servicio Nacional de Áreas Protegidas-SNAP. (2012). *Informe Anual*. Quito-Ecuador. P. 32.
 58. MINAZ. (2003). *Proyección de la industria de tableros aglomerados de bagazo y análisis de su contribución a la diversificación del sector azucarero y la creación de fondos exportables*. Agrinfor, La Habana. 145p.
 59. MINAGRI. (2003). *Informe anual del ministerio de la agricultura. Avances y pérdidas*. P. P3. Granma, jueves 25, diciembre (2003).
 60. Moreno, F. (2008). *El concepto danés*. Revista energía y Tú. (Cu)no44.ISSN:1028-9925.
 61. Ponce; G., Balmaceda, M. (2005). *Evaluación de sostenibilidad de uso agrícola de las tierras, mediante indicadores*. Revista Centro Agrícola pp. 59 -64.
 62. Nuñez, M. (2006). *Reflexiones sobre la agricultura social del siglo XXI: caso Ecuador*. Soberanía.org. Disponible en <http://www.soberania.org/articulos/articulo2279.htm>. Consulta: abril 20 2017.
 63. Pengue, W. (2005). *Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. ¿La transgénesis de un continente?* Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México. 221p.

64. Reilly, J. (1995). *Climate change and global agriculture: recent findings and issues*. Am J Agric Econ 77:727–733.
65. Sánchez J. (2009). *Water and the millennium goals: making poverty history*. UNWWDP (ed). 60-70.
66. Sarandón, S., Zuloaga, M., Cieza, R., Gómez, C. Janjetic, L. y Negrete, L. (2002). *Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores*. Agroecología 15: 39-48.
67. Sarandón, S., Flores C. (2009). *Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica*. Agroecología 4: 19-28.
68. Schejtman, S. (2008). *Alcances sobre la agricultura familiar en América Latina*. Diálogo rural iberoamericano. Crisis alimentaria y territorios rurales. San Salvador. 32p.
69. Tommasino, H. (2001). *Sustentabilidad rural: desacuerdos y controversias*. En: ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable, Pierri y Foladori, Editores, Ed. Trabajo y Capital, Montevideo, 2001.
70. Velázquez, H. (2002). *Investigación agroecológica para la innovación tecnológica*. En: Arming, I., Velásquez H. 2002. Participación ciudadana para la institucionalidad de la agricultura ecológica. V Congreso Nacional RAAA. Primera edición. Lima, Edición RAAA, p. 32-39.
71. Vía campesina. (2011). *La agricultura campesina sostenible puede alimentar al mundo*. Yacarta. 18 p.
72. Villaret, A. (1993). *El enfoque sistémico aplicado al medio rural. Introducción al marco teórico y conceptual*. Praxis del desarrollo rural 1. Pradem/CICDA, Perú, 63 p.
73. Servicio Nacional de Áreas Protegidas-SNAP. (2010). *Informe Anual*. Ministerio del Ambiente. Quito-Ecuador. P. 32.
74. Serrano Méndez, J. (2006). *Protección Ambiental y Producción + Limpia. Tabloide Universidad para todos*. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). ISBN: 978- 959 – 270- 097104.
75. Skinner, M. (2008). *Adaptation options in agriculture to climate change: a topology*. Mitig Adapt Strateg Glob Change 7:85–114.
76. Tingem, M., Rivington, M., Azam Ali, SN., Colls, JJ. (2008). *Climate variability and maize production in Cameroon: simulating the effects of extreme dry and wet years*. Singapore J Trop Geog (in press).
77. Van Dyke, F. (2008). *Conservation Biology: Foundations, Concepts, Applications*. 2nd ed.. Springer Verlag. pp. 478. ISBN 978-1-4020-6890-4 (hc).
78. Watson, R., Zinyowera, M., Moss, R., Dokken, D. (1997). *The regional impacts of climate change: an assessment of vulnerability*. 16pp Summary for policymakers. Report of IPCC Working group II.