

# Indicadores de sostenibilidad sociales y económicos: Caso productores de cacao en El Oro, Ecuador.

Salomón Barrezueta-Unda<sup>1\*</sup>; Antonio Paz-González<sup>2</sup>

## Resumen

Se planteó una investigación empírica con los objetivos de conformar un conjunto de indicadores de sostenibilidad económicos y sociales para comparar con el Índice de Sostenibilidad (IS) entre los tipos de Cacao Nacional y Cacao CCN51. Los indicadores fueron producto de una revisión de la literatura, para estructurar una encuesta a 73 agricultores de la provincia El Oro (Ecuador). El proceso estadístico consistió en un análisis descriptivo y de componentes principales (ACP), para conformar indicadores que se clasificaron por dimensiones (económicas y sociales). El calculando del IS fue producto de la suma de los indicadores normalizados en una escala de 0 a 1 y promediados por dimensión. También se realizó una prueba t de muestras independientes por tipo de cacao, para determinar significancia al 5%. Los indicadores económicos evidenciaron mayor área neta con menor rendimiento del cacao Nacional con respecto al cacao CCN51. Los indicadores sociales filiación agraria y equidad obtuvieron mayor puntuación en el cacao Nacional. El ACP conformó tres componentes por tipo de cacao, lo que permitió seleccionar los 8 indicadores propuestos, sin obtener significancia en la dimensión económica. El IS fue de baja sostenibilidad para bajo en ambos tipos (Nacional= 45%; CCN51=41%), sin existir diferencias significativas ( $p=0,134$ ).

**Palabras Clave:** Análisis de componentes principales; cacao Nacional; CCN51; indicadores; sostenibilidad

## Indicators of sustainability social and economic: Case cocoa farmers of El Oro, Ecuador.

### Abstract

Empirical research was proposed with the targets of forming a set of indicators of economic and social sustainability to compare with the Index of Sustainability (IS) between the types of National Cocoa and Cocoa CCN51. The indicators were a product of a review of the literature, to structure a survey of 73 farmers of the province of El Oro (Ecuador). The statistical process consisted of a descriptive analysis and main components (ACP), to produce indicators that were classified by dimensions (economic and social). The calculating of IS was a product of the sum of the standardized indicators on a scale of 0 to 1 and averaged by dimension. There was also a t-test for independent samples by type of cocoa. The economic indicators showed a higher net area with lower performance of national cocoa levels with regard to cocoa CCN51. The social indicators agrarian affiliation and equity obtained higher scores in the national cocoa. The ACP conformed three components by cocoa type, which allowed the selection of the 8 proposed indicators, without getting significant in the economic dimension. The IS was low sustainability for both types (National = 45%; CCN51 = 41%), without significant differences ( $P= 0,134$ ).

**Keywords:** Analysis of main components; cocoa National; CCN-51; indicators; sustainability

**Recibido:** 14 de noviembre de 2017

**Aceptado:** 13 de julio de 2018

<sup>1</sup>Profesor titular en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuaria de la Universidad de Machala, El Oro, Ecuador; [sabarrezueta@utmachala.edu.ec](mailto:sabarrezueta@utmachala.edu.ec); <https://orcid.org/0000-0003-4147-9284>

<sup>2</sup>Profesor titular en la Facultad de Ciencias de la Universidad da Coruña. Campus Zapateira, A Coruña, España; [antonio.paz.gonzalez@udc.es](mailto:antonio.paz.gonzalez@udc.es); <https://orcid.org/0000-0001-6318-8117>

\*Autor para correspondencia: [sabarrezueta@utmachala.edu.ec](mailto:sabarrezueta@utmachala.edu.ec)

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los sistemas agrarios (SA), son un eje estratégico para alcanzar el desarrollo sostenible de las naciones (de Olde, Sautier, & Whitehead, 2018). Concepto que fue establecido por la Comisión Brundland en 1987 como “la satisfacción de las necesidades de la sociedad actual y el futuro aprovechamiento de los recursos naturales para las nuevas generaciones” (WCED, 1987). En este contexto, para ser viable el concepto de sostenibilidad es necesario conocer los requerimientos sociales, económicos y ambientales de los SA, con el propósito de medir logros encuadrados en los objetivos de sostenibilidad como la equidad, el bienestar de las personas y los animales, la eficiencia energética, beneficios económicos y conservación de la biodiversidad entre otros (Fawaz-Yissi y Vallejos-Cartes, 2011; Barrezueta-Unda, 2015).

Para la década de los 70' la comunidad científica establece las bases de la relación directa entre las dimensiones económica y social con la naturaleza, con la finalidad de implementar mecanismos de medición de la sostenibilidad. Proceso que varios autores (Bonisoli, Galdeano-Gómez, & Piedra-Muñoz, 2018; Wehbe & Tonolli, 2015) la definen como una construcción, desconstrucción y reconstrucción cotidiana basado en experiencias pasadas y de cara a los posibles cambios de las dimensiones en el futuro.

Espinosa-García et al., (2015) recomienda para la interpretación de los resultados de la medición de la sostenibilidad de los SA: primero delimitar indicadores que aseguren información clara y precisa para la toma de decisiones que mejoren las necesidades humanas (Zulfiqar & Thapa, 2017) y segundo no utilizar indicadores tipo macro como el ingreso per-capital (dimensión económica) o la tasa de analfabetismo (dimensión social), debido a que la información que se genera es específica de finca. Para esto, varios investigadores como Loewy (2008), Spiaggi y Ottmann (2010) y Soler y Arroyo (2013) recomienda sintetizarse en un único indicador que recoja toda la información posible para ser entendido y utilizado por los involucrados.

El proceso de selección de indicadores, incluye un análisis previo del entorno considerando que los SA, son afectados en su rentabilidad, no solo

por la baja fertilidad del suelo, condiciones de manejo inapropiadas u escasas del recurso agua, sino de forma indirecta por las variables sociales y económicos como el apoyo gubernamental, calidad de vida, grado de organización en otros factores que afectan el normal desarrollo de las fincas y dificultad alcanzar el concepto de sostenibilidad (Castillo-Rodríguez et al., 2012).

Desde esta perspectiva, es conveniente analizar la sostenibilidad del SA *Theobroma cacao* L (cacao) en Ecuador, tanto para, el tipo Nacional, reconocido en los mercados por sus cualidades de aroma y sabor, como para el clon Colección Castro Naranjal 51 (CCN51) de alto rendimiento pero de baja calidad organoléptica (Sánchez-Mora et al., 2013; Villalba, Holguin, Acuña, & Piñeros Varon, 2011), con la finalidad de encontrar diferencias en las dimensiones económica y social. Esta información permitirá el diseño de una política agraria objetiva y que incentiven la producción de los dos tipos de cacao, sin generar competencia entre ellos.

Por otra parte, López-Baez, Ramírez-González, Espinosa-Zaragoza, Villarreal-Fuentes y Wong-villarreal, (2015) consideran al cacao en Ecuador como un prestador de servicios ecosistémicos, aún no reconocidos, sea para cacao Nacional o cacao CCN51. A pesar del rol importante en la mitigación de los gases efecto invernaderos por su capacidad de almacenar entre 60 a 100 t C ha<sup>-1</sup> en el suelo (Somarriba et al., 2013; Utomo, Prawoto, Bonnet, Bangviwat, & Gheewala, 2014). Esto se debe a la falta de estudios con un enfoque de sostenibilidad en las dimensiones económica, social y ambiental.

En este contexto se planteó como objetivos: describir las dimensiones económica y social de un grupo de productores de cacao, conformar un conjunto de indicadores de sostenibilidad económicos y sociales y se comparó con el Índice de Sostenibilidad entre los tipos de Cacao Nacional y Cacao CCN51. El ámbito de la propuesta es local y orientado a pequeños productores en la provincia El Oro (Ecuador).

## **II. DESARROLLO**

### **1. Metodología**

La investigación fue descriptiva de tipo transversal y correlacional, donde no se modificó las variables

en estudio, con la finalidad de obtener información fácilmente verificable de fuentes primarias, que se obtuvo de entrevista a 73 productores de cacao de la provincia de El Oro (Ecuador), ubicada entre las coordenadas 05°-3.62° S y 79.55°-80.06° O. Área

que comprenden a los municipios El Guabo, Machala, Pasaje y Santa Rosa. (Figura 1). El clima es Tropical Megatérmico, promedio de temperatura de 26 °C y precipitaciones promedio anual de entre 550 a 1700 mm (Luna-Romero et al., 2018)

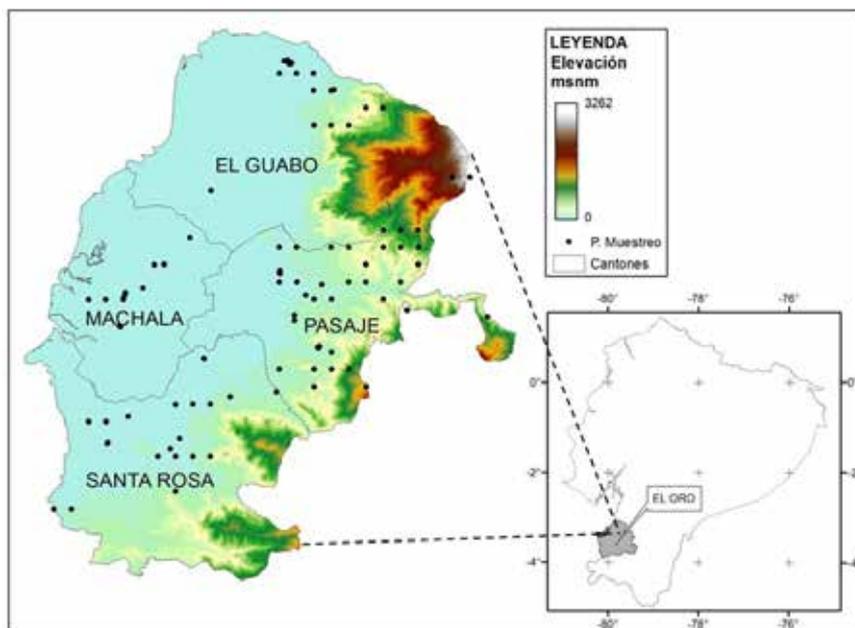


Figura 1. Ubicación de la zona en estudio

*Marco de trabajo*

La metodología utilizada para medir la sostenibilidad de las fincas se fundamenta en los trabajos de Nardo et al., (2005) y Van Cauwenbergh et al., (2007), autores que utilizaron una estructura jerárquica (dimensión, indicador), que permitió construir el marco de trabajo en el siguiente orden.

*Marco conceptual*

Fue la etapa donde se delimitó la investigación en las dimensiones económicas y sociales, el sistema a medir (fincas cultivadas con cacao), la escala espacial (provincia El Oro) y el periodo de análisis (2014 al 2015). También se realizó la selección de indicadores obtenidos de una revisión de literatura científica, que incluye los trabajos de Muner, Masera, Fornazier, de Souza, & de Loreto, (2015) y Gómez-Limón & Sanchez-Fernandez, (2010). Indicadores que fueron agrupados en las dimensiones económica y social, los cuales se presentan a continuación.

*Indicadores económicos*

Especialización de la explotación (ESPEX): mide la relación del área neta del cultivo y la superficie total de la

fincas. Cuanto mayor sea el grado de ESPEX en un único cultivo, menor será su sostenibilidad. Se calculó con la ecuación (1).

$$ESPEX = \frac{Sc}{S} \tag{1}$$

Dónde: ESPEX= Especialización de la explotación; Sc= Superficie dedicada al cultivo (ha); S= Superficie total (ha).

Rendimiento anual (RED): fue la relación del rendimiento anual en kg ha<sup>-1</sup> año de la superficie cosechada y la superficie cultivada. Se calcula con la ecuación (2)

$$RED = \frac{R}{Sc} \tag{2}$$

Dónde: RED= Rendimiento anual (kg ha<sup>-1</sup> año); R: Rendimiento de la superficie cosecha (kg ha<sup>-1</sup> año); Sc: Superficie dedicada al cultivo (ha).

Relación Beneficio Costo (B/C): Indicador mide el beneficio financiero por cada dólar invertido, valor que se obtiene de la ecuación (3).

$$B/C = \frac{B}{C}$$

Dónde: B/C= Beneficio costo B= ganancia total neta en \$ ha<sup>-1</sup>; C= costo total neta en \$ ha<sup>-1</sup>

#### *Indicadores sociales*

Filiación agraria (FILIAGRI): Indica la filiación del agricultor con organizaciones sociales y sindicales del ámbito agrario. Se pondera en función de las respuestas: Si=1 punto, No=2 puntos.

Servicios básicos (SEB): Establece el valor de los servicios básicos presente en las fincas, relacionado con las personas que viven en el predio.

La finca no cuenta con SEB=2

La finca cuenta con 3 SEB=4

La finca cuenta con al menos 5 SEB= 8 puntos

Equidad de género (EQI): Mide el grado de integración de la mujer en labores agrícolas y de administración de la finca. Donde se considera las respuestas afirmativas y negativas con el número de agricultores del género masculino:

Sin participación de la mujer en la finca=2

Las mujeres representan <50% de agricultores =4 puntos

Las mujeres representan >50% de agricultores =8 puntos

Integración familiar en la producción y toma de decisión (IFPROD): El indicador capta el nivel de autonomía en la participación e integración familiar en los procesos productivos y en la toma de decisiones que influyen en la administración de la finca (AF).

Se toma decisiones previo asesoramiento externo en la AF= 2 puntos

Toma las decisiones solo el padre por costumbre en la AF = 4 puntos

Participación solo del padre en función de la experiencia en las decisiones AF=6 puntos

Toman decisiones por mutuo acuerdo los miembros de la familia en la AF=8 puntos

Capacitación agraria (CAPA): Determina el grado de auto preparación y actualización de

conocimientos entorno al cultivo tomando como referencia los últimos 5 años.

Sin capacitación=2.

Menos de 2 capacitaciones en más de 5 años=4.

Menos de 2 capacitaciones en menos de 5 años=6

Más de 3 capacitaciones en menos de 5 años=8.

#### *Trabajo de Campo*

Las entrevistas tomadas de forma aleatoria fueron estratificadas en función de la ubicación de las fincas en suelos con aptitud agrologica para el cultivo de cacao, con una superficie entre 2 a 9 ha. Quedando conformada la muestra por 24 productores de cacao tipo Nacional y 49 del tipo CCN51.

#### *Tratamiento de datos*

Se realizó un análisis estadístico descriptivo para los indicadores cuantitativos y un recuento de frecuencia para las variables categóricas. A continuación, se empleó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para la selección de los mayores autovectores por componentes principales (CP)  $\geq 1$  y con peso por indicador  $\geq 0,40$  (Martinez, Galantini, Duval, & López, 2015; Sánchez-Navarro et al., 2015).

#### *Selección de indicadores*

Con los indicadores de mayor peso seleccionados del ACP, se procedió a normalizar los valores (0 a 1). Para esto se empleó la ecuación (4) de normalización lineal de Max-Min, donde 1 es el máxima valor positivo (alta sostenibilidad) y cero el valor negativo (no sostenible). Pero cuando el valor positivo no es el esperado (inverso negativo), se modifica la ecuación (5).

$$V_n = \frac{V - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \quad (4)$$

$$V_n = 1 - \left( \frac{V - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \right) \quad (5)$$

Dónde: Vn= Valor normalizado; V= Valor observado sin normalizar, Vmin= Valor mínimo del total de datos, Vmax= Valor máximo del total de datos

#### *Conformación del Índice de Sostenibilidad (IS)*

Por cada indicador se suman y promedian por dimensión y tipo de cacao en estudio, multiplicando el resultado por 100 para obtener un escala porcentual donde valores entre 30 a 60% se considera como baja sostenibilidad del SA (Escribano, Gaspar, Mesías, Pulido

y Escribano, 2014) y menor a 29% sin sostenibilidad. Resultados que se comparan con una prueba t de muestras independientes con significancia de 5%, para determinar diferencias estadísticas. Todo el proceso estadístico fue realizando con el software SPSS versión 21 (IBM Corp, 2013).

## 2. Resultados y Discusión

El análisis de las características económicas y sociales por tipo de cacao se presenta en la tabla 1. Donde la media de edad entre los agricultores difiere muy poco (Nacional=50 años  $\pm$ 15,75; CCN51=53 años  $\pm$ 12,73), contrario al promedio de edad de las plantaciones (Nacional= 33 años  $\pm$ 17,76 y CCN51=7 años  $\pm$ 4,77). En los casos de la superficie total y neta es mayor en el tipo Nacional con 6,38  $\pm$ 3,96 y 4,58  $\pm$ 2,62 ha respectivamente. Diferencias que se atribuyen al sistema de siembra irregular y mayor fuste de las plantas en el caso de del tipo Nacional (Cerdea et al., 2014; Jadán, Torres, & Günter, 2012) y al sistema asociativo o agroforestal que incide en el aprovechamiento de la superficie.

Los costos y ganancia del tipo de cacao CCN51 fue \$ 919,68 ha-1 año  $\pm$ 797,76 y \$ 1638,57 ha-1 año  $\pm$ 1167,58 respetivamente, fueron superiores al tipo de cacao

Nacional, con menor desviación estándar (Tabla 1). Resultados que se encuentran a los rangos determinados por Viteri Salazar, Ramos-Martín, & Lomas, (2018) en cultivares de cacao ecuatorianos. Esta diferencia se puede atribuir a la mayor densidad de plantas en el tipo de cacao CCN51 cultivado en monocultivo, demostrando que es más productivo en menor área, pero con mayor inversión, aunque el precio local es igual para ambos tipos de cacao. Esto ocasiona un deterioro de la calidad del cacao Nacional como lo expresa Melo y Hollander (2013).

Por otra parte, en la administración de las fincas el género masculino predominó con 79,20% y 83,70% para los tipos de cacao Nacional y CCN51 respectivamente (Tabla 1). Indicador que demuestra una inequidad, pero que son aproximados con la información Deerey Twyman (2014) con un 24,3% de la participación de la mujer en la administración agrícola en Ecuador. El caso del nivel de formación educativa muestra un alto porcentaje de primaria en ambos escenarios de producción, pero con una mejor perspectiva en los productores del tipo Nacional donde el 20% de la muestra tiene formación superior.

**Tabla 1.** Características generales económicas y sociales (n=73)

| Tipos de cacao     | Características          | Frecuencia (%) | Media   | DE( $\pm$ ) | Mín.   | Max.     |
|--------------------|--------------------------|----------------|---------|-------------|--------|----------|
| Nacional           | Edad agricultor (años)   |                | 50,00   | 15,75       | 27,00  | 83,00    |
|                    | Edad plantación (años)   |                | 33,00   | 17,76       | 3,00   | 80,00    |
|                    | Superficie total (ha)    |                | 6,38    | 3,96        | 2,00   | 20,00    |
|                    | Superficie neta (ha)     |                | 4,58    | 2,62        | 1,40   | 11,00    |
|                    | Costo (\$ ha-1 año)      |                | 730,48  | 1653,96     | 112,50 | 6666,67  |
|                    | Ganancia (\$ ha-1 año)   |                | 1204,90 | 2785,23     | 100,00 | 12000,00 |
|                    | Administradores hombres  | 79,20          |         |             |        |          |
|                    | Administradoras mujeres  | 20,80          |         |             |        |          |
|                    | Educación primaria       | 62,50          |         |             |        |          |
|                    | Educación secundaria     | 16,70          |         |             |        |          |
| Educación superior | 20,80                    |                |         |             |        |          |
| CCN51              | Edad agricultor (años)   |                | 53,00   | 12,73       | 23,00  | 70,00    |
|                    | Edad plantación (años)   |                | 7,00    | 4,77        | 2,00   | 25,00    |
|                    | Superficie total (ha)    |                | 9,48    | 9,01        | 1,00   | 40,00    |
|                    | Superficie neta (ha)     |                | 5,94    | 4,61        | 1,00   | 28,00    |
|                    | Costo (\$ ha-1 año)      |                | 919,68  | 797,76      | 66,67  | 3500,00  |
|                    | Ganancia (\$ ha-1 año)   |                | 1638,57 | 1167,58     | 100,00 | 5500,00  |
|                    | % de encuestados hombres | 83,70          |         |             |        |          |
|                    | % de encuestados mujeres | 16,30          |         |             |        |          |
|                    | Educación primaria       | 53,10          |         |             |        |          |
|                    | Educación secundaria     | 36,70          |         |             |        |          |
| Educación superior | 10,20                    |                |         |             |        |          |

DE= desviación estándar; Min= mínimo; Max=máximo

En la Tabla 2 se presentan el análisis estadístico para los indicadores económicos por tipos de cacao, mostrando el indicador RED rangos de 476,92-2337,64 kg ha-1 para Nacional y CCN51 respetivamente, valores que indicaron significancia ( $p < 0,00$ ) entre dos tipos de cacao. En el caso de las medias en B/C (Nacional=2,18;

CCN51=2,59) y ESPEX (Nacional=0,85; CCN51=0,84) las medias fueron muy próximas, pero con rangos mínimo en el cacao Nacional y máximo en los cultivares de CCN5. Resultados que no indicaron significancia estadística en B/C ( $p = 0,50$ ) y ESPEX ( $p = 0,85$ ).

**Tabla 2.** Análisis estadístico para indicadores económicos (Nacional, n=24; CCN51, n=49)

| Tipos de cacaos | RED      |         | B/C      |       | ESPEX    |       |
|-----------------|----------|---------|----------|-------|----------|-------|
|                 | Nacional | CCN51   | Nacional | CCN51 | Nacional | CCN51 |
| Media           | 476,92   | 2337,64 | 2,18     | 2,59  | 0,85     | 0,84  |
| DE              | 317,19   | 1313,59 | 1,66     | 2,72  | 0,24     | 0,26  |
| Min             | 155,00   | 175,00  | 0,15     | 0,13  | 0,22     | 0,38  |
| Max             | 1588,00  | 5500,00 | 1,00     | 2,00  | 7,43     | 12,61 |
| Sig. 0,05       | 0,00     |         | 0,50     |       | 0,85     |       |

Los indicadores sociales se presentan en la Tabla 3. El indicador FILIAGRI presenta en la categoría 1, que corresponde a la respuesta positiva, mayor grado de integración social en los agricultores de cacao Nacional (62,50%) en comparación con los de CCN51 (34,70%). En el caso del indicador SEB la categoría 2 muestra un rango de 37,50% (cacao Nacional) y 40,80% (cacao CCN51) que indica ausencia de servicios básico en la finca, mientras que en las categorías 4 y 8 los rangos máximos fueron 33,30% (cacao Nacional) y 34,70% (cacao CCN51) respectivamente.

Por otra parte, el indicador EQUI obtuvo una participación del 54,20% (categoría 8) de las mujeres en las fincas con cacao Nacional, mientras que el porcentaje para CCN51 fue 18,40% (tabla 3). Resultados que explican la poca participación de las mujeres y del resto de integrantes de la familia en las fincas cultivadas con cacao CCN51 (55,10%) en la categoría 6 en el indicador IFROD. Mientras que los porcentajes del indicador CAPA indico que más del 50% de agricultores en ambos tipos de cacao no han recibido capacitaciones en un periodo de 5 años antes de la investigación.

**Tabla 3.** Indicadores sociales

| Indicadores | Categorías | Nacional   |       | CCN51      |            |       |
|-------------|------------|------------|-------|------------|------------|-------|
|             |            | Frecuencia | %     | Categorías | Frecuencia | %     |
| FILIAGRI    | 1          | 15         | 62,50 | 1          | 17         | 34,70 |
|             | 2          | 9          | 37,50 | 2          | 32         | 65,30 |
| SEB         | 2          | 9          | 37,50 | 2          | 20         | 40,80 |
|             | 4          | 8          | 33,30 | 4          | 12         | 24,50 |
|             | 8          | 7          | 29,20 | 8          | 17         | 34,70 |
| EQUI        | 2          | 9          | 37,50 | 2          | 32         | 65,30 |
|             | 4          | 2          | 8,30  | 4          | 8          | 16,30 |
|             | 8          | 13         | 54,20 | 8          | 9          | 18,40 |
| IFROD       | 2          | 4          | 16,70 | 2          | 4          | 8,20  |
|             | 4          | 7          | 29,20 | 4          | 7          | 14,30 |
|             | 6          | 7          | 29,20 | 6          | 27         | 55,10 |
|             | 8          | 6          | 25,00 | 8          | 11         | 22,40 |
| CAPA        | 2          | 4          | 16,70 | 2          | 14         | 28,60 |
|             | 4          | 13         | 54,20 | 4          | 18         | 36,70 |
|             | 6          | 7          | 29,20 | 6          | 13         | 26,50 |
|             | 8          | 0          | 0,00  | 8          | 4          | 8,20  |

Los resultados del ACP (Tabla 4), indicaron tres CP que representan una varianza acumulada de 68,07% y 54,03% para los tipos de cacao Nacional y CCN51 respetivamente. Esto produjo mayor peso en los autovector del CP1 para el tipo de cacao Nacional (ESPEX = -0,82; FILIAGRI = 0,78; B/C = 0,60; CAPA = 0,61) que los obtenidos para el cacao tipo CCN51 (SEB = 0,64; CAPA = 0,61; RED = 0,42; B/C = 0,40;). Manteniendo el cacao Nacional en el CP2 mayor número indicadores (SEB = -0,82; EQUI = 0,64; B/C = 0,50; IFROD = -0,42) con respecto a CCN51 (FILIAGRI = 0,77; IFROD = 0,64). Para el CP 3 se extrajo indicadores RED (-0,81) y IFROD

(0,77) para los cultivares de Nacional y ESPEX (0,74) y EQUI (-0,63) para CCN51. Escribano et al., (2014) expresan que los aspecto sociales como la educación, el grado de participación y la toma de decisiones afecta la economía del agricultor, como el riesgo de abandonar la explotación, por un bajo costo beneficio provocado por la no inversión en los predios. Por otra parte, Espinoza-Solis y Arteaga-Estrella (2015) expresan que el factor asociatividad influye sobre la producción restando competitividad y posibilidad de otorgar valor agregado al cacao en la costa sur del Ecuador.

**Tabla 4.** ACP para cacao NACIONAL (n=24)

| Tipos de cacao               | Nacional |       |                     | CCN51 |       |       |
|------------------------------|----------|-------|---------------------|-------|-------|-------|
|                              | CP1      | CP2   | CP3                 | CP1   | CP2   | CP3   |
| Componentes principales (CP) |          |       |                     |       |       |       |
| % de varianza                | 28,75    | 25,08 | 14,24               | 22,04 | 18,13 | 13,87 |
| % acumulado                  | 28,75    | 53,83 | 68,07               | 22,04 | 40,16 | 54,03 |
| <b>Indicadores</b>           |          |       | <b>Autovectores</b> |       |       |       |
| ESPEX                        | -0,82    | 0,09  | 0,16                | -0,21 | 0,01  | 0,74  |
| RED                          | 0,14     | -0,20 | -0,81               | 0,42  | 0,37  | -0,20 |
| B/C                          | -0,69    | 0,50  | -0,27               | -0,40 | 0,52  | 0,38  |
| FILIAGRI                     | 0,78     | 0,17  | -0,10               | -0,17 | 0,77  | -0,05 |
| SEB                          | 0,05     | -0,82 | 0,25                | 0,64  | -0,07 | -0,06 |
| EQUI                         | 0,07     | 0,64  | 0,21                | -0,48 | 0,15  | -0,63 |
| IFROD                        | -0,07    | -0,42 | 0,77                | 0,30  | 0,64  | -0,05 |
| CAPA                         | 0,61     | 0,49  | -0,15               | 0,78  | 0,08  | 0,01  |

**Nota:** Valor en negrita corresponde a indicador seleccionados dentro por CP

Los indicadores normalizados seleccionados del ACP (Tabla 5), produjo la selección de todos los indicadores. En la dimensión económica las medias de los tipos de cacao fueron diferentes (Nacional=0,36; CCN51=0,41), donde los indicadores ESPEX y RED en los tipos de cacao Nacional y CCN51 respetivamente fueron lo de mayor puntuación a diferencias del indicador B/C con valores próximos. Esto produjo que no se produzca diferencia significativa (p=0,263). Mientras que, en la dimensión social las medias del total de indicadores fueron 0,54 y 0,41 para los tipos de cacao Nacional y CCN51 respetivamente. Esta diferencia indica significancia (p=0,002) estadística. La diferencia de los indicadores sociales según Fawaz-Yissi y Vallejos-Cartes, (2011) es por la interdependencia de los SA en función de sus manejo, disponibilidad de mano de obra y por aspectos externos (accesos a las fincas, falta de servicios básicos, etc.). Mazabel-Domínguez et al., (2010) expresan que los modelos asociados o agroforestales con el cacao Nacional, tiene un mayor grado de afinidad con sus vecinos por una cuestión de subsistencia conformando

modelo organizativos dependientes, mientras los modelos en monocultivo son más independientes.

El IS determinado para en el SA cacao no mostro significancia (p=0,134) entre los tipos de cacao que obtuvieron 45% para el cacao Nacional y 41% para cacao CCN51 (tabla 5). Resultados que obtuvieron una calificación de baja sostenibilidad por estar bajo el umbral optimo (>60%) propuesto en la investigación. Moran-Moreno, Herrera y López-Benavides, (2014) relacionaron las necesidades sociales y económicas entre sistemas agroforestales encontrando bajo niveles de sostenibilidad entre los indicadores, deduciendo que la subsistencia de los campesinos se debe a ingresos externos como remesas, jornales agrario y no agrarios y negocios propios. Contreras-Liza y Garcia-Bendezu, (2016) expresan que la complejidad de los SA está íntimamente vinculada al reconocimiento de que existe una gran heterogeneidad ecológica y cultural, lo que afecta los indicadores económicos y sociales como se ha observado en el caso de los productores de cacao en estudio.

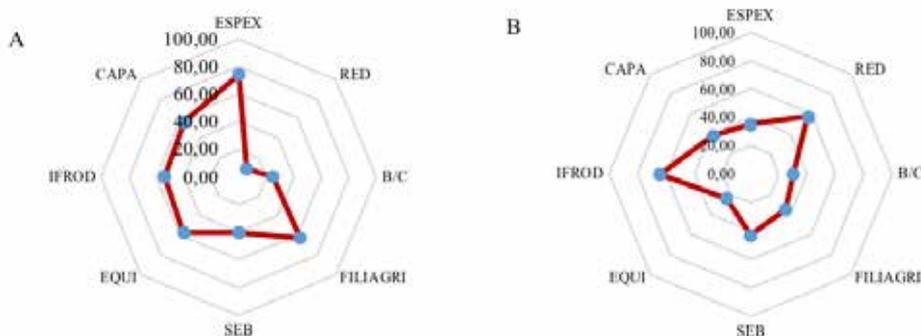
**Tabla 5.** Comparación de indicadores normalizados y prueba de t para muestras independientes

| Dimensión   | Indicador Normalizado | Nacional<br>Media | CCN51<br>Media | Sig. 0,05 |
|-------------|-----------------------|-------------------|----------------|-----------|
| Económicas  | ESPEX                 | 0,74              | 0,35           | 0,263     |
|             | RED                   | 0,08              | 0,57           |           |
|             | B/C                   | 0,25              | 0,30           |           |
|             | Media                 | 0,36              | 0,41           |           |
| Social*     | FILIAGRI              | 0,63              | 0,35           | 0,002     |
|             | SEB                   | 0,40              | 0,43           |           |
|             | EQUI                  | 0,57              | 0,24           |           |
|             | IFROD                 | 0,54              | 0,64           |           |
|             | Media                 | 0,54              | 0,41           |           |
| IS Nacional | Suma                  | 0,90              |                | 0,134     |
|             | Media perceptual (%)  | 45                |                |           |
| IS_CCN51    | Suma                  |                   | 0,81           |           |
|             | Media perceptual (%)  |                   | 41             |           |

<sup>ns</sup> No significativo; \*significativo  $p > 0,05$

El análisis de los gráficos radiales (Figura 2) no indica una tendencia similar entre los indicadores ponderados. Los indicadores económicos ESPEX y RED y el indicador social FILIAGRI fueron los de mayor diferencia al comparar los dos tipos de cacao en estudio

(2A y 2B). Bravo-Medina et al., (2017) expresan que para alcanzar mejoras en la dimensión económica, se debe mejorar las condiciones sociales y de esta forma lograr un SA sostenible. Esto implica una continua adaptación a los indicadores a medida que se mejoren los resultados.



**Figura 2.** Graficas radiales de las dimensiones económica y social. A tipo de cacao Nacional; B tipo de cacao CCN51.

### III. CONCLUSIONES

En general el SA mostró diferencias en entre los dos tipos de cacao, marcadas en el grado de aprovechamiento del suelo, el rendimiento y en la equidad. Pero también se evidenciaron aspectos comunes, tales como, similar ratio beneficio costo, escasa capacitación, falta de los servicios básicos en la finca y bajo grado de integración familiar en la toma de decisiones. Aspectos que produjeron diferencias significativas solo en la dimensión social.

El ACP mostro un mayor peso de los indicadores en los dos primeros CP del cacao tipo Nacional, pero al final no se registró significancia estadística con el cacao tipo CCN51, siendo seleccionados los nueve indicadores

propuestos. Resultados ponderados y promediados que se calificó como baja sostenibilidad agraria. Por lo que se recomienda, realizar capacitación a los agricultores de la provincia y crear líneas de crédito para mejorar las condiciones de las fincas, esto puede incentivar a los jóvenes agricultores en la continuidad de la actividad cacaotera.

### Agradecimiento

La investigación es parte del proyecto “Estimación del secuestro de carbono en suelos cultivados de la Parroquia El Progreso, Pasaje-Ecuador”. Que contó con el financiamiento de la Universidad Técnica de Machala, con N° 294/2017.

#### IV. REFERENCIAS

- Barreuzeta-Unda, S. (2015). *Introducción a la sostenibilidad agraria: con enfoque de sistemas e indicadores*. Machala: Ediciones UTMACH.
- Bonisolí, L., Galdeano-Gómez, E., & Piedra-Muñoz, L. (2018). Deconstructing criteria and assessment tools to build agri-sustainability indicators and support farmers' decision-making process. *Journal of Cleaner Production*, 182, 1080–1094. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.055>
- Bravo-Medina, C., Marín, H., Marrero-Labrador, P., Ruiz, M., Torres-Navarrete, B., Navarrete-alvarado, H., ... Changoluisa-Vargas, D. (2017). Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, amazonia ecuatoriano. *Bioagro*, 29(1), 23–36.
- Castillo Rodríguez, D., Tapia Rodríguez, M., Brunett Pérez, L., Márquez Molina, O., Terán Varela, O., & Espinosa Ayala, E. (2012). Evaluación de la sustentabilidad social, económica y productiva de dos agroecosistemas de producción de leche en pequeña escala en el municipio de Amecameca, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(3), 690–704.
- Cerda, R., Deheuvels, O., Calvache, D., Niehaus, L., Saenz, Y., Kent, J., ... Somarriba, E. (2014). Contribution of cocoa agroforestry systems to family income and domestic consumption: looking toward intensification. *Agroforestry Systems*, 88(6), 957–981. <https://doi.org/10.1007/s10457-014-9691-8>
- Contreras-Liza, S., & Garcia-Bendezu, S. (2016). Caracterización Socioeconómica del Sistema de Producción de Papa en la Provincia de Barranca. *Big Bang Faustiniiano*, 5(2), 37–41.
- de Muner, L., Masera, O., Fornazier, M., de Souza, C., & de Loreto, M. (2015). Energetic sustainability of three arabica coffee growing systems used by family farming units in espírito santo state. *Revista Engenharia Agrícola*, 35(5), 397–405.
- de Olde, E. M., Sautier, M., & Whitehead, J. (2018). Comprehensiveness or implementation: Challenges in translating farm-level sustainability assessments into action for sustainable development. *Ecological Indicators*, 85(November 2017), 1107–1112. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.11.058>
- Deere, C., & Twyman, J. (2014). ¿Quién toma las decisiones agrícolas? mujeres propietarias en el Ecuador. *ASyD*, 11, 425–440.
- Escribano, A. J., Gaspar, P., Mesías, F. J., Pulido, A. F., & Escribano, M. (2014). Evaluación de la sostenibilidad de explotaciones de vacuno de carne ecológicas y convencionales en sistemas agroforestales: estudio del caso de las dehesas. *ITEA*, 110(4), 343–367. <https://doi.org/10.12706/itea.2014.022>
- Espinosa-García, J. A., Uresti-Gil, J., Vélez-Izquierdo, A., Moctezuma-López, G., Inurreta-Agruirre, H., & Góngora-González, S. (2015). Productividad y rentabilidad potencial del cacao (Theobroma cacao L.) en el trópico mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 1051–1063.
- Espinoza-Solis, E., & Arteaga-Estrella, Y. (2015). Diagnóstico de los Procesos de Asociatividad y la Producción de Cacao en Milagro y sus sectores aledaños. *Revista Ciencia UNEMI*, 8(14), 105–112.
- Fawaz-Yissi, J., & Vallejos-Cartes, R. (2011). Calidad de vida, ocupación, participación y roles de género: Un sistema de indicadores sociales de sostenibilidad rural (Chile). *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 8(67), 45–68.
- Gómez-Limón, J., & Sanchez-Fernandez, G. (2010). Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators. *Ecological Economics*, 69(5), 1062–1075. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.027>
- IBM Corp. (2013). SPSS Statistics for Windows. Armonk, NY: IBM Corp.
- Jadán, O., Torres, B., & Günter, S. (2012). Influencia del uso de la tierra sobre almacenamiento de carbono en sistemas productivos y bosque primario en Napo, Reserva de Biosfera Sumaco, Ecuador. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*, 1(3), 173–186.
- Loewy, T. (2008). Indicadores sociales de las unidades productivas para el desarrollo rural en Argentina, 9, 75–85.
- López-Baez, O., Ramírez-González, S., Espinosa-Zaragoza, S., Villarreal-Fuentes, J., & Wong-Villarreal, A. (2015). Diversidad vegetal y sustentabilidad del sistema agroforestal de cacao en la región de la selva de Chiapas, Mexico. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2, 55, 63.
- Luna-Romero, A., Ramírez, I., Sánchez, C., Conde, J., Agurto, L., & Villaseñor, D. (2018). Spatio-temporal distribution of precipitation in the Jubones river basin, Ecuador: 1975-2013. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 63–70. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.07>

- Martinez, J., Galantini, J., Duval, M., & López, F. (2015). Indicadores edáficos de la calidad de suelos con trigo bajo siembra directa en el sudoeste bonaerense. *Ciencias Agronómicas*, 26(15), 23–31.
- Mazabel-Domínguez, D. G., Romero-Jauinde, M., & Hurtado-Cardoso, M. Á. (2010). La evaluación social de la sustentabilidad en la agricultura de riego. *Ra Ximhai*, 6, 199–219.
- Melo, C. J., & Hollander, G. M. (2013). Unsustainable development: Alternative food networks and the Ecuadorian Federation of Cocoa Producers, 1995–2010. *Journal of Rural Studies*, 32, 251–263. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2013.07.004>
- Moran-Moreno, B., Herrera, A., & López-Benavides, K. (2014). Evaluación socioeconómica y ambiental de tres tipos de sistemas agroforestales en el Trópico Seco Nicaragüense. *Revista Científica de FAREM-Esteli*, 11, 13–16.
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffman, A., & Giovannini, E. (2005). Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide. In *OECD Statistics Working Papers* (Vol. 3). <https://doi.org/10.1787/533411815016>
- Sánchez-Mora, F., Zambrano, J., Vera, J., Ramos, R., Gárces, F., & Vásconez, G. (2013). Productividad de clones de cacao tipo nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la provincia de Los ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(1), 33–41.
- Sánchez-Navarro, A., Gil-Vázquez, J. M., Delgado-Iniesta, M. J., Marín-Sanleandro, P., Blanco-Bernardeau, A., & Ortiz-Silla, R. (2015). Establishing an index and identification of limiting parameters for characterizing soil quality in Mediterranean ecosystems. *CATENA*, 131, 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.02.023>
- Soler, J., & Arroyo, J. M. (2013). Evaluación de la seguridad alimentaria sostenible en el magreb central con indicadores agregados. *UNISCI Discussion Papers*, 31(1), 289–300.
- Somarriba, E., Cerda, R., Orozco, L., Cifuentes, M., Dávila, H., Espin, T., ... Deheuvels, O. (2013). Carbon stocks and cocoa yields in agroforestry systems of Central America. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 173, 46–57. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.013>
- Spiaggi, E., & Ottmann, G. (2010). Evaluación Agroecológica mediante la utilización de Indicadores de Sustentabilidad de cinco Establecimientos Productivos de la Provincia de Santa Fé, Argentina, 20.
- Utomo, B., Prawoto, A. A., Bonnet, S., Bangviwat, A., & Gheewala, S. H. (2014). Environmental performance of cocoa production from monoculture and agroforestry systems in Indonesia. *Journal of Cleaner Production*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.102>
- Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Bienders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Ciudad, V., ... Peeters, A. (2007). SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 120(2–4), 229–242. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.09.006>
- Villalba, D. K., Holguin, V. a, Acuña, J. a, & Piñeros Varon, R. (2011). Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café – musáceas. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4(1), 47–52. Retrieved from [http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1300/1/RIUT-LB-spa-2011-Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café – musáceas.pdf](http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1300/1/RIUT-LB-spa-2011-Calidad%20bromatol%C3%B3gica%20y%20organol%C3%A9ptica%20de%20ensilajes%20de%20residuos%20org%C3%A1nicos%20del%20sistema%20de%20producci%C3%B3n%20caf%C3%A9%20-%20mus%C3%A1ceas.pdf)
- Viteri Salazar, O., Ramos-Martín, J., & Lomas, P. L. (2018). Livelihood sustainability assessment of coffee and cocoa producers in the Amazon region of Ecuador using household types. *Journal of Rural Studies*, 62(May), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.06.004>
- WCED. (1987). *The Brundtland report: 'Our common future.'* Oxford University Press.
- Wehbe, M., & Tonolli, A. (2015). Propuesta conceptual y analítica de la sustentabilidad. In R. Á. Seiler & A. M. Vianco (Eds.), *Metodología para generar indicadores de sustentabilidad de sistemas productivos. Región Centro-Oeste de Argentina*. Rio Cuarto, Argentina.
- Zulfikar, F., & Thapa, G. B. (2017). Agricultural sustainability assessment at provincial level in Pakistan. *Land Use Policy*, 68(February 2016), 492–502. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.08.016>