

# Caracterización de las unidades productivas de soya en la costa ecuatoriana

 Vicente Frijoth Painii-Montero<sup>1\*</sup>,  Olimpa Betzabeth Santillán-Muñoz<sup>2</sup>,  
 Karime Montes-Escobar<sup>3</sup>,  Felipe Rafael Garcés-Fiallos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador

<sup>2</sup> Asociación de Productores Orgánicos de Vinces. Vinces, Ecuador

<sup>3</sup> Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador

\* Autor de correspondencia: Universidad de Guayaquil. Malecón del Salado entre Av. Delta S/N y Av. Kennedy, provincia del Guayas, Ecuador. [vicente.painiim@ug.edu.ec](mailto:vicente.painiim@ug.edu.ec)

Recibido: 13 de junio de 2019

Aceptado: 22 de enero de 2020

Publicado: 24 de junio de 2020

*Editor temático:* María Alejandra García Otero (Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT])

*Para citar este artículo:* Painii-Montero, V. F., Santillán-Muñoz, O. B., Montes-Escobar, K., & Garcés-Fiallos, F. R. (2020). Caracterización de las unidades productivas de soya en la costa ecuatoriana. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), e1494. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num3\\_art:1494](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1494)

## Resumen

La presente investigación busca caracterizar las unidades productivas agropecuarias (UPA) que producen soya, generar nueva información para la diversificación de cultivos y proyectar cambios en la matriz productiva de Ecuador. La información se recolectó a través de encuestas estructuradas entre julio de 2017 y enero de 2018 en los cantones Vinces, Quevedo, Pueblo Viejo y Babahoyo de la provincia de Los Ríos, ubicada en la cuenca media del Río Guayas. Se entrevistaron 337 productores de soya y las preguntas abordaron aspectos económicos, socioculturales y ecológicos. La producción de granos se consideró aceptable (por encima de la media nacional con 2,7 t/ha) y la comercialización se estimó en \$5.610/t, con una inversión en efectivo de \$432/ha. La edad promedio de los productores fue de 51 años y es preocupante la falta de empoderamiento de los hijos de agricultores respecto a las actividades agrícolas. Se registró un bajo porcentaje de analfabetismo, factor positivo al momento de emprender procesos de capacitación. La mayoría de los agricultores están agrupados en organizaciones agrícolas, principalmente para acceder a los beneficios de subsidios establecidos por el Gobierno, y poseen acceso medio a servicios básicos. Los agricultores de la zona dependen de insumos externos como las semillas, lo que constituye un factor negativo para la sostenibilidad del sistema productivo.

**Palabras clave:** agricultores, agricultura alternativa, economía de la producción, *Glycine max*, producción alimentaria

## Characterization of soybean productive units in the Ecuadorian Coast

### Abstract

The aim of this research is to characterize the agricultural productive units (APU) that produce soybean and to generate new information for crop diversification and project changes in the productive matrix of Ecuador. The information was collected through structured surveys from July 2017 to January 2018 in the cantons of Vinces, Quevedo, Pueblo Viejo, and Babahoyo, province of Los Ríos located in the middle basin of the Guayas River. About 337 soybean producers were surveyed, addressing economic, socio-cultural, and ecological aspects. The results suggest that grain production is considered acceptable (above the national average with 2.7 t/ha), and marketing is estimated at \$5,610/t with a cash investment of \$432/ha. Furthermore, the average age of the producers is 51 years, and it is alarming the lack of empowerment of their children towards agricultural activities. A low percentage of illiteracy was recorded, considered a positive factor when capacity building processes are undertaken. Most farmers are grouped in agricultural organizations mainly to gain access to the benefits established by the government and have medium access to basic services. Finally, farmers in the area depend on external inputs such as seeds, being a negative factor for the sustainability of the productive system.

**Keywords:** alternative agriculture, farmers, *Glycine max*, food production, production economics

## Introducción

En Ecuador, el cultivo de soya *Glycine max* L. (Fabaceae) se desarrolló en la década de los años setenta como una alternativa para disminuir la utilización de divisas en la importación de materia prima para la elaboración de aceites y grasas comestibles, concentrados y alimentos balanceados para ganado bovino, porcino y aviar. Esta leguminosa se explota principalmente en la época seca (junio-diciembre), como rotación de cultivo después del maíz o del arroz y para aprovechar la humedad remanente del suelo que resulta de la época lluviosa (enero-mayo) (Garcés-Fiallos et al., 2014).

La presencia del fenómeno de El Niño (1983 y 1997) y la expansión del cultivo de banano y palma africana redujeron la superficie de siembra durante la década anterior a unas 40.000 ha. Esta superficie se circunscribió al centro sur del litoral, específicamente a la cuenca del río Guayas, localidades de Quevedo, Ventanas, Pueblo Viejo, Vinces, Antonio Sotomayor, Babahoyo y Montalvo en la provincia de Los Ríos, y Juján y Simón Bolívar en la provincia del Guayas. En la actualidad, el cultivo apenas sobrepasa las 20.000 ha a nivel nacional según el Sistema de Información Pública Agropecuaria (2018). De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos et al. (2002), el 78 % de las unidades productivas agropecuarias (UPA) de soya corresponden a pequeños y medianos productores, que siembran entre menos de 1 ha y 20 ha en pequeñas UPA.

El III Censo Nacional Agropecuario (Instituto Nacional de Estadística y Censos et al., 2002) define UPA como una extensión de tierra de 500 m<sup>2</sup> o más, dedicada total o parcialmente a la producción agropecuaria y considerada como una unidad económica, que desarrolla su actividad bajo la dirección de su propietario, aporta a la seguridad alimentaria y puede generar un nivel de sustentabilidad.

En la actualidad ya no se cuestiona la necesidad de volcar esfuerzos en pos de una agricultura sustentable. Este paradigma busca cumplir simultáneamente con objetivos de dimensiones productivas, económicas, socioculturales y ecológicas (Sarandón, 2002), y esto requiere que la evaluación de la sostenibilidad se realice mediante el enfoque de sistemas dinámicos y en forma multidisciplinaria (Belcher et al., 2004; Kaufmann & Cleveland, 1995). Para ello, no existen parámetros ni criterios universales y las herramientas metodológicas apropiadas aún están en proceso de desarrollo. Uno de los desafíos que enfrentan agricultores, extensionistas e investigadores es saber en qué estado de salud se encuentran los agroecosistemas; para evaluar su estado, algunos especialistas en agricultura sostenible han ideado una serie de indicadores de sostenibilidad (Gómez et al., 1997).

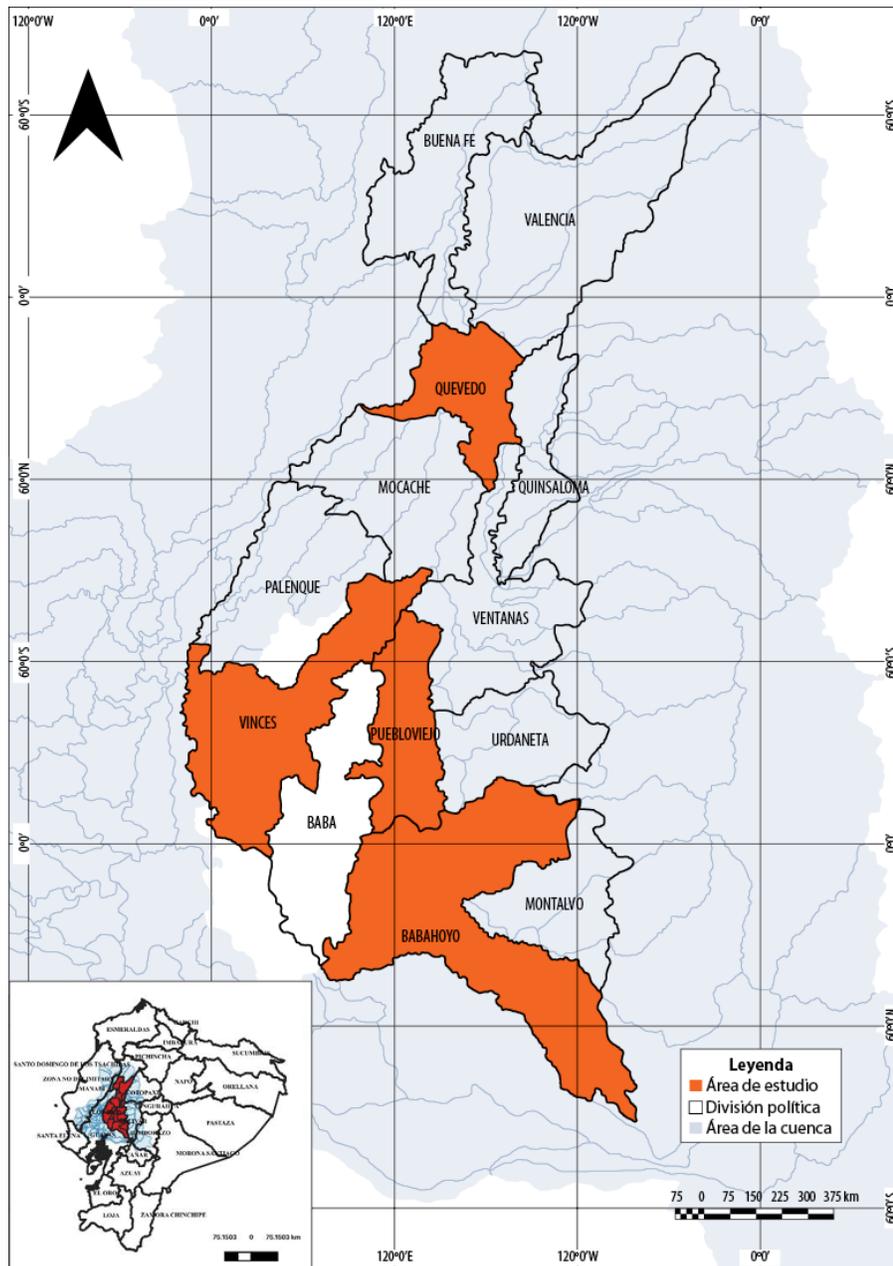
Cuando se intenta medir la sustentabilidad, es difícil determinar qué es lo que debe evaluarse. Dado el gran inconveniente que suele representar el tiempo, se establece una escala temporal de sustentabilidad e insustentabilidad de aproximadamente 25 años (Smyth & Dumanski, 1995). Para que el análisis de

sostenibilidad sea operativo, es conveniente caracterizar el comportamiento de un número apropiado de indicadores relevantes. Estos indicadores deben adecuarse a los objetivos y a la escala de análisis, integrar variables, ser sensibles a un amplio rango de condiciones y a los cambios en el tiempo, medirse fácilmente, ser confiables y ser sencillos de entender (Sarandón, 2002).

Bajo tal premisa, esta investigación propone caracterizar las UPA que producen soya en la provincia de Los Ríos mediante indicadores debidamente contruidos, que den cuenta de las dimensiones económicas, socioculturales y ecológicas. Con ello se espera generar nueva información sobre la caracterización de estas unidades y sobre la diversificación de cultivos, que permita proyectar cambios en la matriz productiva del país.

## **Materiales y métodos**

El estudio se realizó entre julio de 2017 y enero de 2018 en las UPA que explotan la soya como cultivo principal en la provincia de Los Ríos. Como lugares representativos para la investigación se eligieron los cantones Vinces, Pueblo Viejo, Babahoyo y Quevedo (figura 1), debido a sus condiciones climatológicas ideales para el desarrollo del cultivo. Las coordenadas geográficas por localidad se presentan en la tabla 1.



**Figura 1.** Cuenca del río Guayas (izquierda) y cantones de las provincias de Los Ríos y Guayas donde se siembra soya (derecha).

Fuente: Instituto Geográfico Militar (proyección WGS-84, zona 17 sur [17S], EPSG 4326), Sistema de Información Nacional (provincias) y Secretaría Nacional del Agua (cuencas), escala 1:250.000

**Tabla 1.** Altitud y coordenadas de los sitios de investigación

Localidad	Altitud (m s. n. m.)	Coordenadas
Vinces	41	01°32'57"S, 79°45'00"O
Puebloviejo	60	01°31'05"S, 79°32'30"O
Babahoyo	7	01°47'49"S, 79°32'00"O
Quevedo	120	01°06'00"S, 79°27'42"O

Fuente: Elaboración propia con datos de GPS

Se aplicaron encuestas a los agricultores de las cuatro localidades. Para ello, primero se realizaron talleres en los que se explicaron los fundamentos de la ficha de encuesta y luego se validaron las matrices con la participación de los productores para retroalimentar el instrumento de investigación, según la propuesta de Bolívar (2011).

La población se estableció de acuerdo con la información consolidada por Monteros (2016) sobre el número total de productores (2.711) en la provincia de Los Ríos entre junio y noviembre de 2016. La muestra se calculó mediante la siguiente fórmula para muestra finita.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde N: 2.711 (población total);  $Z_{\alpha}^2$ : 1,96 (95 % de intervalo de confianza); p: proporción esperada (50 %); q: probabilidad de que no ocurra (50 %), y e: error (5 %). Mediante el cálculo se estimó una muestra de 337 UPA con producción de soya distribuidas en las cuatro localidades en estudio.

Por medio de una encuesta estructurada con base en indicadores socioculturales, económicos y ambientales (Sarandón, 2002), se procedió a recolectar los datos de campo. La información obtenida fue luego sistematizada en tablas de frecuencias usando Microsoft Excel, versión 10. Mediante el *software* SPSS, versión 20, se realizó un análisis de componentes principales para cada dimensión con el objetivo de explicar la mayor variabilidad entre los indicadores en función de su similitud y, de esta manera, lograr una mejor interpretación durante el proceso de caracterización de las UPA. Las principales variables se enfocaron en aspectos económicos, socioculturales y ecológicos o ambientales. Los componentes se definieron según los niveles de prioridad e impacto, para lo cual se contó con la participación de un grupo de expertos y líderes campesinos.

En el componente económico se priorizó la productividad, los costos de producción, el precio de venta, la relación beneficio-costos, el ingreso neto mensual, el área de la UPA, la calidad de la semilla, la dependencia de insumos y la época de siembra. Para el aspecto sociocultural se consideraron los datos sobre tipo de vivienda, nivel educativo, acceso a la salud, servicios básicos, edad del productor, nivel de satisfacción del productor, nivel de conocimiento sobre el cultivo y nivel de integración. En el componente ambiental

se tuvo en cuenta la incorporación de residuos, la rotación de cultivos, la macrofauna edáfica, la materia orgánica, el manejo de cultivares, el nivel de pH, el laboreo del suelo y la densidad poblacional.

También se analizaron aspectos relacionados con la salud del suelo. Para la macrofauna del suelo se utilizó el método del Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF) desarrollado por Anderson e Ingram (1993). En este análisis se empleó una unidad de muestreo de 25 × 25 × 20 cm de largo, ancho y profundidad, respectivamente. Para examinar los aspectos físico-químicos del suelo se tomaron muestras al azar a una profundidad de 20 cm en cuatro puntos de los lotes en zig-zag y una submuestra a cada 15 pasos de cada punto, previa limpieza de la superficie del terreno. Después, todas las submuestras se mezclaron homogéneamente y se retiró una muestra de 1 kg de suelo, que fue etiquetada y enviada al laboratorio para análisis de textura, pH, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo disponible, potasio disponible y relaciones catiónicas Ca/Mg, Ca/K, Ca+Mg/K, Mg/K. Las metodologías utilizadas fueron las establecidas por la Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador (Relase).

## Resultados

### Características económicas

La tabla 2 muestra la distribución de los datos agrupados en clases y con frecuencias de cada clase. La frecuencia relativa señala que un 45 % de las UPA tiene un rendimiento promedio bueno de 2,7 t/ha (potencial de 3,0 t/ha) y un 39 % tiene un promedio de 2,3 t/ha. El 55 % de las UPA de soya posee una superficie promedio de 5 ha. Los costos de producción en un 61 % indican un valor mayor a \$600 y el promedio general es de \$432, un valor bajo si se compara con el cultivo de maíz, que se aproxima a los \$1.329,22. La frecuencia relativa determina para el precio de venta que un 54 % comercializa los granos de soya en \$260/t y un 46 % en \$250/t. Los intermediarios tienen el 50 % y las ventas directas al consumidor representan el 50 % restante.

Tabla 2. Análisis de frecuencia de las características económicas

Variable	Clase	LI	LS	MC	FR
Productividad	1	1,00	1,75	1,38	0,10
	2	1,75	2,50	2,13	0,39
	3	2,50	3,25	2,88	0,45
	4	3,25	4,00	3,63	0,06
Costos de producción	1	0,00	0,80	0,40	0,06
	2	0,80	1,60	1,20	0,04
	3	1,60	2,40	2,00	0,08
	4	2,40	3,20	2,80	0,21
	5	3,20	4,00	3,60	0,61
Precio de venta	1	2,00	2,33	2,17	0,46
	2	2,67	3,00	2,83	0,54
Relación beneficio-costo	1	3,00	3,33	3,17	0,06
	2	3,67	4,00	3,83	0,94
Ingreso neto mensual	1	1,00	1,33	1,17	0,06
	2	1,67	2,00	1,83	0,94
Área de la UPA	1	0,00	0,67	0,33	0,07
	2	0,67	1,33	1,00	0,55
	3	2,00	2,67	2,33	0,17
	4	2,67	3,33	3,00	0,08
	5	3,33	4,00	3,67	0,13
Calidad de la semilla	1	0,00	0,67	0,33	0,04
	2	2,00	2,67	2,33	0,26
	3	2,67	3,33	3,00	0,31
	4	3,33	4,00	3,67	0,39
Dependencia de insumos	1	1,00	1,17	1,08	0,63
	2	1,83	2,00	1,92	0,37
Época de siembra	1	3,00	3,17	3,08	0,37
	2	3,83	4,00	3,92	0,63

LI: límite inferior, LS: límite superior, MC: marca de clase, FR: frecuencia relativa

Fuente: Elaboración propia

La relación beneficio/costo en un 94 % (beneficios netos entre costos de inversión) permite la recuperación de la inversión. Un porcentaje similar se encontró para las familias con un ingreso promedio de \$350. En general, la mayor parte de agricultores usan germoplasma de soya de buena calidad; el 39 % de los productores afirma recibir semillas certificadas a través del Gobierno o de gremios, el 31 % menciona que la semilla no es certificada, pero conoce su origen, y el 4 % desconoce el origen de la semilla. Algo interesante es que el 26 % de los productores afirmó que el germoplasma empleado es propio.

El 37 % y el 63 % de los productores, que corresponden a un nivel medio y alto, respectivamente, dependen de insumos externos (algunos externos a la UPA). Ciertos insumos como fertilizantes, herbicidas e insecticidas están relacionados de forma negativa con el ambiente. Sin embargo, al comparar la soya con cultivos de rotación de maíz y arroz, el uso de dichos insumos es menor. Respecto a la época de siembra, la soya se planta durante la época seca en mayo (63 %) y junio (37 %) para aprovechar la humedad remanente del suelo depositada durante la época lluviosa. Esta leguminosa es empleada en sistemas de rotación con cultivos como arroz y maíz, que se desarrollan durante la época lluviosa.

### **Características socioculturales**

La tabla 3 muestra que un 68 % de los agricultores vive en casas de concreto con buenas condiciones y un 30 % vive en casas mixtas (madera y concreto). El 4 % de los agricultores posee nivel de educación universitario, el 30 % nivel secundario, el 62 % nivel primario, el 1 % aún no culmina la primaria y el 3 % no posee instrucción (nivel de analfabetismo).

Tabla 3. Análisis de frecuencia de las características socioculturales

Variable	Clase	LI	LS	MC	FR
Tipo de vivienda	1	2,00	2,67	2,33	0,03
	2	2,67	3,33	3,00	0,30
	3	3,33	4,00	3,67	0,68
Nivel educativo	1	0,00	0,80	0,40	0,03
	2	0,80	1,60	1,20	0,01
	3	1,60	2,40	2,00	0,62
	4	2,40	3,20	2,80	0,30
	5	3,20	4,00	3,60	0,04
Acceso a salud	1	2,00	2,67	2,33	0,03
	2	2,67	3,33	3,00	0,63
	3	3,33	4,00	3,67	0,34
Servicios básicos	1	1,00	1,67	1,33	0,07
	2	1,67	2,33	2,00	0,66
	3	2,33	3,00	2,67	0,27
Edad del productor	1	0,00	0,80	0,40	0,14
	2	0,80	1,60	0,20	0,30
	3	1,60	2,40	2,00	0,32
	4	2,40	3,20	2,80	0,15
	5	3,20	4,00	3,60	0,08
Nivel de satisfacción del productor	1	0,00	0,67	0,33	0,01
	2	0,67	1,33	1,00	0,06
	3	2,00	2,67	2,33	0,27
	4	2,67	3,33	3,00	0,59
	5	3,33	4,00	3,67	0,07
Nivel de conocimiento sobre el cultivo	1	2,00	2,33	2,17	0,62
	2	3,00	3,33	3,17	0,35
	3	3,67	4,00	3,83	0,03
Nivel de integración	1	0,00	0,67	0,33	0,06
	2	0,67	1,33	1,00	0,04
	3	2,00	2,67	2,33	0,39
	4	2,67	3,33	3,00	0,45
	5	3,33	4,00	3,67	0,06

LI: límite inferior, LS: límite superior, MC: marca de clase, FR: frecuencia relativa

Fuente: Elaboración propia

En relación con el acceso a salud y cobertura sanitaria, se encontró que el 63 % de los encuestados dispone de un centro de salud con infraestructura adecuada y médicos temporales, y el 34 % cuenta con un centro de salud equipado y personal permanente. En cuanto al acceso a servicios básicos, el 66 % posee energía eléctrica y agua captada a través de pozos, y el 27 % tiene agua potable y electricidad, tal vez debido a

su cercanía a centros poblados. Al parecer, existe una presión en la demanda del agua para satisfacer las necesidades de la población y una distribución desigual del agua apta para consumo humano. Además, las grandes plantaciones de banano y palma aceitera demandan gran cantidad del recurso hídrico, lo que genera la insostenibilidad del sistema.

La edad promedio de los productores sojeros es 54 años. Al parecer, los jóvenes no están debidamente comprometidos con las actividades agrícolas y en muchos casos venden la tierra a las grandes empresas de banano y palma aceitera.

Por otra parte, el 59 % de los productores se encuentra satisfecho con la actividad agropecuaria; aunque consideran que la agricultura no es el mejor negocio, mencionan un vínculo afectivo con la tierra. El conocimiento del manejo del cultivo por parte de los encuestados es considerado bueno por un 62 % y regular por un 35 %. Se considera necesaria la capacitación sobre nuevas tecnologías para potenciar los conocimientos adquiridos por el productor. Asimismo, el 45 % de los productores afirma pertenecer a una organización, especialmente de índole agrícola. Una de las ventajas que pueden tener los agricultores asociados es el acceso a crédito financiero y a programas de ayuda del Estado.

### **Características ambientales**

La tabla 4 indica que el 42 % de los productores incorpora los rastrojos de la cosecha anterior al suelo, el 52 % emplea la rotación dentro de su sistema de cultivo y el 48 % rota el cultivo de soya cada dos años. Esto es algo común entre los productores de soya, pues esta legumbre se siembra después del arroz o el maíz como cultivo de rotación.

**Tabla 4.** Análisis de frecuencia de las características ambientales

Variable	Clase	LI	LS	MC	FR
Incorporación de residuos	1	0,00	0,80	0,40	0,20
	2	0,80	1,60	1,20	0,42
	3	1,60	2,40	2,00	0,24
	4	2,40	3,20	2,80	0,11
	5	3,20	4,00	3,60	0,03
Rotación de cultivos	1	3,00	3,33	3,17	0,48
	2	3,67	4,00	3,83	0,52
Macrofauna edáfica	1	2,00	2,67	2,33	0,46
	2	3,33	4,00	3,67	0,54
Materia orgánica	1	2,00	2,67	2,33	0,46
	2	2,67	3,33	3,00	0,42
	3	3,33	4,00	3,67	0,11
Manejo de cultivares	1	0,00	0,75	0,38	0,08
	2	0,75	1,50	1,13	0,56
	3	1,50	2,25	1,88	0,28
	4	2,25	3,00	2,63	0,07
Nivel de pH	1	2,00	2,17	2,08	0,39
	2	2,83	3,00	2,92	0,61
Laboreo del suelo	1	0,00	0,50	0,25	0,01
	2	1,00	1,50	1,25	0,48
	3	2,00	2,50	2,25	0,46
	4	2,50	3,00	2,75	0,04
Densidad poblacional	1	1,00	1,50	1,25	0,21
	2	2,00	2,50	2,25	0,13
	3	3,00	3,50	3,25	0,59
	4	3,50	4,00	3,75	0,07
Textura del suelo	1	2,00	2,33	2,17	0,28
	2	3,00	3,33	3,17	0,46
	3	3,67	4,00	3,83	0,25
Conocimiento sobre buenas prácticas	1	1,00	1,17	1,08	0,62
	2	1,83	2,00	1,92	0,38
Presencia de plagas clave	1	2,00	2,33	2,17	0,11
	2	3,00	3,33	3,17	0,61
	3	3,67	4,00	3,83	0,28

LI: límite inferior, LS: límite superior, MC: marca de clase, FR: frecuencia relativa

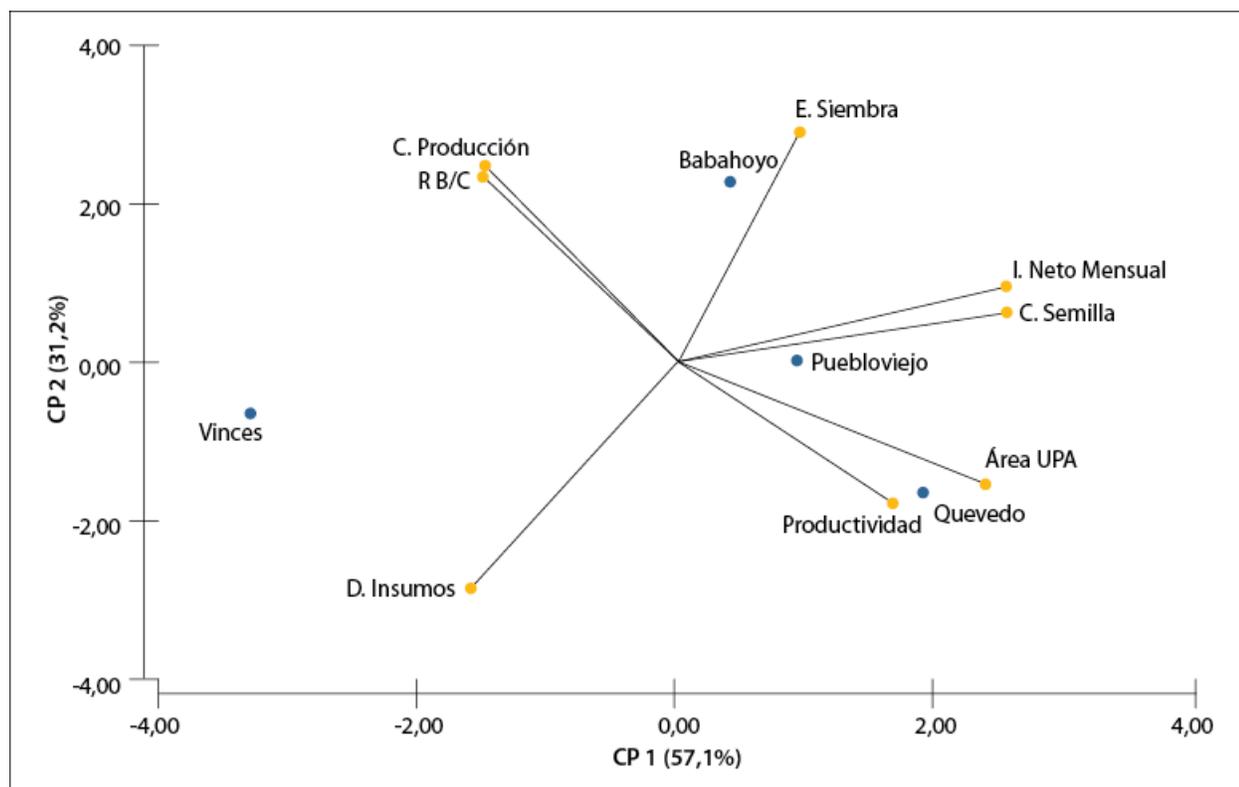
Fuente: Elaboración propia

La presencia de macrofauna en suelos donde se cultiva soja se encuentra en un nivel de buena calidad según el 54 % de los entrevistados, mientras el 46 % reporta que es de baja calidad. En cuanto al uso de cultivares, al menos dos y tres variedades son utilizadas por el 56 % y el 28 % de los agricultores, respectivamente. El

pH del suelo está cercano a la neutralidad con un valor de 5,6, lo cual brinda buenas condiciones para el cultivo de soya.

La preparación del suelo es la práctica más común entre los agricultores; el 48 % y el 46 % realizan dos y tres pases de rastra pesada, respectivamente. La mayoría de los agricultores (59 %) emplea una densidad poblacional promedio de 200.000 plantas por hectárea, cifra ideal para mantener una cobertura del suelo. Los suelos fueron clasificados entre franco, franco limoso y franco arcilloso, ideales para la producción de soya. Las buenas prácticas agrícolas se ubican entre baja y media, con porcentajes de 62 % y 38 %, respectivamente. Entre los factores bióticos que afectan en mayor medida la producción de soya, el 28 % y el 61 % de los productores mencionaron que el cultivo es afectado por dos y tres plagas, respectivamente. Las plagas principales son los insectos *Cerotoma facialis* Erichson (Coleoptera: Chrysomelidae) y *Omiodes indicata* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae), y el hongo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. (Fungi: Uredinales: Phakopsoraceae).

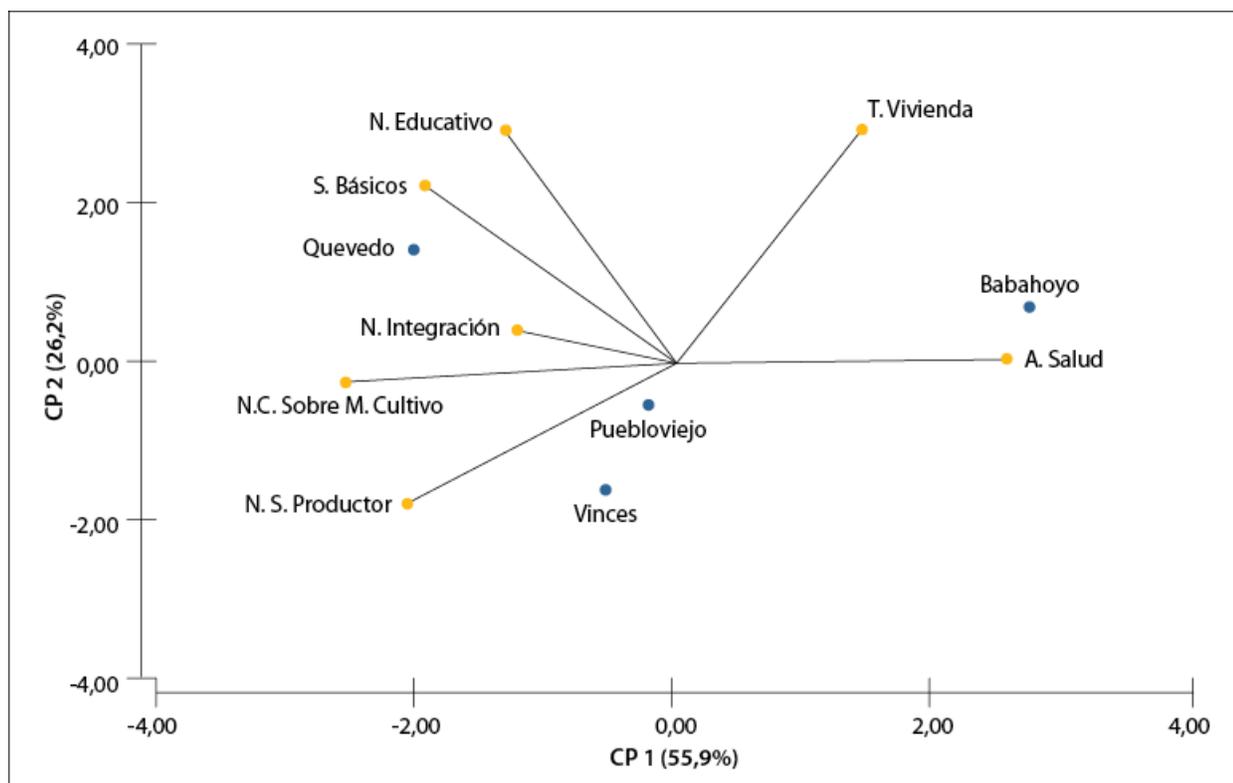
Como se observa en la figura 2, el primer componente (CP1) separa la localidad de Vinces de las demás; por lo tanto, la mayor variabilidad entre las principales características económicas se aplica a esta variable. La dependencia de insumos externos, la relación beneficio-costos y los costos de producción están más asociados a la localidad de Vinces. La época de siembra está más asociada a la localidad de Babahoyo. El ingreso neto mensual y la calidad de semillas están relacionados con la localidad de Pueblo Viejo. Finalmente, las variables productividad y área de la UPA están asociadas con la localidad de Quevedo. Con estos dos ejes se explica el 88,3 % de la variabilidad total de las observaciones. La ortogonalidad de los componentes principales garantiza que el segundo componente (CP2) provea nueva información sobre variabilidad; es decir, explica la variabilidad entre las características económicas y las localidades que el CP1 no había explicado.



**Figura 2.** Análisis de componentes principales para las características económicas.

Fuente: Elaboración propia

Como muestra la figura 3, el primer componente (CP1) separa las localidades de Vinces y Puebloviejo de las restantes, por lo que la mayor variabilidad entre las principales características socioculturales se aplica con estas variables. El nivel de conocimiento sobre el manejo del cultivo y el nivel de satisfacción del productor están asociados a las localidades de Vinces y Puebloviejo. La localidad de Quevedo está mayormente relacionada con servicios básicos, nivel educativo y nivel de integración, mientras que la localidad de Babahoyo está asociada con el tipo de vivienda y el acceso a salud y cobertura sanitaria. Con estos dos ejes se explica el 82,1 % de la variabilidad total de las observaciones. La ortogonalidad de los componentes principales garantiza que el CP2 provea nueva información sobre variabilidad respecto a la provista por el CP1.



**Figura 3.** Análisis de componentes principales para las características socioculturales.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se aprecia que el CP1 separa la localidad de Babahoyo de las restantes, de modo que las mayores variabilidades entre las principales características ambientales se aplican con estas variables. La macrofauna edáfica está asociada con la localidad de Babahoyo. La presencia de plagas clave y la rotación de cultivos están relacionadas con la localidad de Puebloviejo. El pH del suelo, la densidad poblacional, la textura del suelo y la incorporación de residuos están asociadas con la localidad de Vincés. Por otro lado, la localidad de Quevedo está relacionada con el laboreo del suelo, la diversificación de cultivares, el conocimiento de buenas prácticas agronómicas y la materia orgánica del suelo. Con estos dos ejes se explica el 77,9 % de la variabilidad total de las observaciones. La ortogonalidad de los componentes principales garantiza que el CP2 provea nueva información sobre variabilidad respecto a la provista por el CP1.

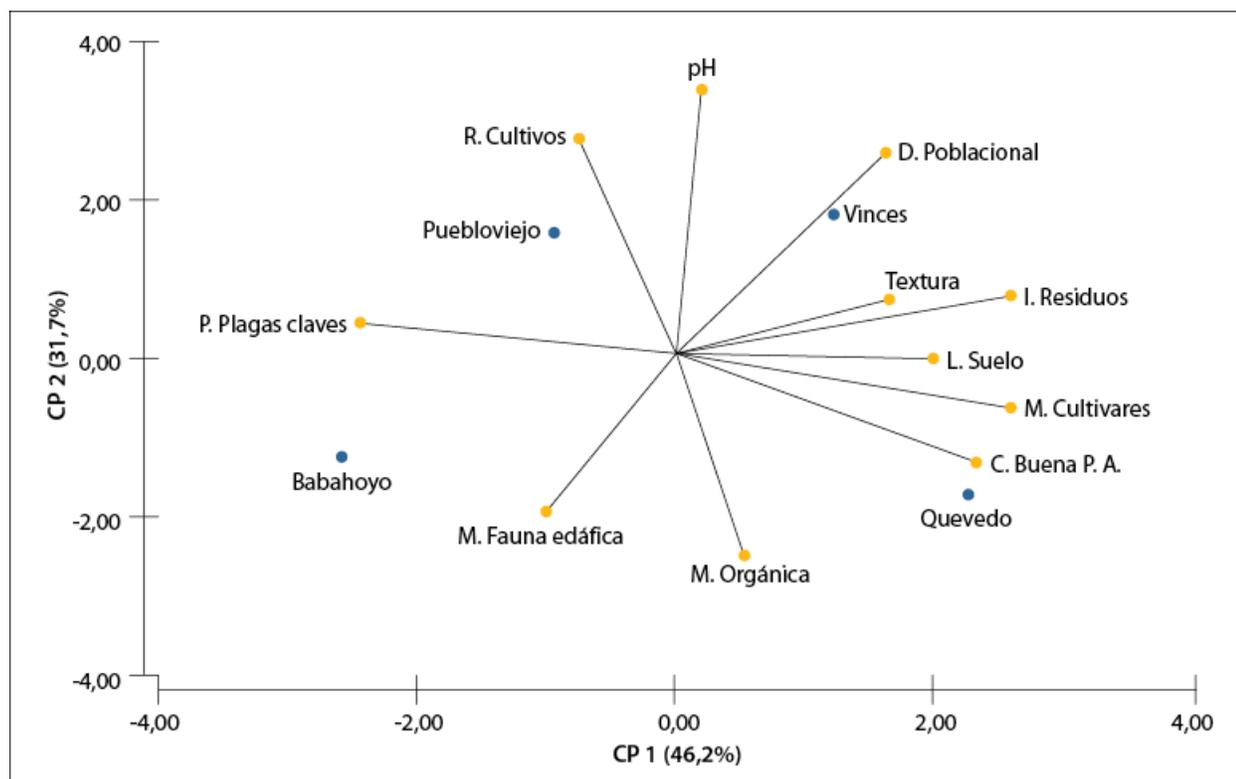


Figura 4. Análisis de componentes principales para las características ambientales.

Fuente: Elaboración propia

## Discusión

El rendimiento promedio de 2,7 t/ha de las UPA analizadas es superior a la media nacional de 2 t/ha reportada por Monteros (2016). Este comportamiento puede estar asociado a las buenas condiciones del suelo en el sector. Los costos de producción tuvieron un promedio general de \$432, probablemente debido al subsidio sobre un paquete de insumos que ofrece el programa Plan Semilla de Alto Rendimiento, implementado desde el verano de 2015 (Moreno & Salvador, 2015).

El precio de venta de los granos de soya se encuentra entre \$250-260/t, valor inferior al precio de \$300/t fijado en el país (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2012). El promedio del segmento que comercializa a menor valor puede estar asociado a la distancia de los principales centros de acopio de la leguminosa. Considerando que el coeficiente de la relación beneficio/costo es de 1,5, se evidencia una recuperación de la inversión más un margen de ganancia, en concordancia con Méndez (2010). Probablemente, esto ha hecho que el cultivo no desaparezca.

Cada familia de agricultores percibe un ingreso mensual promedio de \$350. Este valor es inferior a los \$375 mensuales estimados por el Ministerio del Trabajo (2017) como el ingreso mensual de una familia típica ecuatoriana conformada por cuatro miembros. Sin embargo, debe considerarse que el ingreso financiero de un productor de soya es variado y se beneficia también de cultivos como cacao, plátano, arroz y maíz.

El cultivo de soya tiene un relativo bajo costo y requiere poca inversión monetaria, en comparación con los híbridos de maíz, que generan una alta demanda de insumos extraprediales y de gran dependencia. Por otra parte, la simplicidad de su manejo hace atractivo a este cultivo, ya que no hay necesidad de conocimientos o herramientas sofisticadas.

Los productores establecen el cultivo de soya durante la época seca, entre los meses de mayo y junio, para aprovechar la humedad remanente del suelo producida durante las precipitaciones pluviales. El aprovechamiento del agua remanente es esencial para garantizar una buena producción de granos y reducir costos financieros. Sin duda, la soya es empleada como alternativa a la siembra de cultivos tradicionales como el arroz y el maíz amarillo, y constituye el principal cultivo de rotación en la actualidad (Garcés-Fiallos et al., 2014; Monteros, 2016).

El tipo de vivienda que poseen los productores es de buenas condiciones. Kothari y Chaudhry (2012) describen la vivienda como un soporte fundamental para la sostenibilidad del desarrollo humano, por lo que esta variable cumple los presupuestos para la sustentabilidad. Por otro lado, el nivel educativo puede describirse como adecuado. Sobre este particular, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2014) relaciona la educación con el factor pobreza, de manera que la pobreza es una condición hereditaria si no se logra mejorar la educación de los hijos. El presente estudio reveló que existe un bajo analfabetismo en el sector (1 %). La salud es parte de las políticas internacionales y estatales como requisito indispensable para los indicadores de sostenibilidad, que a su vez determinan el tipo de política pública (Tejada de Rivero, 2013). En Ecuador, esta variable está asegurada en el área rural a través del sistema de Seguro Social Campesino, que brinda cobertura sanitaria al afilado y sus hijos.

La red de abastecimiento de agua potable es deficiente en la mayoría de las localidades y es probable que esta sea una de las causas de los problemas sanitarios. Esto concuerda con los hallazgos de Molina (2002), quien indica que la provisión de servicios básicos es ineficiente y económicamente insostenible en países como Ecuador.

La edad promedio de los agricultores es 54 años, lo que puede constituir un problema a futuro, pues los hijos no están empoderados del quehacer agropecuario y optan por vender las tierras a industrias transnacionales. El incremento en la concentración de la tierra en condiciones de presión sobre los pequeños propietarios está generando el surgimiento de un nuevo estrato social en el campo: “los sin tierra”, personas que han perdido sus propiedades y venden su fuerza laboral por un salario (Sistema de Investigación sobre la Problemática Agropecuaria en el Ecuador, 2011).

El conocimiento del manejo del cultivo es considerado bueno, muy a pesar de la falta de capacitación existente en el sector que se evidencia mediante preguntas concretas sobre el manejo del cultivo. No obstante, se requiere un proceso de desarrollo participativo para lograr un empoderamiento de las nuevas tecnologías de cultivo como, por ejemplo, el manejo de sistema de siembra directa que perturbe en menor medida el suelo (Benzing, 2001).

Aunque las áreas de siembra de soya son pequeñas, este cultivo se establece bajo rotación. De hecho, la leguminosa es una alternativa de rotación al monocultivo. En otros países se ha demostrado que el empleo de rotación secuencial con gramíneas incrementa el rendimiento de granos en un 10 % en comparación con el monocultivo (Bacigaluppo et al., 2009). El análisis del suelo demuestra buenas condiciones sobre

contenido de materia orgánica (3,4 %). Estas características son ideales para conservar la diversidad de organismos que contribuyen a la salud del suelo (Romig et al., 1996); probablemente la soya tiene influencia sobre el mejoramiento de las condiciones edáficas.

La diversificación de cultivos es un buen indicativo de sostenibilidad de la producción. Esto es de gran importancia en tanto se mantenga una política de producción de variedades *in situ*, pues la dependencia es un factor negativo (Pengue, 2001). La expansión de la soya a expensas de la introducción de materiales obtenidos en el exterior podría incrementar la dependencia, poner en riesgo la sostenibilidad del sistema e incluso generar problemas sanitarios.

La textura del suelo se encuentra entre franco, franco limoso y franco arcilloso, condiciones ideales para la producción de soya según Guamán et al. (1996). Las buenas prácticas agrícolas se ubican entre baja y media, lo que puede estar asociado al desconocimiento de los agricultores sobre los efectos negativos en el ambiente.

La densidad poblacional de 200.000 plantas por hectárea utilizada por los productores y considerada como adecuada para mantener una cobertura del suelo resulta mayor que la reportada por el Monteros (2016) en 160.000 plantas por hectárea. Probablemente, esto se deba al método de siembra (distribución al voleo), que no garantiza una buena distribución de la semilla.

Según la percepción de los agricultores, los factores externos que afectaron en mayor medida la producción de soya en el año 2016 fueron las plagas y las enfermedades. Los productores entrevistados declararon que el cultivo es afectado por *C. facialis*, *O. indicata* y *P. pachyrhizi*. De todas las plagas, la roya asiática es el principal factor biótico de la leguminosa. De hecho, la enfermedad puede afectar negativamente el número y el rendimiento de granos por vaina (Garcés-Fiallos et al., 2014; Painii-Montero et al., 2018).

La información generada a partir de los indicadores económicos, socioculturales y ecológicos analizados en cada una de las UPA de soya podrá ser empleada para mejorar este pequeño sector agropecuario que durante los últimos años ha sido descuidado.

## Conclusiones

Los costos de producción del cultivo de soya son relativamente bajos y representan una ventaja frente a otros cultivos de la zona. El productor soyero muestra bajo nivel de analfabetismo, buen acceso a la cobertura sanitaria (sistema de Seguro de Salud Campesino), edad promedio considerada media, buen conocimiento de manejo del cultivo y adecuada organización.

El cultivo de soya se presenta como una buena alternativa para la diversificación de la producción agrícola de Ecuador debido a su bajo costo de producción, aprovechamiento de la humedad remanente del suelo y opción como cultivo de rotación. Por estas razones, puede ser la base para proyectar cambios en la matriz productiva del país.

## Agradecimientos

A la Universidad de Guayaquil, por el financiamiento recibido durante el desarrollo de la investigación, y al ingeniero agrónomo Julio Cerezo Valenzuela, presidente de la Asociación de Productores Orgánicos de Vinces (Apovinces), por el apoyo recibido durante el levantamiento de los datos de campo.

## Descargos de responsabilidad

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento, están de acuerdo con su publicación y manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

## Referencias

- Anderson, J. M., & Ingram, J. S. I. (Eds.). (1993). *Tropical Soil Biology and Fertility: a handbook of methods*. Centre for Agricultural Bioscience International.
- Bacigaluppo, S., Bodrero, M., & Salvagiotti, F. (2009). Producción de soya en rotación vs monocultivo en suelos con historia agrícola prolongada. *Para Mejorar la Producción*, 42, 53-55.
- Belcher, K. W., Boehm, M. M., & Fulton, M. E. (2004). Agroecosystem sustainability: a system simulation model approach. *Agricultural Systems*, 79(2), 225-241. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(03\)00072-6](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(03)00072-6)
- Benzing, A. (2001). *Agricultura orgánica. Fundamentos para la región andina*. Neckar- Verlag.
- Bolívar, H. (2011). Metodologías e indicadores de evaluación de sistemas agrícolas hacia el desarrollo sostenible. *Centro de Investigación de Ciencias Administrativas Gerenciales*, 8(1), 1-18. <http://ojs.urbe.edu/index.php/icag/article/view/535/460>
- Garcés-Fiallos, F. R., Ampuño-Muñoz, S. A., & Vásconez-Montúfar, G. H. (2014). Agronomía, producción y calidad de grano de variedades de soya durante dos épocas de cultivo. *Bioscience Journal*, 30(5), 717-729. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/19749>
- Gómez, A. A., Swete Kelly, D. E., Syers, J. K., & Coughlan, K. J. (1997). Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. En J. W. Doran, & A. J. Jones (Eds.), *Methods for Assessing Soil Quality, Special Publication 49* (pp. 401-410). Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub49.c26>
- Guamán, J. R., Andrade, V. C., Peralta Salinas, L., Triviño Gilces, C., Espinoza Mendoza, A., Arias de López, M., Amores, F., Peñaherrera Colina, L., Peñafiel Ibarra, W., Castro Espinoza, P., & Manzano Gavilánez, B. (1996). *Manual del cultivo de soya. Manual n.º 32*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2076>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Proyecto SICA. (2002). *III Censo Nacional Agropecuario. Resultados nacionales. Vol. 1*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/CNA/Tomo\\_CNA.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf)
- Kaufmann, R. K., & Cleveland, C. J. (1995). Measuring sustainability: needed—an interdisciplinary approach to an interdisciplinary concept. *Ecological Economics*, 15(2), 109-112. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(95\)00062-3](https://doi.org/10.1016/0921-8009(95)00062-3)
- Kothari, M., & Chaudhry, S. (2012). Vivienda, tierra y desarrollo sustentable. *Social Watch Informe 2012*. [http://www.socialwatch.org/sites/default/files/vivienda2012\\_esp.pdf](http://www.socialwatch.org/sites/default/files/vivienda2012_esp.pdf)
- Méndez, R. (2010). *Formulación y evaluación de proyectos. Enfoque para emprendedores*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2012, octubre 12). *El precio de la soya se fijó en \$30 el quintal*. Dirección Nacional de Comunicación. <http://www.agricultura.gob.ec/el-precio-de-la-soya-se-fijo-en-30-00-el-quintal/>
- Ministerio del Trabajo. (2017). *Acuerdo histórico entre empleadores y trabajadores para fijar salario 2017*. Gobierno de la República del Ecuador. <http://www.trabajo.gob.ec/usd-375-sera-el-salario-basico-que-regira-en-el-2017/>
- Molina, C. (2002). Entrega de servicios sociales. Modalidades y cambios recientes en América Latina. *Documentos de Trabajo del INDES, I-50*. Instituto Interamericano para el Desarrollo Social, Banco Interamericano de Desarrollo. <https://bit.ly/3bqUM99>
- Monteros, A. (2016). *Rendimientos de soya en el Ecuador 2016*. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. [http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/soya/rendimiento\\_soya\\_2016.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/soya/rendimiento_soya_2016.pdf)
- Moreno, A. B., & Salvador, S. (2015). *Rendimientos y características de soya en el Ecuador. Verano 2015 (julio-octubre)*. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. [http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/soya/rendimiento\\_soya\\_2015.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/soya/rendimiento_soya_2015.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2014). *El desarrollo sostenible comienza por la educación: cómo puede contribuir la educación a los objetivos propuestos para después de 2015*. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002305/230508s.pdf>
- Painii-Montero, V., Camarena-Mayta, F., Santillán-Muñoz, O., & Garcés-Fiallos, F. (2018). Interacción genotipo × ambiente de genotipos de soya en Ecuador. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(4), 433-441. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.4.433-441>
- Pengue, W. (2001). Expansión de la soya en Argentina. Globalización, desarrollo agropecuario e ingeniería genética: un modelo para armar. *Revista Biodiversidad*, 29, 7-14.
- Romig, D. E., Garlynd, M. J., & Harris, R. F. (1996). Farmer-based assessment of soil quality: a soil health scorecard. En J.W. Doran, & A.J. Jones (Eds.), *Methods for assessing soil quality, Special Publication 49* (pp. 39-60). Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub49.c3>
- Sarandón, J. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 393-414). Ediciones Científicas Americanas. <https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/10/SARANDON-cap-20-Sustentabilidad.pdf>
- Sistema de Información Pública Agropecuaria. (2018). Ficha del cultivo de soya (*Glycine max* L. Merrill). Ministerio de Agricultura y Ganadería. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/soya>
- Sistema de Investigación sobre la Problemática Agraria en el Ecuador. (2011). *Atlas sobre la tenencia de la tierra en el Ecuador*. [https://www.sudamericarural.org/images/en\\_papel/archivos/Atlas-tenencia-de-la-tierra-Ecuador1.pdf](https://www.sudamericarural.org/images/en_papel/archivos/Atlas-tenencia-de-la-tierra-Ecuador1.pdf)
- Smyth, A. J., & Dumanski, J. (1995). A framework for evaluating sustainable land management. *Canadian Journal of Soil Science*, 75(4), 401-406. <https://doi.org/10.4141/cjss95-059>
- Tejada de Rivero, D. A. (2013). Lo que es la atención primaria de la salud: algunas consideraciones a casi treinta y cinco años de Alma-Ata. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 30(2), 283-287. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2013.302.206>