

Socio-economic and productive characterization of sugarcane farmers in Pastaza province, Ecuador

Caracterización socioeconómica y productiva de los cañicultores de la provincia Pastaza, Ecuador

S.B. Valle, Bélgica D. Yaguache, W.O. Caicedo, Jessica F. Toscano, Diana M. Yucailla and R.V. Abril

Universidad Estatal Amazónica, km 2 ½ Vía Puyo Napo, Pastaza, Ecuador

Email: rvabril@uea.edu.ec

S.B. Valle: <https://orcid.org/0000-0002-2599-4641>

Bélgica D. Yaguache: <https://orcid.org/0000-0003-2391-1491>

W. O. Caicedo: <https://orcid.org/0000-0002-2890-3274>

R.V. Abril: <https://orcid.org/0000-0003-1544-4360>

This study was developed in Pastaza province, Ecuador, with the purpose of determining the main socio-economic and productive characteristics of sugarcane farmers in Pastaza. A survey was applied to 58 farmers, divided into three components, regarding farmer, farm and sugarcane production. Results showed that the age of most farmers is between 31 and 70 years, they are male and self-identified as mestizos, dedicated to production (11 to 50 years), with primary instruction. Farms have an extension between 2 and 5 ha, dedicated to sugarcane cultivation, with ballast and asphalt roads, with distances of up to 500 m from the main carriers and from other sugarcane productions. Sugarcane production focuses on the preparation of panela and stem marketing for tourist purposes (fruit sugarcane). Extensions of crops are about 5 ha. In phytosanitary supervisions, there was greater reporting of the use of herbicides and fertilization with biological fertilizers. The highest production costs were focused on biological fertilization, with an average of 122 USD/ha in product cost and 28 USD/ha in application cost. Most of them reported a production of 5 m³/ha of panela or fruit sugarcane, with sale prices of 1 USD per unit. Regarding materials and equipment, most of farmers has fumigation pump, with investment lower than 100 USD in tools. It is concluded that farmers combine sugarcane production with other activities on surfaces up to 5 ha. Sowing and harvest are traditional and are carried out manually. Production focuses on the cultivation of panela and fruit sugarcane.

Keywords: *management, panela, seed, traditional, sugarcane*

In Ecuador, sugar agroindustry is one of the oldest in the country. Because of its economic importance, sugar production constitutes a very significant activity, in which agriculture and industry are related, whose final product results in a good of the basic family basket. In addition, this activity impacts on the social area, by generating sources of employment (Pérez and Rappo 2016 and Prado-Pérez de Corko *et al.* 2018).

The potential of suitable lands for sugarcane production in Ecuador is 675,932 ha. Out of these, only 172,476 are sown, which represents 25.71 % of the available total. From the total planted area, only 113,160 ha have been used for sugar production. The remaining 59,316 ha have been used in other productions, such as for ethyl alcohol, panela and ethanol (Prado-Pérez de Corko *et*

El trabajo se desarrolló en la provincia de Pastaza, Ecuador, con el propósito de determinar las principales características socioeconómicas y de producción de los cañicultores de Pastaza. Se aplicó una encuesta a 58 productores, dividida en tres componentes, en función del productor, la finca y la producción de caña. Los resultados dejaron ver que la edad de la mayoría de los productores se halla entre 31 y 70 años, son del sexo masculino y se autoidentifican como mestizos, dedicados a la producción (11 a 50 años), con instrucción primaria. Las fincas tienen una extensión de 2 a 5 ha, dedicadas al cultivo de caña, con vías de acceso de lastre y asfalto, con distancias del carretero principal y de otras producciones de caña de hasta 500 m. La producción de caña se enfoca a la elaboración de panela y la comercialización del tallo para fines turísticos (caña fruta). Las extensiones de los cultivos son de aproximadamente 5 ha. En los controles fitosanitarios hubo mayor reporte del uso de herbicidas y fertilización con abonos biológicos. Los mayores costos de producción estuvieron enfocados en la fertilización biológica, con un promedio de 122 USD/ha en el costo de producto y 28 USD/ha en costo de aplicación. La mayoría de los productores informó una producción de 5 m³/ha de panela o caña fruta, con precios de venta de 1 USD por unidad. Con respecto a los materiales y equipos, la generalidad cuenta con bomba de fumigación, con inversión inferior a 100 USD en herramientas. Se concluye que los productores combinan la producción de caña con otras actividades en superficies de hasta 5 ha. La siembra, manejo y cosecha son tradicionales y se llevan a cabo de forma manual. La producción se enfoca en el cultivo de panela y caña fruta.

Palabras clave: *manejo, panela, semilla, tradicional, caña*

En Ecuador, la agroindustria azucarera es una de las más antiguas del país. Por su importancia económica, la producción de azúcar constituye una actividad de gran relevancia, en la que se entrelazan agricultura e industria, cuyo producto final resulta en un bien de la canasta básica familiar. Se adiciona a ello, el impacto que dicha actividad ejerce en el ámbito social, al generar fuentes de empleo (Pérez y Rappo 2016 y Prado-Pérez de Corcho *et al.* 2018).

El potencial de tierras aptas para la producción de caña de azúcar en Ecuador es de 675 932 ha. De estas, solo 172 476 se hallan sembradas, lo que representa 25.71 % del total disponible. Del área total plantada, solo 113 160 ha se destinan a la producción de azúcar. Las 59 316 ha restantes se utilizan en otras producciones,

al. 2018).

Pastaza province, located in the Ecuadorian Amazon, houses the Achuar, Andwa, Huaorani, Kichwa, Shiwiar, Shuar and Zapara nationalities in its territory, as well as the migrant mestizo population of other provinces of Ecuador. Population data from Pastaza refers that 20,739 people are dedicated to agricultural activity.

Sugarcane is a perennial crop. Under the conditions of this region, it is exploited as monoculture or associated with other crops, and constitutes the main agricultural head of the province (GADPPZ 2014), with a total of 1,403.8 ha devoted to its sowing (Abril 2016). Fresh sugarcane or fruit sugarcane, cut for sale in tourist areas, is one of its uses. In addition to its use for preparing panela (granulated and in blocks), molasses, juices and spirits (Valle *et al.* 2015).

Panela sector in Ecuador and in Pastaza evidences a scientific-technical delay. It is more considered a manufactured production than an industrial one, because panela preparation is carried out in small factories. In addition, derivatives of panela agroindustry in the market are maintained under unfavorable conditions with respect to its main competitor, which is the white sugar that is produced in the sugar mills located in the Ecuadorian coast (Quezada-Moreno *et al.* 2015). Instability in the sale price of panela in the formal and informal market is characterized by the predominance of intermediaries, which do not pay differentiation for product quality, conditions that have caused a crisis in this productive sector (Murcia and Ramírez 2017). In this area, most agronomic tasks during sugarcane cultivation are manually performed. For this, day laborers are occasionally hired and the harvest is carried out by means of the thinning cut system. This system differs from the cut-off system, which is carried out in sugar mills from the Ecuadorian coast. Regarding agronomic management practices, planting system, fertilization and nutrition plans and control of pests, diseases and weeds (Ramírez *et al.* 2014) are implemented.

In Pastaza province, there is no information about the characterization of sugarcane production system. In addition, there are no available economic evaluations that allow measuring returns to investment nor arguing about stability of this production system, much less to understand the involvement of economic variables subjected to changes in climate and the incidence of pests and diseases.

Therefore, the objective of this study was to establish the socioeconomic and productive characteristics of sugarcane farmers in Pastaza province.

Materials and Methods

The current research was developed in Mera, Pastaza and Santa Clara cantons, Pastaza province, Ecuador (figure 1).

Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 55, Number 2, 2021 como alcohol etílico, panela y etanol (Prado-Pérez de Corcho *et al.* 2018).

La provincia de Pastaza, ubicada en la amazonía ecuatoriana, alberga en su territorio las nacionalidades achuar, andowa, huaorani, kichwa, shiwiar, shuar y zápara, además de la población mestiza migrante de otras provincias del Ecuador. Los datos poblacionales de Pastaza refieren que 20 739 personas se dedican a la actividad agropecuaria.

La caña de azúcar es un cultivo perenne. En las condiciones de esta región, se explota en monocultivo o asociada a otros cultivos, y constituye el principal rubro agrícola de la provincia (GADPPZ 2014), con un total de 1 403.8 ha dedicadas a su cultivo (Abril 2016). La caña de azúcar en fresco o caña fruta, cortada para la venta en paraderos turísticos, es uno de sus usos; además de su utilización para elaborar panela (granulada y bloques), miel, jugos y aguardiente (Valle *et al.* 2015).

El sector panelero en Ecuador y en Pastaza evidencia atraso científico-técnico. Se considera más como una producción artesanal que industrial, debido a que la elaboración de panela se realiza en pequeñas fábricas. A ello se adiciona que los derivados de la agroindustria panelera en el mercado se mantienen en condiciones desfavorables con respecto a su principal competidor, que es el azúcar blanco que se produce en los ingenios azucareros ubicados en la costa ecuatoriana (Quezada-Moreno *et al.* 2015). La inestabilidad en el precio de venta de la panela en el mercado formal e informal se caracteriza por el predominio de intermediarios, que no pagan diferenciación por calidad del producto, condiciones que han ocasionado una crisis en este sector productivo (Murcia y Ramírez 2017). En esta zona, la mayoría de las labores agronómicas durante el cultivo de la caña se realiza de forma manual. Para ello se contratan jornaleros ocasionalmente y la cosecha se realiza por medio del sistema de corte por entresaque. Este sistema se diferencia del corte por parejo o zafra, que se realiza en los ingenios azucareros de la costa ecuatoriana. En cuanto a las prácticas de manejo agronómico, se implementa el sistema de siembra, los planes de fertilización y nutrición y el control de plagas, enfermedades y malezas (Ramírez *et al.* 2014).

En la provincia Pastaza no se cuenta con información acerca de la caracterización del sistema de producción de caña de azúcar. Tampoco se dispone de evaluaciones económicas que permitan medir los retornos a la inversión ni argumentar acerca de la estabilidad de este sistema de producción, y mucho menos entender la afectación de las variables económicas sometidas a los cambios en el clima y a la incidencia de plagas y enfermedades.

A partir de lo anterior, el objetivo de este estudio fue establecer las características socioeconómicas y de producción de los cañicultores de Pastaza.

Materiales y Métodos

La presente investigación se desarrolló en Ecuador, en la provincia Pastaza, cantones Mera, Pastaza y Santa

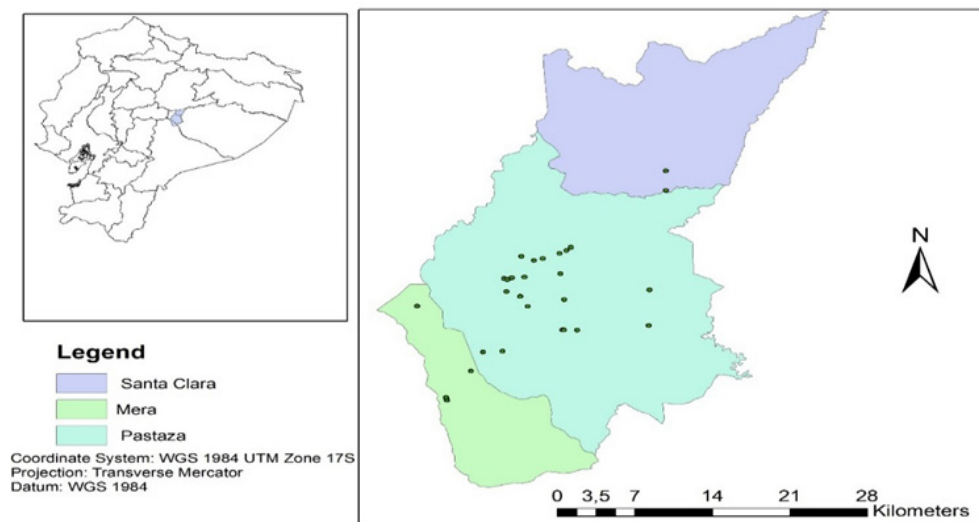


Figure 1. Location of the studied area

Edaphoclimatic characteristics of the studied area. Mera is located at 1,043 m o.s.l. It presents an annual precipitation of 5,580.4 mm and temperature of 20 to 22 °C. Pastaza is at 960 m o.s.l., with annual precipitation of 4,562 mm and temperature between 19 and 23 °C. Santa Clara is located at 595 m o.s.l., with an annual precipitation of 3,703 mm and temperature between 18 and 24 °C (Abril 2016). Soils of these regions have a wavy, hilly or broken physiography, with slopes inferior to 40 % and correspond to the order of inceptisoles (Valle 2015), hidranteps and haplortox (Abril 2016). They have low fertility and high acidity. They present toxicity by aluminum and phosphorus deficiency, humidity saturation and low fertility, with great accumulation of organic matter (Valle *et al.* 2015).

The information for this study was obtained from farmers through the application of a formal survey, structured in four components: farmer characteristics, socioeconomic traits and production costs, features of productive areas and farming agronomic management.

To determine sample size, the record of the association of Pastaza sugarcane farmers was used, which contains 229 partners. The number of farmers to survey was obtained by the formula for finite populations (equation 1) (Aguilar 2005). It was considered a confidence level of 95 %, with a total of 56 surveys to be carried out and the application of 50:

$$\text{Equation 1: } n = \frac{Nz^2pq}{d^2(N-1) + Z^2pq}$$

n = sample size (for finite populations)

N = population size

Z = Critical Z value, calculated in the tables of normal curve area (Z=1.96 for a 95% of confidence level)

p = Approximate proportion of the phenomenon under study in the reference population (for the case under study 0.95)

Clara (figura 1).

Características edafoclimáticas del área de estudio. Mera se encuentra a una altura de 1 043 m s.n.m. Presenta una precipitación anual de 5 580.4 mm y temperatura de 20 a 22 °C. Pastaza se halla a una altura de 960 m s.n.m., con precipitación anual de 4 562 mm y temperatura entre 19 y 23 °C. Santa Clara se ubica a una altura de 595 m s.n.m., con precipitación anual de 3 703 mm y temperatura entre 18 y 24 °C (Abril 2016). Los suelos de estas regiones tienen fisiografía ondulada, colinada o quebrada, con pendientes inferiores al 40 % y corresponden al orden inceptisoles (Valle 2015), hidranteps y haplortox (Abril 2016). Son de baja fertilidad y alta acidez. Presentan toxicidad por aluminio y deficiencia de fósforo, saturación de humedad y baja fertilidad, con gran acumulación de materia orgánica (Valle *et al.* 2015).

La información directa que se utilizó en este estudio se obtuvo de los productores por medio de la aplicación de una encuesta formal, estructurada en cuatro componentes: características del productor, socioeconómicas y costos de producción, características de las áreas productivas y del manejo agronómico del cultivo.

Para determinar el tamaño de la muestra se consideró el registro de la asociación de cañicultores de Pastaza, que cuenta con 229 socios. El número de productores a encuestar se obtuvo mediante la fórmula para poblaciones finitas (ecuación 1) (Aguilar 2005). Se consideró un nivel de confianza de 95 %, con un total de 56 encuestas a realizar y la aplicación de 50:

$$\text{Ecuación 1: } n = \frac{Nz^2pq}{d^2(N-1) + Z^2pq}$$

n = tamaño de la muestra (para poblaciones finitas)

N = tamaño de la población

Z = valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal (Z = 1.96 para un nivel de confianza del 95 %).

p = proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia (para el caso en estudio 0.95)

q = proportion of the reference population that does not present the phenomenon under study (for the case under study 0.05) (1 - p)

d = absolute precision level (+/- 0.05)

For performing this activity, each survey performed in the study area was georeferenced. The database of the Asociación de Cañicultores del Cantón Pastaza (ASOCAPA) was considered, which represents the largest volume of farmers. An amount of 53 surveys were applied in Pastaza, three in Santa Clara and two in Mera, made with four components: socioeconomic features and characteristics of the farmer, of the property and of the production.

Data was included in an Excel matrix and the numerical values were categorized in ranges. Among the quantitative variables, frequency analysis and correlation of Pearson R^2 (Camacho 2008) was applied.

In the SPSS program (IBM 2013), a multivariate analysis of multiple correspondence with two-dimensional analysis was applied (Cuadras 2014). Cronbach alpha coefficient was obtained to establish sampling adequacy, according to variables sowing month, harvest month, type of seed, place of acquisition of seed, soil preparation, type of preparation, type of sowing, every how many years is renewed, control of pests and diseases, type of control, type of cutting, purpose of sugarcane production and buyer of production. Through a factorial analysis (Hair *et al.* 1999), the Kaiser Meyer Olkin (KMO) coefficient was determined to the variables farm area, area dedicated to cultivation, distance to the main road, distance to the production of nearby sugarcane, number of day wages/ha, permanent workers of the farm and hours of weekly work per person. The purpose of this methodology was to determine whether the sample size was adequate or not.

Results and Discussion

Results of the characteristics of the respondent (figure 2) showed that most farmers are between 31 and 70 years old (81.4%), 75.9% are male and 84.5 % identified themselves as mestizos. The 41.7% of them have dedicated between 11 and 30 years to sugarcane production and 66.1 % have primary instruction level. Among the other activities that are dedicated, tourism (19 %) and trade (10.3 %) are highlighted. Students (19 %) were also included. More than half of the respondents have, at least, three people who depend on the farmer (figure 3). In turn, most of them live alone or with a member of the family (42 % and 24 %), with a monthly income between 501 and 1,000 USD (53.5 %). Of the respondents, 23 % reported that their greatest income source depends on sugarcane. However, the highest percentage (34.5%) reported that from 26 to 50 % of their income come from sugarcane.

Regarding the characteristics of the farm (figure 4), the highest percentages of respondents reported farms

q = proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (para el caso en estudio 0.05) (1 - p).

d = nivel de precisión absoluta (+/- 0,05)

Para la realización de esta actividad se procedió a georreferenciar cada una de las encuestas realizadas en el área de estudio. Se consideró la base de datos de la Asociación de Cañicultores del Cantón Pastaza (ASOCAPA), que representa el mayor volumen de productores. Se aplicaron 53 encuestas en el cantón Pastaza, tres en Santa Clara y dos en Mera, elaboradas a partir de cuatro componentes: caracterización del productor, características socioeconómicas, de la propiedad y de la producción.

Los datos se ingresaron en una matriz de Excel y los valores numéricos se categorizaron en rangos. Entre las variables cuantitativas, se aplicó análisis de frecuencia y correlación de Pearson R^2 (Camacho 2008).

En el programa SPSS (IBM 2013) se aplicó un análisis multivariado de correspondencia múltiple con análisis bidimensional (Cuadras 2014). Se obtuvo el coeficiente de alfa de Cronbach para establecer la adecuación de muestreo, atendiendo a las variables mes de siembra, mes de cosecha, tipo de semilla, lugar de adquisición de la semilla, preparación del terreno, tipo de preparación, tipo de siembra, cada cuántos años se renueva, control de plagas y enfermedades, tipo de control, tipo de corte, fin de la producción de caña, comprador de la producción. Mediante un análisis factorial (Hair *et al.* 1999) se determinó el coeficiente de Kaiser Meyer Olkin (KMO) a las variables extensión de la finca, área dedicada al cultivo, distancia del carretero principal, distancia de la producción de caña próxima, número de jornales/ha, personas que trabajan permanentemente en la finca y horas de trabajo semanal por persona. Esta metodología tuvo como propósito determinar si el tamaño de la muestra era el adecuado.

Resultados y Discusión

Los resultados de las características del encuestado (figura 2) demostraron que la mayoría de los productores se encuentra en un rango de edad entre 31 y 70 años (81.4%). Es del sexo masculino (75.9 %) y se autoidentifica como mestizos (84.5 %). Han dedicado entre 11 y 30 años a la producción de caña (41.7 %) y tienen nivel instrucción primaria (66.1 %). Entre las otras actividades a las que se dedican se destacan el turismo (19 %) y el comercio (10,3 %). Se incluyeron, además, estudiantes (19 %). Más de la mitad de los encuestados tiene, por lo menos, tres personas que dependen del productor (figura 3). A su vez, la mayoría vive solo o con un integrante de la familia (42 % y 24 %), con un ingreso mensual entre 501 y 1 000 USD (53.5 %). De los encuestados, 23 % refirió que su mayor fuente de ingreso depende de la caña. Sin embargo, el mayor porcentaje (34.5 %) informó que de 26 a 50 % de sus ingresos provienen de la caña.

En lo que respecta a las características de la finca (figura 4), los mayores porcentajes de encuestados reportaron

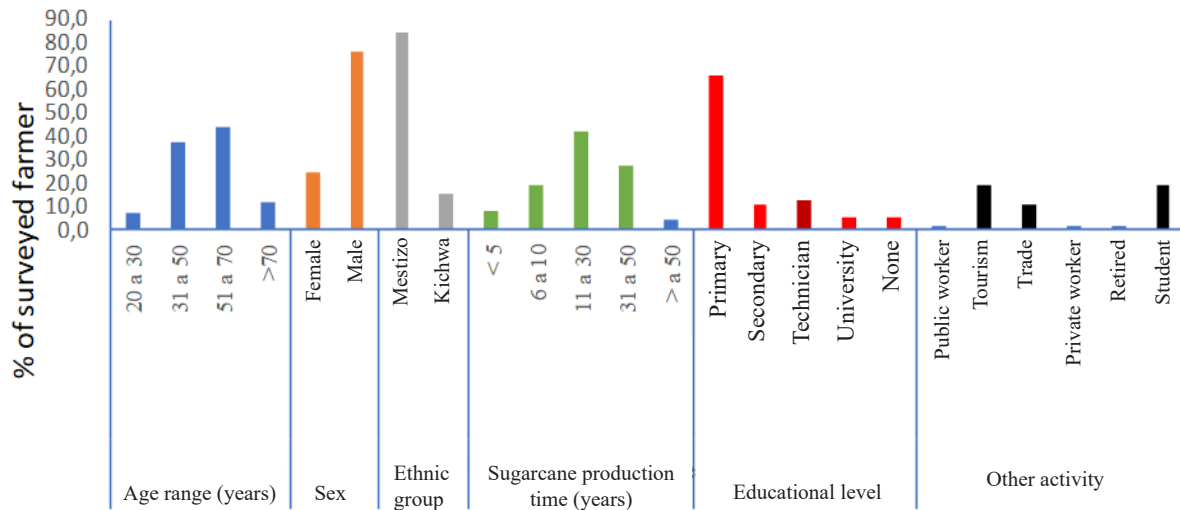


Figure 2. Characteristics of the surveyed farmers

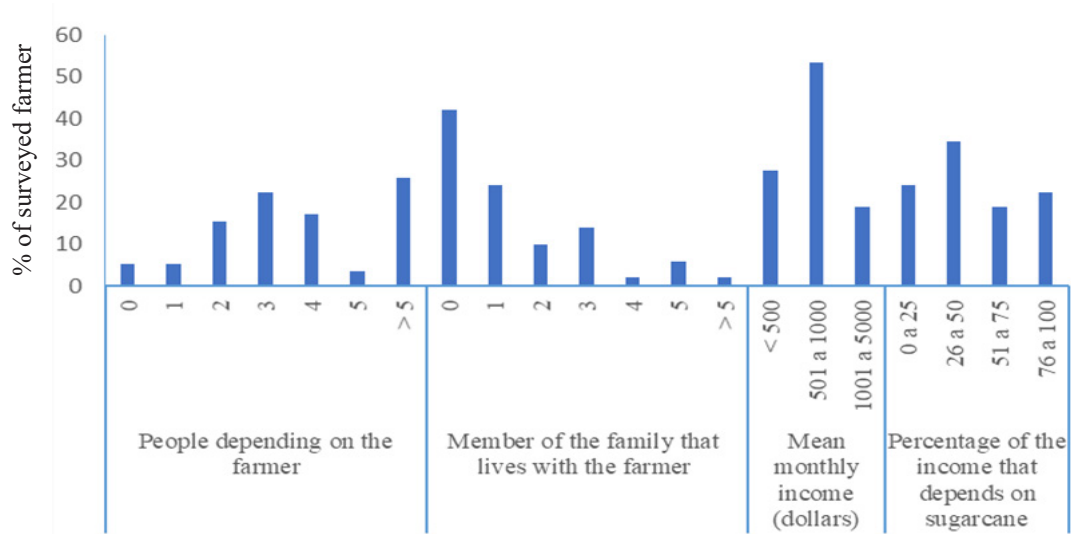


Figure 3. People depending on the farmer

with an area from 2 to 5 ha (39 %) and from 31 to 50 ha (20.4 %), which is also reflected in the area dedicated to cultivation, where 88.9 % referred from 2 to 5 ha of sugarcane. This extension of cultivation is also the one that is most frequently informed by farmers from Malacato parish, in Loja province, Ecuador (Iñiguez *et al.* 2018). In this region, the main production also focuses on panela and sugarcane rod. Likewise, the highest percentage of farmers alleged to be the owner of the land, a result that is very similar to 85% obtained in this study. Vargas *et al.* (2018) stated that the highest percentage of farms in Orellana province, Ecuador, has extensions between 11 and 50 ha. After them, there are farms with less than 10 ha, with topographic characteristics of a flat land (37.9 %) and wavy (44.8 %), surrounded by pasture (38.9 %), forest (22.2 %) and other crops (31.5 %).

As for access (figure 5), most of the farms have ballast (44.4 %) and asphalt (38.9 %) roads. Bagasse (59.5 %), as a byproduct of ground sugarcane, is used as a coverage for access to the culture area. More than half of the farms (72.6 %) have a distance of up to 500 m to the main road

fincas con una extensión de 2 a 5 ha (39 %) y de 31 a 50 ha (20.4%), lo que también se refleja en el área dedicada al cultivo, donde 88.9 % refirió de 2 a 5 ha de caña. Esta extensión de cultivo es también la que informan con mayor frecuencia productores de la parroquia Malacatos, en la provincia de Loja, Ecuador (Iñiguez *et al.* 2018). En esta región, la producción principal se enfoca también en la panela y la caña en pie. Asimismo, el mayor porcentaje de productores alegó tenencia propia de la tierra, resultado que es muy semejante al 85 % obtenido en este estudio. Vargas *et al.* (2018) manifestaron que el mayor porcentaje de fincas en la provincia de Orellana, Ecuador, presenta extensiones de 11 a 50 ha. Le siguen las fincas con extensión inferior a 10 ha, con características topográficas de un terreno plano (37.9 %) y ondulado (44.8 %), rodeado de pasto (38.9 %), bosque (22.2 %) y otros cultivos (31.5 %).

En cuanto al acceso (figura 5), la mayoría de las fincas tiene acceso de lastre (44.4 %) y asfalto (38.9 %). El bagazo (59.5 %), como subproducto de la caña molida, se utiliza como cobertura para el acceso al área de cultivo. Más de la mitad de las fincas (72.6 %) tiene una distancia de hasta 500 m del carretero principal y

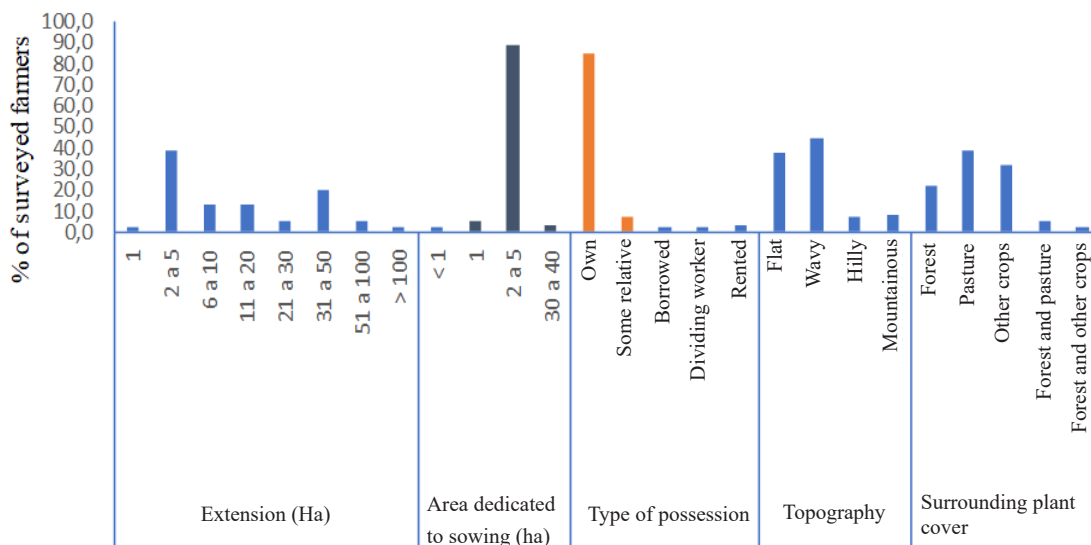


Figure 4. Characteristics of the farm

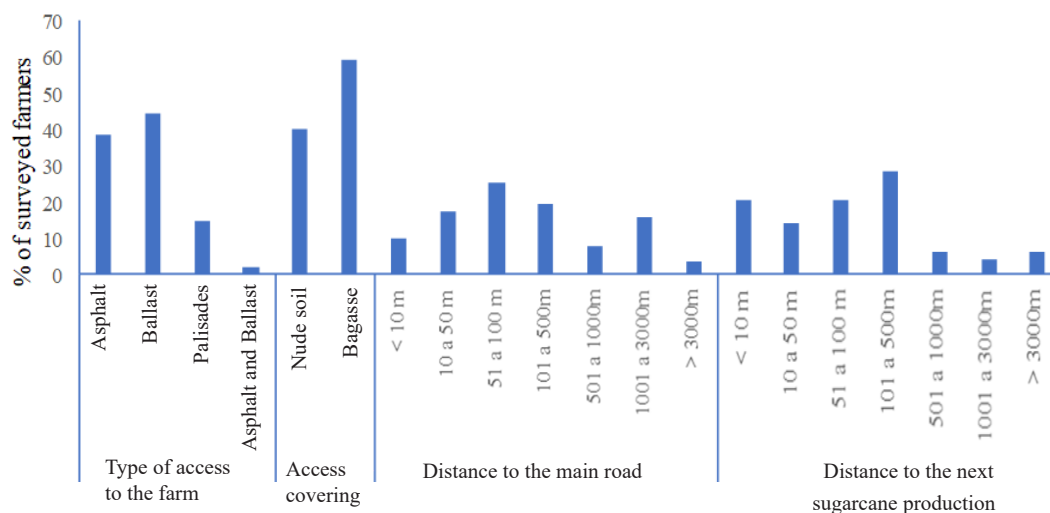


Figure 5. Access

and other sugarcane productions (83.7 %).

Regarding the preparation of soil and sowing (figure 6), more than 80 % perform soil preparation, and the most used methods were making holes with stakes (41.4 %) and with machete (34.5 %). Sowing is conventional or manual, and, in most cases, sowing

de otras producciones de caña (83.7 %).

En lo referente a la preparación del terreno y siembra (figura 6), más del 80 % realiza preparación del terreno, siendo más utilizado el hoyado con baliza (41.4 %) y el hoyado con machete (34.5 %). La siembra es convencional o manual, y en la mayoría no se lleva a cabo la renovación

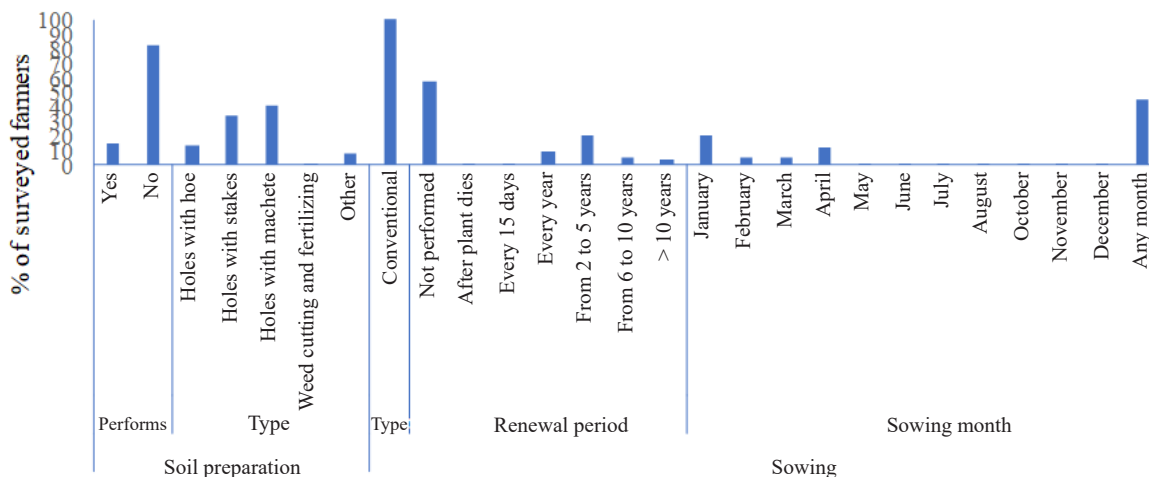


Figure 6. Production

renewal is not carried out. It is performed in January (20 %), although the majority refers to do it in any season (44.8 %).

The agricultural seed (figure 7) used by the 51.8% of surveyed farmers is Limeña variety. The traditional seed type (sugarcane top) is used for propagation, which is acquired in the same farm (43.5 %) or in farms of neighbors and relatives (34.8 %) of the farmer.

de la siembra. Se realiza en enero (20 %), aunque la mayoría refiere hacerla en cualquier época del año (44.8 %).

La semilla agrícola (figura 7) que utiliza 51.8 % de los encuestados es la variedad limeña. Se usa para la propagación el tipo de semilla tradicional (cogollo o parte superior del tallo), que se adquiere en la misma finca (43.5 %) o en fincas de vecinos y parientes (34.8 %) del productor.

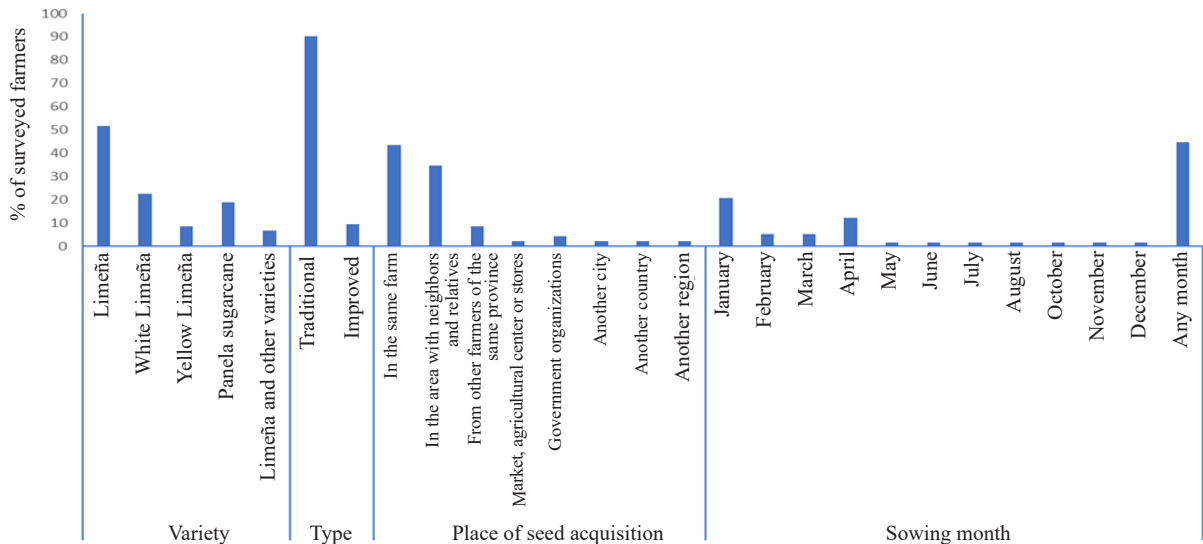


Figure 7. Seed characteristics

In responses to questions about crop management (figure 8), more than 50 % of respondents stated that they do not perform phytosanitary controls, and those who control, use agrochemicals (29 %), mainly. Those that do not practice it, alleged that it is due to lack of resources (12 %), and because pests do not generate significant damage (8.6 %). Most farmers apply fertilization (62.8 %). Those who do not use it, explain that it is also due to the absence of resources (15.4 %) and because the soil does not require it (9.6 %).

En las respuestas a interrogantes que tienen que ver con el manejo del cultivo (figura 8), más del 50 % de los encuestados afirmó que no realiza controles fitosanitarios, y aquellos que lo hacen utilizan agroquímicos (29 %), principalmente. Quienes no lo practican alegaron que es por falta de recursos (12 %), y porque la plaga no genera daños significativos (8.6 %). La mayoría de los productores aplica fertilización (62.8 %). Los que no la llevan a cabo explican que es también por ausencia de recursos (15.4 %) y porque el suelo no la requiere (9.6 %).

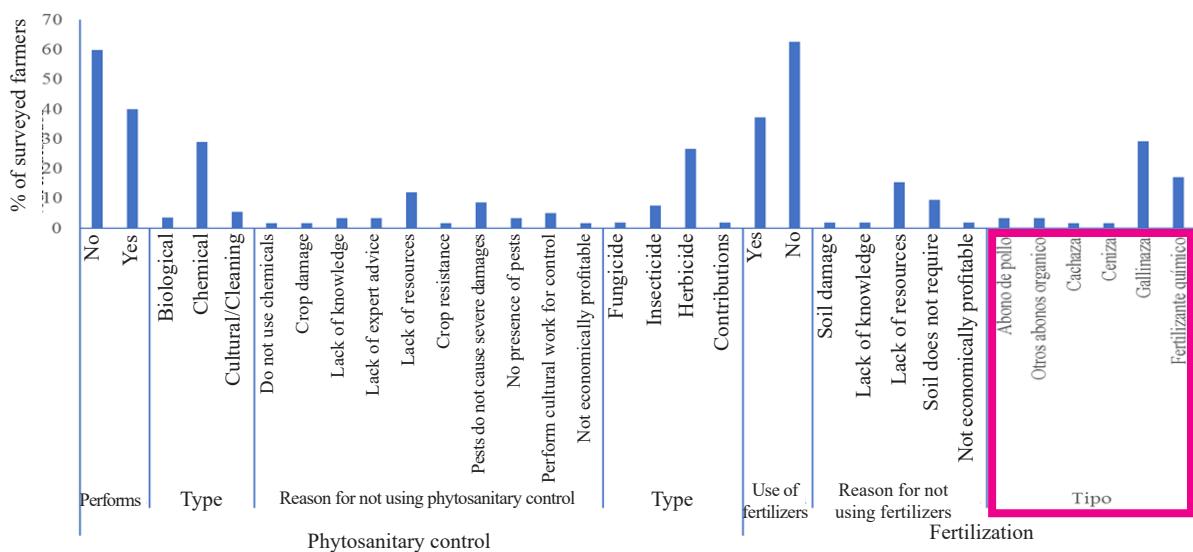


Figure 8. Crop

All farmers perform manual cut (figure 9), and more than half of the production is dedicated to the sale for panela production (51 %). The sale of fruit sugarcane follows (24 %). Local traders sold 42 % of production, and 95.5 % do not maintain contract for sale. As for the harvest season, April and any month were the most informed ones.

Todos los productores realizan corte manual (figura 9), y más de la mitad de la producción se dedica a la venta para la producción de panela (51 %). Le sigue la venta de caña fruta (24 %). A comerciantes locales se vende 42 % de la producción, y 95.5 % no mantiene contrato de venta. En cuanto a la época de cosecha, abril y cualquier mes fueron los que más se informaron.

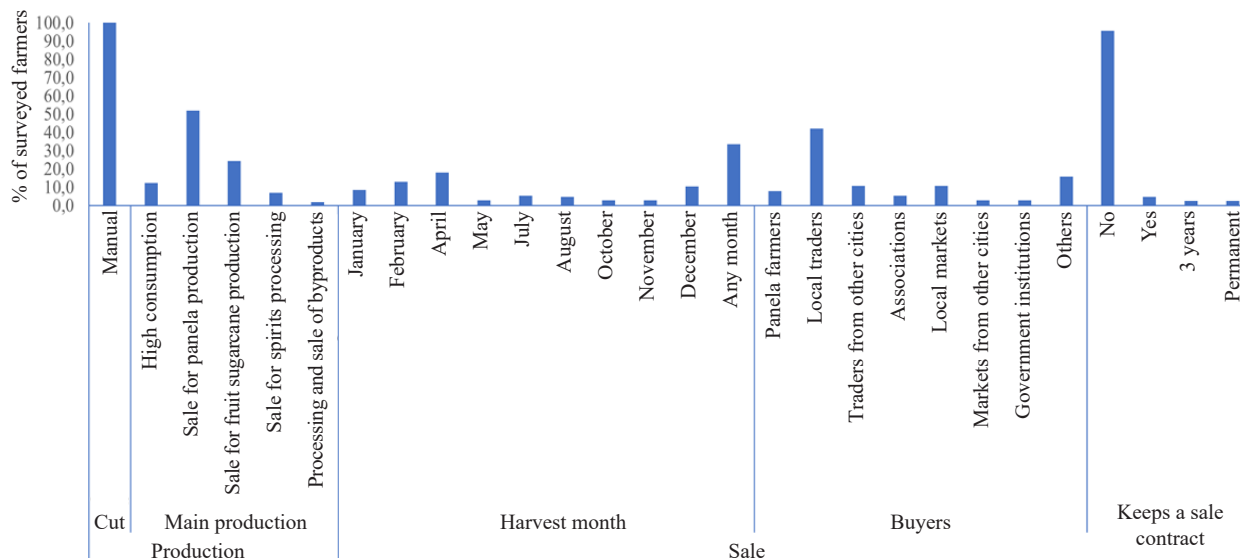


Figure 9. Harvest and sale

The highest percentage of farmers reported volumes from 1 to 5 m³/ha in sugarcane and panela production (table 1). In lower proportions, it was recorded from 1 and 6 to 10 m³/ha for fruit sugarcane, and from 21 to 30 m³/ha for panela. Martín and Pérez (2009) also reported this type of production. They only referred from 6 to 10 m³/ha for spirits. As for the sale, for sugarcane unit and for block panela unit, and a kilogram of granulated panela, the value of a dollar was recorded. For spirits, the highest percentage had a price inferior to one dollar per liter.

En la producción de caña y panela (tabla 1), el mayor porcentaje de productores informó volúmenes de 1 a 5 m³/ha. En menores proporciones, se registró de 1 y de 6 a 10 m³/ha para la caña fruta, y de 21 a 30 m³/ha para panela. Martín y Pérez (2009) también reportaron este tipo de producción. En el aguardiente, solo se refirieron de 6 a 10 m³/ha. En cuanto a la venta, para la unidad de caña, como para la unidad de panela en bloque, y kilogramo de panela granulada, se registró el valor de un dólar. Para el aguardiente, el mayor porcentaje tuvo

Table 1. Production and sale

	Range	% of farmers		
		Fruit sugarcane	Panela	Spirits
Production, m ³ /ha	< 1	5.5		
	1 to 5	25.3	10.4	1.8
	6 to 10	5.5	1.8	1.8
	11 to 20	1.8	1.8	
	21 to 30	3.6	8.6	1.8
	31 to 40	1.8	1.8	
	> 40	3.6	3.5	
	Does not produce with that purpose		32.0	28.0
Does not have a record of production		18.9	46.1	4.6
Sale Price in USD per unit (fruit sugarcane and panela in blocks), kg (granulated panela) and litter (spirits)	< 1	13.8		5.4
	1	34.5	31.0*	12.1**
	1.1 to 2		3.4*	6.9**
	>2		3.4*	1.8**

*panela in blocks

**granulated panela

As table 1 shows, productivity was low, if it is considered that, in the area, 1 m³ of fruit sugarcane is constituted by 400 stems. Therefore, the highest percentage of farmers, which produces from 1 to 5 m³/ha, reaches 20,000 stems. An amount of 40,000 stems/ha, on average, reaches the industrial productions of sugar mills (Cruz *et al.* 2013).

As for staff costs (table 2), the highest percentage of respondents estimated a price between 101 to 500 USD per hectare for the preparation stage (48.9 %) and sowing (46 %). In most farms, there is a permanent worker (30.8 %), and two people (32.7 %) spend from 5 to 8 h a week in the farm. Two wages are preferably used for cutting and hauling, at a cost from 101 to 500 USD/ha for cutting, and between 51 and 100 USD/ha for hauling. Regarding average costs per hectare, the preparation reported 1,032 USD/ha and 2,260 USD/ha for sowing. These two first values are considered only once in the life cycle of the crop, since it becomes perennial, without performing these tasks again in the same area. With regard to the daily cost of crop maintenance, 15.6 USD is reported as average, and 343.2 USD per month. Only one farmer referred to make mechanized haul and harvest, with costs of

un precio inferior a un dólar por litro.

Como muestra la tabla 1, la productividad fue baja, si se considera que, en la zona, 1 m³ de caña fruta lo constituyen 400 tallos. Por tanto, el mayor porcentaje de productores, que produce de 1 a 5 m³/ha, alcanza 20.000 tallos. Al nivel de las producciones industriales de ingenios azucareros llega, como promedio, a 40.000 tallos/ha (Cruz *et al.* 2013).

En cuanto a los costos del personal (tabla 2), el mayor porcentaje de encuestados estimó un precio entre 101 a 500 USD por hectárea para la etapa de preparación (48.9 %) y siembra (46 %). En la mayoría de fincas, trabaja permanentemente una persona (30.8 %), y dos personas (32.7 %) dedican a la finca de 5 a 8 h a la semana. En el corte y acarreo se utilizan preferentemente dos jornales, con un costo de 101 a 500 USD/ha para el corte, y de 51 a 100 USD/ha para el acarreo. En cuanto a los costos promedio por hectárea, la preparación reportó 1 032 USD/ha y la siembra 2 260 USD/ha. Se consideran estos dos primeros valores una sola vez en el ciclo de vida del cultivo, ya que este se hace perenne, sin que se vuelvan a realizar estas labores en la misma área. En lo que respecta al costo diario de mantenimiento del cultivo, se informa 15.6 USD como promedio, y 343.2 USD mensuales. Solo un productor refirió realizar cosecha

Table 2. Human resources

		Cost				
		Production		Cutting and hauling		
		Cost (USD)	Percentage of surveyed farmers	Cost (USD)	Percentage of surveyed farmers	
Preparation (ha)	< 100		17.0	Cutting	without cost	3.9
	101 to 500		48.9		< 20	7.8
	501 to 1000		10.6		20 to 50	13.7
	1001 to 3000		14.9		51 to 100	17.6
Sowing/ha	> 3000		8.5	101 to 500	56.9	
	< 100		8.0	>500	3.9	
	101 to 500		46.0	Hauling	without cost	4.3
	501 to 1000		16.0		>20	19.6
1001 to 5000		24.0	20 to 50		23.9	
Daily work	>5000		6.0	51 to 100	37.0	
	Up to 10 USD		13.2	101 to 500	15.2	
	11 to 20		79.3			
	21 to 30		7.6			
Staff						
Permanent workers	Percentage of surveyed farmers	Hours of work per person, per week	Percentage of surveyed farmers	Number of wages /ha cutting and hauling	Percentage of surveyed farmers	
1	30.8	4 hours	3.7	1	17.4	
2	32.7	5 to 8	50	2	26.1	
3	17.3	9 to 16	9.3	3	17.4	
4	7.7	30 to 40	24.1	4	15.2	
5	3.9	>50	8.5	5	8.7	
6 to 10	3.9			6 to 10	6.5	
>10	3.9			>10	8.7	

30 and 20 USD/ha, respectively. Manual harvest and hauling registered an average cost of 215 USD/ha and 83.7 USD/ha, respectively.

Regarding machinery and equipment (table 3), the highest percentage of respondents reported having 1 and 2 manual fumigation pumps, 22.4 % each. Costs between 51 and 100 USD were recorded, with average cost of 62 USD. Only a 13.8 % informed having a motor fumigation pump.

y acarreo mecanizado, con costos de 30 y 20 UDS/ha, respectivamente. La cosecha manual registró un costo promedio de 215 USD/ha, y el acarreo 83.7 USD/ha

En lo referido a maquinaria y equipos (tabla 3), el mayor porcentaje de encuestados informó tener 1 y 2 bombas de fumigación manual, cada uno con 22.4 %. Se registraron costos de 51 a 100 USD, con costo promedio de 62 USD. Un 13.8 % dijo tener una bomba de fumigación a motor.

Table 3. Tools, equipment and machinery

ITEM	Amount	Percentage of farmers that reported	Cost (USD)	Percentage of farmers that reported	ITEM	Amount	Percentage of farmers that reported	Cost (USD)	Percentage of farmers that reported
Manual pump	1	22.4	10 to 20	6.9	Tools	1	9.3	<10	18.6
	2	22.4	21 to 30	13.8		2	9.3	11 to 20	16.3
	3	5.2	31 to 50	8.6		3	30.2	21 to 30	14
	5	3.4	51 to 100	20.7		4	9.3	31 to 50	14
	<10	1.7	>100	5.2		5	7.0	51 to 100	16.3
Motor pump	1	13.8	<100	6.8	6 a 10	23.3	101 to 500	11.6	
	3	1.7	100 to 500	3.4	11 to 20	9.3	501 to 1,000	9.3	
	5	1.7	501 to 1,000	3.4	> 20	2.3			
Stationary pump	20	1.7	> 1,000	5.2	1	6.9	< 100	1.7	
	1	6.9	<100	1.7	Boiling pan	2	1.7	500 to 1,000	5.2
	3	1.7	101 to 500	5.2		3	5.2		
	4	1.7	501 to 1,000	1.7		4	5.2	1,001 to 5,000	15.5
Sugar mill			>1,000	1.7	5	6.9			
	1	27.6	> 100	1.7	1	8.6	6,000	1.7	
			500 to 1,000	6.8			10,000 to 15,000	5.2	
			1,001 to 5,000	13.8	Truck	2	1.7	15,001 to 20,000	3.4
2	1.7	10,000	3.4						
		20,000	1.7						
		80,000	1.7			30,000	1.7		

Out of the surveyed farmers, 6.8 % have invested less than 100 USD in motor pumps. The 5.2 % has spent more than 1,000 USD in motor pumps, with average cost of 936 USD. Of the farmers, 6.9 % said having a stationary pump, with investment from 101 to 500 USD. The 8.6 % of the farmers have a truck, with a value range between 10,000 and 15,000 USD and average cost of 13,574 USD. The 27 % have a sugar mill, with a value between 1,001 and 5,000 USD, with a general average cost of 9,175 USD. For panela manufacturing, farmers have from one to five boiling pans. The largest investment range in this field is from 1,001 to 5 000 USD, and an average of 2,460 USD is invested in boiling pans.

Regarding tools, the machete was the most used, and farmers reported three tools with the highest percentage. With an investment cost from less than 10 and up to 100

De los encuestados, 6.8 % ha realizado inversiones menores de 100 USD en bombas a motor. El 5.2 % ha invertido más de 1 000 USD en bombas a motor, con costo promedio de 936 USD. De los productores, 6.9 % dijo tener una bomba estacionaria, con inversión de 101 a 500 USD. Tiene camión 8.6 %, con un rango de valor de 10 000 a 15 000 USD y costo promedio de 13 574 USD. El 27 % cuenta con un trapiche, con valor de 1 001 a 5 000 USD, con costo promedio general de 9 175 USD. Para la fabricación de panela, los productores disponen de una a cinco pailas. El mayor rango de inversión en este rubro es de 1 001 a 5 000 USD, y se invierte, como promedio, 2 460 USD en pailas.

En herramientas, la más utilizada fue el machete, y los productores reportaron como mayor porcentaje tres herramientas. Con un costo de inversión entre menos de 10 y hasta 100 USD, se incluyeron de seis a diez

USD, between six and ten tools were included. The cost of land hectare without improvements (figure 10) ranged, mostly, between 1,001 and 5,000 USD, and from 20, 001 to 30,000 USD, with a mean of 18,755 USD.

herramientas. El costo de la hectárea de terreno sin mejoras (figura 10) osciló, en su mayoría, de 1 001 a 5 000 USD, y de 20 001 a 30 000 USD, con media de 18 755 USD.

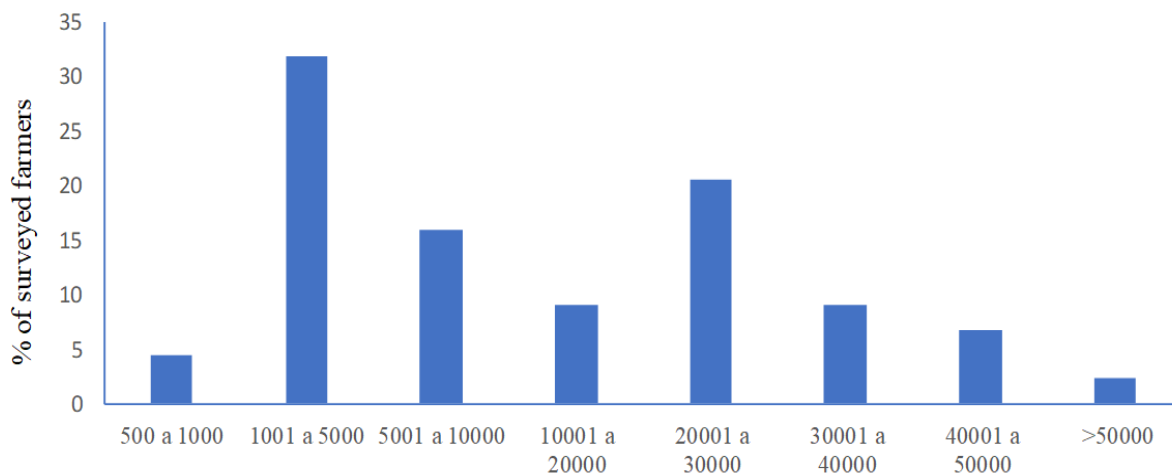


Figure 10. Cost of field hectare without improvements

Table 4 shows the costs of fertilization and phytosanitary controls, where the most used items are insecticides, with cost range of 11 to 15 USD/ha (5.7 %) and an average value of herbicides with less than 5 USD/ha (13.3 %). In chemical fertilizers, the highest percentage of respondents indicated to spend between 40.1 and 50 USD/ha (5.7 %), and, in biological fertilizers, between 101 and 50 USD/ha (11.9 %). For phytosanitary, application costs had higher percentages,

La tabla 4 muestra los costos de los controles fitosanitarios y fertilización, donde los rubros más utilizados son insecticidas, con rango de costo de 11 a 15 USD/ha (5.7 %) y un valor promedio de herbicidas con costo menor de 5 USD/ha (13.3 %). En fertilizantes químicos, el mayor porcentaje de los encuestados indicó gastar entre 40.1 y 50 USD/ha (5.7 %), y en biológicos entre 101 y 50 USD/ha (11.9 %). Para los fitosanitarios, los costos de aplicación tuvieron mayores porcentajes,

Table 4. Fertilization and phytosanitary controls

	Cost of product USD/ha	Percentage of surveyed farmers	Mean cost, USD	Application cost, USD/ha	Percentage of surveyed farmers	Mean cost, USD	
Phytosanitary	Fungicides	5	0.69	0	1.9	3.4	
	Insecticides	< 10	1.9	2.61	1 to 5	3.4	1.7
		11 to 15	5.7		6 to 10	1.9	
	Herbicides	< 5	13.3	5.9	11 to 20	6.9	3.4
		6 to 10	5.7		21 to 30	5.2	
		11 to 20	1.9		31 to 50	3.4	
		21 to 30	1.9		51 to 100	3.4	
		50 to 90	1.9				
	>100	1.9		> 100	3.4	0.0	
Coadjuvant	1.31	1.9	0.35				
Fertilizer	Chemical	> 5	19.2	0	98.3	10.8	
		5.1 to 10		3.8			
		10.1 to 20		1.9	140		1.9
		40.1 to 50		5.7			
	Biological	<1	1.9	122	0	8.5	28.0
		1 to 5	1.9		<1	3.4	
		5.1 to 10	3.4		1 to 5	3.4	
		11 to 50	1.9				
	51 to 100	1.9		11 to 50	10.2		
	101 to 500	11.9					
	> 500	3.4					

with reports between 11 and 30 USD/ha. Meanwhile, in chemical fertilizers, 98 % of farmers did not consider application cost. In the biological fertilizers, the range between 11 to 50 USD/ha was the most informed.

KMO test resulted in a value of 0.772, which is considered as adequate (Cuadras 2014), with which the used sample size is justified. The principal component analysis (table 5), carried out with the characteristics of the property and production costs, showed the formation of a single component in the explained total variance, with eigenvalues superior to the unit, which reports 54.4 % of variance. In turn, the matrix of components (table 6) showed that the main factors that influenced on the variance of the survey were property extension and sowing area.

con informes entre 11 y 30 USD/ha. Mientras, en los fertilizantes químicos, 98 % de los productores no consideró costo de aplicación. En los biológicos, el rango de 11 a 50 USD/ha fue el más informado.

La prueba de KMO resultó en un valor de 0.772, que se considera adecuado (Cuadras 2014), con lo que se justifica el tamaño de muestra utilizado. El análisis de componentes principales (tabla 5), realizado con las características de la propiedad y costos de producción, mostró en la varianza total explicada la formación de un solo componente, con valores propios superiores a la unidad, que informa 54.4 % de varianza. A su vez, la matriz de componentes (tabla 6) evidenció que los principales factores que influyeron en la varianza de las encuestas fueron la extensión de la propiedad y el área dedicada al cultivo.

Table 5. Total variance explained in the analysis of principal components

Component	Initial values			Squares of the sums of load extraction		
	Total	Variance percentage	Accumulated percentage	Total	Variance percentage	Accumulated percentage
1	3.807	54.38	54.38	3.81	54.38	54.38
2	0.999	14.28	68.66			
3	0.771	11.01	79.67			
4	0.696	9.95	89.62			
5	0.435	6.21	95.83			
6	0.163	2.33	98.163			
7	0.129	1.834	100.00			

Extraction method: analysis of principal components

Table 6. Matrix of components

Parameter	Component
Property extension	0.934
Area dedicated to sowing	0.908
Distance to the main road	0.739
Distance to the nearby sugarcane production	0.833
Number of wages for cutting/ha	0.534
Number of permanent workers	0.711
Labor hours per person, per week	-0.282

The correlation coefficient (table 7) shows that farm extension was the variable with more significant correlations for 0.01, with the area dedicated to sowing, distance to the main road and distance to the nearby sugarcane production, number of wages for cutting/ha and number of permanent workers, and for 0.05 with the cost of cut. The area dedicated to sowing also expressed correlations at 0.01, with the distance to the main road, distance to the nearby sugarcane production, cost of sowing/ha and number of wages /ha. The distance to the main road showed correlation of 0.01, with the distance to the nearby sugarcane production and number of wages for cutting/ha. Panela production in m³/ha had correlation at 0.05, with hauling cost and number of labor hours per person, per week.

El coeficiente de correlación (tabla 7) muestra que la extensión de la finca fue la variable que dejó ver mayor cantidad de correlaciones significativas para 0.01, con el área dedicada a cultivo, distancia al carretero principal y distancia a la producción de caña próxima, número de jornales para corte/ha y número de personas que trabajan permanentemente, y para 0.05 con el costo del corte. El área dedicada al cultivo también expresó correlaciones al 0.01 con la distancia al carretero principal, distancia a la producción de caña próxima, costo de siembra/ha y número de jornales /ha. La distancia al carretero principal mostró correlación al 0.01, con la distancia a la producción de caña próxima y número de jornales para corte/ha. La producción de panela en m³/ha tuvo correlación al 0.05, con el costo de acarreo

Table 7. Correlation coefficient

	Area dedicated to sowing	Distance to the main road	Distance to the nearby sugarcane production	Sowing cost USD/ha	Number of wages for cutting/ha	Cutting cost/ha	Hauling cost	Permanent workers	Panela m ³ /ha	Fruit sugarcane m ³ /ha
Extension, ha	0.54**	0.64**	0.57**	0.17	0.53**	0.36*	0.13	0.48**	0.37	0.08
Area dedicated to sowing, ha		0.61**	0.74**	0.72**	0.49**	0.04	-0.08	0.27	-0.16	0.27
Distance to the main road			0.46**	-0.11	0.44**	0.13	0.17	0.27	0.43	-0.19
Distance to the nearby sugarcane production				0.30	0.24	-0.13	-0.07	0.44**	0.09	-0.02
Soil preparation cost					0.17	0.31*	0.33*	-0.06	-0.20	-0.13
Hauling cost								0.16	0.55*	0.18
Labor hours per person, per week									0.52*	-0.09
Panela production, m ³ /ha										0.78*

** . Correlation is significant at level 0.01 (2 lines)

* . Correlation is significant at level 0.05 (2 lines)

The analysis of reduction of dimensions in the total two-dimensional model, which analyzed the qualitative variables related to cultivation and marketing, reported a Cronbach Alpha coefficient of 0.9, which indicates good internal consistency of the survey (González and Pazmiño 2015 and Oviedo and Campo 2005). As for the respondents, the dimensional reduction analysis (figure 11) showed the formation of a concentric grouping, and a second more dispersed formation, except one respondent, who was not included in the two previously mentioned groups. Out of the evaluated variables, the centroid was placed in the question to the buyer of the production, being this the one with the lowest variability.

y número de horas de trabajo por persona a la semana.

El análisis de reducción de dimensiones en el modelo bidimensional total, donde se analizaron las variables cualitativas, relacionadas con el cultivo y comercialización, informó coeficiente alfa de Cronbach de 0.9, lo que indica buena consistencia interna de la encuesta (González y Pazmiño 2015 y Oviedo y Campo 2005). En cuanto a los encuestados, el análisis de reducción de dimensiones (figura 11) dejó ver la formación de una agrupación concéntrica, y una segunda más dispersa, con excepción de un encuestado, que se encontró fuera de las dos agrupaciones citadas. De las variables evaluadas, el centroide se ubicó en la pregunta a quién se vende la producción, siendo esta la que dejó ver menor variabilidad.

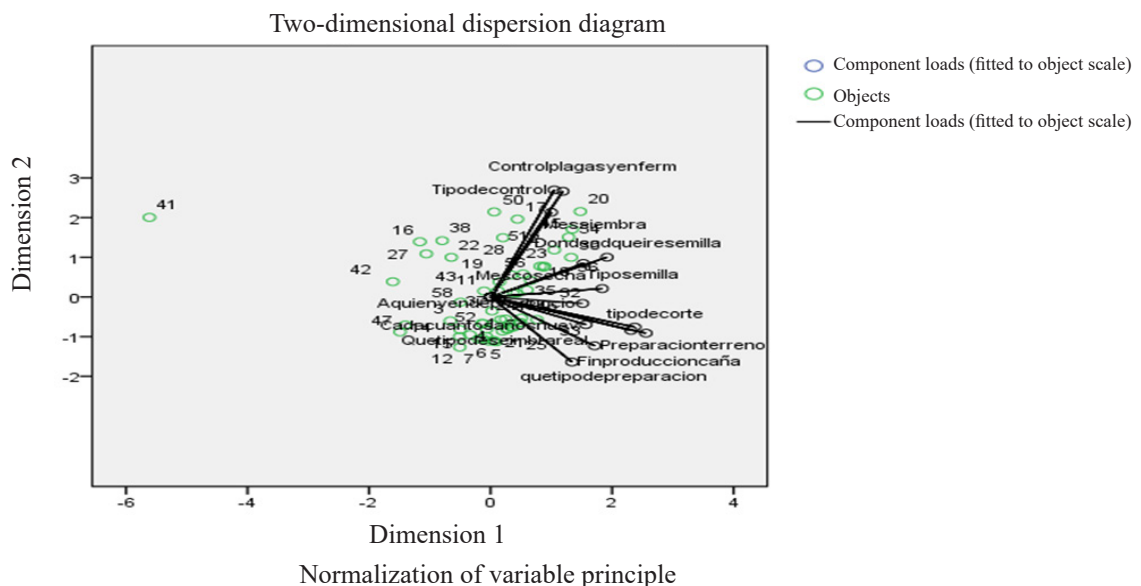


Figure 11. Analysis of dimension reduction

Conclusions

In sugarcane production, there is a predominance of mestizo farmers with primary instruction, which have, in the majority, more than ten years dedicated to production, although this is not their main income source.

Manual labors predominate in production, and investment costs in tools do not exceed 100 USD.

Properties have extensions of up to 5 ha, also intended for sowing. For the most part, they are located at a distance of 500 m with respect to the main road and to other productions.

The culture is sown only once, without renewal being carried out. It focuses, mainly, in the production of fruit sugarcane and panela. Less than 30% of farmers have the required equipment for panela processing and for its transportation.

Most farmers do not carry out phytosanitary controls. The use of herbicides and biological fertilizers stands out. The product is mainly sold to local merchants.

Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interests among them

Author's contribution

S. B. Valle: Original Idea, experimental design, data analyses, writing the manuscript

Bélgica D. Yaguache: Data analyses

W. O. Caicedo: Experimental design

Jessica F. Toscano: Data analyses

Diana M. Yucailla: Data analyses

R. V. Abril: Experimental design, data analyses, statistical analyses, writing the manuscript

Conclusiones

En la producción de caña existe predominio de productores mestizos con instrucción primaria, que en su mayoría tienen más de diez años dedicados a la producción, aunque esta no es su principal fuente de ingresos.

Predominan las labores manuales en la producción, y los costos de inversión en herramientas no sobrepasan los 100 USD.

Las propiedades tienen extensiones de hasta 5 ha, también destinadas al cultivo. En su mayoría, se encuentran a una distancia de 500 m con respecto a la carretera principal y a otras producciones.

El cultivo se planta una sola vez, sin que se realice renovación. Se enfoca, principalmente, en la producción de caña fruta y panela. Menos del 30 % de los productores tiene el equipamiento requerido para el procesamiento de la panela y para su transporte.

En su mayoría, los productores no realizan controles fitosanitarios. Se destaca el uso de herbicidas y abonos biológicos. El producto se vende, principalmente, a comerciantes locales.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

S. B. Valle: Idea Original, diseño de experimento, toma de datos, elaboración de manuscrito

Bélgica D. Yaguache: Toma de datos

W. O. Caicedo: Diseño del experimento

Jessica F. Toscano: Toma de datos

Diana M. Yucailla: toma de datos

Ricardo V. Abril: Diseño del experimento, análisis de datos, procesamiento estadístico y redacción del documento

References

- Abril, R. 2016. Prospección y caracterización de plantas con diferentes usos en explotaciones agropecuarias de la provincia Pastaza, Ecuador. PhD Thesis. Universidad Agraria de la Habana, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
- Aguilar, S. 2005. "Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud". *Salud en Tabasco*, 11(1-2): 333-338, ISSN: 1405-2091.
- Camacho, J. 2008. "Asociación entre variables cuantitativas: análisis de correlación". *Acta Médica Costarricense*, 50(2): 94-96, ISSN: 0001-6002.
- Cruz, R., Palomeque, D., Núñez, O. & Sapans, O. 2013. Desempeño de la caña de azúcar bajo diferentes distancias de Siembra que mejoran el tráfico dentro del cultivo. *Memorias III Congreso AETA (Septiembre 18-20)*. Guayaquil, Ecuador.
- Cuadras, C. 2014. Nuevos métodos de análisis multivariante. Ed. CMC Editions. Barcelona, España, p. 304.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza (GADPPz). 2014. Plan de desarrollo de la provincia de Pastaza. Available: <http://www.pastaza.gob.ec/pastaza>.
- González-Alonso, J. & Pazmiño-Santacruz, M. 2015. "Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert". *Revista Publicando*, 2(1): 62-67, ISSN: 1390-9304.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. & Black, W. 1999. *Análisis Factorial*. In: *Análisis Multivariante*. 5th Ed. Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. & Black, W. (eds). Ed. Pearson Prentice-Hall Iberia. Madrid, España, pp. 79-122, ISBN: 84-8322-035-0.
- IBM (International Business Machine). 2013. *SPSS Statistics for Windows, Version 22.0*. Armonk, New York, U.S.A.
- Íñiguez, A., Valle, L., González, M. & Ochoa, W. 2018. "Análisis de la rentabilidad de la producción de caña de azúcar y sus derivados. Caso productores rurales de la parroquia de Malacatos-Loja, Ecuador". *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 7(2): 65-76, ISSN: 1390-5600.
- Martín, N.J. & Pérez, G. 2009. "Evaluación agroproductiva de cuatro sectores de la provincia de Pastaza en la Amazonía ecuatoriana". *Cultivos Tropicales*, 30(1), ISSN: 1819-4087.
- Murcia, M. & Ramírez, J. 2017. "Reconversión del sistema regional de producción de semilla de caña para la agroindustria panelera en Boyacá y Santander". *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 18(1): 75-87, ISSN: 2500-5308, DOI: <https://doi.org/>

- org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:559.
- Oviedo, H. & Campo, A. 2005. "Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach". Revista Colombiana de Psiquiatría, 34(4): 572-580, ISSN: 0034-7450.
- Pérez, J. & Rappo, S. 2016. Opciones de política ambiental para garantizar la sustentabilidad de la agroindustria azucarera en Puebla, México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 13(2): 193-216, ISSN: 1870-5472
- Prado-Pérez de Corcho, R., Herrera-Suárez, M., Ramírez-Moreira, K.R., Lucas-Grzelczyk, M. M., Jarre-Cedeño, C. & Pérez de Corcho-Fuentes, J. 2018. "Factores limitantes para la mecanización de la caña de azúcar en la provincia Manabí, Ecuador". Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 27(4): 1-11, ISSN: 2071-0054.
- Quezada-Moreno, W., Gallardo-Aguilar, I. & Quezada-Torres, W. 2015. "Temperatura y concentración del jugo de caña según pisos climáticos en Ecuador". ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 49(1): 17-2, ISSN: 0138-6204.
- Ramírez, J., Insuasty, O. & Viveros, C. A. 2014. "Comportamiento agroindustrial de diez variedades de caña de azúcar para producción de panela en Santander, Colombia". Ciencia & Tecnología Agropecuaria, 15(2): 183-195, ISSN: 2500-5308, DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol15_num2_art:358.
- Valle, S., Iparraquirre, M., Puertas, A., Rodríguez, S., Fiallos, A., Hidalgo, L. & Miranda, I. 2015. "Evaluación de dos métodos de monitoreo de *Mahanarva andigena* Jacobi en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*, híbrido) en la provincia de Pastaza, Ecuador". Revista de Protección Vegetal, 30(3): 185-192, ISSN: 2224-4697.
- Valle, S. 2015. Particularidades bioecológicas de *Mahanarva andigena* (Jacobi) como base para el manejo con *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin en la caña de azúcar *Saccharum spp.* híbrido en Pastaza, Ecuador. Ed. Universitaria, Available: <http://eduniv.reduniv.edu.cu/index.php?page=13&id=283&db=1>, p. 121.
- Vargas, Y., Prado, J., Nicolalde, J., Casanoves, F., Virginio, E. & Viera, W. 2018. "Caracterización y rol de los frutales amazónicos en fincas familiares en las provincias de Sucumbios y Orellana (Ecuador)". Ciencia & Tecnología Agropecuaria, 19(3): 485-499, ISSN: 2500-5308, DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num3_art:812.

Received: September 11, 2020

Accepted: March 22, 2021