



## EVALUACIONES EN LA INGENIERÍA AGRÍCOLA *EVALUATIONS IN AGRICULTURAL ENGINEERING*



<https://eqrcode.co/a/ytJ0Fr>

ORIGINAL ARTICLE | ARTÍCULO ORIGINAL

# Economic–Technical Evaluation of Banana Pulp Processing Plant in El Oro Province, Ecuador

## *Evaluación técnico-económica de planta procesadora de pulpa de banano en la provincia El Oro, Ecuador*

Ing. Cristhian Andrés Encalada-Sanmartin, MSc. Segress García-Hevia

Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador.

**ABSTRACT.** The objective of this study is to carry out an economic evaluation on the implementation of a pulp processing plant, as a sustainable alternative for the San Martín Cuenca (INSANC) company in the Las Cañas sector in Machala. The primary information was collected through the bibliographic review available on the pulp production process, based on an economic profitability analysis. For this, observation and interview techniques were used. For the economic evaluation, the costs that will affect the implementation of a banana pulp processing plant in the study area were determined. As main results, it was obtained that the main activities for the process of obtaining frozen pulp are reception and selection of the fruit, peeling and chopping, pulping, pasteurization, packaging, sealing and labeling and cold storage. Total variable costs are more than double the value of fixed costs, resulting in a total cost of production of \$ 562,519.56. The frozen banana pulp production process for the INSANC enterprise has a profitability of 24.38%, with a value of the cost / weight indicator of 0.80 USD.

**Keywords:** economic evaluation, profitability, cost / weight, frozen pulp.

**RESUMEN.** El presente estudio tiene como objetivo realizar una evaluación económica sobre la implementación de una planta procesadora de pulpa, como alternativa sostenible para la empresa Inversiones San Martín Cuenca (INSANC) del sector Las Cañas en Machala. Se recopiló la información primaria a través de la revisión bibliográfica disponible sobre el proceso de producción de pulpa, partiendo de un análisis económico de rentabilidad. Para ello se utilizó las técnicas de observación y entrevistas. Para la evaluación económica se determinaron los costos que incidirán en la implementación de una planta procesadora de pulpa de banano en el área de estudio. Como principales resultados se obtuvo que las principales actividades para el proceso de obtención de pulpa congelada son recepción y selección del fruto, pelado y troceado, despulpado, pasteurización, empaque, sellado y etiquetado y almacenamiento en frío. Los costos variables totales alcanzan más del doble del valor de los costos fijos, lo que resulta en un costo total de producción de 562519,56 USD. El proceso de producción de pulpa de banano congelada para la empresa INSANC, tiene una rentabilidad de 24,38%, con un valor del indicador costo/peso de 0,80 USD.

**Palabras clave:** evaluación económica, rentabilidad, costo/peso, pulpa congelada

### INTRODUCTION

Ecuador is the largest producer and exporter of bananas in the world and its international presence is increasing, with an annual average of foreign sales of close to six million metric tons sold in the different continents (León *et al.*, 2018).

### INTRODUCCIÓN

Ecuador es el mayor productor y exportador de banano del mundo y su presencia internacional va en aumento, con un promedio anual de ventas extranjeras cerca de seis millones de toneladas métricas comercializadas en los diferentes continentes (León *et al.*, 2018).

<sup>1</sup> Author for correspondence: Cristhian Andrés Encalada-Sanmartin -mail: encaladasanmartinca@gmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0156-2932>

Received: 25/02/2021.

Approved: 20/09/2021.

A market study at the local and regional level provides information about prices, purchasing preferences, presentations and other aspects of the market. Thanks to its nutritional properties, bananas are a basic product of the family basket, consumed by children, youth and adults in a variety of preparations. The production of this fruit has been studied by various authors Capa *et al.* (2016) & Castricini *et al.* (2017)

According to INEC- Ecuador (2020) the area planted with bananas nationwide was 190,381 hectares. The El Oro province reached a production of 1,649 t. Standing out as the third most productive province in the country, contributing 25.05% with respect to the national production of this crop. It is in the same position in the contribution of total planted area (24.06%). Being the Cavendish variety one of those that offers greater resistance to diseases, this fruit is available throughout the year (Vargas, 2018).

Canales (2015), states that the traditional world consumption of bananas has been in its natural state, that is, fresh fruit. However, in recent years trends are developing to also consume processed banana products, so much so that now we can find the pulp in juices, jams, jellies, flour, dehydrated banana, puree, banana chips, others, consumed with higher frequency. In Ecuador, processed bananas are not having the importance they deserve, since, of the total export of bananas, only 18% corresponds to processed products (Morales, 2013).

Pineda (2003), describes that one of the characteristics of fruit and vegetable products is their perishable nature, either due to endogenous causes (enzymatic reactions) or due to exogenous causes (physical-chemical agents), which confers a limited useful life. To prevent this problem, processes were developed that allow to achieve a longer period of use of the same, one of these alternatives is the extraction of fruit pulp and then preserve them by freezing, this method, mainly allows to extend the useful life of the product.

The pulp is the pasty product, not diluted, neither concentrated, nor fermented, obtained by the disintegration and sieving of the edible fraction of fresh, healthy, ripe and clean fruits (NTC 404, 1998).

An industrial process only has market stability and commercialization prospects if its economic aspect is favorable, so it must be technically legitimate and economically attractive (Turton *et al.*, 2018). Profitability is one of the most relevant indicators to measure the success of a business. His concept has taken different forms and has been used in different ways. According to Moina & Torres (2015), they declare that profitability is the percentage relationship expected or obtained between the capital invested and the net returns on the investment.

Expenses are expenditures in which the enterprise incurs and that results in capital decreases, within the expenses there are two large groups that are: the cost of the product, that is, the cost of the item to be manufactured in the case of an enterprise industrial and the rest of the expenses that the enterprise necessarily has to incur to fulfill the operations process (Santiesteban *et al.*, 2011).

Un estudio de mercados a nivel local y regional brinda información acerca de precios, preferencias de compra, presentaciones y demás aspectos del mercado. El banano, gracias a sus propiedades nutritivas es un producto básico de la canasta familiar, consumido por niños, jóvenes y adultos en variedad de preparaciones. La producción de esta fruta ha sido estudiada por diversos autores Capa *et al.* (2016) & Castricini *et al.* (2017).

Según INEC- Ecuador (2020), en el 2019 la superficie plantada de banano a nivel nacional fue de 190381 hectáreas. La provincia El Oro alcanzó una producción de 1 649 t. Destacándose como la tercera provincia más productiva del país, aportando el 25,05% respecto a la producción nacional de este cultivo. En la misma posición se encuentra en el aporte de superficie plantada total (24,06%). Siendo la variedad Cavendish una de las que ofrece mayor resistencia a las enfermedades, estando esta fruta disponible durante todo el año (Vargas, 2018).

Plantea Canales (2015), que el consumo tradicional mundial del banano ha sido en su estado natural, es decir, la fruta fresca. Sin embargo, en los últimos años se están desarrollando tendencias por consumir también productos procesados del banano, tal es así que ahora podemos encontrar la pulpa en jugos, mermeladas, jaleas, harina, banano deshidratado, puré, chips de banano, otros, consumidos con mayor frecuencia. En Ecuador los elaborados del banano no están teniendo la importancia que merecen, puesto que, de la exportación total del banano, tan solo el 18% corresponde a productos elaborados (Morales, 2013).

Pineda (2003), describe que una de las características de los productos hortofrutícolas es su carácter perecedero, bien por causas endógenas (reacciones enzimáticas) o bien por causas exógenas (agentes físico-químicos), lo cual confiere una vida útil limitada. Para prevenir este problema se desarrollaron procesos que permiten conseguir un mayor período de utilización de los mismos, una de estas alternativas es la extracción de pulpa de frutas para luego conservarlas por congelamiento, este método, permite principalmente alargar la vida útil del producto.

La pulpa es el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la disintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias (NTC 404, 1998).

Un proceso industrial solo tiene estabilidad en el mercado y perspectivas de comercialización si su aspecto económico es favorable, por lo que el mismo debe ser técnicamente legítimo y económicamente atractivo (Turton *et al.*, 2018). La rentabilidad es uno de los indicadores más relevantes para medir el éxito de un negocio. Su concepto ha tomado distintas formas y ha sido empleado de disímiles maneras. Según Moina & Torres (2015), declaran que la rentabilidad es la relación porcentual prevista u obtenida entre el capital invertido y los rendimientos netos de la inversión.

Los gastos son erogaciones en la cual incurre la empresa y que trae como consecuencia disminuciones del capital, dentro de los egresos existen dos grandes grupos que son: el costo del producto, es decir, el costo del artículo a fabricar en el caso de una empresa industrial y el resto de los gastos en que necesariamente tiene que incurrir la empresa para cumplir el proceso de operaciones (Santiesteban *et al.*, 2011).

Due to the large production volumes, the harvest peaks and a percentage of fruit that does not meet the quality standards required for export, a considerable volume of losses are generated. In order to prevent the number of losses from being greater and in order to produce food with greater durability, in addition to closing the production cycle, it is necessary to search for alternatives. Therefore, in this study, the INSANC enterprise is taken as a reference to carry out an economic evaluation on the implementation of a pulp processing plant, serving as a reference to other producers in the town.

## **MATERIALS AND METHODS**

### **Characterization of the study area**

The market study for the commercialization of bananas was carried out in Las Cañas sector, Machala, El Oro province. Defining the potential clients for bananas in their different forms of commercialization in the study area with these results and the interview with the entrepreneur was made a SWOT matrix to the INSANC enterprise as a reference, but applicable to other producers in the area who wish to undertake undertakings in this area. The economic study of profitability to implement a pulp processing plant was carried out in areas of the INSANC enterprise where the applicant works as an engineer.

The interview with the entrepreneur showed that the enterprise Investments San Martin Cuenca (INSANC) has among its main objectives the production and marketing of fresh bananas for international markets, with a total area of 72 hectares dedicated to this crop. They have more than 30 years of experience in the field and the bulk of their production is used for the sale of fresh fruit to the Blarriom Corporation for subsequent export. Despite being a enterprise with high production volumes suitable for export that range between 51800 to 64750 kg/day throughout the year, it is necessary to highlight that there is a volume of rejected bananas that fluctuates between 800 to 1200 kg/day, which at first glance could be considered that it does not affect the income levels of said enterprise, but that in practice has proven to be a burden that the entity must solve and that will contribute to increasing income levels, in addition to contributing to its economic stability in the current prevailing conditions of price fluctuations, and breaches of contracts part of the corporations.

### **Methodology for the production process of frozen pulp**

The applied methodology was based on the review of available bibliographic information on the pulp production process, with a view to proposing the installation of a frozen banana pulp processing plant at INSANC, based on an economic profitability analysis. For this, observation and interview techniques were used.

### **Methodology for economic evaluation**

As stated by Brizuela (1987); Peters & Timmerhaus (1991) & Tovar (1991), there is a group of parameters that indicate

Debido a los grandes volúmenes de producción, los picos de cosecha y un porcentaje de fruta que no cumple con los estándares de calidad requerido para su exportación, se generan un volumen considerable de pérdidas. Para evitar que el número de pérdidas sea mayor y con el propósito de producir alimentos de mayor durabilidad, además de cerrar el ciclo productivo, es necesario la búsqueda de alternativas. Por lo que en el presente estudio se toma como referencia la empresa San Martín Cuenca (INSANC) para realizar una evaluación económica sobre la implementación de una planta procesadora de pulpa, sirviendo como referente a otros productores de la localidad.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Caracterización del área de estudio**

El estudio de mercado para la comercialización del banano se realizó en sector las Cañas, Machala, provincia El Oro. Definiéndose los clientes potenciales para el banano en sus diferentes formas de comercialización en la zona de estudio con estos resultados y la entrevista al emprendedor se realizó matriz FODA a la empresa INSANC como referente, pero aplicable a otros productores de la zona que deseen realizar emprendimientos en esta temática. El estudio económico de rentabilidad para implementar una planta procesadora de pulpa se efectuó en áreas de la empresa INSANC donde labora el ingeniero agrónomo.

La entrevista a la emprendedora arrojó que la empresa Inversiones San Martin Cuenca (INSANC), tiene dentro de sus objetivos principales la producción y comercialización de banano fresco para los mercados internacionales, con un área total de 72 ha dedicadas a este cultivo. Poseen más de 30 años de experiencia en el ramo y el grueso de su producción la destina a la venta del fruto fresco para la exportación. No obstante ser una empresa con elevados volúmenes de producción aptos para la exportación que oscilan entre 51 800 a 64 750 kg/día durante todo el año, es necesario resaltar que existe un volumen de banano de rechazo que fluctúa entre 800 a 1 200 kg/día, lo que a simple vista pudiera considerarse que no afecta los niveles de ingresos de dicha empresa, pero que en la práctica ha demostrado ser un lastre que la entidad debe resolver y que contribuirá a que los niveles de ingresos se incrementen, además de contribuir a su estabilidad económica en las actuales condiciones imperantes de fluctuaciones de precios e incumplimientos de los contratos por parte de las corporaciones.

### **Metodología para el proceso productivo de la pulpa congelada**

La metodología aplicada se basó en la revisión de información bibliográfica disponible sobre el proceso de producción de pulpa, con vista a proponer la instalación de una planta procesadora de pulpa de banano congelada en la empresa INSANC, partiendo de un análisis económico de rentabilidad. Para ello se utilizó las técnicas de observación y entrevistas.

### **Metodología para la evaluación económica**

Como afirman Brizuela (1987); Peters & Timmerhaus (1991) & Tovar (1991), existe un grupo de parámetros que in-

the behavior of production and allow evaluating its economic efficiency, which are shown below.

### Production value (PV)

The value of production is the economic value of what is produced, also known as income, which depends on the volume of production and the unit value of the product. This income resulting from the sale of the products constitutes the third and last component that is needed to economically evaluate a process.

$$Vp=pup*N \quad (1)$$

Where:

$Vp$ : Production value (USD)

$pup$ : Unit price of the product (USD/kg)

$N$ : Production volume (kg)

### Production profit (G)

The profit or economic utility is determined as the difference between the value of production and the total cost of production.

$$G=VP-CP \quad (2)$$

Where:

$G$ : Production profit (USD)

$CP$ : Total production cost (USD)

$$CP=C_f+C_v \quad (3)$$

Where:

$C_f$ : fixed costs (USD)

$C_v$ : variable costs (USD)

### Product unit cost (USD)

The unit cost is the cost generated by each unit of production. Its value is always fixed for the same level of efficiency.

$$cup= CP/N \quad (4)$$

Where:

$cup$ : Unit cost of the product (USD)

### Breakeven

The breakeven or zero profit point is the point of activity (sales volume) where the total revenue received equals the costs associated with manufacturing a product; that is, it is the volume of production for which there is no profit or loss. It is commonly used in industrial plants to determine the possible profitability of selling a certain product. This indicator depends on the total fixed cost, the unit price of the product and the variable unit cost.

$$No=C_f/(pup-cuv) \quad (5)$$

$$cuv=CV/N \quad (6)$$

Where:

$N_0$ : breakeven (kg)

$cuv$ : variable unit cost (USD/kg)

dicen el comportamiento de la producción y permiten evaluar su eficiencia económica, los cuales se muestran a continuación.

### Valor de la producción (VP)

El valor de la producción es el valor económico de lo producido, conocido también como ingresos, los cuales dependen del volumen de producción y del valor unitario del producto. Estos ingresos resultantes de la venta de los productos constituyen el tercer y último componente que se necesita para evaluar económicamente un proceso.

$$Vp=pup*N \quad (1)$$

donde:

$Vp$ : Valor de la producción (USD)

$pup$ : Precio unitario del producto (USD/kg)

$N$ : Volumen de producción (kg)

### Ganancia de la producción (G)

La ganancia o utilidad económica, se determina como la diferencia existente entre el valor de la producción y el costo de producción total.

$$G=VP-CP \quad (2)$$

donde:

$G$ : Ganancia de la producción (USD)

$CP$ : Costo de producción total (USD)

$$CP=C_f+C_v \quad (3)$$

donde:

$C_f$ : costos fijos (USD)

$C_v$ : costos variables (USD)

### Costo unitario del producto (USD)

El costo unitario es el costo que genera cada unidad de producción. Su valor es siempre fijo para el mismo nivel de eficiencia.

$$cup= CP/N \quad (4)$$

donde:

$cup$ : Costo unitario del producto (USD)

### Punto de equilibrio

El punto de equilibrio o de ganancia nula es el punto de actividad (volumen de ventas) donde los ingresos totales recibidos se igualan a los costos asociados con la fabricación de un producto; es decir, es el volumen de producción para el cual no hay utilidad ni pérdida. Se usa comúnmente en las plantas industriales para determinar la posible rentabilidad de vender determinado producto. Este indicador depende del costo fijo total, del precio unitario del producto y del costo unitario variable.

$$No=C_f/(pup-cuv) \quad (5)$$

$$cuv=CV/N \quad (6)$$

donde:

$N_0$ : Punto de equilibrio (kg)

$cuv$ : Costo unitario variable (USD/kg)

## Profibility

The profibility measures the relationship between monetary results of an activity and the means used to obtain them. These results economical and financer's objective of enterprise

$$\text{Rent} = G/CP \quad (7)$$

Where:

*Rent*: Profibility (%)

## Production cost per USD

It is one the most used indicators to define the economic efficiency of a productive management. It constitutes the relationship between the cost of production and the value of production, which turns out to be the cost of each USD produced (C/USD).

$$\frac{C}{P} = \frac{CP}{VP} \quad (8)$$

## RESULTS AND DISCUSSION

### Production process to obtain frozen banana pulp

Through the study of different bibliographies Merlo (2009); Guzmán (2014); Sinha *et al.* (2012; 2014); Moína & Torres (2015); Aldana & Rivas (2016); Valarezo (2018) Ecuador", "genre": "Tesis (para obtención del título de Ingeniera agroindustrial the Flow Diagram to follow for the elaboration of frozen banana pulp (Figure 1).

The reception and selection of raw material is a manual process where the worker carries out the reception and separation of the ripe bananas from the spoiled ones (with fungi) and from the unripe ones in order to obtain the best raw material. The weighing is carried out for a better use of the raw material and to continue with the necessary quantities in the recipe, being carried out by means of an industrial scale. Fruit washing is carried out by immersion in order to be able to eliminate impurities, which is why these are introduced into large containers of water. During the pre-selection, peeling and chopping, any other fruit that may have lacked the required quality is eliminated and its peel and crown are removed manually, to proceed to obtain the banana pulp.

Pulping is a semi-automatic activity, in which the pulp of the banana is separated from the seeds. During this operation, an anti-oxidative treatment is developed using enzymes that prevent the oxidation of the fruit such as ascorbic acid to stabilize the color and citric acid to adjust the pH. The first in a proportion of 0.30% and the second in 0.05% of the pulp weight (Reinoso, 2016).

In pasteurization, a temperature thermal shock is carried out in order to eliminate all types of micro-organisms that affect the quality of the product, guaranteeing a longer shelf life and reducing the risk of fermentation. The heat treatment will be carried out in a kettle with a stirrer to maintain the homogeneity of the product. This process reaches a temperature of 80°C with a retention time of 8 min.

## Rentabilidad

La rentabilidad mide la relación entre los resultados monetarios de una actividad y los medios empleados para obtenerlos. Este constituye el objetivo económico-financiero de una empresa.

$$\text{Rent} = G/CP \quad (7)$$

donde:

*Rent*: Rentabilidad (%)

## Costo por peso de producción

Es uno de los indicadores más empleados para definir la eficiencia económica de una gestión productiva. Constituye la relación existente entre el costo de producción y el valor de la producción, lo que resulta ser el costo de cada peso producido (C/P).

$$\frac{C}{P} = \frac{CP}{VP} \quad (8)$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Proceso de producción para la obtención de pulpa de banano congelada

Mediante el estudio de diferentes bibliografías Merlo (2009); Guzmán (2014); Sinha *et al.* (2012; 2014); Moína & Torres (2015); Aldana & Rivas (2016); Valarezo (2018) Ecuador", "genre": "Tesis (para obtención del título de Ingeniera agroindustrial, se elaboró el Diagrama de Flujo a seguir para la elaboración de pulpa de banano congelada (Figura 1).

La recepción y selección de materia prima es un proceso manual donde el obrero realiza la recepción y separación de los plátanos maduros de los malogrados (con hongos) y de los no maduros en orden de obtener la mejor materia prima. El pesaje se realiza para un mejor aprovechamiento de la materia prima y seguir con las cantidades necesarias en la receta, realizándose mediante una balanza industrial. El lavado de frutas es realizado por inmersión con el objetivo de poder eliminar impurezas, por lo que estas se introducen en grandes recipientes de agua. Durante la pre-selección, pelado y troceado se elimina algún otro fruto que pueda haber quedado sin la calidad requerida y se le elimina la cascara y la corona del mismo de manera manual, para pasar a obtener la pulpa del banano

El despulpado es una actividad semi-automática, en la cual se separa la pulpa del plátano de las semillas. Durante esta operación se desarrolla un tratamiento anti oxidativo utilizando enzimas que prevén la oxidación de la fruta como son ácido ascórbico para estabilizar el color y ácido cítrico para ajustar el pH. El primero en una proporción de 0,30% y el segundo en 0,05% del peso de la pulpa (Reinoso, 2016).

En la pasteurización se realiza un choque térmico de temperatura con la finalidad de eliminar todo tipo de micro organismo que afecte la calidad del producto, garantizando una vida útil más extensa y reduciendo el riesgo de fermentación del mismo. El tratamiento térmico se realizará en una marmita con un agitador para mantener la homogeneidad del producto. Este proceso alcanza una temperatura de 80°C con un tiempo de retención de 8 min.

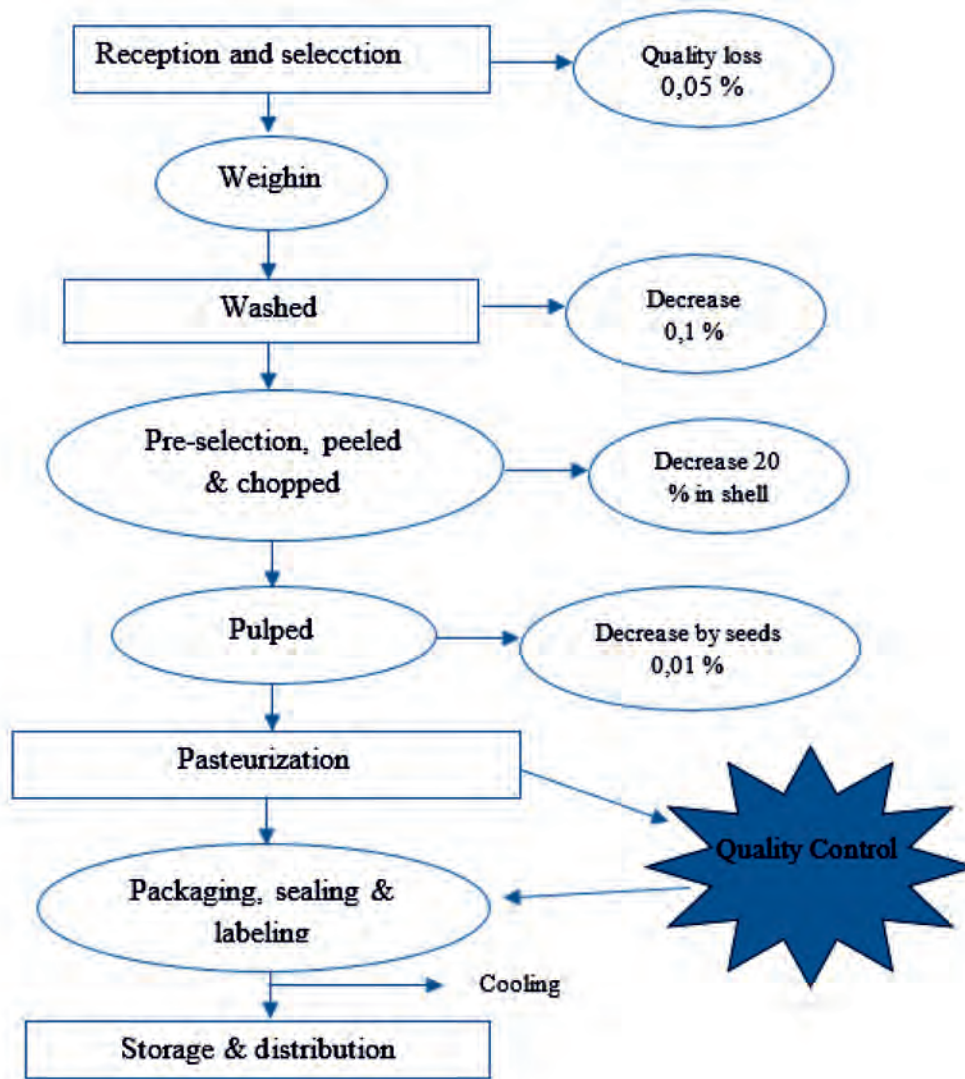


FIGURE 1. Flow Diagram of the Banana Pulp Production Process.  
 FIGURA 1. Diagrama de Flujo del proceso de producción de pulpa de bananao.

After this, the quality control will be carried out. This is a support phase to the normal production process, it consists of taking a random sample of pulp to carry out an organoleptic analysis, in order to control the flavor, odor, color, texture, acidity, pH, brix, of the pulp, so that they meet the established parameters. For the execution of these, it is planned to hire the services of trained professionals with experience in the field (Muñoz *et al.*, 2012).

The hot pulp is carefully transferred to the filler where it is packed and sealed, an activity that is carried out in an automatic packaging and sealing machine for liquids, fruit pulp and viscous products, which packs, seals, doses and dates the product. vacuum according to the content already established by the enterprise (Clark, 2009). The pulp will be packed in polyethylene bags. The sealed bags are immersed in a tank with clean water at room temperature for 5 min and then spread out on a table so that the bags are dried with the heat that still preserves the product.

Once the bags are dry, adhere the label in the center of the package, taking care that it is not twisted or wrinkled. This

Posterior a esto se realizar el control de calidad. Esta es una fase de apoyo al proceso normal de producción, consiste en tomar una muestra aleatoriamente de pulpa para realizar un análisis organoléptico, con el fin de controlar el sabor, olor, color, textura, acidez, pH, brix, de la pulpa, a fin de que cumplan los parámetros establecidos. Para la ejecución de éstas, se prevé contratar los servicios de profesionales capacitados y con experiencia en el ramo (Muñoz *et al.*, 2012).

La pulpa caliente se traslada con mucho cuidado a la llenadora donde se empaca y sella, actividad que se realiza en una maquina envasadora y selladora automática para líquidos, pulpa de fruta y productos viscosos, la cual empaca, sella, dosifica y pone fecha el producto al vacío de acuerdo al contenido ya establecido por la empresa (Clark, 2009). El empaque de la pulpa se realizará en bolsas de polietileno. Las bolsas selladas se sumergen en un tanque con agua limpia a temperatura ambiente durante 5 min y luego se extienden sobre una mesa para que las bolsas se sequen con el calor que aun conserve el producto.

Una vez que las bolsas estén bien secas, se adhiere la etiqueta en el centro del empaque, cuidando que no quede torcida o arruga-

label will include the brand, enterprise name, contact number for after-sales care, nutritional table.

The storage is carried out in a cold room at a temperature of -180 °C to -200 °C and the distribution will have to be in a truck that allows to maintaining the cold chain with a temperature of -40 °C. According to Merlo (2009), this preservation method has an advantage over fresh fruits and other types of preserves, allowing to extend the useful life of the product.

**Economic evaluation**

The establishment of the plant to obtain banana pulp is proposed within an area of the INSANC enterprise, therefore, for the economic evaluation; some expenses are not taken into account, which are assumed by enterprise.

**Production value**

Within the parameters that indicate the behavior of production and allow evaluating its economic efficiency, is the value of production (Table 1). This is determined taking into account the production process for the banana pulp described above, their respective yields per activity and the amount of banana rejected in one day (raw material to be processed). Based on the quantity of bananas rejected daily in the enterprise (1,200 kg), a daily production of 958 kg of finished product is estimated, which is equivalent to 1,916 500-g bags. The final product is the frozen pulp sealed under vacuum, in such a way that the nutritional properties of the fruit can be preserved, pretending to be commercialized in the local market at a price of 2 USD/ kg.

**TABLE 1 Annual production value  
TABLA 1. Valor de la producción anual.**

Description	Year of the inversion
Amount of banana pulp (kg)	349 845
Price of the product or service (USD)	2
Product income (USD)	699 690
Total incomes	699 690

**Production profit**

To determine the profits, the total production costs are determined, among which are: investment on raw materials, wages and the machines and equipment involved in the process.

Among the variable costs are the raw materials, which correspond to the ingredients that will be part of the banana pulp, such as ascorbic acid and citric acid; in addition to the packaging material that will be in contact with food (Table 2). In this case, the main raw material (banana) is not taken into account in the process, as this is nothing more than the fruit rejected during exportation in the enterprise, hence the cost of the same can be disregarded.

da. En dicha etiqueta se incluirá la marca, el nombre de la empresa, número de contacto para atención post-venta, tabla nutricional.

El almacenamiento se realiza en una cámara de frío a una temperatura de -180 °C a -200 °C y la distribución tendrá que ser en un camión que permita mantener la cadena de frío con una temperatura de -40 °C. Según Merlo (2009), este método de conservación presenta ventaja sobre las frutas frescas y otros tipos de conservas, permitiendo alargar la vida útil del producto.

**Evaluación económica**

El establecimiento de la planta para obtener pulpa de banana, se propone dentro de un área de la empresa INSANC, por ello para la evaluación económica no se tienen en cuenta algunos gastos los cuales son asumidos por dicha empresa.

**Valor de la producción**

Dentro de los parámetros que indican el comportamiento de la producción y permiten evaluar su eficiencia económica, se encuentra el valor de la producción (Tabla 1). Este es determinado teniendo en cuenta el proceso de producción para la pulpa del banano antes descrito, sus respectivos rendimientos por actividad y la cantidad de banano rechazado en un día (materia prima a procesar). Se estima, según la cantidad de banano rechazado diario en la empresa (1 200 kg) una producción diaria de 958 kg de producto terminado lo que equivalen a 1916 bolsas de 500 g. El producto final es la pulpa congelada sellada al vacío, de tal forma que las propiedades alimenticias de la fruta puedan ser conservadas, pretendiendo ser comercializada en el mercado de la localidad a un precio 2 USD/kg.

**Ganancia de la producción**

Para la determinación de las ganancias se determinan los costos de producción total, dentro de los que se encuentran: la inversión sobre las materias primas, los salarios y las máquinas y equipos que intervienen en el proceso.

Dentro de los costos variables se encuentran las materias primas, que corresponden a los ingredientes que formaran parte de la pulpa de banana como son el ácido ascórbico y ácido cítrico; además del material de empaque que estará en contacto con los alimentos (Tabla 2). En este caso no se tiene en cuenta la materia prima principal (banana) en el proceso, pues esta no es más que el fruto rechazado durante la exportación en la empresa, de ahí que el costo de la misma pueda ser despreciado.

**TABLE 2. Variable costs  
TABLA 2. Costos variables**

Variable costs	Amount	Unit cost USD	Total Cost USD
Raw materials			
Ascorbic acid	1049,53 kg	344.5	361563.08

Variable costs	Amount	Unit cost USD	Total Cost USD
Citric acid	174,92 kg	69.0	12069.48
Material & packaging			
Polyethylene bags	3 498 packs of 200 bags of 500 g	31	108438
Labels	3 600 units	0.50	1800
Total			483870.56

The total variable cost is USD 483,870.56 for the annual production of 349,845 kg of banana pulp, 699,600 500-g bags being necessary for the container.

Fixed costs are determined by adding the salaries of the personnel in charge of directly operating the machinery through which the product passes and the investment costs for the creation of the plant (Table 3 & Table 4).

El costo variable total es de 483 870.56 USD para la producción anual de 349 845 kg de pulpa de banano, siendo necesario para el envase 699 600 bolsas de 500 g.

Los costos fijos se determinan mediante la suma de los salarios del personal a cargo de operar directamente las maquinarias por las que pasa el producto y los costos de inversión para la creación de la planta (Tabla 3 y Tabla 4).

**TABLE 3. Salary costs**  
**TABLA 3. COSTOS DE SALARIOS**

No.	Operation	Unit Measure	Amount	Monthly unit values	Annual Total
1	Raw material transfer	people	1	400	4800
2	Reception & selection	people	1	400	4800
3	Weighing	people	1	400	4800
4	Washed	people	2	400	9600
5	Pre-selection, peeled & chopped	people	2	400	9600
6	Pulped	people	1	400	4800
7	Quality control	people	2	500	12000
7	Pasteurization	people	1	400	4800
8	Packaging, sealing & labeling	people	2	400	9600
	Annual Total				64 800

Investment costs are made based on the flow diagram and the material balanced, leaving proposal of equipment for the production of frozen banana pulp in order to satisfy the daily demand required for the target market. The technology to use for banana pulp fabrication is semi mechanized and the major costs equipment are: Pulping machine, pot, sealer packaging machine, and cold room (Table 4).

Los costos de inversión se realizan en base al diagrama de flujo y al balance de materia, quedando una propuesta de equipos para la elaboración de la pulpa de banano congelada en función a satisfacer la demanda diaria requerida para el mercado objetivo. La tecnología a usar en la fabricación de pulpa de banano es semi-mecanizada, y los equipos de mayor costo son: la máquina despulpadora, la marmita, la envasadora-selladora y el cuarto de frío (Tabla 4).

**TABLE 4 Machinery and equipments investment costs**  
**TABLA 4. Costo de inversión en maquinarias y equipos**

Machinery and equipment	Amount	Unit Cost USD	Total Cost USD
Weighing machine (300 Kg)	1	230	170
Fruit selection table	1	450	450
Fruit peeling table	1	450	450
Cutting and slicing fruit table	1	450	450
Fruit knives	2 set of 12 knives	15	30
Pulper 500kg/ hora	1	1500	1500
Pot 500 Kg/h	1	2 900	2900
Packaging-sealing	1	5 399	5399
Cold room	1	2 500	2500
Investment total costs			13849

The establishment of the plant is proposed in an infrastructure that is within the enterprise itself, so that for this study the investment cost is not taken into account. In addition to this, the vats for washing the fruits and for cooling the

Se propone el establecimiento de la planta en una infraestructura que se encuentra dentro de la propia empresa, por lo que para este estudio del costo de inversión no se tiene en cuenta. Además de esto, las tinas para el lavado de las frutas y para el



pulp once it is made do not include these costs either, since the enterprise already has these resources. Total investment costs reach \$ 13,849.

Table 5 shows the results of the economic indicators of the production process, showing that the total variable costs reach more than double the value of the fixed costs, resulting in a total cost of 562,519.56 USD. As a result, the production value is USD 699,690, which is clearly higher than the production cost, resulting in a positive profit (USD 137,170.44).

enfriamiento de la pulpa una vez elaborada, tampoco entran de dichos costos pues la empresa ya cuenta con estos recursos. Los costos totales de inversión alcanzan los 13 849 USD.

En la Tabla 5, se muestran los resultados de los indicadores económicos del proceso productivo, pudiéndose observar que los costos variables totales alcanzan más del doble del valor de los costos fijos, lo que resulta en un costo total de 562 519.56 USD. Como resultado, el valor de la producción es de 699 690 USD, el cual evidentemente es superior al costo de producción, lo que arroja una ganancia positiva (137 170.44 USD).

**TABLE 5. Results of the economic indicators of the production process**  
**TABLA 5. Resultados de los indicadores económicos del proceso productivo**

Indicator	Values	Units
Variable costs	483870,56	USD
Fixed costs	78 649	USD
Production cost	562519,56	USD
Production value	699690	USD
Profits	137170,44	USD
Product´s unit cost	1,60	USD/ kg
Breakeven	126853,22	kg
Profitability	24,38	%
Cost/USD	0,80	

The unit cost of the product is \$ 1.60/ kg, so since the unit price is \$ 2, it means that it is less expensive to produce than to purchase it, and that for each unit of product there will be a profit of \$ 0.40. Another indicator related to this is the cost per weight, which when determined gives a value of 0.80, which implies that the cost of producing 1 USD will be 80 cents.

The breakeven point that must be reached to cover the total production costs is 126,853.22 kg. This means that that will be the production volume for the zero profit. The lower the equilibrium point compared to the production volume, the greater the profit

In the specialized literature, it is recorded that the acceptable profitability for the chemical industry in general is 17% Turton *et al.* (2018), and in this case this indicator exceeds the established limit, with a value of 24.38%, so it can be said that the process is profitable.

El costo unitario del producto es de 1.60 USD/kg, por lo que como el precio unitario es de 2 USD, significa que es menos costoso producirlo que adquirirlo, y que por cada unidad de producto existirá una ganancia de 0.40 USD. Otro indicador relacionado con esto es el costo por peso, que al determinarlo se obtiene un valor de 0,80, lo que implica que el costo de producir 1 USD será de 80 centavos.

El punto de equilibrio que se debe alcanzar para cubrir los costos totales de producción es de 126 853,22 kg. Esto significa que ese será el volumen de producción para la ganancia nula. Mientras menor sea el punto de equilibrio en comparación con el volumen de producción, mayor será la ganancia.

En la literatura especializada se registra que la rentabilidad aceptable para la industria química en general es de un 17% Turton *et al.* (2018), y en este caso dicho indicador supera el límite establecido, con un valor de 24,38%, por lo que se puede afirmar que el proceso es rentable.

**CONCLUSIONS**

- The main activities for the process of obtaining frozen pulp are reception and selection of the fruit, peeling and chopping, pulping, pasteurization, packaging, sealing and labeling and cold storage.
- Total variable costs are more than double the value of fixed costs, resulting in a total cost of production of \$ 562,519.56.
- The frozen banana pulp production process for the INSANC enterprise has a profitability of 24.38%, with a USD / cost indicator value of USD 0.80.

**CONCLUSIONES**

- Las principales actividades para el proceso de obtención de pulpa congelada son recepción y selección del fruto, pelado y troceado, despulpado, pasteurización, empaque, sellado y etiquetado y almacenamiento en frío.
- Los costos variables totales alcanzan más del doble del valor de los costos fijos, lo que resulta en un costo total de producción de 562519,56 USD.
- El proceso de producción de pulpa de banano congelada para la empresa INSANC, tiene una rentabilidad de 24,38%, con un valor del indicador costo/USD de 0,80 USD.

**REFERENCES**

ALDANA, M.H.A.; RIVAS, R.A.: Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta productora de compotas para bebés a partir de durazno (*Prunus persica*) enriquecido con maca (*Lepidium meyenii walpers*), quinua (*Chenopodium quinoa willdenow*), kiwicha (*Ama-*

- ranthus caudatus linnaeus) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), Tesis (en opción al Tesis (en opción al Título Profesional de Ingeniero Industrial)), Universidad de Lima, Lima, Perú, 2016.
- BRIZUELA, E.: Aspectos fundamentales del diseño de plantas industriales (tomos 1 y 2), Ed. Ediciones ISPJAE, La Habana, Cuba, 1987.
- CANALES, Q.E.L.: Plan de exportación de puré de banano para la asociación de pequeños productores bananeros de El Guabo, Tesis (en opción al Trabajo de titulación previo en opción (a la obtención del título de Ingeniera en Comercio Internacional), Unidad Académica de Ciencias Empresariales, Carrera de Comercio Internacional, Machala, El Oro, Ecuador, 2015.
- CAPA, B.L.B.; ALAÑA, C.T.P.; BENÍTEZ, N.R.M.: "importancia de la producción de banano orgánico.: caso: provincia el oro, ecuador", *Revista Universidad y Sociedad*, ISSN-2218-3620, 8(3): 64-71, 2016.
- CASTRICINI, A.; CARVALHO, D.M.S.; VILELA, R.M.G.; ALABANDA, P.: "Quality of organic banana produced in the semiarid region of Minas Gerais, Brazil", [en línea] *Revista Brasileira de Fruticultura*, ISSN-0100-2945, 39(2): 81-96, 2017. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-2945201-7000200303](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-2945201-7000200303)
- CLARK, J.P.: *Case studies in food engineering: learning from experience*, Ed. Springer-Verlag, ISBN-1-4419-0420-4, New York, USA, 2009.
- GUZMÁN, P.: Estudio experimental de la elaboración de puré de banano orgánico de la región Piura, [en línea] Tesis (en opción al Tesis (en opción al título de Ingeniero Industrial y de Sistemas)), Facultad de Ingeniería, Repositorio Institucional Pirhua, Lima, Perú, 2014. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/2044> [Consulta: 2 de enero de 2021].
- INEC- ECUADOR: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Quito, Ecuador, 2020.
- LEÓN, S.L.; ARCAYA, S.M.; BARBOTÓ, V.N.; BERMEO, P.Y.: "Ecuador: Análisis comparativo de las exportaciones de banano orgánico y convencional en la Balanza Comercial", [en línea] *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, DOI-<https://dx.doi.org/10.26423/rctu.v7i2.521>, 7(2): 38-46, 2018.
- MERLO, L.S.C.: Desarrollo de un plan de implementación de buenas prácticas de manufactura en una planta de pulpa de frutas, Tesis (en opción al Tesis (para obtención del título de Ingeniera agroindustrial)), Universidad de Quito, Quito, Ecuador, 2009.
- MOINA, M.; TORRES, K.: Estudio de factibilidad para la exportación de puré de banano de la Empresa Oro Banana SA de la ciudad de Machala hacia el mercado de Alemania, Tesis (en opción al Proyecto de tesis (en opción al título de Ingeniería en Comercio y Finanzas Internacionales Bilingüe)), Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2015.
- MORALES, H.C.M.: Plan de comercio exterior y negocios internacionales para la exportación de puré de banano a Estados Unidos, Tesis (en opción para la obtención del título de Ingeniera en Negocios Internacionales)), Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2013.
- MUÑOZ, P.E.; RUBIO, L.A.; CABEZA, M.S.: "Comportamiento de flujo y caracterización fisicoquímica de pulpas de durazno", *Scientia Agropecuaria*, ISSN-2077-9917, 3(2): 107-116, 2012.
- NTC 404: Frutas procesadas: jugos y pulpa de frutas, 5ta actualización, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICNT, Bogotá D.C., Colombia, 1998.
- PETERS, M.S.; TIMMERHAUS, K.D.: *Plant design and economics for chemical engineers*, Ed. McGraw–Hill, 4th Edition, University of Colorado, USA, 1991.
- PINEDA, S.: *Procesos de elaboración de alimentos y bebidas*, Ed. ediciones Mundi-Prensa, Primera ed., pp. 428-425, Madrid, España, 2003.
- REINOSO, G.F.: Análisis del perfil del cliente o consumidor japonés: oportunidades para posicionar el puré de banano ecuatoriano como ingrediente principal en la preparación industrial de dulces y postres nipones, Tesis (en opción al proyecto de grado (para la obtención del título de Magíster en negocios internacionales)), Universidad de Quito, Quito, Ecuador, 2016.
- SANTIESTEBAN, Z.E.; FUENTES, F.V.G.; LEYVA, C.E.; LOZADA, N.D.; CANTERO, H.C.: Análisis de la Rentabilidad Económica. Tecnología propuesta para incrementar la eficiencia empresarial, Ed. Editorial Universitaria, pp. 57, ISBN-978-959-16-1317-2, La Habana, Cuba, 2011.
- SINHA, N.; SIDHU, J.; BARTA, J.; WU, J.; CANO, M.P.: *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, [en línea] Ed. John Wiley & Sons, 2014. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=IqwubXeczzgC&pg=PT715&lpg=PT715&dq=ba> [Consulta: 29 de enero de 2021].
- SINHA, N.K.; SIDHU, J.; BARTA, J.; WU, J.; CANO, M.P.: *Handbook of fruits and fruit processing*, [en línea] Ed. John Wiley & Sons, ISBN-1-118-35263-7, 2012. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=IqwubXeczzgC&pg=PT715&lpg=PT715&dq=ba>
- TOVAR, M.V.: "Diseño de plantas de proceso, Unidad 3", Estimación de costos en plantas químicas, Rescatado de artículos de la revista *Ingeniería Química (I), (II), (III)*, noviembre de 1991.
- TURTON, R.; SHAEIWITZ, J.A.; BHATTACHARYYA, D.; WHITING, W.B.: *Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes*, Ed. Prentice Hall, International series in the physical and chemical Engineering Sciences, 5th Edition ed., pp. 1 549, ISBN-13:978-0134177403, 10-13-417740-1, West Virginia, USA, 2018.
- VALAREZO, C.A.: Plan de negocios para el establecimiento de una planta procesadora de puré de banano orgánico *Musa paradisiaca* para la empresa Agro América, Tesis (en opción al Proyecto especial de graduación (presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Administración de Agronegocios en el Grado Académico de Licenciatura)), Universidad de Honduras, Zamorano, Honduras, 2018.
- VARGAS, B.A.J.: Comercialización de banano orgánico en el contexto del Tratado de Libre Comercio con la Unión Europea, Tesis (en opción al Tesis presentada (en opción al título de Licenciado en Comercio Internacional)), Universidad de Machala, Machala, El Oro, Ecuador, 2018.

*Cristhian Andrés Encalada-Sanmartín*, Estudiante Maestría en Agropecuaria, mención Agronegocios. Universidad de Guayaquil, Ecuador, e-mail: [encalada-sanmartin@gmail.com](mailto:encalada-sanmartin@gmail.com) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0156-2932>

*Segress García-Hevia*, Profesora, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador, e-mail: [segressgirl@gmail.com](mailto:segressgirl@gmail.com), [segress.garciah@ug.edu.ec](mailto:segress.garciah@ug.edu.ec) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-6178-9872>

The authors of this work declare no conflict of interests.

This item is under license Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

The mention of trademarks of specific equipment, instruments or materials is for identification purposes, there being no promotional commitment in relation to them, neither by the authors nor by the publisher.