



# Optimization Method to Increase the Commercialization of Organic Eggs in the Libertad Parish

## *Método de optimización para incrementar la comercialización de huevos orgánicos en la parroquia La Libertad*

Ing. Walter Ruben Torres<sup>1</sup>, MSc. Segress García Hevia

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

**ABSTRACT.** The present work has the objective to applied programming model linear to optimize the transport process, for increase the organic eggs commercialization in the AVIORGANIC farm. Using economic and mathematics methods through linear programming and analysis of the questionnaires by FODA matrix. The results show that is necessary transporting 240 eggs per week and increase at least one client to optimize transportation costs, representing a decrease in the order of 24,9 USD. Proposing a strategic to allow eggs organic sales incentive.

**Keywords:** Linear Programming, FODA Matrix, Transportation.

**RESUMEN.** El presente estudio tiene como objetivo aplicar un modelo de programación lineal que optimice el proceso de transporte, para incrementar la comercialización de huevos orgánicos en la finca AVIORGANIC. Se aplican métodos económicos matemáticos empleando la programación lineal y el análisis de los cuestionarios a través de la matriz FODA. Los resultados muestran que para optimizar los costos de transportación se deben transportar 240 huevos semanales y aumentar en al menos un cliente la comercialización, lo que representa una disminución del orden de los 24,9 USD. Se propone una estrategia que permite incentivar la venta de huevo orgánico.

**Palabras clave:** programación lineal, matriz FODA, transportación.

## INTRODUCTION

According to Hernández (2009), commercialization is a discipline, with a recent scientific development, characterized by multiple attempts to define and determine its nature and scope. Four components are involved in the marketing decision: when (time), where (geographic location), to (markets, goal) and (marketing strategy). Due to the economic situation that Ecuador faces, it is necessary for producers to undertake agribusiness to achieve a better quality of life, facing obstacles in the production and marketing process.

## INTRODUCCIÓN

Según Hernández (2009), la comercialización es una disciplina, con un desarrollo científico reciente, caracterizado por múltiples intentos de definición y determinación de su naturaleza y alcance. Para la decisión de la comercialización se involucran cuatro componentes: cuándo (momento), dónde (ubicación geográfica), a quién (mercados, meta) y cómo (estrategia de comercialización). Debido a la situación económica que enfrenta Ecuador, se hace necesario que los productores hagan emprendimiento en los agrobiznes para alcanzar una mejor calidad de vida, enfrentándose a obstáculos en el proceso de producción y comercialización.

<sup>1</sup> Author for correspondence: Segress Garcia Hevia, e-mail: segressgirl@gmail.com

Received: 15/09/2020.

Approved: 01/03/2021.

Among the alternatives is the production of eggs, a basic ingredient in food. It has a high content of nutrients such as proteins, vitamins, minerals and essential amino acids, which are those that our body does not have a factory on its own and therefore must be provided in the diet (Instituto de Estudios del Huevo -IEH-, 2009).

For the production of organic eggs, the provisions of the organic and conventional poultry manuals must be taken into account (Mercur, 201d. C.; Clara *et al.*, 2015; Fundación Origen, 2016). Among the most important aspects are the adequacy of the facilities, the handling, the diet and the breed. According to CONAVE (2019), during the year 3,904 million eggs were produced in Ecuador, which means that 10.7 million average, are produced per day. On average, an Ecuadorian consumes 226 eggs per year, equivalent to 0.62 eggs per day.

The production and commercialization has evolved in such a way that the efficiency in the productive results has increased the competitiveness, being nowadays a crucial factor for the survival of the producers. The difference will be marked among the companies that analyze each link in the value chain, optimizing their processes and maximizing the use of resources.

At present, mathematical programming is widely used in the poultry industry, seeking to improve production techniques in different areas and trying to find new ways to solve problems. Winston & Goldberg (2005) mentions that linear programming (PL) is a tool to solve optimization problems.

López *et al.* (2017), citing Arsham (2002), suggest that optimization is used to find the answer that provides the best result, among which profit, production value, among others, stands out; therefore, its use can be worked in different variants, associated with the optimization of different indicators of the company's management, such as production costs, transportation and the use of productive capacity. Other applications, at the discretion of Gazmuri y Arrate (1995), maximize the benefit in consideration of the endowment of labor as a determining factor of the production capacity, a known demand is also assumed for each period and product. Other researchers, including Gomes *et al.* (2006), also refer to different economic indicators to optimize and propose the application of the model with multiple criteria.

For all these, this research is carried out in La Libertad Parish, Las Lajas Canton, El Oro Municipality. As a strategy to contribute to the improvement of the economic level of organic egg producers, aiming to apply a programming model that optimizes the transport process, to increase the commercialization of organic eggs in the unit under study.

## MATERIALS AND METHODS

The work was carried out in La Libertad Parish, belonging to the Las Lajas canton, in the El Oro province, Ecuador. Its population is 802 inhabitants, (INEC-Ecuador, 2020).

AVIORGANIC is a family production farm that has a total area of 2 ha, dedicated to 1 ha poultry production. Using free grazing organic production (corn, onion, garlic, chilli, carrot, raw rice, pumpkin, tomato), with a contribution of 110gr distributed in three daily servings. There are a total of 300 hens, of the Araucana breed, which are located in a backyard,

Entre las alternativas se encuentra la producción de huevo, ingrediente básico en la alimentación. Posee un alto contenido en nutrientes como proteínas, vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales, que son aquellos que el organismo no fabrica por sí solo y por lo tanto deben ser aportados en la dieta (Instituto de Estudios del Huevo -IEH-, 2009).

Para la producción de huevos orgánicos se debe tomar en cuenta lo estipulado en los manuales de avicultura orgánica y convencional (Mercur, 201d. C.; Clara *et al.*, 2015; Fundación Origen, 2016). Entre los aspectos más importantes destacan, la adecuación de las instalaciones, el manejo, la alimentación y la raza. Según CONAVE (2019), durante el año se produjeron en el Ecuador 3.904 millones de huevos, lo que quiere decir que al día se producen en promedio 10,7 millones. En promedio, un ecuatoriano consume 226 huevos al año equivalente a 0,62 huevos al día.

La producción y comercialización ha evolucionado de tal manera que la eficiencia en los resultados productivos ha elevado la competitividad, siendo hoy en día un factor crucial para la sobrevivencia de los productores. La diferencia se irá marcando entre las empresas que analicen cada eslabón de la cadena de valor, optimizando sus procesos y maximizando la utilización de los recursos.

En la actualidad la programación matemática es muy utilizada en la industria avícola, buscando mejorar las técnicas de producción en las diferentes áreas y procurando encontrar nuevas maneras de resolver los problemas. Winston y Goldberg (2005), mencionan que la programación lineal (PL) es una herramienta para resolver problemas de optimización.

López *et al.* (2017), citando a Arsham (2002), plantea que la optimización se utiliza para encontrar la respuesta que proporciona el mejor resultado, entre los que destaca las ganancias, valor de producción entre otros; por lo que su empleo puede trabajarse en diferentes versiones, asociadas a la optimización de diferentes indicadores de la gestión de la empresa como lo son también los costos de producción, transportación y la utilización de la capacidad productiva. Otras aplicaciones a criterio de Gazmuri y Arrate (1995), maximizan el beneficio en consideración a la dotación de mano de obra como factor determinante de la capacidad de producción, se asume además una demanda conocida para cada periodo y producto. Otros investigadores, entre ellos Gomes *et al.* (2006), también refieren diferentes indicadores económicos a optimizar y proponen la aplicación del modelo con múltiples criterios.

Por lo antes expuesto es que la presente investigación se realiza en La Parroquia La Libertad, del Cantón Las Lajas, Municipio el Oro. Como estrategia para contribuir al mejoramiento del nivel económico de los productores de huevo orgánico, teniendo como objetivo aplicar un modelo de programación lineal que optimice el proceso de transporte, para incrementar la comercialización de huevos orgánicos en la unidad objeto de estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó, en la Parroquia La Libertad, perteneciente al cantón Las Lajas, de la provincia El Oro, Ecuador. Su población es de 802 habitantes (INEC-Ecuador, 2020).

AVIORGANIC es una finca de producción familiar que cuenta con un área total de 2 ha, dedicada a la producción avícola 1 ha. Empleando producción orgánica de libre pasto-

with manually filled plastic feeders and troughs. Weekly egg production amounts to 420 eggs. The production cost of one egg pail (30 units) is \$ 3.90, with a unit selling price of 0.25 ct.

The owner of the farm has technical experience in raising and handling birds. Establishing defined goals with future perspectives to business expansion, maintaining environmentally friendly products. production line.

To determine the number of samples to be used in the surveys of current and potential clients, they are considered the references reported by Yirat *et al.* (2009; Monzón *et al.* (2019), through the expression 1, by means of the statistical program STATGRAPHICS Plus 5.1.

$$n = \frac{\sigma^2 t^2}{\Delta_2^2} \quad (1)$$

Where:

n: size of the sample;

t<sup>2</sup>: Student approach;

σ<sup>2</sup>: quadratic half deviation;

Δ<sub>2</sub>: prospective error for the stocking with a significance level.

### Empirical method used:

**Interview with key informants:** important referents in the egg production and commercialization process in the unit under study were interviewed.

### Qualitative method used:

The SWOT analysis was carried out according to the methodology set out by Thompson *et al.* (1998). Consisted of the application of two questionnaires to current and potential clients, with the results obtained the SWOT matrix is elaborated.

### Mathematical method used

Linear programming has been used by other authors in the optimization of different processes such as Montero (2011); Ortega (2017); Quintero *et al.* (2020). The research in question uses a linear programming model as an optimization method to increase commercialization of organic eggs, focusing on one of the most important links, transportation. It consists of determining the quantities of organic eggs that must be transported from the production area to the different destinations, minimizing the total cost of transportation and that the demands of each destination are satisfied and the offers of the origin are fulfilled.

For the resolution of the model, the computer package called “System for quantitative analysis of businesses on the Windows environment” (WinQSB) version 2.0 was used.

### Elements and components of the Linear Programming (PL) model

X<sub>j</sub>- Decision variables

Z = C<sub>1</sub>X<sub>1</sub> + C<sub>2</sub>X<sub>2</sub> +... + C<sub>i</sub>X<sub>i</sub>- the objective function that expresses the optimization criterion that will be used in the problem (which can be maximize or minimize).

where: C<sub>j</sub> is the economic coefficient.

reo (maíz, cebolla, ajo, ahí, zanahoria, arroz crudo, zapallo, tomate), con un aporte de 110 g distribuidos en tres raciones diarias. Hay un total de 300 gallinas, de la raza Araucana, las cuales están ubicadas en un traspatio, con comederos y bebederos de plástico llenados manualmente. La producción de huevos semanal asciende a 420 huevos. El costo de producción de una cubeta de huevo (30 unidades) es de 3,90 USD, con un precio unitario de venta de 0,25 cts.

La dueña de la finca posee experiencia técnica en la crianza y manejo de aves. Estableciendo metas definidas con perspectivas futuras para la ampliación del negocio, manteniendo la línea de producción de productos amigables con el medio ambiente.

Para determinar el número de muestras a utilizar en las encuestas a clientes potenciales y actuales, se consideran las referencias reportadas por Yirat *et al.* (2009; Monzón *et al.* (2019), a través de la expresión 1, mediante el programa estadístico STATGRAPHICS Plus 5.1.

$$n = \frac{\sigma^2 t^2}{\Delta^2} \quad (1)$$

donde:

n: tamaño de la muestra;

t<sup>2</sup>: criterio de student;

σ<sup>2</sup>: desviación media cuadrática;

Δ<sub>2</sub>: error esperado para la media con un nivel de significación

### Método empírico empleado:

**Entrevista a informantes clave:** fueron entrevistados referentes importantes en el proceso de producción y comercialización de huevos en la unidad objeto de estudio.

### Método cualitativo empleado:

El análisis FODA se realizó según la metodología expuesta por Thompson *et al.* (1998), consistió en la aplicación de dos cuestionarios a clientes actuales y potenciales, con los resultados obtenidos se elabora la matriz FODA.

### Método matemático empleado

La programación lineal ha sido empleada por otros autores en la optimización de diferentes procesos como Montero (2011); Ortega (2017); Quintero *et al.* (2020). La investigación en cuestión utiliza un modelo de programación lineal, como método de optimización para incrementar la comercialización de huevos orgánicos, centrándose en uno de los eslabones más importante, la transportación. El mismo consiste, en determinar las cantidades de huevos orgánicos que se deben transportar desde el área de producción a los diferentes destinos, minimizando el costo total de transportación y que queden satisfechas las demandas de cada destino y se cumplimenten las ofertas del origen.

### Elementos y componentes del modelo

$A_{i1}X_{i1} + A_{i2}X_{i2} + \dots + A_{ij}X_{ij} \{ \leq = \geq \} b_i$  bi the system of linear constraints or limitations,  $i = 1, \dots, m$ . (They represent limitations that oppose the objective to be achieved).

where:  $A_{ij}$  norm of unit consumption of resource  $i$  for activity  $j$  and  $b_i$  is the availability of resource type  $i$ .

Condition of non-negativity of the variables (CNN):

$$X_j \geq 0, \dots, j = 1, \dots, i$$

**Quantification of the economic effect**

-Cost level calculation of the current transportation variant (Ncvta):

$$N_{cvta} = \sum_{j=1}^J C_j * X_{jva} \tag{2}$$

where:  $X_{jva}$  - Represents the value of egg units with the current transportation variant.

- Calculation of the cost level of the optimal transportation variant (Ncvto).

$$N_{cvto} = \sum_{j=1}^J C_j * X_j \tag{3}$$

As in this version the optimality criterion is to minimize transportation costs, the value is obtained directly from the output report of the WinQSB program package and is the value of the objective function. Being able to determine the significant economic effect (EEc):

$$EEc = N_{cvta} - N_{cvto} \tag{4}$$

**RESULTS AND DISCUSSION**

Table 1 shows the results obtained from the elaboration of the SWOT matrix, after analyzing the surveys of potential clients (13) and current clients (12); establishing development strategies for the AVIORGANIC farm.

**de Programación Lineal ( PL )**

$X_j$ - Variables de decisión

$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_iX_i$ , la función objetivo que expresa el criterio de optimización que se utilizara en el problema (la cual puede ser maximizar o minimizar).

donde:  $C_j$  es el coeficiente económico.

$A_{i1}X_{i1} + A_{i2}X_{i2} + \dots + A_{ij}X_{ij} b_i$  el sistema de restricciones o limitaciones lineales,  $i = 1, \dots, m$ . (representan limitaciones que se oponen al objetivo que se quiere alcanzar).

donde:  $A_{ij}$  norma de consumo unitaria del recurso  $i$  para la actividad  $j$  y  $b_i$  es la disponibilidad del recurso tipo  $i$ .

Condición de no negatividad de las variables (CNN):

$$X_j \geq 0, \dots, j = 1, \dots, i$$

Para la resolución del modelo, se utilizó el paquete informático denominado «Sistema para el análisis cuantitativo de negocios sobre el ambiente Windows» (WinQSB) versión 2.0.

**Cuantificación del efecto económico**

-Cálculo de nivel de costo de la variante de transportación actual ( $N_{cvta}$ ):

$$N_{cvta} = \sum_{j=1}^J C_j * X_{jva} \tag{2}$$

donde:  $X_{jva}$  - Representa el valor de unidades de huevo con la variante de transportación actual.

- Calculo del nivel de costo de la variante de transportación óptima ( $N_{cvto}$ ).

$$N_{cvto} = \sum_{j=1}^J C_j * X_j \tag{3}$$

Como en esta versión el criterio de optimalidad es minimizar los costos de transportación, el valor se obtiene directamente del reporte de salida del paquete de programas WinQSB y es el valor de la función objetivo. Pudiéndose determinar el efecto económico significativo (EEc):

$$EEc = N_{cvta} - N_{cvto} \tag{4}$$

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos de la elaboración de la matriz FODA, después de analizadas las encuestas a clientes potenciales (13) y actuales (12); estableciéndose las estrategias de desarrollo para la finca AVIORGANIC.

**TABLE 1. SWOT matrix obtained for the AVIORGANIC farm**  
**TABLA 1. Matriz FODA obtenida para la finca AVIORGANIC**

STRENGTHS	WEAKNESSES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• They have the fundamental capacities in the production area.</li> <li>• The owner has technical knowledge for raising and handling birds.</li> <li>• They have a clear strategic direction.</li> <li>• They have adequate financial resources.</li> <li>• More than 90% of the produced is sold.</li> <li>• There is no other nearby farm, so they do not have strong competitive pressure.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Little area for the production of eggs</li> <li>• Distance from potential customers and 50% of current ones.</li> <li>• Limited market</li> <li>• Be unknown in the market.</li> <li>• They are not recognized leaders in the market.</li> </ul>

STRENGTHS	WEAKNESSES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competitive prices</li> <li>• Quality in the final product</li> <li>• Acceptance of the product by customers</li> <li>• Own transportation</li> <li>• Family production</li> </ul>	
OPPORTUNITIES	THREATS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opportunity for growth (there is 1 unused ha, so there may be perspective to expand egg production)</li> <li>• Modify the way of production</li> <li>• The consumer prefers organic products.</li> <li>• Accessible to the consumer's pocket</li> <li>• Generates short-term income</li> <li>• Extend marketing to other cantons.</li> <li>• Diversify into related products</li> </ul>	<p>Insufficient advertising strategies</p> <p>Diseases of chickens</p>

### Development strategies for the AVIORGANIC farm

1. Encourage the sale of organic eggs, even though there is knowledge of the product;
2. Promote an advertising campaign incorporating local shops and markets;
3. Disseminate in the population of the municipality what an organic egg is and what benefits they can obtain for their health;
4. Promote advertising strategies, through the preparation of posters, flyers, slogans, image and brand of the farm, so that it can be recognized by potential customers, and in this way increase the sale of organic eggs.

### Formulation of the linear programming model to be used to achieve the optimization of the commercialization of eggs through transportation

For the formulation of the model, it is taken into account that the farm has 9 current clients, with two destinations, distributed in a local market and 8 families, deliveries are once a week. The commercialization is direct and the transportation is carried out in a private truck that consumes a gallon of gasoline at a cost of 1.25 USD per 30 km.

The market is located at a distance of 60 km from the farm and demands a total of five buckets of eggs per week for a total of 150 eggs.

The family nuclei are located 10 km from the entity in the same settlement and require a bucket of 30 eggs per nucleus, for a total of 240 eggs per week.

So they are declared as decision variables:

$X_1$ : units of eggs to be transported from AVIORGANIC to the local market.

$X_2$ : units of eggs to be transported from AVIORGANIC to the settlement.

Objective function:  $MinZ=2,5X_1+0,42X_2$

Origin restriction:

$X_1 + X_2 = 420$  week eggs

Destination restriction:

$X_1 \geq 150$  eggs

$X_2 \geq 240$  eggs

CNN

$X_j \geq 0 \quad j = 1, 2$

### Estrategias de desarrollo para la finca AVIORGANIC

1. Incentivar la venta de huevo orgánico, a pesar de que existe conocimiento del producto;
2. Impulsar una campaña publicitaria incorporando a las tiendas y mercados de la localidad;
3. Difundir en la población del municipio que es un huevo orgánico y qué beneficios pueden obtener para su salud;
4. Promover estrategias publicitarias, a través de la elaboración de afiches, hojas volantes, slogan, imagen y marca de la finca, para que la misma pueda ser reconocida por los clientes potenciales, y de esta manera incrementar la venta de huevos orgánicos.

### Formulación del modelo de programación lineal a utilizar para lograr la optimización de la comercialización de huevos a través de la transportación

Para la formulación del modelo se toma en cuenta que la finca tiene 9 clientes actuales, con dos destinos, distribuidos en un mercado de la localidad y 8 núcleos familiares, las entregas son una vez por semana. La comercialización es de manera directa y la transportación se realiza en una camioneta propia que consume un galón de gasolina con un costo de 1,25 USD cada 30 km.

El mercado se encuentra a una distancia de 60 km de la finca y demanda un total de cinco cubetas de huevos semanales para un total 150 huevos.

Los núcleos familiares están ubicados a 10 km de la entidad en un mismo asentamiento y demandan una cubeta de 30 huevos por núcleo, para un total de 240 huevos semanales.

Por lo que se declaran como variables de decisión:

$X_1$ : unidades de huevos a transportar desde AVIORGANIC hasta mercado de la localidad.

$X_2$ : unidades de huevos a transportar desde AVIORGANIC hasta asentamiento.

Función objetiva:

Restricción de origen:

$X_1 + X_2 = 420$  huevos semanales

Restricción de destino:

$X_1 \geq 150$  huevos

$X_2 \geq 240$  huevos

CNN

$X_j \geq 0 \quad j = 1, 2$

**Results obtained for the model with the use of the WinQSB software package**

Once the data had been entered in the WinQSB package and the essential variables of the integer type were considered, the outputs were obtained in the report (Figure 1). The problem being addressed requires by its nature the mathematical treatment of a linear programming problem in integers, since it does not make sense for this case to obtain fractional values.

As can be seen, the solution is non-degenerate, the two essential variables were basic, so for the optimization of costs 150 eggs must be transported to the local market and 270 eggs to the family nuclei of the settlement at a cost of 450.9 USD (Figure 1).

**Resultados obtenidos para el modelo con la utilización del paquete informático WinQSB**

Una vez introducidos los datos en el paquete WinQSB y consideradas las variables esenciales de tipo enteras, se obtuvieron las salidas en el reporte (Figura 1). El problema que se aborda requiere por su naturaleza el tratamiento matemático de un problema de programación lineal en enteros, ya que no tiene sentido para este caso obtener valores fraccionarios.

Como se puede observar, la solución es no degenerada, las dos variables esenciales resultaron básicas, por lo que para la optimización de los costos se deben transportar 150 huevos al mercado de la localidad y 270 huevos a los núcleos familiares del asentamiento con un costo de 450,9 USD (Figura 1).

	X1	X2		RHS	Dual
Minimize	2.25	.42			
Constraint 1	1	1	=	420	-0.42
Constraint 2	1	0	>=	150	-1.83
Constraint 3	0	1	>=	240	0
Solution	150	270		450.9	

FIGURE 1. Results of the linear programming model for transport.  
 FIGURA 1. Resultados del modelo de programación lineal para transporte.

It is proposed, according to what is obtained in the model, that in the settlement it is necessary to increase the sale of eggs in a bucket to optimize the commercialization based on the cost of transportation. Recommending to attract at least one more client.

If the production of 420 eggs per week is not achieved in AVIORGANIC, there will be a loss of 0.42 USD and if the 150 eggs transported to the local market are not sold, the loss would be 1.83 USD.

Several authors such as Yesin & Sevostyanov (2014); Lopez *et al.* (2015) and Rodríguez *et al.* (2015), have worked on transport optimization in different spheres with satisfactory results.

**Economic effect quantification**

Table 2 shows that the optimal variant reports a significant economic effect, which represents a decrease of the order of 24.9 USD, with respect to the cost level of the current transportation variant. Similar results obtained López *et al.* (2017) in terms of the economic effect on the cost of production of a company.

Se propone, de acuerdo a lo obtenido en el modelo, que en el asentamiento es necesario incrementar la venta de huevos en una cubeta para optimizar la comercialización en función del costo de transportación. Recomendándose captar al menos un cliente más.

De no lograrse la producción de 420 huevos semanales en AVIORGANIC existirá una pérdida de 0,42 USD y de no vender los 150 huevos transportados al mercado de la localidad, la pérdida sería de 1,83 USD.

Varios autores como Yesin y Sevostyanov (2014); Lopez *et al.* (2015) y Rodríguez *et al.* (2015), han trabajado la optimización del transporte en diferentes esferas con resultados satisfactorios.

**Cuantificación del efecto económico**

En la Tabla 2 se observa que la variante optima, reporta un efecto económico significativo, que representa una disminución del orden de los 24,9 USD, con respecto al nivel de costo de la variante de transportación actual. Resultados similares obtuvieron López *et al.* (2017) en cuanto al efecto económico en el costo de producción de una empresa.

TABLE 2. Summary of the economic effect  
 TABLA 2. Resumen del efecto económico

Indicator	Cost of the current transportation variant	Cost of the optimal transportation variant	Economic effect
Production cost (USD)	475,8	450,9	24,9

## CONCLUSIONS

- The development strategies for the AVIORGANIC farm should focus on encouraging the sale of organic eggs, through an advertising campaign incorporating local stores and markets.
- To optimize transportation costs, 150 eggs should be transported to the local market and 270 eggs to the family nuclei of the settlement at a cost of 450.9 USD.
- The good variant, reports a significant economic effect that represents a decrease of the order of the 24.9 USD, with regard to the level of cost of the variant of current transportation.

## CONCLUSIONES

- Las estrategias de desarrollo para la finca AVIORGANIC debe enfocarse en incentivar la venta de huevo orgánico, a través de una campaña publicitaria incorporando a las tiendas y mercados de la localidad.
- Para optimizar los costos de transportación se deben transportar 150 huevos al mercado de la localidad y 270 huevos a los núcleos familiares del asentamiento con un costo de 450.9 USD.
- La variante optima, reporta un efecto económico significativo, que representa una disminución del orden de los 24.9 USD, con respecto al nivel de costo de la variante de transportación actual.

## REFERENCES

- ARSHAM, H.: Modelos deterministas: Optimización lineal, [en línea], Ubalt, 2002, Disponible en: <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/business-stat/opre/SpanishD.htm>, [Consulta: 7 de septiembre de 2020].
- CLARA, I.N.; ALTIERI, M.A.; VÁZQUEZ, L.L.: Agroecología: principios para la conversión agroecológica y el rediseño de sistemas agrícolas, Ed. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología, Ecuador, 61-72 p., 2015.
- CONAVE: Consumo per cápita de huevo al año kg/persona/año, Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador, Quito, Ecuador, 2019.
- FUNDACIÓN ORIGEN: Manual avícola, [en línea], Ed. Escuela Agroecológica de Pirque, Pirque, Santiago de Chile, Chile, 2016, Disponible en: <http://fundacionorigen.cl/manuales/ManualAvicola.pdf>, [Consulta: 7 de septiembre de 2020].
- GAZMURI, P.J.; ARRATE, I.: "Modeling and visualization for a production planning decision support system", International Transactions in Operational Research, 2(3): 249-258, 1995, ISSN: 0969-6016, e-ISSN: 1465-3995.
- GOMES, C.; FIGUEIRA, J.; LISBOA, J.; BARMAN, S.: "An interactive decision support system for an aggregate production planning model based on multiple criteria mixed integer linear programming", Omega, The International Journal of Management Science, 34(2): 167-177, 2006, ISSN: 0305-0483.
- HERNÁNDEZ, G.Á.R.: Planeación de mercadotecnia en las empresas cubanas, Ed. Ediciones Logos, La Habana, Cuba, 2009, ISBN: 978-959-7159-13-1.
- INEC-ECUADOR: Instituto Nacional de Estadística de Ecuador (INEC), [en línea], Instituto Nacional de Estadística de Ecuador (INEC), INEC-Ecuador, 2020, Disponible en: [www.ecuadorencifras.com/www.inec.gov.ec](http://www.ecuadorencifras.com/www.inec.gov.ec), [Consulta: 5 de septiembre de 2020].
- INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL HUEVO -IEH-: El Gran Libro del Huevo, Ed. Editorial Everest, S.A, España., 173 p., 2009.
- LÓPEZ, C.G.A.; CASTRO, P.N.A.; GUERRA, O.: "Optimización del plan de producción: estudio de caso carpintería de aluminio", Revista Universidad y Sociedad, 9(1): 178-186, 2017, ISSN: 2218-3620.
- LOPEZ, Y.R.; MESA, Y.M.; GUERRA, D.M.S.; BAO, O.M.: "Modelación matemática del complejo cosecha-transporte de la caña de azúcar para su racionalización", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 24: 42-48, 2015, ISSN: 1010-2760.
- MERCUR, P.: Manual de Avicultura, Ed. Ministerio de Agroindustria, Buenos Aires, Argentina, 201d. C.
- MONTERO, W.E.: Optimización de la Cadena de Producción de Pollo utilizando Programación Matemática, [en línea], Universidad de Guayaquil, Tesis en opción al título de magister en control de operaciones y gestión logística, Guayaquil, Ecuador, 2011, Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/d861/b940c5e2645f5897f92fe42d8776c1de413e.pdf>, [Consulta: 9 de septiembre de 2020].
- MONZÓN, M.L.L.; GARCÍA, P.A.; PLATA, C.A.; MARTÍNEZ, R.A.; RANGEL, M. de O.L.; HERNÁNDEZ, G.A.A.: "Simulación de la Respuesta al impacto de la guayaba mediante el Método de Elementos Finitos", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 28(4): 5-18, 2019, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- ORTEGA, M.R.F.: Las restricciones de recursos utilizados en el proceso productivo para lograr la optimización operativa de una empresa Avícola Cajamarquina, año 2017, Tesis en opción al grado de maestro en Ciencias en: Dirección de Operaciones y Cadena de Abastecimiento, Perú, 2017.
- QUINTERO, L.M.; TORRES, A.A.; PÉREZ, H.B.; ZALDÍVAR, M.Á.; VIZCAY, V.D.: "Optimización de la producción de recursos para el aprendizaje electrónico a través de herramientas matemáticas", Revista Ingeniería Agrícola, 10(3): 55-61, 2020, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- RODRÍGUEZ, L.Y.; MOREJÓN, M.Y.; SOSA, G.D.; MARTÍNEZ, B.O.: "Modelación matemática del complejo cosecha-transporte de la caña de azúcar para su racionalización", Revista de Ciencias Técnicas Agropecuarias, 24(Esp.): 42-48, 2015, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- THOMPSON, A.A.; STRICKLAND, A.J.; COLADO, I.P.; CARREÓN, S.M.A.: Dirección y administración estratégicas: conceptos, casos y lecturas, Ed. Mac Graw-Hill Interamericana, México, DF, 1998, ISBN: 970-10-1693-9.
- WINSTON, W.L.; GOLDBERG, J.B.: Investigación de operaciones: aplicaciones y algoritmos, Ed. Thomson, vol. 4, 2005.
- YESIN, K.S.; SEVOSTYANOV, A.L.: "Logistics of Grain Transportation: Program Exploitation for Calculation of Optimum Number of Vehicles.", Bulletin of PNU, 32(1), 2014, ISSN: 1996-3440, Disponible en: <http://pnu.edu.ru/media/vestnik/articles-2014/117-124>.
- YIRAT, B.M.; GARCÍA, P.A.; HERNÁNDEZ, G.A.A.; CALDERÍN, G.A.; CAMACHO, N.A.: "Evaluación de la calidad de la guayaba, variedad enana roja EEA-1-23, durante el almacenamiento a temperatura ambiente", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 18(2): 70-73, 2009.

Walter Ruben-Torres, Maestrante, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador, e-mail: [wruben@gmail.com](mailto:wruben@gmail.com) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4137-2930>

Segress García-Hevia, Profesora, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador, e-mail: [segressgirl@gmail.com](mailto:segressgirl@gmail.com) 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.