



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

MODELO DE OPTIMIZACIÓN NO SUPERVISADO UTILIZANDO SIMULATED ANNEALING Y ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE QUINUA EN LA REGIÓN PUNO

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Inteligencia Artificial y Sistemas Bioinspirados	Sistemas, Computación e Informática	Ciencias de la Computación

3. Duración del proyecto (meses)

12

4. Tipo de proyecto

Individual	☐
Multidisciplinario	☒
Director de tesis pregrado	☐

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	Sosa Maydana Carlos Boris Romero Flores Robert Antonio Huayta Flores Lenin Gómez Quispe Hugo Yosef
Escuela Profesional	Ingeniería de Sistemas
Celular	986739074
Correo Electrónico	cbsosa@unap.edu.pe

I. Título

MODELO DE OPTIMIZACIÓN NO SUPERVISADO UTILIZANDO SIMULATED ANNEALING Y ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE QUINUA EN LA REGIÓN PUNO

II. Resumen del Proyecto de Tesis

Este trabajo presenta la formulación de un modelo de optimización para la comercialización de quinua en la región de Puno – Perú. La quinua es un producto bandera de nuestra región. Y, es exportable. Por lo que es importante conocer sus óptimos (máximos, punto de equilibrio y mínimos) para su comercialización.



Para lo cual utilizaremos varios métodos no supervisados (recocido simulado y algoritmos genéticos). Y tomaremos en cuenta las restricciones indispensables para el modelo propuesto; las que surgen de su interacción con el mercado en condiciones reales en base a datos históricos. De esta interacción algunas de las variables más relevantes son el precio de venta y el área, que serán evaluadas para obtener los valores óptimos que nos permitan alcanzar una beneficiosa comercialización del producto.

Por lo tanto, la contribución del modelo de optimización propuesto permitirá conocer las condiciones asumidas para maximizar las ganancias y minimizar los costos de producción, así poder anticiparnos a las posibles pérdidas económicas en condiciones de recesión, inflación o pandemia; asimismo, el modelo de optimización permitirá la construcción de escenarios modificando sus variables y restricciones para proyectar el comportamiento de la economía para otros productos.

III. Palabras claves (Keywords)

Comercialización de la quinua, optimización no supervisado, simulated annealing, algoritmos genéticos, inteligencia artificial

IV. Justificación del proyecto

La quinua es un producto bandera de la Región Puno, tiene alto valor nutritivo, además debido a últimos estudios es considerado como resistente a las sequías y bajo consumo de agua, estas últimas características son importantes debido a las nuevas condiciones del cambio climático que estamos experimentando. Su comercialización a nivel internacional representa el 0,0018% de la comercialización mundial, según (OEC - The Observatory of Economic Complexity, 2020), Perú fue considerado como el primer exportador de quinua (*Chenopodium quinoa*) el año 2020. Por lo tanto, es necesario conocer y predecir los posibles valores que permitan saber posibles pérdidas según las condiciones del mercado nacional e internacional.

V. Antecedentes del proyecto

Mercado y Gamboa (2014) La comercialización está compuesta por todas las actividades realizadas para lograr el movimiento del producto, desde la etapa de producción hasta que llega a manos de los consumidores finales. El flujo o circulación del producto desde su origen hasta su destino se llama "canales de comercialización". Un canal grafica las interrelaciones existentes entre los diversos agentes de intermediación, quienes pueden clasificarse desde los muy simples, en los que el productor lleva el producto hasta el consumidor (canales directos), hasta aquéllos, más complejos, en los que participan muchos intermediarios (canales indirectos).

Milan *et al.* (2016) resaltan de manera muy didáctica que la diferencia entre los costos de producción y precio de venta de la producción es un criterio para establecer la competitividad de la organización en relación a la satisfacción del mercado; por lo que es necesario maximizar la diferencia entre estas. Destacan que el precio de venta en condiciones modernas de mercado es una variable que no puede afectarse significativamente. Por lo que concluyen que la organización debe enfocarse en la reducción de los costos de producción y por lo tanto la influencia que ejercen en la competitividad de la organización. En su estudio logra demostrar que el modelo desarrollado tiene resultados óptimos para las tres líneas de producción, los parámetros óptimos reducen los costos de producción de 38% a 63% y concluyen que los métodos heurísticos analizan la



función objetivo no sólo desde un punto de vista sino también desde diferentes perspectivas en un mismo espacio de búsqueda; por lo tanto, los algoritmos genéticos representan una herramienta importante para determinar parámetros óptimos en procesos de producción.

Salgueiro Sicilia (2016) en su investigación crea nuevas p-metaheurísticas para encontrar aproximaciones más precisas en cuanto a la convergencia al frente de Pareto y su distribución, y los métodos nuevos capaces de lidiar con entornos multiobjetivos y la creación de métodos híbridos capaces de resolver problemas mono y multiobjetivos teniendo en cuenta el costo computacional. Concluye que los algoritmos evolutivos de optimización multiobjetivo permiten el análisis multicriterio y que existen muchas técnicas de p-metaheurísticas, pero todavía se pueden proponer mejoras; a través, de la incorporación de nuevos mecanismos de búsqueda y/o combinando los mecanismos existentes.

Romero-Flores (2020) evalúa diversos métodos analíticos y heurísticos. De esta evaluación el método de programación no lineal resultó ser el más adecuado, debido a que este método requiere de una función objetivo y restricciones. Como una de las restricciones indispensables del modelo hemos elegido la interacción del sistema de producción con el mercado bajo condiciones reales. De la relación con el mercado la variable más relevante es el precio de venta, la misma que permite saber cuáles serán los óptimos globales (máximos, mínimos y el punto de equilibrio). Los resultados del modelo de optimización cumplen con las condiciones de Khun Tucker; asimismo, el modelo de optimización ha sido evaluado usando algoritmos genéticos, resultado el operador de selección sexual como el de mejor rendimiento para la obtención de óptimos.

Sisa Kacha (2018) se plantea como problema general de ¿cómo la asociatividad empresarial se relaciona con la comercialización de la quinua, por tal motivo el objetivo general es determinar la relación que existe entre asociatividad empresarial y la comercialización de la quinua en la provincia de Andahuaylas, donde la hipótesis es "existe relación directa entre asociatividad empresarial y la comercialización de la quinua en la provincia de Andahuaylas. Para conseguir y hacer el procesamiento de informaciones se empleó 82 encuestas con respuesta directa, siendo un total de 23 interrogantes, esta se dividió en dos; 12 interrogantes para evaluar la asociatividad empresarial y 11 interrogantes para evaluar la comercialización, los han sido respondidos por 82 asociados de las 4 cooperativas activas en la provincia de Andahuaylas. Luego de hacerse el diagnostico estadístico de los resultados por medio de gráficos de barras y tablas de frecuencia, y también usando el programa estadístico SPSS 22 donde arrojo un valor "Sig" de 0,000 esto significa que hay relación, y se acepta la hipótesis alterna, de igual forma el coeficiente de Spearman arrojó un valor de 0,435 esto quiere decir que hay correlación positiva moderada entre ambas variables, por lo que se finaliza diciendo que hay relación entre asociatividad empresarial y la comercialización de la quinua en la provincia de Andahuaylas.

Sulca Mendoza (2022) evidencia que los costos de producción, entre directos e indirectos, por cada hectárea de quinua orgánica sumaron un total de S/. 5,450.00 soles. Asimismo, sobre su comercialización, la distribución equivalió a un total de S/. 372,500.00; estando destinada a mayoristas, intermediarios y minoristas. En ese punto, se precisó añadir que, pese a que se registraron ganancias, estas no alcanzaron las expectativas al ser inferiores en 66.7%; tal ineficacia para lograr rentabilidad en la entidad responder a la falta de uso de una metodología estandarizada para la evaluación de costos, la carencia de una evaluación profunda de los clientes que aspiran a adquirir la quinua bajo crédito, esto último deriva en consecuencias como la insuficiente liquidez para abrirse un camino en el mercado exportador. Se concluye, por tanto, que se necesita de un



protocolo metodológico para los costos de producción y reducir la cantidad de clientes que acceden a crédito.

Carimentrand *et al.* (2014) precisan que en los Andes los precios en chacra aumentan y el sector quinero ha pasado a ser un sector atractivo para las inversiones. De esta chenopodiácea se está comercializando una gran variedad de productos como cereales para el desayuno, golosinas nutritivas, fideos, bebidas, cervezas y hasta helados... Estos productos tienen buena aceptación en los mercados de calidad específica como nutraceuticos, orgánicos y del comercio justo. En este contexto coexisten hoy en día varios modos de relacionarse con el mercado, de los más tradicionales como el trueque hasta los más modernos, como la venta por internet, pasando por la agricultura bajo contrato con agroindustrias modernas que incluye la certificación orgánica y sellos del comercio justo. Este capítulo presenta los cambios en los modos de relacionarse en "el mercado" de la quinua y más aún en los distintos segmentos de ese mercado, a través de las experiencias que han sido estudiadas en Bolivia, Perú, Ecuador y Chile.

VI. Hipótesis del trabajo

La generación de un modelo no supervisado utilizando simulated annealing y algoritmos genéticos permite conocer los valores óptimos para la comercialización de quinua en la Región Puno.

VII. Objetivo general

Generar un modelo de optimización no supervisado utilizando simulated annealing y algoritmos genéticos que permitan hallar lo valores óptimos para la comercialización de quinua en la Región Puno.

VIII. Objetivos específicos

Identificar la cadena de comercialización de la quinua en la Región Puno.

Formular el modelo de optimización no supervisado aplicando simulated annealing que permitan hallar lo valores óptimos para la comercialización de quinua en la Región Puno.

Formular el modelo de optimización no supervisado aplicando algoritmos genéticos que permitan hallar lo valores óptimos para la comercialización de quinua en la Región Puno.

Validar el modelo planteado para la comercialización de quinua en la Región Puno.

IX. Metodología de investigación

9.1. Lugar de Estudio

Entidades de comercialización de quinua privadas y/o públicas de la Región Puno, 2023.

9.2. Población y tamaño de muestra.

Datos de los precios históricos de los 5 últimos años de la variedad de quinua real (*Chenopodium quinoa*).

9.3. Descripción detallada de los métodos, uso de materiales, equipos o

insumos.

Metodología del Objetivo Específico 1: Identificar la cadena de comercialización de la quinua en la Región Puno.

a) Diseño de muestreo

Por conveniencia.

b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros

Laptop, papel bond A4, lapiceros.

c) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

VI: Entidades de comercialización.

VD: Cadena de comercialización de la quinua en la Región Puno.

d) Aplicación de prueba estadística inferencial

Chi cuadrado

Metodología del Objetivo Específico 2: Formular el modelo de optimización no supervisado aplicando simulated annealing que permitan hallar lo valores óptimos para la comercialización de quinua en la Región Puno.

a) Diseño de muestreo

No corresponde.

b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros

Laptop, SmartPhone, OpenCV, Python, Microsoft Windows, Anaconda.

c) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

VI: Modelo de optimización no supervisado aplicando simulated annealing.

VD: Comercialización de quinua en la Región Puno.

d) Aplicación de prueba estadística inferencial

Algoritmo basado en simulated annealing

Metodología del Objetivo Específico 3: Formular el modelo de optimización no supervisado aplicando algoritmos genéticos que permitan hallar lo valores óptimos para la comercialización de quinua en la Región Puno.

a) Diseño de muestreo

No corresponde.

b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros

Laptop, SmartPhone, OpenCV, Python, Microsoft Windows, Anaconda.

c) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

VI: Modelo de optimización no supervisado aplicando algoritmos genéticos.

VD: Comercialización de quinua en la Región Puno.

d) Aplicación de prueba estadística inferencial

Algoritmo basado en algoritmos genéticos.



Metodología del Objetivo Específico 4: Validar el modelo planteado para la comercialización de quinua en la Región Puno.

a) Diseño de muestreo

Prueba de caja negra.

b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros

Laptop, Microsoft Windows.

c) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

VI: Validar el modelo planteado.

VD: Comercialización de quinua en la Región Puno.

d) Aplicación de prueba estadística inferencial

Técnicas de validación de modelos de software.

X. Referencias

- Carimentrand, A., Baudoin, A., Lacroix, P., Bazile, D., & Chia, E. (2014). *Las dinámicas de comercialización de la quinua en los países andinos: ¿qué oportunidades y retos para la agricultura familiar campesina?* Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le
- Mercado, W., & Gamboa, C. (2014). Comercialización de la quinua en las provincias de Chupaca y Jauja, región Junín. *Debate Agrario*, 46, 93.
- Milan, E., Stefanovic, M., Djordjevic, A., Stefanovic, N., Misic, M., Abadic, N., & Popovic, P. (2016). Optimization of Production Process Parameters with a New Model Based on Genetic Algorithms and ABC Classification Methods. *Advances in Mechanical Engineering*, 8(8), 1–18.
- OECD - The Observatory of Economic Complexity. (2020). *Cereales: quinua (quinua Chenopodium)*. <https://oec.world/es/profile/hs/cereals-quinoa-chenopodium-quinoa>
- Romero-Flores, R. A. (2020). Optimization Model for Production Systems of Irrigation Improvement Projects Using Nonlinear Programming and Genetic Algorithms. *2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)*, 305–309.
- Salgueiro Sicilia, Y. (2016). *Optimización multiobjetivo basada en mallas variables*. Universidad Tecnológica de La Habana: José Antonio Echeverría.
- Sisa Kacha, D. (2018). *Asociatividad empresarial y la comercialización de la quinua en la provincia de Andahuaylas, 2016*.
- Sulca Mendoza, E. (2022). *Costos de producción y comercialización de la quinua orgánica en la "Asociación Agroecológica Puyas de Raymondi-AGROPURA" Ayacucho 2020*.

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Será para investigación y discusión académica, además, servirá como base para estudios a futuro en el área.

XII. Impactos esperados



i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Los nuevos avances tecnológicos sustentarán la innovación, es debido a eso que se creará un modelo adaptado al problema que permita hallar los valores óptimos de comercialización de quinua en la Región Puno.

ii. Impactos económicos

Se presenta un impacto económico favorable a las entidades que comercializan la quinua.

iii. Impactos sociales

Revalorar el proceso de producción y comercialización de la quinua en la Región Puno.

iv. Impactos ambientales

El adecuado uso de los recursos naturales.

XIII. Recursos necesarios

Infraestructura

- Entidades de comercialización.
- Centro de investigación.

Software

- MS Windows 11
- Microsoft Office 2019
- Python
- Jupyter Notebook
- OpenCV
- Pytorch
- Simulated Annealing
- Algoritmos Genéticos

Hardware

- Computadoras (Core i7)
- Laptop (Core i7)
- Impresora
- SmartPhone

XIV. Localización del proyecto

Entidades de comercialización de quinua de la Región Puno.

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Meses 2023											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Proyecto de Investigación												
Antecedentes y Marco Teórico												
Identificación de cadena de comercialización												

[illegible]

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Precio Unitario (S/.)	Cantidad	Precio Sub Total
1. PERSONAL				
RECURSOS HUMANOS				
Recolección de Datos	Unid.	S/ 1,000.00	4	S/ 4,000.00
Programador	Unid.	S/ 2,000.00	2	S/ 4,000.00
Capacitación y asistencia	Unid.	S/ 1,000.00	1	S/ 1,000.00
Entidades de comercialización	Unid.	S/ 500.00	2	S/ 1,000.00
				S/ 10,000.00
2. MATERIALES Y EQUIPOS				
MATERIALES DE ESCRITORIO				
Papel Bond A4 de 80 gr.	Millar	S/ 40.00	2	S/ 80.00
Lapicero	Unid.	S/ 4.00	10	S/ 40.00
Tera	Unid.	S/ 250.00	4	S/ 1,000.00
USB	Unid.	S/ 100.00	4	S/ 400.00
Tinta para impresora	Unid.	S/ 30.00	4	S/ 120.00
Router/Modem	Unid.	S/ 160.00	1	S/ 160.00
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO				
Textos especializados	Unid.	S/ 350.00	4	S/ 1,400.00
RECURSOS HARDWARE				
Celular <i>SmartPhone</i>	Unid.	S/ 2,500.00	4	S/ 10,000.00
Impresora a chorro de tinta	Unid.	S/ 750.00	1	S/ 750.00
Computadora portátil	Unid.	S/ 4,000.00	4	S/ 16,000.00
RECURSOS SOFTWARE (Licencia)				
MS Windows 11 (Incl. Laptop)	Unid.	S/ -	1	S/ -
<i>Python, Anaconda, Jupyter</i>	Unid.	S/ -	1	S/ -
<i>OpenCV, Pytorch</i>	Unid.	S/ -	1	S/ -
				S/ 29,950.00
3. SERVICIOS				
ESTUDIO - DOCUMENTACIÓN				
Elaboración del proyecto	Unid.	S/ 2,000.00	4	S/ 8,000.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Elaboración del artículo	Unid.	S/ 2500.00	4	S/ 10,000.00
MANTENIMIENTO				
Sistema Operativo	Unid.	S/ 50.00	4	S/ 200.00
Software de desarrollo	Unid.	-	-	-
OTROS				
Acceso a internet	Mes	S/ 80.00	12	S/ 960.00
				S/ 19,160.00
4. IMPREVISTOS				
Imprevistos (10%)				S/ 5,911.00
TOTAL PRESUPUESTO				S/ 65,021.00