



Análisis de los beneficios económicos de los productores de papa deshidratada - chuño blanco y seguridad alimentaria, Puno - Perú

Analysis of the economic benefits of dehydrated potato producers - white chuño and food security, Puno - Peru

Análise dos benefícios econômicos dos produtores de batata desidratada - chuño branco e segurança alimentar, Puno - Perú

Juan Cruz-Lauracio¹

Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Puno, Perú

 <https://orcid.org/0000-0003-2785-9264>
juancruz@unap.edu.pe (correspondencia)

Faustino Flores-Lujano

Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Puno, Perú

 <https://orcid.org/0000-0003-2745-7580>
faustinoflores@unap.edu.pe

Ronald Ávila-Choque

Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Puno, Perú

 <https://orcid.org/0000-0002-3302-1524>
rpavila@unap.edu.pe

DOI: <https://doi.org/10.35622/j.rg.2024.03.002>

Recibido: 12/04/2024 Aceptado: 10/07/2024 Publicado: 15/07/2024

PALABRAS CLAVE

beneficio económico, producción, chuño blanco, seguridad alimentaria.

RESUMEN. El artículo analiza los beneficios económicos que obtiene el productor de chuño blanco o *tunta*, la determinación de sus ingresos y los costos de producción; describe las características de la *tunta* como un alimento para la seguridad alimentaria. Los datos son de una muestra de 53 productores agrícolas de Ilave-Puno-Perú, del 2022. El método es hipotético-deductivo, aplica la teoría microeconómica de los beneficios económicos de una empresa, incluye un modelo econométrico de la función de producción *Cobb-Douglas*. Se identificó, primero, que la cantidad óptima de producción es de 347.60 kg de *tunta*; segundo el ingreso generado por la venta del producto es de S/4171.20, con un costo total de S/3438.56, obteniendo un beneficio económico de S/732.64, incluye costo de oportunidad del productor; la tercera conclusión es que, el chuño blanco o *tunta*, es un alimento deshidratado no perecible, se puede almacenar por periodos extensos, de 5 a más años, conservando sus componentes nutricionales. El estudio demuestra la viabilidad económica de la producción de *tunta*, evidenciando un beneficio claro después de considerar todos los costos involucrados, incluido el costo de oportunidad del productor. Además, la naturaleza duradera y no perecible del chuño blanco resalta su potencial como alimento

¹ Doctor en Economía y Políticas Públicas por la Universidad Nacional del Altiplano, Perú.



sostenible que puede ofrecer seguridad alimentaria a largo plazo, dada su capacidad de conservar sus nutrientes durante periodos extendidos. Esta combinación de rentabilidad económica y beneficios nutricionales hace que la producción de tunta sea una opción atractiva en contextos donde la conservación de alimentos es crítica.

KEYWORDS

economic benefit, production, white chuño, food security.

ABSTRACT. The article analyzes the economic benefits for the producer of white chuño or tunta, determining their income and production costs; it describes the characteristics of tunta as a food for food security. The data come from a sample of 53 agricultural producers in Ilave-Puno-Peru, from 2022. The method is hypothetical-deductive, applies the microeconomic theory of economic benefits of a company, includes an econometric model of the Cobb-Douglas production function. First, it was identified that the optimal production quantity is 347.60 kg of tunta; second, the income generated from the sale of the product is S/4171.20, with a total cost of S/3438.56, obtaining an economic benefit of S/732.64, including the producer's opportunity cost; the third conclusion is that the white chuño or tunta is a non-perishable dehydrated food, which can be stored for extended periods, from 5 years or more, preserving its nutritional components. The study demonstrates the economic viability of tunta production, showing a clear benefit after considering all costs involved, including the producer's opportunity cost. Moreover, the durable and non-perishable nature of the white chuño highlights its potential as a sustainable food that can offer long-term food security, given its ability to preserve nutrients over extended periods. This combination of economic profitability and nutritional benefits makes tunta production an attractive option in contexts where food preservation is critical.

PALAVRAS-CHAVE

benefício econômico, produção, chuño branco, segurança alimentar.

RESUMO. O artigo analisa os benefícios econômicos para o produtor de chuño branco ou tunta, determinando suas receitas e custos de produção; descreve as características da tunta como um alimento para a segurança alimentar. Os dados vêm de uma amostra de 53 produtores agrícolas em Ilave-Puno-Peru, de 2022. O método é hipotético-dedutivo, aplica a teoria microeconômica dos benefícios econômicos de uma empresa, inclui um modelo econométrico da função de produção Cobb-Douglas. Primeiro, identificou-se que a quantidade ótima de produção é de 347,60 kg de tunta; segundo, a receita gerada pela venda do produto é de S/4171,20, com um custo total de S/3438,56, obtendo um benefício econômico de S/732,64, incluindo o custo de oportunidade do produtor; a terceira conclusão é que o chuño branco ou tunta é um alimento desidratado não perecível, que pode ser armazenado por períodos prolongados, de 5 anos ou mais, preservando seus componentes nutricionais. O estudo demonstra a viabilidade econômica da produção de tunta, evidenciando um benefício claro após considerar todos os custos envolvidos, incluindo o custo de oportunidade do produtor. Além disso, a natureza durável e não perecível do chuño branco destaca seu potencial como alimento sustentável que pode oferecer segurança alimentar a longo prazo, dado sua capacidade de preservar nutrientes por períodos prolongados. Esta combinação de rentabilidade econômica e benefícios nutricionais torna a produção de tunta uma opção atraente em contextos onde a conservação de alimentos é crítica.

1. INTRODUCCIÓN

El Estado peruano a través de la norma técnica NTP-011.400, reconoce que el chuño blanco (o la *tunta*) es un alimento derivado de la papa, elaborado mediante un proceso de deshidratación, a través de varias etapas de congelamiento, sumergido en la corriente del río, secado al sol (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI], 2007). Se desarrolla con tecnología artesanal y ancestral heredada de los antiguos habitantes del altiplano del Perú y de Bolivia, el proceso es de manera natural (Calle Mamani, 2018); dicha actividad económica es posible por encima de los 3800 m.s.n.m., generalmente entre los meses de junio a julio (Fonseca et al., 2011); la elaboración pasa por diez pasos: recepción y pesado de la papa, selección y clasificación, primer congelado, inmersión en el agua entre 21 a 30 días, segundo congelado, descascarado y lavado, secado, rozado y venteo, selección envasado y almacenado final (Cuba, 2021).

Según Arcos y Holguin (2010) los productores de *tunta* de las comunidades del distrito de Ilave, entre ellas la Comunidad de Chijachaya, emplean como insumo las variedades de papa tales como: ccompis, parko, piñaza, sani imilla, imilla blanca, imilla roja, chaska, puneñita y san juan. Por otro lado, Fonseca et al. (2007) clasifican los tipos de papa para elaborar la *tunta*, en: (i) *papas amargas*: piñaza, lucki, choquepito y parina; (ii) *papas dulces*: imilla negra, imilla blanca, sani imilla, peruanita y palita; y (iii) *papas mejoradas*: canchán, chaska y perricholi.

Se emplea cierta cantidad del insumo papa, para transformar en chuño blanco, por lo tanto, se requiere 7 kilos de papa fresca para obtener un kilo de *tunta*, o de otra forma, 7 toneladas de papa para obtener una tonelada de *tunta* (Fonseca & Ordinola, 2011); del mismo modo, los autores indican que el ingreso por la venta de una tonelada de *tunta* fue de \$ 2200, y su costo de producción de \$ 1800.

Respecto al volumen de producción de chuño blanco en el distrito de Ilave - Puno, existen investigaciones que indican, que en el año 2004 la producción fue de 1,187.97 toneladas (Julca, 2016), asimismo en el año 2007 la producción alcanzó a 6,000 toneladas por año (Fonseca et al., 2011); por otro lado en toda la Región Puno la producción alcanzó 12,600 t/año (Fonseca, 2019). La producción de la *tunta* se ha incrementado, lo que implica que su demanda también ha crecido, según (Cutipa & Cañazaca, 2018) la *tunta* se consume en varias ciudades de Bolivia entre ellas: La Paz, Cochabamba, Oruro, Potosí, Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz; y en el Perú según (Fonseca et al., 2007; Fonseca et al., 2011) la *tunta* se comercializa y se consume en las ciudades de Puno, Arequipa, Cusco y Lima; donde se preparan platos, como por ejemplo el caldo blanco y el puchero en la ciudad de Arequipa, donde uno de sus ingredientes es el chuño blanco²; el consumo de este producto se extiende en todo el Sur del Perú, juntamente con la población del Altiplano que migra hacia las ciudades costeñas, llevando sus costumbres y hábitos de consumo.

Huayhua y García (2021) en su estudio experimental realizado en la localidad de Yunguyo (Puno – Perú), sostienen que “la *tunta* es un producto comestible con evidencia de efecto antimicrobiano, que puede significar una alternativa importante en la generación de recursos económicos, en convivencia con la diversidad biológica de los andes” (p. 43).

Puno se encuentra entre los siete departamentos más pobres del país, ubicándose el año 2022 dentro del intervalo del 36.7 % - 40.9 % de pobreza monetaria; asimismo, en la incidencia de la extrema pobreza se ubica en el intervalo de 9.8 % - 12.3 % (INEI, 2023); asimismo, la agricultura en el departamento de Puno es una actividad económica importante, sin embargo tiene baja productividad (Osorio, 2009). Según el reporte del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, en el departamento de Puno existen 426 932 productores agropecuarios, de los cuales el 86.9 % es una agricultura de subsistencia (MIDIS, 2020); por lo tanto las tierras en el sector rural se encuentran cada vez más fraccionadas, reporta bajos ingresos al agricultor campesino.

Una de las actividades económicas de la población rural del departamento de Puno es la transformación de la papa en chuño blanco, Puno produce el 70 % del total nacional en sus provincias de El Collao (Ilave), Lampa, Yunguyo, Azángaro y San Román; siendo Ilave el mayor productor con el 50 % de total departamental, y existen aproximadamente 5000 productores de *tunta*. El 40 % de la producción es para el autoconsumo y el 60 % para la comercialización en la feria de la localidad de Ilave, luego los intermediarios llevan hacia a otros departamentos

² El ejemplo está basado, en la observación y experiencia propia de los investigadores.

tales como Arequipa, Cuzco, Moquegua y Tacna, asimismo para la comercializar en la frontera peruano-boliviano (Desaguadero), este último va dirigido al mercado de la ciudad de La Paz Bolivia (Fonseca & Ordinola, 2011).

La producción de tunta es una actividad complementaria a la agricultura, generadora de ingresos para el poblador rural del distrito de llave y sus Comunidades; por otro lado según la teoría económica de la maximización de beneficios, una empresa en situación competitiva, debe hacer máximo la diferencia entre los ingresos y sus costos, incluido el costo de oportunidad (Pindyck & Rubinfeld, 2013). Por lo tanto, los productores de tunta deben maximizar sus ganancias o beneficios económicos, lo cual conlleva al mejoramiento de sus ingresos familiares y por ende la disminución de la situación de pobreza.

Entre la teoría de la producción se desarrolló los siguientes aspectos:

A. La maximización del beneficio en el corto plazo

Según Varian (2010) los beneficios de una empresa se obtienen de la diferencia entre los ingresos menos los costos, cuyo modelo se representa:

$$\pi = \sum_{i=1}^n p_i y_i - \sum_{i=1}^m w_i x_i \quad (1)$$

En el cual se supone que la empresa produce n bienes (y_1, \dots, y_n) , utiliza m factores productivos (x_1, \dots, x_m) , asimismo se tiene que (p_1, \dots, p_n) son el precio de los productos, y (w_1, \dots, w_m) es el precio de los factores o insumos; además los precios se determinan libremente en el mercado.

La función de maximización de beneficio de corto plazo es:

$$\max_{x_1} p * f(x_1, \bar{x}_2) - w_1 x_1 - w_2 \bar{x}_2; \quad (2)$$

En el modelo de maximización de costo plazo, tenemos dos factores productivos (x_1, x_2) , x_1 es el factor variable y \bar{x}_2 es el factor fijo. Sea p el precio del producto y w_1, w_2 son los precios de los factores productivos. Asimismo, el modelo incluye una función de producción, que se expresa de la siguiente forma:

$$y = f(x_1, \bar{x}_2) \quad (3)$$

De la misma forma Nicholson y Snyder (2012); Pindyck y Rubinfeld (2013) definen que la empresa elige tanto sus insumos como sus productos con el objetivo de maximizar las ganancias económicas, y los beneficios se obtienen de la diferencia entre los ingresos y costos; asimismo la *función de beneficios económicos* puede ser utilizado para el análisis de largo plazo, así como para el análisis de corto plazo, en este último existen factores fijos y variables. La ecuación de maximización se expresa:

$$\pi = P * q - C = Pf(k, l) - vk - wl \quad (4)$$

Donde, P es el precio del producto, q es el producto en función de factores productivos, capital k y el trabajo l ; C es el costo total, v es el precio del capital y w precio del trabajo.

B. La función de producción

Según, Pindyck y Rubinfeld (2013) la función de producción es el máximo nivel de producción, que puede obtener una empresa, con la combinación de factores productivos; dichos factores están constituidos por: recursos naturales, trabajo, capital, tecnología, materia prima y otros insumos. Asimismo, sostiene que, en una función de producción con sólo un factor variable, la empresa decide adquirir ese factor, comparando el beneficio resultante con su costo, es la condición de maximización de beneficios.

C. Producto marginal

Pindyck y Rubinfeld (2013) define que el producto marginal del trabajo (*PML*) es el producto adicional Δq ocasionado por el aumento de una unidad adicional del trabajo ΔL . Se explica de otra forma, como la variación de la producción provocada por un aumento unitario de la cantidad de trabajo, se relaciona de la forma $(\Delta q/\Delta L)$; por otro lado, indica que el producto marginal aumenta primero, luego disminuye, ello es debido a la *ley de los rendimientos marginales decrecientes* del factor variable, manteniendo constante los demás factores. Matemáticamente el producto marginal se obtiene realizando la primera derivada de la función de producción.

$$PML = \frac{\partial q(L, \bar{k})}{\partial L} \quad (5)$$

D. Condición de maximización de beneficios de una empresa

Según (Varian, 2010) la *maximización de beneficios económicos*, se alcanza cuando, el *valor del producto marginal* ($p * PM_1$) del factor x_1 , es igual a su costo (w_1), con el cual se optimiza la cantidad de producto (y); la condición se expresa:

$$p * PM_1(x_1, \bar{x}_2) = w_1 \quad (6)$$

Por otro lado, indica que, si el valor del producto marginal de x_1 es mayor a su costo, entonces para incrementar el beneficio se puede aumentar la cantidad de x_1 , pero si el valor del producto marginal es menor a su costo, mejor será reducir x_1 .

E. Isobeneficio

Varian (2010) define que la recta de isobeneficio representa las combinaciones de los insumos y los productos, que genera el mismo nivel de beneficio. Para obtener la ecuación de la recta de isobeneficio, se utiliza la ecuación del beneficio económico de la empresa, luego se despeja la variable producto (y), el cual está en relación del factor (x_1), manteniendo constante x_2 ; la operación se representa de la siguiente forma:

Ecuación de beneficio económico:

$$\pi = py - w_1x_1 - w_2\bar{x}_2 \quad (7)$$

Recta de isobeneficio:

$$y = \frac{\pi}{p} + \frac{w_2}{p}\bar{x}_2 + \frac{w_1}{p}x_1 \quad (8)$$

donde, $(\frac{w_1}{p})$ es la pendiente de la recta y su intercepto está dada por $(\frac{\pi}{p} + \frac{w_2}{p} \bar{x}_2)$, y es una constante. Asimismo, Varian indica que la maximización del beneficio se alcanza cuando la pendiente de la función de producción (producto marginal) es igual a la pendiente de la recta de *isobeneficio* $(\frac{w_1}{p})$; expresado de otra forma, la curva de la función de producción (y), debe ser tangente a la recta de *isobeneficio*; matemáticamente se presenta:

$$PM_{x1} = \frac{w_1}{p} \quad (9)$$

F. Costo de producción

En el modelo de los beneficios económicos de la empresa, el costo de producción es un componente importante, es el monto que se resta de los ingresos; en ese contexto el autor (Nicholson & Snyder, 2012) define la ecuación de costos de la empresa, como la suma del costo de los factores productivos capital y trabajo y se representa como una restricción de presupuestaria de costos:

$$C = vk + wl \quad (10)$$

Donde, k es el factor capital y l es el factor trabajo, el precio del capital es v (costo por horas máquina) y del trabajo es w (salario); en el caso del costo de capital se considera el valor del alquiler, es decir, el monto de dinero que pagaría otra persona por usar dicha máquina.

Es así que el presente estudio está enfocado en la estimación de los beneficios económicos de la producción de la *tunta*, en el Centro Poblado de Jachocco del distrito de Ilave (Puno – Perú); en el modelo que se ha planteado, la variable dependiente es el beneficio y las variables independientes son el ingreso y los costos de producción; a su vez el ingreso está constituido por el precio de la *tunta*, multiplicado por la cantidad óptima de producción, éste último ha sido estimado con el modelo de la función *Cobb-Douglas*, donde el factor variable es el trabajo y como factor fijo la papa; los costos están constituidos por el precio del jornal de trabajo y el precio de kilogramo de papa. El análisis se realiza en un sistema de economía de mercado.

El objetivo general del estudio es analizar la maximización de los beneficios económicos en la producción del chuño blanco o *tunta*, a través de la optimización de la función de producción, asimismo, describir la importancia de la *tunta* para la seguridad alimentaria de la población del Altiplano peruano y boliviano. Para lograr se ha planteado los siguientes objetivos específicos: (i) Analizar el proceso de producción que maximiza los beneficios económicos del productor, (ii) analizar el ingreso y los costos de producción, y (iii) describir la característica de la *tunta*, como alimento disponible para la seguridad alimentaria.

2. MÉTODO

Población y muestra

La investigación se realizó en el Centro Poblado de Jachocco, distrito de Ilave, provincia de El Collao, región Puno - Perú; el distrito de Ilave se encuentra localizado en las coordenadas geográficas de latitud: 16° 06' 10"S y longitud: 69° 36' 22"O, por encima de los 3850 m.s.n.m.; según el censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017), el Centro Poblado cuenta con 527 habitantes, de los cuales 125 son productores de *chuño blanco* o *tunta*; éste dato ha sido tomado como la población objeto de estudio, de donde se estimó la muestra.

Para hallar el tamaño de la muestra (n) se utilizó el método del muestreo probabilístico y proporcional³, con un error de estimación del 5% y con 50% de proporción de acierto; donde las variables objeto de estudio se mide en probabilidades de ocurrencia (Bernal, 2010), se obtuvo una muestra final de 53 productores, a quienes se le aplicó una encuesta estructurada.

Aspectos de metodología

El estudio es de tipo cuantitativo, no experimental, transeccional, es de tipo correlacional-causal, se utilizó un modelo económico que tiene una relación de causa-efecto (Hernández et al., 2014). Se aplica el método hipotético-deductivo (Mendoza, 2014), basado en la teoría microeconómica de maximización de beneficios económicos de la empresa, asimismo la teoría de la producción y costos, en un caso particular de producción de *chuño blanco o tunta*.

El procedimiento general es de la siguiente forma: se estima el beneficio económico de corto plazo ($B = P*QT - CT$), el cual está constituido por el ingreso ($P*QT$) menos los costos de producción (CT); el ingreso se obtiene multiplicando el precio (P) por la cantidad de producto (QT), éste último se obtiene, a través, del modelo de función de producción *Cobb-Douglas*, con el método de regresión lineal de mínimos cuadrados ordinarios-MCO.

Modelo econométrico de la función de producción y sus variables

En el modelo de beneficios económicos de la empresa, la cantidad de producción es una variable importante, por lo tanto para estimar, se aplica la función de producción *Cobb-Douglas*, seguidamente a través de logaritmos lo transformamos en un modelo lineal, (Gujarati & Porter, 2010), luego se realiza la regresión lineal de MCO. La función de producción queda especificada:

$$QT_i = \beta_1 TRAB_i^{\beta_2} PAPA_i^{\beta_3} e^{u_i} \quad (11)$$

Transformando a logaritmos:

$$\ln QT_i = \ln \beta_1 + \beta_2 \ln TRAB_i + \beta_3 \ln PAPA_i + u_i \quad (12)$$

Donde, QT_i es la cantidad de producción de la *tunta* en kg (variable dependiente), $TRAB$ es el factor trabajo en jornales y el factor $PAPA$ en kg; éstas dos últimas son variables independientes; y la variable estocástica u_i que representa otras variables que no están en el modelo pero que sí podrían influir en la producción de *tunta*. La data del modelo, es de fuente primaria, de tipo corte transversal, se obtuvo a través de encuestas aplicado a una muestra de 53 productores, se estimó con el método muestreo probabilístico, tal como se mencionó en la sección "población y muestra".

³ Muestreo proporcional: $n_0 = \frac{Z^2 * P * Q * N}{E^2 (N-1) + Z^2 * P * Q}$

3. RESULTADOS

Estimación econométrica de la función de producción Cobb-Douglas

El Cuadro 1, nos muestra la regresión del modelo de la función de producción *Cobb-Douglas*, que se halló con los datos recopilados de 53 observaciones, la función está expresada en términos de logaritmos, ello con la finalidad de realizar el análisis de regresión lineal de MCO, con *Eviews-12*. La variable dependiente del modelo es la cantidad de producción de la tunta (*QT*), en relación a las variables independientes trabajo (*TRAB*) y la papa (*PAPA*); los parámetros del modelo son estadísticamente significativos, con una $p < 1\%$; por lo que se acepta la hipótesis alterna en ambos casos, donde las variables trabajo y papa, sí tienen influencia en el nivel de producción de la tunta, además los parámetros tienen los signos esperados. El coeficiente de determinación R^2 es 0.988, lo que implica que la variación de la producción de tunta, está explicada en un 98.8% por los factores trabajo y la papa.

Para descartar el problema de heteroscedasticidad, se ha realizado el test de *Breusch-Pagan-Godfrey*, en el cual se rechaza la presencia de heteroscedasticidad; asimismo se descarta el problema de autocorrelación porque el estadístico *Durbin-Watson*, es cercano a 2 (Gujarati & Porter, 2010).

Tabla 1

Regresión lineal de la función de producción de la tunta

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Constante	-1.250197	0.18985	-6.585182	0.0000 ***
Log. TRABAJO	0.237533	0.079161	3.000645	0.0042 ***
Log. PAPA	0.80488	0.06015	13.38131	0.0000 ***

Nota. Significancia estadística: *** $p < 1\%$; $R^2 = 98.8\%$ F = 2069 Durbin Watson = 2.21

El modelo como resultado de la regresión se presenta a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Log}QT &= -1.250197 + 0.237533 \cdot \text{Log}TRAB + 0.804880 \cdot \text{Log}PAPA & (13) \\ ee &= (0.18985) & (0.079161) & (0.06015) \\ t &= (-6.585182) & (3.00) & (13.38) \end{aligned}$$

Interpretación del modelo:

- Si el empleo del factor trabajo se incrementa en 1%, manteniendo constante las demás variables, el producto total de la tunta aumentará en 0.237533%.
- Si el empleo del factor papa se incrementa en 1%, manteniendo constante las demás variables, el producto total de tunta aumentará en 0.80488%.

Luego, la ecuación lineal logarítmica, se transforma en un modelo de función de producción *Cobb-Douglas* de producción de la tunta:

$$QT = e^{-1.250197} TRAB^{0.237533} PAPA^{0.804880} \quad (14)$$

Reemplazando el valor de, $e = 2.718281828$, se obtiene la siguiente función:

$$QT = 0.28644836 TRAB^{0.237533} PAPA^{0.804880} \quad (15)$$



La función de producción, presenta rendimientos constantes a escala⁴, por lo que, un incremento del 1% en el uso de los insumos, el producto se incrementaría también en 1%.

La investigación está enfocada a la producción de corto plazo, por lo tanto, existen factores variables y fijos, en este caso el factor variable es el trabajo y el factor fijo es el insumo papa; no se ha tomado en cuenta el factor capital (k), debido que, en el proceso de producción del chuño blanco, los productores del Centro Poblado de Jachocco-llave, no emplean maquinarias; la elaboración es de manera artesanal, conforme sostienen (Calle, 2018 y Fonseca & Ordinola, 2011), asimismo, es una técnica ancestral, heredada de los antiguos habitantes del Altiplano. Sin embargo existen estudios para incorporar el uso de la maquinaria en el proceso de producción de la *tunta*, en la fase del descascarado, es así como (Salinas, 2015) propone una máquina prototipo que mejoraría la productividad; así también (Ñaupá, 2010) realizó un experimento en la fase del secado de la *tunta*, a través de la liofilización⁵.

En el modelo de producción *Cobb-Douglas* aplicado a la *tunta*, se mantiene constante el factor, papa, para ello se reemplazó por la cantidad promedio de las 53 observaciones, cuyo resultado fue de 2632 kg de papa por productor.

$$QT = 0.28644836 * TRAB^{0.237533} (2632)^{0.804880} \quad (16)$$

Luego tenemos una función de producción de corto plazo con dos variables, la cantidad de producción (QT) en kg, en función de la cantidad de trabajo medido en jornales ($TRAB$):

$$QT = 162.168329 * TRAB^{0.237533} \quad (17)$$

Maximización del beneficio económico del productor

Para analizar el beneficio económico en la producción de la *tunta*, se aplicó la “condición de maximización del beneficio económico de la empresa”, donde el valor del producto marginal del trabajo ($p * PM_{TRAB}$) es igual a su costo (jornal); dicha condición se expresa:

$$p * PM_{TRAB} = jornal \quad (18)$$

Para comprobar esta condición, *primero* se requiere el precio (p) de la *tunta*, en este caso se ha tomado el precio promedio de un kg de *tunta*, que es S/12.00⁶, en los mercados de la región Puno, así como en la frontera peruano-boliviano, de la localidad de Desaguadero. Sin embargo es importante describir el comportamiento del precio de este producto, en el año 2002 el precio oscilaba entre S/1.00 a S/2.43, en el año 2003 de S/0.90 a S/3.00 y el año 2009 fue de S/5.00 a S/7.00 (Fonseca & Ordinola, 2011); también (Cutipa & Cañazaca, 2018) registraron el precio de la *tunta* en los mercados, entre S/7.00 a S/12.00. En consecuencia, su precio se viene incrementando.

⁴ La sumatoria de los exponentes: $\beta_2 + \beta_3 = 1.04$, aplicando la técnica del redondeo, el resultado es igual a 1.

⁵ La liofilización es un proceso de secado mediante sublimación. Tiene dos pasos: el primero es congelar el producto y en el segundo el producto es secado por sublimación directa del hielo bajo presión reducida.

⁶ En término de dólares: USA \$ 3.13 por kg, a un tipo de cambio del año 2022 que fue S/3.83 soles por dólar.

En segundo lugar, para comprobar la condición de maximización, se tiene que estimar el producto marginal del trabajo (PM_{TRAB}), para ello se ha realizado la primera derivada de la función de producción, es decir, derivada de cantidad de producto respecto a la mano de obra:

$$QT = 162.168329 * TRAB^{0.237533}$$

$$PMG_{TRAB} = \frac{dQT}{dTRAB} = 0.237533(162.1683)TRAB^{0.237533-1} \quad (19)$$

$$PMG_{TRAB} = 38.52(TRAB^{-0.762467})$$

Luego tenemos la ecuación del producto marginal del trabajo:

$$PMG_{TRAB} = \frac{38.52}{TRAB^{0.762467}} \quad (20)$$

Una vez estimada el producto marginal del trabajo, lo reemplazamos en la condición establecida de la ecuación (18), más el precio de un kg de tunta S/12.00 y el costo de un jornal de trabajo S/40.00; en consecuencia, la ecuación queda especificada:

$$12 * \frac{38.52}{TRAB^{0.762467}} = 40 \quad (21)$$

Luego despejamos la variable trabajo ($TRAB$)⁷, obteniendo la cantidad de jornales que se requiere para una producción óptima: $TRAB = 24.77$, jornales.

Entonces en la ecuación (20) lo reemplazamos el número de jornales y obtenemos el producto marginal del trabajo: $PM_{TRAB} = 3.33322$

Con las estimaciones de la cantidad de jornales y el producto marginal lo reemplazamos en la ecuación (18), con el cual se corrobora la teoría de la condición de maximización de los beneficios económicos del productor de chuño blanco; en el cual el valor del producto marginal del trabajo es igual al costo de un jornal de trabajo (S/.40.00)⁸.

⁷ $12 * 38.52 = 40 * TRAB^{0.762467}$

$462.24 = 40 * TRAB^{0.762467}$

$TRAB^{0.762467} = \frac{462.24}{40} = 11.556$

$TRAB = 11.556^{(1+0.762467)}$

⁸ $p * PM_{TRAB} = jornal \rightarrow 12 * 3.33322 = 40 \rightarrow 40 = 40$

Finalmente se estima la producción óptima de la tunta, por lo que en la ecuación (17) lo reemplazamos 24.77 jornales de trabajo; seguidamente se obtiene la cantidad de producto que maximiza el beneficio económico, conforme se presenta:

$$QT = 162.1683(24.77^{0.237533}) = 347.60, \text{ kg de tunta} \quad (22)$$

Costo de producción de la tunta

Para estimar el costo de producción de la tunta, se tomó en cuenta la función de producción de corto plazo, el cual tiene factores variables y factores fijos, por lo que la ecuación de la restricción presupuestaria de costos es:

$$CT = p_1(TRAB) + p_2(\overline{PAPA}) \quad (23)$$

Donde, CT es el costo total, p_1 y p_2 son los precios del factor trabajo (denominado jornal) y del factor papa, respectivamente; para este caso, el costo fijo es del insumo ($PAPA$), y el costo variable es del trabajo ($TRAB$).

El factor trabajo en el proceso de producción de la tunta está constituido por la mano de obra de la familia, es decir, por los esposos, hijos y parientes cercanos, quienes trabajan en todo las etapas de la transformación; en ese contexto el productor de la tunta no contabiliza adecuadamente el costo de la mano de obra, por ello, en el presente estudio se toma en cuenta el *costo de oportunidad* de la mano de obra, es decir, lo que ganarían por un jornal, trabajando en otras actividades agrícolas, es así que en la zona rural del distrito de Ilave, el costo del jornal fue de S/40.00.

Por otro lado, el precio de un kg del insumo papa es de S/ 0.93⁹, al respecto cabe mencionar que el precio de este insumo varía según la oferta, es decir, la producción de la papa en la región del Altiplano Peruano; por ejemplo, por causas climatológicas la cantidad cosechada de la papa disminuye, entonces el precio de este insumo se eleva y viceversa.

Una vez que se ha determinado el precio de los insumos, se establece la siguiente ecuación del costo total para la producción de la tunta.

$$CT = 40(TRAB) + 0.93(\overline{PAPA}) \quad (24)$$

Bajo el supuesto de que la variable $PAPA$ es fijo, se ha reemplazado por su valor promedio, que es de 2632 kg., con ello se obtiene la ecuación de costo de producción, donde el costo fijo es de S/2447.76 y el costo variable es S/40.00 el jornal. Finalmente se especifica la ecuación del costo:

$$CT = 2447.76 + 40*(TRAB) \quad (25)$$

⁹ El precio de factores productivos de la papa y trabajo, corresponden al año 2022.

Beneficio económico del productor de tunta

Una vez que se tiene los datos del precio, la cantidad óptima y costos totales en la ecuación (25), a continuación, se estima el beneficio económico (B):

$$B = P*QT - CT \quad (26)$$

En la ecuación (26) reemplazamos el precio (P) de un kg de chuño blanco S/.12.00¹⁰, la cantidad óptima del producto ($QT= 347.60$ kg) y restando la restricción presupuestaria de costos totales $CT = 2447.76 + 40*TRAB$; luego se obtiene el beneficio económico del productor:

$$B = 12*347.60 - 2447.76 - 40*(24.77) = S/732.64^{11} \quad (27)$$

Por lo tanto, los productores de la tunta, obtienen beneficios económicos o utilidades, en la estimación se incluye el costo de oportunidad del agricultor.

La curva del isobeneficio en la producción de tunta

De la relación que existe entre el factor variable y la cantidad del producto, se deriva la curva de isobeneficio, para lo cual, en la ecuación (26) lo reemplazamos los siguientes datos: el beneficio económico, el precio de la tunta y la ecuación del costo de producción; y obtenemos la siguiente ecuación:

$$732.64 = 12*QT - 2447.76 - 40*TRAB \quad (28)$$

Luego se despeja la variable cantidad de producción (QT) en función de la variable trabajo ($TRAB$):

$$QT = \frac{3180.4}{12} + \frac{40}{12}TRAB \quad (29)$$

Tenemos la ecuación de la recta de isobeneficio:

$$QT = 265.03 + 3.33TRAB \quad (30)$$

Seguidamente la ecuación (30) lo representamos gráficamente en el mismo plano que la función de producción de la ecuación (17), luego obtenemos la Figura 1, el mismo que nos muestra un punto en el cual, la pendiente de la recta de isobeneficio es tangente a la pendiente de la función de producción de corto plazo, lo que cumple con la condición de maximización de beneficios económicos de la empresa en el corto plazo (Varian, 2010), lo

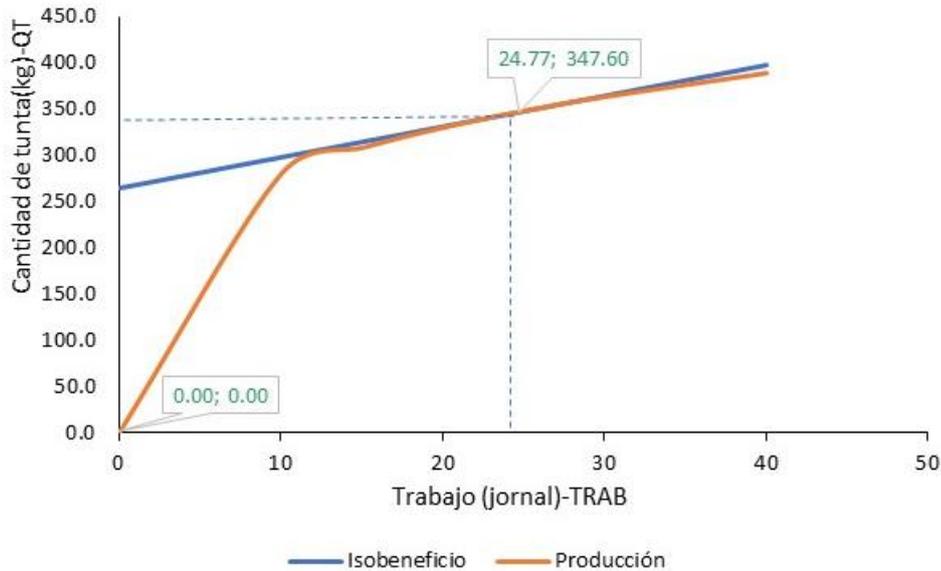
¹⁰ El precio al cual que se han comercializado la *tunta*, corresponde al año 2022.

¹¹ En términos de dólar US\$.192.29, a un tipo de cambio de S/3.83 soles por US\$. 1.00.

que significa que para producir 347.60 kg de tunta, se debería emplear 24.77 jornales de mano de obra¹², con el cual se maximizaría el beneficio económico.

Figura 1

Producción que maximiza los beneficios económicos en el corto plazo



Nota. El productor maximiza los beneficios económicos en el corto plazo, cuando emplea 24.77 jornales de trabajo, logrando producir 347.60 kg de tunta. Además, nos muestra el punto de tangencia entre la pendiente de la recta de isobeneficio (w/P) y la pendiente de la función de producción (PM_{TRA}).

4. DISCUSIÓN

Se ha encontrado que la producción óptima de tunta es de 347.60 kg, con el cual el pequeño productor campesino obtiene beneficios económico o ganancias por la suma de S/ 732.64, en términos de dólar USA es \$ 192.29; son escasos los estudios sobre los beneficios económicos en la producción de tunta, sin embargo, existen registros sobre el precio de venta de una tonelada en \$ 2200.00 y su costo es de \$ 1800.00 (Fonseca & Ordinola, 2011); deduciendo de las cifras, se obtendría un beneficio de \$ 400.00 por tonelada. Realizando cálculos del beneficio económico por un kilogramo de tunta, para el caso del presente estudio el beneficio sería \$ 0.55, en el caso del estudio mencionado sería \$ 0.40, ambos en dólar USA; los resultados son cercanos lo cual corrobora las estimaciones del presente estudio.

¹² Ejercicios para obtener la condición de maximización del beneficio económico:

$$PM_{TRAB} = \frac{38.52}{TRAB^{0.762467}} = \frac{38.52}{(24.77)^{0.762467}} = 3.33$$

$$PM_{TRAB} = \frac{w}{P} = \frac{40}{12} = 3.33$$

Para optimizar la producción de tunta se ha utilizado el modelo Cobb-Douglas, este modelo se han venido aplicando con eficiencia en estudios de optimización como en la producción de algodón del Valle de Juárez – México (Cortázar & Montaña, 2011), asimismo en la estimación de la eficiencia técnica económica de la producción de tarwi en el Altiplano de Bolivia (Chipana et al., 2014); lo que implica la generalización del modelo en las diferentes investigaciones sociales económicas.

Se ha hallado que el producto marginal del factor (PMTRAB) es igual a la relación de salario y precio (w/p), siendo su valor de 3.33 para ambos; con el cual cumple con la condición teórica de maximización de beneficio económico de una empresa en competencia (Varian, 2010).

Es preocupación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015), luchar contra la pobreza, extrema pobreza y el hambre, asimismo uno de los objetivos es lograr la seguridad alimentaria; en ese contexto existe el “Objetivo de desarrollo sostenible N°2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible” (p.16). Asimismo, la FAO define la seguridad alimentaria como aquella situación donde, “todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades nutricionales y sus preferencias alimentarias para llevar una vida activa y saludable” (UIT y FAO, 2021, p.10).

La tunta es un alimento que cumple con los requisitos de la seguridad alimentaria para el consumo de los habitantes del altiplano del Perú y de Bolivia, incluido la comunidad de Jachocco-llave; se puede acceder en todo momento y es posible de ser almacenado por varios años, manteniendo sus características nutricionales (Julca, 2016). Asimismo, se indica que 100 g, de tunta contiene los siguientes nutrientes: energía 323 kcal, agua 18.1 ml, proteína 19 g, grasa 0.5 g, carbohidrato 77.7 g, fibra 2.1 g, calcio 92 mg, fósforo 54 mg, y hierro 3.3 mg. (Indecopi, 2007).

En la zona del Altiplano de Puno, en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero se presenta la carencia de alimentos frescos como: la papa, oca, habas entre otros; en esos meses la población de la zona rural, se alimentan con productos secos: haba seca, quinua, cebada, oca deshidratada (kaya) y variedades de la papa deshidratada como el chuño y la tunta (Apaza Ticona et al., 2019).

La tunta es un alimento deshidratado, su almacenamiento y conservación es posible por periodos extensos, aproximadamente de 5 a más años (Fonseca & Ordinola, 2011; Julca, 2016; Calle, 2018) además dicho producto está disponible en periodos de escasez, cuando hay sequía y otras externalidades que afectan la provisión de alimentos; por lo cual la tunta es apropiada para afrontar situaciones de hambruna.

Instituciones del Estado y universidades vienen contribuyendo con el mejoramiento de las técnicas de producción de la tunta, en ese marco (Ñaupá, 2010) realizó un estudio experimental de liofilización, es una técnica de deshidratación a través de la sublimación (de un estado sólido a gaseoso), pero aún los productores de tunta lo realizan de manera artesanal aprovechando el clima de la zona, altas heladas en la noche y días soleados. Asimismo, existen estudios sobre la transferencia tecnológica en la producción de tunta, en ese contexto (Salinas, 2015) investigó la incorporación de tecnología en el proceso de elaboración de tunta, específicamente en la fase del descascarado, construyendo una máquina prototipo que funciona con energía solar fotovoltaico, fue aplicado en Chijichaya, llave - Puno.

5. CONCLUSIONES

La primera conclusión es que la cantidad óptima de producción de chuño blanco, en el centro poblado de Jachocco del distrito de Llave-Puno, es de 347.60 kg, debiendo emplear 24.77 jornales de trabajo; con el cual logra obtener un beneficio económico de S/732.64. La producción se realiza de manera artesanal, no se emplean maquinarias, utilizan la corriente del río y el clima de la zona, generalmente en los meses de junio a julio; es una actividad económica de las familias campesinas que cultivan la papa; aproximadamente se requiere 6 kg de papa para obtener 1 kg de tunta.

Además, para un nivel de producción dada, el ingreso generado por la venta de chuño blanco es de S/4171.20, y el costo total es de S/3438.56, éste último desagregado en costos fijos S/2447.76, y el costo variable S/990.80. Finalmente, el ingreso es mayor a los costos de producción.

El chuño blanco o tunta, es un alimento deshidratado no perecible, se puede almacenar por periodos largos, de 5 a más años, conservando sus componentes nutricionales como proteínas, grasas, minerales entre otros; esto significa que es un alimento disponible para la Seguridad Alimentaria. Cabe añadir que, para preparar algún plato se debe rehidratar la tunta, de 10 a 30 minutos.

Los resultados nos muestran que la actividad productiva de elaboración de la tunta, reporta beneficios económicos para el productor, dicho beneficio lo utilizan para cubrir gastos en la salud y educación de sus familias, entre otros; en consecuencia, mejora el nivel de vida de dichas comunidades.

Se recomienda a los organismos competentes del Gobierno, al Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), Gobiernos Regionales, y entre otras instituciones; proporcionen mayor apoyo a los agricultores que elaboran la tunta, ya sea con la capacitación en gestión de negocios, transferencia de tecnología y otros.

Conflicto de intereses / Competing interests:

Los autores declaran que no incurrir en conflictos de intereses.

Rol de los autores / Authors Roles:

Juan Cruz-Lauracio: Conceptualización, escritura – borrador original, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos.

Faustino Flores-Lujano: Análisis formal, metodología, supervisión, validación, visualización, escritura – borrador original, escritura – revisión y edición.

Ronald Ávila-Choque: Curación de datos, análisis formal, investigación, recursos, escritura – revisión y edición.

Fuentes de financiamiento / Funding:

La investigación fue financiada por el Fondo Especial de Desarrollo Universitario (FEDU) de la Universidad Nacional del Altiplano.

Aspectos éticos / legales; Ethics / legals:

Los autores declaran no haber incurrido en aspectos antiéticos, ni haber omitido aspectos legales en la realización de la investigación.

REFERENCIAS

- Apaza Ticona, J., Alanoca Arocutipa, V., Ticona Alacona, C., Calderon Torres, A., & Maquera Maquera, Y. (2019). Educación y alimentación en las comunidades aymaras de Puno. *Comuni@cción: Revista de Investigación En Comunicación y Desarrollo*, 10(1), 36–46. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.10.1.328>
- Arcos, J., & Holguin, V. (2010). Variedades de papas nativas con aptitud para procesamiento en tunta. *Instituto de Innovación Agraria-INIA-Puno-Perú*, 65–66. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/768>
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación* (3 ed.). Pearson Educación.
- Calle Mamani, G. (2018). Revalorización de las tecnologías ancestrales en la producción de chuño para contribuir a la seguridad alimentaria de Bolivia. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/19053>
- Chipana, G., Trigo, R., Bosque, H., Jacobsen, S.-E., Mercado, G., & Calisaya, I. (2014). Los factores productivos y la educación en la producción de tarwi en el altiplano norte de Bolivia. *SciELO*, 42–48. http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v1n1/v1n1_a06.pdf
- Cortázar, A., & Montaña, M. C. E. E. (2011). La función Cobb Douglas en la producción de algodón del Valle de Juárez: Aplicación a factores definidos e interpretación específica de resultados. *Revista Fuente*, (9), 137–150. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-09/9.pdf>
- Cuba, A. (2021). *Caracterización fisicoquímica y funcional de almidones de papa y tunta de tres variedades nativas amargas procedentes de llave-Puno* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4607>
- Cutipá, R. G., & Cañazaca, G. (2018). *Influencia del Comportamiento del Consumidor paceño en la comercialización de la tunta peruana en la ciudad capital de La Paz Bolivia* [Tesis de grado, Universidad Peruana Unión]. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1934>
- Fonseca, C. (2019). Alternativas No Convencionales de Procesamiento de Papa: Caso de la Tunta. *Centro Internacional de la papa*. <https://hdl.handle.net/10568/108522>
- Fonseca, C., Huarachi, E., Chura, W., & Cotrado, G. (2007). *Guía de las buenas prácticas del procesamiento para la producción artesanal de la Tunta*. Centro Internacional de la papa. <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/004295.pdf>
- Fonseca, C., Huarachi, E., & Ordinola, M. (2011). Una experiencia de innovación tecnológica y difusión en la producción artesanal de la papa deshidratada: Tunta. *Revista Latinoamericana de La Papa*, 16(1), 99–127. <https://doi.org/10.37066/ralap.v16i1.171>
- Fonseca, C., & Ordinola, M. (2011). Mejorando la competitividad de la agroindustria rural: el caso de la tunta en el altiplano peruano. In *Mejorando la competitividad de la agroindustria rural: el caso de la tunta en el altiplano peruano*. Centro Internacional de la papa. <https://doi.org/10.4160/9789290604129>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría* (5 ed.). McGraw-Hill.

- Huayhua, H. J., & García, R. A. (2021). Efecto antimicrobiano de la tunta (*Solanum juzepczukii*) sobre la *Salmonella enterica* subespecie *enterica* serovar *Typhimurium*. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 23(1), 37–46. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.224>
- Indecopi. (2007). Norma Técnica Peruana. In *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI*. https://cipotato.org/wp-content/uploads/publication_files/books/004294.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2023). *Perú: Pobreza Monetaria, 2022 (Principales Resultados)*. INEI. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4547653/Presentación del jefe del INEI.pdf?v=1683828485](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4547653/Presentación_del_jefe_del_INEI.pdf?v=1683828485)
- Julca, B. P. (2016). *Impacto del Gorgojo de los Andes (Premnotrypes spp.) en la producción y comercialización del chuño blanco en las economías campesinas del departamento de Puno*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2445>
- Mendoza, W. (2014). *Cómo investigan los economistas: Guía para elaborar y desarrollar un proyecto de investigación* (1a ed.). Fondo Editorial PUCP.
- Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (2020). *Reporte regional de indicadores sociales del departamento de Puno. MIDIS - Perú*. <https://sdv.midis.gob.pe/redinforma/Upload/regional/Puno.pdf>
- Ñaupá, E. (2010). *Efecto de la liofilización en las propiedades físico-sensoriales de la tunta*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/3492>
- Nicholson, W., & Snyder, C. (2012). *Microeconomic theory*. (11 ed.). CENGAGE Learning.
- Organización de las Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Asamblea General, 15900, 40. https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf
- Osorio, S. (2009). *Contexto social, económico e institucional de la región Puno. Las comunidades Campesinas en la región Puno*, 36. [https://centroderecursos.cultura.pe/sites/default/files/rb/pdf/Comunidades campesinas en la region PUNO.pdf](https://centroderecursos.cultura.pe/sites/default/files/rb/pdf/Comunidades_campesinas_en_la_region_PUNO.pdf)
- Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2013). *Microeconomía*. (8a edición). Pearson Educación.
- Salinas, M. A. (2015). *Tecnología para la optimización del proceso de pelado de la Tunta*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3273804>
- Unión Interparlamentaria y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *Nutrición y sistemas alimentarios*. Manual para parlamentarios N°32. <https://doi.org/10.4060/cb2005es>
- Varian, H. R. (2010). *Microeconomía intermedia*. (8a edición). Antoni Bosch.