



ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE DOS TECNOLOGÍAS COMO FACTOR DE CALIDAD EN EL PROCESAMIENTO DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa Willd*)
COMPARATIVE STUDY OF THE USE OF TWO TECHNOLOGIES AS A QUALITY FACTOR IN THE PROCESSING OF QUINOA (*Chenopodium Quinoa Willd*)

Arapa Carcasi Percy

Universidad Nacional del Altiplano

RESUMEN

En los últimos años la demanda de quinua ha aumentado considerablemente teniendo la necesidad de mejorar la tecnología utilizada en el procesamiento de la quinua a su vez la exigencia por parte del consumidor en cuanto a calidad también ha aumentado, en este artículo se muestra los resultados de la comparación del uso de tecnología de sistema no continuo y el uso de la tecnología de sistema continuo comparando la calidad obtenida en ambos procesos, en el uso de tecnología de sistema continuo se introduce nueva tecnología, como es el selector óptico, sistema de selección continuo, maquinaria de mayor eficiencia en el escarificado y lavado de la quinua, la calidad obtenida con la tecnología de sistema continuo es mejor en comparación con el uso de tecnología de sistema no continuo obteniéndose una quinua de categoría 2 con el uso de tecnología de sistema no continuo y con el uso de tecnología de sistema continuo se obtiene una quinua de categoría 1, en el proceso productivo el uso de tecnología de sistema no continuo se obtiene un 86% de rendimiento para obtención de quinua de tamaño de granos grandes y con el uso de tecnología de sistema continuo se obtiene un 96% de rendimiento para la obtención de quinua de tamaño de granos grandes, existiendo una diferencia significativo entre el uso de tecnología de sistema no continuo y tecnología de sistema continuo.

Palabras Clave: Quinoa, tecnología, sistema, proceso, calidad.

ABSTRACT

In the last years the demand for quinoa has increased considerably, taking into account the need to improve the technology used in the processing of quinoa. In turn, the demand by the consumer for quality has also increased. This article shows the results of The comparison of the use of non-continuous system technology and the use of continuous system technology comparing the quality obtained in both processes, in the use of continuous system technology new technology is introduced, such as the optical selector, continuous selection system , More efficient machinery in the scarification and washing of quinoa, the quality obtained with the continuous system technology is better compared to the use of non-continuous system technology obtaining a category 2 quinoa with the use of non-system technology Continuous and with the use of technology of continuous system obtains a quinoa of category 1, in the process produc The use of non-continuous system technology yields a 86% yield to obtain quinoa-sized large grains and with the use of continuous system technology yields a 96% yield for quinoa grain size Large, there being a significant difference between the use of non-continuous system technology and continuous system technology.

Keywords: Quinoa, technology, system, process, quality.

INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos más importantes de la agro biodiversidad andina está constituido por la especie *Chenopodium quinoa*, pseudo-cereal que, por sus características nutricionales, nutracéuticas y organolépticas, ha pasado a ser de un alimento para marginados a un elemento de alto valor en la alimentación humana en el ámbito mundial. (Carvajal, 2011) siendo necesario darle la importancia en la investigación desde el punto de vista agroindustrial para realizar el uso adecuado de sus enormes potencialidades, a través de un transformación industrial que permita valorar verdaderamente este producto (DRA-Ancash, 2016), en 1996 la quinua fue catalogada por la FAO como uno de los cultivos promisorios de la humanidad no solo por sus grandes propiedades benéficas y por sus múltiples usos, sino también por considerarla como una alternativa para solucionar los graves problemas de nutrición humana (FAO, 2011), en el año 2012, la producción de quinua en Puno fue de 32.004,1 toneladas, de las cuales el 50% fue para autoconsumo, el 10% se derivó a la agroindustria local y regional (Guzmán, 2013) y cada año es más el porcentaje destinado para la agroindustria, cabe destacar que la tecnología de procesamiento de quinua ha evolucionado desarrollado maquinaria específica y los criterios de calidad de producto quinua está asociado con el color de los granos, contenido de proteína del grano, contenido de saponina del grano, tamaño de grano y otros que demande el mercado y el uso final de la quinua (Gómez & Aguilar, 2016) estas características que debe reunir los granos de quinua procesada (beneficiada), en el momento de su comercialización son la calidad, clasificación, tolerancia y presentación de la quinua (NTP205.062, 2009) que requiere el mercado para la satisfacción al consumidor, su demanda nacional e internacional de la información recogida con productores, tanto en Puno como en Arequipa, se señala que esta se incrementaría en los próximos años debido al reconocimiento de su calidad nutritiva (IICA, 2005), la calidad resulta agente

clave para fomentar el consumo y fomentar una visión mercantilista en el agricultor, articulando a la quinua en la gobernanza de «cadenas de valor» (Olarte-calsina, Olarte-Daza C., & Schultz, 2016), la quinua es considerada como un producto estrella en el mundo por sus propiedades nutritivas y medicinales. Presenta diferentes variedades de especies y es el único entre los cereales que posee todos los aminoácidos, además de ser la única alternativa entre los alimentos de origen vegetal para reemplazar la proteína animal (Ayala & Fernando, 2013).

El conocimiento científico y tecnológico es una de las principales riquezas de las sociedades contemporáneas y un elemento indispensable para impulsar el desarrollo económico y social. La ciencia, la tecnología y la innovación se han convertido en herramientas necesarias para la transformación de las estructuras productivas, la explotación racional de los recursos naturales, el cuidado de la salud, la alimentación, la educación y otros requerimientos sociales (OEI, 2012), la competitividad se ha convertido en el nuevo paradigma económico para triunfar en el mundo actual, por lo que empresas y países hacen esfuerzos para alcanzar las capacidades y competencias que les proporcionen ventajas superiores frente a la competencia (Peñaloza, 2007) el sistema es un conjunto de elementos interrelacionados con un entorno que sin pertenecer al sistema, si tienen una influencia sobre él, un sistema productivo es un tipo de organización que es un conjunto de elementos o partes que tienen un objetivo común; existe una división del trabajo (especialización), es posible la comunicación entre los elementos y existe un elemento que tiene una función de control (De la Fuente, Fernández, & García, 2006), y se tiene que valorar la tecnología como un activo (Gallego Alzate, 2005).

Teniendo en cuenta lo anteriormente indicado el objetivo es la determinación de la diferencia en la calidad de quinua con el uso de tecnologías en el procesamiento de quinua.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en dos plantas de procesamiento de quinua ambas ubicadas en el departamento de Puno – Perú, la quinua procesada es la variedad Blanca de Juli, los materiales utilizados para el estudio son una balanza digital, tamices, vernier y una lupa. Los métodos utilizados para el procesamiento de la quinua con tecnología de sistema no continuo es desarrollado en la empresa Servicios Agroindustriales el Altiplano SAC (Arapa C., 2009) y la tecnología de sistema continuo desarrolla en la empresa Innova Alimentos EIRL (Arapa C., 2017).

Tecnología de Sistema No Continuo (TSNC)

El procesamiento de quinua haciendo uso la tecnología de sistema no continuo se detallan en la figura 1 el cual se puede observar que se realiza por dos métodos el método húmedo y el método seco, las operaciones unitarias son el escarificado, desaponificado, secado, selección y envasado, siendo el método húmedo el utilizado para el presente estudio.

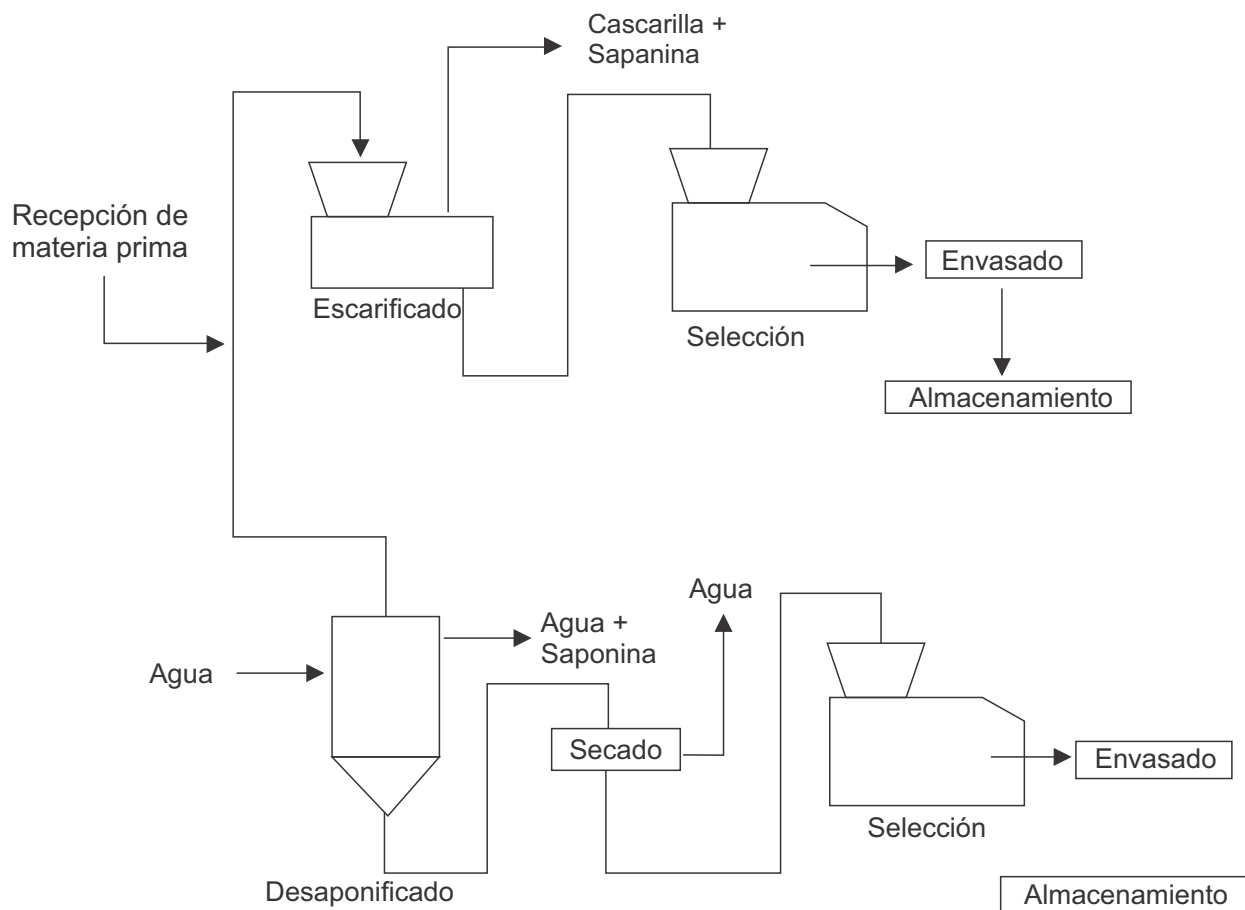


Figura 1. Proceso producto de Quinua perlada con sistema no continuo
Fuente: Arapa, 2009

Tecnología de Sistema Continuo (TSC)

El procesamiento de quinua perlada con el uso de tecnología de sistema continuo se detalla en la figura 2 en cual se observa las operaciones unitarias de selección de impurezas, despedrado, escarificado,

lavado primario, lavado secundario, lavado 1, centrifugado, secado 1 y 2, despedrado 1 y 2, clasificado por tamaños, selección gravimétrica, selección óptica y envasado, el cual se hace uso para el presente estudio.

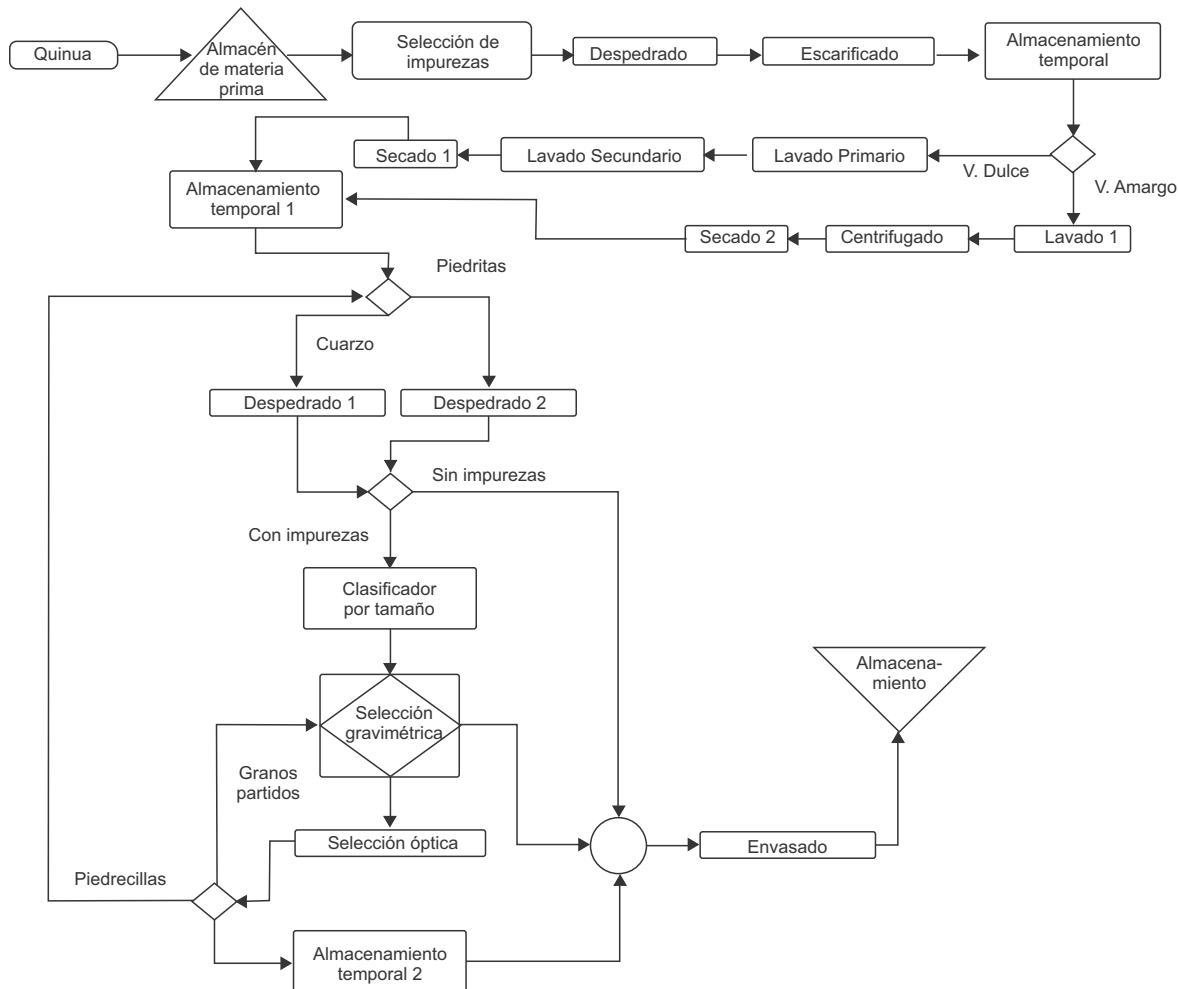


Figura 2: Proceso producto de Quinua perlada con el sistema continuo

Fuente: Arapa, 2017

Método del Estudio:

Primero se recoge las muestras de quinua perlada, esta es tomada en la operación unitaria de envasado para ambos sistemas de producción. Segundo para el estudio del diámetro se hace uso del vernier haciendo mediciones en distintos días de producción, para el estudio de las impurezas se hace uso del tamiz, las variedades contrastantes y granos enteros se observa con la lupa al final se procedió al pesado en una balanza digital y para el estudio del rendimiento se hace uso de la balanza digital haciendo pesaje tanto al inicio de la producción como al final de la producción en distintos días de

producción. Tercero se realiza el cálculo de porcentaje de impurezas utilizando la ecuación 3, el porcentaje de variedades contrastantes se realiza utilizando la ecuación 1, el porcentaje de granos enteros se utiliza la ecuación 2 y para el rendimiento se utiliza la ecuación 4, Cuarto se realizó el análisis estadístico haciendo uso del software Minitab 18 para Windows versión 18.1 (2017) desarrollado por Minitab Inc.. Al final se estableció la calidad de quinua obtenida por la TSC y por la TSNC esta se realiza utilizando la NTP 205.062, 2009: Quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*) requisitos, el cual se detalla en la tabla 1 y 2.

Tabla 1: Determinación del tamaño de los granos de quinua en función del diámetro promedio

Tamaño de los granos	Diámetro promedio de los granos, expresado en mm	Malla
Extra grande	Mayor a 2.0	85% retenido en la malla ASTM 10
Grandes	Mayor a 1.70 hasta 2.0	85% retenido en la malla ASTM 12
Medianos	Mayor a 1.40 hasta 1.69	85% retenido en la malla ASTM 14
pequeños	Menor a 1.40	85% que pasa por la malla ASTM 14

Fuente: NTP 205.062, 2009

Tabla 2: Tolerancia admitidas para la clasificación de los granos de quinua en función a su grado.

Parámetros sensoriales	Unidad	Categoría 1		Categoría 2		Categoría 3	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Granos enteros	%	96		90		86	
Granos quebrados	%		1.5		2.0		3.0
Granos dañados	%		1.0		2.5		3.0
Granos germinados	%		0.15		0.25		0.3
Granos recubiertos	%		0.25		0.30		0.35
Granos inmaduros	%		0.5		0.7		0.9
Impurezas totales	%		0.25		0.30		0.35
Piedrecillas en 100 g de muestra	U/100 g		Ausencia		Ausencia		Ausencia
Granos contrastantes	%		1.0		2.0		2.5
Insectos (enteros, partes o larvas)	%		Ausencia		Ausencia		Ausencia

Fuente: NTP 205.062, 2009

Calculo de variedades contrastantes

Calculo de variedades contrastantes

$$\% VC = \left(\frac{\text{Gramos de CV}}{\text{Gramos de muestra}} \right) \times 0.1 \dots\dots\dots(1)$$

Dónde: %VC = Porcentaje de variedades contrastantes, VC = Variedades contrastantes.

Calculo de granos enteros

$$\% GE = \left(\frac{\text{Gramos de GE}}{\text{Gramos de muestra}} \right) \times 0.1 \dots\dots\dots (2)$$

Dónde: % GE = Porcentaje de granos enteros, GE = Granos Enteros.

Calculo de impurezas

$$\% \text{Impurezas} = \left(\frac{\text{Gramos de impurezas}}{\text{Gramos de muestra}} \right) \times 0.1 \dots\dots (3)$$

Calculo de Rendimiento

$$\text{Rendimiento (\%)} = \left(\frac{\text{Kilogramos MP}}{\text{Kilogramos PF}} \right) \times 0.1 \dots\dots\dots (4)$$

Dónde: MP = Materia Prima, PF = Producto Final

Resultados y Discusiones

En la tabla 3 se muestra los datos obtenidos en procesamiento de quinua perlada con el uso de la

TSC y el uso de la TSNC, las variables comparadas son las variedades contrastante, granos enteros, las impurezas, diámetro y el rendimiento.

Tabla 3: Resultados obtenidos en procesamiento de quinua perlada con el uso de sistema continuo y sistema no continuo.

N	Variedades Contrastantes (%)		Granos enteros (%)		Impureza (%)		diámetro (mm)		Rendimiento (%)	
	TSNC	TSC	TSNC	TSC	TSNC	TSC	TSNC	TSC	TSNC	TSC
1	1.2	0.9	90	97	0.5	0.2	1.8	1.7	86	96
2	1.1	0.8	91	96	0.3	0.3	1.7	1.6	86	96
3	1.4	0.7	92	98	0.2	0.2	1.9	1.8	86	96
4	1.5	0.9	94	98	0.3	0.2	2	1.9	86	95
5	1.2	0.8	90	96	0.2	0.3	1.7	1.9	86	95
6	1.7	0.9	92	98	0.3	0.2	1.7	1.9	87	96
7	1.3	0.6	93	97	0.3	0.2	1.8	2	86	97
8	1.6	0.8	90	96	0.4	0.3	1.9	1.8	86	97
9	1.7	0.7	92	97	0.3	0.2	1.9	2	85	96
10	1.1	0.6	94	98	0.2	0.4	1.9	1.7	86	96

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 4 se muestra los resultados de la media, desviación típica y el error típico de la media en el procesamiento de quinua perlada con el uso de la TSC y el uso de la TSNC, se observa diferencias

significativa en las variables de variedades contrastantes, granos enteros y el rendimiento, no existiendo diferencia significativa en las variables de impurezas y los granos enteros de quinua.

Tabla 4. Resultados de la media, desviación típica y el error típico de la media para el procesamiento de quinua perlada con el sistema continuo y sistema no continuo.

Variable	Variedades Contrastantes (%)		Granos Enteros de Quinua (%)		Impurezas (%)		Diámetro (mm)		Rendimiento (%)	
	TSC	TSNC	TSC	TSNC	TSC	TSNC	TSC	TSNC	TSC	TSNC
Tecnología	TSC	TSNC	TSC	TSNC	TSC	TSNC	TSC	TSNC	TSC	TSNC
Media	0.77	1.38	97.1	91.8	0.25	0.3	1.83	1.83	96	86
Desviación Típica	0.11	0.23	0.88	1.55	0.071	0.094	0.134	0.11	0.667	0.471
Error Típico de la Media	0.037	0.074	0.28	0.49	0.022	0.0298	0.042	0.33	0.21	0.15

Fuente: Elaboración propia.

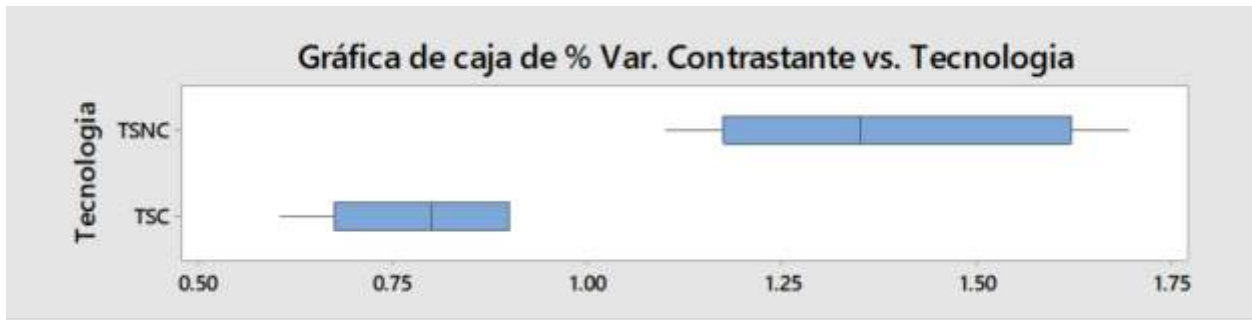
La prueba e intervalo de confianza (IC) para dos variables y la prueba de Levene se muestra en la tabla 5 donde la relación de desviación estándar para IC de 95% para la relación usando Levene se muestra que en el rendimiento no se puede calcular por existir una inconsistencia en los datos obtenidos para dos variables, en las variables variedades contrastantes, granos enteros y el rendimiento hay

diferencias significativas en el producto obtenido por la TSC en comparación con la TSNC, respecto a las variables de impurezas y diámetro del grano no hay diferencias significativas del producto obtenido por la TSC en comparación con la TSNC, estos resultados se detallan en la tabla 5 y en la figura 3 se muestra la gráfica de caja en el cual se observa con mayor claridad los resultados obtenidos de la prueba de Levene.

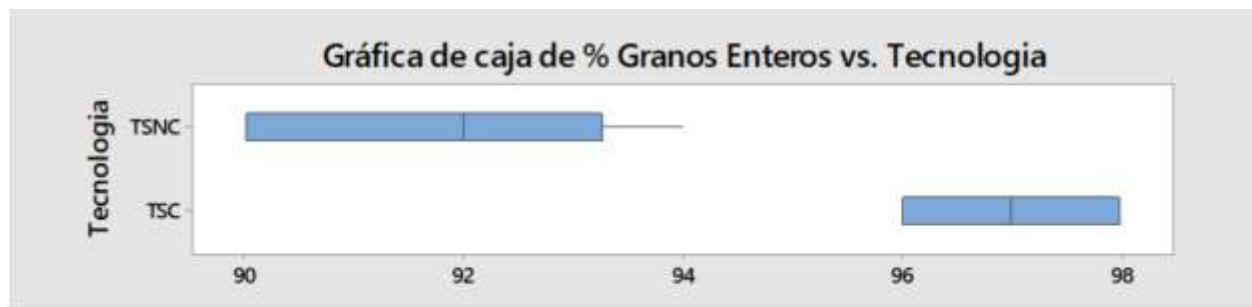
Tabla 5. Prueba de Levene y la relación de desviación estándar para el porcentaje de variedades contrastantes, porcentaje de granos enteros, porcentaje de impurezas, diámetro de granos de quinua y el rendimiento.

VARIABLES	RELACIÓN DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR		PRUEBA DE LEVENE			
	Relación estimada	IC de 95 % para la relación usando Levene	Estadística de prueba	GL1	GL2	Valor p
% Variedades contrastantes	2.02464	(1.193, 4.126)	7.07		18	0.016
% Granos Enteros	1.7693	(0.773, 3.568)	2.32	1	18	0.145
% Impurezas	1.33333	(0.243, 20230)	0.1	1	18	0.754
Diámetro (mm)	0.792041	(0.452, 1.539)	0.53	1	18	0.476
Rendimiento (%)	0.707107	(* , 4.010)	0.9	1	18	0.355

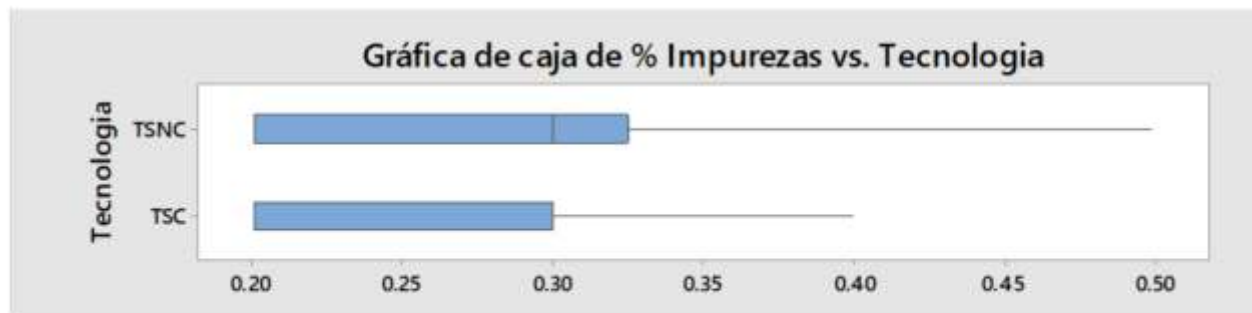
Fuente: Elaboración propia.



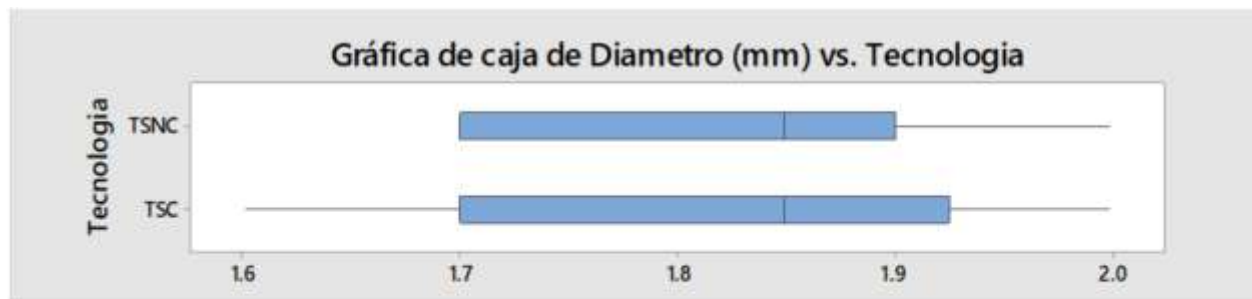
(a)



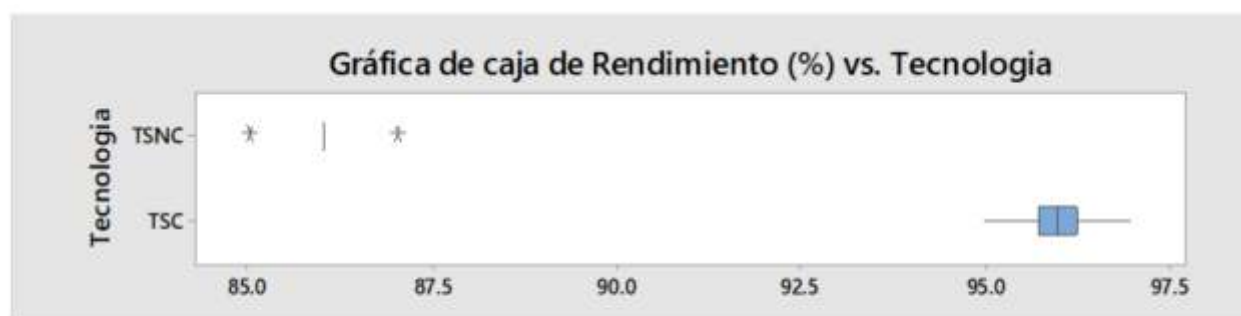
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 3. Gráfico de caja para el porcentaje de variedades contrastantes (a), porcentaje de granos entero (b), rendimiento (e), diámetro de grano de quinua (d) y porcentaje de impurezas (c).

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la calidad de la quinua (Choquehuanca C., 1998) señala “la presencia de granos de quinua de color negro en proporción mayor a 2% disminuye la calidad del producto” (p. 79) siendo la TSNC la que presenta mayor contenido de variedades contrastantes como la quinua de color negro y esto afecta la calidad del producto. El diámetro del grano de quinua determinado por (Calle s., Del castillo G., Vargas M., & Bonifacio F., 2016) está entre 2 a 1.70 milímetros (p. 210) siendo el mismo rango obtenido por la TSC y TSNC.

Conclusiones

En el estudio se evidenció que la Tecnología de Sistema Continuo (TSC) tiene ventajas comparativas en relación con la Tecnología de Sistema No Continuo (TSNC) con una marcada diferencia en el porcentaje de variedades contrastantes, porcentaje de granos enteros y rendimiento con una media de 86 % para la TSNC y 96 % para la TSC, en el porcentaje de impurezas es menor en el sistema continuo siendo no significativo la variación, el diámetro obtenido es mayor en el sistema continuo. Confrontando los resultados con la Norma Técnica Peruana de Quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*) requisitos el producto obtenido por la Tecnología de Sistema Continuo (TSC) está dentro la categoría 1 y el producto obtenido por la Tecnología de Sistema No Continuo (TSNC) está dentro de la categoría 2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arapa C., P. (2009). *Ciencia y tecnología de la quinua*.
- Arapa C., P. (2017). *Plan HACCP Quinua Cañihua*.
- Ayala, F., & Fernando, J. (2013). Desarrollo de estrategias de posicionamiento. Caso: Producto Quinua. *Revista Perspectivas*, 1(32), 39–60. Retrieved from http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332013000200002
- Calle s., L., Del castillo G., C., Vargas M., A., & Bonifacio F., A. (2016). Evaluación de características comerciales en Quinua roja (*Chenopodium quinoa Willd.*) en K'iphak'iphani, provincia Ingavi-La Paz. *RIIARn*, 3(2), 207–213. Retrieved from http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182016000200010&script=sci_arttext&tlng=es
- Carvajal, S. R. (2011). La quinua y la necesidad de realizar investigación agroambiental. *Tinkazos*, 14(30).
- Choquehuanca C., F. F. (1998). *Determinacion de parametros en la elaboracion de hojuelas de quinua (Chenopodium quinoa Willd) precocida y saborizada*. Universidad Nacional del Altiplano.

- De la Fuente, D., Fernández, I., & García, N. (2006). *Administración de empresa en ingeniería*.
- DRA-Ancash. (2016). *Cultivo de la Quinoa en Ancash*.
- FAO. (2011). *La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*.
- Gallego Alzate, J. B. (2005). Fundamentos de la gestión tecnológica e innovación. *Tecnología e Innovación*, (15), 114–131. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344234271005>
- Gómez, P. L., & Aguilar, C. E. (2016). *Guía de cultivo de la Quinoa*.
- Guzmán, H. (2013). Competitividad de la quinua perlada para exportación : el caso de Puno. *Ingeniería Industrial*, (31), 91–112.
- IICA. (2005). *El mercado y la producción de Quinoa en el Perú*.
- NTP205.062. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) requisitos.
- OEI. (2012). *Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social*.
- Olarte-calsina, S., Olarte-Daza C., U., & Schultz, G. (2016). La quinua en el contexto de la estandarización. *Agroalimentaria*, 22(43), 89–102.
- Peñaloza, M. (2007). Tecnología e Innovación factores claves para la competitividad. *Actualidad Contable FACES*, 10(15), 82–94.