

ARTÍCULO ORIGINAL

PAN FUNCIONAL ENRIQUECIDO CON HARINA DE QUINUA NEGRA GERMINADA (CHENOPODIUM QUINOA) Y BERRIES ANDINOS TARMEÑOS

FUNCTIONAL BREAD ENRICHED WITH SPROUTED BLACK QUINOA FLOUR (CHENOPODIUM QUINOA) AND TARMEÑOS ANDEAN BERRIES

Paucarchuco, Soto Joselin ¹  Quincho Estares, José Isrhael ¹  Mendoza Vega, Daysi Beatriz ¹ 
Orihuela Pacahuala, Sebastian Manuel ¹ 

¹ Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Tarma, Perú.

Para citar este artículo:

Paucarchuco, J., Quincho, J., Mendoza, D., & Orihuela, S. (2023). Pan funcional enriquecido con harina de quinua negra germinada (*Chenopodium quinoa*) y berries andinos Tarmeños. *Advances in Science and Innovación*, 2 (2).

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad elaborar panes multifuncionales sustituyendo la harina de trigo por harina de quinua negra germinada al (15, 20 y 25%) a su vez se enriqueció el pan con frutos deshidratados osmóticamente al 50% como el aguaymanto y saúco. En la parte experimental se empleó una temperatura de 35°C y un tiempo de 60 minutos en lo que respecta a la fermentación de la masa, además de ello se empleó una temperatura 180°C y un tiempo de 10 minutos para el horneado de las 3 muestras.

Se elaboró una ficha de evaluación sensorial con la finalidad de conocer qué tratamiento era el que presentaba mejores características organolépticas, para lo cual se tomaron como referencia 5 escalas de valoración (Excelente, muy bueno, bueno, regular y malo). Para ello se contó con la participación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UNAAT. Llegando a obtener como resultado la preferencia de 11 estudiantes por la muestra (3), 9 estudiantes por la muestra (2) y 3 estudiantes por la muestra (1). En conclusión, se menciona que la muestra 3 (sustitución al 15%) es la que presentó mejores características organolépticas en cuanto a sabor, color, aroma, textura y diseño del pan.

Palabras Claves: *Pan funcional; berries andinos; deshidratación osmótica; germinación.*

ABSTRACT

The purpose of this research work was to prepare multifunctional breads by replacing wheat flour with germinated black quinoa flour (15, 20 and 25%), in turn the bread was enriched with 50% osmotically dehydrated fruits such as aguaymanto and elderberry. In the experimental part, a temperature of 35°C and a time of 60 minutes was used with regard to the fermentation of the dough, in addition, a temperature of 180°C and a time of 10 minutes was used for baking the dough 3 samples.

A sensory evaluation sheet was prepared in order to know which treatment had the best organoleptic characteristics, for which 5 evaluation scales were taken as reference (Excellent, very good, good, average and poor). For this, students from the UNAAT Agroindustrial Engineering program participated. The result

was the preference of 11 students for the sample (3), 9 students for the sample (2) and 3 students for the sample (1). In conclusion, it is mentioned that sample 3 (15% substitution) is the one that presented the best organoleptic characteristics in terms of flavor, color, aroma, texture and design of the bread.

Keywords: *Functional bread; andean berries; osmotic dehydration; germination.*

INTRODUCCIÓN

El creciente interés de los consumidores de todo el mundo por los alimentos que promueven la salud ha dirigido a la industria panadera hacia el enriquecimiento y la mejora de la calidad nutricional de los productos horneados mediante el uso de ingredientes naturales con composiciones ricas en nutrientes (Piechowiak et al., 2020). En el esfuerzo por aumentar las propiedades funcionales de los alimentos, se están probando nuevos enfoques que incluyen la incorporación de aditivos para mejorar los perfiles nutricionales de los alimentos (Navarro, 2018).

Los alimentos funcionales se definieron recientemente como alimentos naturales o procesados industrialmente que tienen efectos potencialmente positivos para la salud más allá de la nutrición básica, cuando se consumen regularmente en niveles eficaces como parte de una dieta variada. Según esta definición, los panes fortificados pueden considerarse alimentos funcionales (Belz et al., 2019).

Los análisis de las preferencias de los consumidores han revelado una relación positiva entre familiaridad y preferencias. Muchos estudios han encontrado que cuanto más familiarizados están los consumidores con el nutriente (p. ej., fibra) y la categoría del producto (p. ej., pan), mayor es su preferencia e intención de compra hacia estos alimentos con declaraciones tanto nutricionales como saludables (Stern et al., 2020). Los panes generalmente tienen bajos contenidos de proteínas, con valores promedio que oscilan entre el 6 y el 8% (Gaglio et al., 2023). Se ha demostrado que la adición de harinas de plantas ricas en proteínas y fibra, como legumbres e incluso insectos, mejora la calidad nutricional del pan de trigo (Taco et al., 2020).

La adición de cualquier material vegetal a un producto alimenticio deficiente en nutrientes, como el pan, seguramente aumentará las fibras de tipo celulosa y el contenido de minerales del producto (Ibidapo et al., 2020). La adición de proteínas vegetales debe eva-

luarse no sólo como la cantidad añadida, sino también como su contribución a la demanda diaria de proteínas de los consumidores (Dizlek & Awika, 2023). PDCAAS (Puntuación de aminoácidos corregida por digestibilidad de proteínas) es el método preferido de la FAO/OMS para evaluar la calidad de las proteínas de un alimento o ingrediente en función de su perfil de aminoácidos y digestibilidad (Argun et al., 2023).

Es por ello que en la presente investigación se empleó la harina de quinua negra germinada y frutos deshidratados osmóticamente como el aguaymanto y sauco para enriquecer el pan multifuncional. Y de ese modo poder brindar a la población Tarmaña nuevos productos de panificación que aporten a llevar un estilo de vida saludable.

METODOLOGÍA

Materia Prima

Para la elaboración del pan funcional se empleó harina de quinua negra germinada, aguaymanto y sauco deshidratado osmóticamente. Las materias primas fueron adquiridas del Mercado Manual A. Odría de Tarma y del Mercado 2 de mayo. A continuación, se presenta el procedimiento de obtención de harina de quinua negra germinada:

Figura 1

Diagrama de flujo para obtención de harina de quinua negra (*Chenopodium quinoa*) germinada



Formulación del pan

Se formularon 3 tratamientos con sustitución parcial de harina de quinua negra germinada y se enriquecieron con berries andinos deshidratados. A continuación, se detalla las formulaciones.

T1: Se trabajó al 25% con 125 gr. de harina de

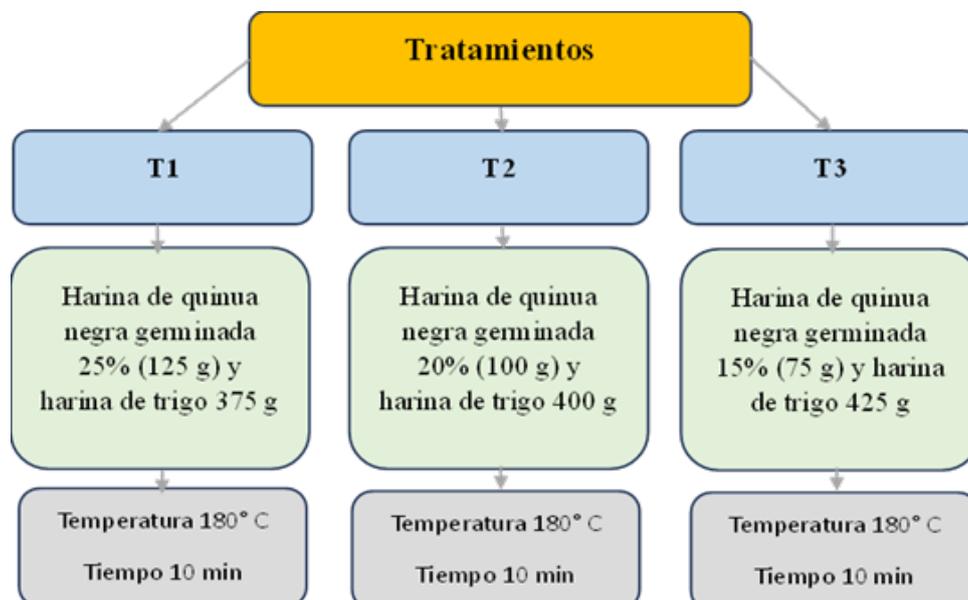
quinua negra germinada.

T2: Se trabajó al 20% con 100 gr. de harina de quinua negra germinada.

T3: Se trabajó al 15% con 75 gr. de harina de quinua negra germinada.

Figura 2

Formulaciones en la elaboración del pan



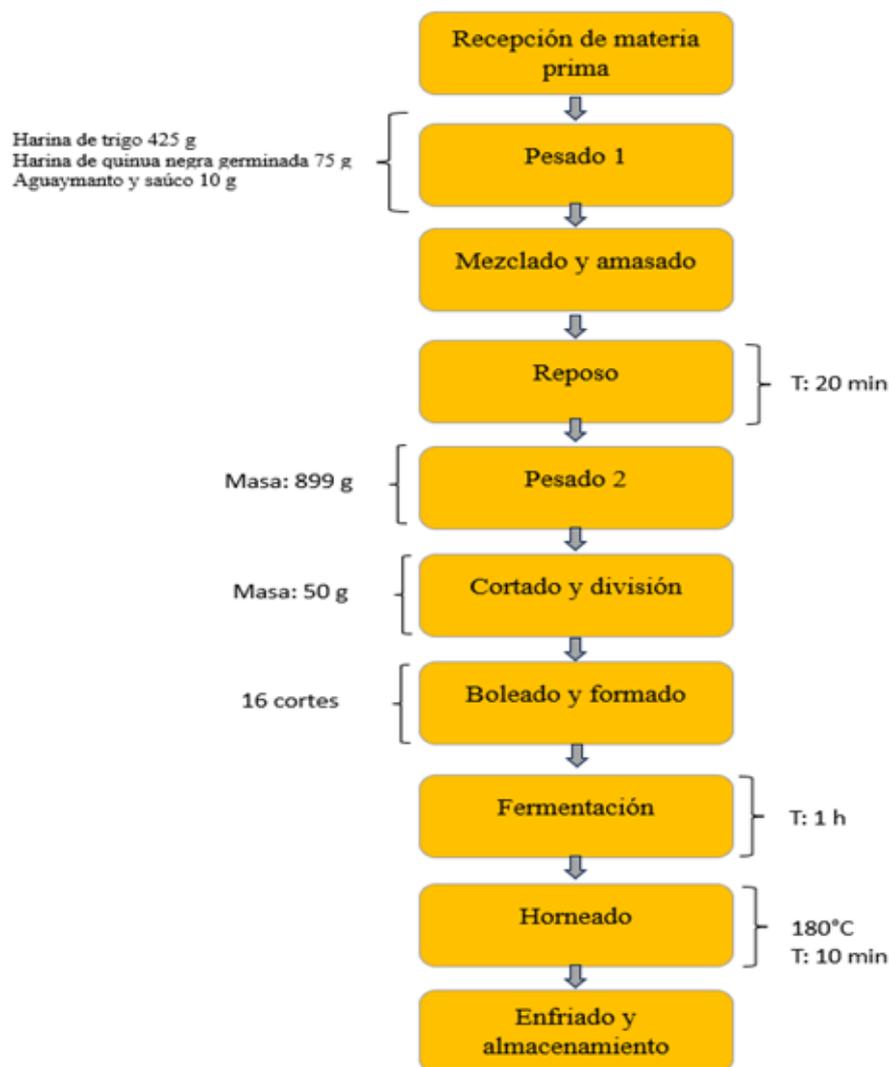
Preparación del Pan

Para la elaboración del pan se procedió a pesar los insumos e ingredientes básicos (agua, harina de trigo panadera, harina de quinua negra germinada, aguaymanto y sauco deshidratado por ósmosis; la levadura, sal, azúcar, manteca, mantequilla, anís, azúcar, CMC y mejorador). Luego se procedió a mezclar las harinas de trigo y quinua negra empleando 100 ml de agua, durante el amasado se agregó 50 ml de agua y todos los ingredientes de la formulación, hasta formar una masa flexible y elástica. Seguido se dejó la masa en reposo por 20 minutos, este proceso también es conocido como la primera fermentación. donde el objetivo de dicho reposo es la relajación de la masa para poder formarla. Trascurrido el

tiempo se pesó la masa y se obtuvo 899 gr. Esta masa fue dividida en bolas de 50 gr y se le dio forma de pan. Luego se dejó en reposo la masa por 1 hora, transcurrido el tiempo se introducen las masas en latas de horneado y se gradúa una temperatura de 180°C por 10 minutos. Una vez horneadas, el pan todavía contiene humedad, para ello es necesario realizar el enfriado y seguido realizar el empaquetado empleando bolsas de papel Kraft. Finalmente se procede a almacenar los productos a temperatura ambiente.

Figura 3

Diagrama de flujo para la elaboración de pan con harina de quinua negra germinada enriquecida con sauco y aguaymanto



Análisis Sensorial

Para el análisis sensorial se empleó una encuesta de valoración de escala hedónica, la cual fue aplicada en los laboratorios de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, donde se realizó tres réplicas de cada análisis para verificar la información obtenida y disminuir los errores que puedan existir debido a variables ocultas.

En la figura 4, se observa la encuesta y los parámetros del pan que fueron evaluados como el sabor, color, aroma, textura y diseño de los diferentes tratamientos. Donde se tuvo como panelistas a 23 estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, los cuales evaluaron las características organolépticas del pan.

Figura 4

Ficha de evaluación sensorial

Ficha de evaluación sensorial

Nombre: Fecha: Hora:

Se desea evaluar las características organolépticas del pan con harina de quinua negra (*Chenopodium quinoa*) germinada enriquecida con saúco (*Sambucus*) y aguaymanto (*Pipturus peruvianus*) deshidratado. Para ello se solicita a usted califique el producto con una (X) de acuerdo a la escala que crea conveniente.

Muestra 1	Pan enriquecido con harina de quinua negra al 5 %				
Escala de valoración	Sabor	Color	Aroma	Textura	Diseño del pan
Excelente					
Muy bueno					
Bueno					
Regular					
Malo					

Muestra 2	Pan enriquecido con harina de quinua negra al 10 %				
Escala de valoración	Sabor	Color	Aroma	Textura	Diseño del pan
Excelente					
Muy bueno					
Bueno					
Regular					
Malo					

Muestra 3	Pan enriquecido con harina de quinua negra al 15 %				
Escala de valoración	Sabor	Color	Aroma	Textura	Diseño del pan
Excelente					
Muy bueno					
Bueno					
Regular					
Malo					

Comentario final acerca de las muestras evaluadas :

"Gracias por participar en la presente encuesta, valoramos su ayuda y sus puntos de vista"

Análisis Estadístico

La investigación experimental se desarrolló usando un diseño completamente al azar (DCA), también denominado diseño no probabilístico, debido a que se manipuló una sola

variable independiente, el cual fue la concentración (15%, 20% y 25%) de harina de quinua negra germinada en la elaboración del pan. Teniendo como variable dependiente las características organolépticas: (Sabor, color, aroma, textura y diseño de pan).

RESULTADOS

Resultados de la evaluación organoléptica

Sabor

La tabla 1, muestra que el tratamiento T3 fue la que tuvo mayor aceptabilidad, debido a que se empleó un 15% de harina de quinua negra germinada, la cual atribuyo un sabor agradable al pan funcional. El tratamiento T1, tuvo una baja aceptabilidad, debido a que se empleó el 25 % de harina sucedánea, lo cual genero un sabor amargo en el pan.

Tabla 1

Resultados de la evaluación de sabor del pan

Tratamiento			
Escala de valoración	T1 25%	T2 20%	T3 15%
Excelente	5	6	16
Muy bueno	15	14	6
Bueno	3	3	1
Regular	0	0	0
Malo	0	0	0
Total	23	23	23

Color

La Tabla 2, muestra que los panelistas prefieren el tratamiento T3, debido a que el pan presenta una coloración similar al pan tradicional. El tratamiento T1 presento una coloración más oscura, lo que nos indica que la quinua negra no es una buena opción para mejorar el color del pan.

Tabla 2

Resultados de la evaluación de color del pan

Tratamiento			
Escala de valoración	T1 25%	T2 20%	T3 15%
Excelente	6	7	10
Muy bueno	13	12	9
Bueno	4	4	4
Regular	0	0	0
Malo	0	0	0
Total	23	23	23

Aroma

La Tabla 3, evidencia que el tratamiento T3 presento mejor aroma, donde se resalta la quinua negra, el aguaymanto y el sauco. También se demostró que el tratamiento T2, presento mayor realce de aroma en aguaymanto, lo cual fue resaltado por los panelistas.

Tabla 3

Resultados de la evaluación de aroma del pan

Tratamiento			
Escala de valoración	T1 25%	T2 20%	T3 15%
Excelente	8	6	16
Muy bueno	8	14	5
Bueno	5	3	2
Regular	3	0	0
Malo	0	0	0
Total	24	23	23

Textura

La tabla 4, muestra que el tratamiento T3 presento mejores características reológicas, donde se resalta la textura del pan, la cual es similar a los panes tradicionales, en lo que respecta al tratamiento T1, se evidencio una falta de textura y fue la muestra menos aceptada por los panelistas.

Tabla 4*Resultados de la evaluación de textura del pan*

Escala de valoración	Tratamiento		
	T1 25%	T2 20%	T3 15%
Excelente	7	4	11
Muy bueno	5	6	10
Bueno	6	7	2
Regular	5	6	0
Malo	0	0	0
Total	23	23	23

Diseño

La tabla 5, muestra que el diseño empleado para la elaboración del pan fue llamativo e ingenioso, donde el tratamiento T3 fue el que más resalto con su diseño cachito. Como sugerencia de los panelistas, se propuso realizar panes con diseños infantiles (estrella, luna, sol, flor) para que de ese modo los niños se animen a consumir el pan funcional.

Tabla 5*Resultados de la evaluación de diseño del pan*

Escala de valoración	Tratamiento		
	T1 25%	T2 20%	T3 15%
Excelente	7	9	13
Muy bueno	10	10	9
Bueno	1	1	1
Regular	5	3	0
Malo	0	0	0
Total	23	23	23

DISCUSIÓN

El consumo mundial de pan y su precio relativamente bajo y su amplia disponibilidad para los consumidores de todos los niveles socioeconómicos lo convierten en una herramienta importante para los esfuerzos por enriquecer el consumo diario de alimentos con macro y micronutrientes (Khuzwayo et al., 2020). De-

bido a la creciente demanda de los consumidores de productos más saludables y de niveles más altos de proteínas, el enriquecimiento del pan con proteínas adicionales ha sido objeto de varios estudios (Carrión, 2019).

La textura del pan es un factor importante a la hora de determinar la aceptación de los consumidores. Reemplazar el 5 o 10% de la harina de trigo con polvo de hoja de Moringa oleífera (MOLP) seguramente cambiará las propiedades físicas del pan debido a las diferencias entre estas materias primas en términos de capacidad de agua, propiedades físicas de las proteínas MOLP, contenido de fibras y más. (Nivelle et al., 2020), se ha determinado el efecto de MOLP en pan con y sin adición de gluten para compensar la reducción de harina de trigo. La modificación del pan con un 5 % de MOLP redujo la firmeza del pan, mientras que la modificación con un 10 % de MOLP resultó en casi duplicar la firmeza. (Đurović et al., 2020). Curiosamente, se demostró que agregar gluten al pan con 10% de MOLP contribuye a la reducción de la firmeza del pan, en comparación con el 10% de MOLP que no contenía gluten agregado. (Álvarez & Tusa, 2011).

Investigaciones sobre los efectos nutricionales de la adición de MOLP al pan de trigo, demuestran que, si bien los contenidos de lípidos y humedad del pan no cambian, el aumento de proteínas a expensas de los carbohidratos redujo el contenido calórico de los panes MOLP y MOLP + gluten, en comparación con el pan de trigo únicamente. (Dziki et al., 2021). Los panes MOLP contenían cantidades elevadas de micro y macronutrientes. Finalmente, la presencia de inulina promueve la salud humana a través de su efecto sobre la composición del microbioma intestinal y la mejora de la absorción de minerales. (Díaz & Hernández, 2012).

CONCLUSIÓN

Se determinó que, al realizar pan con altos porcentajes de harina sucedánea, afecta principalmente al sabor debido a que la quinua negra germinada tiende a ser más amargo.

Para la sustitución de harina sucedánea el mejor parámetro fue el tratamiento 3 con 15 % de harina de quinua germinada, donde el color y el sabor fueron los más aceptados por los panelistas evaluadores. El aguaymanto y el sauco deshidratado por ósmosis al 50%, enriquecieron las características organolépticas del pan, brindando un sabor y olor agradable para los consumidores.

REFERENCIA

Álvarez, Z. F., & Tusa, E. R. (2011). Elaboración de pan dulce pre-cocido enriquecido con harina de quinua (*chenopodium quinoa w.*) [BachelorThesis]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/555>

Argun, M. Ş., Kılınç, B., Yazıcı, E., Kılınç, S., Yılmaz, Y., & Albayrak, T. (2023). Investigation of the effects of wheat bran with enhanced functionality by nixtamalization on bread properties. *Journal of Cereal Science*, 109, 103626. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2022.103626>

Belz, M. C. E., Axel, C., Arendt, E. K., Lynch, K. M., Brosnan, B., Sheehan, E. M., Coffey, A., & Zannini, E. (2019). Improvement of taste and shelf life of yeasted low-salt bread containing functional sourdoughs using *Lactobacillus amylovorus* DSM 19280 and *Weissella cibaria* MG1. *International Journal of Food Microbiology*, 302, 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.07.015>

Carrión, C. D. (2019). Desarrollo de un «Levain» alta en nutrientes compuesta por harina de máchica aplicada a productos de panificación para un análisis organoléptico y nutricional en Quito en los meses de marzo a julio de 2019 [Quito: Universidad de Los Hemisferios, 2019]. <http://dspace.uhemisferios.edu.ec:8080/xmlui/handle/123456789/925>

Díaz, O., & Hernández, S. (2012). PROPIEDADES REOLÓGICAS Y DE TEXTURA DE FORMULACIONES PARA PANIFICACIÓN CON INCLUSIÓN DE QUINUA. <https://www.semanticscholar.org/paper/PROPIEDADES-REOL%C3%93GICAS-Y-DE-TEXTURA-DE-PARA-CON-DE-D%C3%ADaz-Hern%C3%A1ndez/>

b1153bb29375df9b3fdd940822e18ffda-860c3e5

Dizlek, H., & Awika, J. M. (2023). Determination of basic criteria that influence the functionality of gluten protein fractions and gluten complex on roll bread characteristics. *Food Chemistry*, 404, 134648. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134648>

Đurović, S., Vujanović, M., Radojković, M., Filipović, J., Filipović, V., Gašić, U., Tešić, Ž., Mašković, P., & Zeković, Z. (2020). The functional food production: Application of stinging nettle leaves and its extracts in the baking of a bread. *Food Chemistry*, 312, 126091. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126091>

Dziki, D., Cacak-Pietrzak, G., Hassoon, W. H., Gawlik-Dziki, U., Sułek, A., Różyło, R., & Sugier, D. (2021). The fruits of sumac (*Rhus coriaria* L.) as a functional additive and salt replacement to wheat bread. *LWT*, 136, 110346. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110346>

Gaglio, R., Tesoriere, L., Maggio, A., Viola, E., Attanzio, A., Frazzitta, A., Badalamenti, N., Bruno, M., Franciosi, E., Moschetti, G., Sottile, F., Settanni, L., & Francesca, N. (2023). Reuse of almond by-products: Functionalization of traditional semolina sourdough bread with almond skin. *International Journal of Food Microbiology*, 395, 110194. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110194>

Ibidapo, O. P., Henshaw, F. O., Shittu, T. A., & Afolabi, W. A. (2020). Quality evaluation of functional bread developed from wheat, malted millet (*Pennisetum Glaucum*) and 'Okara' flour blends. *Scientific African*, 10, e00622. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00622>

Khuzwayo, T. A., Taylor, J. R. N., & Taylor, J. (2020). Influence of dough sheeting, flour pre-gelatinization and zein inclusion on maize bread dough functionality. *LWT*, 121, 108993. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108993>

Navarro, A. Z. A. (2018). PROCESAMIENTO DE GRANOS PARA LA ELABORACIÓN DE PAN MULTIGRANO Y ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE GLUCÉMICO in vitro. <http://repositorioslati>

noamericanos.uchile.cl/handle/2250/2254162

Nivelle, M. A., Beghin, A. S., Vrinten, P., Nakamura, T., & Delcour, J. A. (2020). Amylose and amylopectin functionality during storage of bread prepared from flour of wheat containing unique starches. *Food Chemistry*, 320, 126609. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126609>

Piechowiak, T., Grzelak-Błaszczak, K., Bonikowski, R., & Balawejder, M. (2020). Optimization of extraction process of antioxidant compounds from yellow onion skin and their use in functional bread production. *LWT*, 117, 108614. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108614>

Stern, A., Berstein, J., Jones, S., Blumberg, J., & Griffin, T. (2020). Effects of Germination Duration on the Nutrient Content, and Functional and Sensory Attributes of Whole Wheat Bread Made from Organic Hard Red Wheat. *Current Developments in Nutrition*, 4, nzaa052_050. https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa052_050

Taco, R. E. P., Pando, L. R. G., & Otidiano, A. M. J. (2020). Sostenibilidad ambiental de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los valles interandinos del Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), Art. 3. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1309