

# EFFECTO DE LA RELACIÓN DE AGUA Y TIEMPO DE PROCESO TÉRMICO SOBRE EL VOLUMEN DE EXPANSIÓN Y ATRIBUTOS SENSORIALES DE *Chenopodium quinoa* Willd.

## EFFECT OF THE RELATIONSHIP OF WATER AND TIME IN THERMAL PROCESS ON THE VOLUME OF EXPANSION AND SENSORY ATTRIBUTES OF *Chenopodium quinoa* Willd.

<sup>1</sup>Thomas Ancco Vizcarra; <sup>2</sup>Gina Toro Rodríguez; <sup>1</sup>David Ramos Huallpartupa; <sup>3</sup>José Manuel Prieto; <sup>4</sup>Yuber Taípe Flores

### RESUMEN

El estudio se desarrolló a 2926 m.s.n.m. en Andahuaylas - Perú. El objetivo fue determinar la influencia de la relación de agua y tiempos de proceso térmico, sobre el volumen de expansión y atributos sensoriales de pegajosidad, olor, textura y sabor, en granos de quinua variedad rosada taraco. Se consideró dos niveles de humedad y dos tiempos de tratamiento térmico. El estudio se llevó a cabo bajo un diseño central compuesto rotatable. Se empleó el método de deslizamiento de volúmenes para determinar la expansión de los granos de quinua y la expansión de la masa dentro del envase. Para la evaluación de los atributos sensoriales se estableció una escala hedónica de 7 puntos. Determinándose 2,501 de volumen de expansión del grano a 16,291 minutos, para una relación de agua de 2,21:1 de quinua; y 4,458 de expansión en la masa de granos cocidos dentro del envase a 21,474 minutos para la misma relación de agua y quinua. De la evaluación sensorial se determinó granos cocidos extremadamente pegajosos, según la escala hedónica, a 9,45 minutos a una relación de agua a 1,98:1 de quinua. En cuanto a olor se determinó granos con calificativo de gusta mucho, según la escala hedónica a 9,87 minutos de tratamiento térmico de cocción y relación de agua de 1,94:1 de quinua, en cuanto a textura los granos cocidos presentaron un calificativo de extremadamente firme, a 16,47 minutos y relación de agua de 0,79:1 de quinua; en cuanto a sabor presentó gusto moderado con tendiente a gusta mucho, en los granos cocidos a 12,36 minutos de tratamiento térmico y relación de agua de 2,21:1 de quinua. Concluyéndose que la relación de humedad influye independientemente sobre los atributos sensoriales de pegajosidad, olor, textura y sabor.

**Palabras claves:** rosada taraco, cocción, textura, pegajosidad, expansión.

### ABSTRACT

The study was done at 2926 m.a.s.l. in Andahuaylas, Peru. The objective was to determine the influence of the ratio of water and thermal process times, the volume expansion and sensory attributes of tackiness, smell, texture and taste of quinoa grain pink variety Taraco. Two levels of humidity and two-time heat treatment were considered, the study was carried out under a rotatable central composite design. The volume glide method was used to determine the expansion of quinoa grain mass and the expansion within the package of quinoa. For the evaluation of sensory attributes hedonic 7-point scale was established. It determined 2,501 grain expansion volume to 16,291 minutes, to water ratio of 2,21: 1 of quinoa; and 4,458 expansion cooked within the container to 21,474 minutes to water ratio of 2,21 grains: 1 of quinoa. The Sensory evaluation determined extremely sticky cooked grains according to the hedonic scale, 9,45 minutes at a water ratio of 1,98:1 of quinoa. In smell, it was determined according to the qualification of much like at hedonic scale heat treatment 9,87 minutes and cooking water ratio of 1,94: 1 of quinoa, in texture cooked grains had a qualifying extremely firm, at 16,47 minutes and water ratio 0,79: 1 of quinoa; in taste with taste presented tending to moderate like, in cooked to 12,36 minutes of heat treatment and water ratio of 2,21 grains: 1 of quinoa. Concluding that the relative humidity influences on the sensory attributes regardless tack, odor, texture and taste.

**Keywords:** Pink taraco, cooking, texture, stickiness, expansion.

### INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es originario de Sudamérica y se cultiva principalmente en Perú, Bolivia, Ecuador, Argentina y Colombia. Existe un especial interés por este producto debido a su alto contenido en proteína y

minerales (Park y Morita, 2005). Su composición proximal varía. Presenta de 10 a 18 % de proteína, 4 a 8 % de grasa, 54 a 64 % de carbohidratos, 2 a 4 % de cenizas y 2 a 5 % de fibra cruda. Su balance de aminoácidos es mejor que en el trigo (Lorenz y Coulter, 1991).

La aptitud para el proceso de cocción de los granos

<sup>1</sup> Magister Scientiae en Postcosecha y Marketing, Ingeniero Agroindustrial. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional José María Arguedas. Instituto de Investigación Innovación y Desarrollo de Tecnología Agroindustrial IIDTA. Apurímac - Perú.

<sup>2</sup> Ingeniero Agroindustrial. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional José María Arguedas. Instituto de Investigación Innovación y Desarrollo de Tecnología Agroindustrial IIDTA. Apurímac - Perú.

<sup>3</sup> Ingeniero Agroindustrial. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional José María Arguedas. Apurímac - Perú.

<sup>4</sup> Estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional José María Arguedas. Apurímac - Perú.

de quinua requiere de una adecuada valoración culinaria, que está directamente afectado por factores genéticos, ambientales y por las características físico – químicas (Benedito y Martínez, 1997). La calidad culinaria está determinada por la apariencia y consistencia del grano después de cocido y engloban parámetros que evalúan de forma directa la textura del grano cocido y algunos atributos de composición y propiedades físico-químicas, que condicionan las propiedades de cocción del grano (Gazólaz, 2009; Ávila, 2001). Los métodos sensoriales son de mucha utilidad para identificar productos de muy buena o de baja calidad culinaria. Permite evaluar y describir las características sensoriales de textura, olor, sabor y pegajosidad del grano cocido, las que condicionan la calidad y aptitud de uso del grano crudo, cuantificando el comportamiento frente a la cocción (Cross *et al.*, 1986; Sancho *et al.*, 1999).

Además de los atributos sensoriales del grano cocido, la integridad, blancura y brillo pueden condicionar la aceptación del consumidor, debido a que la viscosidad del producto cocido da mejor correlación con el contenido de amilosa que la dureza. El contenido de amilosa determina las características de consistencia, viscosidad y pegajosidad durante y después de la cocción (Wang *et al.*, 2000; Ávila, 2001; Scholz y Magri, 2003). Asimismo las diferencias en la dureza con similar contenido en amilosa, generalmente están relacionadas con diferencias en la consistencia del gel, temperatura final de gelatinización, o ambos (Pérez *et al.*, 1985). En la cocción, el agua adsorbida por el grano, el aumento de volumen que ésta provoca y el ensanchamiento con respecto a sus características de forma, son también atributos a medir para conocer el comportamiento de una variedad durante el proceso de la cocción. Según Roberts *et al.* (1980), Smith *et al.* (1985) y Castillo (1990), otros atributos de cocción que suelen ser evaluados son el tiempo de cocción, la cantidad de agua, relación agua/quinua o la pérdida de sólidos en el agua de cocción. Estos valores varían entre cosechas y entre variedades (Benedito y Martínez, 1997).

Asimismo el método de cocción empleado debe ser especificado, puesto que los métodos existentes pueden provocar diferencias importantes en el valor de cualquiera de estos parámetros (Martínez y Cuevas, 1989).

La utilización de un método que estandarice las condiciones de cocción, en cuanto a tiempo, agua, relación agua/quinua, resolverán los problemas de la aptitud de uso de cada variedad de granos de quinua. Por tal razón se ha planteado estudiar el efectos del tiempo de cocción y relación de agua/quinua para su mejor comprensión.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Volumen de expansión de los granos de quinua dentro del envase

Se determinó a partir del método descrito por Batcher *et al.* (1956) y Perdon *et al.* (1997). Para ello se establecieron relaciones de agua de 1 a 2:1 de quinua cruda dentro del envase y se llevó a ebullición a 121,1°C en autoclave vertical. Una vez alcanzado el tiempo del proceso establecido, se determinó el volumen alcanzado por los granos de quinua cocida. La expansión volumétrica dentro del envase se calculó mediante la ecuación 1.

$$V_{EE} = \frac{V_{final}}{V_{inicial}} \quad (\text{Ec. 01})$$

Donde:

$V_{EE}$  : volumen de expansión dentro del envase

$v_{final}$  : volumen final

$v_{inicial}$  : volumen inicial

### Volumen de expansión del grano cocido

El volumen del grano se determinó por el principio de Arquímedes Smith *et al.* (1985) y el volumen de expansión del grano cocido fue determinado por la división del incremento de volumen de la quinua humectada y cocida entre el volumen original de la quinua cruda con la ecuación 3.

$$V_{gg} = v_{final} - v_{inicial} \quad (\text{Ec. 02})$$

$$V_{EG} = \frac{v_{final}}{v_{inicial}} \quad (\text{Ec. 03})$$

Donde:

$V_{gg}$  : volumen del grano de quinua

$V_{EG}$  : volumen de expansión del grano de quinua

$v_{final}$  : volumen final

$v_{inicial}$  : volumen inicial

### Atributos sensoriales

Se empleó un perfil de preferencia para determinar los atributos de pegajosidad, olor, textura y sabor, con panelistas semi entrenados y con una escala hedónica estructurada de 7 puntos (tabla 1), representando el menor y el mayor grado de preferencia, conforme al método descrito por Amerine *et al.* (1965).

**Tabla 1.** Escala hedónica de 7 puntos para evaluación sensorial.

Esca	Textura	Pegajosidad	Sabor/Olor
1	Extremamente suave	Extremamente suelto	Disgusta mucho
2	Suave	Muy suelto	Disgusta moderadamente
3	Ligeramente suave	Suelto	Disgusta ligeramente
4	Suave con el centro firme	Ligeramente suelto	Me es indiferente
5	Levemente firme	Pegajoso	Gusta ligeramente
6	Muy firme	Muy pegajoso	Gusta moderadamente
7	Extremamente firme	Extremamente pegajoso	Gusta mucho

### Análisis estadísticos

Se realizó a través de un DCCR, sometiéndose los datos a análisis de varianza (ANAVA), considerando el efecto de la relación de agua/quinua sobre las variables de respuesta volumen y atributos sensoriales.

## RESULTADOS

### Volumen de expansión del grano cocido

Del análisis de la relación de agua y tiempo de tratamiento térmico de cocción sobre el incremento de volumen de los granos cocidos, los resultados del análisis de varianza mostraron que el tiempo de tratamiento térmico no influye

en el incremento de volumen, pero si la relación de agua. Asimismo se determinó que al 5,0 % de nivel de confianza los factores en estudio influyen independientemente sobre el volumen de expansión del grano cocido. En la figura 1 observamos que al incrementar la relación de agua de 1 a 2, el volumen del grano cocido tiende a subir progresivamente de 1,576, hasta 2,372, alcanzando un incremento de 0,796, sucediendo lo contrario con el tiempo de tratamiento térmico de cocción, cuando se incrementa de 10 a 20 minutos el volumen de expansión tiende a subir de 1,694 hasta 2,054, logrando un incremento de 0,36 y posterior a ello decae hasta 1,929; determinándose 0,125 de contracción en los granos cocidos de quinua.

El máximo volumen de expansión en los granos de quinua cocida tratada térmicamente es de 2,501 la misma que se puede obtener a 16,291 minutos de tratamiento térmico y una relación de agua de 2,21:1 de quinua, valores que se observan en la figura 2, y determinados con la ecuación siguiente:

$$\text{Volumen de Expansión de Grano Cocido} = -2,13084 + 0,297582 * \text{Tiempo} + 1,5448 * \text{Rel Agua} - 0,00913369 * \text{Tiempo}^2 + 0,0 * \text{Tiempo} * \text{Rel Agua} - 0,246675 * \text{Rel Agua}^2$$

**Volumen de expansión de los granos de quinua dentro del envase**

De la evaluación del incremento del volumen de expansión de los granos de quinua dentro del envase, se determinó que el incremento observado es debido al tiempo de tratamiento térmico de cocción y relación de agua referente al grano crudo, el modelo ajustado, explica 98,028 %

de la variabilidad en el incremento de volumen a un nivel de significancia del 5,0 %. En la figura 3 podemos observar que a medida que incrementa el tiempo de tratamiento térmico de cocción, el volumen de expansión de los granos de quinua dentro del envase tienden a subir desde 2,791 hasta 3,609, y posterior a ello, el volumen de la masa de granos de quinua presenta una contracción dentro el envase hasta 3,55; determinándose un incremento de 0,818 y una contracción de 0,059; y cuando la relación de agua incrementa de 1 a 2, el volumen de los granos de quinua dentro del envase manifiesta una expansión que va desde 2,944 hasta 3,829, determinándose un incremento de volumen de 0,885. En tanto en la figura 4, observamos que el mayor volumen de expansión de los granos de quinua dentro del envase se da a una relación de agua de 2:1 de quinua, presentando una expansión del volumen que va desde 2,829 hasta 4,217, contrario a la relación de agua 1:1 de quinua, donde se observó una expansión de 2,557 hasta 2,950, sufriendo una repentina contracción en volumen hasta 2,703; en la figura 5 se observa que al incrementar el tiempo de tratamiento térmico de cocción la masa de granos cocidos se expanden dentro del envase hasta un máximo de 4,458 a 21,474 minutos de tratamiento térmico de cocción para una relación de agua de 2,21:1 de quinua.

La ecuación ajustada que permite determinar el incremento de volumen dentro de envase se explica con la ecuación siguiente:

$$\text{Volumen de expansión de la masa de granos cocidos de quinua} = 0,0543785 + 0,272406 * \text{Tiempo} + 0,203432 * \text{Rel Agua} - 0,0127535 * \text{Tiempo}^2 + 0,12474 * \text{Tiempo} * \text{Rel Agua} - 0,39535 * \text{Rel Agua}^2$$

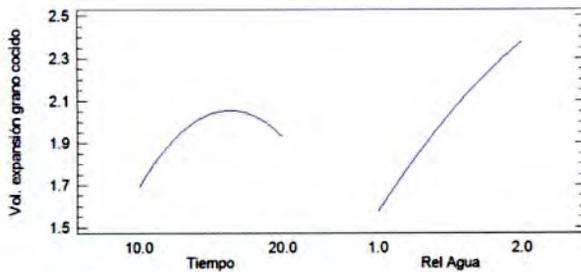


Figura 1. Incremento de volumen en granos de quinua cocida.

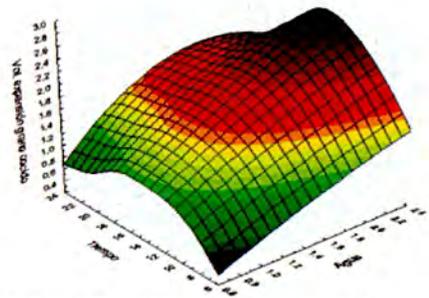


Figura 2. Superficie de respuesta para el incremento de volumen de los granos de quinua cocida.

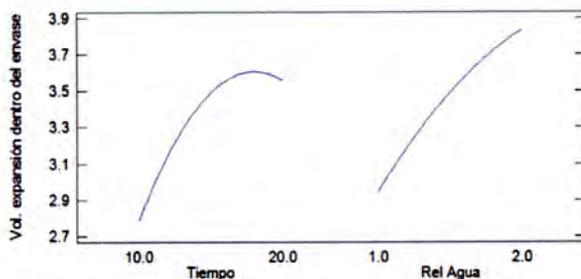


Figura 3. Volumen de expansión de los granos de quinua cocida dentro del envase en función al tiempo y relación de agua.

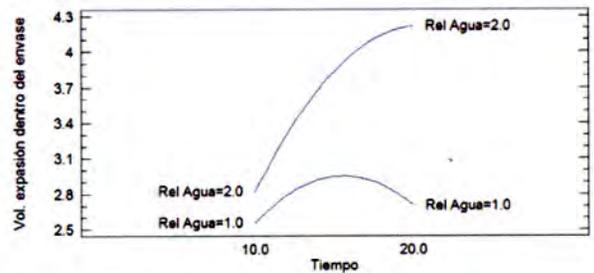


Figura 4. Volumen de expansión de los granos de quinua cocida dentro del envase en función al tiempo.

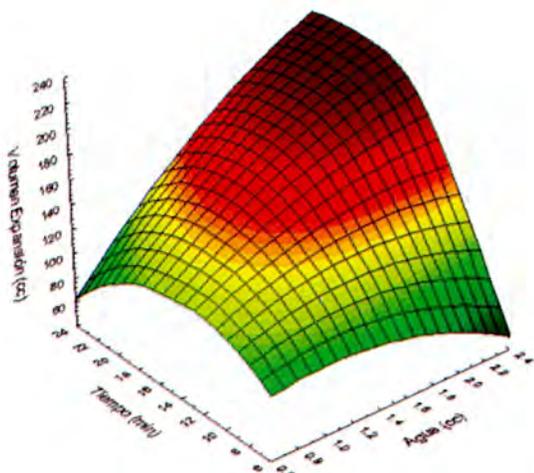


Figura 5. Superficie de respuesta para el incremento de volumen de los granos de quinua cocida dentro del envase.

**Atributos sensoriales**

*Pegajosidad*

De las evaluaciones sensoriales de los granos cocidos de quinua, se ha determinado que la relación de agua influye marcadamente en la pegajosidad, según el estadístico de Durbin-Watson se ha determinado que la pegajosidad no es afectada por la asociación del tiempo y relación de humedad, es decir, estos factores influyen independientemente sobre la pegajosidad de los granos de quinua cocida a un nivel de significancia del 5,0 %. El modelo para estimar la máxima o mínima pegajosidad es la siguiente:

$$\text{Pegajosidad} = -21,9582 + 1,32741 * \text{Tiempo} + 17,7013 * \text{Rel Agua} - 0,0170996 * \text{Tiempo}^2 - 0,556 * \text{Tiempo} * \text{Rel Agua} - 1,71 * \text{Rel Agua}^2$$

Por las bondades del modelo aplicado, la máxima pegajosidad en los granos cocidos es 8,5 a un tiempo de 7,93 minutos y una relación de agua de 2,2:1 de quinua, asimismo el atributo sensorial de pegajosidad máximo 7 establecido según la escala hedónica, es posible lograr a 9,45 minutos de

tratamiento térmico de cocción a una relación de agua a 1,98; efecto que se observa en la figura 6, y la mínima pegajosidad que se alcanzó cuando los granos de quinua son sometidos a proceso térmico de cocción es de 3,04 en escala sensorial atribuyéndoles un calificativo de suelto a ligeramente suelto a un tiempo de 7,93 minutos y una relación de agua de 0,79:1 de quinua.; en la figura 7 observamos que a medida que incrementa el tiempo de tratamiento térmico de cocción de los granos de quinua, la pegajosidad incrementa, llegando a un máximo de 4,312 en escala sensorial, atribuyéndole un calificativo de ligeramente suelto a pegajoso; posterior a ello la pegajosidad reduce hasta 3,78 en escala sensorial, en tanto a mayor relación de agua los granos de quinua tienden a alcanzar valores de pegajosidad de 5,97 en escala sensorial atribuyéndole un calificativo tendiente a muy pegajoso.

*Olor*

De las evaluaciones sensoriales de olor para el grano cocido de quinua, se ha determinado diferencias estadísticas significativas para la relación de agua, y no así para el tiempo de tratamiento térmico de cocción de los granos de quinua; asimismo el estadístico de Durbin-Watson hace resaltar que el olor no es afectado por la asociación del tiempo y relación de humedad, es decir estos factores influyen independientemente sobre el olor del grano de quinua tratado térmicamente a un nivel de significancia del 5,0 %.

Del estudio de ha determinado que para maximizar el calificación de 7 en olor según la escala hedónica aplicada, es posible lograr a un tiempo de tratamiento térmico de 9,87 minutos y una relación de agua de 1,94:1 de quinua; asimismo se ha determinado un valor de 4,9 como la mínima apreciación sensorial para el olor, determinándose este valor a un tiempo de tratamiento térmico de 18,75 minutos y relación de agua de 1,14:1 de quinua, como se observa en la figura 8; los resultados expuestos se han determinado mediante la ecuación siguiente:

$$\text{Olor} = 8,87847 - 0,233389 * \text{Tiempo} - 3,12674 * \text{Rel Agua} + 0,00775001 * \text{Tiempo}^2 - 0,05 * \text{Tiempo} * \text{Rel Agua} + 1,77498 * \text{Rel Agua}^2$$

Evaluando independientemente los factores en estudio, en la figura 9 se observa que a medida que incremen-

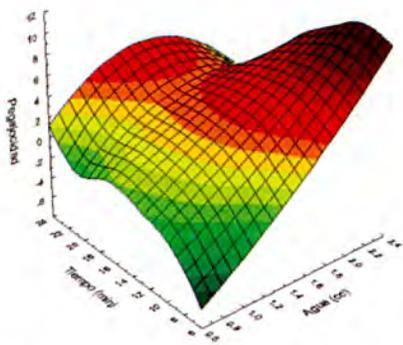


Figura 6. Pegajosidad de los granos de quinua.

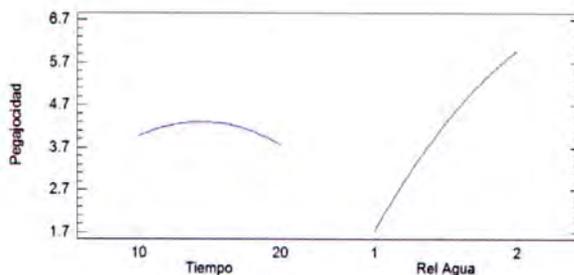


Figura 7. Pegajosidad de los granos de quinua según el tiempo y relación de agua.

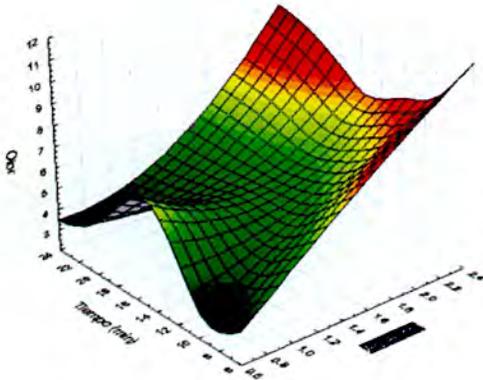


Figura 8. Olor de los granos de quinua según el tiempo y relación de agua.

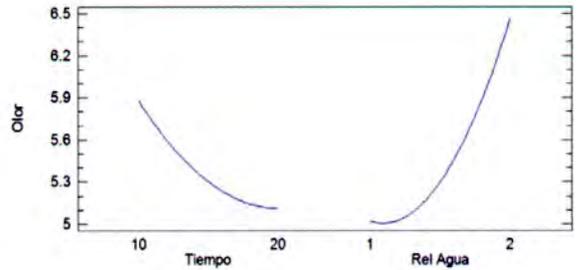


Figura 9. Superficie de respuesta del olor de los granos de quinua según el tiempo y relación de agua.

ta el tiempo de tratamiento térmico de cocción de los granos de quinua, el calificativo olor en escala hedónica, tiende a bajar de 5,87 hasta 5,11; y a medida que incrementa la relación de agua de 1 a 2 el olor en los granos cocidos, incrementan notoriamente desde 5 hasta un calificativo en escala hedónica de 6,45.

Textura

En cuanto a la textura de los granos de quinua cocida se ha determinado que la relación de agua influye marcadamente, sobre la textura de los granos cocidos de quinua. En la figura 10 se observa que a medida que incremente el tiempo de tratamiento térmico de 10 a 20 minutos, la textura de los granos cocidos de quinua tiende a bajar desde 4,10 en escala hedónica, con calificativo de suave con el centro firme, hasta un mínimo de 2,39 en escala hedónica con calificativo suave tendiente a ligeramente suave; para que nuevamente manifieste un incremento hasta alcanzar el calificativo de 3,54, es decir, ligeramente suave tendiente a suave con el centro firme; y cuando la relación de agua incrementa de 1 a 2, la textura de los granos cocidos de quinua tienden a bajar desde 5,19 (levemente firme) hasta 2,07 (suave), posterior a ello sufre un ligero incremento hasta 2,43 (suave tendiente a ligeramente suave). Estos resultados son adecuados ya que el R-Cuadrado explica el 80 % de la variabilidad en textura, y el

estadístico de Durbin-Watson nos ha permitido evidenciar que el tiempo y relación de humedad influyen independientemente a un nivel de significancia del 5,0 %.

Según el modelo evaluado se ha podido maximizar la apreciación sensorial de textura para un valor de 7 (extremadamente firme) en escala hedónica, el mismo que se logra a un tiempo de tratamiento térmico de 16,47 minutos y una relación de agua de 0,79:1 de quinua; en cuanto a la mínima aceptación sensorial de textura determinada fue de 2,06 (suave) en escala hedónica y esta se logra a 15,07 minutos de tratamiento térmico, a una relación de agua de 1,74:1 de quinua, tal como se observa en la figura 11. Los valores fueron estimados con la ecuación siguiente:

$$\text{Textura} = 37,5425 - 2,06606 * \text{Tiempo} - 22,8677 * \text{Rel Agua} + 0,0569996 * \text{Tiempo}^2 + 0,2 * \text{Tiempo} * \text{Rel Agua} + 5,69998 * \text{Rel Agua}^2$$

Sabor

En cuanto al sabor en los granos de quinua cocida, se ha determinado que la relación de agua influye sobre el sabor de los granos cocidos de quinua, así como el efecto cuadrático del tiempo de tratamiento térmico; y según el estadístico de Durbin-Watson, se determinó que no hay correlación entre las variables tiempo de tratamiento térmico y relación

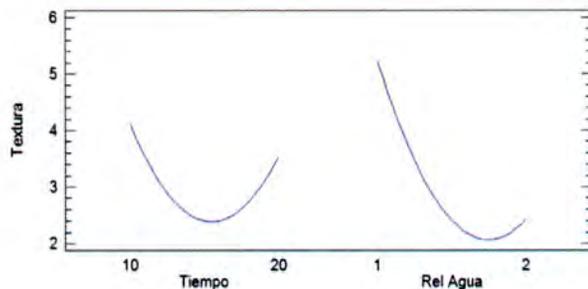


Figura 10. Textura de los granos de quinua según el tiempo y relación de agua.

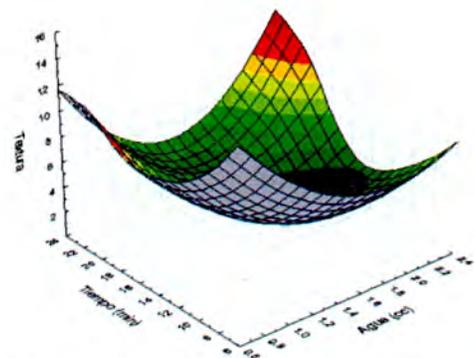
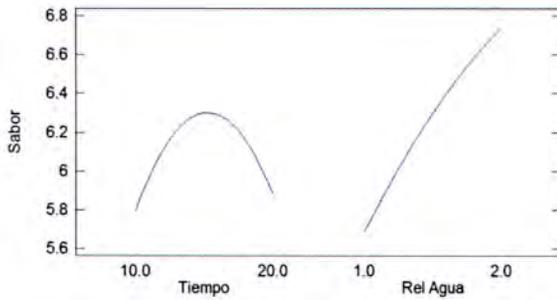


Figura 11. Superficie de respuesta de la textura de los granos de quinua según el tiempo y relación de agua.



**Figura 12.** Sabor de los granos de quinua según el tiempo y relación de agua.

de agua al 5 % de nivel de significancia, influenciando independientemente sobre el sabor de los granos de quinua sometidos a proceso térmico de cocción.

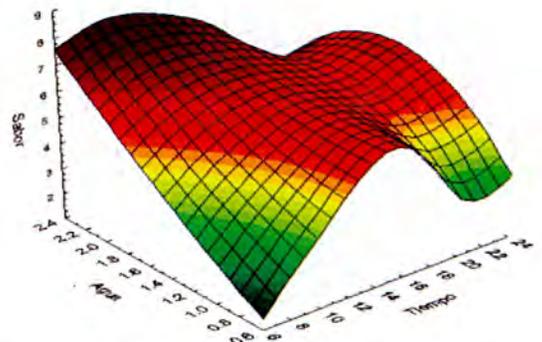
En la figura 12 se observa que a medida que incrementa el tiempo de tratamiento térmico de cocción, el sabor en los granos cocidos tiende a incrementar desde 5,79 (Gusta ligeramente) hasta un máximo de 6,29 (gusta moderadamente tendiente a gusta mucho) en escala hedónica y, posterior a ello, tiende a bajar hasta un mínimo valor de 5,88 (gusta ligeramente). Asimismo se observa que a medida que incrementa la relación de agua de 1 a 2 el sabor incrementa desde 5,68 (gusta ligeramente tendiente a gusta moderadamente) hasta un valor de 6,79 (gusta moderadamente tendiente a gusta mucho).

La máxima apreciación sensorial de sabor determinada fue de 6,99 (gusta moderadamente tendiente a gusta mucho) para un tiempo de tratamiento térmico de cocción de 12,36 minutos y relación de agua de 2,21:1 de quinua, valores que se observan en la figura 13 y determinados con la ecuación siguiente:

$$\text{Sabor} = -3,72578 + 0,788204 * \text{Tiempo} + 4,35177 * \text{Rel Agua} - 0,0184998 * \text{Tiempo}^2 - 0,15 * \text{Tiempo} * \text{Rel Agua} - 0,349999 * \text{Rel Agua}^2$$

## DISCUSIÓN

El volumen de expansión de los granos de quinua en 2,501 y 4,458 dentro del envase muy posiblemente sea debido a su reducido contenido de amilosa (Wang *et al.*, 2000; Ávila, 2001; Scholz y Magri, 2003). Asimismo la variedad rosado taraco permite que los granos de quinua dentro del envase absorban la cantidad suficiente de agua favoreciendo la progresiva y controlada ganancia del agua del grano de quinua en los tiempos de 10 a 20 minutos de cocción establecidos, evitando la deformación y facilitando que entre granos estas se mantengan sueltas, evitando la pegajosidad (Benedito y Martínez, 1997; Roberts *et al.*, 1980; Smith *et al.*, 1985; Castillo, 1990), por lo que afirmamos que la proporción amilosa amilo pectina juegan un rol preponderante al momento de la humectación, cocción y graneado de los granos de quinua (Pérez *et al.*, 1985), los que le atribuyen adecuadas propiedades sensoriales y texturales, además de



**Figura 13.** Superficie de respuesta del sabor de los granos de quinua según el tiempo y relación de agua.

acentuar el sabor de la quinua; cuando se tiene una adecuada elección y uso de la relación de agua:quinua (Cross *et al.*, 1986; Sancho *et al.*, 1999; Roberts *et al.*, 1980; Smith *et al.*, 1985; Castillo, 1990).

## CONCLUSIONES

Del estudio se concluye en lo siguiente:

- Para incrementar el volumen de expansión de los granos de quinua variedad rosada taraco dentro del envase, la relación de agua y tiempo de proceso juega un rol preponderante.
- A mayor relación de agua, el sabor de los granos cocidos de quinua incrementan, tornándolo de un sabor ligeramente dulce. A mayor relación de agua menor textura, mayor olor y pegajosidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amerine, M. A., Pangborn, R. M., and Roessler, F. B. (1965). Principles of Sensory Evaluations of Food. *Academic*, New York.
- Ávila, M. (2001). Evaluación de la calidad culinaria del arroz. Una herramienta para el mejoramiento genético. *DANAC Boletín Informativo*, v. 7, n. 1, p. 1-2.
- Batcher, O. M., Helmintoller, K. F., and Dawson, E. H. (1956) Development and application of methods for evaluation cooking and eating quality of rice. *Rice J.* 59: 4-8.
- Benedito, C. y Martínez, J. (1997). Criterios de calidad del arroz para la industrialización y el consumo. *Jornadas del arroz*: 111-119.
- Castillo, R. (1990). Precocción del arroz. En *Procesos tecnológicos en el aprovechamiento integral del arroz*. Fundación CIEPE. Yaracuy, Venezuela. 28 pp.
- Cross, H. R., Stanfield, M. S., Elder, R. S. (1979). Comparison of roasting versus broiling on the sensory characteristics of beef longissimus. *J. Food Sci.* 44, 310-314.
- Gazóla, M. (2009). *Caracterización de diferentes cultivares de arroz respecto a sus atributos de calidad*. Memoria de investigación presentada para optar a la superación de la prueba de suficiencia investigadora en el pro-

Ancco, T. *et al.* Efecto de la relación de agua y tiempo de proceso térmico sobre el volumen de expansión y atributos sensoriales de *Chenopodium quinoa* Willd.

- grama de doctorado. Universidad Pública de Navarra. Pamplona, España.
- Lorenz, K. y Coulter, L. (1991). Quinoa flour in baked products. *Plant Foods for Human Nutr.* 41:213-223.
- Martínez, C. y Cuevas, F. (1989). *Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz*. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Park, S. H., Morita, N. (2005). Dough and breadmaking properties of wheat flour substituted by 10 % with germinated quinoa flour. *Food Sci. Techn. Int.* 11(6): 471-476.
- Perdon, A. A., Marks, B. P., Siebenmorgen, T. J., y Reid, N. B. (1997). Effects of rough rice storage conditions on the amylograph and cooking properties of medium grain (cultivar Bengal) rice. *Cereal Chem.* 74:864-867.
- Pérez, C. M., Juliano, B. O. (1978). Indicators of eating quality for non-waxy rices. *Food Chemistry*, 79, 185-195.
- Roberts, R. L., Carlson, R. A., y Farkas, D. F. (1980) Preparation of a quick-cooking brown rice product using a centrifugal fluidized bed drier. *J. Food Sci.* 45: 1080-1081.
- Sancho, J., Bota, E., de Castro, J. J. (1999). *Introducción al Análisis Sensorial de los alimentos*. Barcelona, España: Ediciones Universitat de Barcelona.
- Scholz, M. B. S. y Magri, T. B. (2003). *Tempo de cozimento de cultivares e linhagens de arroz irrigado*. In: Congresso da Cadeia Produtiva de Arroz, 1.; Reunião nacional de pesquisa de arroz, 7., Florianópolis. Anais. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, vol. 1, p. 51-53.
- Smith, D. A., Rao, R. M., Liuzzo, J. A., Champagne, E. (1985). Chemical treatment and process modification for producing improve quick-cooking rice. *J. Food Sci.* 50: 926-931.
- Wang, S. H., Maia, L. H., da Silva, L. F. y Cabral, L. C. (2000). Estudo das propriedades reológicas e sensoriais após reconstituição dos mingaus desidratados de arroz e soja. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, 20(1), 68-73. Revisado el 13 de Noviembre del 2014, de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612000000100014&lng=en&tlng=pt.10.1590/S0101-20612000000100014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612000000100014&lng=en&tlng=pt.10.1590/S0101-20612000000100014).

#### Correspondencia:

Thomas Ancco Vizcarra: [thoanviz@gmail.com](mailto:thoanviz@gmail.com)  
David Ramos Huallpartupa: [davisrh@gmail.com](mailto:davisrh@gmail.com)

Fecha de Recepción: 02/03/2015  
Fecha de Aceptación: 30/05/2015