

Elaboración de un Cereal para Desayuno con Base a Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Expandida

L. Egas¹, E. Villacrés², D. Salazar³, E. Peralta⁴, M. Ruilova⁵

^{1,2,4} Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP.

^{1,2} Departamento de Nutrición y Calidad de Alimentos.

⁴ Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Dir.: Panamericana Sur km 1, Telefax (593-2) 3007134 Quito - Ecuador, e-mail: elenavillacres9@hotmail.com ; legumin@pi.pro.ec.

^{2,4} Universidad Estatal de Bolívar. Escuela de Tecnología e Ingeniería Agroindustrial. Dir.: Km. 3 1/2 Sector Alpachaca, Telefax: 032980716. Guaranda – Ecuador, e-mail: daymary07@yahoo.es

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar la tecnología de elaboración de un cereal instantáneo en base a quinoa expandida. Se probó dos variedades de quinoa (INIAP -Tunkahuan e INIAP- Pata de Venado), se realizó la caracterización física y química tanto en el grano crudo como en el expandido, posteriormente el grano fue limpiado, clasificado y acondicionado a niveles de humedad entre 16% y 17%. Para la expansión se ensayaron dos presiones de descarga 130 y 140 psi, lográndose un mayor índice de expansión con la variedad Tunkahuan, con 17% de humedad y 140 psi de descarga. Los análisis físicos orientaron la selección del mejor tratamiento, el cual fue caracterizado mediante un análisis proximal, minerales y aminoácidos. En el grano expandido se ensayó la incorporación de dos clases de jarabes: Sacarosa - Glucosa y panela, a concentraciones de 75 y 80 ° Brix, aplicando dos tiempos de secado (90 y 120 min); con la finalidad de determinar el nivel de aceptación del producto final por parte de los consumidores. En base a los tratamientos seleccionados, se realizó el análisis económico, determinándose un costo total de producción de \$ 3.84/Kg. y \$ 0.38 por cada funda de 100 g.

Palabras Clave: Tecnología, quinoa, expansión, cereal instantáneo, aceptabilidad, costo

Abstract

The objective of the present work was to develop the technology of elaboration of an instantaneous cereal based on expanded quinoa. It was proven two quinoa varieties (INIAP - Tunkahuan and INIAP – Pata de Venado), she was carried out the physical characterization and so much chemistry in the raw grain as in the one expanded, later on the grain was cleaned, classified and conditioned at levels of humidity between 16% and 17%. For the expansion two discharge pressures 130 and 140 psi were rehearsed, being achieved a bigger expansion index with the variety Tunkahuan, with 17% of humidity and 140 discharge psi. The physical analyses guided the selection of the best treatment, which was characterized by means of an analysis proximal, minerals and amino acids. In the expanded grain the incorporation of two classes of syrups was rehearsed: Sucrose - Glucose and panela, to concentrations of 75 and 80 ° Brix, applying two times of drying (90 and 120 min); with the purpose of determining the level of acceptance of the endproduct on the part of the consumers. Based on the selected treatments, he/she carried out the economic analysis, being determined a total cost of production of \$3.84/Kg. and \$0.38 for each case of 100 g.

Keywords: Technology, quinoa, expansion, instantaneous cereal, acceptability, cost

1. Introducción

Las zonas de producción de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) en el área andina, están ubicadas en Perú, Bolivia,

Colombia y Ecuador. En Ecuador, las zonas de mayor producción son: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, y Chimborazo. En el Ecuador las variedades de quinoa más cultivadas y comercializadas son la INIAP-Tunkahuan e INIAP- Pata de Venado, el grano de estas es de

tamaño mediano, de sabor dulce y con un contenido de saponinas menor al 0.1 %, a diferencia de las variedades criollas, cuyo grano es pequeño, poco homogéneo y oscuro, lo cual resta apariencia al producto, (Peralta *et al.*, 2002).

La quinua es un cultivo que puede crecer en grandes altitudes, soporta las heladas y otros fenómenos climáticos adversos mucho mejor que otras plantas. Esta especie, muestra diferentes periodos vegetativos, pero en su mayoría supera los 150 días, gracias a sus componentes químicos, la quinua es un alimento que reúne características favorables para ser transformada y obtener productos agroindustriales que permitan un uso más elaborado y directo, siendo necesario desarrollar y aplicar tecnologías adecuadas de procesamiento (Mujica *et al.*, 2006).

Por su valor nutritivo y gran potencial agroindustrial, la quinua puede ser transformada en productos de alto valor agregado, lo que mejoraría su presentación, facilitaría su preparación y permitiría el óptimo aprovechamiento de sus componentes nutritivos. Son escasamente conocidos y difundidos los diferentes productos que se pueden elaborar a partir de este grano, tales como: expandidos, graneados, harinas, leches, hojuelas, extruidos, almidones, colorantes, saponinas, proteínas, concentrados, granos perlados crudos y precocidos, germinados granos preparados para el graneado, malteados, néctares, fideos, golosinas, toffes, dulces mermeladas etc.

Los cereales instantáneos comprenden las hojuelas, hojaldres, expandidos, productos fragmentados y granulares, generalmente hechos de arroz y maíz, sin embargo la quinua también puede ser usada para este propósito. El cereal base puede ser enriquecido con azúcar, jarabe, miel o extracto de malta. Todos los tipos son preparados por procesos que tienden a causar la dextrinización del almidón y a incrementar el valor añadido de las materias primas. La expansión, permite aumentar la concentración energética, la disponibilidad de nutrientes, la eficacia alimentaria y la higiene del alimento; favorece también la gelatinización del almidón y destruye a los inhibidores termolábiles.

2. Materiales y Métodos

Se utilizó como materia prima las variedades INIAP- Tunkahuan e INIAP- Pata

de Venado. Las dos variedades en estudio se clasificaron en un clasificador Clíper Bluffton, seleccionándose para el proceso los granos de primera y segunda categoría, (retenidos sobre la criba de 1.8 mm).

Para la expansión se acondicionó el grano, ajustando la humedad a 16 y 17 %, previo el ingreso del grano a la cámara de expansión. Estas pruebas se realizaron con 3.5kg de grano previamente acondicionado, se ensayaron dos presiones de trabajo de (130 y 140 psi); de la combinación de los factores antes descritos se obtuvieron 24 tratamientos. Se determinó el efecto del proceso sobre las características físicas y la composición química del grano nativo de quinua. En base a los resultados obtenidos en las respuestas experimentales se seleccionó el mejor tratamiento, al que se incorporaron dos jarabes, uno a base de sacarosa y glucosa, saborizado con extracto de frutas y otro preparado con panela a 75 y 80 °Brix. El edulcorante que alcanzó mayor aceptabilidad en el producto final fue la combinación sacarosa- glucosa a 80 °Brix de concentración. Esta operación se llevó a cabo en un tambor rotatorio a una temperatura de 65 °C por 40 minutos.

Finalmente se realizó un análisis de costos del mejor tratamiento, seleccionado en base a las pruebas físico-químicas y organolépticas.

2.1 Análisis Físicos

Densidad aparente y Real: Método de Foster & Calhuon, (1995).

Actividad de agua (aw) mediante un medidor de actividad agua marca AGUA Lab Modelo pawkit

Porcentaje de Expansión: Se determinó en base a mediciones del tamaño del grano, antes y después de la expansión

2.2 Análisis Químico

Análisis proximal: Humedad, Cenizas, Fibra, Digestibilidad, Proteína, Almidón. Según los métodos de la A.O.A.C (1984).

Minerales. Por espectrofotometría de absorción atómica. Método A.O.A.C. (1984)

Aminoácidos: Por cromatografía líquida de alta resolución. Método adaptado en el departamento de Nutrición y Calidad (1986).

Digestibilidad del almidón *in Vitro*. Según la técnica descrita por Holm *et al.*, (1985), citado por Ruales *et al.*, (2000)

Almidón total. Método de Goñi *et al.*, (1997), citado por Ruales *et al.*, (2000)

2.3 Análisis Estadístico

Se realizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial (A x B x C), siendo la variedad del grano, porcentaje de humedad inicial y presión de descarga factores en estudio en el proceso, contenido de sólidos solubles, temperatura de secado y Tiempo de secado factores en estudio en la elaboración.

En cuanto al efecto del proceso se realizó a través de un estadístico de comparación "t student", los tratamientos del factorial se evaluaron con las pruebas de Tukey y DSM para ello se empleó el paquete estadístico Statgraphics Plus versión 4,5 con el 95% de confiabilidad.

3. Resultados y Discusiones

3.1 Densidad Aparente y Real del Grano Nativo

En la Tabla 1, se muestran los resultados de la densidad aparente (DA), y densidad real (DR), de dos variedades de quinoa. Para la variedad Tunkahuan se obtuvo un valor de 743 kg/m³ para la densidad aparente y 1756 kg/m³ para la densidad real, con 0.55 % de espacios de aire; el primer parámetro es menor, ya que éste no considera los espacios de aire entre los granos, mientras que la densidad real hace referencia al peso específico del grano y los espacios de aire. Pata de venado presentó los siguientes valores: Densidad aparente 715 kg/m³, densidad real 1510 kg/m³, con una porosidad de 0.50 %.

Tabla 1. Densidad aparente (DA) y real (DR) de dos variedades de quinoa nativa

	Densidad Aparente	Densidad real	Espacios de aire
	kg/m ³	kg/m ³	%
Aceite		914	
V Tunkahuan	743	1756	0.555
V. Pata de venado	715	1510	0.496

3.2 Densidad Aparente y Real del Grano Expandido

En el grano expandido, al igual que en el nativo la densidad es influenciada por diferentes parámetros como la variedad de grano y su contenido de humedad, determinándose un efecto significativo de los factores: variedad del grano (factor A), contenido de humedad (factor B) y presión de

descarga (factor C) al respecto Brooker *et al.*, citado por (Alvarado, 1996), establece que los valores de densidad aparente dependen de la humedad y de la morfología del grano. Con la prueba de Tukey al 5 %, se determinó que la menor densidad aparente se obtiene con la variedad Tunkahuan, acondicionada a 17 % de humedad, lo cual se corrobora al realizar la prueba de significación para la interacción de los factores Variedad-Humedad y presión de descarga. Los granos de mayor densidad poseen normalmente, mayor cantidad de sustancias de reserva (nutrientes), siendo esta condición la más deseable; sin embargo en los productos expandidos, desde el punto de vista económico se seleccionan aquellos de menor densidad aparente y real. Además se estableció que el factor presión de descarga juega un papel importante en el proceso de expansión, obteniéndose mayor incorporación de aire en el producto (menor densidad aparente y real) con el tratamiento T4 (Variedad Tunkahuan, con 17 % de humedad, 140 psi de descarga). En general la densidad aparente y real del producto expandido fue menor que la del grano nativo, debido a la incorporación de aire en la matriz de almidón, obteniéndose al final un producto de gran volumen pero menor peso específico.

3.3 Índice de Expansión

El índice de expansión es un parámetro que permite observar el incremento del tamaño de grano por efecto de la expansión. El mayor índice (2.15) se alcanzó con el tratamiento T4, mientras que con el tratamiento T6 referido a la variedad Pata de Venado, con 16 % de humedad y 140 psi como presión de descarga solo se alcanzó un valor de 0.99.

Se determinó que los factores en estudio variedad de grano (A) y contenido de humedad (factor B), ejercen un efecto notable sobre este parámetro, mientras que el factor C (presión de descarga) no influyó en el índice de expansión del grano. En base al análisis estadístico de los resultados se determinó que el tratamiento T4 (V. Tunkahuan, 17% de humedad, 140 psi de descarga) permite obtener granos con mayor índice de expansión. La variedad Pata de Venado no logró expandirse bajo ninguno de los tratamientos ensayados, concluyéndose que ésta variedad no presenta aptitud para el proceso, posiblemente debido a su diferente proporción de amilosa: amilopectina y su menor tamaño de granulo, con respecto a la variedad Tunkahuan.

3.4 Actividad de Agua

La actividad de agua de la quinua sometida a diferentes tratamientos con el fin de expandir el grano, varió entre 0.29 a 0.37. Estos valores garantizan la estabilidad del producto en el almacenamiento, ya que a dichos niveles no pueden desarrollarse bacterias, levaduras ni hongos. Obteniéndose el menor valor (0,29 a) con el tratamiento cuatro T4 (Variedad Tunkahuan, 17 % de humedad, 140 psi), lo que a su vez incidió en la mayor crocancia y palatabilidad del grano. Mientras que el mayor valor de actividad de agua (0,37) correspondió al tratamiento dos, T2 (V.Tunkahuan, 16% de humedad, 140 psi), lo cual pone de manifiesto que el valor de este parámetro al final del proceso no depende del contenido de agua con el cual el grano ingresa al equipo de expansión, sino del cuidado al final del proceso, impidiendo su exposición al ambiente, para impedir la absorción de humedad ambiental y el incremento de a_w .

3.5 Efecto de la Expansión en la Composición Proximal del Grano

Análisis Proximal.

En base a los valores de densidad aparente y real, índice de expansión y actividad de agua, se seleccionó el mejor tratamiento, el cual correspondió a la variedad Tunkahuan, acondicionada con 17 % de humedad y expandida a 140 psi de presión. De este se realizó la caracterización química – nutricional, comparando los resultados con el grano nativo, con el fin de evaluar el efecto del proceso sobre los componentes de interés en la nutrición de la población

Humedad.

El contenido de humedad se redujo notablemente por efecto de la expansión, desde niveles entre 12 y 13 % a valores entre 4.15 y 6.27%, debido a la elevada presión (140 psi) y temperatura (160 °C) a la que se realiza el proceso, permitiendo primero el tostado y luego el inflado del grano.

Fibra Cruda.

Otro componente que disminuye significativamente por efecto de la alta presión y temperatura alcanzadas durante la expansión, es la fibra cruda, reduciéndose

desde un valor de 6,22 a 3,92 %. Al respecto (Foster, 1995), indica que la fibra es una compleja mezcla de hidratos de carbono, conocidos actualmente como polisacáridos no almidonosos (PNA), este comprende los grupos insolubles y los solubles en agua. El consumo de PNA tiene muchos efectos beneficiosos para la salud; la cantidad deseable es de 18 g. por día.

Extracto Etéreo.

Se determinó un decrecimiento de este componente con relación al contenido inicial del grano. Este resultado se debe al efecto deteriorativo (quemadura) de la alta temperatura (160 °C) sobre el germen, donde se concentra el 30% de los lípidos del grano.

Proteína.

El comportamiento de la proteína frente al proceso de expansión, se observa en la Figura 1, registrándose una disminución del 19 % por efecto del proceso. (Cléale *et al*; 1987), señalan que temperaturas próximas a 100 °C, inducen a la desnaturalización de la proteína; con el concurso de azúcares reductores como la glucosa, galactosa, fructosa y xilosa puede ocurrir la reacción de Maillard.



Figura 1. Contenido de proteína del grano nativo y expandido

Cenizas.

Este componente también experimentó disminución por efecto del proceso de expansión, desde un valor de 2,51 a 2,14 %, deduciéndose que en la cáscara del grano se localizan minerales importantes, los cuales se pierden junto con la fibra durante el proceso.

Almidón.

Contrariamente a la mayoría de nutrientes, el almidón se concentró a expensas de la disminución de los otros componentes, registrándose un valor de 77 % en el grano

expandido. Posiblemente debido a que durante el proceso ocurren cambios en la estructura micro y macromolecular del almidón, se incrementa la relación área superficial/volumen de la fase sólida, hay una modificación de la cristalinidad por efecto de la gelatinización, gelación y rompimiento de las cadenas de amilosa y amilopectina, (Bos *et al.*, 1997).

Amilosa- Amilopectina.

La variedad Tunkahuan presentó un mayor contenido de amilosa (4,54 %) y menor contenido de amilopectina (95,46 %), en relación a la variedad Pata de venado (2,73 %) y posiblemente esta pequeña diferencia determina el diferente comportamiento de los dos materiales en el proceso de expansión, considerando que la relación amilosa/amilopectina influye sobre la mayoría de propiedades funcionales del almidón. En general, en función del elevado contenido de amilopectina, la quinoa puede ser catalogada como un pseudocereal ceroso o "waxy".

Tasa de Digestión del Almidón.

Otro parámetro que mejoró por efecto del proceso, fue la digestibilidad del almidón, incrementándose desde 69 a 98 % en la variedad Tunkahuan. Desde el punto de vista nutricional, un almidón modificado o gelatinizado por procesos térmicos es más digerible que un almidón nativo, (Hevia *et al.*, 2001).

Contenido de Minerales.

En cuanto a los minerales el grano de quinoa experimentó una variación mínima, con relación al grano nativo, posiblemente las relaciones complejas que los minerales forman con otros compuestos del grano impiden su pérdida durante la expansión. En el expandido se destaca el aporte de fósforo, potasio y hierro, con valores de 57, 12 y 100 %, de la ingesta diaria recomendada.

Como componentes de los alimentos los minerales son importantes por su efecto fisiológico, componentes del sabor, la textura y como activadores o inhibidores de la catálisis enzimática u otras reacciones.

3.6 Efecto del Proceso de Expansión en el Contenido de Aminoácidos

El contenido de aminoácidos en el grano expandido experimentó una disminución con

relación al grano nativo. Los aminoácidos más afectados resultaron la lisina con una pérdida del 55,67 %, arginina (50,35 %) y la cistina cuya presencia no se detectó en el grano expandido. Al respecto, (Peisker, 1994) afirma que la expansión del grano a 120° C no origina cambios en el contenido de lisina total, pero a 140 °C, se observa una reducción en el contenido de lisina total disponible y en el de otros aminoácidos.

3.7 Propiedades Funcionales del Almidón Proveniente de la Quinoa Expandida

El comportamiento específico de un alimento sometido a una suspensión acuosa se denomina propiedad funcional y comprende entre otras el índice de absorción de agua, el índice de solubilidad en agua y el poder de hinchamiento. Estos influyen sobre las características sensoriales de los alimentos, particularmente sobre la textura y juegan un papel importante en el comportamiento de un alimento en su fase de almacenamiento. En la Tabla 2, se detallan los promedios del índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua y poder de hinchamiento del cereal expandido. El índice de absorción de agua y el poder de hinchamiento del almidón se correlacionaron linealmente, mostrando un incremento en el poder de hinchamiento en función de la absorción de agua, mostrando que el proceso de expansión no afecta a la capacidad de retención de agua por el almidón.

Tabla 2. Propiedades funcionales del almidón proveniente de la quinoa expandida

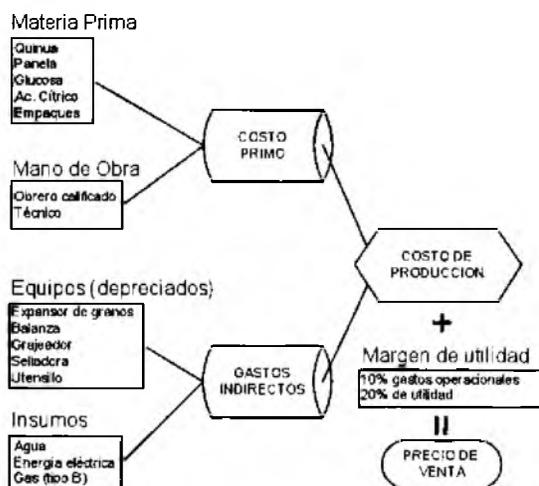
Tratn.	IAA	ISA	PH
T1	4.07	0.38	4.8
T2	4.74	0.26	5.09
T3	3.91	0.29	4.80
T4	4.16	0.30	4.50
T5	4.85	0.37	5.38
T6	3.61	0.36	3.70
T7	4.39	0.30	4.66
T8	3.98	0.35	4.30

IAA=Índice de absorción de agua
ISA=Índice de solubilidad en agua
PH=Poder de hinchamiento

3.8 Análisis Sensorial del Cereal Instantáneo

Este análisis se efectuó con el tratamiento que alcanzó el mayor grado de expansión, T4 (Variedad Tukahuan, 17% de humedad, 140 psi de descarga). El producto agradó a un 99% de consumidores y disgustó a un 1%.

3.9 Análisis Económico

**Figura 2.** Esquema del análisis económico

Mediante el análisis de costos, realizado bajo el esquema de la figura 2, se estableció que el costo total de producción para 102.4 kg, es de \$ 394.15, equivalente a \$ 3.84/kg de producto y \$ 0.38 por cada funda de 100 g. Para tener un margen de utilidad del 20 %, se estableció un precio de venta de \$ 492.78 para 102.4 kg de cereal, equivalente a \$ 4.66/kg y \$0.46/100 g.

Tabla 3. Cuadro resumen del punto de equilibrio

Descripción	Costos		Total
	Fijos	Variables	
Materia prima		\$ 311.99	
Equipos y Utensilios	\$ 2.07		
suministros	\$ 0.12	\$ 1.13	
personal	\$ 43		
sub total	\$ 45.19	\$ 313.12	\$ 358.31

$$PE = \left[\frac{\text{Costo fijo}}{1 - \frac{\text{Costo variable}}{\text{Ventas}}} \right] \quad \%PE = \frac{PE}{\text{VENTAS}} * 100$$

$$PE = \left[\frac{45.19}{1 - \frac{313.12}{472.98}} \right] \quad PE = \frac{134.09}{472.98}$$

$$\%PE = 28$$

$$PE = 134.09$$

En la tabla 3, se resume el punto de equilibrio calculado 28 %, lo que multiplicado por la cantidad total producida (102.4 kg), permite conocer la cantidad mínima necesaria (28.67 kg) que el productor debe producir y vender para cubrir los costos y gastos de producción.

Si bien se hace referencias a las ventas para el cálculo del punto de equilibrio esto se hace asumiendo que todo lo procesado se vende.

4. Conclusiones

Es posible expandir los granos de quinoa, para transformarlo en un cereal instantáneo, que puede ser consumido directamente en el desayuno o bien se puede utilizar como materia prima para procesar otros productos como las barras energéticas. De las dos variedades en estudio, la Variedad INIAP Tunkahuan fue la que alcanzó mayor índice de expansión, efecto al que contribuyeron su mayor contenido de amilosa y posiblemente su mayor tamaño de granulo de almidón, con respecto a la variedad Pata de Venado.

El contenido de humedad del grano en la etapa de acondicionamiento y la presión de descarga influyen directamente en el índice de expansión, obteniéndose resultados óptimos a 17 % de humedad y 140 psi como presión de descarga.

El proceso de expansión aplicado incide en las propiedades físicas del grano, reduciendo la densidad aparente desde un valor de 743 kg/m³ a 190 kg/m³ y la actividad de agua desde 0.29 a 0.35.

La expansión afectó a la proteína, fibra y cenizas del grano, no así al contenido de almidón

y su digestibilidad, cuyos valores se incrementaron a expensas de la disminución de los otros principios inmediatos del grano.

El proceso también afectó al contenido de minerales del grano, alcanzando un nivel del 37% para el sodio, 67% para el hierro, 62% para el cinc. Igual sucede con los aminoácidos, especialmente la cistina que desaparece del grano, la lisina disminuye en un 55,67 % y la arginina en un 50 %.

La concentración de sólidos solubles y el tiempo de secado influyen en las características físicas, las propiedades funcionales y sensoriales del cereal; alcanzando un buen nivel de aceptabilidad el grano edulcorado con un jarabe sacarosa-glucosa, a 80 °Brix y secado durante 90 minutos.

El Índice de Absorción de agua, y el poder de hinchamiento del almidón se correlacionan linealmente, mostrando un incremento en el poder de hinchamiento en función de la absorción de agua, lo que evidencia la capacidad del almidón para retener el agua.

El tratamiento T5 (Jarabe de 80 °Brix, sacarosa - glucosa, 90 min. de secado) presentó un alto grado de preferencia por los consumidores, quienes describieron al producto de color crema pálido; textura crocante y sabor dulce.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Alvarado, J. 1996. Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos. Edit. Radio Comunicaciones, División de artes Gráficas. Quito-Ecuador. pp.109-118
- [2] A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis. 14 Th. Ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC. USA.
- [3] Bos, E.; Jen, A.; Lee, C. 1997. *J. Anim. Physiol. And anim. Nutr. J. food Chemistry* 65:5416.
- [4] Cleale, A.; Robinson, E.; Dermins, R. 1987. "Physical Quality of Proteins in Processing Therma". *J. food Chemistry* 45:6145.
- [5] Foster, L. y Calhuon, M. "Feedsuffs", *Management Science* 65, n°8. Octubre 1995. pp. 36 - 42.
- [6] Hevia, H.; Wilckens, E.; Berti, D. 2001. Características del almidón y contenido de proteínas de quinua cultivada bajo diferentes niveles de nitrógeno en Chillan. *Agro Sur*. Vol. 29. N° 1. IISSN 0304-8802. pp.40-51.
- [7] Mujica, A.; Ortiz, R.; Bonifacio, A.; Sarabia, R.; Corredor, G.; Romero, A. 2006. Proyecto Quinua: Cultivo multipropósito para los países Andinos INT/ 017 K01 Perú- Bolivia -Colombia. Agroindustria de la quinua. Edit. Puno, Perú. pp.113-159.
- [8] Peralta, E.; Masón, N.; Ayala, S. 2002. Memorias del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Quito, Ecuador CD.
- [9] Peisker, M. "Extrusion Communique", *Management Science* 57, n° 15. June 1994. pp. 12 - 18.
- [10] Ruales, J.; Carpio, C.; Santaeruz, S.; Bravo, J. 2000. Métodos de caracterización de Carbohidratos. Proyecto de Investigación Precompetitiva XI.8. Edit. Escuela Politécnica Nacional. Quito-Ecuador. pp.113-115.