



POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DE LA QUINUA



AUTORES:
Elena Villacrés P.
Eduardo Peralta I.
Luis Egas A.
Nelson Mazón O.



Boletín Divulgativo N°146

Quito, Ecuador, Abril 2011





POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DE LA QUINUA



Boletín Divulgativo N°146

Abril 2011

Quito, Ecuador



POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DE LA QUINUA

AUTORES:

Elena Villacrés P.¹
Eduardo Peralta I.²
Luis Egas A.¹
Nelson Mazón O.²

- 1 Investigadores del Departamento de Nutrición y Calidad
- 2 Investigadores del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos
Estación Experimental Santa Catalina, INIAP

1ra. Edición Boletín Técnico N°146 (Abril 2011)
Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
Estación Experimental Santa Catalina
Departamento de Nutrición y Calidad de los Alimentos
Telefax: 593- 2- 23007134

Edición, diseño y diagramación e impresión:
Imprenta Ideaz, Quito, 2543709 / 2900191

Fotografías
Ing. Nelson Mazón

Cita correcta:

Villacrés, E.; Peralta, E.; Egas, L.; Mazón, N. 2011. POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DE LA QUINUA. Boletín Técnico N° 146. Departamento de Nutrición y Calidad de los Alimentos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. 32 p.

Índice

	Pag.
Presentación.....	5
Importancia del Cultivo.....	5
Generalidades.....	7
Características físico químicas del grano de quinua.....	8
Alternativas de procesamiento industrial.....	10
Flujograma de una bebida de quinua malteada.....	11
Proceso de malteo de la quinua.....	12
Perfil nutricional de la bebida de quinua malteada.....	12
Proceso de expansión y obtención del cereal instantáneo.....	13
Perfil nutricional de la quinua expandida.....	14
Granola de quinua.....	16
Barras energéticas.....	17
Flujograma para la obtención de quinua fermentada.....	18
Perfil nutricional de la quinua fermentada.....	19
Flujograma para la obtención de galletas de quinua.....	20
Perfil nutricional de la galleta a base de quinua.....	21
Flujograma para el procesamiento de fideo de pasta corta a base de quinua.....	22
Perfil nutricional del fideo de pasta corta con incorporación de quinua.....	23
Flujograma para la elaboración de una mezcla base para sopas, a partir de hojas de quinua.....	24
Perfil nutricional de una mezcla base, con hojas de quinua.....	25
Procesamiento de extruidos y laminados a base de quinua.....	26
Proceso de laminado.....	27
Flujograma para la obtención de un laminado a base de la mezcla maíz-quinua.....	27
Nixtamalización.....	27
Pretostado.....	28
Flujograma para la obtención de un extruido a base de la mezcla maíz-quinua.....	28
Saborización.....	29
Efecto del laminado y la extrusión sobre el valor nutritivo de los productos.....	30
Bibliografía.....	31

Unidades

% = Porcentaje.

°Brix = (Grados brix) unidad para expresar el porcentaje de materia seca soluble en un jugo o jarabe.

°C = (Grados centígrados) unidad para expresar la temperatura.

µg = (microgramo) unidad de masa.

Cp = (Centipoise) unidad estándar de viscosidad.

g = (gramo) unidad de masa.

mg = (miligramo) unidad de masa.

ppm = (Partes por millón) es una unidad de concentración equivalente a mg/kg

psi = (libras fuerza por pulgada cuadrada) unidad de presión.

rpm = (Revoluciones por minuto) velocidad de giro de un motor o centrifuga.

UI = (Unidades Internacionales) es una unidad de medida de la cantidad de sustancia, basada en su actividad biológica. Es usada para vitaminas, hormonas, algunas drogas, vacunas, productos sanguíneos y sustancias biológicamente activas similares.

Glosario de Términos

Acidez = Es la concentración de iones hidrógeno (H⁺) en un líquido.

Alimento funcional = Alimento con propiedades nutricionales y capaz de cumplir una función específica como mejorador de la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades.

Almidón dextrinizado = Almidón parcialmente hidrolizado.

Celiaco = Personas con una intolerancia al gluten.

Eritrocitos = Son los glóbulos rojos o hematies.

Expansión de granos = Proceso térmico mediante el cual el grano se tuesta e incrementa de tamaño.

Gritz = Partículas de tamaño grande, superior a 3 mm

Hemolisis = Es el fenómeno de desintegración de los eritrocitos.

Hidrólisis = Es una reacción química entre el agua y otra sustancia. El agua reacciona rompiendo la otra sustancia.

Incubación = Almacenamiento del producto a temperatura constante.

Inoculación = Incorporación de un microorganismo benéfico a un alimento para obtener propiedades específicas.

Maceración = Es un proceso de extracción sólido-líquido. El producto sólido (materia prima) posee una serie de compuestos solubles en el líquido extractante.

Producto extruido = Producto moldeado mediante un proceso de cambio de presión y temperatura.

Producto laminado = Es una estructura generalmente expandida y achatada formada a partir de la mezcla de harinas de granos o cereales.

Propiedades organolépticas = Conjunto de características físicas perceptibles a través de los sentidos, como son el sabor, textura, olor, color.

Propiedades reológicas = Las propiedades mecánicas estudiadas por la reología.

Reacción de Maillard = Conjunto complejo de reacciones químicas que se producen al calentar las proteínas y los azúcares reductores, es la misma reacción que colorea el café, la costra de la carne mientras se cocina al horno.

Relación 1:1 = Es la proporcionalidad entre magnitudes medibles (1 kg de masa : 1 kg de agua)

Surfactante = Es una sustancia que estabiliza una emulsión.

Tostado del grano = Proceso térmico que se le da a los granos para obtener propiedades organolépticas deseables en el producto final.

PRESENTACIÓN

El comercio de alimentos en el mundo moderno ha tomado otras características influenciado por la globalización, la competitividad y las ventajas comparativas; sin embargo, los cultivos andinos poco conocidos y comercializados en el pasado, ahora tienen la oportunidad de ingresar en el comercio internacional y con mayor dinámica en el comercio nacional, debido principalmente a la aplicación de tecnologías de transformación en productos más elaborados y demandados por el consumidor, siendo menester que los productores, procesadores y comercializadores se adecúen a las nuevas exigencias del mercado, tanto en calidad como en tiempo. Dentro de estos cultivos está la quinua, grano andino que contribuye de manera importante y selectiva en la alimentación de numerosas familias rurales y urbanas y cuya demanda se está incrementando en los últimos años.

Importancia del cultivo

La quinua tiene una amplia área potencial para el cultivo. En Ecuador, las provincias con mayor aptitud para cultivar quinua son: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar y Cañar. La quinua como producto alimenticio e industrial empezó a ganar espacio en el mercado mundial, especialmente como producto orgánico. Francia, Alemania, Holanda y Estados Unidos, lideran el consumo a nivel mundial. Además en los últimos años la quinua se ha integrado en los programas de alimentación, impulsados por el gobierno nacional.

Esta especie es originaria de los Andes, cultivada desde tiempos preincaicos. En la dieta de los pueblos antiguos de América andina, el grano fue el reemplazo prioritario, o a veces exclusivo, de las proteínas animales. Los estudios sobre el valor nutritivo, van confirmando las razones por las que nuestros antepasados,



POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DE LA QUINUA

intuitivamente veneraban a la quinua como admirable semilla para su alimentación. A pesar de este gran potencial, existe una falta de promoción que valore la calidad de la quinua hacia los consumidores. La tendencia actual de los hábitos de consumo ofrece nuevas oportunidades de mercado, en el ámbito nacional e internacional, para promover la quinua e incrementar su valor agregado, mediante el desarrollo de nuevos productos. En tal sentido, la valoración de la calidad, la conciencia creciente de defensa de los derechos del consumidor y la conservación del medio ambiente y la biodiversidad, generan una oportunidad excelente para la promoción del consumo. Las diferentes tecnologías desarrolladas buscan darle una “mejor imagen y valor agregado” con el objetivo de estimular su consumo.

La promoción de esta especie es una tarea prioritaria para que los consumidores en Ecuador y en el extranjero comprendan el valor real de este grano. A la vez, se requiere acondicionar la producción y el manejo poscosecha para responder a un mercado que es cada día más exigente en calidad de productos y organización de la oferta. La industrialización de la quinua es una vía importante para añadir valor, modernizar su imagen y equilibrar la oferta de producto en el mercado.

Las tecnologías desarrolladas en el marco del proyecto “Alternativas tecnológicas para mejorar la competitividad de los granos andinos” son: elaboración de una bebida nutritiva a base de quinua malteada; procesamiento de un cereal instantáneo con quinua expandida, elaboración de una granola, barras energéticas, quinua fermentada, galletas, fideos de pasta corta, extruidos, laminados y la utilización de las hojas de quinua en la formulación base para una sopa instantánea.

Además de las tecnologías señaladas, las perspectivas de procesamiento de la quinua son mucho mayores si se considera el uso industrial y farmacéutico de algunos otros componentes. Tal es el caso de la producción de colorantes naturales comestibles, a base de antocianinas y la elaboración de productos funcionales en base a la saponina, una vez que se verifique su efectividad en la disminución de los niveles de colesterol y para contrarrestar el mal de altura (hidropericardio e hipertrofia cardíaca), tal como ha sido demostrado en animales experimentales.



La Quinoa: Generalidades

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta herbácea anual, que junto al chocho y amaranto integran el grupo de los granos andinos subutilizados.



Variedades

En 1986, el Programa de Cultivos Andinos del INIAP entregó las primeras variedades mejoradas de quinoa: INIAP-Imbaya e INIAP-Cochasquí, consideradas amargas por su alto contenido de saponina (superior al 0,1%). El posterior interés en obtener variedades con menor contenido de saponina hizo que luego de ocho años de investigación se entregue dos variedades dulces (contenido de saponina inferior a 0,1%): INIAP-Ingapirca e INIAP-Tunkahuan (Nieto *et ál.*, 1992 citado por Peralta, 2009). En el año 2008 el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos desarrolló la variedad INIAP-Pata de Venado, precoz y también con bajo contenido de saponinas. Las variedades vigentes en el mercado actual son INIAP—Tunkahuan e INIAP-Pata de Venado debido a su adaptabilidad, menor uso de agua en el desamargado, vía húmeda y escarificado rápido (vía seca), (Peralta, 2010).

Valor nutricional y funcional

La quinoa es un alimento de excepcional valor nutritivo, principalmente por su alto contenido de proteína (14 - 18%). El valor proteico de un alimento se mide con base en dos factores: el balance de los aminoácidos y el contenido de los llamados aminoácidos esenciales. La quinoa sobresale en estos dos factores, pues contiene 16 de los 24 aminoácidos existentes, (Peralta, 1985; Mother Grain, 2005). El perfil de aminoácidos se aproxima al patrón dado por la FAO, (2006), para los requerimientos nutricionales de humanos, (Romo *et ál.*, 2006). A las proteínas se suman el almidón, grasa, minerales y vitaminas (Cuadro 1), en diferente proporción, lo que ha hecho que la quinoa sea llamada por los indígenas como "grano madre", por ser comparable con la leche materna en cuanto a su valor nutricional, (Andaluz, 2006; Mazón *et ál.*, 2008, 2009). La fracción de carbohidratos está constituida principalmente por almidón (50 - 60%), en forma de gránulos, cuyos



POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DE LA QUINUA

componentes son la amilosa (20%) y la amilopectina (80%), (Carrasco *et al.*, 2001). Los azúcares libres alcanzan un promedio de 6,2%, la fibra bruta alrededor del 5 % y la fibra soluble 2,49%, (GTZ *et al.*, 2001, citado por Velasco, 2007). El contenido de lípidos en el grano de quinua puede llegar hasta 10%, (Peralta, 2009) y la mayor parte se halla en el embrión. La composición del aceite de la quinua es similar al aceite de soya, con predominio del ácido linoléico (C18:2) y linolénico (C18:3), que constituyen entre el 55-63% de la grasa de la quinua, (Koziol, 1990). Además, el aceite tiene antioxidantes naturales como tocoferoles que protegen a los ácidos grasos contra la oxidación.

Cuadro 1. Características físico-químicas del grano de quinua.

Característica	Variedad Pata de Venado	Variedad Tunkahuan
Color de grano seco	Crema	Blanco
Peso hectolítrico (kg/hl)	62 - 70	66
Tamaño de grano (mm)		1,7 a 2,1
Contenido de saponina (%)	0,05	0,06
Forma del grano	Redondo aplanado	Redondo aplanado
Proteína (%)	17,45	16,14
Grasa (%)	7,14	9,43
Cenizas (%)	2,72	3,27
Fibra (%)	5,14	5,56
Calcio (%)	0,09	0,06
Fósforo (%)	0,65	0,73
Potasio (%)	0,69	0,68
Energía total (Cal/100 g)	472,05	480,84

Fuente: Peralta *et al.*, (2009)

Un aspecto relativamente nuevo y que contribuye a fundamentar las propiedades de la quinua es el relacionado con las isoflavonas, compuestos fitoquímicos que pertenecen al grupo de los flavonoides. Son de origen vegetal, no son considerados como nutrientes, al igual que las vitaminas y los minerales y se encuentran exclusivamente en las legumbres y granos, aunque hoy en día también se las encuentra disponibles como suplementos y se utilizan como fortificadores.



Las isoflavonas, son consideradas por su estructura como *fitoestrogenos*, que poseen una estructura química similar a la que presentan los estrógenos humanos (Kuklinski, 2003), conjuntamente con los *lignanos* y *cumestanos*. En dosis altas y en personas que no necesitan estrógenos pueden producir anomalías tiroideas como el bocio o la tiroiditis autoinmune. Ventajosamente los niveles de isoflavonas registrados en la quinua son bajos, como se muestra en la Figura 1, lo que garantiza su seguridad para el consumo para personas de toda edad y condición.

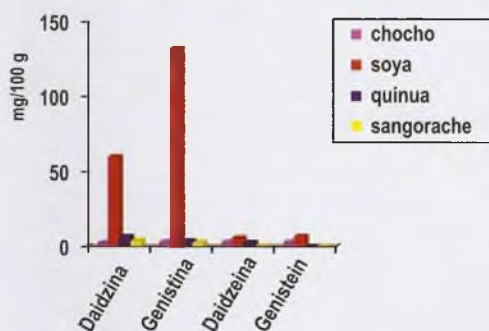


Figura 1. Contenido de isoflavonas de la quinua, con relación a otros granos.

Por su valor nutritivo y funcional, no es exagerado, afirmar que estamos en presencia del "superalimento de los Incas" y que bien vale todo esfuerzo por incrementar su producción, procesamiento y consumo.

Saponinas

Las saponinas son compuestos del tipo esteroide o triterpenoide se encuentran en el pericarpio del grano y son el principal factor antinutricional de la quinua, que le confiere un sabor amargo característico (Gandarillas, 1982). Estos glucósidos pueden causar hemólisis en los eritrocitos, son extremadamente tóxicos para animales de sangre fría (anfibios y peces), por su propiedad de bajar la tensión superficial. Las principales propiedades de las saponinas son: la abundante producción de espuma cuando son disueltas en agua y agitadas, presentan sabor

amargo y son potentes surfactantes. Para el consumo del grano es recomendable someterlo a lavado con frotación para eliminar la mayor cantidad de compuestos amargos. De acuerdo al contenido de saponina, la quinua se puede considerar amarga cuando sobrepasa el 0,11%, con base al peso en fresco y dulce cuando su contenido es inferior a este valor, (Gandarillas, 1982).

ALTERNATIVAS DE PROCESAMIENTO INDUSTRIAL

La transformación del grano permite un mejor aprovechamiento de sus cualidades nutritivas, mejora la disponibilidad de nutrientes, la facilidad de preparación y la presentación de los productos, potenciando su valor como alimento. A partir del grano es posible obtener: expandidos, granolas, barras energéticas, harina, leche, hojuelas, extruidos, almidones, colorantes, saponina, concentrados proteicos, germinados, bebidas malteadas, fideos, etc. La harina puede sustituir parcialmente a la harina de trigo en productos de panificación, galletería y pastas, incrementado su valor nutritivo. El grano no contiene gluten, lo que faculta su utilización en la preparación de alimentos dietéticos apropiados para personas celiacas, con problemas de sobrepeso o enfermos convalecientes. Estos derivados encajan dentro de la tendencia mundial de consumo de productos naturales, constituyendo un interesante potencial de mercado. El grano también es apropiado para las personas de la tercera edad y sometidas a dietas adelgazantes, por su contenido de fibra dietética, la misma que ayuda al organismo, reduciendo el nivel del colesterol en la sangre y mejorando el funcionamiento del sistema digestivo. Por esta razón, los consumidores en los países desarrollados la catalogan como un alimento dietético.

Elaboración de una bebida nutritiva a partir del grano de quinua malteado

Las bebidas elaboradas a partir de los vegetales son alimentos con una composición nutritiva muy interesante dado que las materias primas de las que proceden contienen una variedad de nutrientes (proteínas, grasas, hidratos de carbono, ciertos minerales y vitaminas).

Desde el punto de vista funcional, la quinua tiene la ventaja de carecer de



POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DE LA QUINUA

lactosa y caseína, propiedad útil en el tratamiento de intolerancias y alergias alimentarias a estos componentes. Además, el grano no contiene colesterol y su perfil de ácidos grasos es más saludable respecto a la leche de vaca, ya que en el aceite de quinua predominan los ácidos grasos insaturados.

Esta bebida es una alternativa saludable a los refrescos u otras bebidas energéticas para los más jóvenes y consumidores en general. El proceso de elaboración comprende las siguientes etapas, como se describe en la Figura 2.

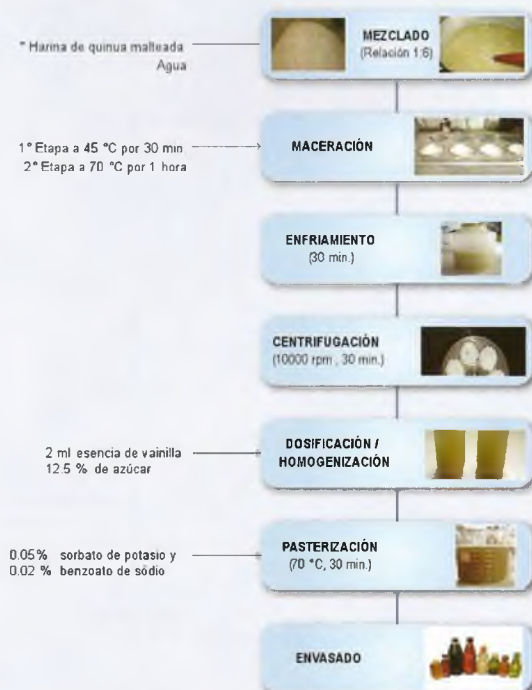


Figura 2. Flujograma para la elaboración de una bebida de quinua malteada.

Malteo del grano

El proceso de malteo, a partir del grano exento de saponina, comprende las operaciones siguientes:

1. Remojo: se realiza en agua, a una temperatura promedio de 16 °C, por aproximadamente una hora, hasta que el grano alcance una humedad promedio de 45 %.
2. Germinación: después del remojo se escurre el exceso de agua y el grano se dispone en recipientes adecuados, giratorios o fijos, durante un periodo de 7 horas a 25 °C. En este tiempo el grano germina, visualizándose el crecimiento del embrión, hasta alcanzar una longitud promedio de 7 mm.
3. El grano germinado se somete a un proceso de tostado siguiendo un programa de temperatura de 30 a 65 °C por 48 horas, con lo cual se detienen las reacciones enzimáticas.
4. Molienda: el grano es molido y cribado, obteniéndose la harina de quinua malteada.

Proceso de elaboración

Para la elaboración de la bebida se emplea como materia prima, harina de quinua malteada, a la que se incorpora agua para formar una suspensión, observando una proporción 1:6, es decir que por cada kilo de harina de quinua malteada se añaden 6 litros de agua; el conjunto se macera y se filtra, obteniéndose un extracto, que luego es endulzando y saborizado.

Cuadro 2. Perfil nutricional de la bebida de quinua malteada.

Minerales		Aminoácidos	
Macro elementos	mg / 100 ml	Componente	mg/ 100 ml
Ca	2,11	Acido Apártico	32,66
P	43,36	Treonina	14,18
Mg	12,33	Serina	10,78
K	69,36	Acido Glutámico	88,79
Na	22	Prolina	4,58
Microelementos	µg / 100 ml	Glicina	19,17
Cu	48	Alanina	29,07
Fe	270	Cistina	N.D
Mn	3	Valina	2,03
Zn	73		

Fuente: Velasco, (2007)

N.D. no detectable



La bebida es considerada energética, debido principalmente a su contenido de sólidos solubles (11 %). Entre los minerales sobresalen: el potasio con 69,36 mg/100 ml y el hierro (270 ppm). Entre las vitaminas, es significativo el contenido de vitamina C (38 mg/l), que representa un aporte del 65 % para el requerimiento diario recomendado (RDR). Su aporte proteico es bajo (0,60 %), con predominio del ácido glutámico (88,79 mg/100 ml), como se muestra en el Cuadro 2. El valor de pH es 5,23; semejante a los mostos de cebada.

La durabilidad de la bebida envasada en poliestireno (PS), color ámbar y almacenada en condiciones ambientales (17°C, 60 % de humedad relativa) es de 36 días. El costo de producción estimado es de \$ 0,39 por cada 250 ml.

Obtención de un cereal instantáneo a base de quinua expandida

La técnica del expandido es útil para elaborar productos alimenticios como bocaditos y cereales de desayuno. Los expandidos presentan un alto contenido de almidón dextrinizado y bajo contenido de humedad, además poseen buena calidad nutritiva, sanitaria y estabilidad en el almacenaje.



Figura 3. Flujograma para la obtención de un cereal instantáneo a base de quinua expandida.

Proceso de expansión y obtención del cereal instantáneo

Cuadro 3. Perfil nutricional de la quinua expandida.

Componente	g/100 g producto
Humedad	5,31
Cenizas	2,23
Fibra	4,8
Extracto etéreo	4,68
Proteína	12,69
Almidón	74,12

Fuente: Salazar, (2008).

Previo el ingreso del grano a la cámara de expansión, se ajusta su contenido de humedad a un nivel del 17 %, con el fin de favorecer el proceso, alcanzando un índice de expansión de 2,15, a una presión de descarga 140 psi. La saborización del grano expandido se realiza con un jarabe a base de panela, a una concentración de sólidos solubles del 80 %. Posteriormente el grano es sometido a secado a 60 °C, por una hora, como se ilustra en la Figura 3.

El cereal obtenido, presenta las siguientes características nutricionales:

Almidón: Contrariamente a la mayoría de nutrientes, el almidón se concentra a expensas de la disminución de los otros componentes nutricionales, registrándose un valor de 74,12 % en el grano expandido, (Cuadro 3). Durante este 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 del almidón por efecto de la gelatinización, gelación y rompimiento de las cadenas de amilosa y amilopectina, (Bos *et al.*, 1987). Otro parámetro que mejora por efecto de la expansión es la digestibilidad, incrementándose desde 69 a 98 %. Desde el punto de vista nutricional, un almidón gelatinizado es más digerible que un almidón nativo, (Mataix, 2002).



POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DE LA QUINUA

Humedad: El contenido de humedad se reduce notablemente por efecto de la expansión, desde 17 % a 5,31 %, 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.

Lípidos: Estos compuestos experimentan un decrecimiento de alrededor del 2 %, lo cual puede tener su origen en la elevada temperatura del proceso que afecta al germen, donde se concentra el 30 % de los lípidos del grano. Piesker, (1994), añade que parte de los lípidos se incorporan a la matriz de almidón para formar el complejo amilosa-lípido, cuya magnitud depende de factores como el grado de gelatinización y la composición de almidón.

Proteína: La proteína disminuye desde un valor de 15,73 a 12,69 %. Al respecto Cleale *et al.*, (1987), señalan que temperaturas próximas a 100°C, provocan desnaturalización de este nutriente y con el concurso de los azúcares reductores se produce la reacción de Maillard.

Amino Ácidos: El tipo y tiempo de procesamiento térmico inducen en los grupos amino, hidroxilo, sulfidril, reacciones entre sí y con otros compuestos del medio, dando lugar a la formación de enlaces inter o intramoleculares con la pérdida de algunos aminoácidos, Guy, (2002). Los componentes que se afectan en mayor grado son la lisina, la arginina y la cistina.

Minerales: El contenido de minerales de la quinua expandida es similar al grano nativo. Al respecto Mujica *et al.*, (2006), afirman que el proceso de expansión favorece la biodisponibilidad de los minerales al liberarles de la matriz del ácido fítico, componente que acompleja a los minerales, impidiendo su óptimo aprovechamiento.

En base a un análisis de costos, se estimó un costo de producción de \$ 0,38 por cada porción de 100 g. La quinua expandida y edulcorada sirve como materia prima para el procesamiento de numerosos productos alimenticios como granolas, barras energéticas, etc.





Granola de quinua

La granola es un producto digerible, altamente energético y fácil de almacenar, resulta de la mezcla de cereales tostados o expandidos, con miel, grasa, maní tostado y frutos secos como pasas, uvillas y coco, (Cuadro 4). El conjunto se agita vigorosamente para evitar la aglomeración del grano y posteriormente se somete a secado a 60 °C durante una hora, para alcanzar una textura crocante. En los Cuadros 4 y 5, se muestran los ingredientes básicos y sus proporciones para la elaboración de la granola y el jarabe.

Cuadro 4. Formulación base para la elaboración de una granola.

Avena	250 g
Quinua expandida	350 g
Aceite vegetal	20 ml
Nueces	80 g
Maní tostado	80 g
Coco rallado	80 g
Pasas	80 g
Semillas (pepas) de zambo	40 g
Uvillas deshidratadas	40 g

Cuadro 5. Formulación del jarabe para edulcoración de la granola.

Panela	700 g
Agua	500 ml
Acido cítrico	9 g

Preparación del jarabe

El agua se agrega a la panela granulada y se somete a cocción, removiendo constantemente la mezcla, hasta alcanzar una concentración de 70 °Brix, luego se añade ácido cítrico y se continúa la cocción por 5 minutos.



Preparación del producto

El aceite es vertido en un tostador rotatorio, se calienta ligeramente y se incorporan las pepas de zambo y el maní, el conjunto se tuesta hasta que los dos productos alcanzan una coloración dorada. Se añaden la quinua expandida, las pasas, las nueces y las uvillas deshidratadas, revolviendo vigorosamente para homogenizar la mezcla. Se incorpora el jarabe, en una proporción de 500 ml: 1 kg de granola; la mezcla obtenida es llevada a un secador a 60 °C por 45 minutos. Se enfría el producto durante 30 minutos, previo al empaclado en fundas de polifán y en porciones de 30 gramos.

Barras energéticas

Las barras de cereales son idénticas a la granolas en su formulación básica, varían esencialmente en la forma, ya que las primeras presentan una forma definida, mientras que las granolas adoptan la forma del recipiente que las contiene. En los Cuadros 6 y 7, constan los ingredientes necesarios y sus proporciones para la elaboración de las barras energéticas.



Preparación del jarabe

Cuadro 6. Formulación del jarabe.

Panela	800 g
Glucosa	50 g
Agua	450 ml
Ácido cítrico	9 g
Esencia de vainilla	5 ml

A la panela granulada, se añade el agua, se hierve el conjunto removiendo constantemente hasta que la panela se haya disuelto totalmente, se incorpora la glucosa y se continúa la ebullición hasta alcanzar una concentración de 85 ° Brix, se adiciona el ácido cítrico, la esencia de vainilla y se hierve por 5 minutos.

Cuadro 7. Formulación base para la elaboración de una barra energética.

Quinoa expandida	66 %
Aceite vegetal	2 %
Mani tostado	14 %
Coco rallado	3 %
Pasas picadas	14 %

Elaboración de la barra energética

Los ingredientes que constan en el Cuadro 7, se mezclan con el jarabe caliente, la masa pegajosa de granos, se dispone en moldes de 10 x 4 x 2 cm, se hornea por 10 minutos a 250 °C, al cabo de este tiempo se retira del horno, se enfría, se desmolda y se empacan en fundas de polietileno o celofán.

Quinoa fermentada

Una tecnología alternativa para mejorar las características organolépticas del grano y su perfil nutritivo es la fermentación sólida. El objetivo fundamental de este proceso es incrementar el contenido proteico del producto, mejorar las características organolépticas y las posibilidades de conservación.

Proceso de elaboración

La quinoa es acondicionada en su contenido de humedad a un nivel del 60%, luego se inocula con *Rhizopus oligosporus*, en una proporción de 1g/100 g de grano, se añade apio pulverizado al 5% y se incuba durante 20 h a 35°C, como se ilustra en la Figura 4. El contenido de nitrógeno soluble en el grano fermentado se incrementa en 1,28 %, gracias a la acción de *R. oligosporus*, que sintetiza algunas enzimas entre las que destacan carbohidrasas, lipasas, fitasas, y proteasas, (Doyle, 2005; Montatixe, 2005).



Figura 4. Flujograma para la obtención de quinoa fermentada.



Este hecho tiene una gran connotación desde el punto de vista nutricional, ya que es un indicativo de la hidrólisis parcial que sufren las proteínas, mejorando la digestibilidad de estos nutrientes. Al producto final también caracterizan una acidez del 0,29 % y un contenido de materia seca del 38,02%.

Perfil nutricional

Cuadro 8. Perfil nutricional de la quinua fermentada.

Minerales		Vitaminas	
Macro	%	Componente	mg/ 100 g
Ca	0,08	B6	2,4
P	0,413	B5	1,23
Mg	0,16	B3	23,02
K	0,373	B2	0,08
Na	0,02	B1	0,29
Micro	ppm	E	0,11
Cu	5,33	B12	0,013 (µg/100 g)
Fe	90,67	Otros	
Mn	4	FDS*	5,80 (%)
Zn	41,67	Acido fólico	0,0853 mg/100g

Fuente: Vaca, (2008) FDS*: Fibra Dietética Soluble

En la quinua fermentada sobresalen los macroelementos fósforo y potasio con 0,413 y 0,373%, respectivamente, con un menor contenido de magnesio (0,16 %), calcio (0,08 %) y sodio (0,02 %). Entre los microelementos, se destaca la presencia de hierro en una concentración de 90,67 ppm, seguido por el zinc con 41,67 ppm.

Contenido de Vitaminas

La quinua fermentada presenta un aporte de vitaminas del complejo B, especialmente del componente B3 con 23,02 mg./100 g y un menor contenido de las vitaminas B2, B12, ácido fólico y vitamina E, (Cuadro 8).

Fibra Dietética Soluble (FDS)

La fermentación con *Rhizopus oligosporus*, favorece el incremento de fibra dietética soluble (FDS), desde un valor 2,49 hasta 5,80 %. Según Doyle (2005), este hecho se debe al crecimiento del micelio fúngico. La fibra dietética soluble



ayuda al funcionamiento del organismo retrasando la absorción de los hidratos de carbono, debido a la formación de una red en el intestino, que retrasa la transferencia de glucosa a la sangre, además la FDS disminuye la absorción de grasa y puede ayudar en la disminución del apetito.

La durabilidad promedio del producto empacado en bandeja de aluminio y almacenado en refrigeración es de 17 días. Para el consumo, la palatabilidad del producto mejora mediante un proceso de fritura a 160 °C por tres minutos y adición de sal.

Galletas de quinua

El término “galleta” hace referencia a una amplia variedad de productos alimenticios de diversas formas y sabores, producidos en casas, panaderías e industrias. La galleta es un producto de alto contenido energético, con muy poca humedad, elaborado con harina, grasa y azúcar.

En la actualidad, la galleta es un alimento popular y se encuentra en todas partes, sin distinción de países ni lugares.



Figura 5. Flujograma para la obtención de galletas de quinua.

Proceso de elaboración



La harina de quinua se somete a un proceso de tostado a 110 °C por 10 minutos para atenuar el sabor característico del grano, se dosifican las harinas (quinua-trigo) en una relación 1:1. Aparte se disuelve la margarina con la ayuda de calor, se agrega el azúcar y se bate vigorosamente hasta obtener una mezcla cremosa, que se junta con las harinas, el polvo de hornear, la sal y la leche. Se amasa el conjunto, hasta obtener una masa manejable y extensible que se deja en reposo por 20 minutos, prosiguiéndose con las operaciones de laminado y horneo a 200 °C por 15 minutos, (Figura 5).

Cuadro 9. Perfil nutricional de la galleta a base de quinua.

Componente	Galleta con incorporación harina de quinua (%)	Galleta Trigo (%)
Cenizas	2,89	1,53
Fibra	3,00	2,42
Extracto etéreo	11,92	11,66
Proteína	11,90	9,39
Almidón	70,29	75,00

La galleta elaborada con incorporación de harina de quinua presenta un mayor contenido de nutrientes con respecto al producto elaborado solo con harina de trigo, (Cuadro 9). Así, el contenido de proteína se incrementa en un 27 %, los minerales expresados en las cenizas aumentan en un 88 %, mientras que el almidón disminuye en 7,5 %, debido a la menor concentración de este componente en la harina de quinua, Marlett, (1996). Tanto la galleta de quinua como la de harina de trigo, incluye en su formulación un contenido significativo de grasa, debido al papel de este componente en las interacciones dentro de la matriz de almidón y las propiedades reológicas del producto final, (Rockland ,1987).

La formulación expuesta en la Figura 5, permite obtener un producto crocante, con miga de mediana cohesividad y sabor poco característico a quinua, agradable al consumidor.



Procesamiento de fideos de pasta corta con incorporación de harina de quinua

Las pastas constituyen alimentos completos y recomendables en el conjunto de una alimentación sana y equilibrada. Su capacidad de conservación, fácil preparación culinaria y la enorme variedad de platos que se pueden preparar con ella, justifican su consumo, Moreano, (2007).



*Proporciones para 500 gramos de fideo

Figura 6. Flujograma para el procesamiento de fideo de pasta corta a base de quinua.

El proceso de elaboración de fideos de pasta corta incluye un tamizado previo de las harinas en un tamiz de abertura 0.210 mm. (70 mesh), posteriormente estas se mezclan, se incorpora el agua, los huevos y la sal. Se amasa el conjunto por alrededor de 15 minutos, hasta formar una masa homogénea y compacta, que se deja reposar por 20 minutos, con el fin de mejorar las propiedades extensibles y elásticas. Se procede al laminado y moldeado, seguido por el presecado y secado a 45°C, como se muestra en la Figura 6. En base al contenido de sólidos residuales en el agua de cocción del fideo y las propiedades

extensibles de la masa, se determinó que el máximo nivel de sustitución de harina de trigo por harina de quinua es de 40 %.

En el fideo elaborado con harina de trigo, el contenido de proteína se eleva de 12,5 a 15,19 % por efecto de la incorporación de huevo, alcanzando un valor de 16 % cuando la harina de trigo es sustituida en un 50 % por harina de quinua, variedad Tunkahuan. Igualmente se registra un incremento en el contenido de fibra, grasa y cenizas, con respecto al fideo elaborado con harina de trigo al 100 %, mientras que el contenido de carbohidratos totales disminuye a 75,66 %, cuando se incorpora harina de quinua, y 77,27 % con harina precocida de quinua, variedad Pata de venado, como se muestra en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Perfil nutricional del fideo de pasta corta con incorporación de harina de quinua (% base seca).

Nivel de sustitución	Proteína	Fibra	Grasa	Cenizas	Carbohidratos
60% harina trigo- 40% harina quinua, Variedad Tunkahuan, cruda	16,19	3,43	3,18	1,54	75,66
60% harina trigo- 40% harina quinua, Variedad Tunkahuan, precocida	15,68	3,90	2,49	1,48	76,24
60% harina trigo- 40% harina quinua, Variedad Pata de venado, cruda	14,72	2,92	2,56	1,45	78,35
60% harina trigo- 40% quinua, Variedad Pata de venado precocida	14,57	3,88	2,28	2,00	77,27
100 % harina de trigo	15,19	0,45	1,29	0,72	82,35

Obtención de una formulación base, para la elaboración de una sopa instantánea a base de hojas de quinua

Las hojas de quinua pueden ser utilizadas como verduras debido a su mejor perfil nutricional con respecto al grano, especialmente en el contenido de proteínas (27,84 %), potasio (5,84 %), hierro (483 ppm), zinc (204 ppm) y ácido fólico (189 µg/g). El consumo de hojas frescas de quinua es una práctica común en la Región Andina del Perú y Bolivia, como alternativa a las hojas de espinaca, especie con la que guarda un gran parentesco botánico. Para este propósito son apropiadas las hojas cosechadas al inicio del panojamiento, entre los 60 a 80 días de cultivo. Sin embargo, debido a su contenido de humedad (85,73 %), el producto fresco es muy perecible, siendo necesario aplicar una técnica de secado para prolongar su vida de anaquel. Las hojas deshidratadas a un nivel de humedad del 5,83 %, se muelen y se pasan por una tamiz de abertura 0.297 mm. (50 mesh*), pudiendo de esta forma, ser usadas en el procesamiento de otros derivados como sopas, purés, etc.



POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DE LA QUINUA

Una sopa es una preparación que consiste de caldo nutritivo en el que se incorporan vegetales y/o productos cárnicos. Generalmente proceden de una preparación culinaria con evaporación, como es el cocido en agua o retención de vapores. Las sopas derivan su nombre del ingrediente utilizado en mayor proporción, por ejemplo: sopa de pescado, sopa juliana, sopa de espárragos, sopa de arracacha, etc., (Camarero, 2006). En la actualidad el consumo de sopas instantáneas ha ido incrementando continuamente, debido a su corto tiempo de cocción y fácil preparación.



Figura 7. Flujograma para la elaboración de una fórmula base para sopas, a partir de hojas de quinua.

Las hojas deshidratadas se utilizan en la elaboración de una fórmula base para la preparación de sopas, que incluye harina de quinua y almidón de maíz como

*Mesh: Hace referencia al tamaño de partícula de un tamaño mínimo, retenido en un tamiz. Por ejemplo si un tamiz es Mesh # 50, significa que en 1 pulgada existían 50 cuadrados de 0.297 mm de longitud.



fuentes amiláceas; leche en polvo, sal y especias entre otros ingredientes complementarios, en las proporciones señaladas en la Figura 7. Una sopa de consistencia adecuada (3754 cP) se obtiene a partir de la suspensión de 70 gramos de la fórmula base, en un litro de agua y un tiempo de cocción de siete a nueve minutos. La formulación de mayor agrado y preferencia identificada en base a pruebas sensoriales orientadas al producto, corresponde a la fórmula integrada por 39 % de harina de quinua, 26 % de almidón de maíz, 10% de hojas de quinua y el 25 % de ingredientes complementarios.

Valor nutritivo

Cuadro 11. Perfil nutricional de una fórmula base, con hojas de quinua.

Parametro		Sopa de quinua	Sopa de espárragos
Ceniza	%	13,07 %	6,4
Extracto etéreo		7,65 %	
Proteína		14,02 %	8,3
Fibra		2,12 %	1,0
Carbohidratos		63,29 %	
Minerales	Macrominerales (ppm)	Calcio	0,43
		Fósforo	0,37
		Magnesio	0,27
		Potasio	1,04
		Sodio	3,37
		Cobre	5
		Hierro	78
		Manganeso	30
		Zinc	19
			Macrominerales (ppm)

Fuente: Galarza, (2010)

Al producto base para la preparación de sopas, caracterizan un 63,29 % de carbohidratos, 14,02 % de proteína y 13,04 % de cenizas.

Entre los minerales se destaca el potasio (1,04 %), el calcio (0,43 %) y el hierro (78 ppm). Estos parámetros son mayores que los registrados en la sopa comercial de espárragos con 8 % de proteína y 70 ppm de hierro (Cuadro 11).

Las vitaminas son en general estructuras químicas más sensibles a factores como la temperatura, el oxígeno, las radiaciones, por lo que la mayor o menor pérdida de estas depende de las condiciones de procesamiento. En el producto elaborado sobresalen la vitamina A (49,7 UI/100 g) y el ácido fólico (209 µg/100 g). Estos son considerados micronutrientes porque el organismo los precisa en

cantidades pequeñas, pero son imprescindibles para el normal funcionamiento del organismo y deben ser aportados por la dieta.

El recuento microbiológico y las características organolépticas de la formulación base para elaboración de sopas, empacada en fundas aluminizadas y almacenadas durante 50 días en condiciones aceleradas (35°C, 90% de humedad relativa), no varían sustancialmente, con relación al producto recién procesado, estimándose una durabilidad promedio de 200 días, para el producto almacenado en condiciones normales.

Procesamiento de extruídos y laminados a base de quinua

Los extruídos y laminados son considerados como “snacks” o entremeses, desarrollados para ser consumidos por placer o como complemento energético o nutritivo, sin que sean considerados como comidas principales del día. Una gran variedad de alimentos como: cereales, tubérculos, carne, pescado, etc. pueden ser industrialmente transformados en snacks. (García, 2008).

Los snacks se clasifican de acuerdo al tipo de técnica usada para su procesamiento, así, se encuentran los snacks obtenidos mediante un proceso de fritura (chips de frutas y tubérculos, confituras obtenidas por deshidratación osmótica) y los que pasan por un proceso de extrusión o expansión (hojuelas de maíz, cebada, chitos, etc.); (Roberson, 1993).

Según Callejo 2002, la extrusión se define como “el moldeado o conformación de una sustancia blanda o plástica mediante tratamiento por calor, fuerzas de corte y fricción mecánicas, hasta hacerla pasar por un orificio con forma especial para conseguir una determinada estructura y características del producto terminado”. El laminado es una operación unitaria que permite formar láminas a partir de una masa homogénea. El laminador forma la pasta en láminas o cintas que se cortan en formas geométricas simples tales como triángulos, rectángulos o círculos, que finalizan con un proceso de fritura, definida como una técnica culinaria mediante la cual el alimento es sumergido en aceite caliente a una temperatura superior al punto de ebullición del agua, normalmente entre 150 a 200 °C, a presión atmosférica, donde se lo mantiene por un determinado período de tiempo, (Madrid, 2001; Bravo *et al.*, 2006).



Proceso de laminado

En la Figura 8, se muestra el proceso para la obtención del laminado, en un equipo compuesto básicamente de dos rodillos. Este requiere una alimentación continua de la masa, la cual debe ser completamente homogénea. Para optimizar su funcionamiento, el laminador consta de un regulador o canal vibrante que distribuye el producto en el alimentador, (Callejo, 2002). Como tratamientos previos al proceso de laminado, se incluyen la nixtamalización en el caso del maíz y el pretostado en el caso de la quinua.



Figura 8. Flujograma para la obtención de un laminado a base de la mezcla maíz-quinua.

Nixtamalización (Pelado del maíz por vía húmeda)

Este proceso consiste en cocer el grano en una solución de óxido de calcio (cal) al 2 % durante 30 minutos, seguido de reposo durante una noche, tiempo suficiente para lograr el descascarado del grano, el cual posteriormente se lava con abundante agua para eliminar cualquier residuo de cal.

Pretostado

El pretostado de la quinua se realiza a 110 °C por 10 minutos, para mejorar el sabor del grano e inactivar las lipasas, el proceso se desarrolla en un tostador giratorio con calentamiento a gas. Posteriormente, se realiza la molienda tanto de la quinua pretostada como del maíz nixtamalizado en un equipo provisto de tamiz con abertura 0.250 mm. (60 mesh), y 0.84 mm. (20 mesh), tamaño de partícula apropiado para el proceso de laminado.

La masa de maíz es vertida en una mezcladora industrial, a la que se va añadiendo la harina de quinua pretostada, en las proporciones establecidas en la Figura 8. Se añade agua hasta alcanzar un nivel entre 44 – 46%. La masa homogénea se alimenta a los rodillos con una abertura de 0,5 mm., provistos con molde triangular, para facilitar el corte de la masa. Las diferentes fracciones que salen del laminador se hornean a 100 °C por 3 minutos, concluyendo con un proceso de fritura a 130 °C por 2 minutos para favorecer la incorporación del saborizante.

Proceso de extrusión

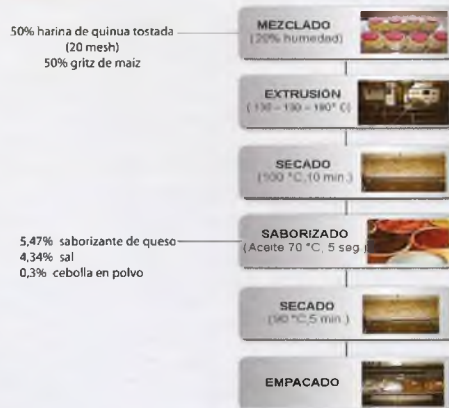


Figura 9. Flujograma para la obtención de un extruido a base de la mezcla maíz-quinua.

La mezcla harina de quinua-gritz de maíz, se alimenta a la tolva de un extrusor Brabender, observando las siguientes condiciones operativas: Tornillo 3:1, velocidad 150 rpm, flujo de alimentación necesario para llenar el tornillo y la utilización de una boquilla plana (0,5 mm de espesor y largo 2,6 cm), para lograr el snack. A la salida de la boquilla se cortan las láminas extruidas a una longitud de 4 a 5 cm, para obtener el producto, con una humedad del 7,5%, que se reduce a 4 % en una secadora operando a 100 °C por 10 minutos. Para favorecer la adherencia del saborizante, los extruidos se sumergen en aceite comestible a 70 °C por 5 segundos; el aceite superficial se elimina secando el producto a 90 °C por 5 minutos, como se muestra en la Figura 9.

Saborización

La composición del saborizante incorporado en los extruidos finales incluye: 5,47% de saborizante queso 1696726, 4,34% de sal y 0,3% de cebolla en polvo; estos ingredientes se mezclan y pulverizan hasta obtener un polvo homogéneo, el cual se añade en proporción de 7 gramos por cada 100 gramos de producto.

Cuadro 12. Perfil nutricional de un laminado y un extruido.

Análisis	Laminado	Extruido
Humedad (%)	3,30	6,33
Proteína (%)	10,69	12,51
Grasa (%)	1,78	2,53
Fibra dietética soluble (%)	3,00	1,09
Aminoácidos (%)		
Ácido aspártico	0,99	0,86
Treonina	0,41	0,36
Serina	0,54	0,48
Ácido glutámico	2,33	2,16
Prolina	0,57	0,56
Glicina	0,71	0,57
Alanina	0,55	0,55
Cistina	0,08	0,09
Valina	0,57	0,53
Metionina	0,05	0,13
Isoleucina	0,44	0,4
Leucina	0,96	0,93
Tirosina	0,25	0,26
Fenilalanina	0,51	0,48
Histidina	0,34	0,31
Lisina	0,37	0,41
Arginina	0,68	0,61

Fuente: Revelo, (2010)

Efecto del laminado y la extrusión sobre el valor nutritivo de los productos

Con el proceso de extrusión, la humedad del producto final se reduce a 6,33 %, mientras que con el laminado disminuye a 3,30 %. Igualmente la proteína con la aplicación de este proceso desciende a 10,69 %, mientras que en el producto extruido se registra un mayor valor (12,51 %). Los constituyentes de la proteína (aminoácidos) no son afectados drásticamente por estos procesos. Resultados que concuerdan con las afirmaciones de Dávila (1992), quien señala que la proteína de los productos procesados por extrusión, se preserva mejor que por métodos alternos, tales como: secado en tambores, autoclavado, tostado, calentamiento en microondas y horneado.

En el laminado se presenta un menor contenido de grasa (1,78 %) con respecto al extruido, quizás debido a los cambios que produce el proceso en la matriz de almidón, lo que contribuye a una mayor retención de grasa.

Los dos productos presentan un aporte de fibra dietética soluble, en mayor concentración el laminado (3 %). Al respecto, Kuklinski (2003), Zambrano y Gallardo (2002), señalan que los procesos térmicos promueven la modificación de los almidones y los vuelve más resistentes a la acción enzimática, lo que incide en una disminución de la fibra dietética soluble en los productos extruidos.

En cuanto a las vitaminas, los dos procesos afectan a estos componentes, a excepción de la vitamina B1 que se mantiene en 15,70 mg/100 g en el extruido. Los dos procesos no afectaron adversamente al potasio, fósforo, hierro, cobre y cinc, no así al manganeso que disminuye en un 59 % por efecto de la extrusión.

La vida útil del producto extruido empacado en funda de polipropileno metalizado y almacenado a 17°C y 60 % de humedad relativa, es de 159 días y 189 días para el laminado.



BIBLIOGRAFIA

1. Bos, E, Jen, A; Lee, C (1997) *J. Anim. Physiol. and anim. Nutr.* 65, 154, 164.
2. Bravo, J.; Ruales, J.; Sanjuan, N. y Clemente, G., 2006., "Innovaciones en el proceso de fritura: fritura al vacío" en Alimentación: equipos y tecnología (No. 209), Madrid-España. 87 p.
3. Callejo, M., 2002. "Industrias de Cereales y derivados", Primera edición, AMV Edt, Madrid - España. 313 - 318 p.
4. Camarero, T. 2006. Manual Didactico de Cocina, Tomo I editado por Innovación y Cualificación s.l., Málaga, 2006
5. Carrasco, R.; Espinoza, C.; Jacobsen, E., 2001. Valor Nutricional y Usos de la Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y de la Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). www.condesan.org/publicacion/libro14/cap5.1.htm, (Mayo, 2009).
6. Cleale, A; Robinson, E; Dermis, R 1987. Physical Quality of Proteins in Processing Thermal
7. Dávila, J.; Rdales, J.; Polit, P.; Acuña, O. 1992. Memorias del Seminario taller sobre Extracción de Alimentos. Escuela Politécnica Nacional. Instituto de Investigaciones Tecnológicas Área de Alimentos. Quito Ecuador. 23-47 p.
8. Doyle, M.; Beuchat, L.; Montville, T. 2005. Microbiología de los Alimentos. Fundamentos y Fronteras. Edit Acribia. Zaragoza-España. 799 p.
9. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, EC), Consultora: Inés Llumiquinga, 2006, "Caracterización del Mercado de Quinoa en el Ecuador", Quito-Ecuador. 7 - 9, 37 - 40 p.
10. Galarza, S. 2010. "Elaboración una sopa instantánea a base de hoja quinoa verde (*Chenopodium quinoa* Willd.) para obtener un producto de alto valor nutritivo". Tesis previa a la obtención del grado en Ingeniería Agroindustrial. Latacunga, Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. 74 p.
11. Garcia, M., 2008, "Aperitivos obtenidos a partir de cereales", <http://www.ugr.es/~mgroman/materiales/t8.pdf>, (Noviembre, 2008).
12. Guy, R. 2002. Extrusión de Alimentos, Ed. Acribia, Zaragoza-España Cap 7.
13. Gandarillas, H., 1982. El cultivo de la quinoa, Convenio IBTA/Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo (CIID), La Paz, Bolivia.
14. Koziol, M., 1990, Composición química de la quinoa. En "Quinoa, hacia su cultivo comercial". Christian Wahli ed., LATINRECO, Quito. p 20.
15. Kuklinski, C., 2003, "Nutrición y Bromatología", Editorial Omega, Barcelona - España. 21 - 24, 63 p.
16. Marlett J and Longacre M. Comparison of in vitro and in vivo measures of resistant starch in selected grain products. *Cereal Chem.* 1996;73 (1): 63-68.
17. Mataix, J. 2002. Nutrientes y alimentos. Nutrición y Alimentación Humana. Vol. 1. Ediciones Ergon S. Madrid- España. 121-250 p.
18. Mazón, N.; Peralta, E.; Monar, C.; Subía, C.; Rivera, M., 2008, "INIAP Pata de Venado (*Taruka chaki*) Variedad de quinoa, precoz y de grano dulce", Plegable No. 261. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP Quito, Ecuador.
19. Mazón, N.; Peralta, E.; Villacrés, E.; Rivera, M.; Subía, C. 2009. Investigación y desarrollo en granos andinos: Chocho y quinoa. Un Aporte a la seguridad y soberanía alimentaria de comunidades del Cantón Saquisilí, Cotopaxi. Ecuador. Resumen de Actividades y resultados de la fase I del Proyecto



POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DE LA QUINUA

- INIAP- CORPOINIAP- Mcknght, Boletín divulgativo N° 362. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. 36 p.
20. Montatixe Palate, G. P. 2005, "Desarrollo y Evaluación de la Tecnología de Fermentación Sólida del Grano Desamargado de Chocho", Tesis previa a la obtención de Doctora Bioquímica, ESPOCH, Riobamba, Ecuador. 118 p.
 21. Moreano, M.; Perfiles nutricionales por Países, Ecuador. Primera edición, www.fao.org/agn/nutrition/ecu-s.stm (febrero 2007).
 22. Mother Grain, 2005, "Los beneficios de la Quinoa", www.mothergrain.com
 23. Mújica, A.; Jacobsen, S.; Izquierdo, J. y Marathoc, J., 2001, "QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro", www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/nutricion/pdf/informacionnutricional.pdf, (Abril, 2009).
 24. Mújica, A.; Ortiz, R.; Bonifacio, A.; Saravia, R.; Corredor, G.; Romero, A. y Jacobsen, S., 2006, "Agroindustria de la Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los países andinos", Edit. Altiplano, Puno - Perú. 11-15 p.
 25. Peisker, M. (1994) Feed International, Febrero 1992.
 26. Peralta, E., 1985, "La Quinoa... Un gran alimento y su utilización", INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), Programa de Cultivos Andinos, Quito - Ecuador, 5 - 10 p.
 27. Peralta, E.; Mazón, N.; Murillo, A.; Villacrés, E.; Rivera, M.; Subía, C. 2009. Catálogo de variedades mejoradas de granos andinos: Chocho, quinoa y amaranto, para la Sierra ecuatoriana. Publicación Miscelánea N° 151. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. 24 p.
 28. Peralta, E. 2010. INIAP Tunkahuán. Variedad mejorada de quinoa de bajo contenido de saponina. Plegable divulgativo No. 345. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.
 29. Revelo, A., 2010. Desarrollo y evaluación de la tecnología de elaboración de un producto laminado y otro extruido, a base de quinoa. Tesis previa a la obtención del grado de Ingeniería Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 187 p.
 30. Roberson, L., 1993, "Food Packaging. Principles and Practice", Marcel Dekker Inc., Cap. 18. 573 - 576 p.
 31. Romo, S.; Rosero, A.; Forero, C. y Cerón, E., 2006, "Potencial nutricional de hatinas de quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) variedad piartal en los Andes Colombianos. Primera parte", www.unicauca.edu, (Noviembre, 2006).
 32. Salazar, D. 2008. "Desarrollo de un cereal para el desayuno en base a Quinoa Expandida, como alternativa para una alimentación sana y nutritiva". Tesis previa a la obtención del grado en Ingeniería Agroindustrial. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador. 117 p.
 33. Vaca, D. 2008. "Desarrollo de un producto alimenticio listo para el consumo, en base a quinoa fermentada cereal". Tesis previa a la obtención del grado en Ingeniería Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 74 p.
 34. Velasco, V. 2007. Elaboración de una Bebida Nutritiva a partir de quinoa malteada. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniería en Industrialización de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. 91 p.
 35. Zambrano, M. y Gallardo, Y., 2002, "Establecimiento de Condiciones de Extrusión de un Producto rico en Fibra: Col y Avena" en Temas en Tecnología de Alimentos, Volumen 2. Fibra Dietética, Primera Reimpresión, Editorial Alfaomega. 121 - 123 p.

MISIÓN DEL INIAP

Generar y proporcionar tecnologías apropiadas, productos, servicios y capacitación especializados para contribuir al desarrollo sostenible de los sectores agropecuario, agroforestal y agroindustrial.



GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Econ. Rafael Correa Delgado
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL

Soc. Miguel Carvajal (E)
MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERÍA
ACUACULTURA Y PESCA

Dr. Julio César Delgado Arce
DIRECTOR GENERAL DEL INIAP