

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL A PARTIR DE LA MEZCLA DE HARINA DE TRIGO BLANCA E INTEGRAL (*Triticum spp.*) CON HARINA DE CEBADA GERMINADA (*Hordeum Vulgare*) CRUDA Y TOSTADA”

AUTORES:

Silvia Carolina Córdova Martínez

DIRECTOR:

Ing. Luis Sandoval

ASESORES:

Dra. Lucía Toromoreno

Ing. Marcelo Vacas

Ing. Hernán Cadena

AÑO: 2010

LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN: Unidades Eduproductivas, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, FICAYA – UTN, cantón Ibarra, provincia Imbabura.

BENEFICIARIOS: APRONOR, Asociación de Productores y Comercializadores de Productos Orgánicos del Norte, cantón Bolívar, provincia del Carchi.

HOJA DE VIDA



APELLIDOS: Córdova Martínez

NOMBRES: Silvia Carolina

C. CIUDADANÍA: 100343724-9

TELÉFONO CONVENCIONAL: 062645183

TELÉFONO CELULAR: 095692123

E-mail: cordova.sc@gmail.com

DIRECCION: Imbabura, Ibarra, Barrio Los Ceibos, Av. El Retorno y río Patate 5-98

FECHA DEFENSA DE TESIS: 1 de Diciembre de 2010

ARTÍCULO CIENTÍFICO

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la economía del Ecuador ha sido afectada por la crisis mundial en la que el gobierno ha tomado diversas medidas para sobrellevarla de la mejor manera como la disminución de las importaciones e incentivos de producción agrícola y productiva para mejorar la calidad de vida de los ecuatorianos.

El Ecuador importó en el 2008 según el SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA del MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DEL ECUADOR (SICA) cerca de 441.559TM de trigo y 26.690TM de Harina de trigo, el cual representa una de las mayores divisas del país ya que la producción del mismo no satisface la demanda nacional. En la provincia del Carchi, en el cantón Bolívar, posee una producción altamente agrícola, pero por las crisis y la falta de planificación de los cultivos ha llevado a que estos cultivos tradicionales se vayan perdiendo y las plazas de trabajo cada vez disminuyan provocando la migración de la gente del campo a la ciudad. Uno de los cultivos tradicionales que se están perdiendo en el cantón Bolívar son la cebada y el trigo, siendo estos cereales primordiales en la dieta diaria del hombre en el campo y ciudadano.

Usualmente el consumo de estos cereales se lo hace por separado, aunque según recientes estudios se investigó la sustitución del trigo por otros cereales y tubérculos; pero son muy pocos los estudios realizados con la sustitución parcial con cebada siendo ésta uno de los cereales principales de la dieta de los pueblos andinos. El cual no ha sido industrializado lo que fomentaría su consumo en la sociedad en general. A nivel mundial los usos industriales de la cebada han sido principalmente como materia prima en industria cervecera y como forraje para animales. En el Ecuador se consume en forma de arroz de cebada para la elaboración de sopas y como cebada tostada para la elaboración de máchica, pinol y coladas.

Los productos que se encuentran en el mercado derivados de la cebada son elaborados en forma artesanal, es por esta razón que no ha tenido mayor expansión e influencia en el consumo y mercado nacional; por lo que es necesario plantear la propuesta del uso de la cebada en la industria panadera empleando como complemento a la harina de trigo, cuyos resultados será el aumento potencial de la calidad nutricional de los productos panaderos utilizando mano de obra de la región. Se podría disminuir las divisas de importaciones de la harina de trigo por parte del Gobierno Nacional promoviendo el aumento de la producción de harina de cebada, creando más plazas de trabajo e incentivando a la industria nacional.

Se puede tomar como alternativa en las formulaciones panaderas aumentando las variedades de pan con otras materias primas y su contenido nutricional. La alternativa planteada usando harina de cebada germinada para la elaboración de pan integral es para potencializar el valor nutricional, poseerá un alto contenido de fibra dietética y proteica.

En la misma línea la Asociación de Productores y Comercializadores de Productos Orgánicos del Norte (APRONOR) y el Gobierno Municipal del cantón Bolívar de la provincia del Carchi apoyan el presente proyecto para promover una nueva alternativa de producción de pan integral con la utilización de Cebada

OBJETIVOS

Objetivo General:

Elaborar pan integral a partir de la mezcla de harina de trigo blanca e integral (*Triticum spp.*) con harina de cebada germinada (*Hordeum vulgare*) cruda y tostada.

Objetivos Específicos:

- Determinar las características de la harina cebada germinada cruda, tostada y pan integral elaborado con la mezcla de harina de trigo (blanca e integral) y harina de cebada germinada (cruda y tostada) mediante análisis físico-químicos: humedad, fibra, ceniza, proteína, grasa, carbohidratos totales, peso, volumen, peso específico; reológicas; organolépticos: color, aroma, sabor, miga y corteza.
- Análisis microbiológico del mejor tratamiento.
- Evaluar la calidad nutricional (K y Fe) del producto final del mejor tratamiento.
- Determinar el rendimiento en la elaboración del pan integral de trigo y cebada germinada.
- Determinar los costos de producción del pan integral de trigo y cebada germinada a nivel experimental en el laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia Prima:

- Harina de trigo blanca e integral
- Harina de cebada germinada cruda y tostada

Insumos:

- Agua
- Levadura fresca
- Sal
- Azúcar
- Grasa vegetal (margarina y manteca)
- Huevos

Equipos:

- Horno para pan con capacidad para 4 latas

- Amasadora con capacidad de 5 lb
- Balanza analítica con capacidad hasta 1000 g
- 3 canastillas de acero inoxidable
- 4 Recipientes plásticos
- 4 Bandejas plásticas
- Termómetro (máx. 350°C)
- 2 cucharas
- 6 latas para pan
- 3 probetas de 50 ml
- Balanza digital (500 g)
- Mesa para moldeo
- Raspador de masa
- Cronómetro

La cebada que se utilizó en ésta investigación fue provista por la APRONOR cultivada en el cantón Bolívar de la provincia del Carchi.

Los parámetros en estudio estuvieron constituidos por la mezcla de dos tipos de harina de trigo (*Triticum spp.*) blanca e integral y con dos tipos de harina de cebada germinada (*Hordeum vulgare*) cruda y tostada.

tb = harina de trigo blanca

ti = harina de trigo integral

cc = harina de cebada germinada cruda

ct= harina de cebada germinada tostada

Testigos: Pti= Pan integral comercial

Los niveles de mezcla de sustitución de harina de trigo por harina de cebada:

H. de trigo (blanca e integral)	H. de cebada germinada (cruda y/o tostada)
	90% - 10%
	80% - 20%
	70% - 30%

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con doce tratamientos, tres repeticiones, evaluando las siguientes variables: humedad, fibra, ceniza, proteína, grasa, carbohidratos totales, peso, volumen, peso específico.

Inicialmente germinamos la cebada previamente desinfectada en un lapso de 3 días, alcanzando un tamaño de radícula entre 5 a 10mm. Posteriormente se realizó un pre-secado de la misma con energía solar y luego un secado de 40 a 50°C en un secador convencional de bandejas. El total de cebada germinada seca se dividió en dos cantidades para destinarlas a la elaboración de harina de cebada germinada cruda la cual sufrió un proceso de molturación y la otra parte para la elaboración de harina de cebada germinada tostada, para esto se tostó la cebada germinada seca en una paila de bronce a una temperatura de 70-80°C por 10 min, posteriormente se procedió a molturar los granos y obtuvimos la harina de cebada germinada tostada.

La unidad experimental fue de 1 kilogramo de mezcla de harina trigo (integral o blanca) con harina de cebada germinada (cruda o tostada). Para la elaboración de pan integral colocamos inicialmente los ingredientes secos: harina mezcla y azúcar, seguido de 30g de levadura pre-activada en 100ml de agua a 24°C con 2g de azúcar, luego colocamos los 100g de grasa (50% manteca vegetal y 50% margarina) , un huevo, realizamos un pre-amasado en la mesa previo a colocarlo en la amasadora por un lapso de 4min, logrando una elasticidad de la masa ideal; realizamos el primer leudado de la masa con una temperatura de 25°C por 10 min. La cantidad de masa para pan que se tomó fue de 60g que sufrieron un segundo leudado a 25°C por 35min. Posteriormente se horneó a 155°C por 25 min. Se enfrió y empacó el pan integral en fundas de polipropileno.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

No se encontraron diferencias significativas en la masa para las variables humedad, cantidad de extracto etéreo e incremento del volumen de fermentación. En tanto que para la capacidad de absorción de agua el tratamiento T12 (tb70ct30) fue el que mayor capacidad presentó de 63ml en 100g de harina mezcla. En cuanto a la masa de mayor volumen específico que presentó fue el tratamiento T10 con 92ml (tb90ct10).

En los análisis del pan, no se encontraron diferencias significativas en las variables de humedad, cantidad de extracto etéreo y proteína bruta. En tanto que para la cantidad de cenizas el tratamiento que mayor porcentaje presentó fue el tratamiento T6 (ti70ct30) con 2,68%, mientras que para la cantidad de fibra bruta se presentó el tratamiento T1 (ti90cc10) con 1,89% como el de mayor cantidad. El tratamiento T10 (tb90ct10) presentó el mayor peso final con 62,36g. En tanto que el tratamiento de mayor volumen específico fue T7 (tb90cc10) con 195,67ml, mientras que el tratamiento que mayor peso específico presentó fue el T5 (ti80ct20) con 0,37 g/ml. Finalmente el tratamiento que mayor rendimiento presentó fue el tratamiento T10 (tb90ct10) con 30 panes/kg de harina mezcla.

Para el análisis organoléptico se comparó con 2 testigos comerciales con características similares, evaluándose el aroma, sabor, corteza, miga y aceptabilidad. Para la variable aroma fue considerado el tratamiento T1 (ti90cc10) como el de mejor de acuerdo a los catadores, en cuanto al sabor sobresalió el tratamiento T4 (ti90ct10), con respecto a la corteza el de mayor puntaje fue el tratamiento T2 (ti80cc20) estuvo a la par con el testigo de la panificadora San Francisco, en cuanto a la variable miga el tratamiento que sobresalió fue T6 (ti70ct30) y finalmente la calificación de la aceptabilidad de mayor puntaje fue del tratamiento T2 (ti80cc20) superando considerablemente el de los testigos comerciales.

CONCLUSIONES

- El desarrollo de esta investigación permitió demostrar la posibilidad de la elaboración de pan integral a partir de la mezcla de harina de trigo con harina de cebada germinada tanto cruda como tostada y la aceptabilidad de los clientes del mismo.
- Las características de las harinas de cebada germinada tanto cruda como tostada según el análisis en el Farinógrafo nos demuestra su poca capacidad de absorción de agua, por lo que es una harina poco panificable si se la utiliza en una fórmula de pan en un porcentaje completo del 100%.

- La cebada tostada es mucho más fácil en la molturación y su granulometría es muy fina a comparación con la cebada cruda, además posee un color, olor más atractivo y agradable característico de la máchica.
- La harina de cebada germinada cruda o tostada es muy baja en contenido de gluten en comparación con la harina de trigo, por lo que no es calificada como una harina panificable, solo si lo utiliza como sustituto de la harina de trigo en bajas cantidades para potencializar su contenido nutricional.
- El contenido de fibra bruta y proteína en la harina de cebada germinada cruda y tostada es muy alto, esto es debido a la germinación del grano, recalcando la importancia de este pre-tratamiento el que potencializa nutricionalmente su calidad.
- La mezcla de mayor aceptación y de mejor calidad nutricional fue el T2 que corresponde a la mezcla de harina de trigo integral 80% y harina de cebada germinada cruda 20%.
- Cabe recalcar que nutricionalmente hablando el pan elaborado sobrepasa los niveles de proteína, que poseen los panes comerciales y posee niveles bajos de grasa, con un nivel de fibra dentro de las características de un pan integral.

RECOMENDACIONES

- Para una mejor molturación del grano de cebada es necesario que este haya tenido un previo tostado para que garantice una granulometría más fina, mientras que si el grano está crudo tan solo se puede triturar parcialmente; para lo que siempre ha sido industrializado como arroz de cebada con fines gastronómicos.
- En el proceso de preparación de las masas es necesario tomar en cuenta las cantidades a utilizar de levadura y también el tipo de harina que se utilizará, influirá el tiempo de leudado inicial.
- En el proceso procesamiento panificable en serie se deben trabajar primero las masas que poseen en su formulación harinas integrales ya que tomarán más tiempo de leudado, ya que no posee una alta biodisponibilidad para que las enzimas actúen en un tiempo igual al del trabajo panificable con harinas refinadas.

**Ing. Luis Sandoval
Director**

RESUMEN

Esta investigación fue realizada de la siguiente forma, el primer paso fue la elaboración de la harina de cebada germinada, proceso en el que se tomaron algunos parámetros técnicos previa preparación y germinación del grano. El proceso germinativo tuvo una duración de 3 días en el que la raicilla adquirió una longitud de 5 milímetros, luego se procedió a pre-secar la cebada germinada al sol y luego de forma convencional de 40 a 50°C en un horno de bandejas, en dos etapas hasta alcanzar un porcentaje menor a 12 de humedad; se procedió a dividir la cantidad de cebada germinada seca en dos partes para destinarla respectivamente para la elaboración de harina de cebada germinada cruda y harina de cebada germinada tostada. Para la elaboración de harina de cebada germinada cruda se realizó una molturación completa hasta obtener una granulometría fina característica de una harina panificable. Para la elaboración de harina de cebada germinada tostada se procedió a tostar el grano a 70°C por 10 minutos en una paila de bronce con continua agitación hasta obtener un grano de color dorado, luego del cual se procedió a la molturación de la cebada germinada tostada. Obtenidas las dos harinas se procedió a realizar las pre-mezclas de los diferentes tratamientos con base de 1 kg por tratamiento, seguidamente se inició el proceso de panificación en el que se tomaron los siguientes parámetros: se amasó por 4 minutos en una máquina convencional de amasado, la primera fermentación o leudado de la masa fue a 35°C por 10 minutos, en el pesado y moldeado el estándar de cada masa para pan fue de 60g, la fermentación final fue a 35°C por 35 minutos momento en el cual las masas de pan duplicaron su volumen, finalmente el horneado se realizó a 155°C de 25 a 30 minutos.

SUMMARY

This investigation was realized of the following form, the first step was the elaboration of the flour of germinated barley, process in which some technical parameters were taken previous preparation and germination from the grain. The germinative process lasted of 3 days in which little root acquired a length of 5 millimeters, soon was come pre-dry the barley germinated to the sunlight and after conventional form of 40 to 50°C in a furnace of trays, in two stages until reaching a percentage smaller to 12 of humidity; it was come to divide the amount of barley germinated dry in two parts respectively to destine it for the elaboration of flour of crude germinated barley and flour of germinated barley toast. For the flour elaboration of germinated barley crude a complete milling was realized until obtaining a fine sorting characteristic of a good for making bread flour. For the flour elaboration of germinated barley toast was come to toast the grain to 70°C by 10 minutes in one big pot of "bronze" with continuous agitation until obtaining a grain of gilded color, after which toast was come to the milling of the germinated barley. Obtained two flours it was come to realize pre-mix of the different treatments with base from 1 kg by treatment, next began the baking process in which the following parameters were taken: it was kneaded by 4 minutes in a kneaded conventional machine of, the first fermentation of the mass it went to 35°C by 10 minutes, in the heavy one and molding the standard of each mass for bread was of 60 g, the final fermentation went to 35°C by 35 minutes moment at which the masses of bread duplicated their volume, finally the backing was realized to 155°C of 25 to 30 minutes.

BIBLIOGRAFÍA

- CALLEJO, M. (2002), "Industrias de Cereales y derivados", primera edición, Colección Tecnológica de Alimentos, Amv Ediciones – Mundi Prensa, Madrid – España.
- CHARLEY, H. (1997), "Tecnología de los Alimentos", Procesos Químicos y Físico en la preparación de los Alimentos, 5ta. Reimpresión, Limusa Editores, Balderas – México.
- DURÁ, F. (2006), "Manual del Ingeniero de Alimentos", editorial Grupo Latino Editores Ltda., 1era. Edición, impresión D'vinni Ltda.
- GELINEAU, C. (1998), "Los germinados en la alimentación", Integral Publishing, 2da. Edición 1998, Barcelona – España.
- GODON, B. & WILLIM, C. (1994), "Primary Cereal Processing: A Comprehensive Sourcebook", John Wiley & Sons, Inglaterra.

MADRID, A., CENZANO, I., MADRID, J., MADRID, A. (1994), "Manual de Pastelería y confitería", 1era. Edición, editorial Mundi – Prensa, Barcelona – España.
MAHAN, K., ESCOTT-STUMP, S. (2002), "Nutrición y Dietoterapia de Karuse", 10ma. Edición, Mc Graw Hill, México D.F. – México.
NOMAN, P., HOTCHKISS, J. (1995), "Ciencia de los Alimentos", editorial Acribia S.A., 5ta. Edición, Zaragoza – España.
SANSANO, A. (2008), "Cereales: estructura y composición nutricional", Universidad de Alicante, Alicante – España.
SOLEIL, D. (1997), "Brotos y Germinados Caseros", Ediciones Obelisco, 2ª edición, Barcelona – España.

Fuentes de Internet:

ALIMENTACIÓN SANA (2009), "Cereales integrales",
<http://www.alimentacion-sana.com.ar/Informaciones/novedades/cereales1.htm>, (05.08.2009).
CIC, Consejo Internacional de Cereales, Informe sobre el Mercado de Cereales 2010,
<http://www.igc.int/es/downloads/gmrsummary/gmrsumms.pdf>, (21.10.2010)
FAO (2009), "Algunos nutrientes contenidos en 100 g de cereales seleccionados",
<http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0u.htm#bm30x>, (28.07.2009).
GARCÍA, L. y OLMO, V., Universidad Politécnica de Cataluña, Institut de Ciències de l'Educació, Las vitaminas en los cereales,
<http://www-ice.upc.es/documents/eso/aliments/HTML/cereal-3.html>, (03.07.2009).
GARCÍA, M. (2008), "Producción mundial y nacional de cebada", Agrodigital – España,
<http://www.agrodigital.com/images/cebada.pdf>, (03.07.2009).
GARZA A., Universidad Autónoma de Nuevo León, "El Trigo",
<http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo2.shtml>, (01.11.2010).
GOYOAGA C., Universidad Complutense, "Estudio de factores no nutritivos en "vicia faba i.": influencia de la germinación sobre su valor nutritivo",
<http://www.ucm.es/BUCM/tesis/far/ucm-t28827.pdf>, (24.01.2010).
INDUSTRIAL DE ALIMENTOS (2009), "Usos de la cebada",
<http://www.protoleg.com.mx/cebada.htm>, (02.09.2009).
LATHAM, M., Universidad de Cornell - FAO, Nutrición humana en el mundo en desarrollo, cap. 26 Cereales, raíces feculentas y otros alimentos con alto contenido de carbohidratos,
<http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0u.htm#bm30x>, (28.07.2009)
MATELJAN, G. (2010), The world healthiest food,
<http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=127>, (2.11.2010).

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN

Debido a que existen pocas formulaciones de sustitución de harina de trigo por la de otros cereales, fue necesario presentar una propuesta en la industria panadera, potencializando nutricionalmente el pan de consumo diario. En el proceso de elaboración del pan integral a partir de la mezcla de harina de trigo (blanca o integral) con harina de cebada germinada (cruda o tostada) se utilizan insumos como azúcar, levadura, agua, huevos, grasa (manteca vegetal y margarina).

OBJETIVO GENERAL

Elaborar pan integral a partir de la mezcla de harina de trigo blanca e integral (*Triticum spp.*) con harina de cebada germinada (*Hordeum vulgare*) cruda y tostada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima: harina de trigo blanca e integral, harina de cebada germinada cruda y tostada.

Insumos: azúcar, levadura, sal, huevos, manteca, margarina, agua.

Equipos: . Horno para pan con capacidad para 4 latas, amasadora con capacidad de 5 lb, balanza analítica con capacidad hasta 1000 g, 3 canastillas de acero inoxidable, 4 Recipientes plásticos, 4 Bandejas plásticas, Termómetro (máx. 350°C), 2 cucharas, 6 latas para pan, 3 probetas de 50 ml, balanza digital (500 g), mesa para moldeo, raspador de masa, cronómetro.

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con doce tratamientos, tres repeticiones, evaluando las siguientes variables: humedad, fibra, ceniza, proteína, grasa, carbohidratos totales, peso, volumen, peso específico. La unidad experimental fue de 1 kilogramo de mezcla de harina trigo (integral o blanca) con harina de cebada germinada (cruda o tostada). Para la elaboración de pan integral colocamos inicialmente los ingredientes secos: harina mezcla y azúcar, seguido de 30g de levadura pre-activada en 100ml de agua a 24°C con 2g de azúcar, luego colocamos los 100g de grasa (50% manteca vegetal y 50% margarina) , un huevo, realizamos un pre-amasado en la mesa previo a colocarlo en la amasadora por un lapso de 4min, logrando una elasticidad de la masa ideal; realizamos el primer leudado de la masa con una temperatura de 25°C por 10 min. La cantidad de masa para pan que se tomó fue de 60g que sufrieron un segundo leudado a 25°C por 35min. Posteriormente se horneó a 155°C por 25 min. Se enfrió y empacó el pan integral en fundas de polipropileno.

RESULTADOS

En los análisis del pan, se encontró significación estadística en la cantidad de fibra bruta se presentó el tratamiento T1 (ti90cc10) con 1,89%. Finalmente el tratamiento que mayor rendimiento presentó fue el tratamiento T10 (tb90ct10) con 30 panes/kg de harina mezcla. Cabe recalcar que el pan integral de mayor aceptación y que presento un cuadro nutricional superior fue el tratamiento T2 (ti80cc20).

CONCLUSIÓN

Se demostró que si es posible elaborar un pan integral a partir de la mezcla de harina de trigo integral con harina de cebada germinada cruda con un alto contenido proteico y bajo porcentaje de extracto etéreo, presentando las siguientes características nutricionales el tratamiento T2 (ti80cc20) contenido proteico 11,30%, 7.44% extracto etéreo, 1,78% fibra bruta y una media de aceptabilidad de 10,45 superando de sobremanera a los testigos comerciales.

RECOMENDACIÓN

Es necesario ahondar en este tema con futuras investigaciones en procesos germinativos, ya que potencializan la calidad nutricional de los cereales, insertándose en el campo del procesamiento de alimentos funcionales.