CERTIFICADO DE RESPALDO

En mi calidad de profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato

CERTIFICO:

Que he participado en la estructura del Perfil de Proyecto de Investigación titulado "Estudio de la aceptabilidad de una tortilla de maíz (*Zea mays*), variedad *amarillo*, sometido a diferentes tratamientos de nixtamalización".

Ing. Ángel Ulloa
PROFESOR – F.C.I.AL.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS

"Estudio de la aceptabilidad de una tortilla de maíz (*Zea mays*), variedad *amarillo*, sometido a diferentes tratamientos de nixtamalización".

Perfil de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, de la Universidad Técnica de Ambato.

Por: Mónica Elizabeth Oyaque Moncayo

Tutor Sugerido: Ing. Ángel Ulloa

Ambato – Ecuador

2006

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I **i**

1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION **1**
1.1 Tema de la investigación **1**
1.2 Planteamiento del problema **2**
1.2.1 Análisis Macro **4**
1.2.2 Análisis Meso **5**
1.2.3 Análisis Micro **6**
1.2.4 Análisis Crítico **6**
1.2.5 Prognosis **6**
1.2.6 Formulación del problema **7**
1.2.7 Interrogantes **8**
1.2.8 Delimitación del problema **8**
1.3 Justificación de la investigación **9**
1.4 Objetivos **10**
1.4.1 Objetivo general **10**
1.4.2 Objetivos específicos **11**

CAPITULOII **ii**

2. MARCO TEORICO **12**
2.1 Antecedentes investigativos **12**
2.2 Fundamentación filosófica **12**
2.3 Fundamentación legal **19**
2.4 Categorías fundamentales **19**
2.5 Hipótesis Nula **21**
2.6 Hipótesis Alternativa **21**

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

CAPITULO III **iii**

3. METODOLOGIA **22**

3.1 Enfoque **22**
3.2 Modalidad básica de la investigación **22**
3.3 Nivel o tipo de la investigación **22**
3.4 Población y muestra **23**
3.5 Operacionalización de las variables **24**
3.6 Técnicas e instrumentos **25**
3.7 Recolección de la información **26**
3.8 Procesamiento y análisis **26**

CAPITULO IV **Iv**

4. MARCO ADMINISTRATIVO **27**
4.1 Recursos **27**
4.1.1 Recursos institucionales **27**
4.1.2 Recursos humanos **27**
4.1.3 Recursos materiales **27**
4.1.4 Recursos Económicos **28**
4.2 Cronograma de actividades **29**
4.2.1 Programación de actividades básicas en el tiempo **29**
4.3 Bibliografía **30**
4.3.1 Fuentes bibliográficas sobre el tema y metodología **30**
4.3.2 Internet **31**
4.4 Anexos **31**
4.4.1 Documentos que complementaran el proyecto **31**

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

INTRODUCCION

El proceso de nixtamalización fue desarrollado por los antiguos pueblos indígenas de América, junto con el fitomejoramiento del cultivo del maíz y su uso en la dieta cotidiana. Hay varios artículos que describen su tecnología, el proceso químico y los efectos nutritivos sobre las tortillas y otros productos hechos a partir de su masa. Bressani, (1990), Serna Saldívar y Gómez y Rooney, (1994).

Se ideó el equipo necesario para transformar el maíz bruto en maíz tratado con cal y, posteriormente, en masa y tortillas; y se inició luego la producción industrial de harina para tortilla en México y otros países. Poco después de la Segunda Guerra Mundial, la producción mecanizada de tortillas adquirió importancia en México. En las zonas urbanas hay dos variantes: la primera consiste en pequeñas industrias caseras de propiedad familiar que siguen el procedimiento descrito anteriormente, aunque también utilizan máquinas de mayores dimensiones para atender a un mercado relativamente más amplio.

Y la segunda es aquella que se dedica exclusivamente a la producción de grandes cantidades de harina nixtamalizada, cuyo destino es llegar a la mayor parte de países que son considerados como consumidores potenciales. Gómez *et al.*, 1987; Serna Saldívar, Gómez y Rooney, 1994

El componente esencial del proceso de nixtamalización es la cocción de los granos de maíz en cal, seguido por la remoción del pericarpio y su posterior molienda para hacer una masa. La cocción en cal tiene varias ventajas: facilita la remoción del pericarpio, controla la actividad microbiana, mejora la absorción de agua, aumenta la gelatinización de los gránulos de almidón y mejora el valor nutricional al aumentar la niacina. El remojo en agua de cal distribuye la humedad y la cal a todo el grano, lo cual proporciona el sabor característico de las tortillas.

La solución de cal para la nixtamalización está formada por tres partes de agua y una de cal aunque a veces se usa una mayor concentración de cal. El tiempo de cocción varía de unos pocos minutos a una hora y media

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

aunque por lo general está entre 15 y 45 minutos; la temperatura se mantiene por encima de los 68°C. La molienda de los granos nixtamalizados se hace simplemente golpeándolos o con una moledora eléctrica de cocina, con una moledora semi-comercial para la confección artesanal o con moledoras comerciales para la producción de masa en gran escala. Del mismo modo, las tortillas se hacen a mano, con máquinas semi-comerciales o con equipo adecuado para la producción en grandes volúmenes. (Serna Saldívar, Gómez y Rooney, 1990)

La tendencia actual es la de desarrollar la harina de masa seca nixtamalizada. Después de moler los granos de maíz nixtamalizados, la masa húmeda pasa a través de varias etapas de secado, molienda, cernido, clasificación y mezcla para hacer distintos tipos de harina de masa seca (Gómez *et al.*, 1987; Serna Saldívar, Gómez y Rooney, 1994).

La harina de masa seca no se enrancia, como le ocurre a la harina de maíz molido de granos secos completos, y su vida útil puede llegar un año. La disponibilidad de masa seca tiene el potencial para diversificar y aumentar el uso del maíz para el consumo humano. Actualmente se han desarrollado métodos alternativos para hacer harina de masa seca tales como la cocción por extrusión, micronizando los granos machacados en la solución diluida de cal por medio de un tratamiento térmico con lámparas infrarrojas. (Hart, 1985) (Bazua, Guerra y Sterner, 1979)

Maíz, palabra de origen indio caribeño, significa literalmente «lo que sustenta la vida». El maíz, que es uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales y es una materia prima básica de la industria de transformación, El maíz al ser tratado con cal se transforma en un alimento altamente nutritivo y rico en calcio, siendo esta combinación lo que da su consistencia al maíz nixtamalizado, con el que se preparan las tortillas, tamales y derivados que son la base de nuestra alimentación.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

CAPITULO I

5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

1.1. Tema de la investigación

"Estudio de la aceptabilidad de una tortilla de maíz (*Zea mays*), variedad *amarillo*, sometida a diferentes tratamientos de nixtamalización".

1.2. Planteamiento del Problema

La importancia de las harinas nixtamalizadas a base de maíz en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. Debido a su ingesta relativamente elevada en los países en desarrollo, no se les puede considerar sólo una fuente de energía, sino que además suministran cantidades notables de fibra. Hay muchas maneras interesantes y aceptables de elaborar productos a base de maíz que, a condición de que se presenten como productos atractivos y de fácil preparación, podrían contrarrestar en alguna medida la tendencia a un mayor consumo de alimentos derivados del maíz en los países consumidores de arepas y tortillas, así como en otros lugares.

La cocción de maíz con cal también ha sido evaluada como tecnología para producir harina para tortillas. Bazua, Guerra y Sterner (1979), elaboraron maíz molido mezclado con diversas concentraciones de cal (de 0,1 % a 1,0 %). La masa de las tortillas elaboradas mediante el procedimiento tradicional (cocción alcalina) se utilizó para determinar sus propiedades organolépticas como su contenido de lisina, triptófano y proteínas. Se llegó a la conclusión de que el procedimiento de cocción alcalina ocasiona pérdidas de triptófano que guardan cierta proporción con la cantidad de cal añadida. Con una adición de 0,2 %, se perdía el 8 % del triptófano, mientras que con un 1 % de cal, se perdía más del 25 %. Se observaron también algunas pérdidas de lisina.

La importancia de las características físicas del maíz se puso de manifiesto hace algún tiempo, cuando Bressani, Paz y Paz y Scrimshaw (1958)

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

demostraron que el rendimiento de la masa o harina de maíz seco que se puede obtener dependía del cultivar o variedad del cereal.

Cortez y Wild-Altamirano (1972) llevaron a cabo una serie de mediciones de 18 cultivares de maíz producidos en México. Las mediciones comprendieron el peso del grano, el color y el tiempo de cocción en agua de cal empleando un procedimiento estándar con 1,5 % de cal a 80°C y un tiempo de maceración de 12 horas. A continuación, se evaluaron la elasticidad, el volumen, la plasticidad, la suavidad y la aspereza superficial de las tortillas elaboradas con la masa de cada muestra de maíz.

Los autores de este amplio estudio concluyeron que el tiempo necesario para cocer las muestras varió de 30 a 75 minutos y las pérdidas de materia seca fueron de 10 a 34 % las variedades de maíz o los cultivares de mayor peso por volumen, endospermo más duro y contenido elevado de proteínas producían las mejores tortillas. Rooney y Serna-Saldívar (1987) hallaron que el maíz de endospermo duro o córneo necesitaba más tiempo de cocción. Bedolla y Rooney (1984) afirmaron que en la textura de la masa influían la textura y el tipo del endospermo, el secado, el almacenamiento y el estado general del grano de maíz. Martínez-Herrera y Lachance (1979) establecieron una relación entre la dureza del grano y el tiempo necesario para la cocción. Según los resultados obtenidos, en una misma variedad de maíz una concentración más elevada de hidróxido de calcio disminuía ligeramente el tiempo de cocción.

Las pérdidas de materia seca debidas a la cocción en agua de cal son un buen índice de la calidad del maíz para tortillas, y Jackson et al. (1988) determinaron que se producían más pérdidas en los granos quebrados por la tensión y rotos, que entre los granos enteros, de lo que dedujeron que cualquier método de evaluación del maíz para la cocción en agua de cal debería incluir la cantidad de granos quebrados, las posibilidades de ruptura y la facilidad de desprendimiento del pericarpio.

Posiblemente el elemento principal de la transformación del maíz en tortillas es el empleo de un medio alcalino, el hidróxido de calcio. La consecuencia más evidente de la adición de cal es que facilita la separación de la cubierta

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

seminal durante la cocción y la maceración. Según Trejo González, Feria-Morales y WildAltamirano (1982), la adición de cal mantiene un pH alcalino, el cual es necesario para hidrolizar las hemicelulosas del pericarpio.

Norad et al. (1986) demostraron que si se maceraban los granos antes de la cocción, se conseguía un contenido más elevado de calcio en el grano. El contenido de calcio de la masa variaba según los niveles de cal, y también conforme a las temperaturas de la cocción y la maceración. Otros autores (p. ej., Pflugfelder, Rooney y Waniska, 1988a) han demostrado que la absorción de cal durante la cocción alcalina depende de las características físicas y químicas del grano de maíz.

Según Martínez-Herrera y Lachance (1979), concentraciones mayores de hidróxido de calcio disminuían levemente el tiempo de cocción, pero las diferencias no eran estadísticamente significativas. Dichos investigadores descubrieron también una interacción entre la variedad del maíz y la concentración de hidróxido de calcio; el valor elevado del coeficiente de variación (29,1 %) fue atribuido a la variabilidad inherente a los granos de las distintas variedades.

Según Bedolla y Rooney (1982), el aumento del tiempo de cocción, la temperatura de cocción, la concentración de cal y del tiempo de maceración daban lugar a menores viscosidades máximas medidas con el viscoamilógrafo, a 95 y 50 °C, lo que se interpretó como una mayor gelatinización del almidón. Trejo González, Feria-Morales y Wild-Altamirano (1982) demostraron que el calcio era fijado o estaba ligado de algún modo al almidón del grano de maíz. Otras consecuencias eran: mayores pérdidas sólidas conforme aumentaba la cal, cambios de color, aroma y sabor, así como un retraso en la aparición de acidez, lo que aumentaba el período de conservación. Si se añade en cantidades muy grandes, la cal afecta a las propiedades organolépticas del alimento, hecho que se ha observado a menudo cuando se ha almacenado el maíz durante largo tiempo.

Paul Lunven, (Dirección de Politica Alimentaria y Nutrición)

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

1.2.1. Análisis Macro

En Guatemala, se procesan anualmente cerca de 3 000 toneladas métricas de maíz para producir harina para tortillas, cantidad notablemente menor que en México, pues el número de habitantes y el de pequeñas fábricas de tortillas es mucho menor. Cerca del 90 % de la producción se vende en las ciudades y el 75 % de la harina se utiliza para hacer tortillas. También se produce harina de maíz cocido con agua de cal en Costa Rica y en los Estados Unidos. En Costa Rica, el consumo de tortillas por persona asciende a unos 25,6 kg por año. Aproximadamente el 62% de la producción es comercial, el 30,6 % casera a base de harina comercial y el 7,4 % casera a partir de granos.

Hay un gran número de productos alimenticios del maíz que pasan por un proceso industrial y que son manufacturados y comercializados en escala comercial. Algunos de los productos mencionados anteriormente son ahora industrializados en mayor o menor escala y su variedad se puede apreciar en los estantes de los supermercados. En los Estados Unidos de América se encuentran mas de 1 000 productos derivados total o parcialmente del maíz (Dowswell *et al.*, 1996).

Estos productos incluyen tortillas, harinas de maíz nixtamalizado, masa, varios bocadillos, cereales para el desayuno, espesantes, pastas, jarabes, endulzantes, aceite de maíz, bebidas sin alcohol, cerveza, alimentos humanos o para los animales domésticos y productos industriales. La producción mundial de este tipo de productos alcanzó los 880 millones de toneladas en el año 2001. Comparando con los 570 millones de toneladas de productos a base de trigo o los 400 millones a base de arroz, se comprende la importancia básica a nivel mundial del maíz, no sólo económicamente sino a todos los niveles. Estados Unidos es el mayor productor con cerca del 45% de la producción total mundial.

Mientras que la mayor parte de la producción de los países en desarrollo se dedica al consumo humano, la del mundo desarrollado sirve fundamentalmente para la elaboración industrial y para pienso. En América del Norte y América Central, los elevados rendimientos por hectárea y la

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

gran producción de la región se deben sobre todo a los Estados Unidos, que producen más que países como México en los que el maíz es el cereal básico más importante.

http://www.agrocadenas.gov.co/balanceados/alimentos_reportes.htm

1.2.2. Análisis Meso

En Ecuador desde mediados de la década del 90, la industrialización de productos a base de maíz ha tenido un crecimiento sostenido: pasó de 488 mil toneladas en 1995 a poco más de 1 millón 100 mil toneladas en el 2003. Los países en desarrollo dedican más tierras al cultivo del maíz que los países desarrollados, por lo que estos se dedican más a su proceso industrial, por lo que obtienen un rendimiento aproximadamente cuatro veces mayor que los primeros. Así, por ejemplo, el rendimiento por hectárea de los Estados Unidos ha aumentado considerablemente desde 1990, en tanto que los de México, Guatemala y Nigeria, países en los que la ingesta de harinas de maíz nixtamalizado es elevada especialmente en los dos primeros sólo se han incrementado ligeramente desde esa fecha.

Se considera generalmente, que en un futuro, la tendencia en los países en desarrollo será la de usar el maíz como alimento procesado, por ejemplo harina de maíz nixtamalizado, decreciendo su uso como alimento animal. La principal razón para este cambio es una posible mejora del poder adquisitivo y un mayor número de personas tendrá acceso a proteínas de origen vegetal.

El maíz como alimento humano es usado con una gran variedad de formas. Como es lógico, la mayor variación se encuentra en México, América Latina y África Sahariana, donde es un alimento básico. Las formas de preparación del maíz dependen del estado de desarrollo del grano, en el momento de ser consumido y es usado como alimento, bebida y otros usos, por ejemplo como sustituto del tabaco. Byerlee y Saad, 1993

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

1.2.3. Análisis Micro

En el país el consumos de maíz nixtamalizado, se da en forma de “mote” por un amplio sector de la población, El uso de harina nixtamalizada para la producción de tortillas es cada día mayor, debido a las ventajas económicas, ambientales y de manejo que su uso representa. SICA, 2003

1.2.4. Análisis Crítico

Como podemos ver en las cifras antes mencionadas, confirman la importancia del maíz como alimento básico en algunos países de América Latina, especialmente México y América Central, así como en varios países africanos. La elevada ingesta de maíz aporta cantidades considerables de calorías y proteínas a la dieta diaria de los habitantes de esos países.

Aunque Ecuador aún no es un país que se caracterice por el consumo de productos derivados del maíz y más aún de productos nixtamalizados como harina o tortillas, sin embargo en esta investigación se persigue dar a conocer a la población que hoy en día gracias a los avances tecnológicos tienen al alcance acceso a nuevas tendencias de alimentación sana y natural.

Desafortunadamente, en nuestro país existen muy pocas industrias dedicadas a la producción de alimentos a base de maíz nixtamalizado pues desconocen todos los beneficios que se pude obtener al industrializar este tipo de alimentos y dar a conocer al consumidor. Por lo que mediante la aplicación de un buen proceso y tecnología adecuada se pueden obtener productos de calidad nutritiva muy competitiva en el mercado que cada vez es más exigente.

1.2.5. Prognosis

La transformación del maíz en harina requiere un proceso en el que se utiliza agua, calor e hidróxido de calcio. Estos tres elementos influyen en la composición química del maíz elaborado, dando lugar a modificaciones en

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

su contenido de nutrientes. Los cambios se deben a las pérdidas materiales del grano, a las pérdidas químicas, que pueden derivar de la destrucción de algunos elementos nutritivos y de la transformación química de otros. Se exponen los cambios en el contenido de grasas y fibras crudas y en algunos casos un aumento del contenido de cenizas. Los valores correspondientes para la mayoría de los elementos químicos a las tortillas tanto de producción casera como industrial- son relativamente constantes, salvo las grasas, que presentan valores más elevados en las tortillas industriales.

1.2.6. Formulación del Problema

Una vez identificado la contextualización y el análisis crítico el problema es:

¿Qué efecto tiene la adición de cal (hidróxido de calcio), tiempos de cocción y tiempos de remojo del maíz sobre las propiedades funcionales y químicas de la harina de maíz *(Zea mays)*, Nixtamalizada? Por lo tanto las variables son:

Variable independiente

- Tiempos de cocción
- Porcentaje de cal adicionada
- Tiempos de remojo

Variable dependiente

- Índice de absorción de agua
- Índice de solubilidad en agua
- Capacidad de retención de agua
- Índice de expansión
- Poder de hinchamiento
- Análisis de proteína
- Análisis de cenizas
- Análisis de grasa
- Análisis de almidón

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

1.2.7. Interrogantes

- ¿Qué incidencia tienen las variables independientes sobre las propiedades funcionales y químicas de la harina de maíz nixtamalizado?

- ¿Cuáles serían las variables más adecuadas con las que se podría trabajar para la obtención de una harina nixtamalizada aceptable para el consumidor?

- ¿De que manera influye la aplicación de un análisis sensorial para el estudio de la determinación de una harina nixtamalizada más aceptable al consumidor?

1.2.8. Delimitación del Problema

CAMPO

Investigativo

AREA

Agroindustrial

ASPECTO

Efecto del proceso de nixtamalización

TEMA

"DETERMINAR LAS PROPIEDADES FUNCIONALES, PERDIDA DE NUTRIENTES Y ACEPTABILIDAD DE UNA TORTILLA DE MAIZ *(ZEA MAYS)*, VARIEDAD *AMARILLO,* SOMETIDO A DIFERENTES TRATAMIENTOS DE NIXTAMALIZACION"

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

PROBLEMA

Consecuencia del tiempo de cocción del maíz *(Zea Mays)* con cal (Nixtamalización), tiempos de remojo y porcentajes de cal sobre las propiedades funcionales y químicas de la harina nixtamalizada.

DELIMITACION ESPACIAL

La presente investigación se realizará en los Laboratorios de la facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

DELIMITACION TEMPORAL

Para el desarrollo de la presente investigación se ha establecido el año 2007, ya que mediante previas consultas, esto será posible.

DELIMITACION EXPERIMENTAL

Propiedades funcionales y químicas de la harina de maíz *(Nixtamalizada)*

1.3. Justificación

En el curso de los años, la FAO y otras instituciones de prestigio en investigación han publicado diversos estudios sobre nutrición. Uno de ellos, El maíz: en la alimentación, aparecido en 1953, versaba sobre el valor nutritivo del maíz, exponiendo los datos y conocimientos que se tenían hasta esa fecha. Desde entonces, han aumentado considerablemente los datos disponibles gracias a investigaciones sobre selección, elaboración, consumo y mejora de la calidad nutritiva del maíz.

Por lo tanto hoy en día es importante realizar investigaciones sobre el maíz ya que los últimos datos muestran que día a día los consumidores tienden más a la alimentación sana, es decir acercarse más al consumo de cereales que nos promete una vida sana.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

En esta investigación se dedica más espacio a los efectos de la cocción alcalina del maíz sobre las propiedades funcionales y químicas de la harina nixtamalizada. Y como se vera más adelante en la información recolectada nos daremos cuenta de la importancia que tiene cada una de estas propiedades a investigarse, sobretodo en el campo industrial ya que de eso depende la aceptación del consumidor final.

Finalmente la investigación pretende ser una base para el continuo estudio en el campo de los cereales que hoy en día tiene mucho por descubrirse y de esta manera lograremos que los consumidores conozcan otras opciones de alimentación sana, a base de productos derivados del maíz. Posteriormente se realizará un análisis sensorial para demostrar los cambios que se explican a lo largo de la investigación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

"Determinar las propiedades funcionales, perdida de nutrientes y aceptabilidad de una tortilla obtenida a partir de una harina de maíz *(Zea mays)*, variedad *amarillo,* sometido a diferentes tratamientos de nixtamalización"

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto del porcentaje de tres niveles de cal (0.5, 1 y 1.5%) sobre las propiedades funcionales (índice de absorción, índice de solubilidad de agua, capacidad de retención de agua, índice de expansión y poder de hinchamiento); pérdida de nutrientes (proteína, grasa, cenizas y almidón) y la aceptabilidad (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad).

- Estudiar el efecto de la cocción (30 y 60 minutos) de maíz (Zea mays), variedad *amarillo*, sobre las propiedades funcionales (índice de absorción, índice de solubilidad de agua, capacidad de retención de agua, índice de expansión y poder de hinchamiento); pérdida de

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

nutrientes (proteína, grasa, cenizas y almidón) y la aceptabilidad (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad).

- Estudiar el efecto de los tiempos de reposo (remojo 12 y 18 horas) de maíz (Zea mays), variedad *amarillo*, sobre las propiedades funcionales (índice de absorción, índice de solubilidad de agua, capacidad de retención de agua, índice de expansión y poder de hinchamiento); pérdida de nutrientes (proteína, grasa, cenizas y almidón) y la aceptabilidad (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad).

- Estudiar la harina de maíz nixtamalizada más aceptable mediante evaluación de las propiedades sensoriales (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad), utilizando un panel de catadores no entrenados.

- Analizar los cambios químicos que se producen en la composición de la harina nixtamalizada en cuanto a proteína, almidón, grasa y cenizas por efecto de la cocción alcalina del maíz.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

CAPITULO II

6. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes investigativos

Los cambios en el valor nutritivo del maíz en bruto, en especial las proteínas, durante la transformación en tortillas, se han estudiado fundamentalmente en experimentos con animales. Aunque tras la cocción del maíz en agua de cal se producen pérdidas químicas de algunos nutrientes, la calidad de las proteínas es ligera pero persistentemente superior en las tortillas que en el maíz.

2.2 Fundamentación filosófica

2.2.1 Maíz tratado con cal

2.2.1.1 Cambios químicos

La transformación del maíz en tortillas requiere un proceso en el que se utiliza agua, calor e hidróxido de calcio. Estos tres elementos influyen en la composición química del maíz elaborado, dando lugar a modificaciones en su contenido de nutrientes. Los cambios se deben a las pérdidas químicas, que pueden derivar de la destrucción de algunos elementos nutritivos en la transformación química de otros.

2.2.1.2 Pérdidas de materia seca

A partir de estudios sobre la cocción de maíz por amas de casa en Mexico que aplicaban sus propios métodos tradicionales, determinaron pérdidas de sólidos de 17,1% en el maíz blanco y 15,4 por ciento en el maíz amarillo; también durante la transformación del maíz en masa hallaron pérdidas del 13,9% y del 10% respectivamente en el maíz blanco y amarillo aplicando el procedimiento tradicional. Bressani, Paz y Paz y Scrimshaw 1958

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

Otros estudios que tienen como finalidad determinar variaciones de la técnica de elaboración, (Khan, 1982) hallaron pérdidas del 7 al 9% en la elaboración comercial; del 9 al 11% en la cocción a presión y del 11 al 13% aplicando el método tradicional. Según estas investigaciones, las pérdidas de materia seca aumentan en proporción al aumento del tiempo de cocción. De igual modo, la integridad del grano de maíz influye en las pérdidas. Las pérdidas de materia seca en el procedimiento tradicional de cocción son mayores en los granos quebrados (10,8 a 12,1%) que en los enteros (6,3 a 8,9%). Además de la integridad del grano y del método de cocción empleado, otros factores como la duración del remojo influye en las pérdidas de materia seca; las pérdidas son mayores cuanto más prolongado sea éste. Jackson 1988

Las pérdidas de materia seca dependen pues de diversas variables, como el tipo de maíz (endospermo duro o blando), la integridad del grano (granos enteros o quebrados), el método de cocción (tradicional, al vapor, bajo presión o comercial), la cantidad de cal empleada, el tiempo de cocción y el tiempo de remojo, así como otras operaciones, como el tratamiento para eliminar la cubierta seminal durante el lavado de los granos.

Gomez, (1989), observó que se producen importantes cambios estructurales en el maíz en el curso de la «nixtamalización». Notó que en este proceso la cal debilita las paredes celulares, facilitando así la eliminación del pericarpio; asimismo solubiliza la pared celular del endospermo periférico, da lugar a una hinchazón y destrucción parcial de los granos de almidón y modifica la apariencia de los cuerpos proteicos. La masa obtenida contiene fragmentos de germen, pericarpio, aleurona y endospermo, así como almidón libre y lípidos disueltos. Jackson, (1988)

2.2.1.3 Pérdidas de nutrientes

El tratamiento de cocción con cal a 96°C hidroliza el pericarpio, que se elimina durante el lavado, arrastrando con él la pilorriza, a lo que cabe atribuir en gran medida las pérdidas de fibra. Las pérdidas de nitrógeno ascienden a aproximadamente entre 10 y 5% en el maíz blanco y en el amarillo, respectivamente. También en este caso pueden parcialmente

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

deberse a las pérdidas de materiales del pericarpio y la pilorriza. Aunque las tortillas puedan tener, a igual humedad un contenido ligeramente superior de proteínas que el maíz original, como han determinado varios investigadores; este hecho puede deberse al efecto de concentración dado que se pierden azúcares solubles del grano. El contenido de cenizas aumenta por la absorción de cal, que da lugar a un aumento considerable del contenido de calcio (Saldana y Brown, 1984; Ranhotra, 1985).

2.2.1.4 Grasas y ácidos grasos.

Esta pérdida en grasas y ácidos grasos no ha sido explicada exhaustivamente, si bien puede deberse a la pérdida de la cubierta seminal, la pilorriza, la capa de aleurona y, posiblemente, parte del germen, a las sustancias solubles en éter, que no son necesariamente grasas. Aunque durante el proceso de transformación del maíz en tortillas se pierden sustancias extraíbles con éter, la distribución de los ácidos grasos no cambia en el maíz común. (Saldana y Brown, 1984; Ranhotra, 1985).

2.2.1.5 Contenido de fibras.

El contenido de fibra cruda determinado conforme a la metodología de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC) disminuye cuando se transforma el grano en tortillas. Diversos investigadores (Saldana y Brown, 1984) han explicado cómo y porqué tiene lugar esa pérdida., aplicando la metodología de Van Soest, que es más moderna, hallaron un aumento importante de “fibra neutro detergente” (FND) y de “fibra ácido detergente” (FAD) en las tortillas, del 6,60 y 3,75% sobre el peso en seco, respectivamente. Reinhold y García 1979

Bressani, Breuner y Ortiz (1989) hallaron un 10,8 % de FND “fibra neutro detergente” en el maíz y un 9 % en las tortillas, así como un 2,79 % y un 3 % de FAD “fibra ácido detergente”, respectivamente. El maíz contenía un promedio de 8 % de hemicelulosa y las tortillas 6 %, en tanto que los valores de la lignina eran el 0,13 y el 0,15 %.

Acevedo y Bressani (1990) han hallado una disminución de fibra insoluble en la transformación del maíz crudo (13 %) en masa (6 %) y un aumento en

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

la transformación de masa en tortillas (7 %). La fibra soluble aumentó del 0,88 % en el maíz crudo al 1,31 % en la masa, con un aumento ulterior a 1,74 %, en las tortillas. La disminución debida a la transformación del maíz crudo en masa se debe a la pérdida de la cubierta seminal. El aumento al transformar la masa en tortillas puede deberse, en cambio, a la reacción de dorado, que ha sido estudiada para productos de trigo horneado. Ranhotra y Gelroth, 1988

2.2.1.6 Cenizas.

Los investigadores no han prestado mucha atención a los cambios en el contenido de cenizas, si bien la mayoría de los estudios realizados han puesto de manifiesto un aumento del contenido total de cenizas en la transformación del maíz en tortillas, como cabía esperar por la cal que se utiliza para la cocción. Junto a éste se da otro aumento importante del contenido de calcio, en el contenido de calcio de la masa influyen los niveles de cal, las temperaturas de cocción, el remojado y las características del maíz. Los cambios del contenido de otros minerales varían y dependen posiblemente de la pureza de la cal empleada y del tipo de aparato de molienda utilizado. Según Pflugfelder, Rooney y Waniska 1988

2.2.1.7 Hidratos de carbono.

El maíz y las tortillas contienen cantidades considerables de hidratos de carbono solubles, pero se conoce muy poco acerca de su variación durante el proceso de cocción en agua de cal. Se han detectado pérdidas de almidón de aproximadamente el 5%, que se recuperan en los sólidos perdidos. También se constató una disminución del azúcar, que pasó del 2,4% en el maíz al 0,34% en las tortillas. Determinaron que la cocción en agua de cal y la maceración del maíz daban lugar a aumentos considerables de viscosidad y que el tiempo de cocción influía notablemente en las propiedades del empastado, aunque no se daba una gelatinización difundida del almidón. A mayor tiempo de cocción, mayor es la cantidad de almidón sensible a las enzimas. Robles, Murray y Paredes-López (1988)

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

2.2.1.8 Proteínas y aminoácidos.

Según la mayoría de los investigadores, el proceso de cocción en agua de cal aumenta ligeramente el contenido de nitrógeno, debido al efecto de concentración. La solubilidad de todas las fracciones proteicas disminuye con la transformación del maíz crudo en tortillas, con un aumento de la fracción insoluble. Se extrae el nitrógeno del maíz crudo y las tortillas mediante agua, cloruro de sodio, alcohol al 70 % e hidróxido de sodio. La solubilidad de las fracciones proteicas solubles en agua, sal y alcohol disminuye considerablemente, resultando las proteínas solubles en alcohol las más afectadas. Sólo se detecta una pequeña disminución, aproximadamente del 13 %, de la solubilidad de la fracción soluble en cal; por esta razón, la fracción de nitrógeno insoluble aumenta del 9,4 % en el maíz al 61,7% en las tortillas. Bressani y Scrimshaw, (1958)

Importantes investigaciones detectaron pequeñas pérdidas de arginina y cistina a causa del tratamiento en agua de cal en el maíz común y en el maíz con elevado contenido de lisina. Los mismos investigadores hallaron 0,059 y 0,049 g por cada 100 g de proteínas de lisinoalanina en el maíz común y en el maíz con elevado contenido de lisina, respectivamente, pero ninguna en el maíz sin tratar. En la masa comercial, hallaron 0,020 g de lisinoalanina por cada 100 g de proteínas, y en las tortillas 0,081 g por cada 100 g de proteínas. Sanderson et al. 1978

Disponibilidad de nutrientes

El proceso de cocción alcalina para transformar el maíz en tortillas produce algunas pérdidas considerables de elementos nutritivos, y también modifica notablemente su disponibilidad.

Calcio. La utilización de hidróxido de calcio en la transformación del maíz en tortillas aumenta considerablemente (hasta en un 400 %) el contenido de calcio del producto. Diversos estudios de biodisponibilidad llevados a cabo con animales, mostraron que había menos calcio disponible en el maíz tratado en agua de cal (85,4 %) que en la leche desnatada (97 %). La biodisponibilidad del calcio aumenta cuando se suplementa el maíz tratado en agua de cal con sus aminoácidos limitantes, esto es, lisina y triptofano.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

Poneros y Erdman (1988) han confirmado la elevada biodisponibilidad de calcio de las tortillas con o sin adición de ácido ascórbico.

El empleo de hidróxido de calcio mejora la proporción calcio / fósforo de las tortillas, lo que posiblemente favorece la utilización de los iones de calcio por parte del animal de experimentación. Se trata de un resultado importante para las poblaciones cuyas dietas tienen una escasa proporción de este mineral esencial. Además, el descubrimiento de que una mejor calidad de las proteínas del maíz favorece la biodisponibilidad del calcio tiene importancia nutritiva y es un motivo más para producir comercialmente harina nixtamalizada destinada a las personas cuya nutrición se basa fundamentalmente en el maíz.

Braham y Brezan, (1966)

2.2.2 *Cambios cualitativos*.

Los cambios en el valor nutritivo del maíz en bruto, en especial las proteínas, durante la transformación en tortillas, se han estudiado fundamentalmente en experimentos con animales. Aunque tras la cocción del maíz en agua de cal se producen pérdidas químicas de algunos nutrientes, la calidad de las proteínas es ligera pero persistentemente superior en las tortillas que en el maíz. El índice de eficiencia proteínica (PER) de las tortillas es por lo general algo superior a la del maíz en bruto, aunque algunos estudios han dado resultados contrarios. La diferencia puede deberse a las condiciones de elaboración, en especial a la concentración de la cal añadida, menor en la cocción casera rural que en la cocción a nivel industrial. El patrón de aminoácidos químicamente determinado de las tortillas no es superior al del maíz en bruto. La única explicación de este hecho es que el proceso aumenta la disponibilidad de aminoácidos esenciales.

Bressani, Elías y Braham, 1968),

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

2.2.3 Otros efectos de la cocción en agua de cal

2.3.1 Formación de lisinoalanina.

En 1969, De Groot y Slump demostraron que el tratamiento de las proteínas en solución de cal daba lugar a péptidos como la lisinoalanina (LAL), la lantionina y la ornitina, que tuvieron efectos perjudiciales en pruebas con animales. No son asimilables biológicamente y tienen consecuencias negativas para la calidad de las proteínas. Varios investigadores se han interesado por las repercusiones del proceso de cocción en agua de cal empleado para transformar el maíz en tortillas. Sanderson et al. (1978) descubrieron también que se formaban lantionina y ornitina durante la cocción alcalina del maíz.

El estudio de las consecuencias del nivel de cal en la calidad de las proteínas del maíz ha demostrado que niveles superiores al 0,5% del peso del grano disminuyen la calidad proteínica. También tienen importancia el tipo y tamaño del maíz empleado.

Sternberg, Kim y Schwende (1975)

2.2.5 Capacidad de absorción de agua

La capacidad de absorción de agua subjetiva (CAAS) en los Países Latinoamericanos se determina pesando 500 g de HICD, colocándola en un recipiente de acero inoxidable y agregando agua a temperatura de 28ºC con una probeta, mezclándose manualmente hasta obtener una consistencia adecuada de la masa para elaborar tortillas. Para determinar la consistencia de la masa se procede a tomar un teztal (fracción de masa), se oprimió con las palmas de las manos, si en la masa se forman grietas esto indica que aún puede absorber más agua y sí no hay tales aberturas entonces la masa tiene la consistencia adecuada. La consistencia de la masa varía con la cantidad de agua adicionada. Agua en exceso da en una masa suave y pegajosa, mientras que falta de agua da una masa dura, difícil de manipular (4). La CAAS se expresa como mililitros de agua por g de harina.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

2.3 Fundamentación legal

En Guatemala se sigue un proceso similar al tradicional en nixtamalización, descrito por Bressani, Paz y Scrimshaw (1958), en el que se usa tanto el maíz blanco como el amarillo, la concentración de cal varía de 0,17 % a 0,58 % según el peso del maíz, con una proporción entre el grano y el agua de 1:2, y el tiempo de cocción varia de 46 a 67 minutos a una temperatura de 94°C. El resto del proceso es en lo fundamental idéntico, salvo que la masa se prepara con un molinillo de disco y se tuesta durante unos cinco minutos a una temperatura cerca de 170°C en los bordes y de 212°C en el centro. Actualmente es obligatorio en los países desarrollados añadir cal a todas las harinas nixtamalizadas a base de cereales. En varios países en donde la nixtamalización es un método importante para el consumo de maíz se han establecido varios parámetros del porcentaje de cal a añadirse, pero en nuestro país también existen las llamadas Normas INEN con respecto a temáticas relacionadas con las harinas de origen vegetal, las mismas que se señalan en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: Normas INEN

Número Norma INEN	Tema
519	Harinas de origen vegetal: Determinación de la proteína.
524	Harinas de origen vegetal: Determinación del almidón.
523	Harinas de origen vegetal: Determinación de grasa.
520	Harinas de origen vegetal: Determinación de la ceniza.
1736	Harina de Maíz precocida: Determinación de la expansión.

Fuente: Normas INEN; elaborado por: Mónica Oyaque

2.4 Categorías fundamentales

Para el presente estudio se trabajará con maíz *(Zea Mays),* variedad *amarillo* y de grano semiduro los cuales serán sometidos a una cocción alcalina, con una relación agua – maíz (3:1), para todos los tratamientos. La cocción se llevará a cabo a temperatura de ebullición, usando 0.5, 1.5 y 2.5% de cal

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

respectivamente, con base a 500 gramos de maíz, y tiempos de cocción para cada nivel de 30 y 60 minutos, seguido de períodos diferentes de reposo (remojo) tales como: 12 y 18 horas. El maíz cocido se lava con abundante agua las veces que sean necesarias, como mínimo se recomienda dos o tres veces con agua para eliminar las cubiertas seminales, las pilorrizas, la cal sobrante y las impurezas del grano.

La añadidura de cal en las fases de cocción y de reposo contribuye a eliminar las cubiertas seminales; los subproductos se desechan o bien sirven para alimentar al ganado porcino. Luego las muestras serán secadas y molidas con lo cual se obtendrá harina nixtamalizada; dicha harina formada por partículas de todos los tamaños, se pasará por un tamiz que separa las partículas gruesas de las finas.

Las partículas gruesas regresarán al molino para ser trituradas otra vez, y las finas que constituyen el producto acabado el que será usado para los respectivos análisis químicos, los cuales incluyen determinaciones de humedad, índice de absorción de agua, índice de solubilidad de agua, poder de hinchamiento e índice de expansión, que corresponden a las propiedades funcionales. Además de eso se realizará un análisis químico que incluye: proteína, grasa, almidón y cenizas, principales componentes de una harina nixtamalizada, mismos que serán cuantificados mediante métodos tradicionales conocidos comparados con las Normas INEN establecidas y que se las puede ver con más detalle en el anexo 1, así como también su diagrama de flujo.

Finalmente la harina obtenida será utilizada para la elaboración de tortillas de maíz, las mismas que requieren de ingredientes especiales tales como: agua, manteca vegetal, sal, polvo de hornear, gomas (arábiga, xanthan, CMC), emulsificantes (lecitina), acidulantes (ácido cítrico), agentes reductores (sulfitos), una vez preparada la masa con los ingredientes mencionados será destinada para elaborar tortillas de maíz siguiendo un proceso de cortado, laminado, redondeado para luego proceder a hornearla en plancha caliente por ambas caras por tiempos cortos para de esa manera obtener una masa suave y comestible.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

2.5 Hipótesis nula

Los tiempos de cocción, reposo y la cantidad de cal (nixtamalización) adicionada para el proceso de cocción del maíz no influyen sobre las propiedades funcionales, químicas y sensoriales de la harina nixtamalizada a evaluarse.

2.6 Hipótesis alternativa

Los tiempos de cocción, reposo y la cantidad de cal (nixtamalización) adicionada para el proceso de cocción del maíz influyen sobre las propiedades funcionales, químicas y sensoriales de la harina nixtamalizada a evaluarse.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

CAPITULO III

7. METODOLOGIA

3.1 Enfoque

El enfoque de la investigación va ha ser cualitativo ya que necesariamente se realizará una investigación bibliográfica y cuantitativa debido a que se obtendrán resultados medibles.

3.2 Modalidad básica de la investigación

La modalidad básica de la investigación aplicarse es investigativa, bibliográfica, documental y de campo para determinar el mejor tratamiento que otorgue una menor incidencia sobre las propiedades físicas y químicas de la harina de maíz nixtamalizado. Es básicamente bibliográfico porque se utilizará todos los recursos presentes en la Biblioteca de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, así como el uso de Internet; y de campo porque se lo realizará en los laboratorios de Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad, específicamente en el laboratorio de Procesamiento para los análisis químicos y de evaluación sensorial.

3.3 Nivel o tipo de la investigación

Investigación de laboratorio y bibliográfica. Para la realización de este proyecto se opta por un tipo de investigación Descriptiva, debido a que se va analizar los cambios de las propiedades funcionales y químicas de la harina de maíz nixtamalizado debido a los tratamientos de porcentaje de cal y el tiempo de cocción (cocción alcalina) y tiempos de remojo. Finalmente mediante análisis sensorial se determinará la harina nixtamalizada mejor aceptada por el panel de catadores.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

3.4 Población y muestra

El diseño experimental escogido para el presente trabajo es a*b*c diseñado para estudiar el efecto que produce el porcentaje de cal adicionada, tiempos de cocción alcalina y tiempo de remojo sobre las propiedades químicas y funcionales de harina de maíz nixtamalizada, a más de cuantificar el efecto de la concentración de los porcentajes de cal que esta investigación es esencial diferenciar. Teniendo en cuenta los siguientes factores y niveles que se especifican a continuación para mayor entendimiento:

Factor A: porcentaje de cal adicionada

a_0 : 0.5 %
a_1 : 1.5 %
a_2 : 2.5 %

Factor B: tiempo de cocción

b_0 : 30 minutos
b_1 = 60 minutos

Factor C: tiempo de reposo

c_0 = 12 horas
c_1 = 18 horas

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

3.5 Operacionalización de las variables

Variable independiente

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas instrumentos
Cal adicionada	inhibidor	Porcentaje	a_0 = 0.5 % a_1 = 1.5 % a_2 = 2.5 %	Gramos por cada 100 gr. de maíz.
Tiempo de cocción	Proceso	Minutos	b_0 = 30 min. b_1 = 60 min.	Cronómetro
Tiempo de reposo	Proceso	Horas	c_0= 12 horas c_1= 18 horas	Cronómetro

Variable dependiente

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas instrumentos
Índice de absorción de agua	Factor	Peso (gramos)	Absorción	Relación peso del gel y peso de la muestra.
Índice de solubilidad en agua	Factor	Porcentaje	Solubilidad	Relación sólidos solubles y peso de la muestra.
Capacidad de retención de agua	Factor	Porcentaje	Retención	Baño María, equipo para filtración. Relación volumen filtrado y peso de la muestra.
Índice de expansión	Factor	Valor promedio absoluto	Expansión	Consistómetro. Normas INEN 1736

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

Poder de hinchamiento	Factor	Valor promedio absoluto	Hinchamiento	Cuociente peso del gel para la diferencia de peso muestra y peso sólidos solubles.
Análisis de proteína	Factor	Porcentaje	Cantidad	Normas INEN 519
Análisis de grasa	Factor	Porcentaje	Cantidad	Normas INEN 523
Análisis de almidón	Factor	Porcentaje	Cantidad	Normas INEN 524
Análisis de cenizas	Factor	Porcentaje	Cantidad	Normas INEN 520

3.6 Técnicas e instrumentos

La evaluación de las harinas comúnmente puede ser realizada por lo métodos tradicionales conocidos: IAA índice de absorción de agua; ISA índice de solubilidad de agua; poder de hinchamiento e índice de expansión. Para harina precocida de maíz se establece según norma INEN un límite máximo de expansión 8.5 cm, sin establecer un mínimo. No obstante a lo anterior la industria Ecuatoriana adopta el siguiente criterio: Cuando los valores de expansión son menores a 7 cm significa que existe sobre cocción.

El proceso tradicional de nixtamalización (cocimiento alcalino) para la elaboración de tortillas se realiza cociendo el grano con exceso de agua conteniendo de 1.5 a 3.5 % en peso de cal. Posteriormente esta mezcla se lleva a temperatura de 85ºC y mantenida a esta temperatura durante 30 a 90 minutos. Después de esta etapa el maíz cocido se reposa por períodos de 12 - 24 horas. El nixtamal después de lavado es molido en molino de piedras con la adición de pequeños volúmenes de agua para obtener la masa fresca.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

3.7 Recolección de la información

Los datos se recopilarán con la ayuda de un muestreo de las combinaciones determinadas por el análisis estadístico que se está aplicando. Los datos para el análisis sensorial serán recopilados de un panel de degustadores.

3.8 Procesamiento y análisis

Los resultados a obtenerse se analizarán estadísticamente mediante programas que son comúnmente usados como: MSTAT ó STATGHAPHIC.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

CAPITULO IV

8. MARCO ADMINISTRATIVO

4.1 Recursos

4.1.1 Recursos institucionales

Laboratorios de la Facultad de ciencia e ingeniería en alimentos
Biblioteca de la Facultad.

4.1.2 Recursos humanos

Director de tesis
Empastador de tesis
Ayudante de Laboratorio
Jefe de Laboratorio
Trabajo personal

4.1.3 Recursos materiales

Laboratorio de Procesamiento
Un computador personal
Utencillos
Reactivos
Material de oficina
Otros materiales
Consistómetro
Estufa
Baño termostático
Centrífuga
Balanza analítica
Desecador

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

4.1.4 Recursos Económicos

Rubro	Aporte UTA	Aporte graduando
Personal	200	400
Laboratorios	150	___
Computador		350
Utencillos	100	50
Reactivos de laboratorio	150	50
Materiales de laboratorio	400	100
Material de Oficina		70
Otros materiales		20
Consistómetro	100	200
Suman	**1100**	**1330**
Total	**2430 USD**	

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

4.2 Cronograma de actividades

4.2.1 Programación de actividades básicas en el tiempo

	MESES (2006)																											
	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
Actividades	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
Revisión bibliográfica																												
Formulación del plan																												
Aprobación del plan																												
Elaboración del perfil del proyecto																												
Revisión del proyecto																												
Análisis de investigación																												
Elaboración del primer borrador																												
Presentación del primer borrador																												
Revisión y corrección del borrador																												
Elaboración del segundo borrador																												
Presentación del segundo borrador																												
Revisión y corrección del borrador																												
Elaboración del proyecto final																												
Presentación final																												
Aprobación del proyecto																												

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

4.3 Bibliografía

4.3.1 Fuentes bibliográficas consultadas sobre el tema y metodología

- ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION Vol. 51 Nº 1, 2001
- Bressani, R. 1990, Chemistry, technology and nutritive value of maize tortillas. *Foods Rev. Int.,* 62: 225.
- Domínguez B., Ibáñez M.V., Rincón F., 2002 "Archivos Latinoamericanos de Nutrición" Universidad de nCórdoba – Córdoba, España, ISSN 0004-0622 versión impresa.
- Darrigol, Jean-luc, 1981 "Los cereales para tu salud" Ediciones Cedel, Barcelona – España, Pág. 40-41
- Kent, N,L, 1971, "Tecnología de cereales" Editorial Acribia, Zaragoza – España, Pág. 166 – 170.
- Pingali, P.L. & Heisey, P.W. 1996, Cereal crop productivity in developing countries: past trends and future prospects. In *Proc. Conf. Global Agric. Sci. Policy for the 21st Cent.,* Melbourne, Australia, p. 51-94.
- Paliwal R., 1998, "El maíz en los trópicos", CIMMYT, México D.F.
- SICA, 2003, "Estacionalidad de la producción de maíz duro de soya" Servicio de información, agropecuaria del Ministerio de Agricultura y ganadería del Ecuador.
- Scade John, 1981, "Cereales", Editorial Acribia, Zaragoza – España, pág. 63
- SOYA NOTICIAS, 1993, "Tortillas y Alimentos tipo Botana de Maíz Noxtamalizado", IW, Rooney

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

- Urízar A., Brezan R., 1999, “Ciencia y acción”, Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad del Valle de Guatemala.
- Zinder, M, 1992 “Calcium additives and sproutted wheat effects on phytate hydrolysis in whole wheat bread” Journal of food science pág. 57, 118

4.3.2 Internet

- http://www.economia.gob.mx/index.jsp?P=1818
- http://www.consumaseguridad.com/web/es/sociedad_y_consumo/2004/12/10/15668.php
- http://www.fredmeyer.com/Es-Supp/Soy.htm
- http://www.solae.com/company/sp/benefitsofsoy/benefitsofsoy.html
- http://www.pmministries.com/ministeriosalud/Leche/recetasleche/avena.htm
- http://www.elcomercio-sa.es/canalagro/datos/herbaceos/cereales/cebada.htm
- http://www.ebroacero.com/principalFrameset.htm
- http://www.agriculturadeprecision.org/siembCoseAlma/Efecto%20Temperatura%20Exterior%20sobre%20Atmosfera%20Interior%20sobre%20silobag.htm
- http://pppis.fao.org/
- http://www.aaprotrigo.org/guia/guiapagina.htm
- http://www.mejoravegetal.criba.edu.ar/Calidad/Instruc/index.htm
- http://www.bizkaia.net/Kultura/gaztea/pdf/ca_molinos.pdf
- http://es.wikipedia.org/wiki/Ma%C3%ADz
- http://www.agrocadenas.gov.co/balanceados/alimentos_reportes.htm

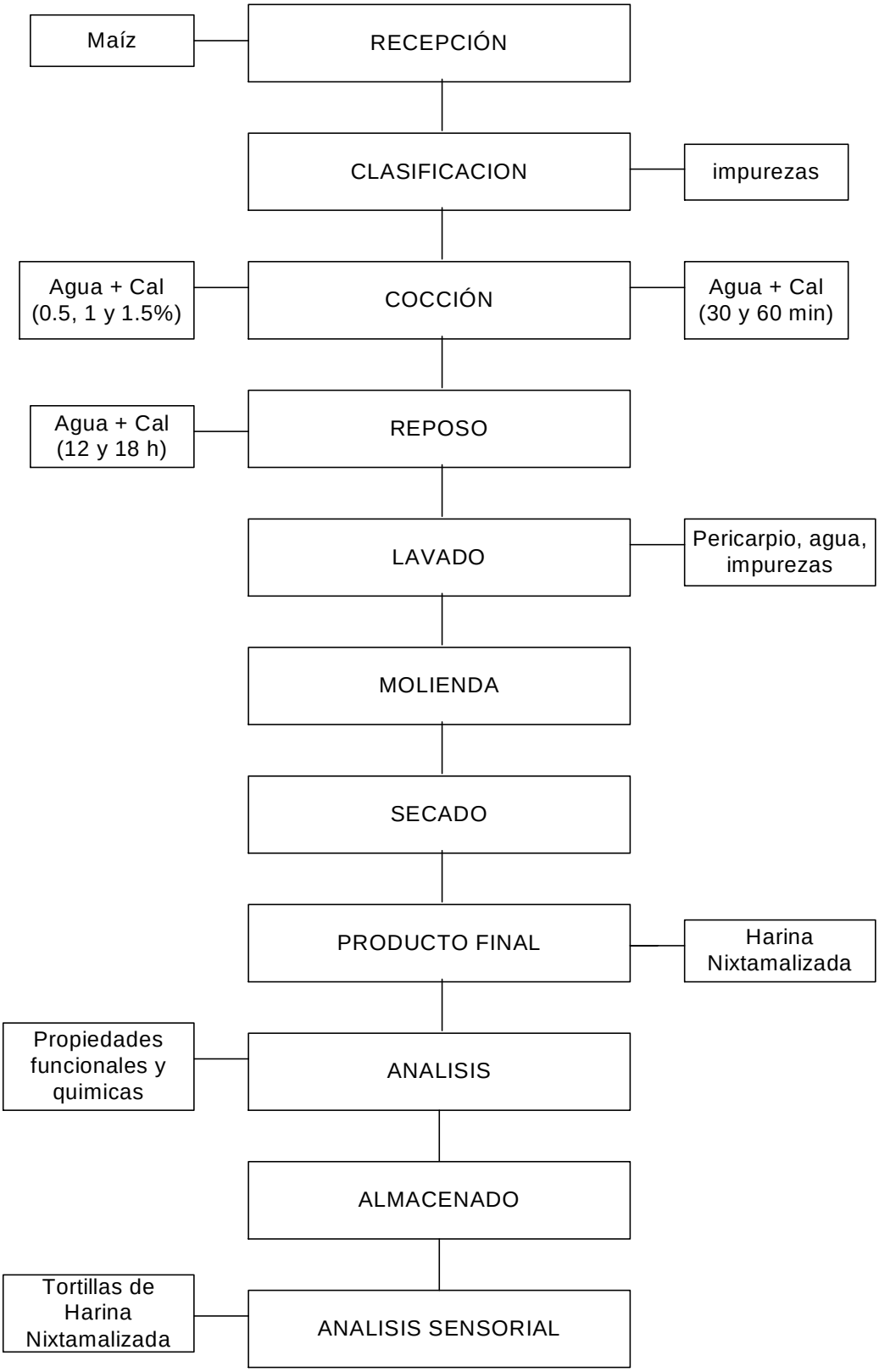
4.4 Anexos

4.4.1 Documentos que complementaran el proyecto

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

Anexo 1.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE OBTENCION DE HARINA NIXTAMALIZADA



Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

Anexo 2.

PRUEBA SENSORIAL DE ACEPTACION

Producto: TORTILLAS A BASE DE HARINA DE MAÍZ (*Zea mays, variedad amarillo*), CON DISTINTOS TRATAMIENTOS DE NIXTAMALIZACION

Nombre:……Fecha:……..

INSTRUCCIONES: Evalúe cada una de las muestras y marque con una (X), en la alternativa que Usted considere la mas adecuada.

ATRIBUTO	ALTERNATIVA	MUESTRA #		
		787	557	337
Color	Disgusta mucho			
	Disgusta poco			
	Ni gusta ni disgusta			
	Gusta poco			
	Gusta mucho			
Olor	Disgusta mucho			
	Disgusta poco			
	Ni gusta ni disgusta			
	Gusta poco			
	Gusta mucho			
Sabor	Disgusta mucho			
	Disgusta poco			
	Ni gusta ni disgusta			
	Gusta poco			
	Gusta mucho			
Textura	Disgusta mucho			
	Disgusta poco			
	Ni gusta ni disgusta			
	Gusta poco			
	Gusta mucho			
Aceptabilidad	Disgusta mucho			
	Disgusta poco			
	Ni gusta ni disgusta			
	Gusta poco			
	Gusta mucho			

COMENTARIO:……
……

Elaborado por: Mónica Oyaque

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

Anexo 3.

Variaciones de los aminoácidos durante la cocción alcalina del maíz (9/16 9 N)

Aminoácidos	Maíz	Tortilla	Maíz	Masa	Tortilla	MPC	Masa
Acido aspártico	6,2	6,2	7,2	6,9	5,8	8,4	8,4
Acido glutámico	20,3	19,0	18,8	19,5	18,9	15,4	15,7
Alanina	8,8	8,8	7,7	8,1	7,6	6,1	6,1
Arginina	5,1	4,2	5,4	4,6	5,5	8,3	7,9
Cisteinna	-	-	2,0	1,7	1,9	2.5	2,2
Cistina	1,0	0,9	-	-	-	-	-
Fenilalanina	3,7	3,8	5,0	5,2	4,7	4,3	4,2
Glicina	4,8	4,8	4,0	4,3	3,5	4,7	4,6
Histidina	2,7	2,4	2,9	2,8	3,5	3,9	3,8
Isoleucina	4,2	4,5	3,7	3,8	3,5	3,4	3,3
Leucina	12,2	9,6	12,6	13,4	12,1	8,3	8,3
Lisina	3,0	2,9	3,0	2,7	2,9	5,1	5,2
Metionina	1,9	1,9	2,8	2,9	2,3	1,9	1,9
Prolina	11,0	10,1	9,2	10,7	8,7	7,0	7,6
Serina	4,5	4,2	5,0	5,0	4,7	4,4	4,5
Tirosina	3,8	3,8	4,5	4,6	4,4	3,8	3,7
Treonina	3,0	3,0	3,8	3,8	3,4	3,6	3,6
Triptofano	0.5	0,5	-	-	-	-	-
Valina	4,5	4,8	4,8	5,3	4,9	5,1	5,0

Fuentes: Bressani y Scrimshaw, 1958: Sanderson et al., 1978

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

Anexo 4.

Composición aproximada del maíz en bruto y de las tortillas de fabricación casera e industrial

Producto	Humedad (%)	Proteínas (%)	Grasas (%)	Cenizas (%)	Fibra cruda (%)	Hidratos de carbono (%)	Calorías (por 100g)
Maíz							
Blanco	15,9	8,1	4,8	1,3	1,1	70,0	356
Amarillo	12,2	8,4	4,5	1,1	1,3	73,9	370
Blanco	13,8	8,3	-	1,2	-	-	-
Tortillas							
Blanco	47,8	5,4	1,0	0,8	0,7	44,5	204
Amarillo	47,8	5,6	1,3	0,8	0,6	44,4	212
Blanco	41,9	5,8	-	0,9	-	-	-
Industrial	40,5	5,8	0,9	1,1	1,4	50,3	226
Industrial	44,0	5,3	3,4	1,2	0,7	42,8	215
Industrial	45,2	5,2	3,1	1,4	1,1	41,1	206

Fuentes: Bressani ,Paz y Paz Scrimshaw,1958 ;Cravioto et al.,1945;Ramhotra.1958;Saldana y Brown,1984.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

Anexo 5

Contenido de ácidos grasos del maíz común, MPC y las respectivas tortillas (%)

Producto	C16:0 Palmítico	C18:0 Esteárico	C18:1 Oleico	C18:2 Linoleico
Maíz común	12,89	2,92	37,08	47,10
MPC opaco 2	15,71	3,12	36,45	43,83
Tortilla de maíz común	13,63	2,95	37,14	45,76
Tortilla de MPC opaco 2	15,46	3,25	35,84	43,03

Fuente: Bressani et al., 1990.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

Anexo 6

Fibra dietética del maíz común, MFC y tortillas (%)

Producto	Fibra dietética insoluble	Fibra dietética soluble	Fibra dietética total	Fibra neutro-detergente	Fibra ácido-detergente	Hemi-celulosa	Lignina
Maíz común entero	11,0	1,4	12,4	10,8	2,8	8,0	0,13
Tortilla de maíz común	9,5	1,4	10,9	9,0	3,0	6,0	0,15
MFC entero	13,8	1,1	14,9	-	-	-	-
Tortilla de MFC	10,3	1,9	12,2	-	-	-	-
Control tipo de tortilla	3,4	-	-	6,6	3,7	2,9	-
Control tipo de tortilla	4,1	-	-	-	3,8-5,0	-	-

Fuentes: Acevedo y Bressani, 1990; Bressani, Breuner y Ortiz, 1989; Bressani et al., 1990; Krause, 1988; Paredes, 1945; Pérez-Ordóñez y García, 1979

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

Anexo 7.

Contenido de minerales del maíz en bruto y de muestras de tortillas caseras e industriales (mg/100g)

Producto	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
Maíz en bruto	300	325	43	108	54	4,8	1,3	1,0	4,6
Tortilla casera 1	309	273	217	123	71	7,0	2,0	1,0	5,4
Tortilla casera 2	-	-	202	-	-	2,7	0,3	-	3,4
Tortilla casera 3	294	-	104	72	-	3,5	1,3	-	4,6
Tortilla industrial 1	315	-	182	106	-	4,0	2,5	-	3,2
Tortilla industrial 2	240	142	198	60	2	1,2	0,17	0,41	1,2
Tortilla industrial 3	289	185	205	63	9	1,5	0,19	0,40	1,1

Fuentes: Bressani et al., 1990; Krause, 1988; Pantoja, 1985; Vargas, Muñoz y Gómez, 1986.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

Anexo 8

Contenido de vitaminas del maíz en bruto y las tortillas (mg/100 g)

Producto	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Ácido fólico	Ácido pantoténico	Vitamina B_6	Caroteno	Total carotenoides
Maíz en bruto								
Blanco	0,38	0,19	2,00	-	-	-	-	-
Amarillo	0,43	0,10	1,85	-	-	-	0,30	1,32
Blanco	0,34	0,08	1,64	-	-	-	0,15	
Tortillas								
Blanco	0,10	0,04	1,01	-	-	-	-	-
Amarillo	0,11	0,05	1,01	-	-	-	0,12	0,41
Blanco	0,19	0,06	0,96	-	-	-	0,06	
Industrial	0,13	0,08	1,11	-	-	-	-	-
Industrial	0,07	0,04	1,61	0,014	0,24	0,12	-	-
Industrial	0,08	0,05	2,11	0,015	0,16	0,27	-	-

Fuentes: Bressani, Paz y Paz y Scrimshaw, 1955; Cravioto et al., 1945; Fahmida, 1984; Sidney y Brown, n, 1984.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.

Anexo 9

Calidad proteínica del maíz y las tortillas

Tipo de maíz	Calidad proteínica (PER)		
	Maíz	Tortillas	Caseína
Común	1,13±0,26	1,27±0,27	—
Común	1,49±0,23	1,55±0,23	2,88±0,20
NARC (opaco-2)	2,79±0,24	2,66±0,14	2,88±0,20
Comian	1,38	1,13	2,50
Común tropical	0,99±0,25	1,41±0,11	2,63±0,17
Comian semiarídia Xetzoc	0,96±0,19	1,41±0,20	2,63±0,17
Comian semiarídia Azcatea	1,02±0,19	1,41±0,17	2,63±0,17
Común semiarídia Sta Apolonia	0,71±0,20	0,98±0,17	2,63±0,17
NARC Nutricta	1,91±0,23	2,12±0,12	2,63±0,17
Valor biológico del maíz común	59,5	59,1	69,4
Aprovechamiento neto de las proteínas del maíz común	51,2	49,4	64,5

Fuentes: Bressani, Paz y Paz y Scrimshaw, 1955; Cravioto et al., 1945; Fernandez, 1984; Salcedo y Brown, n, 1984.

Created with novaPDF Printer (www.novaPDF.com). Please register to remove this message.