

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-León

Facultad de Ciencias Químicas- Ingeniería de Alimentos



Trabajo Monográfico para optar al Título de Ingeniero en Alimentos

“Desarrollo de una técnica de elaboración de harina nixtamalizada de maíz (*zea mays*), utilizando las instalaciones de planta de procesamiento de ajonjolí ubicada en Posoltega”

Autores:

- ◆ Bra. Lizbeth Elisa Vanegas Valdivia.
- ◆ Bra. Yali del Socorro Vargas Paiz.

Tutor:

Msc. Juana Mercedes Machado.

Asesor:

Ing. Yves Bartholomé.

León, Noviembre del 2007

Dedicatoria

Dedico este trabajo monográfico ante todo a *Dios*, nuestro señor por ser la luz que me guía, dándome la paciencia y fortaleza para poder concluir esta valiosa etapa de mi vida.

A mi mamá *Iliana Paiz* y a mis hijos *Cristiana y Manuel* por ser la base más importante en mi vida.

Yali del Socorro Vargas Paiz

Dedicatoria

Al concluir este trabajo, se lo dedico con todo mi corazón a **DIOS**, por darme la gracia de vivir, enfrentar con determinación los obstáculos y concluir con las metas propuestas.

A mí querida Madre **Candida Valdivia** (q.p.d), que nunca me falló, con su esfuerzo, dedicación y amor me entregó la única herencia que un padre le da a su hijo que son mis estudios.

A mi hija, **Roxana Abigail**, quien me alegra constante mis días y me impulsa a ser cada día mejor.

Finalmente a mi adorado esposo, **Juan Francisco Altamirano**, por su apoyo incondicional para el logro de mis metas profesionales.

Lizbeth Elisa Vanegas Valdivia

Agradecimiento

En primer lugar agradecemos a ***Dios***, quien nos ha guiado no sólo a lo largo de nuestros estudios, sino a lo largo de nuestras vidas, por darnos sabiduría y fortaleza, sin lo cual no hubiera sido posible alcanzar las metas propuestas.

A nuestros ***hijos***, que con su amor nos han motivado día a día a enfrentar con aplomo los obstáculos encontrados y seguir adelante.

A nuestros ***Padres*** que con su cariño incondicional, su férrea voluntad y sacrificio nos ayudaron a culminar con éxito nuestros estudios.

A nuestra tutora ***MSc. Juana Mercedes Machado***, que con voluntad y paciencia nos brindó su valioso tiempo y conocimientos para la realización de esta monografía.

A nuestro Asesor ***Ing. Yves Bartholomé*** por su apoyo y constante colaboración a lo largo del desarrollo del presente estudio.

A todos nuestros ***Maestros*** que a lo largo de estos años nos han brindado sus conocimientos y su experiencia para forjarnos como profesionales exitosos.

Al ***personal*** del Laboratorio de producción de Alimentos M.D.M. de la UNAN-León, por su valiosa cooperación.

Resumen

La presente investigación consistió en la definición de un flujograma de proceso para la obtención de harina de maíz, que pudiera ser implementado en las instalaciones de la descortezadora de aljonjolí perteneciente a la cooperativa de Cooperativa de Servicios Agropecuarios Nicarao (Nicaracoop), ubicada en el municipio de Chinandega.

En el desarrollo del presente trabajo se realizaron varios ensayos entre los que se destaca la implementación de una operación de nixtamalización sin y con tratamiento térmico, así como el uso de grano de maíz entero y grano desgerminado, las diferentes harinas obtenidas fueron objeto de evaluaciones organolépticas y de esta manera determinar el método más conveniente, que resulto aquel en que se implementa la operación de nixtamalización con tratamiento térmico y el uso de grano de maíz entero.

Los resultados anteriormente señalados son reafirmados por la evaluación de las características organolépticas y estimado de vida útil realizado a las harinas, así como a través de una encuesta de opinión aplicada a tortillas elaboradas a partir de las mismas.



INDICE

	Página
Dedicatoria	1
Agradecimientos	3
Resumen	4
I. Introducción	6
II. Objetivos	7
III. Marco Teórico	8
IV. Metodología	20
V. Discusión de Resultados	22
VI. Conclusiones	28
VII. Recomendaciones	30
VIII. Bibliografía	31
IX. Anexos	32



I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua se caracteriza por ser un país eminentemente agrícola debido que presenta un clima adecuado para diversidades de cultivos entre los cuales se destaca el Maíz (*Zea Mays*), siendo el maíz blanco el de mayor interés económico en la población dada la diversidad de productos que se obtienen del mismo y la cultura de consumo que existe en la región latinoamericana. En el presente estudio, se utilizó maíz blanco, proviniendo de Quilali, de la variedad HN-951.

En el país existe una alta producción de maíz, observándose que para el ciclo de producción 2005/2006, se produjo 7,936,000 quintales de maíz blanco, lo que corresponde a una área de siembra de 6,900 manzanas según los datos del MAGFOR. Esa producción en su mayor parte fue destinada al consumo interno y el excedente a las exportaciones, siendo su principal mercado la región centroamericana.

El consumo de maíz de la población Nicaragüense es en el 2001 de 126 libras per cápita y por año según los datos del MAGFOR y MIFIC. Entre los productos que se pueden elaborar a partir de maíz se encuentra la harina nixtamalizada que tiene su mayor uso en la elaboración de tortilla, producto de alto consumo en la población Nicaragüense. El 80 % de los hogares nicaragüenses, consumen tortilla de maíz, sin embargo en el país no existe ninguna industria que se dedique a la elaboración de harina de maíz, siendo empresas provenientes de Costa Rica y México que satisfacen la demanda existente en el País.

Por otra parte Nicaraocoop es una empresa cooperativa que tiene una planta que procesa y descortezas ajonjolí. Se ubica en Posoltega departamento de Chinandega, la cual tiene sus altos niveles productivos durante los primeros meses del año y el resto pasa prácticamente inactiva. En este sentido su directiva en conjunto con la Asociación Tecuilcan y la carrera de Ingeniería de alimentos proponen el presente estudio sobre el **Desarrollo de una técnica de elaboración de harina nixtamalizada de maíz (zea mays)**, a fin de implementar un proceso tecnológico que permita aprovechar las instalaciones de la planta, satisfacer la demanda nacional del producto y apoyar el desarrollo socio económico del país.



II. OBJETIVOS

Objetivo General

- Desarrollar una técnica de elaboración de harina nixtamalizada de maíz (*zea mays*) para su implementación en la planta de procesamiento de ajonjolí de Nicaraocoop ubicada en Posoltega, departamento de Chinandega.

Objetivos Específicos

1. Definir un flujograma de proceso con sus parámetros operacionales que se pueda implementar en NICARAOOCOOP, para la elaboración de harina de maíz nixtamalizada.
2. Realizar evaluación de las características organolépticas de tortillas a base de la harina de maíz nixtamalizada, a través de una encuesta de opinión
3. Estimar la vida útil de la harina de maíz nixtamalizada, a través de los cambios de las características organolépticas.
4. Estimar los costos de producción de la harina de maíz nixtamalizada, considerando los costo de materia prima e insumos, empaque y servicios de maquilado.



III. MARCO TEORICO

Generalidades.

El cultivo del maíz tuvo su origen en América central, especialmente en México donde se difundió hacia el norte. La evidencia más antigua de la existencia del maíz de unos 7000 años de antigüedad. Pese a la gran diversidad de sus formas al parecer todos los tipos principales del maíz conocido hoy en día, clasificado como *zea mays* eran cultivados por poblaciones autóctonas.

Se puede definir la planta del maíz como un sistema metabólico cuyo producto final es en lo fundamental almidón depositado en unos órganos especializados; esta compuesto por pericarpio, endospermo y germen.

El maíz tiene tres aplicaciones posibles: alimentos, forraje y materia prima para la industria; como alimento puede utilizarse todo el grano, o bien se puede elaborar con técnicas en seco para obtener un número relativo de productos intermedios como la sémola de partículas de diferente tamaño, el que respecta en su aplicación como forraje se emplea para elaborar piensos compuestos para aves de corral, cerdos y rumiantes. Los subproductos de la molienda en seco son el germen y la cubierta seminal, el primero se utiliza para obtener aceite comestible de elevada calidad, mientras que la cubierta germinal o pericarpio se emplea fundamentalmente como alimento aunque en los últimos años a despertado interés como fibra dietética.

Composición química proximal de las partes principales de los granos de maíz (%)

Componente químico	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3.7	8.0	18.4
Extracto etéreo	1.0	0.8	33.2
Fibra cruda	86.7	2.7	8.8
Cenizas	0.8	0.3	10.5
Almidón	7.3	87.6	8.3
azúcar	0.34	0.62	10.8



Contenido de aminoácidos esenciales de las proteínas del germen y el endospermo del maíz.

El aceite del germen suministra niveles relativamente elevados de ácidos grasos, quienes consumen el grano desgerminado obtendrán menos ácidos grasos que quienes comen el maíz entero elaborado, esta diferencia tiene igual importancia en lo que se refiere a las proteínas dado que el contenido de aminoácidos del germen difieren radicalmente de las proteínas del endospermo. No obstante las proteínas del germen proporcionan una cantidad relativamente altas de determinados aminoácidos aunque no suficiente para elevar la calidad de las proteínas de todo el grano. El germen aporta pequeñas cantidades de lisina y triptófano, los dos aminoácidos esenciales limitantes en las proteínas del maíz.

Contenidos de aminoácidos en el maíz.

Aminoácidos	Maíz %	Patrón de referencia
Lisina	2.88	4.2
Triptófano	0.61	1.4
Isoleusina	4.62	4.2
Leusina	12.96	4.8
Aminoácido azufrado	3.15	3.0
Fenilamina	4.54	2.8
Treonina	3.98	2.8
Valina	5.10	4.2

Composición del maíz y algunos de sus productos (por 100 gramos).

Alimento	Energía Kcal.	Humedad (%)	Proteínas (%)	Grasa (%)	Carbohidratos (%)	Calcio (mg)
Maíz	361	10.6	9.4	4.3	74.4	9
Harina de maíz	369	10.3	8.2	5.8	73.9	89
Masa	154	62.2	3.5	1.9	31.8	70
Tortilla	210	47.5	4.6	1.8	45.3	196



Harina de maíz: Es un polvo fino, seco de color blanco o blanco amarillento con un olor característico de masa de maíz, este polvo mezclado con agua produce una masa adecuada para hacer tortillas.

La harina de gruesa o sémola luego de ser molida puede ser almacenada como la harina de maíz nixtamalizada y tiene una vida anaquel de 6 meses o más; este proceso consta de principalmente de dos operaciones : cocción de la masa y deshidratación de la misma.

Componente	%
Humedad	10
Proteína	7.5
Fibra cruda	3
Cenizas o minerales	2
Grasa	15

La cal: El óxido de calcio es una base de fórmula CaO . También se denomina cal viva. Esta palabra interviene en el nombre de otras sustancias, como por ejemplo la cal apagada o cal muerta, que es hidróxido de calcio, Ca(OH)_2 . El óxido de calcio reacciona violentamente con el agua haciendo que esta alcance los 90°C .

Concepto de Nixtamalización: Es un procedimiento de antigüedad milenaria que logra, a través de la cocción del maíz en agua adicionada con cal, la gelificación de los almidones y otorga a la tortilla su proverbial flexibilidad y delicado sabor. En este proceso se libera la lisina disponible en el maíz y transforma a la tortilla en abundante de calcio.

Algunos aspectos sugieren que la temperatura mínima para efectuar la nixtamalización sea de 70°C pues a menor temperatura el grano se hidrata lo suficiente quedando duro, dando una masa granulosa sin la consistencia adecuada y la temperatura máxima sugerida a sido de 90°C pues a mayor temperatura el almidón del grano no se gelatiniza, quedando demasiado suave, obteniéndole una masa flácida y chiclosa que no permite la elaboración de las tortillas.

La concentración de la solución de cal debe ser entre 1-2 %, a menor concentración el grano no se hidrata lo suficiente quedando duro y la cascarilla no se desprende; a



mayor concentración de cal el grano toma un color rojo y no se suaviza, aun dejándolo en cocimiento por mas tiempo.

Cambios generales que ocurren durante la nixtamalización en la composición del maíz.

- ✓ Hay un incremento en el contenido de minerales debido a la introducción de iones de calcio.
- ✓ El contenido de la grasa se reduce debido básicamente a la hidrólisis alcalina de los ácidos grasos.
- ✓ La cantidad de fibra cruda tan bien disminuye ya que durante la nixtamalización se separa el pericarpio del grano y por el lavado también se elimina parte de este pericarpio.
- ✓ El contenido de proteica disminuye, este se debe a la solubilidad e hidrólisis de algunas fracciones proteicas y principalmente gluteninas. El 100% de proteínas se pierde durante el proceso de elaboración.
- ✓ Los hidratos de carbono del endospermo del maíz también sufren modificaciones. Ocurre una gelatinización parcial de los granos de almidón lo que ocasiona el rompimiento de los gránulos y liberación de cadenas de almidón (amilasa y amilopectina).
- ✓ Sobre las vitaminas hidrosolubles tiene una acción destructora, a pesar de existir perdidas de algunos nutrimentos el maíz nixtamalizado presenta un mejor valor nutrimental que el maíz crudo.

Cambios en la concentración de los nutrientes en el maíz convertido en tortilla.

Nutrientes	Maíz crudo (mcg/g)	Tortilla (mcg/g)	Cambio en %
Tiamina	3.84	1.55	-59.6
Riboflavina	1.14	0.55	-51.8
Niacina	20.00	13.54	-32.3
Caroteno	3.03	2.38	-21.5
calcio	4.00 mg /100g	198.80	+495.0



Evaluación de la calidad del maíz: El nivel y uniformidad del grano de maíz empleado como materia prima para la nixtamalización es determinante para la calidad del producto.

El efecto del grano sobre condiciones de nixtamalización se relaciona con la superficie total disponible para el intercambio de calor (calentamiento). En condiciones comparables, los granos grandes requieren mas calor para cocerse que los granos pequeños debido a que tienen menos superficie total; tamaños intermedios grandes son deseables ya que resisten cierto grado de sobre procesamiento y todavía producen masa y tortillas con calidades aceptables.

El exceso de materia extraña y granos quebrados en el maíz a menudo requiere de limpieza previa al procesamiento que resulta en una disminución en el rendimiento del producto, se requieren equipos para el manejo y cribado del grano.

La uniformidad en las características de calidad del maíz es fundamental para el control de calidad de los productos, sean masa o tortilla.

El establecimiento de rangos máximos de variabilidad en las características del grano puede ser útil en la optimización de procesos aunque muy probablemente incurriría en un aumento en el costo del maíz; se debe tomar en cuenta que existen diferencias naturales entre los granos de una misma mazorca y a condiciones ambientales fuera del control humano siempre existirán variaciones en las características de los granos de maíz, esto corresponde a los procesadores del grano la responsabilidad de minimizar dicha variabilidad en la calidad del maíz.

Factores críticos de control en el procesamiento: Los factores del control de la nixtamalización del maíz se encuentran a través de todo el proceso incluyendo:

- Tiempo y temperatura, empleado durante el cocimiento y reposo del grano.
- Lavado del nixtamal.
- Condiciones de molienda.
- Cortado de la masa.

Las condiciones de proceso deben promover los cambios de procesos físicos y químicos necesarios en el maíz para obtener la funcionalidad de textura y humedad deseada para el manejo y procesamiento del nixtamal y la masa, y la calidad del producto.



Cocimiento y reposo: Este ocurre durante el calentamiento y el enfriamiento de la mezcla de maíz, cal, agua, existen varias alternativas de adición del grano al agua para su cocimiento que emplea actualmente.

Es importante mantener la temperatura de la mezcla por un tiempo determinado, pues el cocimiento aplicado tiene como función hidrata el grano, suavizar el pericarpio, desnaturalizar proteínas y gelatinizar parcialmente el almidón.

Estos cambios físicos y químicos aumentan en la medida que los granos son más pequeños, están más quebrados y fracturados, la cal es más activa y soluble y se aplica mayor temperatura aproximadamente 60-70 °C.

El periodo de reposo debe permitir la difusión de la humedad dentro del grano para producir granos del nixtamal hidratados homogéneamente; en estas condiciones el nixtamal es blando y prácticamente esta libre de pericarpio, la cal es absorbida principalmente por el germen del grano, los granos se hinchan debido al efecto combinado de la gelatinización del almidón, degradación parcial de la estructura del endospermo, degradación /solubilidad parcial de la pared celular y al solubilidad parcial de la matriz proteica.

Lavado: El lavado tiene la función de eliminar el pericarpio ya suavizado el exceso de cal y el agua de cocimiento y de frenar el nixtamal; aquí se puede aplicar un mezclado o agitación mecánica para mejorar la transferencia de los materiales y aumentar la eficiencia del lavado, debe ser uniforme y llevar el nixtamal a una temperatura de 35 °C con mínimo uso de agua.

Como consecuencia del lavado el pH disminuye se pierde materia seca y puede mejorarse el color del producto, a veces se disminuye o se elimina el lavado con el objetivo de conservar la gama natural del maíz como la hemicelulosa y otras fibras solubles y no reduce rendimiento.

Estas gomas ayudan a retener el agua e imparten flexibilidad y suavidad a la masa y las tortillas, por otro lado cuando se retiene el exceso de cal existe un mayor riesgo de oscurecimiento de producto.



Molienda: Aquí se produce una masa de maíz compuesta por varias partículas que incluyen fragmentos del grano, pericarpio y germen, proteína, fibras hidratadas y grasa en mezcla con una humedad del 50-60%, la condición del nixtamal, la separación entre las piedras y el agua adicionada son factores a controlar durante la molienda.

Un nixtamal blando con un % de humedad entre 45-52% es adecuado para moler y producir masa para tortillas.

El tamaño y el tipo de piedras y estado del labrado y las separación entre las piedras afectan el tamaño de las partículas de la masa (finas o gruesa), la adición de agua durante la molienda disminuye la fricción, evita el sobrecalentamiento y produce masa mas suave , el rango de temperatura de la masa fresca cuando sale del molino es de 50-75 °C, de no ser controlado antes mencionado el nixtamal sobre cocido con alto contenido de humedad entre piedras cerradas sin adición de agua genera exceso de calor tiende a producir una masa pegajosa que seca rápidamente por eso decimos que son críticos para el control de la molienda.

Formado de la masa: Dependiendo del tipo de equipo mezclador y formador que se emplee para la masa, es en esta etapa donde se determinan las dimensiones y el peso de la tortilla, la consistencia inicial de la mas y el mezclado aplicado deben combinarse par producir masa que se pueda formar con las dimensiones deseadas.

En esta etapa se reflejan gran parte de los efectos de cocimiento y molienda previa, en caso de observarse efectos indeseables es demasiado tarde par corregir las características del nixtamal o la masa.

Horneado de la tortilla : Este tiene la función de cocer y secar parcialmente la masa, impartir una apariencia ligeramente tos y desarrollar la textura final de la tortilla, la combinación de la humedad y el tamaño de la partícula de la masa con la temperatura y el tiempo de resistencia en el comal o horno deben optimizarse la pieza se calienta y se sella la cara inferior con un mínimo de deshidratación, luego esta se voltea continua el calentamiento y se sella la segunda cara luego se aplica suficiente calor para producir vapor de agua en la pieza e inflar las tortillas, el contenido de humedad de la pieza e inflar las tortillas, el contenido de humedad de la mas debe ser suficiente para producir el vapor requerido para inflar la pieza y mantener suficiente humedad residual en la tortilla final.



El calentamiento del agua durante el horneado causa gelatinización del almidón y desnaturalización de proteínas que interaccionan con la fibra y grasa creando una textura que al hidratarse es responsable de la textura de la tortilla.

Atributos de calidad de las tortillas: Las características de calidad de las tortillas de maíz varían dependiendo de la región en que se estas se encuentren, existen tortillas delgadas y gruesas con pesos de 18-23 gr. /pieza para las delgadas y de 28-34gr para las gruesas, es de presencia común que las tortillas sean flexibles que se puedan recalentar.

La estabilidad de la textura en el anaquel durante 1-4 semanas es importante para tortillas empacadas distribuidas en mercados grandes. El nivel de humedad debe ser el suficiente para recalentarse y mantenerse flexibles el sabor y aroma típicos del nixtamalizado son preferibles por muchos consumidores, sin embargo las preferencias están mezclándose tortillas que tiene aditivos como ácidos y conservadores.

Aditivos para mejorar la calidad de la tortilla: Las características de los productos de maíz nixtamalizado generalmente son mejorados mediante el uso de aditivos son la textura y el color de las tortillas. Algunos aditivos como monoglicéridos, di glicéridos, hidrocoloides y enzimas pueden usarse para mejorar la flexibilidad de la tortilla tipos de enzimas, almidones modificados, salvado de trigo y gluten de trigo.

Glicéridos: interrumpen y lubrican la estructura de la tortilla haciéndola mas fácil de doblar y enrollar pero hacerla mas quebradiza.

Hidrocoloides: como la carboximetilcelulosa y la goma xanta tienen buen potencial de cohesividad a la estructura. Combinaciones óptimas de hidracoloides, mono y di glicéridos, enzimas tienen un gran potencial como mejoradotes de textura en masa y tortillas.

Entre los aditivos para blanquear esta nacidos que reducen Ph, además remoción completa de pericarpio, agentes oxidantes como el peroxido y óxidos. Aditivos comúnmente empleados como conservadores incluyen sales de sorbato de potasio, propianato de calcio y de sodio.

Principios técnicos del secado: El secado consiste en retirar por evaporación el agua de la superficie del producto y traspasarla al aire circulante. La rapidez de este proceso depende del aire la velocidad con la que este circule alrededor del producto



su grado de sequedad y las características del producto (composición y contenido de humedad). Si se busca un producto de primera calidad especial atención a los niveles de secado la temperatura moderada y un alto grado de humedad dentro de la secadora favorecen el desarrollo de hongos levaduras y bacterias. Si se toma en cuenta estos aspectos podrían pensarse que cuanto mas corto es el periodo de secado mejor son los resultados.

La presencia de microorganismos en especial Mohos y levaduras en un producto seco depende en gran medida de las cualidades particulares del alimento y del contenido de humedad presente en el.

Tipos de secado.

Secado al sol: Permite retirar agua hasta niveles del 15% que es suficiente en algunos casos. Para este sistema se requiere un espacio bastante grande y los alimentos expuestos al sol son susceptibles a la contaminación y a pérdidas debidas al aire los insectos los roedores y otros factores.

Ventajas.

- Prácticamente no requiere de ningún costo adicional ya que no utilizan combustible.
- No necesitan estructuras permanentes lo que permite que después de la estación de secado el terreno quede disponible para la agricultura o algún otro fin.

Desventajas.

- La pérdida de humedad puede no ser constante, ya que depende del clima
- El secado es muy lento y a menudo el producto no llega a secarse completamente en un solo día. Esto aumenta el riesgo de deterioro en especial debido al desarrollo de hongos.
- Los niveles de humedad que se alcanzan no son lo suficientemente bajos lo que aumenta la posibilidad de deterioro del producto durante el almacenamiento.
- Exposición a contaminación ambiental y suciedad así como de ingestación por insectos.
- Requiere de mano de obra adicional para extender el grano voltearlo y recogerlo cuando riesgo de lluvia.



- Los granos pueden adquirir un color oscuro y el nivel de ciertos nutrientes pueden disminuir por la exposición directa al sol.

Secadores artificiales o deshidratadores

Ventajas.

- No depende de condiciones climáticas.
- Mayor grado de control sobre el secado.
- Amplia variedad de productos que pueden ser procesados.
- Mayor capacidad y menor tiempo en el secado.
- Mayor seguridad de que el producto no se contamine por el medio.

Desventajas.

- Su costo de producción es mayor debido al uso de combustible o de energía eléctrica.
- Su nivel de inversión es mayor.
- Es difícil conseguir los repuestos o el apoyo técnico.

Consumo de maíz en el mercado nacional.

El consumo de maíz es principalmente por la vía de tortilla el sector urbano consume el 64% de esta mientras el sector rural el 78 lo cual se debe a que en los hogares urbanos no existe aun la costumbre de elaborar tortilla contrario al sector rural este ultimo da otros usos tales como tamal yotamal nacatamal tamal pisque entre otros.

Se estima que el sector rural la población de más bajos ingresos tiene un consumo de maíz entre 94 a 150 lb. Percápita en el sector urbano el consumo presenta niveles bastantes estables en distintos estratos de ingreso pasando de 66 lbs en el nivel mas bajo a 52 lbs per cápita en los mas altos. Siendo la tortilla el producto líder en el consumo de maíz hasta hace pocos años se elaboraba única y exclusivamente a partir de maíz cocido actualmente también se hace con harina de maíz importada pues no existe en el país oferta de este de producto.

El consumo de este producto (harina de maíz) esta concentrado en los hogares urbanos de ingresos medios. La industria de procesamiento representativa del maíz esta constituida por la fabricación artesanal de tortillas que es apoyada por los molinos de maíz que existen en el país.



Ventajas de la utilización de la harina en la producción nacional de tortilla.

- Capacidad de almacenamiento y utilización con mayor flexibilidad.
- Facilidad de manejo
- No se necesita ser sometida al proceso de cocción.
- Reducción en tiempo y costo de procesamiento.
- Requiere menor cantidad de combustible en su elaboración (menor presión ambiental).

Cooperativa Nicaraocoop: La Cooperativa de Servicios Agropecuarios Nicarao, es una empresa cooperativa conformada por un consorcio de organizaciones campesinas de Nicaragua que tiene como finalidad de promover el acceso de sus socios a los mercados de productos agroindustriales de alta calidad y establece una relación de responsabilidad con los consumidores. Dirige una política de precio justo hacia los productores agropecuarios, fomentando el uso de técnicas eco-amigables en la producción.

En estas cooperativas se estructura tres divisiones básicas:

- **División Agroindustrial:** encargada de la producción y comercialización de café, aceite, miel, frijón.
- **División Insumos:** encargada de la adquisición y distribución de fertilizantes e insumos a la producción.
- **División ajonjolí:** encargada de la operación de la Planta Posoltega, comprendiendo el acopio, procesamiento y comercialización de ajonjolí.

Planta descortezadora de ajonjolí de la cooperativa Nicaraocoop: Se encuentra ubicada en la carretera panamericana, a la altura de Posoltega departamento de Chinandega a 20 Km. de la Ciudad de León

La principal actividad que se desarrollan en planta es el pesado, almacenamiento, limpieza, descortezado y empacado del ajonjolí y consta de un área de 10 Mz de terreno pavimentado. Así mismo la planta cuenta con instalaciones básicas de infraestructura con área de reclasificación manual (9.5x6.30 m²), área de descortezado (482, 60m), talleres, bodega de almacenamiento y reclasificación de producto (36.10x18, 35m), bodegas de campo, oficinas administrativas, laboratorio de control de calidad, comedor, estacionamiento, casetas de vigilancia entre otros.



En cuanto a los suministros la planta cuenta con un sistema de bombeo de agua y almacenamiento (15,000 Gal.) propio, energía eléctrica de 440, 220 y 110 v, con su propio banco de transformadores (3x167 KVA + 1x 50 KVA) y un generadora de emergencia, tipo DETROIT de 550 KVA.

Instalaciones para uso de combustible líquido Diesel (2) y gas (3), que abastecen de energía a los tanques calentadores de agua.

Los equipos para procesamiento son variados y modernos

Equipos	Función
Zaranda	Permite el paso de los grano mas finos
Prelimpiadores	
Trasportadores	
Tanques de calentamientos	Se almacena el agua
Mezcladotes agitadores	
Secadoras y limpiadoras	Escurridora de agua
Tolvas de recepción	Seleccionan el grano
Laboratorio físico	Se detectan las impurezas del producto bruto
Juegos maquinas cliper	Es tamizar y seleccionar
Tanque de descortezado	Trabaja con agua caliente y sosa cáustica
Caldera de vapor	-
Área de lavado de producto	Se lava todo el producto seleccionado
Bandas seleccionadora	Selecciona los granos que están en buenas condiciones
Tolvas de empaque	Empaque
Maquina prensadora de aceite en frió	

La planta es operada por personal experimentado, tanto en sus procesos gerenciales administrativos cómo las operaciones de proceso, así como ofrecer un estricto control de calidad.



IV. METODOLOGÍA

El presente estudio de investigación es de carácter experimental y de corte transversal, realizado en el laboratorio de alimentos Mauricio Díaz Müller, de la carrera de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias químicas de la UNAN-León, el que consistió en el análisis y optimización de dos procesos tecnológicos para la obtención de harina de maíz nixtamalizada sin detrimento de su calidad nutricional, que puedan ser implementados considerando las condiciones de la planta descortezadora de ajonjolí de Nicaraocoop.

En el presente estudio se utilizó maíz de la variedad HN-951, proveniente de los beneficiados de Nicaraocoop en la región de Quilali, la cual fue caracterizada organolépticamente y se le determinó la humedad en una balanza de humedad, OHAUS-MB45.

En la definición del proceso tecnológico de obtención de la harina se analizaron dos procedimientos que se diferenciaron básicamente en la utilización de grano entero y grano desgerminado, ambos procesos contemplando las operaciones preliminares (Recepción, selección, limpieza y lavado) y las operaciones unitarias de mayor relevancia para la obtención del producto final como son la nixtamalización, secado y molienda, así como la operaciones de acondicionamiento de producto final.

Las variables de estudio fueron definidas en función de las operaciones unitarias implementadas, siendo que para la nixtamalización la concentración de óxido de calcio (CaO), uso o no de tratamiento térmico (cocción), en la operación de secado tiempo y temperatura y para la molienda el tamaño de partícula.

En el presente estudio se realizó una evaluación de las características organolépticas de las tortillas obtenidas de ambas harinas a través de una encuesta de opinión en la que se consideran criterio de sabor, color, olor y textura. La encuesta de opinión aplicada a una muestra de 25 personas escogidas al azar de la comunidad universitaria de la carrera de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas, fue diseñada y validada, los resultados obtenidos se procesaron a través de una hoja electrónica en Excel con criterios estadísticos como son la media y la desviación estándar, representadas en gráfico de pastel.



Posteriormente se caracterizo el producto final evaluando su contenido de humedad y las características organolépticas. Así mismo en el presente estudio se contemplo un estimado de la vida útil de la harina a partir de los cambios en las características organolépticas, reforzados a través de un análisis microbiológico (mohos y levaduras), y contenido de grasa realizados en el laboratorio de control de calidad de la carrera de Ingeniería de alimentos al cabo de 6 meses después de elaborado el producto.

En el estimado de costo de producción del producto obtenido, se consideraron criterios de costos de materia prima e insumos, empaque y servicios de maquilado.

Material y método:

1. Materia prima e insumos

Materia prima	Insumos
Maíz (zea mays)	Agua
	cal

2. Equipos

Equipos.	Capacidad.
Marmita	15 lb.
Secador de aire caliente	10 bandejas
Balanza de humedad	5 gr.
Molinos	--
Selladora	--
Balanza digital	30 Kg.
Mallas	
Cocina de gas	--

3. utensilio

Utensilio
Palas de madera
Pascones
Tinas de plástico



V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el estudio se utilizó maíz de la variedad HN-951, proveniente de los socios de Nicaraocoop ubicado en la zona de Quilali, el que fue transportado en sacos macen a las instalaciones del área de alimento del laboratorio de producción Mauricio Díaz Muller de la Facultad de Ciencias Químicas de la UNAN-León.

En lo referente a los resultados obtenidos de la definición del flujograma de proceso para la obtención de la harina es importante destacar que estos son producto del análisis de los parámetros de operación de dos procesos tecnológicos, que se diferencian principalmente en el tipo de materia prima a utilizar como son grano entero y desgerminado.

En la caracterización de la materia prima, en anexos No. 1, Tabla No.1 se presentan las características organolépticas observadas en la materia prima la que son color blanco amarillento, olor de maíz, sabor de maíz y textura dura.

Así mismo en tablas No. 2 se observan los resultados de la determinación de humedad para el caso del grano entero obteniendo un promedio de 8.3% con una desviación estándar (DS) de 0.7 y para grano desgerminados de 8.4 % con DS de 0.65, los valores de humedad obtenido entre en ambas materia prima no marcan diferencias significativas y se encuentran dentro rango establecido para este tipo de producto que es de 8 a 10 %, así mismo es importante destacar que la humedad es un factor que depende del manejo post-cosecha que se aplique al cereal.

La definición del flujograma de proceso, a implementar para la obtención de la harina de maíz, con fines de elaboración de tortillas comprende las siguientes operaciones unitarias: (anexo No. 3, gráfico No. 1).

Recepción de Materia Prima: Operación que consistió en la corroboración del pesaje e inspección del grano, el cual debe estar en buenas condiciones, libre de material extraño (piedras, animales, basuras, etc.) y con una humedad entre un rango de 8 a 10 %.

Selección y limpieza: Tiene la finalidad de eliminar suciedad o cualquier tipo de material extraño al producto (semillas ajenas, astillas, piedras etc.) con el objetivo de obtener un grano entero libre de suciedad.



Primer Lavado: Permite eliminar la suciedad no visible y disminuir la contaminación microbiológica, se realiza por aspersion, con suficiente agua potable, con frotamiento al grano, a fin de obtener una materia prima limpia y libre de impurezas.

Nixtamalización: operación unitaria que consiste en la cocción del grano de maíz en una solución acuosa de cal (CaO) al 1.5% a una temperatura 100°C x 45min, con el objetivo de aumentar la elasticidad del producto y a su vez eliminar la cascarilla y mejorar el sabor del producto.

Es importante destacar en este acápite, que el flujograma a desarrollar debían considerar las condiciones de infraestructura y equipamiento de la planta descortazadora de anjoolí de la cooperativa Nicaracoop, donde se pretende en una segunda fase implementar el proceso tecnológicos optimizado. En la planta, no se cuenta con tanque o marmita con sistemas de calentamiento para llevar acabo la cocción del grano, sin embargo existe un tanque de almacenamiento donde se podría poner el maíz a nixtamalizar en solución de cal, sin cocción, por lo tanto se realizaron pruebas ensayos previos con la finalidad de obtener harina excluyendo el proceso clásico de nixtamalización el cual no tuvo éxito, ya que se requiere de los equipos y parámetros de operación adecuada, sin embargo estas pruebas sirvieron para orientar la marcha analíticas de la investigación y obtener el flujograma de proceso adecuado.

En anexos No. 1, la tabla No. 4 se observa los resultados obtenidos en el primer ensayo preliminar de la harina obtenida del maíz luego de los 3 días de almacenado en una solución al 2 % de cal, con una temperatura inicial e 70-80°C, la que presentó un olor desagradable, color oscuro y una textura arenosa.

En el mismo anexo, tabla No. 5, se presentan los resultados del grano que fue almacenado por 3 y 4 días con una solución de 1.2% de cal, obteniendo que se dio formación de espuma espesa en la superficie del recipiente al momento de extraer el grano, debido a contaminación del medio por microorganismos fermentativos, el grano presentó una textura semi-dura, las harinas obtenidas presentaron olor desagradables y textura arenosa en ambos caso y color blanco pálido para la almacenada por 3 días y oscura a la almacenada por 4.

En ensayo realizado con solución de cal al 2% con una temperatura inicial de 100°C y almacenada por 4 días en termos, se observó que la harina obtenida presento olor desagradables, color blanco y textura arenosa y presento una humedad de 11%. Ver



anexo No. 1, tabla No. 6. Al repetir el ensayo anterior aumentado el tiempo de almacenamiento a 5 días, se observó desprendimiento de la cascarilla en el grano y en la harina obtenida el olor presentado era característico a maíz, color blanco y una textura arenosa que se refleja al momento de hacer la tortilla, ya que esta presentó una textura agrietada. Ver anexos No. 1, tabla No. 7.

Los resultados anteriores demostraron que es necesaria la operación de nixtamalización clásica que consiste en la cocción del grano en solución moderada de cal.

Segundo Lavado: Tiene la finalidad de eliminar completamente la cal y la cascarilla del grano de maíz, el cual se realiza manualmente presionando el grano entre las manos con agua potable y a temperatura ambiente.

Pre secado solar: Operación unitaria que permite eliminar el agua de la superficie del grano hasta niveles el 15%, el que se realizó colocando el grano sobre bandejas de acero inoxidable y expuesta al sol por 20 a 30 minutos.

El principal objetivo de esta operación es incrementar la vida útil del producto, reducir los costes energéticos, mejorar las cualidades sensoriales, la retención aromas, la preservación del valor nutricional e impedir el crecimiento microbiano, sin embargo este proceso está ligado a horario solar y depende de condiciones atmosféricas.

Secado: Operación que permite obtener un producto con 10% de humedad, se realiza en un secador de bandeja con aire caliente (eléctrico) por 55 minutos a una temperatura de 100°C.

Es importante señalar que en esta operación se realizó una curva de secado en función del contenido de humedad vs tiempo, obteniendo que la humedad del producto disminuye con respecto al tiempo hasta lograr la humedad adecuada de 10.4 %, la que se logra al cabo de 55 min. Ver anexo No. 3, gráfico No. 2.

Degerminación (opcional): tiene la finalidad de separar el germen del grano y obtener un producto con menos contenido en grasa y de color más blanco, se realizó en el molino a disco a fin de quebrar el grano entero y se separa el germen con ayuda de una zaranda por efecto del peso específico de ambos.



Molienda: operación realizada en un molino de discos con la finalidad de reducir las partículas al tamaño deseado, es importante señalar que es un punto de control, debido al afilado de los discos ya que estos facilitan la obtención de una harina con partículas fina (80 mesh).

Enfriado: Se realizo a temperatura ambiente con el objeto de evitar la condensación del agua en la harina y evitar el crecimiento de mohos y levaduras.

Empacado y almacenado: El empacado se realizó de bolsas de polipropileno, por su bajo costo y toxicidad, tiene la finalidad de proteger al producto de contaminación evitando el ataque de insectos y roedores, posteriormente es almacenado en un lugar libre de humedad y a temperatura ambiente.

En al caracterización del producto terminado en anexo No. 1 tabla No. 8 se observa que la humedad promedio de las 10 muestras analizadas obteniéndose un 10.4% con una desviación estándar de 2.

En el mismo anexo, tabla No. 9 se observan los resultados de las características organolépticas de ambas harinas, observando que la tonalidad del color es amarillenta cuando se parte de grano sin germen y blanquecino para el grano entero, el sabor y el olor es característico al maíz y su textura de polvo fino en ambos casos.

El estudio comprendió una evaluación del grado de aceptabilidad de tortillas obtenidas a partir de ambas harinas (grano entero y desgerminado), a fin de conocer los niveles de preferencia en función de las características organolépticas como son el sabor, color, olor y textura, así como el grado de aceptabilidad del producto, a través de un instrumento, ver anexo No. 2, documento No. 3, aplicado a 25 personas de la comunidad universitaria de la carrera de Ingeniería de Alimentos, seleccionadas al azar.

Los resultados obtenidos para la tortillas de harina de grano desgerminado se reflejan en anexos No. 3, gráfico No. 3, en lo que se observa que el 48% percibieron sabor a cal, 28% no estaban claros del sabor percibido, 16% manifestó apreciar sabor a tortilla, y solo un 8% sabor amargo.

En cuanto al color el 88% lo aprecio oscuro y el 12% como color característico a tortilla. Ver anexo No. 3, gráficos No. 4.



Así mismo en lo referente al olor un 64% opina a tortilla, un 20% un olor extraño y un 16% percibe olor a cal. Ver anexo No. 3 gráfico No. 5. En lo que respecta a la textura un 36% se refirió que la tortilla se sentía igual a la hecha de masa tradicional, 32% apreció una tortilla arenosa, un 20% se refirieron a un textura hulosa y solo un 12% la observaron quebradiza. Ver anexo No. 3, gráfico No. 6.

En el caso de los niveles de preferencia 76% opinó que es regular, 12% que es muy bueno y un 12% se refirió que el producto es malo. Ver anexo No. 3, gráfico No. 7.

La Tortillas elaboradas a partir de grano entero, presentaron según los encuestados en 92% que su sabor era a tortilla hecha de masa tradicional y un 8% se refirió un sabor a cal. Ver anexo No. 3, gráfico No. 8, en relación al color el 72% manifestó percibirlo característico a tortilla, 20% blanco pálido y solo un 8% a oscuro, Ver anexo No. 3, gráfico No. 9, así mismo el olor percibido para los encuestados en un 96% es agradable a tortilla y 4% considero que tenía olor a cal. Ver anexo No. 3, gráfico No. 10.

En lo referente a la textura un 88% manifestó ser agradable, característica de la tortilla y un 12% ser quebradiza al degustarla. Ver anexo No. 3, gráfico No. 11. Así mismo para la aceptabilidad el 80% manifestó que el producto es muy bueno, 12% como excelente y el 8% regular. Ver anexo No. 3, gráfico No. 12.

En lo referente a las pruebas microbiológicas (mohos y levaduras) se realizaron cuando las muestras tenían seis meses de elaboración, los resultados obtenidos son de mohos $<1 \times 10^1$ UFC/g y 7×10^1 UFC/g levaduras para la harina con grano entero, 2×10^3 UFC/g y $<1 \times 10^1$ FC/g. para la harina sin germen. En el caso de la harina obtenida de grano entero estos valores al compararse con la norma de la harina de trigo están dentro del margen permitido, en cambio para la harina obtenida de grano desgerminado se sale ligeramente, lo que es atribuido a la mala manipulación del producto o la humedad relativa del medio, cuando esta fue empacada o almacenada. Ver anexo No 2 documento 1 y 2

En la estimación de la vida útil, a las muestras en estudio se les evaluaron las características organolépticas cada mes observándose en anexo No. 1 tabla No. 10, que al cabo de seis meses no se presentaron variantes significativas en la harina obtenida a partir de grano entero, al contrario en al harina obtenida del grano desgerminado el color se tornó negruzco y sabor percibido fue a rancio.



Finalmente en la estimación de costo de producción se considero los resultados obtenidos a escala semi industrial para una producción de 215 Kg. de harina, partiendo de 310 Kg. de maíz, ver anexo No. 1, tabla No. 10, donde se observa los gastos incurridos en materia prima, empaque y maquilado del producto para un total de US \$ 275, para un costo unitario en presentación de bolsa de 1 Kg. de US \$ 1.3.



VI. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se logro definir las características de calidad organolépticas y de humedad requerida en la materia prima para la obtención de harina de maíz nixtamalizada, siendo estas, maíz de la variedad HN-951, color blanco amarillento, textura sólida, olor y sabor característico, así como una humedad promedio de 8.3% con una desviación estándar (DS) de 0.71.

Un aspecto importante de destacar es el hecho que los resultados obtenido de la evaluación organoléptica, microbiológicas de la harinas y del grado de aceptabilidad de las tortillas obtenidas a partir de grano entero o dergeminado, deja claramente evidenciado que la harina obtenida del grano entero es la mejor opción para llevarse acabo en las instalaciones de Nicaracoop.

Así mismo en la definición del flujograma de proceso de elaboración de la harina es determinante la operación de nixtamalización con un tratamiento térmico a 100°C por 45 minutos, a fin de lograr el desprendimiento de la cascarilla y las características organolépticas tanto de la harina obtenidas, así como de las tortillas elaboradas a partir de las mismas, por lo que Nicaracoop deberá adquirir el equipo necesario para llevar acabo este proceso.

La calidad de la materia prima, la aplicación de buenas practicas de manufacturas y el control de los parámetros de la diferentes operaciones implementadas a lo largo del proceso son fundamentales en la definición de las características organolépticas y de humedad del producto final, por lo que esto deberán permitir obtener harina con una humedad del 10 % con una Ds de 1.97 y con características de color amarillenta, textura de polvo fino, sabor y el olor es característico al maíz.

Los resultados microbiológicos realizados después de seis meses de almacenamiento de las harina reportan que se da la formación de $<1 \times 10^1$ UFC/g y 7×10^1 UFC/g respectivamente para mohos y levaduras, que comparados a productos similares como la harina de trigo, estas cumplen, dado que las normas establecidas para este producto reportan un máximo de 1000 UFC/g. Si a lo anterior se le suma el hecho que no hubieron cambios considerables de los atributos organoléptico, se puede asegurar que la vida útil de la harina obtenida es de un mínimo de seis meses.



En la encuesta de opinión a cerca del grado de aceptabilidad de las tortillas obtenidas a partir de la harina elaborada a partir del grano entero el 80% manifestó que el producto es muy bueno y 12% como excelente.

Finalmente en la estimación de los costos de producción unitarios de la harina elaborada permitiera definir que este es de US \$ 1.3 por kilogramo en presentación de bolsa de polipropileno.



VII. RECOMENDACIONES.

- Desarrollar el presente estudio a escala semi-industrial, haciendo uso de molino de martillo a fin de lograr uniformidad de la granulometría de la harina

- Realizar estudio de vida útil del producto elaborado ensayado con diferentes tipos de empaques.

- Realizar un estudio de mercado que permita definir la oferta y demanda del producto elaborado.

- Realizar un estudio sobre la evaluación financiera de instalación e implementación de una planta procesadora de este tipos de producto.



VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Lemos- Flores calidad nutricional de maíz, Tortillas y frijoles a nivel de complementación. Instituto Tecnológico volumen # 98 Celaya ,2003
2. Trejo González A gusto, La Nixtamalización, Congreso nacional de Nixtamalización. Unidad profesional interdisciplinaria de biotecnología. Departamento de bioproceso México, D.F septiembre 19 de 2006.
3. Asociación América de soya .Avances en manufactura y calidad Seminario de productos de maíz nixtamalizados. México. D.F, Septiembre 2006.
4. Almeida Helbert DRS y Lloycl . Mejoramiento de calidad de producto nixtamalización Mexico D.FD 2006.
5. Colección FAO. El maíz en la nutrición Humana . en América latina Alimentación y nutrición Volumen # 25 rama 1993
6. Colección FAO: La importancia del maíz en la Nutrición humana en América latina . Alimentación y nutrición Volumen # 5 , Guatemala INCAP-OPS. 1992
7. Irma Contreras de Cuadras, Manufactura a escala piloto harina de maíz nixtamalizada n, complementada con harina de soya. guía. Campus medico 1974
8. Ivesl My, Alimentos Harina file. Ilc Documents and settings www.wikipedia.com/laensiclopedia libre 14-04-005
9. Boletín de seguridad alimentaría nutricional <http://209.85.164.104/www.fews.nrt.nicaragua> 2006.
10. I/I CA Estudios de la cadena de Comercialización del Maíz Edítate Volumen#10 Guatemala 2005



ANEXOS



Anexos 1

Tablas



Tabla No. 1: Características Organolépticas de Materia Prima.

Muestras analizadas	Color	Olor	Sabor	Textura
10	Blanco amarillento	Característico a Maíz	Maíz	Dura

Tabla No. 2: Determinación de humedad en Grano entero.

Muestras Analizadas	Humedad %	Sólidos %
M.1 _(GE)	8.36	91.64
M.2 _(GE)	8.10	91.90
M.3 _(GE)	8.30	91.70
M.4 _(GE)	7.74	92.26
M.5 _(GE)	9.00	91.00
M.6 _(GE)	9.15	90.85
M.7 _(GE)	7.65	92.35
M.8 _(GE)	9.35	91.67
M.9 _(GE)	8.33	91.67
M.10 _(GE)	7.33	92.27
Promedio	8.3	91.7
Desviación Estándar	0.7	0.5

Tabla No. 3: Determinación de humedad en Grano desgerminado.

Muestras Analizadas	Humedad %	Sólidos %
M.1 _(SG)	9.20	90.80
M.2 _(SG)	8.27	91.73
M.3 _(SG)	9.25	90.75
M.4 _(SG)	7.78	92.92
M.5 _(SG)	8.40	91.60
M.6 _(SG)	8.20	91.80
M.7 _(SG)	9.25	90.72
M.8 _(SG)	7.70	92.30
M.9 _(SG)	9.20	90.80
M.10 _(SG)	8.36	91.64
Promedio	8.4	91.6
Desviación Estándar	0.6	0.7



Tabla No 4: Ensayo Preliminar No. 1

	Metodología	Resultado
MX ₂	11 Kg. de maíz con 22kg de agua al 2% de cal - almacenada en un recipiente de aluminio con temperatura inicial 70 ^o a 80 ^o C por 3 días	Olor: desagradable Color : oscuro Textura: arenosa

Tabla No. 5: Ensayo preliminar No. 2

	Metodología	Resultado
MX ₁	11 Kg. de maíz con 22kg de agua al 1.2% de cal - almacenado en recipiente de plástico con temperatura inicial 70 a 80 ^o C por 3 días	Olor : desagradable Color: blanca pálida Textura : arenosa
MX ₂	11Kg. de maíz con 22kg de agua al 1.2% de cal - almacenado en un recipiente de plástico con temperatura inicial 70 a 80 ^o C por 4 días	Olor: desagradable Color : oscuro Textura: arenosa

Tabla No.6: Ensayo Preliminar No. 3

	Metodología	Resultado final
Mx ₁	11kg de maíz con 22kg de agua al 2% de cal - almacenado en un termo con agua caliente con una Temperatura inicial de de 100 ^o C por 4 días.	Olor : desagradable Color : blanco Textura : arenosa % H = 11



Tabla No. 7: Ensayo preliminar No. 4

	Metodología	Resultado final
Mx ₃	4.4 Kg. de maíz con 17.6 kg de agua al 2% de cal a temperatura inicial 100°C - almacenado por 5 días	Olor : característico al maíz Color : blanco Textura : arenosa Desprendimiento de cascarilla

Tabla No. 8: % de humedad de Harina de maíz nixtamalizada

No muestra	% de humedad	Desviación Estándar
10	10.4	2

Tabla No. 9: Características organoléptica de producto terminado

Muestra	Color	Sabor	Olor	Textura
Grano desgerminado	Amarillento	Característico a maíz	Característico a maíz	Polvo fino
Grano entero	Blanquecino	Característico a maíz	Característico a maíz	Polvo fino



Tabla No 10: Estimación de vida útil a través de evaluación de características organoléptica de ambas harina.

M (x)	Periodo	Color	Olor	Sabor	Mohos	Levaduras
M_{x_1} M_{x_2}	1 mes	Blanquecino Amarillo-oscuro	Característico A cal	Tortilla A cal		
M_{x_1} M_{x_2}	2 meses	Blanquecino Amarillo-oscuro	Característicos A cal	Tortilla Ceniza		
M_{x_1} M_{x_2}	3 meses	Blanquecino oscuro	Característico A cal	Tortilla Ceniza		
M_{x_1} M_{x_2}	4 meses	Blanquecino oscuro	Característico A cal	Tortilla Ceniza		
M_{x_1} M_{x_2}	5 meses	Blanquecino oscuro	Característico Rancio	Tortilla Rancio		
M_{x_1} M_{x_2}	6 meses	Blanco-amarillo negruzco	Característico Rancio	Tortilla Rancio	$<1 \times 10^1$ UFC/g 2×10^3 UFC/g	7×10^1 UFC/g $<1 \times 10^1$ UFC/g

M_{x_1} : Harina de maíz nixtamalizada, técnica de grano entero.

M_{x_2} : Harina de maíz nixtamalizada, técnica de grano sin germen



Tabla No. 11: Consolidado de la Prueba de Aceptabilidad.

Características	Mx ₁ %	Mx ₂ %
Sabor		
Tortilla	16	92
Amargo	8	
Cal	48	8
Otros	28	
Color		
Tortilla	12	72
Oscuro	88	8
Amarillo		
Blanco		
Blanco-pálido		20
Otros		
Olor		
Tortilla	64	96
Cal	16	4
Desagradable		
Extraño	20	
Textura		
Tortilla	36	88
Hulosa	20	
Quebradiza	12	12
Arenosa	32	
Otros		
Aceptabilidad		
Excelente		12
Muy bueno	12	80
Regular	76	8
Malo	12	

Mx₁: Técnica de grano sin germen.

Mx₂: Técnica de grano entero.



Tabla No. 12: Estimación de Costos Totales de Producción para 215 Kg. de Harina de Maíz Nixtamalizada.

Concepto	Unidad de medida.	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo Total \$
Materia prima e insumos				
Maíz	Kg.	310	0.47	127.6
Cal	Kg.	1.24	0.22	0.3
Subtotal				127.9
Empaque				
Bolsas	Unidades	215	0.08	17.2
Etiquetas	Unidades	215	0.03	6.45
Cajas	Unidades	10	1.2	12
Subtotal				35.7
Servicios				
Cobro de ICOPA S.A.				111.10
Subtotal				111.10
Total				275

CVU = Costo total / Uds. Producidas.

CVU = 275/ 215

CVU = \$ 1.3



ANEXOS 2

Documentos



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
LEON, NICARAGUA, C.A.

Ref:

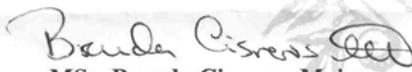
INFORME DE RESULTADOS

NOMBRE DEL SOLICITANTE : TECUILCAN
NOMBRE DE LA MUESTRA : Harina Desgerminada
FECHA : León, Junio 05 de 2006

RESULTADOS

FÍSICO QUÍMICO	
Grasa	16.77 %

NOTA: Solamente damos fe de la muestra analizada.


MSc. Brenda Cisneros Mairena
Jefe de Departamento
Control de Calidad de Alimentos




Lic. Sandra Navarrete
Analista

Cc: Archivo



Documento No. 2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
LEON, NICARAGUA, C.A.

Ref.:

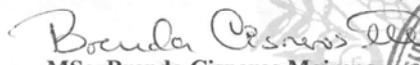
INFORME DE RESULTADOS

NOMBRE DEL SOLICITANTE : TECUILCAN
NOMBRE DE LA MUESTRA : Harina de Maíz con grano entero
FECHA : León, Junio 05 de 2006

RESULTADOS

FÍSICO QUÍMICO	
Grasa	16.53 %

NOTA: Solamente damos fe de la muestra analizada.


MSc. Brenda Cisneros Mairena
Jefe de Departamento
Control de Calidad de Alimentos




Lic. Sandra Navarrete
Analista

Cc: Archivo



Documento No. 3: Instrumento de recolección de información para determinar el grado de aceptabilidad

"Harina de Maíz Nixtamalizada" (Tortilla)

A continuación se le presenta una serie de muestras del producto "Harina de Maíz Nixtamalizada" (Tortilla), la que deberá degustar para luego marcar con una X la casilla correspondiente a sus apreciaciones en cuanto a color, olor, sabor y textura, según lo que mejor describa su gusto.

I. Sabor:

Característico a Tortilla _____
Amargo _____
A cal _____
Otros _____

II. Color:

Característico a Tortilla _____
Oscuro _____
Amarillo _____
Blanco _____
Blanco pálido _____
Otro _____

III. Olor:

A Tortilla _____
A cal _____
Desagradable _____
Extraño: Especifique _____

IV. Textura:

Tortilla natural _____
Hulosa _____
Quebradiza _____
Arenosa _____
Otros _____

En general, qué le parece el producto?

Excelente _____ Muy Bueno _____
Regular _____ Malo _____

Observaciones:

¡Gracias por su colaboración!



Documento No. 4: Ficha Técnica de Harina de Grano Entero.

Nombre de la empresa	ficha técnica	control de calidad	
		código:01	producto terminado:
Nombre:	Harina de Maíz Nixtamalizada		
Descripción física:	Es un polvo fino, seco de color blanco o blanco amarillento con un olor característico de masa de maíz.		
Ingredientes principales	Maíz.		
Características sensoriales	Olor: característico de masa de maíz Color: blanco amarillento Sabor: a maíz textura: fina		
Características físico-químicas:	Grasa:16.77% Humedad:10.4% Sólidos:80.60 %		
Características microbiológicas	Mohos: $<1 \times 10^1$ UFC/g Levaduras: 7×10^1 UFC/g		
Forma de consumo y consumidores potenciales	Adicionar agua hasta forma una masa semisólida y formar tortilla. Público en general.		
Empaque y presentaciones	Bolsas de 1kg de polipropileno		
Vida útil esperada:	6 meses		
Instrucciones en la etiqueta:	Nombre del producto, nombre de la empresa, numero de lote, fecha de elaboración y vencimiento, indicaciones luego de abierto, ingredientes, registro sanitario, tabla nutricional, código de barra.		
Controles especiales durante distribución y comercialización:	Consérvese en un lugar fresco y seco.		



Documento No.5: Ficha técnica de Harina de grano desgerminado

Nombre de la empresa	ficha técnica	control de calidad	
		código:01	producto terminado:
Nombre:	Harina de maíz nixtamalizada		
Descripción física:	Es un polvo fino, seco de color blanco o blanco amarillento con un olor característico de masa de maíz		
Ingredientes principales	Maíz.		
Características sensoriales	Olor: característico de masa de maíz Color: blanco Sabor: a cal textura: quebradiza		
Características físico-químicas:	Grasa:16.53% Humedad:10.00% Sólidos:90.00 %		
Características microbiológicas	Mohos: 2×10^3 UFC/g Levaduras: $< 1 \times 10^1$ UFC/g		
Forma de consumo y consumidores potenciales	Adicionar agua hasta forma una masa semisólida y formar tortilla. Publico en general.		
Empaque y presentaciones	Bolsas de 1kg de polipropileno		
Vida útil esperada:	6 meses		
Instrucciones en la etiqueta:	Nombre del producto, nombre de la empresa, numero de lote, fecha de elaboración y vencimiento, indicaciones luego de abierto, ingredientes, registro sanitario, tabla nutricional, código de barra.		
Controles especiales durante distribución y comercialización:	Consérvese en un lugar fresco y seco.		



Documento No.6: CARTA TECNOLÓGICA				
Harina de maíz nixtamalizada. (grano entero)				
DESCRIPCION	PARAMETRO DE OPERACIÓN	ESPECIFICACION	MAQUINARIA	
			Nombre	Capacidad
Recepción	La materia prima se inspecciona y se caracteriza, para su posterior procesamiento.	Grano entero y limpio.	Manual	
Selección y limpieza	Eliminar suciedad, o cualquier tipo de material extraño.		Manual.	
Lavado	El maíz se higieniza con agua potable para eliminar todos los residuos de tierra y otros, además de reducir un poco la carga microbiana	Grano limpio.	Manual. Tinas de plástico	
Pesado y formulación	Cantidad de maíz a procesar, cal y agua a adicionar	Cal: 1.5% Agua: 2lb/1 lb. de maíz	Balanza.	30 Kg.
Cocción	Se realiza con el objeto de ablandar el grano, además de ser la etapa donde se da el nixtamalizado del maíz.	Temperatura Tiempo: 45 min.	Marmita	15 lb.
Lavado	Retirar completamente la cal y proporcionar un grano limpio.	Abundante agua	Manual y se realiza en tinas plásticas	100 lts
Secado	Se realiza con el objeto de reducir agua del producto	Tiempo: 45 min. Temperatura: 100 °c	Deshidratador de bandejas con aire caliente.	10 bandejas.
Molienda	En un molino de discos con la finalidad de reducir las partículas al taño deseado.		Molino de discos	
Tamizado	Se realiza con una malla para obtener harina mas fina.	Malla: 80 mech.	malla	
Enfriado	Se realiza con el objeto de evitar la condensación del agua en la harina y evitar el crecimiento de mohos y levadura.			
Empacado y embalado	En bolsas de polipropileno por su bajo costo y toxicidad	1 Kg.	Manual. Selladora eléctrica	



Documento No.7: CARTA TECNOLÓGICA				
Harina de maíz nixtamalizada (grano sin germen)				
DESCRIPCION	PARAMETRO DE OPERACIÓN	ESPECIFICACION	MAQUINARIA	
			Nombre	Capacidad
Recepción	La materia prima se inspecciona y se caracteriza, para su posterior procesamiento	Grano entero y limpio	Manual	
Selección y limpieza	Eliminar suciedad, o cualquier tipo de material extraño.		Balanza Digital.	
Pesado y formulación	Cantidad de materia prima a procesar, cal y agua a adicionar	Cal: 1.5% Agua: 2lb/1 lb. de maíz	Tinas de plástico con capacidad de 50litros	
Lavado	Se realiza para obtener materia prima uniforme y facilitar la penetración de calor al momento del escaldado.		Manual.	
Cocción	Se realiza con el objeto de ablandar el grano, además de ser la etapa donde se da el nixtamalizado del maíz.	Tiempo: 45 min.	Secador industrial de aire forzado ST3	15 kg.
Lavado	Retirar completamente la cal y proporcionar un grano limpio.	Abundante agua		.
Secado	Es el proceso final la cual se debe a temperatura ambiente preferiblemente para darle una mayor vida útil a los diferentes productos.			
Desgerminado	Se realiza quebrando el grano en el molino		Molino de discos	
molienda	En un molino de discos con la finalidad de reducir las partículas al tamaño deseado.		Molino de discos	
Tamizado	Se realiza con una malla para obtener harina mas fina.	Malla: 80 mech.	malla	
Enfriado	Se realiza con el objeto de evitar la condensación del agua en la harina y evitar el crecimiento de mohos y levadura.			
Empacado y embalado	En bolsas de polipropileno por su bajo costo y toxicidad	1 kg	Manual. Selladora eléctrica	

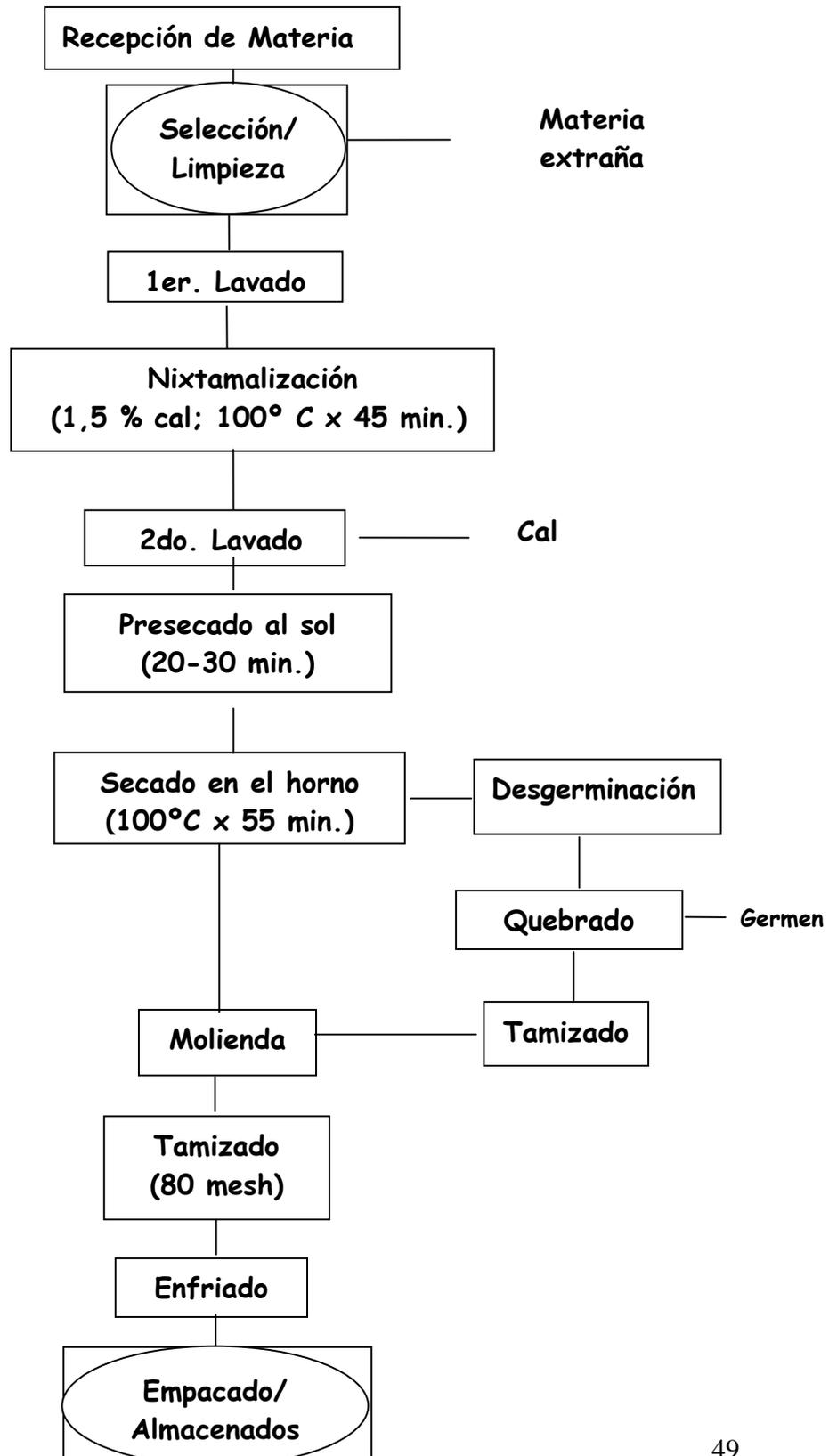


ANEXOS: 3

Gráficos



Gráfico No. 1: Flujogramas de procesos de elaboración de Harina de maíz Nixtamalizada





**Gráfico No. 2: Velocidad de Pérdida de Humedad en secado del
Grano Entero A 100 °C x 55 min.**

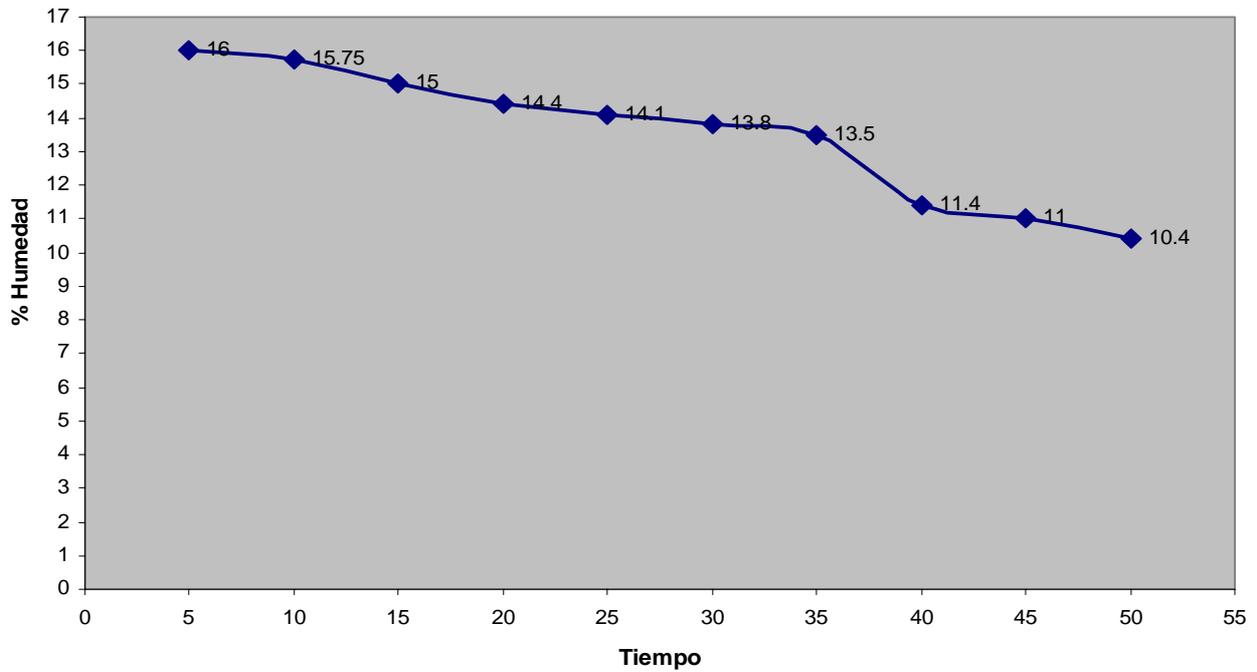




Grafico N°3. Con Respecto Al Sabor.

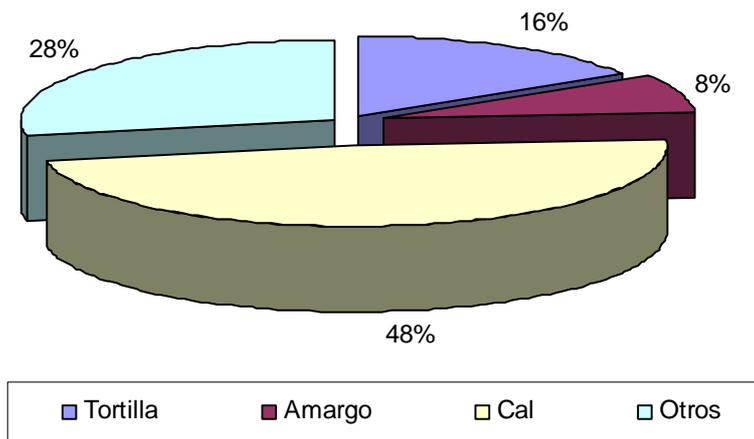


Grafico N°2. Con Respecto Al Color.

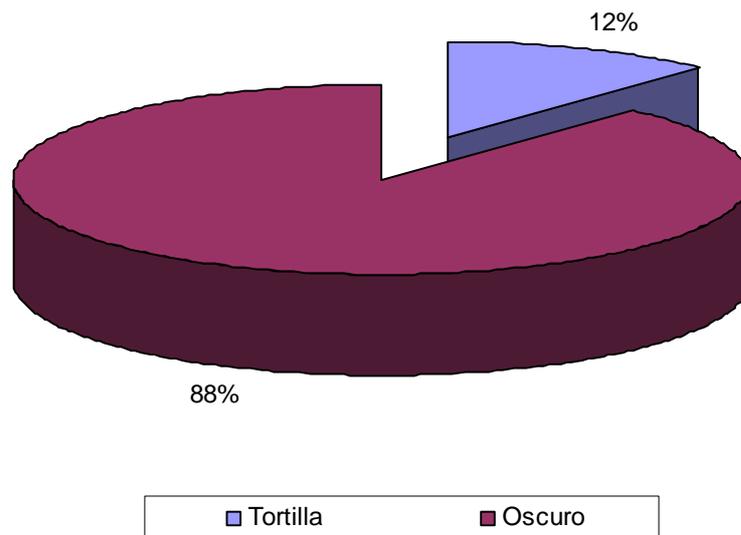




Grafico N°3. Con Respecto Al Olor.

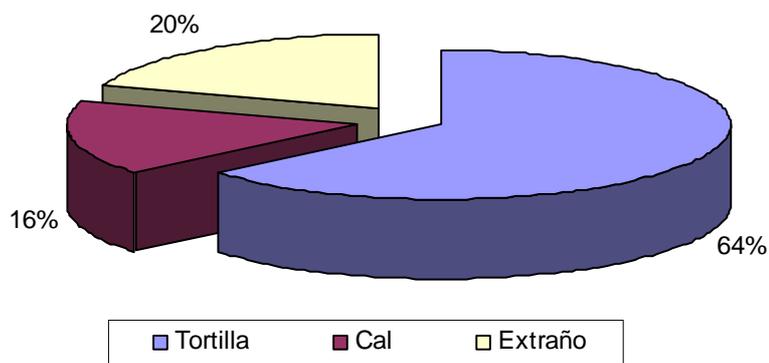


Grafico N°4. Con Respecto A La Textura.

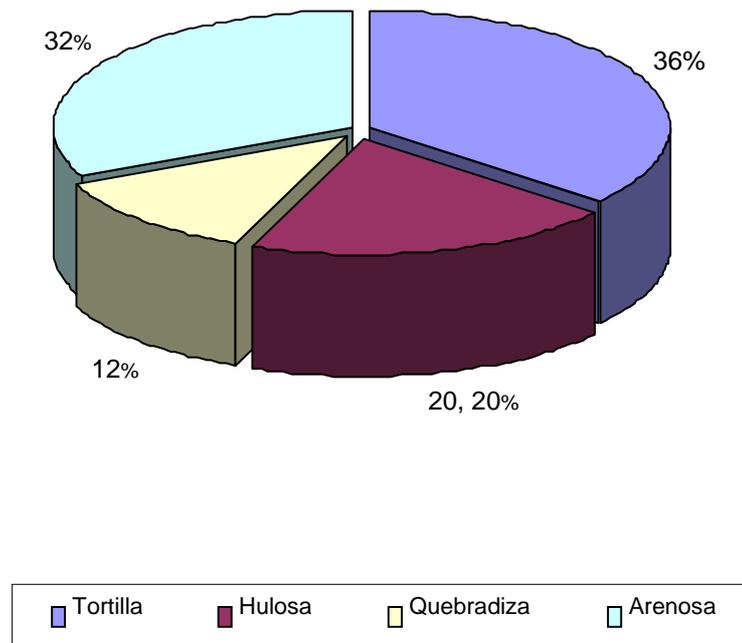
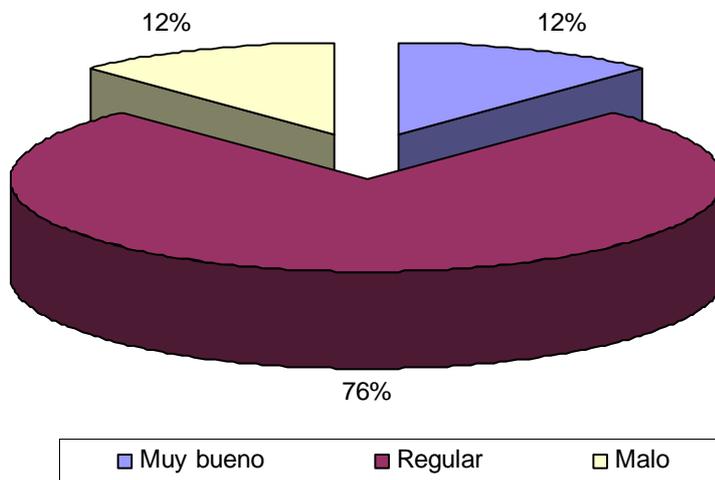




Grafico N°5. Aceptabilidad.



**Muestra N°2
Harina De Maíz (Técnica Grano Entero).**

Grafico N°6. Con Respecto Al Sabor.

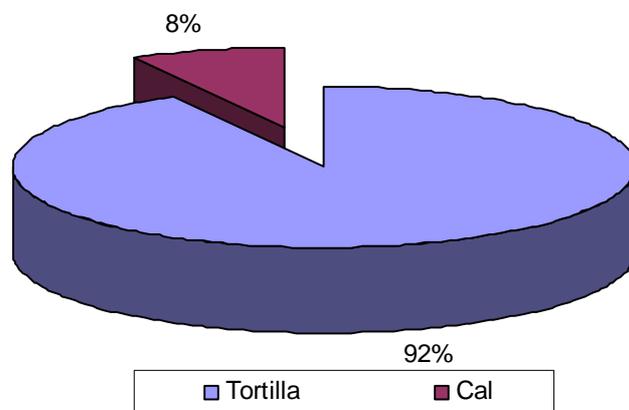




Grafico N°7. Con Respecto Al Color.

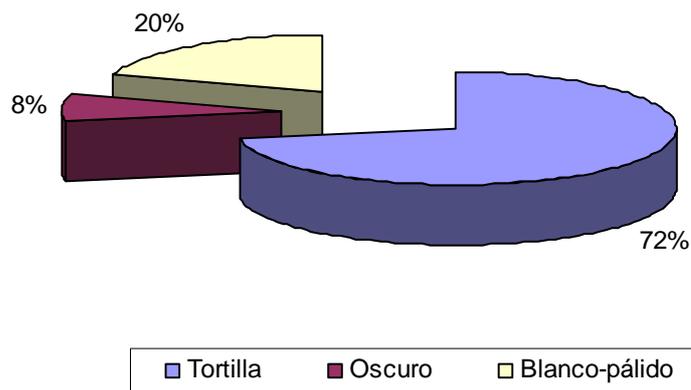


Grafico N°8. Con Respecto Al Olor.

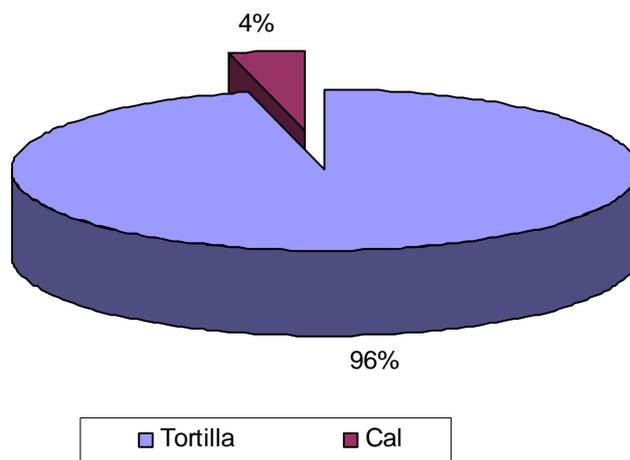




Grafico N°9. Con Respecto A La Textura

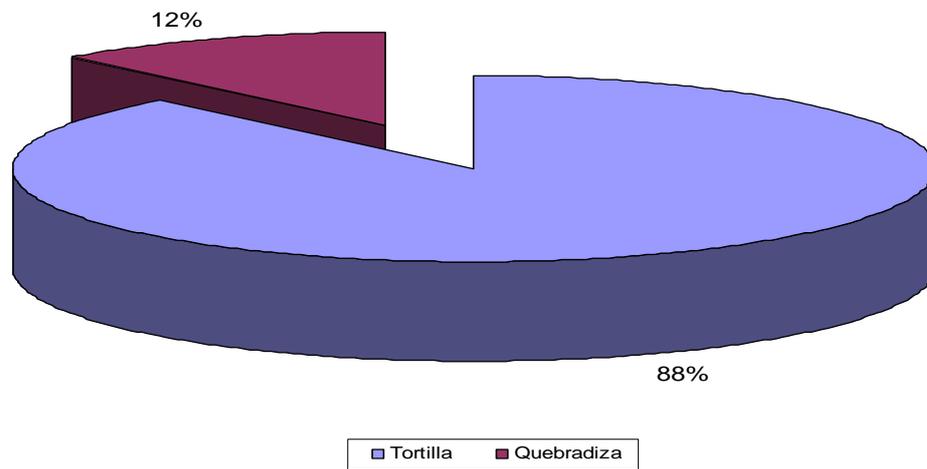


Grafico N°10. Aceptabilidad.

