

**Desarrollo y evaluación sensorial y físico de  
tortillas de maíz (*Zea mays*) con loroco  
(*Fernaldia pandurata*)**

**Emanuel España Ortega**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2010

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Desarrollo y evaluación sensorial y física de  
tortillas de maíz (*Zea mays*) con loroco  
(*Fernaldia pandurata*)**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado  
Académico de Licenciatura

Presentado por

**Emanuel España Ortega**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2010

**Desarrollo y evaluación sensorial y física de  
tortillas de maíz (*Zea mays*) con loroco  
(*Fernaldia pandurata*)**

Presentado por:

Emanuel España Ortega

Aprobado:

---

Blanca Carolina Valladares, M.Sc.  
Asesora principal

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Director de Carrera de Agroindustria  
Alimentaria

---

Jorge A. Cardona, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## RESUMEN

España, E. 2010. Desarrollo y evaluación sensorial y física de tortillas de maíz (*Zea mays*) con loroco (*Fernaldia pandurata*). Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 26p.

El consumo de tortillas de maíz nixtamalizado en El Salvador y parte de Centro América es común. Sin embargo, es importante el crear nuevos productos que satisfagan a los consumidores por su practicidad. El objetivo de este estudio fue desarrollar y evaluar sensorial y físicamente una tortilla con dos concentraciones diferentes de loroco y dos presentaciones de loroco, en este estudio se evaluó la aceptación de los tratamientos (color, aroma, textura, sabor y aceptación general) y características físicas (textura y color). Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial de 2x2, utilizando dos tipos de presentaciones de loroco (pulverizado y hojuelas) y dos concentraciones de loroco (5 y 2) para los análisis sensoriales y físicos. Sensorialmente se determinó que el tratamiento con 5% de loroco pulverizado tuvo diferencia significativa con los demás tratamientos en el día 7 para los atributos de color, aroma, sabor y aceptación general catalogando a este tratamiento con menor aceptación, el tratamiento con 2% de loroco fue el que se mantuvo más en la escala de me agrada. Las libras fuerzas de corte fue la misma para los cuatro tratamientos. El mejor tratamiento fue el que contenía 2% de loroco en hojuelas, determinado con un análisis de preferencia entre los dos mejores tratamientos. El costo variable para desarrollar una tortilla con 5% de loroco fue de L1.20, el costo variable para una tortilla con 2% de loroco fue de L 0.53.

**Palabras claves:** hojuelas, nixtamalizada, pulverizado.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
<b>4. RESULTADO Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>18</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>21</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>22</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>24</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Formulación para la preparación de una tortilla de maíz industrialmente.....	5
2. Contenido de nutrientes, por 100 g de loroco.....	6
3. Diseño experimental.....	8
4. Formulación tortilla de maíz con loroco.....	10
5. Descripción de tratamientos de tortilla de maíz con loroco.....	11
6. Aceptación para el atributo de color en tortillas de maíz con loroco.....	13
7. Aceptación para el atributo de Aroma en tortillas de maíz con loroco.....	14
8. Aceptación para el atributo de textura en tortillas de maíz con loroco.....	14
9. Aceptación para el atributo de sabor en tortillas de maíz con loroco.....	15
10. Resultados para el atributo de Aceptación general en tortillas de maíz con loroco....	16
11. Valor L* a través del tiempo.....	17
12. Valor a* en los tratamientos de tortillas de maíz con loroco.....	17
13. valor b* en los tratamientos de tortillas de maíz con loroco.....	18
14. Fuerza de corte en los tratamientos de tortillas de maíz con loroco.....	18
15. Costos variables para una tortilla con loroco.....	19
Figura	Página
1. Flujo de proceso de tortilla de maíz con loroco.....	12
Anexo	Página
1. Tratamiento con 0.5% de loroco pulverizado.....	24
2. Tratamiento con 0.2% de loroco deshidratado.....	24
3. Tratamiento con 0.5% de loroco en hojuelas.....	25
4. Tratamiento con 0.2% de loroco en hojuelas.....	25
5. Hoja de evaluación sensorial.....	26

## 1. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es la planta más domesticada y evolucionada del reino vegetal. Ha sido y continúa siendo parte básica de la alimentación de grandes sectores de la población de varios países de Latinoamérica, principalmente México y Centro América (Billeb y Bressani, 2001). La nixtamalización es un proceso muy antiguo desarrollado por las culturas Mesoamericanas para procesar maíz y es comúnmente utilizado para la producción de tortillas. Actualmente, las tortillas son muy populares en Estados Unidos de Norteamérica, Canadá y algunos países de Europa (Yau et al, 1994)

El Loroco (*Fernaldia pandurata*) es un cultivo étnico que hasta hace algunos años se encontraba en forma silvestre o en huertos caseros. Aunque se ha reportado en varios países de Centroamérica y en el sur de México, el único país en donde se consume desde sus orígenes es en El Salvador. El cultivo del loroco representa una buena alternativa para generar ingresos, particularmente en unidades campesinas. (Osorio et al, 2002). El del loroco en la formulación de la tortilla es novedoso e interesante para los salvadoreños, debido a esto las tortillas con loroco se convertiría en un producto interesante y apetecido para los consumidores salvadoreños.

El maíz transformado principalmente en tortilla es el alimento que proporciona cantidades significativas de calorías, proteína y otros nutrientes a la dieta de grandes sectores de la población de Centro América, principalmente Honduras, El Salvador y Guatemala (Rodríguez et al, 2008).

El maíz era procesado por nixtamalización al nivel del hogar, hoy en día el proceso de nixtamalización es utilizado industrialmente por muchas empresas, para la producción de harinas nixtamalizadas. Su practicidad y control de contenidos de nutrientes (fortificación) favorece más a la utilización de estas harinas a las amas de casa.

## **1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Se han desarrollado diferentes nuevos productos en Zamorano, pero ninguno que involucre el uso de harina de maíz nixtamalizada con loroco. De esta forma, se identificó un nuevo producto para el consumo de esta flor en El Salvador. La tortilla de maíz con loroco es una alternativa interesante para los salvadoreños, debido a que el loroco es una enredadera nativa de este país, el mercado meta inicial sería en El Salvador ya que en este país donde se consume loroco frecuentemente.

## **1.2 ANTECEDENTES**

A la fecha en la Escuela Agrícola Panamericana, ni en ningún otro lugar se han realizado estudios similares sobre desarrollo de tortillas de harina de maíz nixtamalizado con loroco. Pero a pesar de eso si existen en el mercado productos similares como pupusas con loroco.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Es importante realizar investigaciones de este tipo, ya que servirá como referencia bibliográfica para continuar realizando investigaciones acerca de la elaboración de nuevos productos a base de harina nixtamalizada. Además realizar productos listos para comer novedosos, prácticos y con un sabor particular que son características, apreciadas por consumidores hoy en día.

## **1.4 LIMITANTES Y ALCANCES DEL ESTUDIO**

### **1.4.1 Limitantes**

- El presupuesto para este estudio es muy limitado, restringiendo de esta forma una investigación más profunda sobre el comportamiento del loroco en un producto nixtamalizado.
- Las investigaciones relacionadas con la flor del loroco son muy restringidas ya que no existen muchas fuentes de investigación sobre la flor.
- El proceso inicia de la mezcla de harina nixtamalizada, que posteriormente se mezcla con loroco.

### **1.4.2 Alcances**

- Desarrollo y evaluación de una tortilla de harina de maíz con loroco.
- Aportar una investigación sobre el uso de loroco en productos a base de maíz.

## **1.5 OBJETIVOS**

Los objetivos de este estudio fueron:

### **1.5.1 Objetivo general:**

- Desarrollar y evaluar el efecto del loroco en contenido y presentación en las características sensoriales y físicas de las tortillas de maíz.

### **1.5.2 Objetivos específicos:**

- Formular cuatro tratamientos para la elaboración de tortillas de maíz con loroco.
- Evaluar sensorialmente los cuatro tratamientos de tortillas de maíz con loroco.
- Evaluar las características físicas de color y textura de los diferentes tratamientos.
- Estimar los costos variables de producción para los diferentes tratamientos.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 NIXTAMALIZACIÓN**

El proceso de nixtamalización se inicia con una limpieza del grano de maíz con agua, luego se adiciona agua en una proporción de 1.5 partes por una parte del grano. Así mismo se adiciona el hidróxido de calcio en una cantidad que varía entre 0.4 y 1.3% (con respecto al peso del maíz), luego de su mezclado este se coloca en una cocción de 40 a 60 minutos, llevándolo hasta ebullición y luego un reposo para su enfriamiento por 14 o 16 horas, este maíz cocido pasa por un proceso de lavado con agua, para eliminar el pericarpio y el hidróxido de calcio. Este producto que resulta se conoce como nixtamal. (Boucher y Muchnik, 1995)

### **2.2 HARINA NIXTAMALIZADA**

La industria de la harina de maíz nixtamalizada data desde el año de 1949, momento en que inicio sus actividades el grupo industrial Molinos Azteca, S. A. Actualmente existen varias marcas de harinas de maíz nixtamalizado, sin embargo el grupo GRUMA sigue siendo una de las principales empresas en México, como países de Centro América. (Flores, 2004)

De la producción nacional anual de tortillas el 22.75% se elabora con harina nixtamalizada, el 40.37% con masa de nixtamal y 36.64% con material domestico (INEGI,1992). La producción industrial de harina nixtamalizada está basada en el método tradicional de nixtamalización sistematizado a una producción a gran escala. El proceso incluye básicamente las etapas de recepción, selección, limpieza, almacenamiento del grano, cocimiento alcalino, molienda del grano cocido y obtención de la masa la cual es deshidratada, cernida, clasificada y envasada (Rooney y Suhendro, 1999).

Uno de los avances más importantes que se ha hecho con respecto a la obtención de harina de maíz nixtamalizada es que este ayuda a ahorrar el procedimiento cotidiano de nixtamalización para las personas que se encargan de la producción de productos a base de maíz nixtamalizado (FAO, 1993).

La harina de maíz nixtamalizada es muy utilizada y preferida en la actualidad para producir productos a base de maíz, uno de los principales usos de esta materia prima en la industria es por su practicidad ya que se evita la compra de equipos y de inversiones en

infraestructura para la elaboración de esta, otro problema común es el manejo de las aguas residuales que tiene esta industria por el procesamiento de granos, por eso es más conveniente el uso de harinas nixtamalizadas (Calaveras, 2004).

### 2.3 TORTILLA DE MAÍZ

La tortilla se puede elaborar a partir de la masa hecha con maíz o a partir de harina nixtamalizada, tiene forma de disco aplanado que puede formarse manualmente palmeándola, con prensas manuales o en tortilleras manuales o automáticas, las cuales además de darle forma, la cuecen en proceso continuo. Para una tortilla común se necesitan aproximadamente 30 g de masa. El espesor de la tortilla varía en 1.5 a 2 mm, y el diámetro oscila entre 12 a 25 centímetros. (Rodríguez et al, 2008)

La tortilla se puede consumir en diversos platillos y ha sido adaptada en EE.UU. Por su gran popularidad en México. La Tortilla Industry Association (TIA) declaró que los norteamericanos consumieron 85 billones de tortillas en el año 2000, esto sin incluir cualquier tipo de snack hecho a base de maíz o que lleve el proceso de nixtamalización (TIA, 2010).

Las tortillas que son hechas de maíz son bajas en grasa, alimentos bajos en sodio y contiene calcio, potasio y fibra (TIA 2010). Una media porción puede llegar a contener aproximadamente 60 calorías y 1 gramo de grasa. Las tortillas de maíz sirven como una alternativa para personas que son intolerantes a productos de panificación, ya que estos no contienen gluten.

A continuación se muestra una formulación con los ingredientes más utilizados para la elaboración de tortillas de maíz a nivel industrial.

Cuadro 1. Formulación para la preparación de una tortilla de maíz industrialmente.

<b>Ingredientes</b>	<b>Porcentajes (%)</b>
Maíz amarillo	80
Agua	16.9
Cal	2
Hidróxido de calcio	1
Propionato de calcio	0.1% máximo

Fuente: Calaveras, 2004

### 2.4 LOROCO

El Loroco es un cultivo étnico de mucha importancia que hace algunos años se encontraba disponible únicamente en forma silvestre o en huertos caseros. A pesar que se encuentra en casi todo Centroamérica y en el sur de México, el país que tiene cultura de consumo desde sus orígenes es El Salvador (Villacorta, 2004).

Según el Centro de Desarrollo Agrícola y Rural de Iowa State University (2001), publico que el consumo de loroco por los salvadoreños residentes en Estados Unidos, encontrando que el 39.9% de las personas consumían loroco en el periodo de un año, la ciudad que mas consumía este producto étnico era los Ángeles con el 55% de la población encuestada.

La importancia del loroco no solo se debe a su sabor y aroma, es muy importante conocer que contiene diferentes nutrientes que ayudan a nuestra alimentación como: hierro, calcio, fosforo, fibra, vitamina A, entre otros los cuales se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Contenido de nutrientes, por 100 g de loroco.

<b>Descripción</b>	<b>Contenido Por 100 g</b>
Agua (g)	89.3
Proteína (g)	2.6
Grasa (g)	0.2
Carbohidratos totales (g)	6.7
Fibra cruda (g)	1.4
Ceniza (g)	1.2
Calcio (mg)	58
Fósforo (mg)	46
Hierro (mg)	1.1
Actividad de vitamina A (ug)	60
Tiamina (mg)	0.62
Riboflavina (mg)	0.10
Niacina (mg)	2.34
Acido ascórbico (mg)	12
Valor energético (kcal)	32

Fuente: FAO 2010

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO**

Este estudio se desarrollo en: Laboratorio de Análisis de Alimentos, Laboratorio de Análisis Sensorial y Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicado en el Valle del Yeguaré, departamento de Francisco Morazán, a 30 Km. de Tegucigalpa, Honduras.

#### **3.2 MATERIALES**

- Harina de maíz nixtamalizada
- Loroco (*Fernaldia pandurata*)
- Agua pura
- Propionato de calcio
- Platos plásticos
- Servilletas
- Vasos plásticos
- Formularios de encuestas
- Bolsas ziploc
- Galletas soda
- Manzanas

#### **3.3 EQUIPO**

- Utensilios de cocina
- Estufa
- Deshidratador de bandejas ( Marca Excalibur 3900)
- Cristalería
- Balanza (Mettler AE 200)
- Mezcladora (Marca Kitchen Aid)
- Tortillera semi manual (Corona)
- Texturómetro Instron 4444P2927, Capacidad 2 KN (450 lb)
- Colorímetro Colorflex de Hunter L\*a\*b (Modelo 45/0, Serie No. CX0687)

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se usó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con un arreglo factorial de 2x2, siendo estos factores la presentación del loroco (pulverizado y hojuelas) y la concentración (5% y 2%), con tres repeticiones y dos medidas repetidas en el tiempo (día 1 y 7) haciendo un total de 24 unidades experimentales.

En este caso el T1 es el que contiene 5% de loroco pulverizado, T2 contiene 2% de loroco pulverizado, el T3 es el que contiene 5% de loroco en hojuelas y el T4 2% de loroco en hojuelas esto se puede verificar en el Cuadro 5.

Cuadro 3. Diseño experimental.

Variables Presentación	Contenido de loroco	
	5%	2%
Loroco pulverizado	T1	T2
Loroco en hojuelas	T3	T4

### 3.5 METODOLOGÍA

#### 3.5.1 Análisis sensorial

La evaluación sensorial estuvo conformada por un panel exploratorio de aceptación, constituido por 12 personas no entrenadas. Se evaluaron los atributos de color, aroma, textura, sabor y aceptación general. Los cuatro tratamientos fueron evaluados con una escala hedónica de cinco puntos, donde el número 1 equivale a “me gusta mucho”, 2 “me gusta” 3 equivale a “no me gusta/ ni me disgusta”, 4 “me disgusta” y el número 5 a “me disgusta mucho” (Anexo 1).

#### 3.5.2 Análisis físicos

Se realizaron análisis físicos de color y textura en los días 1 y 7 de las cuatro formulaciones, los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ).

### **3.5.2.1 Color**

Los análisis de color se realizaron a través del tiempo para los días 1 y 7. Se utilizó el colorímetro Colorflex Hunter Lab equipo que mide los valores de  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  que describen los colores en tres ejes de coordenadas. El valor  $L^*$  va de 0 a 100 y mide la claridad, que tan negro o blanco es el objeto, siendo 0 negro y 100 blanco. El valor  $a^*$  mide en el espectro visible los colores del verde al rojo, siendo  $a^*$  (-) verde y  $a^*$  (+) rojo. El valor  $b^*$  mide los colores del espectro que van del azul a amarillo, siendo  $b^*$  (-) azul y  $b^*$  (+) amarillo.

### **3.5.2.2 Textura**

Los análisis de textura se realizaron utilizando el Instron 4444, con el acople de guillotina, se evaluó la fuerza de corte de la tortilla, este análisis se realizó a través del tiempo para los días 1 y 7.

### **3.5.3 Análisis de costos variables de las formulaciones**

Se evaluaron únicamente los costos variables para la elaboración de cada una de las formulaciones de las tortillas con loroco.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 DESHIDRATADO DE LOROOCO

El loroco fue lavado con agua para retirar la parte orgánica, luego se dejó en un reposo de tres minutos en agua con 50 ppm de cloro en polvo. Luego se tomó el peso inicial y lo colocamos en el deshidratador Excalibur 3900, a una temperatura de 110°C por 48 horas, finalmente se retiró y se realizó el pulverizado para las tortillas con esa presentación y se dejó otra parte entera para la presentación en hojuelas.

### 4.2 FORMULACIÓN Y TRATAMIENTOS

A continuación se presenta la formulación que se utilizó para desarrollar las tortillas de maíz con loroco (Cuadro 3), la única variación es el porcentaje de loroco que se utilizó ya que se evaluó dos porcentajes diferentes. El porcentaje de loroco se le agregó realizando una relación de los ingredientes totales.

Cuadro 4. Formulación tortilla de maíz con loroco.

Ingredientes	Porcentajes para formulación con 5%.	Porcentajes para formulación con 2%.
Harina nixtamalizada	27.45%	29.45%
Agua	66.45%	67.45%
Loroco	5%	2%
Sal	1%	1%
Propionato de calcio	0.10%	0.10%

Para definir el porcentaje de loroco a utilizar, se inició con dos concentraciones de loroco diferente del 10% y el 5%. Los tratamientos con el 10% de loroco presentaron una textura indeseada (quebradiza), color oscuro y un sabor muy intenso a loroco. Se decidió eliminar esos tratamientos que contenían el 10% de loroco y se definieron dos concentraciones diferentes, las cuales contenían el 5% y el 2% de loroco.

En esta investigación se desarrollaron cuatro tratamientos diferentes, basándose en la formulación del cuadro 3, las diferencias de cada tratamiento fueron las dos presentaciones de loroco, en los dos casos fue loroco deshidratado la diferencia radica en

que uno fue pulverizado totalmente y el otro en una presentación de hojuelas, en el Cuadro 4, se presenta la descripción de cada uno de los tratamientos.

Cuadro 5. Descripción de tratamientos de tortilla de maíz con loroco.

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
<i>T1</i>	Tortilla de maíz con 5% de Loroco pulverizado.
<i>T2</i>	Tortilla de maíz con 2% de Loroco pulverizado.
<i>T3</i>	Tortilla de maíz con 5% de Loroco en hojuelas.
<i>T4</i>	Tortilla de maíz con 2% de Loroco en hojuelas.

#### **4.2.1 Formulación de tortilla con loroco**

En la figura 1, vemos el flujo de procesos de este producto que inicia con la elaboración de las tortillas se elaboraron a partir de harina nixtamalizada, realizamos el pesado de los ingredientes (2-3 minutos), en este caso los ingredientes fueron: harina nixtamalizada, agua, loroco deshidratado, sal y propionato de calcio. Luego colocamos los ingredientes secos y los mezclamos (2-3 minutos), poco a poco los integramos (2 minutos), mezclamos semi manual (3 minutos) y finalmente la masa tuvo un reposo (3 minutos). Para obtener tortillas de las mismas dimensiones dividimos la masa en 0.32 libras (5 minutos), luego se moldeó en la tortillera (corona) (5 minutos), obteniendo una tortilla de un diámetro aproximado de 12cm, con un grosor de 1.8 a 2.0mm, luego fueron colocadas a una temperatura de 160°C-180°C, una vez finalizado el proceso de cocción de las tortillas se dejaron en reposo (10 minutos), para que estas se enfriaran y luego se empacaron en bolsas especiales para vacío.

#### 4.2.2 Flujo de proceso para la elaboración de tortilla de maíz con loroco

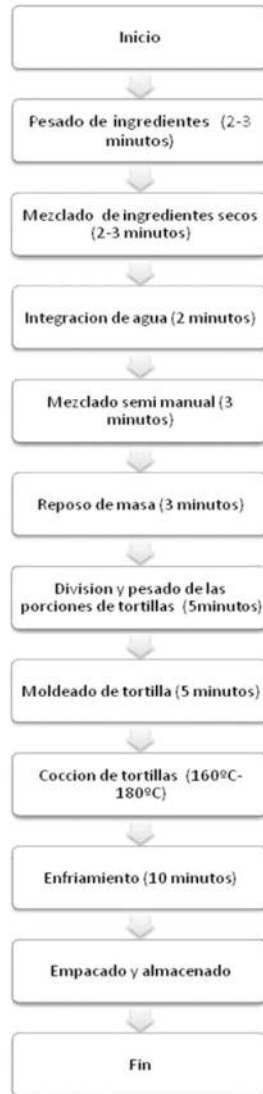


Figura 1. Flujo de proceso de tortilla de maíz con loroco.

### 4.3 ANÁLISIS SENSORIAL

En este estudio, los datos que se aproximen más a 1 significan mayor aceptación y los que se aproximan más a 5 significa que les disgusta mucho.

#### 4.3.1 Color

En el día 1 el tratamiento con 2% de loroco y 5% de loroco pulverizado fueron diferentes, siendo el de 5% de loroco pulverizado el que se aproximó más a la escala de “no me agrada ni desagrada” en la escala hedónica. Para el día 7 los panelistas de igual forma determinaron que el tratamiento con 5% de loroco pulverizado no les agrada ni desagrada y si existió diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre este tratamiento y el tratamiento 2, 3 y 4, los cuales fueron aceptados por igual. El tiempo no afectó para ningún tratamiento de tortilla con loroco, ya que no se encontró ninguna diferencia significativa entre el día 1 y día 7.

Cuadro 6 . Aceptación para el atributo de color en tortillas de maíz con loroco.

Descripción tratamientos	día 1	día 7
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.
T4 2% de loroco en hojuelas	1.83 $\pm$ 0.88 <sup>A(x)</sup>	2.02 $\pm$ 0.69 <sup>A(x)</sup>
T2 2% de loroco pulverizado	1.97 $\pm$ 0.94 <sup>A-B(x)</sup>	2.08 $\pm$ 0.99 <sup>A(x)</sup>
T3 5% de loroco en hojuelas	2.30 $\pm$ 0.98 <sup>A-B(x)</sup>	2.30 $\pm$ 0.98 <sup>A(x)</sup>
T1 5% de loroco pulverizado	2.47 $\pm$ 0.90 <sup>B(x)</sup>	3.41 $\pm$ 1.25 <sup>B(x)</sup>

Medias con letra diferente en la columna, fila son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )  
D.E. Desviación Estándar.

Según la Universidad de Sevilla 2009, el color y la apariencia de los alimentos son importantes ya que este es la primera impresión que el consumidor tiene con el alimento, influenciando su elección y preferencia por el alimento. En este caso podemos observar que la tortilla que contiene una tonalidad más oscura el cual es el tratamiento con 5% de loroco pulverizado es la que se acercó más a la escala de no me agrada ni desagrada ya que las personas en países de Centro América consumen comúnmente la tortilla tradicional de maíz la cual tiene un color claro y relacionan colores oscuros a tortillas en con mohos y hongos.

#### 4.3.2 Aroma

Según el Cuadro 7, en el día 1 no existió diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, para el atributo de aroma ya que los cuatro tratamientos fueron aceptados por igual. Mientras que en el día 7 si existió diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) encontrando que el tratamiento que contenía 5% de loroco pulverizado fue evaluado como indiferente para los panelistas mientras los otros tratamientos fueron aceptados por igual. El tiempo no afectó los tratamientos 2, 3 y 4, pero en el caso del tratamiento 5% de loroco

pulverizado si existió diferencia entre el día 1 y día 7, siendo para los panelistas indiferente en el día 7.

Cuadro 7. Aceptación para el atributo de Aroma en tortillas de maíz con loroco.

Descripción tratamientos	día 1	día 7
	Media ± D.E.	Media ± D.E.
T4 2% de loroco en hojuelas	2.11 ± 0.85 <sup>A(x)</sup>	2.30 ± 0.78 <sup>A(x)</sup>
T2 2% de loroco pulverizado	2.22 ± 0.83 <sup>A(x)</sup>	2.25 ± 0.73 <sup>A(x)</sup>
T3 5% de loroco en hojuelas	2.16 ± 0.94 <sup>A(x)</sup>	2.18 ± 0.57 <sup>A(x)</sup>
T1 5% de loroco pulverizado	1.97 ± 0.84 <sup>A(x)</sup>	2.88 ± 1.30 <sup>B(y)</sup>

Medias con letra diferente en la columna, fila son significativamente diferentes (P<0.05)  
D.E. Desviación Estándar.

El aroma característico que contiene el loroco se debe a los osmóforos que contiene (Padilla, 2002). Los osmóforos son glándulas que otorgan esas aromas volátiles a las flores, en este caso el loroco es una flor que tiene un aroma agradable la cual atrae mucho a los consumidores en el caso del tratamiento con 5% de loroco pulverizado ya que contiene mayor cantidad de loroco expuesto en la superficie de la tortilla su aroma se volatilizo mas en el paso de los días y por eso los panelistas determinaron una diferencia en el paso de los días.

#### 4.3.3 Textura

En el Cuadro 8, se observa que no existió diferencia significativa (P>0.05) entre el tratamiento 2, 3 y 4 ya que fueron aceptados por igual, mientras que el tratamiento con 5% de loroco pulverizado fue el menos aceptado por los panelistas ya que se acerco mas a la escala de no me agrada ni desagrada en la escala hedónica.

Cuadro 8. Aceptación para el atributo de textura en tortillas de maíz con loroco.

Descripción tratamientos	Media ± D.E.
T4 2% de loroco en hojuelas	2.16 ± 0.99 <sup>A</sup>
T2 2% de loroco pulverizado	2.44 ± 0.99 <sup>A-B</sup>
T3 5% de loroco en hojuelas	2.52 ± 0.99 <sup>A-B</sup>
T1 5% de loroco pulverizado	2.59 ± 0.99 <sup>B</sup>

Medias con letra diferente en la columna, fila son significativamente diferentes (P<0.05)  
D.E. Desviación Estándar.

El almidón retrogradado es la razón más importante que provoca la perdida de textura en las tortillas, generando el endurecimiento. Altas concentraciones de almidón y bajas concentraciones de grasas en las tortillas son también responsables del rápido incremento en el endurecimiento (Campas et al, 2002). En este caso ya que se tratan de tortillas que su contenido de grasas es limitado podemos concluir que el estudio mencionado por Campas

en el 2002 con cuerda con nuestros resultados, ya que ningún tratamiento se encuentra en la escala de me agrada mucho esto se debe a que los panelistas determinaron una textura diferente a la que comúnmente se consume.

#### 4.3.4 Sabor

Según el cuadro 9, los cuatro tratamientos en el día 1 fueron aceptados de igual forma. Mientras en el día 7 pudimos determinar que si existió diferencia entre tratamientos siendo el tratamiento con 5% de loroco pulverizado el único evaluado como indiferente, el resto de tratamientos fueron aceptados por igual. Los tratamientos con 2% de loroco y el de 5% de loroco en hojuelas no fueron afectados por el tiempo, contrario al tratamiento con 5% de loroco pulverizado.

Cuadro 9. Aceptación para el atributo de sabor en tortillas de maíz con loroco.

Descripción tratamientos	día 1	día 7
	Media ± D.E.	Media ± D.E.
T3 5% de loroco en hojuelas	1.80 ± 0.95 <sup>A(x)</sup>	2.19 ± 0.57 <sup>A(y)</sup>
T2 2% de loroco pulverizado	2.11 ± 0.78 <sup>A(x)</sup>	2.22 ± 0.76 <sup>A(x)</sup>
T4 2% de loroco en hojuelas	2.16 ± 0.97 <sup>A(x)</sup>	2.22 ± 0.83 <sup>A(x)</sup>
T1 5% de loroco pulverizado	1.94 ± 0.89 <sup>A(x)</sup>	2.88 ± 1.21 <sup>B(y)</sup>

Medias con letra diferente en la columna, fila son significativamente diferentes (P<0.05)

D.E. Desviación Estándar.

Un estudio relacionado con tortillas con diferentes pigmentos realizado por Plascencia, et al en 1999, determinaron sensorialmente buenas características por parte de los panelistas en cuanto al atributo de sabor a pesar de que se trataba de tortillas con colores diferentes, igual es el caso para este estudio ya que los panelistas determinaron en la escala hedónica que tenían una aceptación de me agrada para el atributo de sabor en los cuatro tratamientos.

#### 4.3.5 Aceptación General

Según el cuadro 10, en aceptación general no existió diferencia significativa (P>0.05) entre tratamientos en el día 1, los cuatro tratamientos fueron del mismo agrado para los panelistas. El día 7 muestra que el tratamiento con 5% de loroco pulverizado fue indiferente para los panelistas, existiendo una diferencia significativa entre este tratamiento y los tratamientos 2, 3 y 4, ya que los consumidores si los aceptaron por igual. El tiempo solo afecto al tratamiento con 5% de loroco pulverizado el cual fue indiferente para los panelistas, en los demás tratamientos no existió diferencia entre el tiempo.

Cuadro 10. Resultados para el atributo de Aceptación general en tortillas de maíz con loroco.

Descripción tratamientos	día 1	día 7
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.
T2 2% de loroco pulverizado	2.00 $\pm$ 0.71 <sup>A(x)</sup>	2.41 $\pm$ 0.73 <sup>A(x)</sup>
T3 5% de loroco en hojuelas	2.00 $\pm$ 0.92 <sup>A(x)</sup>	2.33 $\pm$ 0.71 <sup>A(x)</sup>
T4 2% de loroco en hojuelas	2.11 $\pm$ 0.91 <sup>A(x)</sup>	2.19 $\pm$ 0.66 <sup>A(x)</sup>
T1 5% de loroco pulverizado	1.94 $\pm$ 0.75 <sup>A(x)</sup>	2.97 $\pm$ 0.97 <sup>B(y)</sup>

Medias con letra diferente en la columna, fila son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )  
D.E. Desviación Estándar.

Según el Instituto BENSON en un estudio de aceptabilidad de tortillas elaboradas a base de maíz y soya realizado en el 2004, obtuvieron que no existió diferencia significativa en la aceptación entre estos tratamientos lo cual con cuerda con nuestros resultados para el día 1 ya que no fue aceptado por igual los cuatro tratamientos que contienen loroco, no siendo así para el día 7 ya que el tratamiento con 5% de loroco pulverizado se acerco mas a la escala de no me agrada ni desagrada.

#### 4.3.6 Preferencia

Se realizó un análisis de preferencia con los dos mejores tratamientos, 2% de loroco pulverizado y 2% de loroco en hojuelas con un panel de 100 personas. Los datos fueron analizados usando la Tabla Binomial de una cola con una probabilidad de ( $P < 0.05$ ). Encontrando que 68 panelistas prefirieron el tratamiento con 2% de loroco en hojuelas siendo este el mejor tratamiento. Indicando de esta forma que el mejor tratamiento de las cuatro formulaciones desarrolladas fue el tratamiento con 2% de loroco en hojuelas.

### 4.4 FÍSICOS

#### 4.4.1 Color

##### 4.4.1.1 Valor L\*

Para el valor L\* se puede apreciar en el Cuadro 11, que si existe diferencia significativa pues los tratamientos que contienen menos loroco fueron más claro, existió diferencia significativa entre los cuatro tratamientos y el control, siendo el control el más claro de ellos.

El estudio de tortilla de maíz con amaranto y soya realizado por Amador en el 2009, determino que el tiempo si influyo para el valor L en la adición de soya a sus diferentes tratamientos, mientras que en este estudio la adición del loroco no influyo cambios en el tiempo para el valor.

Cuadro 11. Valor L\* a través del tiempo.

Descripción tratamientos	Media ± D.E.
Control	68.95 ± 0.18 <sup>A</sup>
T4 2% de loroco en hojuelas	62.64 ± 1.97 <sup>B</sup>
T2 2% de loroco pulverizado	59.34 ± 1.75 <sup>B-C</sup>
T3 5% de loroco en hojuelas	58.67 ± 1.03 <sup>C</sup>
T1 5% de loroco pulverizado	56.14 ± 2.14 <sup>C</sup>

Medias con letra diferente en la columna, fila son significativamente diferentes (P<0.05)  
D.E. Desviación Estándar.

#### 4.4.1.2 Valor a\*

La valoración de rojo a verde fue igual para todos los tratamientos en el día 1 de evaluación. En el día 7 si existió diferencia significativa (P< 0.05) entre tratamientos, encontrando que los tratamientos con 5% independientemente de la presentación fueron iguales al control, caso contrario a los tratamientos con de 2% loroco. En este caso todos los tratamientos no tuvieron diferencia significativa con el paso de los días.

Cuadro 12. Valor a\* en los tratamientos de tortillas de maíz con loroco.

Descripción tratamientos	día 1	día 7
	Media ± D.E.	Media ± D.E.
Control	1.32 ± 0.06 <sup>A(x)</sup>	1.4 ± 0.01 <sup>A(x)</sup>
T3 5% de loroco en hojuelas	0.82 ± 0.59 <sup>A(x)</sup>	2.63 ± 0.17 <sup>A-B(x)</sup>
T1 5% de loroco pulverizado	0.87 ± 0.43 <sup>A(x)</sup>	1.83 ± 0.01 <sup>A-B(x)</sup>
T2 2% de loroco pulverizado	0.67 ± 0.02 <sup>A(x)</sup>	2.09 ± 0.73 <sup>B(x)</sup>
T4 2% de loroco en hojuelas	1.23 ± 0.06 <sup>A(x)</sup>	1.26 ± 0.07 <sup>B(x)</sup>

Medias con letra diferente en la columna, fila son significativamente diferentes (P<0.05)  
D.E. Desviación Estándar.

Según Amador en su estudio realizado en el 2009, el amaranto como soya si influyo significativamente en el color rojo a través del tiempo. Al verificar los resultados del Cuadro 12 podemos determinar que a través del tiempo el color roja vario de igual forma para el día 7 ya que se alejo más del color rojo, en este caso acercándose más a la escala de verde.

#### 4.4.1.3 Valor b\*

En el día 1 y 7 para el valor b\* no existió ninguna diferencia significativa entre los cuatro tratamientos, mientras que en el día uno si existió diferencia entre el control con el tratamiento con 5% de loroco pulverizado y 2% de loroco en hojuelas.

Para el valor b\* solo en el tratamiento 2% de loroco en hojuelas fue afectado por el tiempo, en el caso de los tratamiento 1, 2 y 3 no existió diferencia significativa.

Cuadro 13. valor b\* en los tratamientos de tortillas de maíz con loroco.

Descripción tratamientos	día 1	día 7
	Media ± D.E.	Media ± D.E.
T1 5% de loroco pulverizado	23.09 ± 0.12 <sup>A(x)</sup>	22.15 ± 0.77 <sup>A(x)</sup>
T2 2% de loroco pulverizado	22.56 ± 0.08 <sup>A-B(x)</sup>	22.34 ± 1.17 <sup>A(x)</sup>
T3 5% de loroco en hojuelas	22.04 ± 0.14 <sup>A-B(x)</sup>	21.69 ± 0.55 <sup>A(x)</sup>
T4 2% de loroco en hojuelas	23.38 ± 1.03 <sup>A(x)</sup>	20.93 ± 0.40 <sup>A(y)</sup>
Control	21.62 ± 0.14 <sup>B(x)</sup>	21.60 ± 0.00 <sup>A(x)</sup>

Medias con letra diferente en la columna, fila son significativamente diferentes (P<0.05)  
D.E. Desviación Estándar.

Según el estudio de Amador en el 2009, la adición de las diferentes harinas aumentaron el color amarillo en la tortilla con el paso del tiempo, en este caso en el Cuadro 13, podemos ver que el loroco permite tener un color más cercano a la escala de azul, y siendo el tratamiento con 2% de loroco en hojuelas el cual en el día 7 cambia a una tonalidad mas azul que los demás tratamientos.

#### 4.4.2 Textura

En la evaluación de la fuerza de corte que ejerce el Instron, no encuentro diferencia significativa (P>0.05) entre los cuatro tratamientos por lo que podemos decir que todos fueron cortados con la misma fuerza, mientras que en el control se utilizo una tortilla comercial la cual tiene ingredientes como gomas, en este caso el control utilizo menos fuerza de corte ya que no contenía loroco en su matriz.

Cuadro 14. Fuerza de corte en los tratamientos de tortillas de maíz con loroco.

Descripción tratamientos	Media ± D.E.
T1 5% de loroco pulverizado	1.71 ± 0.77 <sup>A</sup>
T2 2% de loroco pulverizado	2.11 ± 0.87 <sup>A</sup>
T3 5% de loroco en hojuelas	2.42 ± 0.66 <sup>A</sup>
T4 2% de loroco en hojuelas	2.29 ± 0.70 <sup>A</sup>
Control	0.56 ± 0.17 <sup>B</sup>

Medias con letra diferente en la columna, fila son significativamente diferentes (P<0.05)  
D.E. Desviación Estándar.

Según estudios realizados por Suhendro en 1997 determinaron que la utilización de la carboximetilcelulosa (CMC) mejora la textura de la tortilla, al comparar un tortilla comercial con la tortilla con loroco podemos determinar que la fuerza utilizada para el control es muy bajo en comparación a los cuatro tratamientos esto se debe a las concentraciones de loroco y el uso de otros ingredientes en el control los cuales permiten una mejor textura para este tipo de productos.

#### 4.5 ANÁLISIS DE COSTOS VARIABLES DE LAS FORMULACIONES

El costo variable unitario por una tortilla con un 5% de loroco es de L 1.21, y para una tortilla con 2% de loroco es de L 0.53. En este estudio podemos establecer que el costo del loroco es el que incrementa significativamente el costo de la tortilla (Cuadro 15).

Cuadro 15. Costos variables para una tortilla con loroco.

Ingredientes	5% de loroco	2% de loroco
Harina nixtamalizada	0.02633	0.02633
Loroco	1.28	0.45
Sal	0.05512	0.05512
Propionato de calcio	0.00005	0.00003
Total	L 1.20 = USD 0.063	L 0.53 = USD 0.028

Los cuatro tratamientos contienen la misma cantidad de los demás ingredientes la única variable por tratamiento es la cantidad de loroco, en este caso hay dos tratamientos con 5% de loroco y dos tratamientos con 2% de loroco es por eso que solo calculamos para los dos tratamientos. (Se utilizó una tasa de cambio: L18.89 = 1USD)

## 5. CONCLUSIONES

- Se desarrollaron los cuatro tratamientos tomando como base la formulación industrial. Las formulaciones solo cambiaron en la cantidad de loroco que se les colocó y la presentación del loroco, desarrollando cuatro formulaciones diferentes.
- Sensorialmente se determinó que el tratamiento con 5% de loroco pulverizado tuvo diferencia significativa con los demás tratamientos, acercándose a la escala de no me agrada ni desagrada en la escala hedónica en el día 7 para los atributos de color, aroma, sabor y aceptación general.
- Para el atributo de textura podemos concluir que el tratamiento con 5% de loroco pulverizado fue indiferente para los panelistas acercándose más a la escala de no me agrada ni desagrada mientras que el tratamiento con 2% de loroco en hojuelas fue el mejor aceptado.
- El mejor tratamiento se determinó con el análisis de preferencia, para los panelistas fue el de 2% de loroco en hojuelas.
- El costo variable unitario para los tratamientos con 5% de loroco fue de **L 1.21**, el costo variable para los tratamientos con 2% de loroco fue de **L 0.53**.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Elaborar más estudios, agregando gomas para determinar una mejor textura en la tortilla.
- Realizar un análisis proximal para poder determinar los contenidos nutricionales de la tortilla con el loroco incorporado.
- Realizar análisis por separado al loroco deshidratado para determinar si el secado afecta sus propiedades nutricionales y sensoriales.
- Determinar la vida de anaquel de la tortilla en bajas temperaturas y temperatura ambiente.
- Realizar análisis microbiológicos cuando se determine la vida de anaquel de la tortilla.
- Determinar si tiene la misma aceptación el loroco deshidratado que el loroco fresco en presentaciones similares a estas tortillas.
- Elaborar etiqueta nutricional del producto.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Amador, A. 2009. Desarrollo y evaluación de una tortilla de maíz con dos concentraciones de harina de soya (*Glycine max*) y harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). Tesis de Ing. Agroindustrial. Zamorano. Honduras. 15-17p.

Benson Institute. 2000. Aceptabilidad de Tortillas Elaboradas a Base de Maíz Soya en Tres Comunidades del Oriente de Guatemala. (en línea). Consultado el 21 de octubre de 2010. Disponible en:  
<http://www.bensoninstitute.org/Publication/RELAN/V14/Aceptabilidad.asp>

Billeb de Sinibaldi, AC., y Bressani, R. 2001. Características de cocción de once variedades de maíz. *Arch. Latinoam. Nutr*51. 86-94p.

Boucher F. y Muchnik J. 1995. Agroindustria rural recursos técnicos y alimenticios. La nixtamalización del maíz. 63p.

Centro de Desarrollo Agrícola y Rural de Iowa State University. 2001. Consumo salvadoreño de productos étnicos en los Estados Unidos.

Calaveras, J. 2004. Nuevo tratado de panificación y bollería. 2ª edición. Harinas para tortillas de maíz. 113-144 p.

Campas-Baypoli., et al. 2002. Physicochemical changes of starch in maize tortillas during storage at room and refrigeration temperatures. *Starch/Stärke* 54. 358-363p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1993. El maíz en la nutrición humana. Deposito de documentos de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Roma.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2010. Capítulo II hortalizas: Apocynaceae (en línea). Consultado 5 de septiembre de 2010. Disponible en :  
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro11/cap2.htm>

Flores Farías Rivelino. 2004. Efecto de la incorporación de fibra dietética de diferentes fuentes sobre propiedades de textura y sensoriales de tortilla de maíz (*Zea maíz L.*). Tesis de maestría. CICATA, Querétaro.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geográfica e informática. 1992. Abasto y comercialización de productos básicos. México.

Osorio, E., et al. 2002. Cultivo de loroco. Guía Técnica N° 9. Centro de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA.

Plascencia Gonzales G., et al. 1999. Evaluation of pigmented corns in the elaboration of corn and tortilla chips using nixtamalized flours prepared by a hydrothermal process. In 10<sup>th</sup> World Congress of Food Science y Technology. Australian Institute of Food Science and Technology Incorporated. Sydney, Australia. 72p.

Rooney, L. W., y E. L. Suhendro. 1999. Perspectives on nixtamalization (alkaline cooking) of maize for tortilla and snacks. *Cereal Foods World* 44(7) 466-470p.

Rodriguez Garcia Mario E., et al. 2008. Nixtamalización del maíz a la tortilla; aspectos nutrimentales y toxicológicos. UAQ. Seri Ingeniería. Primera Edición. Septiembre-2008.

Suhendro, E. L. 1997. Instrumental methods for evaluation of corn tortilla texture. Ph. Dissertation. Texas A & M University. College Station TX.

Tortilla Industry Association (TIA). 2002. (en línea). Consultado 6 oct. 2010. Disponible en:  
[http://www.tortilla-info.com/consumers/tortilla\\_talk/tortilla\\_talk.htm#facts](http://www.tortilla-info.com/consumers/tortilla_talk/tortilla_talk.htm#facts)

Universidad de Sevilla. 2009. (en línea) consultado 21 de oct. 2010. Grupo de investigación de color y calidad de los alimentos. Disponible en:  
<http://www.color.us.es/index.htm>

Villacorta. 2004. Situación Tecnológica y Perspectivas de Innovación en el Cultivo de Loroco en El Salvador. El desarrollo del conocimiento sobre el cultivo del loroco. 4p.

Yau, JC., Waniska, RD., y Rooney, LW. 1994. Effects of food additives on storage stability of corn tortillas. *Cereal Food World* 39. 396-402p.

## 8. ANEXOS

Anexo 1. Tratamiento con 5% de loroco pulverizado.



Anexo 2. Tratamiento con 2% de loroco deshidratado.



Anexo 3. Tratamiento con 5% de loroco en hojuelas.



Anexo 4. Tratamiento con 2% de loroco en hojuelas.



Anexo 5. Hoja de evaluación sensorial.

Hoja de evaluación sensorial:

Tortilla con loroco deshidratado

Nombre de panelista: \_\_\_\_\_ fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

- Por favor marque con una x la evaluación que se merece cada muestra analizada en cada una de sus características.
- Utilice la manzana verde y el agua como limpiador del paladar cada vez que cambie de muestra.
- No informe a otro panelista sobre la percepción del alimento evaluado durante el análisis sensorial.

1	2	3	4	5
Me gusta mucho	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta	Me disgusta mucho

Muestra: 879

Características	1	2	3	4	5
Color					
Aroma					
Textura					
Sabor					
Aceptación General					

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Muestra: 198

Características	1	2	3	4	5
Color					
Aroma					
Textura					
Sabor					
Aceptación General					

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_