

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

“Evaluación de diferentes combinaciones de harina de maíz morado (*Zea mays*) y harina de trigo (*Triticum aestivum*) en la elaboración de galletas”

Marcelo Andrés Cedeño Saldarriaga

Mario Caviedes, Dr., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de
Ingeniero en Agroempresas

Quito, diciembre de 2013

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

“Evaluación de diferentes combinaciones de harina de maíz morado (*Zea mays*) y harina de trigo (*Triticum aestivum*) en la elaboración de galletas”

Marcelo Andrés Cedeño Saldarriaga

Mario Caviedes, Dr.
Director de Tesis

Raúl de la Torre, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Antonio León, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Eduardo Uzcátegui, Ph.D.
Coordinador de Agroempresas

.....

Ximena Córdova, Ph.D.
Decana de la Escuela de Ingeniería
Colegio de Ciencias e Ingeniería

.....

Quito, diciembre de 2013

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Marcelo Andrés Cedeño Saldarriaga

C. I.: 1714979067

Fecha: Quito, diciembre de 2013

Agradecimientos

A mis padres por todo el apoyo incondicional durante toda mi vida, y sobre todo durante este último tiempo difícil y de extrema dedicación en mi carrera universitaria.

A mi hermana y mi cuñado por siempre darme aliento incondicional de siempre seguir adelante.

A Paola Villagómez por ser un respaldo incondicional durante toda la etapa de realización de la tesis.

A Carolina Andino que fue una persona que me ayudó mucho durante la etapa final del estudio.

A todos los profesores de mi carrera universitaria: Mario, Antonio, Carlos, Raúl y Eduardo por saber transmitir todos sus conocimientos hacia mi persona.

Resumen

El objetivo principal de esta investigación fue el de evaluar los contenidos de proteínas, cenizas, humedad y grasas en galletas que contenían diferentes porcentajes de harina de maíz morado (*Zea mays*) y harina de trigo (*Triticum aestivum*) y en base a esto, elegir las combinaciones que presenten el mayor agrado por parte de los consumidores. La investigación se orientó a determinar la mejor combinación entre estas dos harinas para lo cual se emplearon 4 tratamientos. El primer tratamiento fue de 80% harina de trigo y 20% de harina de maíz morado, el segundo fue 75% y 25%, el tercero fue de 70% y 30% y por último se empleó un testigo el cual fue 100% harina de trigo. En base a estos tratamientos y sus contenidos se hizo una evaluación de las galletas; analizando las siguientes variables de respuesta: cenizas, proteínas, humedad y grasa. No se obtuvieron diferencias estadísticas para las variables de cenizas, proteínas y humedad, pero entre todos los tratamientos el que presentó los mejores resultados fue el de 75% harina de trigo y 25% de harina de maíz morado. Se encontró diferencias estadísticas para la grasa, indicando que las galletas elaborados con 80% de harina de trigo y 20% de harina de maíz morado fueron las que más grasa poseían con un 32,5%. Por otro lado, se evaluaron los gustos de los consumidores mediante pruebas sensoriales empleando una escala hedónica con valoración de 1 al 7. La mezcla de harinas con mayor aceptación fue la de 70% harina de trigo y 30% de harina de maíz morado. La misma fue comparada con las otras y obtuvo una media de 4,71 frente al 4,38 que obtuvo la mezcla de 80% - 20% y al 4,13 que obtuvo la mezcla de 75% - 25%. Asimismo, la combinación de 70% y 30% permitirían obtener galletas nutricionalmente aceptables. El porcentaje de grasa fue de 31,61% frente al 32,85% que se obtuvo con la mezcla de 80%-20% que fue la más alta. Para la humedad 3,31% frente al 2,85% que se obtuvo con la mezcla de 80%-20% que fue la más baja. Para las cenizas el valor porcentual fue de 0,64%, mientras que el más alto fue de 0,72% obtenido con el tratamiento de 80%-20%. Y por último, el de proteínas es de 8,21% que fue más bajo que el de 8,28% obtenido con la mezcla de 75%-25%.

Palabras clave: maíz morado, trigo, proteínas, grasas.

Abstract

The main objective of this research was to evaluate the contents of protein, ash, moisture and fat in cookies containing different percentages of purple maize flour (*Zea mays*) and wheat flour (*Triticum aestivum*) and based on this, choose combinations that present the greatest pleasure for consumers. The research was aimed at determining the best combination of these two flours which 4 treatments were used. The first treatment was 80% wheat flour and 20 % purple corn flour, the second was 75% and 25 %, the third was 70 % and 30 % and finally a control was used which was 100% flour wheat. Based on these treatments and content cookies were made; analyzing the following outcomes: ash, protein, moisture and fat. Statistical differences for the variables of ash, protein and moisture were not obtained, but among all the treatments that provided the best results was 75 % wheat flour and 25 % purple corn flour. Statistics for fat differences were found, indicating that the cookies made with 80 % wheat flour and 20 % purple corn flour were the fattiest, and they had 32.5%. On the other hand, consumer tastes are evaluated to determine using a hedonic scale rating of 1 through 7. The flour mixture was increased acceptance with 70 % wheat flour and 30% purple maize flour. It was compared to the others and had a mean of 4.71 versus 4.38 obtained with the mixture of 80% - 20 % and the obtained mixture 4.13 to 75 % - 25 %. Also, the combination of 70% and 30 % would allow obtaining nutritionally acceptable cookie. The fat percentage was 31.61 % compared to 32.85% that was obtained by mixing 80 % -20% which was the highest. To 3.31% moisture compared to 2.85 % obtained by mixing 80 % -20% this was the lowest. For ash percentage value was 0.64 %, whereas the highest was 0.72 % obtained with the treatment of 80 % - 20%. Finally, the protein was of 8.21% which was lower than 8.28% obtained with the mixing of 75 % -25 %.

Keywords: purple corn, wheat, proteins, fats.

Tabla de contenido

Resumen.....	6
Abstract.....	7
1. Introducción.....	13
2. Revisión bibliográfica.....	15
2.1 El maíz morado.....	15
2.1.1 Tecnología del cultivo.....	15
2.1.1.1 Suelo.....	15
2.1.1.2 Distanciamientos.....	16
2.1.1.3 Plagas y enfermedades.....	17
2.1.1.4 Cosecha.....	17
2.1.1.5 Secado.....	17
2.1.1.6 Estructura del grano de maíz.....	18
2.1.1.7 Contenidos nutricionales del maíz.....	19
2.2 El trigo.....	21
2.2.1 Tecnología del cultivo.....	21
2.2.1.1 Altitud.....	21
2.2.1.2 Clima.....	22
2.2.1.3 Suelo.....	22
2.2.1.4 Enfermedades.....	22
2.2.1.5 Siembra.....	22
2.2.1.6 Cosecha.....	23
2.2.1.7 Contenidos nutricionales del trigo.....	23
3. Análisis Químico.....	24
3.1 Proteínas.....	25

3.1.1 Contenido proteico en el maíz.....	25
3.1.2 Contenido proteico en el trigo.....	26
3.2 Cenizas.....	26
3.3 Humedad.....	27
3.4 Grasas.....	28
3.4.1 El almidón.....	28
3.4.1.1 Estructura y composición del almidón.....	29
3.5 Galletas.....	29
3.5.1 Beneficio de la harina de maíz morado para la elaboración de galletas.....	30
4. Objetivos.....	31
4.1 Objetivo general.....	31
4.2 Objetivos específicos.....	31
4.3 Hipótesis.....	32
5. Materiales y métodos.....	32
5.1 Pruebas preliminares.....	32
5.2 Fase experimental.....	34
5.3 Procedimiento para cuantificar las variables de respuesta.....	35
5.3.1 Análisis de cenizas.....	35
5.3.2 Análisis de humedad.....	36
5.3.3 Análisis de proteínas.....	36
5.3.4 Análisis de grasa.....	37
6. Resultados y discusión.....	37
6.1 Pruebas preliminares.....	37
6.1.1 Primera prueba preliminar.....	37
6.1.2 Segunda prueba preliminar.....	38
6.1.2.1 Comparación 1.....	39

	10
6.1.2.2 Comparación 2.....	39
6.1.2.3 Comparación 3.....	40
6.1.2.4 Comparación 4.....	40
6.1.2.5 Comparación 5.....	40
6.1.2.6 Comparación 6.....	41
6.1.3 Tercera prueba preliminar.....	41
6.1.3.1 Comparación 1.....	42
6.1.3.2 Comparación 2.....	42
6.1.3.3 Comparación 3.....	42
6.1.3.4 Comparación 4.....	43
6.1.3.5 Comparación 5.....	43
6.2 Discusión de las pruebas preliminares.....	44
6.2.1 Primera prueba preliminar.....	44
6.2.2 Segunda prueba preliminar.....	44
6.2.3 Tercera prueba preliminar.....	45
6.3 Resultados y discusión de la fase experimental.....	47
6.3.1 Resultados y discusión del análisis de proteínas.....	47
6.3.2 Resultados y discusión del análisis de humedad.....	49
6.3.3 Resultados y discusión del análisis de grasa.....	52
6.3.4 Resultados y discusión del análisis de cenizas.....	54
7. Conclusiones y recomendaciones.....	56
7.1 Conclusiones.....	56
7.2 Recomendaciones.....	58
8. Bibliografía.....	59

Índice de Tablas

TABLA 1: Distanciamientos en maíz.....	16
TABLA 2: Composición nutritiva del maíz morado.....	20
TABLA 3: Composición de los granos y raquis de maíz morado en base seca (%).....	20
TABLA 4: Contenido nutricional del trigo.....	23
TABLA 5: Tabla de composición nutricional del maíz morado y del trigo.....	24
TABLA 6: Porcentaje de cenizas en distintos tipos de harina de trigo.....	27
TABLA 7: Código de muestras y porcentajes de harina de trigo y harina de maíz morado de la variedad B.....	35
TABLA 8. Código de muestras y porcentajes de harina de trigo y harina de maíz morado.....	37
TABLA 9. Código de muestras y porcentajes de harina de trigo y harina de maíz morado.....	38
TABLA 10. Análisis de la varianza de proteína (ADEVA).....	47
TABLA 11. Comparación de medias por Duncan.....	47
TABLA 12. Análisis de la varianza de humedad (ADEVA).....	50
TABLA 13. Comparación de medias por Duncan.....	50
TABLA 14. Análisis de la varianza de grasa (ADEVA).....	52
TABLA 15. Comparación de medias por Tukey.....	52
TABLA 16. Análisis de la varianza (ADEVA).....	54
TABLA 17. Comparación de medias por Duncan.....	55

Índice de gráficos

FIGURA 1: Planta de maíz morado.....	15
FIGURA 2: Grano de maíz dividido en partes.....	18
FIGURA 3. Planta de trigo.....	21

1. Introducción

El maíz es la planta más domesticada, se conoce que fue desde 5000 a.C. y evolucionada del reino vegetal. Los granos de maíz están constituidos por tres partes principalmente, el pericarpio, el endospermo y el germen. Por recientes descubrimientos arqueológicos y paleobotánicos, se ha logrado determinar que el maíz procede de un antepasado de tipo silvestre, un cereal de grano duro, contenido en una vaina, en el que cada semilla estaba protegida por una cubierta, su nombre es Teocintle (Asturias, 2004). El maíz es un cereal nativo de América, cuyo centro de domesticación fue principalmente Mesoamérica desde donde se difundió hacia todo el continente Americano. El nombre de maíz como se lo conoce en el mundo de habla hispana, proviene de mahís; la cual es una palabra de idioma taíno que hablaban los pueblos indígenas de Cuba, donde los españoles tuvieron su primer encuentro con este cultivo. En Sudamérica, la región alto andina es uno de los centros de origen de la agricultura (Junín, 2009). Diversas sociedades andinas crearon los sistemas productivos, adaptados a distintos pisos ecológicos y domesticaron una gran cantidad de cultivos que constituyeron su dieta durante cientos de años. Aunque en Sudamérica, no se domesticó el maíz, dicho cultivo fue introducido desde tiempos remotos y desde entonces ha sido mejorado intensivamente. El cultivo de maíz se extendió a lo largo de la costa del pacífico. En el Perú los ocupantes de las zonas próximas a los manantiales costeros habían empezado a plantar y cosechar el maíz por lo menos desde 200 años A.C. (Asturias, 2004). La agricultura liberó a las poblaciones de su dependencia de los productos marinos y les permitió establecerse hasta unos 20 kilómetros de distancia del mar por lo cual pudieron asentarse en diversas zonas geográficas; donde ya no dependían directamente de los productos marinos. Por otro lado, dentro de todos los tipos de maíces encontrados en la región interandina, en Perú se logró domesticar el maíz de tipo morado. Dicho maíz es una mutación genética que presenta como variante su alta producción de antocianina lo cual le da su color característico. Este maíz se cultivaba en el Perú desde épocas Prehispánicas y era conocido como sara o kulli sara. Lo cultivaban también los campesinos en la zona de la Península de Yucatán

e incluso las tribus indígenas Hobi y Navajos en los Estados Unidos; sin embargo, fue el Perú donde su cultivo está más extendido y donde es empleado masivamente para diversos fines. Por estas razones, el maíz morado siendo una especie de maíz poco explotada en nuestro país, y al ser perteneciente a la zona alto andina, debe dársele la importancia debida y se debe tratar de explotar el recurso que éste nos brinda que son sus antocianinas. En el Perú se ha dado valor agregado al maíz morado y se han elaborado productos como la mazamorra morada, la cual es una bebida que consiste en una extracción de las antocianinas por medio de la cocción del raquis del maíz, agregando a su vez canela y clavo de olor para darle su sabor característico. También se ha explotado mucho la extracción de tinturas hechas a base del pigmento natural del maíz morado que son usadas con fines médicos en Japón. El valor agregado es lo que hace la diferencia entre un producto agrícola primario y un producto agrícola industrializado. Esto hace una gran diferencia, y es por esta razón se realizó esta investigación para determinar cuál sería la combinación aceptable no sólo para que sea del agrado de los consumidores, sino también para que sea nutricional, y que brinde un aporte a la alimentación de las personas en general. La importancia de la investigación radica en que no existen estudios realizados en el Ecuador con la mezcla de la harina de maíz morado con harina de trigo para elaborar galletas. Es por esta razón, que se hace necesario la realización de estos estudios acerca de la aceptación en el mercado de galletas obtenidas por la mezcla idónea de las dos harinas; y también se quiere conocer los aportes nutricionales de las mismas en el producto final.

2. Revisión bibliográfica

2.1 El maíz morado

FIGURA 1. Planta de maíz morado



Fuente: www.cucba.udg.mx

2.1.1 Tecnología del cultivo

2.1.1.1 Suelo

Este tipo de maíz prefiere suelos profundos de textura franca o franco arcillosos, con buena capacidad de retener la humedad, pero estos suelos no deben presentar problemas de drenaje, ya que el exceso de humedad tiene un efecto perjudicial en la acumulación de pigmentos de la mazorca. Los suelos deben tener un pH de entre 5 hasta 8. La altitud de siembra varía en un rango desde los 1200 hasta los 4000 m.s.n.m.

2.1.1.2 Distanciamientos

Existe la denominada siembra tradicional que consiste en sembrar una fila de semillas por línea, siempre procurando separar una línea de otra a una distancia aproximada de 0,80 m. La siembra no tradicional utiliza la siembra de dos filas, en la cual se separa cada fila 0,20 m de cada lado del surco, es decir que hay 0,40 m de distancia lateral entre las plantas de cada surco. La distancia frontal entre plantas debe ser 0,15 m. Por último, la distancia entre un surco de siembra y el siguiente, debe ser 1,10 m. Con esto lo que se logra hacer es tener una mejor distribución de plantas para así obtener mayor luminosidad y con ello que las plantas puedan realizar correctamente la fotosíntesis.

La cantidad que el INIAP recomienda es de utilizar 25 kg a 30 kg de semillas de maíz por hectárea. Esto haciéndolo con una separación entre surco de 80 cm y colocando 2 semillas cada 50 cm de separación.

TABLA 1. Distanciamientos en maíz

<u>Altura de la planta (metros)</u>	<u>Densidad óptima (Plantas/Hectárea)</u>	<u>Densidad recomendada (Plantas/Hectárea)</u>
1,6 - 1,8	85.000	60.000
1,8 - 2,0	78.000	55.000
2,0 - 2,2	70.000	50.000
2,2 - 2,4	65.000	45.000

Fuente: CIMMYT 2008

2.1.1.3 Plagas y enfermedades

Las principales plagas que atacan al cultivo de maíz morado son: Gusano de tierra (*Agrotis ipsilon*), Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperla*), Gusano de la mazorca (*Heliothis zea*).

Las principales enfermedades que atacan al cultivo de maíz morado son: Carbón (*Ustilago maydis*), la Podredumbre del tallo (*Diplodia maydis*) y la Roya (*Puccinia sorghi*).

2.1.1.4 Cosecha

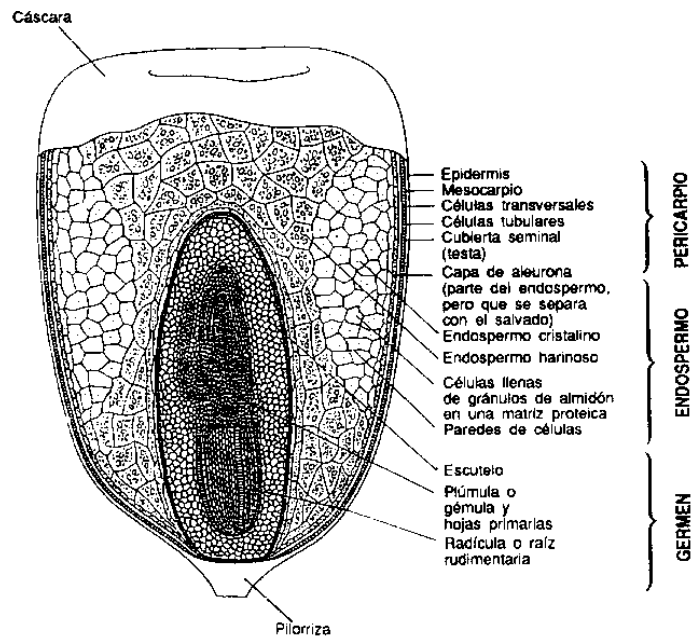
La época de cosecha varía de acuerdo con la variedad, temperatura y sobre todo con la altitud a la que se encuentra el cultivo. La misma debe realizarse cuando el grano esté en madurez fisiológica; es decir cuando en la base del grano se observa una capa negra, y el mismo se encuentre lo suficientemente seco. Si se hace la cosecha cuando el grano tiene un alto contenido de humedad, su conservación va a ser difícil ya que el grano podría llegar a deteriorarse.

2.1.1.5 Secado

Al momento del secado, se debe tener cautela de conservar siempre la calidad del pigmento. Para esto, el secado puede realizarse con aire forzado o incluso con energía solar; pero siempre evitando que la luz solar pegue directamente en las mazorcas (INIA , 2005)

2.1.1.6 Estructura del grano de maíz

FIGURA 2. Grano de maíz dividido en partes



(Facilitado por el Wheat Flour Institute, Chicago, Illinois, 1964)

Fuente: (Wheat Flour Institute, 1964)

Los granos de maíz se desarrollan a partir de la acumulación de los productos de la fotosíntesis. El grano de maíz está dividido en 3 partes principalmente. La parte superior es llamada el pericarpio: Es la capa exterior dura y fibrosa que recubre el grano de maíz. El mismo comprende la testa y la cofia en un pequeño recubrimiento que cubre la punta y protege al embrión. El pericarpio está constituido principalmente por fibra (Tovar, 2008).

Por otro lado, el endospermo es la parte del grano de maíz que constituye aproximadamente de un 80 – 84% del peso total del mismo. Tiene la función principal de ser una reserva energética de la planta durante su desarrollo. Está compuesta de dos regiones: una harinosa y una córnea. La región harinosa del endospermo se caracteriza por tener células con gránulos de almidón grandes (*de 10 a 30 micras*) esféricos y una capa delgada de matriz proteica, mientras que en la córnea se encuentran células con gránulos de almidón más pequeñas de (*1 a 10 micras*). Dicho endospermo está compuesto por 90% de almidón y 7% de proteínas entre otros compuestos. Por último, el germen aporta con un 9,5 – 12 % del peso total y está localizado en la parte inferior del mismo. Posee dos partes principales el eje embrionario y escutelo. Dicho escutelo consiste cerca del 90% del germen y es donde se almacenan los nutrientes que utiliza el grano durante la germinación (Tovar, 2008).

2.1.1.7 Contenidos nutricionales del maíz

El maíz, es un cereal que contiene grandes cantidades de hidratos de carbono de fácil digestión, es una buena fuente de magnesio. Gracias a su gran contenido de fibras, ayuda al proceso de digestión, combate el estreñimiento, reduce el colesterol y contiene vitaminas B1, B3 y B9 (Jimenez, 2012). Recientes estudios clínicos en Japón, han demostrado que el maíz morado ayuda a combatir la diabetes y la obesidad. Esto al comprobar que, el extracto de maíz morado, incrementa la actividad de un gen que ayuda a regular las células grasas dentro del organismo (Jimenez, 2012). El maíz morado ha demostrado ser eficaz y seguro en la reducción de triglicéridos, en el aumento del colesterol HDL y también optimiza el control de la glucosa en pacientes diabéticos no hipertensos (Ronceros, 2012).

Aparte de todos estos beneficios, a continuación se muestra una tabla de la composición nutritiva del maíz morado.

TABLA 2. Composición nutritiva del maíz morado

Proteína	8,85%
Aceites	3,30%
Almidón	61,70%
Minerales	328 mg de Fosforo, 0,2 mg de Hierro
Vitaminas	A
Vitaminas del complejo B	0,38 mg de Tiamina, 0,22 mg Riboflavina, 2,8 mg de Niacina

Fuente: (Argüello, 2011)

El maíz morado es bajo en grasas, hierro y contenido de fibra, sin embargo; su aspecto nutricional más pobre son las proteínas. Cerca de la mitad de las proteínas que contiene el maíz, están compuestas por zeína, la cual se conoce tiene un contenido muy bajo en aminoácidos esenciales como lo son el triptófano y la lisina (Argüello, 2011).

TABLA 3. Composición de los granos y raquis de maíz morado en base seca (%)

Componentes	Granos (%)	Raquis (%)
Carbohidratos	73,3	54,68
Proteína	8,41	1,48
Grasa	8,65	0,99
Fibra	6,35	40,71
Ceniza	3,29	2,14

Fuente: (Almeida, 2012)

El maíz morado posee un bajo contenido de proteínas; el mismo que es en promedio 8,41% en comparación con otros cereales que poseen un porcentaje más alto. Las grasas que poseen los granos de maíz morado son

aproximadamente 6,65 % y por último, las cenizas o materiales inertes es de 1,55%. Pese a que el contenido de aceite es inusualmente alto, no se puede afirmar que el maíz morado es rico en grasas.

2.2 El trigo

FIGURA 3. Planta de trigo



2.2.1 Tecnología del cultivo (INIAP 2008)

2.2.1.1 Altitud

El trigo se desenvuelve mejor en un rango de altitud que va desde los 2200 a los 3200 m.s.n.m.

2.2.1.2 Clima

El trigo es una planta la cual necesita una temperatura anual que va desde los 13 grados centígrados hasta los 20 grados centígrados. También la precipitación anual del cultivo debe ser de 800 mm hasta los 1500 mm.

2.2.1.3 Suelo

El suelo idóneo para el cultivo de trigo es un suelo franco o franco arenoso, profundo, con buen drenaje y con un pH de 6,5 a 7,5.

2.2.1.4 Enfermedades

Las principales enfermedades en el cultivo del trigo son: La roya de la hoja (*Puccinia recóndita*), la roya del tallo (*Puccinia graminis*), la roya lineal (*Puccinia striiformis*), el carbón apestoso (*Tilletia foetida*), el carbón desnudo (*Ustilago tritici*), el mildiú polvoriento (*Erysiphe graminis*) y manchas foliares causadas por *Alternaria* (*Alternaria triticina*) (Prescott, 1996).

2.2.1.5 Siembra

La época de siembra del trigo depende del período de lluvias de la zona en donde se quiera sembrar, ya que se debe contar con suficiente humedad a la siembra y calcular que al momento de la cosecha será una época seca. La densidad de siembra a máquina es de 130 Kg de semilla por hectárea y la densidad de siembra manual es de 150 Kg de semilla por hectárea. Al momento de realizar la siembra, es indispensable que el suelo tenga una adecuada capacidad de campo, así se puede asegurar una óptima germinación de la semilla. La profundidad de la siembra es un aspecto a tener en cuenta; no debe ser ni muy profunda ni muy superficial. La profundidad de siembra no debe superar los 5 cm, esto para evitar el ahogamiento y la pérdida de la semilla.

2.2.1.6 Cosecha

La cosecha manual se debe realizar un poco antes de que las plantas estén completamente secas, para evitar pérdidas por desgrane. Para la cosecha con máquina combinada; por otro lado, es conveniente que la humedad del grano sea baja. Esto quiere decir que deberá ser de entre 14% a 16%, con esto se reduce o se elimina la necesidad de secamiento adicional.

2.2.1.7 Contenidos nutricionales del trigo

La harina integral de trigo se refiere a la harina que posee un alto porcentaje de salvado. Posee un color oscuro debido a que es el resultado de la molienda del grano entero. Es una harina fuerte y puede utilizarse sola, aunque en general los productos elaborados con ella resultan más nutritivos. Son más nutritivos gracias al salvado. El salvado es el ingrediente que contribuye al descenso del colesterol y a regularizar el tránsito intestinal.

Por otro lado, también existe la harina de trigo panificada; la misma que es refinada con un porcentaje de trigo más bajo que la harina integral. Es un tipo de harina común que contiene levadura y es generalmente empleada en pastelería. (UNCP, 2009)

TABLA 4. Contenido nutricional del trigo

<u>Alimento/Características</u>	<u>Calorías (Kcal.)</u>	<u>Hidratos de carbono</u>	<u>Proteínas</u>	<u>Grasas</u>	<u>Fibra</u>
Harina de trigo, integral	318	66	13	2	10
Harina de trigo, panificada	337	75	11	1	3

Fuente: (Medicina información, 2007)

Como se puede apreciar en la tabla 3, la harina de trigo; ya sea integral o panificada, posee entre 318 o 337 kcal. La harina de trigo integral posee un

porcentaje mayor de proteína que la de harina panificada. En cuanto a las grasas la harina de trigo integral puede tener un 2% de grasas, mientras que la harina de trigo panificada puede llegar a tener un 50% de ese valor.

3. Análisis Químico

TABLA 5. Tabla de composición nutricional del maíz morado y del trigo

Composición en 100 g de alimento

<u>Nombre del alimento</u>	<u>Energía (kcal)</u>	<u>Proteínas (g)</u>	<u>Grasa total (g)</u>	<u>Cenizas (g)</u>	<u>Humedad (g)</u>
Maíz morado sin raquis	355	7,30	3,40	1,70	11,40
Trigo harina fortificada	354	10,50	2,00	0,40	10,80
Trigo harina tostada	347	7,90	1,00	2,00	9,00
Trigo pelado	359	8,40	1,40	1,50	12,60
Trigo sémola	335	7,80	1,10	0,60	12,10
Trigo	303	10,30	1,90	1,50	11,60

Fuente: (Instituto Nacional de Salud, 2009)

Como se puede apreciar en la tabla, los niveles de proteína en la harina de trigo son más altos que los de la harina de maíz morado. Por otro lado, los niveles de grasa en la harina de maíz morado son casi el doble que los de la harina de trigo. Es importante tener más proteína que grasa debido a que las proteínas si bien contienen carbono, hidrógeno y oxígeno como las grasas; contienen también nitrógeno y azufre. Estas dos últimas son sumamente importantes para el crecimiento y reparación de los tejidos. Cualquier proteína que se consuma en exceso de la cantidad requerida para el crecimiento, reposición celular y de líquidos y varias otras funciones metabólicas, se utiliza como fuente de energía lo que se logra con la transformación de proteína en carbohidrato. Si los carbohidratos y la grasa en la dieta no suministran una cantidad de energía adecuada, entonces se utiliza la proteína para suministrar energía; como resultado hay menos proteína disponible para el crecimiento, reposición celular y otras necesidades metabólicas (Latham, 2002). Por esta razón es necesario tener

mayores porcentajes de proteínas y menos cantidad de grasas. En cuanto a las cenizas, los niveles son sumamente bajos y parecidos entre los dos tipos de harinas. Por último, todas las harinas tienen un porcentaje parecido de humedad.

3.1 Proteínas

Método de Kjeldahl:

El contenido de proteínas se lo puede determinar mediante varios métodos entre los cuales está el método de Kjeldahl. Este método se basa en la determinación del nitrógeno dentro de una muestra. La forma más habitual es la cuantificación de la proteína es indirectamente y a la vez de forma aproximada partiendo del contenido de nitrógeno encontrado en la muestra. Se sobreentiende que la totalidad del nitrógeno de la muestra está en forma proteica, aunque en la realidad una fracción considerable del nitrógeno, procede de otras fuentes nitrogenadas, es por esto que a esta se le denomina proteína bruta o proteína total (García, 2011).

3.1.1 Contenido proteico en el maíz

El contenido promedio de proteína en el maíz es del 7 al 10% y la mayor parte se localiza en el germen del grano, aunque también el endospermo puede llegar a tener hasta un 9% de proteína. Las proteínas vienen clasificadas en 4 grupos principalmente de acuerdo a su solubilidad: Las albúminas (*solubles en agua*), globulinas (*solubles en soluciones de sales*), prolaminas (*solubles en soluciones alcohólicas*) y glutelinas (*solubles en soluciones alcalinas o soluciones diluidas*). En el maíz las proteínas se encuentran principalmente en el endospermo y reciben el nombre de zeínas; por otro lado, las glutelinas se encuentran en la matriz proteínica de esta misma estructura. Ambas proteínas pueden llegar a constituir cerca del 90% del total de las proteínas que contiene el grano de maíz (Hernández, 2008).

3.1.2 Contenido proteico en el trigo

Con base en su funcionalidad se pueden distinguir dos tipos de proteínas en el trigo. Las primeras son las proteínas pertenecientes al gluten y en segundo lugar están las proteínas que no pertenecen al gluten. En primer lugar, las proteínas no pertenecientes al gluten representan entre un 15% y 20% del total de proteínas del trigo, éstas se encuentran principalmente en las capas externas del grano de trigo y en bajas concentraciones en el endospermo. Por otro lado, existen las proteínas del gluten que representan entre un 80% y un 85% del total de las proteínas que existen en el trigo. Éstas pertenecen a la clase de las prolaminas y se encuentran principalmente en el endospermo del grano maduro donde llegan a formar una matriz continua alrededor de los granos de almidón (UTM , 2009).

3.2 Cenizas

En el análisis de alimentos, las cenizas se definen como el residuo inorgánico que se obtiene al incinerar la materia orgánica en un producto cualquiera que éste sea. Cuando los alimentos son tratados térmicamente a temperaturas entre los 500 y los 600 grados centígrados, el agua y otros constituyentes volátiles son expulsados como vapores. Los minerales constituyentes o mejor llamados cenizas, permanecen en el residuo en forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos y cloruros, siempre dependiendo de las condiciones de incineración y la composición del material analizado. Esto quiere decir que la determinación del contenido de cenizas en los alimentos es un indicador total de minerales y de materia inorgánica, microelementos que cumplen funciones metabólicas importantes en el organismo. Por otro lado, mientras menor sea el porcentaje de cenizas en el resultado del análisis, inferior será la contaminación de salvado y germen en esa determinada harina. Cabe recalcar que el endospermo del grano contiene un 0,3% de cenizas; sin embargo, el porcentaje de cenizas en la cáscara

es de 9% (Bejarano, 2002). Es por esto que se afirma que el porcentaje de cenizas que posea una muestra se verá reflejado por el proceso de molienda del grano.

TABLA 6. Porcentaje de cenizas en distintos tipos de harina de trigo

Producto	%Cenizas
Harina de trigo suave patentada	0,42
Harina de trigo suave grado convencional	0,56

Fuente: (Molina, 1999)

Si bien con la harina de trigo el porcentaje de cenizas no varía mucho, ya sea harina de trigo de grado convencional o harina de trigo suave patentada, el rango de porcentajes de cenizas varía desde el 0,42% hasta el 0,56% lo cual es relativamente bajo.

3.3 Humedad

El contenido de humedad de los alimentos es de suma importancia científica, técnica y económica, pero su determinación exacta es sumamente difícil de realizar. El agua se encuentra en los alimentos de forma libre o de forma enlazada. La forma enlazada es la que se refiere a las moléculas de agua unidas en forma química; es decir con enlaces como puentes de hidrógeno o grupos iónicos o polares. Por otro lado, el agua libre es la que no está unida a la matriz principal del alimento y se puede perder con facilidad si es que la muestra es llevada a congelación, si es que es secada o si bien es evaporada (Cabezas, 2010).

Se realiza la determinación de humedad por varias razones:

- Si el nivel de humedad en los alimentos está por encima de ciertos valores, el crecimiento de microorganismos se desarrolla con facilidad.
- El nivel de humedad puede ser adulterante para ciertos elementos que son ingredientes principales en la elaboración de las galletas.

El porcentaje de humedad de la harina de trigo va desde los 11,40 hasta los 12,80 dependiendo de qué tipo de harina de trigo se utilice para la elaboración de cualquier producto (Molina, 1999).

3.4 Grasas

Las grasas son también combustibles tal como los hidratos de carbono, pero son más poderosas que estos últimos. Las grasas son una combinación de ácidos grasos y glicerol y proporcionan 9 calorías por gramo consumido (Cabeza, 2009). En las masas de las galletas, las grasas tienen la función de mejorar la textura, de manera que las galletas resulten menos duras de lo que serían sin ellas, e incluso pueden servir para proporcionar un buen gusto a las mismas y que sean agradables al momento de ingerir las mismas (Cabezas, 2010). Las grasas pueden ocupar el tercer lugar entre los principales componentes de las galletas después de la harina y del azúcar. Las grasas cumplen la función principal de dar una estabilidad antiglutinante a la masa y contribuyen a su plasticidad; aparte suavizan la masa y la hacen mucho más manejable (Cabeza, 2009).

3.4.1 El almidón

El almidón es un polisacárido vegetal que se almacena en las raíces, tubérculos y semillas de las plantas. El mismo se encuentra en el endospermo de todos los granos. Los granos de almidón o también denominados gránulos, contienen polímeros de glucosa de cadena larga y son insolubles en el agua. Los gránulos de almidón forman una suspensión temporal cuando se agitan en agua. En los gránulos que no han sido previamente cocidos, ocurre el hinchamiento el cual es irreversible. Por esta característica de los gránulos de almidón es que se lo usa como espesante. El almidón proviene de diversas fuentes con diferentes estructuras cristalinas. Los granos de cereal como maíz, trigo o arroz (Vaclavick, 1999).

3.4.1.1 Estructura y composición del almidón

El almidón está constituido por dos moléculas, una de amilosa y otra de amilopectina y ambas están unidas por enlaces glicosídicos. Las moléculas de amilosa conforman aproximadamente la cuarta parte del almidón. La amilosa forma una red tridimensional cuando se asocian las moléculas al enfriarse y es responsable de la gelificación por ejemplo de las pastas frías hechas de almidón.

Las moléculas de amilopectina suponen aproximadamente tres cuartas partes de los polímeros en un grano de almidón. Los almidones con un alto porcentaje de amilopectina espesarán una mezcla pero no formarán un gel, porque a diferencia de la amilosa, las moléculas de amilopectina no se asocian y no forman enlaces químicos (Vaclavick, 1999).

Los almidones de cereales producen típicamente una mezcla turbia o espesa. Las harinas de trigo producen una mezcla espesa más turbia que el almidón de maíz, porque el trigo tiene otros ingredientes diferentes del almidón; se necesita aproximadamente el doble de harina que de almidón de maíz para poder espesar una muestra (García, 2009).

Por otro lado, la harina de trigo posee este ingrediente esencial para la elaboración de galletas como es el gluten, que el mismo luego de añadir agua hace posible que la masa para cualquier producto sea consistente; sin embargo, la cantidad de gluten presente también determina la dureza de la harina (Gimferrer, 2009).

Al hablar de contenido de gluten de la harina, se tiene que hablar también del porcentaje de absorción de agua, que va específicamente de la mano con el porcentaje de gluten de la harina (Loor, 2008).

3.5 Galletas

Las galletas son productos obtenidos a partir del horneado de figuras obtenidas a partir del amasado de diferentes harinas u otras farináceas con distintos

ingredientes, para lograr, conseguir un producto idóneo para el posterior consumo humano. El nombre de galleta que proviene del francés “*galette*” es básicamente un pastel horneado, hecho con una pasta a base de harina, mantequilla, huevos y azúcar. (Cabezas, 2010).

Las harinas suaves o con bajos contenidos de proteínas, son las idóneas y las preferidas por las industrias que producen galletas. La composición química óptima de las harinas para hacer galletas dulces o saladas en cuanto a humedad viene a ser 14% para ambas. El porcentaje de proteínas para el caso de las galletas dulces viene a ser de un rango entre 7,50% – 9,50% y en el caso de galletas saladas es de 8,50% - 10,50%. Por último, en cuanto al porcentaje de cenizas, el óptimo para galletas dulces es de 0,30 – 0,55% el rango y para el caso de galletas saladas es de 0,32% a 0,45% (Molina, 1999). Este rango se refiere a valores proximales, los mismos pueden variar de acuerdo a las preparaciones de las galletas. En teoría las galletas dulces deberían tener mayor porcentaje que las galletas saladas.

3.5.1 Beneficio de la harina de maíz morado para la elaboración de galletas

En un estudio realizado en harina de maíz morado, se hicieron análisis químico y proximal; y se llegó a la conclusión de que dicha harina posee un contenido de ceniza de 1,1%, la proteína variaba entre 8,2% y 9,4%, y la grasa se encontraba en un rango de entre 3,7% y 4,4%.

“El maíz morado presentó un 20 y 22% de amilosa aparente. Estos almidones se pueden considerar como normales debido a su porcentaje de amilosa. La amilosa es importante ya que realiza los procesos de gelificación y retrogradación del almidón cuando éste es cocinado y almacenado, por lo que los maíces pigmentados pudieran formar productos con textura diferente a los elaborados con el maíz blanco. Los almidones

con mayor contenido de amilosa presentan mayor velocidad de retrogradación. Sin embargo, la longitud de las cadenas de la amilopeptina influye considerablemente en este fenómeno, lo cual afectaría la textura y digestibilidad de los productos elaborados con este tipo de maíces. Un efecto benéfico de la retrogradación sería la formación de estructuras retrogradadas que tienen una alta resistencia al ataque enzimático, ya que se forma almidón resistente, el cual está asociado con la prevención de enfermedades como el cáncer de colon, disminución del colesterol y glucosa en la sangre, así como problemas de obesidad “ (Acevedo et al, 2005).

La harina de trigo cuando es utilizada en altos niveles, otorga a la masa que será utilizada una característica importante de elasticidad. En comparación con las masas de harina de 100% trigo, las masas que fueron obtenidas a partir de mezclas son menos elásticas, esto se podría deber a que los componentes no poseen la característica de elasticidad por la falta de gluten (LLerena, 2010).

4. Objetivos:

4.1 Objetivo general:

- Elaborar galletas con base en diferentes porcentajes de harina de maíz morado y de harina de trigo con contenidos de antocianinas como componente principal.

4.2 Objetivos específicos:

- Determinar la mejor mezcla en porcentaje de harina de maíz morado y harina de trigo para la obtención de galletas de primera calidad.

- Cuantificar y determinar diferencias en ceniza, grasa, humedad y proteínas en cada una de las diferentes combinaciones de harina de maíz morado y trigo utilizadas.
- Evaluar los gustos de consumidores con respecto al producto elaborado.

4.3 Hipótesis:

La combinación de diferentes porcentajes de harina de trigo y harina de maíz morado permitirían obtener galletas de buena calidad y aceptación en el mercado.

5. Materiales y métodos

Se emplearon 3 harinas distintas durante las pruebas preliminares y durante la fase experimental para así poder determinar si existe alguna preferencia diferenciada por parte de los consumidores hacia alguna de éstas.

5.1 Pruebas preliminares

La receta sugerida para la elaboración de las galletas fue:

- 6 onzas (170,1 gramos) de harina de maíz morado,
- 2 onzas (56,7 gramos) de mantequilla,
- ½ huevo batido,
- 2 onzas (56,7 gramos) de manteca vegetal,
- 1 ½ onzas (42 gramos) de azúcar impalpable,
- 0,07 onzas (2 gramos) de levadura fresca.

En la primera prueba preliminar se empleó la muestra número 1, que correspondía la harina de la variedad A de maíz morado, la cual presentaba un color morado

con ciertas tonalidades blancas. Para esta prueba se emplearon 6 tratamientos que consistieron en porcentajes de:

- **Tratamiento 1 (203):** 100% (harina de trigo)
- **Tratamiento 2 (303):** 90% (harina de trigo) – 10% (harina de maíz morado)
- **Tratamiento 3 (403):** 85% (harina de trigo) – 15% (harina de maíz morado)
- **Tratamiento 4 (503):** 80% (harina de trigo) – 20% (harina de maíz morado)
- **Tratamiento 5 (603):** 75% (harina de trigo) – 25% (harina de maíz morado)
- **Tratamiento 6 (703):** 70% (harina de trigo) – 30% (harina de maíz morado)

Por otro lado, en la segunda prueba preliminar se empleó la misma harina de trigo, pero en este caso se empleó la muestra número 2, que correspondía a la harina de maíz morado proveniente de la Hacienda Pungal, ubicada en la Provincia de Chimborazo, específicamente en el Cantón Guano a 2600 msnm. En este caso se emplearon 4 tratamientos:

- **Tratamiento 1 (504):** 80% (harina de trigo) – 20% (harina de maíz morado)
- **Tratamiento 2 (604):** 75% (harina de trigo) – 25% (harina de maíz morado)
- **Tratamiento 3 (704):** 70% (harina de trigo) – 30% (harina de maíz morado)
- **Tratamiento 4 (204):** 100% (harina de trigo)

Por último, se hizo una tercera prueba preliminar con la harina de maíz morado de la variedad C con los 4 tratamientos previamente descritos. Esta variedad presentaba tonalidad morada oscura con pequeñas tonalidades claras rojizas. Esta prueba se la hizo para determinar y estandarizar el tiempo en el cual las galletas debían permanecer en el horno. De esta prueba se concluyó que el tiempo que las mismas deben permanecer en el horno es de 14 minutos aproximadamente a una temperatura de 180 grados centígrados. En esta última prueba se hizo uso de los mismos ingredientes de la receta original pero se le añadió 0,25 onzas (8 gramos) de vainilla natural molida como saborizante para las galletas.

Para las pruebas preliminares se hicieron evaluaciones sensoriales en los consumidores en las cuales se usó una escala hedónica la cual tenía una valoración del 1 al 7 indicando la preferencia por sabor de cada una de las galletas:

- 1.- Me disgusta mucho
- 2.- Me disgusta moderadamente
- 3.- Me disgusta poco
- 4.- No me gusta ni me disgusta
- 5.- Me gusta poco
- 6.- Me gusta moderadamente
- 7.- Me gusta mucho

Una vez que se obtuvieron los resultados, se realizaron las pruebas “t de Student” para analizar si existían diferencias estadísticas entre las muestras de galletas con los diferentes porcentajes de harina de trigo y harina de maíz morado.

5.2 Fase experimental

En esta fase experimental se utilizó la muestra número 3, que correspondía a la variedad B de maíz morado. Esta variedad presentaba coloración rojiza – morada. Se empleó un separador hecho a base hierro galvanizado para que pudiera resistir las altas temperaturas del horno y que no deteriora las galletas. Este separador sirvió para implementar el diseño experimental de cuadrado latino de 4 filas y 4 columnas. En esta fase se hizo una prueba preliminar para determinar el tiempo en el cual las galletas deberían estar en el horno y cuál sería la mezcla idónea de ingredientes. Una vez determinado el tiempo de cocción de las mismas y la mezcla idónea de ingredientes se usaron las muestras de galletas para la fase experimental. En esta fase las variables de respuesta fueron: proteínas, grasa,

humedad y cenizas de cada una de las combinaciones de las galletas y las mismas fueron cuantificadas en porcentajes.

TABLA 7. Código de muestras y porcentajes de harina de trigo y harina de maíz morado de la variedad B.

Número de tratamiento	Código de las muestras	Porcentaje (harina de trigo - harina de maíz morado)
1	504	80 – 20
2	604	75 – 25
3	704	70 – 30
4	204	100

Para esta fase se empleó el Diseño de Cuadrado Latino 4x4, se colocaron 20 galletas de cada tratamiento como se aprecia en la tabla 17 de los anexos. Se realizaron 4 repeticiones aleatorizando cada uno de los tratamientos dentro de la bandeja que fue empleada para hornear las galletas.

5.3 Procedimiento para cuantificar las variables de respuesta

Para el análisis de cenizas, humedad y grasas se utilizaron métodos estándar de análisis.

5.3.1 Análisis de cenizas:

Para el análisis de ceniza se emplea un método conocido como el método oficial de análisis para cenizas AOAC (Association of Analysis Chemists). En el análisis de ceniza cabe recalcar que se realiza el pesaje de los crisoles vacíos, posteriormente se pesa la muestra. Al día posterior de haber colocado los crisoles con las muestras en la mufla se vuelven a pesar y se calcula el porcentaje de ceniza por el método de diferencia con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{\text{peso final} - \text{peso del crisol vacío}}{\text{peso de la muestra (gramos)}} \times 100$$

5.3.2 Análisis de humedad:

Para el análisis de humedad se emplea un método conocido como el método oficial de análisis para la humedad AOAC. En el análisis de humedad se emplearon aproximadamente entre 0,5 – 0,7 gramos de muestra los cuales fueron colocados en la lámpara de medición de humedad de alimentos.

5.3.3 Análisis de proteínas:

Para el análisis de proteínas se empleó el método de Kjeldahl. En el proceso de análisis se utilizaron 2 gramos de muestra aproximadamente, los cuales fueron envueltos en un papel filtro y cerrados apropiadamente para evitar pérdidas de la muestra. Posteriormente, se colocó la muestra en 12 ml aproximadamente de ácido sulfúrico y se agregó un catalizador para acelerar dicha reacción. Se añadió en el tubo de igual manera 5 ml de peróxido de hidrógeno para así evitar cualquier tipo de espuma que hubiera podido formarse. Luego de que la muestra alcanzó los 450 grados centígrados y el color se tornó verde turquesa, se procedió a colocar 25 ml de ácido bórico al 40% y se colocaron las muestras en el destilador por un tiempo determinado de 2 minutos. Al finalizar dicho proceso, se tituló la muestra con ácido clorhídrico y se midió cuánto de mencionado ácido se empleó para que la muestra cambie a color morado. Con ese dato se usó la siguiente fórmula para conocer el porcentaje de nitrógeno de la muestra y posteriormente se multiplicó por 6,25 que es el índice universal para poder obtener el porcentaje de proteína.

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{\text{Volumen de ácido clorhídrico} \times 0,185 \text{ N} \times 14,007}{\text{Peso de la muestra (miligramos)}} \times 100$$

5.3.4 Análisis de grasa:

Para el análisis de grasa se emplea un método conocido como el método oficial de análisis para grasa AOAC. Para dicho análisis, se procedió colocar 130 mL de hexano en un balón aforado, colocando unos núcleos pequeños para evitar que la grasa se pegue al balón. Posteriormente, se procedió a colocar en el equipo de extracción Soxhlet para la separación de los aceites de la muestra. El aceite queda en el hexano y luego se los separa por una destilación en la cual sólo quedan las grasas y el hexano separados. El tiempo aproximado del proceso es de 4 a 6 horas.

6. Resultados y discusión

6.1 Pruebas preliminares

6.1.1 Primera prueba preliminar

En este caso se empleó la muestra número 1, que correspondía a la harina que correspondía a la variedad “A” de maíz morado, la cual presentaba un color morado con ciertas tonalidades blancas.

TABLA 8. Código de muestras y porcentajes de harina de trigo y harina de maíz morado

<u>Código de las muestras</u>	<u>Porcentajes (harina de trigo- harina de maíz morado)</u>
203	100
303	90-10
403	85-15
503	80-20
603	75-25
703	70-30

Posteriormente, se procedió a la degustación y posterior prueba sensorial de 6 personas, las cuáles emplearon una escala hedónica (del 1 al 7); indicando la preferencia de cada una de las mezclas de galletas.

Conclusión:

De esta primera prueba preliminar se concluyó que no es necesario hacer uso de 6 tratamientos, ya que los resultados no muestran diferencias visibles entre las harinas elaboradas con 80% - 20% (503) y con 85% - 15% (403). También de acuerdo a las medias observadas, las galletas que mayor aceptación tuvieron fueron las que contenían 75% de harina de trigo y 25% de harina de maíz morado. También se concluye que las galletas que tuvieron menor aceptación en los consumidores fueron las galletas que contenían 100% de harina de trigo.

6.1.2 Segunda prueba preliminar:

La segunda prueba preliminar se realizó con harina de maíz morado proveniente de la Hacienda Pungal.

TABLA 9. Código de muestras y porcentajes de harina de trigo y harina de maíz morado

<u>Código de las muestras</u>	<u>Porcentajes (harina de trigo- harina de maíz morado)</u>
950	100
910	70 – 30
810	75 – 25
710	80 – 20

Luego, se procedió a la degustación y posterior prueba sensorial de 24 personas, las cuáles emplearon una escala hedónica (del 1 al 7), indicando el sabor de cada una de las mezclas de las de las harinas en las galletas. Como se muestra en la tabla 24 de anexos. Se hicieron las debidas pruebas estadísticas t de Student para

analizar si existen diferencias entre los diferentes tratamientos empleados (Diferentes mezclas y el testigo).

6.1.2.1 Comparación 1:

$$T_c = 133,80^* > T_t = 1,714$$

Se rechazó la hipótesis nula ya que existieron diferencias estadísticas significativas.

Conclusión: Con base en la prueba t de Student, y al ser la t calculada mayor que la t tabular, se acepta la H_1 que indica que existen diferencias de entre la muestra 950 y la muestra 710. Según las pruebas sensoriales hechas, al consumidor parece agrada más la muestra 950 que la 710. En este caso le agrada más al consumidor el testigo (100% harina de trigo), que el tratamiento (80%-20%).

6.1.2.2 Comparación 2:

$$T_c = 125,78^* > T_t = 1,714$$

Se rechazó la hipótesis nula ya que existieron diferencias estadísticas significativas.

Conclusión: Con base en la prueba t de Student, y al ser la t calculada mayor que la t tabular, se acepta la H_1 que indica que existen diferencias de entre la muestra 950 y la muestra 810. Según las pruebas sensoriales hechas, al consumidor parece agrada más la muestra 950 que la 810. En este caso le agrada más al consumidor el testigo (100% harina de trigo), que el tratamiento (75%-25%).

6.1.2.3 Comparación 3:

$$T_c = 91,62^* > T_t = 1,714$$

Se rechazó la hipótesis nula ya que existieron diferencias estadísticas significativas.

Conclusión: Con base en la prueba t de Student, y al ser la t calculada mayor que la t tabular, se acepta la H_1 que indica que existen diferencias de entre la muestra 950 y la muestra 910. Según las pruebas sensoriales hechas, al consumidor parece agrada más la muestra 950 (100% harina de trigo) que la 910 (70% - 30%).

6.1.2.4 Comparación 4:

$$T_c = 164,13^* > T_t = 1,714$$

Se rechazó la hipótesis nula ya que existieron diferencias estadísticas significativas.

Conclusión: Con base en la prueba t de Student, y al ser la t calculada mayor que la t tabular, se acepta la H_1 que indica que existen diferencias de entre la muestra 910 y la muestra 710. Según las pruebas sensoriales hechas, al consumidor parece agrada más la muestra 910 que la 710. En este caso le agrada más al consumidor el tratamiento (70% -30%), que el tratamiento (80%-20%).

6.1.2.5 Comparación 5:

$$T_c = 35,50^* > T_t = 1,714$$

Se rechazó la hipótesis nula ya que existieron diferencias estadísticas significativas.

Conclusión: Con base en la prueba t de Student, y al ser la t calculada mayor que la t tabular, se acepta la H_1 que indica que existen diferencias de entre la muestra 910 y la muestra 810. Según las pruebas sensoriales hechas, al consumidor parece agrada más la muestra 910 que la 810. En este caso le agrada más al consumidor el tratamiento (70% -30%), que el tratamiento (75%-25%).

6.1.2.6 Comparación 6:

$$T_c = 19,59^* > T_t = 1,714$$

Se rechazó la hipótesis nula ya que existieron diferencias estadísticas significativas.

Conclusión: Con base en la prueba t de Student, y al ser la t calculada mayor que la t tabular, se acepta la H_1 que indica que existen diferencias de entre la muestra 710 y la muestra 810. Según las pruebas sensoriales hechas, al consumidor parece agrada más la muestra 710 que la 810. En este caso le agrada más al consumidor el tratamiento (80% -20%), que el tratamiento (75%-25%).

6.1.3 Tercera prueba preliminar

Para la tercera prueba preliminar se usó la prueba estadística t de Student para analizar si existían diferencias entre todos los tratamientos con mezclas y el testigo. También se empleó harina de maíz morado de la variedad "B" que correspondía a la muestra número 2.

6.1.3.1 Comparación 1:

$$T_c = 3,60^* > T_t = 2,015$$

Se rechazó la hipótesis nula ya que existieron diferencias estadísticas significativas.

Conclusión: Habiendo realizado la prueba t de Student, y al ser la t calculada mayor que la t tabular, se acepta la H_1 que indica que existen diferencias de entre la muestra 303 y la muestra 203. Según las pruebas sensoriales hechas, al consumidor parece agradarle más la muestra 303 que la 203.

6.1.3.2 Comparación 2:

$$T_c = 20,22^* > T_t = 2,015$$

Se rechazó la hipótesis nula ya que existieron diferencias estadísticas significativas.

Conclusión: Habiendo realizado la prueba t de Student, y al ser la t calculada mayor que la t tabular, se acepta la H_1 que indica que existen diferencias de entre la muestra 403 y la muestra 203. Según las pruebas sensoriales hechas, al consumidor parece agradarle más la muestra 403 que la 203.

6.1.3.3 Comparación 3:

$$T_c = 17,88^* > T_t = 2,015$$

Se rechazó la hipótesis nula ya que existieron diferencias estadísticas significativas.

Conclusión: Habiendo realizado la prueba t de Student, y al ser la t calculada mayor que la t tabular, se acepta la H_1 que indica que existen diferencias de entre

la muestra 503 y la muestra 203. Según las pruebas sensoriales hechas, al consumidor parece agradarle más la muestra 503 que la 203.

6.1.3.4 Comparación 4:

$$T_c = 17,75^* > T_t = 2,015$$

Se rechazó la hipótesis nula ya que existieron diferencias estadísticas significativas.

Conclusión: Habiendo realizado la prueba t de Student, y al ser la t calculada mayor que la t tabular, se acepta la H_1 que indica que existen diferencias de entre la muestra 603 y la muestra 203. Según las pruebas sensoriales hechas, al consumidor parece agradarle más la muestra 603 que la 203.

6.1.3.5 Comparación 5:

$$T_c = 14,88^* > T_t = 2,015$$

Se rechazó la hipótesis nula ya que existieron diferencias estadísticas significativas.

Conclusión: Habiendo realizado la prueba t de Student, y al ser la t calculada mayor que la t tabular, se acepta la H_1 que indica que existen diferencias de entre la muestra 703 y la muestra 203. Según las pruebas sensoriales hechas, al consumidor parece agradarle más la muestra 703 que la 203.

6.2 Discusión de las pruebas preliminares

6.2.1 Primera prueba preliminar:

De esta primera prueba preliminar se concluyó que no es necesario hacer uso de 6 tratamientos, ya que los resultados no muestran diferencias visibles entre las harinas elaboradas con 80% - 20% y con 85% - 15%. También de acuerdo a las medias observadas, las galletas que mayor aceptación tuvieron fueron las que contenían 70% de harina de trigo y 30% de harina de maíz morado. También se concluye que las galletas que tuvieron menor aceptación en los consumidores fueron las galletas que contenían 100% de harina de trigo. Con la harina de la variedad A de maíz morado que presentaba ciertas tonalidades moradas y ciertas tonalidades blancas; es decir que no era completamente morado, se puede decir que la combinación idónea de harina de trigo es de 70% y de maíz morado es de 30%. Este resultado viene dado por el gusto de los consumidores y puede deberse a que el color que presentaban las galletas no era completamente oscuro y era agradable para las personas que degustaron las galletas. Incluso la textura de las galletas era compacta y no se desprendía. Esto puede deberse a que la combinación era la idónea debido a que la harina de trigo contiene el gluten que le da la consistencia característica a las galletas. Pudo no haberse notado diferencia alguna con respecto a los porcentajes de 80% - 20% o 85% - 15% ya que el consumidor no percibió diferencia alguna entre estos dos tratamientos.

6.2.2 Segunda prueba preliminar:

Como conclusión de acuerdo a las pruebas de t de student realizadas es que existe diferencia estadística entre todos los tratamientos realizados. Esto nos llevó a observar las medias para determinar diferencias cuantitativas. Se puede apreciar que utilizando la harina de maíz morado proveniente de la hacienda Pungal, la

cual era una variedad distinta de la empleada previamente, se ve claramente como el testigo; es decir, las galletas hechas con 100% de harina de trigo presentan la mayor media la cual es 6,04. Esto en comparación con la segunda elección del público la cual fue de las galletas hechas con 70% de harina de trigo y 30% de maíz morado y su media fue de 4,71; por ende existe diferencia significativa. Esto indica que en este caso al público en general no les agradaron las galletas hechas con dicha harina, sino que prefirieron las galletas hechas sólo con harina de trigo. Por otro lado, al realizar las comparaciones múltiples sí existió una diferencia estadística entre todas las muestras. Se puede inferir que la harina empleada para la elaboración de las galletas sí influye en el gusto perceptivo de los consumidores. Esto con base en la segunda prueba preliminar donde la combinación que más agradó al público fue la de 75% - 25%. Por otro lado, se puede ver que la combinación que tuvo mayor acogida luego del tratamiento previamente mencionado fue la de 70% harina de trigo y 30% de harina de maíz morado. Estos dos porcentajes son sumamente parecidos y las diferencias son mínimas, lo que puede ser un buen indicador que alguno de estos dos porcentajes pueden ser los favoritos por los consumidores dependiendo del porcentaje de la harina que se utilice. La masa para las galletas es un sistema sumamente complejo en el que todos los ingredientes interactúan entre sí para poder dar estabilidad y que las galletas tengan una textura y un aspecto agradable. La masa depende sobre todo del porcentaje de proteína (Cabeza, 2009). En este caso en particular; los niveles de proteína pueden variar de tratamiento en tratamiento. Si bien sería muy poca la variación, esto podría ser un indicador de que dicho parámetro podría haber afectado la textura de la masa y por ende el sabor de las galletas.

6.2.3 Tercera prueba preliminar

Los resultados de acuerdo a las medias presentadas se puede apreciar una gran diferencia entre las muestras número 603 que corresponde a 75% harina de trigo y

25% de harina de maíz morado; su media es de 6,00. Por otro lado, otra de las muestras que sobresalió del resto fue la misma que tenía el número 703 que corresponde a 70% de harina de trigo y 30% de harina de maíz morado. Realizando la comparación entre todas las muestras contra el testigo se aprecia una diferencia significativa, con lo que se puede afirmar que en este no existe la misma aceptación del público en general por las galletas hechas con harina de trigo que con las hechas a base de harina de maíz morado.

Con esto se puede inferir que con la harina de maíz morado de la variedad B al 25% y el 75% restante con harina de trigo, sería el porcentaje óptimo utilizado para obtener galletas con una máxima aceptación del público en general. Según estudios hechos en galletas con harina de trigo y harina de quinua, la harina de trigo es la que brinda la elasticidad deseada a la masa de las galletas debido a que ésta posee el gluten (LLerena K. , 2010). Estos porcentajes de harina pueden ser los idóneos para que la harina de trigo aporte con la elasticidad deseada en las galletas y que las mismas tengan una textura agradable y por otro lado, la harina de maíz morado brinde el aporte nutricional, la pigmentación morada aparentemente beneficioso a la vista de los consumidores. También según Acevedo et al. 2005 , el maíz morado presenta un 20% al 22% de amilosa y este almidón es importante para los procesos de gelificación y retrogradación del almidón cuando éste es cocinado; por esta razón, se dice que los maíces pigmentados forman productos con textura diferente a los elaborados con maíz blanco.

6.3 Resultados y discusión de la fase experimental

6.3.1 Resultados y discusión del análisis de proteínas

TABLA 10. Análisis de la varianza de proteína (ADEVA)

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T
Total	15	3,70	-	-	-
Tratamientos	3	0,21	0,07	0,48 NS	4,76
Filas	3	2,19	0,73	4,91 NS	4,76
Columnas	3	0,41	0,14	0,91 NS	4,76
Error experimental	6	0,89	0,15	-	-

Desviación estándar	Sy	CV
0,39	0,22	1,17%

Ho: No existen diferencias en los niveles de proteínas entre tratamiento.

Hi: Existen diferencias en los niveles de proteínas entre tratamiento.

TABLA 11. Comparación de medias por Duncan

Tratamientos	Total	Medias	Rango
3 (70% - 30%)	32,85	8,21	A
1 (80% - 20%)	32,93	8,23	A
2 (75% - 25%)	33,12	8,28	A
4 (100%- 0%)	34,01	8,50	A
Promedio	33,23		

Comparación 1				
Tratamiento 4 vs Tratamiento 2	0,29	<	0,80	No hay diferencia
Tratamiento 4 vs Tratamiento 3	0,27	<	0,78	No hay diferencia
Tratamiento 4 vs Tratamiento 1	0,22	<	0,76	No hay diferencia

Comparación 2				
Tratamiento 2 vs Tratamiento 1	0,07	<	0,78	No hay diferencia
Tratamiento 2 vs Tratamiento 3	0,05	<	0,76	No hay diferencia

Comparación 3				
Tratamiento 1 vs Tratamiento 3	0,02	<	0,76	No hay diferencia

De los resultados obtenidos se concluye que se acepta la hipótesis nula. Lo cual nos indica que no existen diferencias estadísticas en los niveles de proteínas para cada uno de los tratamientos. Para el caso de las filas si existió diferencia estadística, es decir que en las filas sí existieron diferencias entre los tratamientos. Por otro lado, en el caso de las columnas no existió diferencia estadística. Una vez realizada la prueba de Duncan para comparación de medias, el resultado fue que tampoco existen diferencias estadísticas, lo que indica que existe sólo un rango A para los 4 tratamientos. Los datos analizados no presentan mayor variación ya que el Coeficiente de Variación es de 1,17% lo cual es sumamente bajo. En este caso el tratamiento que posee el porcentaje más alto de proteína es el tratamiento número 4 que corresponde a la combinación de 100% harina de trigo y 0% de harina de maíz morado. De los tratamientos restantes el tratamiento 2, correspondiente a la combinación de 75% harina de trigo y 25% de maíz morado fue el que obtuvo el mayor porcentaje de proteína. Y por último, el tratamiento que menor porcentaje de proteína tuvo fue el número 3 que correspondía a la combinación de 70% harina de trigo y 30% harina de maíz morado. Para este caso de las proteínas, se puede deducir que no existe ninguna

diferencia estadística entre los tratamientos debido a que si bien el maíz tiene un contenido proteico promedio de entre 7% y 10% y en el endospermo 9%, el trigo contiene del 11% al 13% de proteína (Instituto Nacional de Salud., 2009). En los tratamientos realizados los porcentajes de proteína van desde 8,21% hasta el más alto que es 8,50%. Esto puede deberse a que si bien existe mayor cantidad de harina de trigo en las galletas, el maíz morado puede poseer niveles de proteína similares a los del trigo y por eso se aprecia dicho nivel en las galletas. Según el codex alimentario, las galletas en general deben tener un contenido bajo en proteínas, los valores van de 5 – 10 gramos por cada 100 gramos de alimento, esto equivale del 5% al 10% de proteína en las galletas. Por esto, se puede afirmar que las galletas de maíz morado cumplirían con lo establecido en el codex alimentario.

6.3.2 Resultados y discusión del análisis de humedad

TABLA 12. Análisis de la varianza de humedad (ADEVA)

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T
Total	15	1,66	-	-	-
Tratamientos	3	0,56	0,187	2,34 NS	4,76
Filas	3	0,37	0,12	1,50 NS	4,76
Columnas	3	0,27	0,09	1,13 NS	4,76
Error experimental	6	0,46	0,08	-	-

Desviación estándar	Sy	CV
0,28	0,163	2,22%

Ho: No existen diferencias entre los niveles de humedad entre tratamientos.

Hi: Existen diferencias entre los niveles de humedad entre tratamientos

TABLA 13. Comparación de medias por Duncan

Tratamientos	Total	Medias	Rango
1 (80% - 20%)	11,38	2,85	a
2 (75% - 25%)	12,64	3,16	A
4 (100% - 0%)	13,20	3,30	a
3 (70% - 30%)	13,23	3,31	a
Promedio	12,61		

Comparación 1				
Tratamiento 3 vs Tratamiento 1	0,46	<	0,60	No hay diferencia
Tratamiento 3 vs Tratamiento 2	0,15	<	0,58	No hay diferencia
Tratamiento 3 vs Tratamiento 4	0,01	<	0,56	No hay diferencia

Comparación 2				
Tratamiento 4 vs Tratamiento 1	0,45	<	0,58	No hay diferencia
Tratamiento 4 vs Tratamiento 2	0,14	<	0,56	No hay diferencia

Comparación 3				
Tratamiento 2 vs Tratamiento 1	0,31	<	0,56	No hay diferencia

Los resultados obtenidos a partir del análisis de la humedad indican que al no haber la suficiente diferencia estadística entre la F. calculada y la F. tabular para los tratamientos, para las filas y para las columnas, se acepta la hipótesis nula que indica que no existen diferencias entre los niveles de humedad de cada tratamiento. Una vez realizada la prueba de Duncan para la comparación de medias, el resultado fue que tampoco existen diferencias estadísticas, lo que nos indica que existe de igual manera un solo rango A para los 4 tratamientos. Los datos analizados no muestran mayor variación ya que el Coeficiente de Variación es de 2,22% el cual es relativamente bajo. Para este caso, el tratamiento que posee el porcentaje más alto de humedad es el tratamiento número 3 con 3,31%,

seguido por el tratamiento número 4 con 3,30%. El tratamiento número 2 fue el que les siguió a estos dos con 3,16% y por último el tratamiento 1 con 2,85%. El contenido de humedad de los alimentos es de importancia en los mismos, si bien el agua se encuentra en los alimentos de forma libre o enlazada; es necesario conocer dichos niveles por varias razones. Si el nivel de humedad se encuentra por encima de ciertos valores, el crecimiento de los microorganismos será inminente y se podrán reproducir con facilidad. Para el caso de las galletas la humedad fluctúa entre el 2,85% y el 3,30%. Estos porcentajes son relativamente bajos, lo que podría indicar que la proliferación de microorganismos que necesitan de humedad para su reproducción en los alimentos sea bastante reducida o prácticamente nula. Cuando se añade agua a la harina y se forma una masa a medida que se van hidratando las proteínas del gluten. Parte del agua es retenida por los gránulos rotos del almidón. Cuando se mezcla y se amasa la harina hidratada, las proteínas del gluten se orientan, se alinean y se despliegan parcialmente. Durante el amasado hay una competencia por la superficie de la harina, entre la fase acuosa y la grasa. La grasa rodea los gránulos de proteína y almidón (Cabeza, 2009). Los porcentajes de humedad son bajos si es que se analizan los ingredientes empleados para hacer las galletas como lo son la manteca y la mantequilla, los cuales podrían hacer que las mismas sean más húmedas de lo que son, pero el efecto de los otros ingredientes como las harinas pueden secar y contrarrestar lo antes mencionado. Por otro lado, el nivel de humedad puede ser adulterante para algunos ingredientes principales en la elaboración de las galletas, es por esto que los bajos niveles de humedad son vitales para no afectar el sabor ni las características organolépticas de las galletas (Cabezas, 2010).

6.3.3 Resultados y discusión del análisis de grasa

Tabla 14. Análisis de la varianza grasa (ADEVA)

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	F.C	F.t
Total	15	17,21	-	-	-
Tratamientos	3	3,47	1,155	77,00*	4,76
Filas	3	2,26	0,752	50,13*	4,76
Columnas	3	11,40	3,799	253,26*	4,76
Error experimental	6	0,09	0,015	-	-

Desviación estándar	Sy	CV
0,122	0,07	0,10%

Ho: No existen diferencias entre los niveles de grasa entre tratamientos.

Hi: Existen diferencias entre los niveles de grasa entre tratamientos.

TABLA 15. Comparación de medias por Tukey

Tratamientos	Total	Medias	Rango
3 (70% - 30%)	126,42	31,61	D
2 (75% - 25%)	128,02	32,01	C
4 (100% - 0%)	129,76	32,44	B
1 (80% - 20%)	131,39	32,85	A
Promedio	128,90		

Comparación 1				
Tratamiento 1 vs Tratamiento 3	1,24	>	0,34	Si hay diferencia
Tratamiento 1 vs Tratamiento 2	0,84	>	0,34	Si hay diferencia
Tratamiento 1 vs Tratamiento 4	0,41	>	0,34	Si hay diferencia

Comparación 2				
Tratamiento 4 vs Tratamiento 3	0,83	>	0,34	Si hay diferencia
Tratamiento 4 vs Tratamiento 2	0,43	>	0,34	Si hay diferencia

Comparación 3				
Tratamiento 2 vs Tratamiento 3	0,40	>	0,34	Si hay diferencia

Los resultados obtenidos para el caso de la grasa indican que la F. calculada al ser mayor que la F. tabular para tratamientos, filas y columnas; indicaría que existe diferencia estadística para éstas tres. En este caso se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que indica que existen diferencias entre los niveles de grasa de cada tratamiento. Una vez realizada la prueba de Tukey para comparación de medias, se pudo comprobar que existen diferencias entre cada uno de los tratamientos y que existe un rango en el cual se pueden clasificar. En el rango A, que se refiere al que más porcentaje de grasa tiene; es el tratamiento número 1 que consta de 80% de harina de trigo y 20% de harina de maíz morado. El rango B es del tratamiento número 4 que se refiere al testigo con 100% de harina de trigo. El rango C se refiere al tratamiento 2 que posee 75% de harina de trigo y 25% de harina de maíz morado. Por último, el rango D se refiere al tratamiento 3 que posee 70% de harina de trigo y 30% de harina de maíz morado; éste es el que menos grasa posee. El coeficiente de variación fue de 0,10% lo cual es sumamente bajo y esto quiere decir que no hubo mayor variación en los datos obtenidos. En el caso de la grasa, si bien se tiene una concepción errónea del consumidor, las mismas son necesarias en la masa de las galletas. Las grasas tienen la función de mejorar la textura de las galletas, de manera que éstas resulten menos duras de lo que serían e incluso les pueden dar un sabor característico a las mismas. En el caso de las galletas hechas con harina de maíz morado y de harina de trigo, se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Es por esto que la mejor opción es el tratamiento 3 (70%-30%). En contraste con lo anteriormente mencionado, en un estudio hecho en la elaboración de galletas en base con harina de quinua el nivel de grasa es 6.10%

(LLerena K. , 2010). Si bien 30% de grasa es un nivel alto, esto puede deberse a los ingredientes empleados para la elaboración de las mismas. La utilización de margarina y mantequilla en las galletas es un factor que superficialmente altera de alguna manera el porcentaje de grasa en las galletas. La grasa es un ingrediente indispensable, pero también puede ser nocivo para la salud de las personas. En otro estudio realizado en la industria de la panificación, específicamente en la elaboración de pan integral con mezclas de soya (*Glycine max*), chía (*Salvia hispanica L.*) y linaza (*Linum usitatissimum*) se ha encontrado que los niveles de grasa fluctúan entre el 10% y el 12% (Bautista et al, 2007).

6.3.4 Resultados y discusión del análisis de cenizas

TABLA 16. Análisis de la varianza (ADEVA)

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T
Total	15	0,10	-	-	-
Tratamientos	3	0,01	0,004	0,34 NS	4,76
Filas	3	0,01	0,002	0,15 NS	4,76
Columnas	3	0,01	0,004	0,32 NS	4,76
Error experimental	6	0,07	0,011	-	-

Desviación estándar	Sy	CV
0,104	0,061	3,89%

Ho: No existen diferencias entre los niveles de ceniza entre tratamientos.

Hi: Existen diferencias entre los niveles de ceniza entre tratamientos.

TABLA 17. Comparación de medias por Duncan

Tratamientos	Total	Medias	Rango
3 (70% - 30%)	2,57	0,64	A
2 (75% - 25%)	2,64	0,66	A
4 (100% - 0%)	2,72	0,68	A
1 (80% - 20%)	2,86	0,72	A
Promedio	2,70		

Comparación 1				
Tratamiento 1 vs Tratamiento 3	0,08	<	0,22	No hay diferencia
Tratamiento 1 vs Tratamiento 2	0,06	<	0,22	No hay diferencia
Tratamiento 1 vs Tratamiento 4	0,04	<	0,21	No hay diferencia

Comparación 2				
Tratamiento 4 vs Tratamiento 3	0,04	<	0,22	No hay diferencia
Tratamiento 4 vs Tratamiento 2	0,02	<	0,21	No hay diferencia

Comparación 3				
Tratamiento 2 vs Tratamiento 3	0,02	<	0,21	No hay diferencia

Los resultados obtenidos para el caso de las cenizas indican que la F. calculada es menor que la F. tabular para los tratamientos, para las filas y para las columnas; por lo que se acepta la hipótesis nula, la cual en este caso indica que no existen diferencias entre los niveles de ceniza de cada tratamiento. El resultado de la prueba de Duncan indica que tampoco existen diferencias estadísticas entre los 4 tratamientos, lo que quiere decir que hay un solo rango para los 4 tratamientos. En este caso, de menor a mayor; se aprecia que el tratamiento 3 es el que tiene una menor media, y este tratamiento corresponde a 70% de harina de trigo y 30% de harina de maíz morado. El siguiente tratamiento

que tiene una media mayor, es el número 2 que corresponde a 75% de harina de trigo y 25% de harina de maíz morado. El siguiente tratamiento que tiene un porcentaje mayor de cenizas es el tratamiento 4 el cual es el testigo que tiene 100% de harina de trigo. Por último, el tratamiento que mayor porcentaje de cenizas fue el número 1 que corresponde al 80% de harina de trigo y 20% de harina de maíz morado. Por último se puede apreciar que el coeficiente de variación es de 3,89% lo cual indica que no existió casi variación de datos. Las cenizas se definen como el residuo inorgánico obtenido al incinerar un alimento. Las cenizas vienen a ser un indicador total de minerales (materia inorgánica) y que cumplen funciones metabólicas en el organismo. Mientras menor es el porcentaje de cenizas en un análisis de alimentos, también será menor la contaminación de salvado y germen de la harina con la que se elaboran las galletas (Bejarano, 2002). En este caso, al no haber diferencia estadística entre tratamientos se podría inferir que todos son iguales, pero se debería escoger el tratamiento que tenga el mayor porcentaje de cenizas. En un estudio relacionado a la elaboración de pan integral con mezclas de soya (*Glycine max*), chía (*Salvia hispanica L.*) y linaza (*Linum usitatissimum*), se encontró que los niveles de ceniza de igual manera fluctúan entre el 3,5% y el 5% (Bautista & al., 2007). En el caso de las galletas elaboradas con harina de maíz morado y harina de trigo los porcentajes fluctúan entre el 0,64% - 0,72%. Se ve una amplia diferencia, esto podría deberse a que la harina de maíz sólo posee 0,34% de cenizas y la composición del endospermo sólo posee 0,30% de cenizas (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas, 2007).

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

- Para la primera prueba preliminar, se empleó la harina de la variedad "A" y existió buena aceptación por parte de los consumidores. La que mejor

media obtuvo fue la mezcla de 70% harina de trigo y 30% harina de maíz morado.

- Por otro lado, cuando se empleó la harina proveniente de la hacienda “Pungal”, los resultados fueron totalmente diferentes siendo el testigo; es decir, las galletas elaboradas con 100% harina de trigo las que tuvieron mayor aceptación por los consumidores. Haciendo esta comparación se puede llegar a la conclusión de que la harina de maíz morado, dependiendo su procedencia puede influir en el gusto de los consumidores.
- En el análisis de las variables de respuesta de las galletas se concluye que no existieron diferencias estadísticas en cuanto al porcentaje de proteínas de los tratamientos.
- El porcentaje de proteínas que presentó el tratamiento con (75% harina de trigo y 25% de harina de maíz morado) fue de 8,28% que se encuentra entre el rango de proteínas que posee la harina de maíz el cual es del 7% al 10%. Cabe mencionar que el testigo fue el que más proteína obtuvo; el valor fue de 8,50.
- Por otro lado, en el caso de la humedad tampoco existieron diferencias estadísticas que corroborasen diferencias entre los tratamientos. Esto quiere decir que se debería escoger cualquiera de los tratamientos que tuviese menor porcentaje de humedad ya que si el nivel de humedad en las galletas estaría en niveles elevados entonces se favorecería el crecimiento de microorganismos. Es por esta razón que el tratamiento número 1 (80%-20%) sería el idóneo.
- Para el caso del porcentaje grasa en las galletas, se corroboró que existe diferencia estadística entre todos los tratamientos empleados. El tratamiento con mayor porcentaje de grasa fue el número 1 (80%-20%).
- En el análisis de cenizas no se identificaron diferencias estadísticas. El tratamiento que obtuvo un menor porcentaje de cenizas fue el número 3 (70% - 30%), seguido por el tratamiento número 2 (75% - 25%).
- Finalmente, los tratamientos (70%-30%) y (75%-25%) al haber realizado los distintos análisis de las variables de respuesta, se concluye que cualquiera

de estos tratamientos cumplen con los parámetros establecidos para obtener galletas nutritivas.

7.2 Recomendaciones

- Se sugiere hacer estudios con diferentes saborizantes para las galletas para que tengan un sabor agradable para los consumidores.
- Se deben estandarizar todos los procesos industriales de elaboración de las galletas para poder obtener uniformidad en todos los tratamientos y en la apariencia de las mismas.
- Se recomienda en el caso de las pruebas preliminares utilizar harina de maíz morado lo suficientemente molida para evitar que en el producto final se vean grumos y que las galletas no sean uniformes.
- Se recomienda emplear recetas con la menor cantidad posible de grasas ya que éstas pueden ser dañinas para la salud de los consumidores.
- Se sugiere para futuros estudios hacer un análisis de las antocianinas presentes en las galletas y realizar un estudio previo para analizar si es que pierden su valor nutritivo o no durante el proceso de cocción de las galletas.

8. Bibliografía:

1. Acevedo, E. Marie Astrid Ottenhof, Imad Farhat, Octavio Paredes-López, Joaquín Ortiz- Careceres, Luis Bello-Pérez (2005). Aislamiento y caracterización del almidón de maíces pigmentados. *Agrociencia*, 420 - 428. México
2. Almeida J. (2012). Extracción y caracterización del colorante natural del maíz negro y determinación de su actividad antioxidante. *Escuela Politécnica Nacional*, 25. Ecuador.
3. Argüello, S. (2011). Efecto de la temperatura y el tiempo de remojo en la germinación del maíz morado, quinua y amaranto para incrementar su valor proteico. . *Universidad Estatal de Bolívar*, 12. Perú
4. Asturias, M. (2004). Maíz de alimento sagrado a Negocio de hambre. *Acción Ecológica*, 1-34. Ecuador.
5. Bautista, M. Alejandra Denisse Castro Alfaro, Ernesto Camaren Aguilar, Katarzyna Wrobel, Kazimierz Wrobel, Guadalupe Alanís Guzmán, Zeferino Gamiño Sierra y Victor Da Mota Zanella. (2007). Desarrollo de pan integral con soya, chía y linaza como alimento funcional para la mujer. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 81.
6. Bejarano, E. (2002). Tabla de composición de alimentos industrializados. *Ministerio de Salud de Lima - Perú*, 9-10.

7. Cabeza, S. (2009). Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas. *Universidad de Burgos, Espana.*, 7-9.
8. Cabezas, A. (2010). Elaboración y evaluación nutricional de galletas con quinua y guayaba deshidratada. *Escuela Superior Politécnica del Chimborazo*, 30 - 31. Ecuador.
9. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. (2007). Producción de harinas precocidas de maíz. *StratCO*, 5. Colombia
10. García, E. (2011). Determinación de proteínas de un alimento mediante el método Kjeldahl. *Universitat Politècnica de Valencia*, 3-4. España
11. García, F. (2009). Estudio comparativo del efecto de la adición de almidón modificado en un pan tipo muffin horneado en microondas y convencionalmente. *Instituto Politécnico Nacional de México*, 12-13.
12. Gimferrer, N. (2009). Del grano a la harina. *Consumer Espana* , 1-2.
13. Hernández J. (2008). Tortilla de maíz pigmentado: digestibilidad del almidón, aspectos físico químicos y moleculares. *Instituto Politécnico Nacional de México*, 25.
14. INIA . (2005). Ficha técnica: Cultivo de maíz morado. *Cultivos en el Perú*, 1-4.
15. INIAP. (2008). Trigo. *Guía técnica de cultivos*, Ficha 1 - Trigo.

16. Instituto Nacional de Salud. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos*.
Lima, Perú: Biblioteca Nacional del Perú.
17. Jimenez, A. (2012). Beneficios del maiz en la salud. *Revista bienestar*, 7-8. Perú
18. Junín, R. (2009). Maiz Morado. *Ekovida*, 1-2. Perú
19. Latham, M. (2002). *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. Roma: FAO.
Italia
20. LLerena, K. (2010). Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboración de
galletas. *ESPOCH*, 42-43. Ecuador
21. Loor, A (2008). Desarrollo de un manual de operación para un proceso de galletas
crackers. *Tesis de grado de Escuela Superior Técnica del litoral.*, 112.
Ecuador
22. Medicina información. (2007). *Tabla de alimentos e información nutricional*.
México D.F, México:
http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/tabla_de_alimentos.pdf.
23. Molina, J. d. (1999). Efectos en el grado de extracción de harina de trigo sobre sus
propiedades químicas y de panificación. *Departamento de Ingeniería
Agroindustrial - Universidad autónoma de Chapingo*, 16. México

24. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2005). Examen de los métodos de análisis. 107-113.
25. Prescott, J. e. (1996). Enfermedades y plagas del trigo para su identificación en el campo. *CIMMYT*, 1-15. México
26. Ronceros, G. (2012). Estudio comparativo del maíz morado y simvastina en la reducción de lípidos séricos de pacientes diabéticos normotensos con dislipidemia. *An Fac Med. Lima Perú.*, 113 - 117.
27. Tovar, T. (2008). Caracterización morfológica y térmica del almidón de maíz obtenido por diferentes métodos de aislamiento. *Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, México.*, 8.
28. UNCP. (2009). Tipos de harina para pastelería, panificación, etc. <<http://es.scribd.com/doc/23161066/TIPOS-DE-HARINA-UNCP>>. Perú
29. UTM . (2009). Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. *UTM México*, 27 - 32.
30. Vaclavick, V. (1999). Capítulo 4: El almidón. *Fundamentos de la ciencia de los alimentos*, 45-61. España
31. Wheat Floar Institute. (1964). *Composición química y valor nutritivo del maíz*. Chicago, Illinois, USA.

