

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

Análisis proximal de los principales componentes nutricionales de arroz pulido, harina de trigo de flor, maíz amarillo y papa chola.

Disertación previa a la obtención del título Licenciado en Ciencias Químicas con mención en Química Analítica

MARÍA JOSÉ BANDERAS VEGA

Quito, 2012

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que la disertación de Licenciatura en Ciencias Químicas con mención en Química Analítica, de la candidata María José Banderas Vega ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto puede ser presentado para la calificación correspondiente.

Fecha: 11 de Abril del 2012

Dr. Ramiro Gallegos

A mi familia y amigos que me  
han apoyado a lo largo  
de toda mi vida.

**GRACIAS POR TODO!!**

## AGRADECIMIENTO

Antes que nada agradezco a Dios y a la Virgen de Guadalupe por haberme cubierto siempre con su manto, iluminando mi vida y dándome la salud y la fuerza necesaria para culminar mi carrera universitaria.

A mi mamá, quien además de ser mi gran amiga es mi mayor ejemplo y orgullo, a mi papi por siempre cuidarme y apoyarme y a mi hermano Francisco con quien he compartido todos los momentos de alegría y tristeza a lo largo de nuestras vidas.

A mi director de tesis, el Dr. Ramiro Gallegos por su inmensa ayuda y guía en la realización de este proyecto y por los conocimientos brindados a lo largo de la carrera.

Al Ing. Alexis Arias por siempre estar dispuesto a ayudar a los alumnos tanto en los laboratorios como en cualquier campo relacionado con la Química del cual él tenga conocimiento.

A todos mis profesores por su paciencia y entrega, por los conocimientos compartidos y porque en muchos casos además de profesores han sido consejeros y amigos.

A todos mis amigos por ser un grupo muy unido en el cual no solamente encontré compañeros de estudio sino amigos de verdad con los que he compartido momentos inolvidables, en especial con mi amiga incondicional María José Maldonado.

Y a Juan Sebastián, quien se ha convertido en un apoyo importante en mi vida, por toda la ayuda, comprensión, felicidad y sobretodo el amor incondicional que me ha sabido brindar a lo largo de este proceso.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>PRELIMINARES</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	<b>xii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>3</b>
<b>1. PARTE TEÓRICA</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1. PARTICIPACIÓN DEL SECTOR AGROPECUARIO EN LA ECONOMÍA DEL ECUADOR</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2. EL ECUADOR NO TIENE UNA TABLA ACTUALIZADA DE COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3. SOBERANÍA ALIMENTARIA</b> .....	<b>6</b>
<b>1.4. IMPORTANCIA DE UNA DIETA BALANCEADA</b> .....	<b>8</b>
1.4.1. PIRÁMIDE NUTRICIONAL.....	8
<b>1.5. COMPOSICIÓN ANALÍTICA DE LOS ALIMENTOS</b> .....	<b>10</b>
1.5.1. DEFINICIÓN DE ALIMENTO .....	10
1.5.2. QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS.....	11
1.5.3. ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS .....	11
<b>1.6. NUTRIENTES</b> .....	<b>12</b>
1.6.1. AGUA.....	12
1.6.2. MINERALES .....	16
1.6.3. LÍPIDOS.....	18
1.6.4. PROTEÍNAS .....	20
1.6.5. CARBOHIDRATOS .....	23
1.6.6. FIBRA .....	25
<b>1.7. MUESTRAS ANALIZADAS</b> .....	<b>28</b>
1.7.1. HARINA DE TRIGO DE FLOR.....	28
1.7.2. MAÍZ AMARILLO .....	29
1.7.3. ARROZ PULIDO .....	30
1.7.4. PAPA CHOLA .....	31
<b>2. PARTE EXPERIMENTAL</b> .....	<b>33</b>

<b>2.1. MUESTREO.....</b>	<b>33</b>
<b>2.2. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3. ANÁLISIS SEGÚN WEENDE .....</b>	<b>37</b>
<b>2.4. DETERINACIÓN DE HUMEDAD Y DE SÓLIDOS TOTALES .....</b>	<b>39</b>
2.4.1. EQUIPOS .....	39
2.4.2. MATERIALES .....	39
2.4.3. PRINCIPIO DEL MÉTODO .....	39
2.4.4. PROCEDIMIENTO.....	39
2.4.5. CÁLCULOS .....	40
<b>2.5. DETERMINACIÓN DE CENIZAS .....</b>	<b>40</b>
2.5.1. EQUIPOS .....	40
2.5.2. MATERIALES .....	41
2.5.3. PRINCIPIO DEL MÉTODO .....	41
2.5.4. PROCEDIMIENTO.....	41
2.5.5. CÁLCULOS .....	42
<b>2.6. DETERMINACIÓN DE LA PROTEÍNA TOTAL .....</b>	<b>42</b>
2.6.1. EQUIPOS .....	42
2.6.2. MATERIALES .....	42
2.6.3. REACTIVOS (Ver Anexo A).....	42
2.6.4. PRINCIPIO DEL MÉTODO.....	43
2.6.5. PROCEDIMIENTO.....	44
2.6.6. CÁLCULOS .....	45
<b>2.7. DETERMINACIÓN DEL EXTRACTO ETÉREO.....</b>	<b>45</b>
2.7.1. EQUIPOS .....	45
2.7.2. MATERIALES .....	46
2.7.3. REACTIVOS.....	46
2.7.4. PRINCIPIO DEL MÉTODO.....	46
2.7.5. PROCEDIMIENTO.....	47
2.7.6. CÁLCULOS .....	47
<b>2.8. DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA.....</b>	<b>48</b>
2.8.1. EQUIPOS .....	48
2.8.2. MATERIALES .....	48
2.8.3. REACTIVOS (Ver Anexo A).....	48
2.8.4. PRINCIPIO DEL MÉTODO.....	49
2.8.5. PROCEDIMIENTO.....	49
2.8.6. CÁLCULOS .....	50
<b>2.9. MÉTODOS ESTADÍSTICOS.....</b>	<b>51</b>
2.9.1. PRECISIÓN.....	51

2.9.2.	ANÁLISIS DE VARIANZAS.....	51
2.9.3.	PRUEBA t DE STUDENT.....	54
2.9.4.	REACCIONES QUÍMICAS .....	56
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>59</b>
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>84</b>
4.1.	CONCLUSIONES.....	84
4.2.	RECOMENDACIONES.....	88
<b>5.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>90</b>

## **PRELIMINARES**

### **LISTA DE TABLAS**

#### **CAPÍTULO II**

Tabla 2.1. Datos informativos de las muestras analizadas .....	34
Tabla 2.2. Métodos que se van a usar .....	35
Tabla 2.3. Tabla General del ANOVA .....	53

#### **CAPÍTULO III**

Tabla 3.1. Composición porcentual de la harina de trigo de flor .....	59
Tabla 3.2. Composición porcentual del maíz amarillo .....	60
Tabla 3.3. Composición porcentual del arroz pulido .....	61
Tabla 3.4. Composición porcentual de la papa chola con cáscara .....	62
Tabla 3.5. Composición porcentual de la papa chola sin cáscara .....	63
Tabla 3.6. Análisis Bromatológico de los productos analizados .....	64
Tabla 3.7. Rangos en porcentaje obtenidos en el Análisis bromatológico de cada parámetro de los diferentes productos analiza .....	65

Tabla 3.8. ANOVA Harina de dos factores: Humedad vs. Muestra .....	67
Tabla 3.9. ANOVA de Harina de dos factores: Cenizas vs. Muestra. Marca .....	68
Tabla 3.10. ANOVA de Harina de dos factores: Grasa vs. Muestra. Marca .....	69
Tabla 3.11. ANOVA de Harina de dos factores: Proteína vs. Muestra. Marca .....	70
Tabla 3.12. ANOVA de Harina de dos factores: Fibra vs. Muestra. Marca .....	70
Tabla 3.13. ANOVA de Maíz de dos factores: Humedad vs. Muestra. Marca .....	71
Tabla 3.14. ANOVA de Maíz de dos factores: Cenizas vs. Muestra. Marca .....	72
Tabla 3.15. ANOVA de Maíz de dos factores: Grasa vs. Muestra. Marca .....	72
Tabla 3.16. ANOVA de Maíz de dos factores: Proteína vs. Muestra. Marca .....	73
Tabla 3.17. ANOVA de Maíz de dos factores: Fibra vs. Muestra. Marca .....	73
Tabla 3.18. ANOVA de Arroz de dos factores: Humedad vs. Muestra. Marca .....	74
Tabla 3.19. ANOVA de Arroz de dos factores: Cenizas vs. Muestra. Marca .....	75
Tabla 3.20. ANOVA de Arroz de dos factores: Grasa vs. Muestra. Marca .....	75
Tabla 3.21. ANOVA de Arroz de dos factores: Proteína vs. Muestra. Marca .....	76
Tabla 3.22. ANOVA de Arroz de dos factores: Fibra vs. Muestra. Marca .....	76
Tabla 3.23. ANOVA de Papa de dos factores: Humedad vs. Muestra. Marca .....	77
Tabla 3.24. ANOVA de Papa de dos factores: Cenizas vs. Muestra. Marca .....	78

Tabla 3.25. ANOVA de Papa de dos factores: Grasa vs. Muestra. Marca .....	78
Tabla 3.26. ANOVA de Papa de dos factores: Proteína vs. Muestra. Marca .....	79
Tabla 3.27. ANOVA de Papa de dos factores: Fibra vs. Muestra. Marca .....	79
Tabla 3.28. Tabla de comparación entre los valores experimentales obtenidos en este estudio y los valores publicados en la tabla del año 1965.....	80
Tabla 3.29. Prueba t de harina de trigo de flor .....	81
Tabla 3.30. Prueba t de maíz amarillo .....	81
Tabla 3.31. Prueba t de una muestra de arroz pulido .....	82
Tabla 3.32. Prueba t de una muestra de papa .....	82

# LISTA DE FIGURAS

## CAPÍTULO I

Figura 1.1. Participación por sectores en el producto interno bruto del Ecuador, año 2008 .....	4
Figura 1.2. Pirámide de alimentos .....	9
Figura 1.3. Estructura tridimensional del agua .....	13
Figura 1.4. Moléculas de agua enlazadas por puentes de hidrógeno .....	14
Figura 1.5. Estructura de un aminoácido .....	21
Figura 1.6. Ejemplo de la estructura de una fibra (lignina) .....	26

## CAPÍTULO II

Figura 2.1. Esquema Weende .....	38
Figura 2.2. Distribución Fisher – Snedecor .....	53

## **LISTA DE ANEXOS**

### **ANEXO A**

CÁLCULOS DE PREPARACIÓN DE REACTIVOS.....	94
---	----

### **ANEXO B**

CÁLCULOS TIPO DEL ANOVA.....	97
------------------------------	----

### **ANEXO C**

CÁLCULOS TIPO DE PRUEBA T DE STUDENT.....	102
---	-----

### **ANEXO D**

USO DE MINITAB 15 .....	104
-------------------------	-----

### **ANEXO E**

FOTOGRAFÍAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS .....	109
---	-----

## RESUMEN

En este trabajo se determinó la composición proximal de los principales componentes nutricionales de los cuatro alimentos de mayor consumo en el Ecuador, como son: la harina de trigo de flor, el maíz amarillo, el arroz pulido y la papa chola. El principal objetivo de este estudio fue elaborar una tabla actualizada de la composición de los alimentos, ya que la última renovación fue en el año 1965.

Se tomaron cuatro o cinco marcas diferentes de cada producto para realizar el análisis correspondiente de humedad, cenizas, grasa, proteínas y fibra. De cada marca se realizaron tres determinaciones teniendo un total de doce o quince muestras dependiendo del producto.

Se emplearon los métodos analíticos descritos en la 18<sup>va</sup> edición de la Asociación de Comunidades Analíticas (AOAC por sus siglas en inglés); estos métodos han sido normalizados y clasificados como métodos oficiales del AOAC, se usaron los métodos exactamente como están descritos y para su alcance previsto.

El trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología de la Escuela de Ciencias Químicas, perteneciente a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Los datos obtenidos fueron analizados con métodos estadísticos para asegurar su calidad y confiabilidad, se realizaron pruebas de precisión, análisis de varianzas y pruebas t de Student, los dos últimos se calcularon usando el programa de computación Minitab 15.

Según los valores obtenidos se comprobó que en la mayoría de los casos los datos referidos en la tabla del año 1965 difieren significativamente con los valores obtenidos en este estudio. De igual manera se comprobó que entre las repeticiones no existen diferencias significativas pero entre muestras sí las hay, dichas diferencias se pueden atribuir a factores del procesamiento de los alimentos, del medio de conservación, entre otros.

**Palabras claves:** análisis proximal, alimento, composición química, nutrientes, estadística, precisión, Anova, prueba t.

## **ABSTRACT**

The purpose of this work was the determination of the proximal composition of the main nutritional components of the four most consumed foods in Ecuador, like: wheat flower flour, yellow corn, polished rice and potatoes. The main objective for this study was to evidence the necessity of a new and updated food composition table, since the last renovation was done in 1965.

Four or five different brands of each product were taken for moisture, ash, fat, protein and fiber analysis. There were three determinations for each brand having a total of twelve or fifteen samples depending on the product.

We used the analytical methods described in the 18th edition of the Association of Analytical Communities (AOAC), these methods have been standardized and classified as official methods of the AOAC, they were used exactly as described and according to their intended scope.

The study was carried out at the Food Science Laboratory of the Chemical Sciences School of the Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

The obtained information was analyzed using statistical methods to ensure quality and reliability; precision test, variance analysis and t tests were performed, the last two with a computer program named Minitab 15.

According to the obtained values, in most cases we found that the data referred into the food composition table of 1965 was significantly different from the values of this study. We also found out that between repetitions of the same brand there were no significant differences, but between brands there were significant differences, those differences can be attributed to many factors like the food processing, conservations, among others.

**Key words:** proximal analysis, food, chemical composition, nutrients, statistics, precision test, t test

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día países emergentes como el Ecuador muestran una gran preocupación por solucionar los problemas de alimentación y nutrición de su población. Existen tablas nutricionales de los alimentos que indican los niveles óptimos de cada parámetro en función del tipo de alimento y la cantidad que un individuo debería consumir, para gozar de un equilibrio y funcionamiento adecuado de su organismo. Lamentablemente el Ecuador al no tener una tabla nutricional propia actualizada, se basa en la tabla del año 1965 o tablas de otros países.

Es muy importante saber cuál es la composición química de un alimento, ya que esto nos permite realizar un análisis nutricional, dietas direccionadas a una buena nutrición, investigación de posibles epidemias, alteraciones genéticas en los alimentos, la protección a todos los consumidores y la garantía de vender y exportar productos de calidad.

En el primer capítulo de esta disertación se encuentra la base teórica que sustenta el estudio realizado, partiendo de la importancia del sector agrícola en la economía del Ecuador y de la importancia de una tabla de composición de los alimentos si se habla de Soberanía Alimentaria. También se encontraran los conceptos claves acerca de la ciencia de alimentos y todo lo relacionado a los nutrientes y como determinarlos.

En el segundo capítulo consta la descripción de los métodos AOAC usados para las determinaciones de humedad, cenizas, grasa, proteínas y fibra. De igual manera se encuentra la base teórica de los métodos estadísticos que se usaron en el tratamiento de los resultados para asegurar su calidad.

En el tercer capítulo se presentan las tablas con los resultados obtenidos en las diferentes determinaciones y el análisis de los resultados correspondiente a cada tabla. En el último capítulo constan todas las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron con el trabajo realizado en esta disertación.

# **CAPÍTULO I**

## **1. PARTE TEÓRICA**

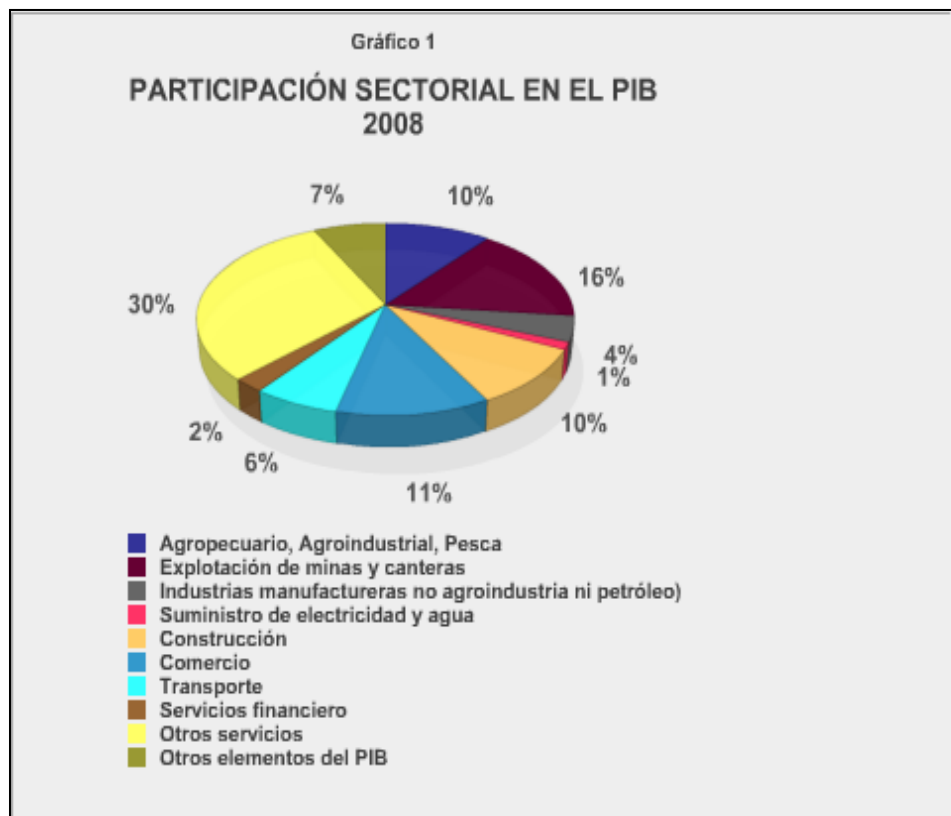
### **1.1.PARTICIPACIÓN DEL SECTOR AGROPECUARIO EN LA ECONOMÍA DEL ECUADOR**

Tanto en el desarrollo económico como social del Ecuador, el sector agropecuario tiene una gran importancia ya que de esta actividad económica dependen otros sectores como el comercio y la industria.

De igual manera el sector agropecuario tiene gran influencia en el nivel de exportaciones del país, teniendo en éste una participación del 28% y de importaciones registradas el 9,3% en el 2008; lo que nos indica que más de la cuarta parte del total de los ingresos por exportaciones dependen de este sector, reflejando que nuestros productos son cotizados en el exterior. La calidad de los mismos satisface tanto al consumidor externo como al consumidor interno de tal manera que el índice de importaciones es menor al de exportaciones. Este sector es una gran cadena y una fuente de ingresos para todos los que participan en ella, este proceso comienza con la producción primaria, transformación e industrialización, comercialización y distribución, es tal su aporte en el ingreso nacional que supera el 25% del mismo.

Cabe mencionar que la agricultura ampliada en la que se considera la comercialización tiene una mayor participación en el PIB que el sector agropecuario como tal.<sup>[1]</sup>

En la figura 1.1 se puede evidenciar la participación que tiene el sector agropecuario en el producto interno bruto del país, el mismo que alcanzó el 10,7% en dicho indicador macroeconómico en el año 2008.



**Figura 1.1. Participación por sectores en el producto interno bruto del Ecuador, año 2008**

**Fuente:** Importancia del Sector Agropecuario en el Ecuador, Sinagap (2008).

## **1.2.EL ECUADOR NO TIENE UNA TABLA ACTUALIZADA DE COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS**

Todos los países entre ellos el Ecuador muestran una gran preocupación por solucionar los problemas de alimentación y nutrición de su población. Un factor importante para la solución de este problema es el conocimiento de la composición nutricional de los alimentos, base necesaria para preparar tablas nutricionales que indican los niveles óptimos de cada constituyente en función del tipo de alimento y la cantidad que un individuo debería consumir para gozar de un equilibrio y funcionamiento adecuado de su organismo.

Lamentablemente el Ecuador no tiene una tabla nutricional actualizada, la que se usa es la elaborada y editada por el Instituto de Nutrición del año 1965, por lo que es necesario actualizar los datos, ya que las técnicas de producción y análisis de los alimentos han variado desde esa fecha hasta la actualidad. La tabla en referencia no aclara si los datos reportados corresponden a un promedio de varias muestras o es un valor aislado. La información nutricional de alimentos naturales y procesados que se producen, consumen, exportan o importan se basa en tablas actualizadas de otros países, organizaciones no gubernamentales y principalmente en la tabla de los Estados Unidos. Datos actualizados de América Latina y el Caribe es posible encontrar en la página web de la FAO <sup>[2]</sup> en la que se comprueba que el Ecuador es uno de los países que ha proporcionado poca información.

El estudio de la composición química de los alimentos de origen animal y vegetal se considera la base para establecer las composiciones de las dietas que requiere una población en función de la disponibilidad de energía, macrocomponentes descritos porcentualmente en el análisis proximal y macro y microelementos como minerales y vitaminas.<sup>[3]</sup>

Las tablas nutricionales reúnen la información de la composición de los alimentos obtenida por diferentes métodos y técnicas de análisis. Para dar un buen y correcto uso a estas tablas, no sólo es necesario tener conocimiento acerca de nutrición y salud ya que el usar tablas generales conlleva ciertas limitaciones debido a la falta de información sobre características agrícolas específicas para la obtención de cada alimento.

### **1.3.SOBERANÍA ALIMENTARIA**

Ya que la alimentación es uno de los principales problemas del desarrollo y es tema de debate entre varios sectores como la economía, la agricultura y el comercio se ha desarrollado un modelo basado en la alimentación como un derecho humano fundamental al cual se lo ha denominado soberanía alimentaria, concepto que nace de la necesidad para garantizar la alimentación de la población mundial.

El primer concepto de soberanía alimentaria fue expuesto en la Cumbre Mundial de Alimentación en 1996 en la ciudad de Roma por la organización Vía Campesina el cual sostiene que:

“Soberanía Alimentaria es el derecho de cada nación para mantener y desarrollar su propia capacidad para producir los alimentos básicos de los pueblos, respetando la diversidad productiva y cultural. Tenemos el derecho a producir nuestros propios alimentos en nuestro propio territorio de manera autónoma. La soberanía alimentaria es una precondition para la seguridad alimentaria genuina.” [4]

El 18 de febrero del año 2009 se aprobó la Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria en el Ecuador, , dentro de dicha ley hay un cambio de fondo en el cual se establece que debe existir un Consejo de Soberanía Alimentaria con una amplia participación social y un cierto nivel de poder de decisión.

Es muy importante destacar la relación que existe entre la tabla nutricional y la Soberanía Alimentaria, ya que parte de la misma es establecer datos de referencia de todos los nutrientes pertenecientes a productos ecuatorianos y que sean actualizados.

## **1.4. IMPORTANCIA DE UNA DIETA BALANCEADA**

Se define como dieta balanceada a aquella que a través de los diferentes alimentos aporta con la cantidad de nutrientes necesarios para que el organismo tenga un buen funcionamiento. Una buena dieta debería cumplir con las siguientes características: suficiente, completa, equilibrada, variada y libre de contaminación. Es necesario recalcar que la dieta balanceada depende de la edad, estatura, peso y salud de cada persona.

### **1.4.1. PIRÁMIDE NUTRICIONAL**

A los alimentos los clasificaremos en seis grupos como lo indica la pirámide elaborada en 1992 y actualizada en el 2005 por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA) en la figura 1.2.

La pirámide actualizada es más detallada y completa que la anterior, clasifica cada grupo de alimentos con franjas de colores, de forma vertical, en lugar de horizontal, este diseño permite distinguir de mejor manera la variedad y cantidad de cada grupo.

Junto a la pirámide se observa un muñeco que sube por ella, éste es un símbolo de la importancia de la actividad física, ya que ésta es la única forma de gastar energía. Se

aconseja realizar al menos treinta minutos de ejercicio por día, para tener una vida saludable.

La USDA al elaborar la nueva pirámide también sugiere dar prioridad al consumo de frutos, pescado y aceites vegetales como fuentes de grasas, y limitar las de origen animal.

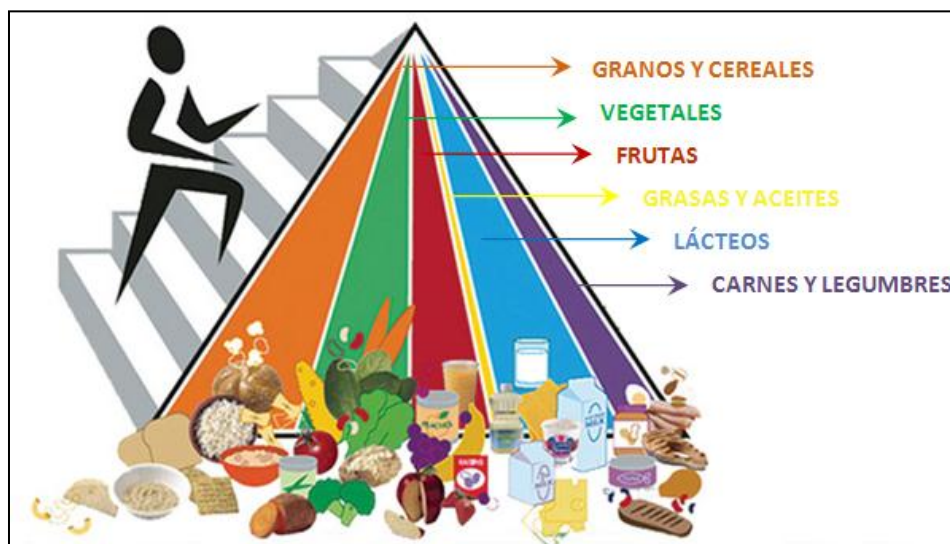


Figura 1.2. Pirámide de Alimentos

**Fuente:** Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA.

Como se puede observar en la pirámide nutricional los alimentos escogidos para este estudio que son: arroz, papa, harina de trigo y maíz se encuentran dentro del grupo naranja de la misma, por el grosor de la franja se sabe que estos productos deben constituir una parte significativa de la dieta diaria. Los nutrientes provenientes de los alimentos realizan tres funciones en las células: reguladoras, energéticas y plásticas.

Las necesidades energéticas son aquellas para desarrollar cualquier actividad que requiera de un gasto de energía. De esta función se encargan los glúcidos y las grasas.

Las funciones plásticas surgen ya que el cuerpo necesita producir y renovar sus tejidos constantemente y por eso requiere el aporte de sustancias capaces de cubrir con la demanda de los componentes necesarios cumplir con esta función. De esta función se encargan las proteínas.

Los minerales cumplen funciones reguladoras, mantienen el equilibrio ácido-base en el organismo e intervienen en procesos de oxido-reducción o enzimáticos.

## **1.5.COMPOSICIÓN ANALÍTICA DE LOS ALIMENTOS**

### **1.5.1. DEFINICIÓN DE ALIMENTO**

Existen varias definiciones para la palabra alimento. Por ejemplo según el Parlamento Europeo se entiende por alimento o producto alimenticio a “cualquier sustancia o producto destinado a ser ingerido por los seres humanos o con posibilidad de serlo, tanto si han sido procesados entera o parcialmente o sino lo han sido”. Entonces un alimento es toda sustancia elaborada, semielaborada o bruta que puede ser consumida por los seres humanos.

Existen tres tipos de alimentos de acuerdo a su procedencia:

-Vegetal

- Animal

- Mineral

### **1.5.2. QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS**

Los alimentos en general están compuestos por cuatro elementos básicos: carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno, los mismos que pueden estar enlazados a otras especies químicas pero en menor proporción como por ejemplo: fósforo, calcio, hierro, azufre, sodio, magnesio, potasio entre otros.

Las diferentes estructuras formadas por la unión de varios átomos son las que proporcionan la característica de cada alimento, se puede dividir la composición de los alimentos en dos grandes grupos: orgánicos e inorgánicos. Dentro de los inorgánicos está el agua y los minerales y los compuestos orgánicos principalmente carbohidratos, proteínas, lípidos, y vitaminas. <sup>[5]</sup>

### **1.5.3. ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS**

Un alimento debe ser analizado para conocer cuál es su valor nutritivo y cómo aporta en la salud del ser humano que lo ingiere. Este análisis consiste en un fraccionamiento del alimento en los distintos grupos de compuestos químicos siguiendo el esquema de Weende.

## **1.6.NUTRIENTES**

Por definición un nutriente son todas aquellas combinaciones orgánicas e inorgánicas que proceden de un alimento y que son directamente asimilables y aprovechables por las células animales.<sup>[5]</sup> Los principales nutrientes que proporcionan los alimentos son: agua, minerales, lípidos, glúcidos, proteínas, vitaminas y fibra.

### **1.6.1. AGUA**

#### **1.6.1.1.EL AGUA EN LOS ALIMENTOS**

El agua es indispensable para que se lleven a cabo todos los procesos que mantienen vivo al ser humano, además todas las células requieren de agua para poder realizar todas las reacciones que les permitan desempeñar sus funciones.

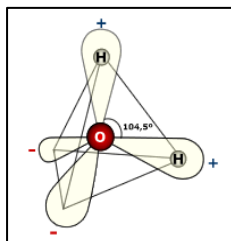
El agua tanto por su estructura como por sus especiales propiedades físicas y químicas (Ver 1.6.1.2) tiene un papel importante en la textura y estructura de los alimentos, además interactúa con los otros componentes del producto alimenticio como por ejemplo en la formación de puentes de hidrógeno con las proteínas de los mismos.

Se conoce como actividad del agua a la relación entre la presión de vapor del alimento, con la presión de vapor del agua pura, en los últimos tiempos se ha aceptado que la actividad del agua está ampliamente relacionado con propiedades físicas y químicas de los alimentos como por ejemplo: color, sabor, aroma, ya que existen cambios en cada una de estas propiedades al producirse intervalos de actividad de agua muy estrechos.<sup>[6]</sup>

El agua dentro de los alimentos se puede clasificar de la siguiente forma: agua libre, constituida por el agua superficial, agua de hinchamiento y agua retenida en capilares; y agua atada, constituida por el agua adsorbida o ligada y el agua de hidratación química.

### 1.6.1.2. ESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

La molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno unidos a un átomo de oxígeno por medio de dos enlaces covalentes. El ángulo entre los enlaces H-O-H es de  $104,5^\circ$ . El agua tiene una estructura tridimensional como lo muestra la figura 1.3.

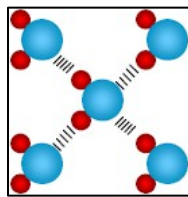


**Figura 1.3. Estructura tridimensional del agua**

**Fuente:** Metabolismo Energético y Nutrición, Universidad de Les Illes Balears (2009).

El resultado es que la molécula de agua aunque tiene una carga total neutra presenta una distribución asimétrica de sus electrones, lo que la convierte en una molécula polar. Por ello se dan interacciones dipolo-dipolo entre las propias moléculas de agua, formándose enlaces por puentes de hidrógeno (Ver figura 1.4.), la carga parcial negativa del oxígeno de una molécula ejerce atracción electrostática sobre las cargas parciales positivas de los átomos de hidrógeno de otras moléculas adyacentes.

Aunque son uniones débiles, el hecho de que alrededor de cada molécula de agua se dispongan otras cuatro moléculas unidas por puentes de hidrógeno permite que se forme en el agua (líquida o sólida) una estructura de tipo reticular, responsable en gran parte de su comportamiento anómalo y de la peculiaridad de sus propiedades fisicoquímicas como su elevado punto de ebullición, el valor de su calor específico, el calor de vaporización y su alta capacidad de disolvente.<sup>[7]</sup>



**Figura 1.4. Moléculas de agua enlazadas por puentes de hidrógeno**

**Fuente:** Metabolismo Energético y Nutrición, Universidad de Les Illes Balears (2009).

### **1.6.1.3. ANÁLISIS DE HUMEDAD**

La determinación del porcentaje de humedad puede ser el análisis más importante llevado a cabo en un producto alimentario y sin embargo, el análisis más difícil de obtener resultados exactos y precisos. Se conoce como sólidos totales a la materia seca que permanece en el alimento posterior a la remoción del agua. Este valor analítico es de gran importancia económica para un fabricante de alimentos, ya que el agua es un factor de calidad en la conservación de algunos productos. Dentro de los métodos para esta determinación están: pérdida por secado (gravimétrico), destilación, métodos químicos e instrumentales.

La determinación de humedad por el método gravimétrico se basa en la reducción de peso que experimenta un alimento cuando elimina el agua que contiene por calentamiento, bajo ciertas condiciones de presión, temperatura y tiempo, después de haberlo pesado previamente. La diferencia entre el peso del alimento y el peso resultante después de eliminar el agua es la humedad. Cabe recalcar que una de las deficiencias de este método es que al momento de secar la muestra no sólo se pierde agua, sino también otros componentes volátiles como ésteres, es por esto la importancia de reportar la cantidad de sólidos totales.

## **1.6.2. MINERALES**

### **1.6.2.1. MINERALES**

Los minerales son elementos químicos simples cuya presencia e intervención es imprescindible para la actividad y salud de las células, se ha demostrado que intervienen en funciones de: transporte, plásticas y reguladoras.

Se conocen más de veinte minerales necesarios para controlar el metabolismo o que conservan las funciones de los diversos tejidos. Los minerales no se sintetizan dentro del organismo, por esto estos deben provenir de la ingesta diaria de los alimentos.

Se pueden dividir los minerales en tres grupos de acuerdo a su concentración:

**Los macroelementos:** están en mayor cantidad como por ejemplo: calcio, fósforo, magnesio, potasio y sodio.

**Los microelementos:** están en menor cantidad como por ejemplo: zinc, flúor, hierro y yodo.

**Los oligoelementos o elementos trazas:** Se encuentran en cantidades en el orden de partes por millón. Y aún no se conoce su función dentro del organismo como por ejemplo el arsénico o el estaño.

### **1.6.2.2. ANÁLISIS DE CENIZAS**

Se denomina ceniza total a toda la materia inorgánica que forma parte de los alimentos que corresponden a las sales minerales, permanecen como residuo luego de la calcinación de los compuestos orgánicos del alimento.

La calcinación debe efectuarse a una temperatura adecuada, que sea lo suficientemente alta para que la materia orgánica se destruya totalmente, pero que no sea excesiva para evitar que los compuestos inorgánicos sufran alteraciones o volatilizaciones.

En la estructura de todo alimentos existen compuestos orgánicos e inorgánicos dentro de los cuales existen minerales, pero es muy difícil establecer cómo se presentan en los mismos ya que al calcinarlos y destruir la materia orgánica cambian su naturaleza.

### 1.6.3. LÍPIDOS

#### 1.6.3.1.GENERALIDADES

Los lípidos se caracterizan por ser solubles en disolventes orgánicos pero insolubles en agua. Proviene del griego *lipos* que significa grasa.<sup>[8]</sup>

Desde el punto de vista nutricional los más importantes son los ácidos grasos de los triacilglicéridos.

#### 1.6.3.2.ÁCIDOS GRASOS

Los ácidos grasos son ácidos carboxílicos de cadena alifática desde C4. Son biosintetizados a partir de acetato y la mayoría de los ácidos grasos naturales poseen un número par de átomos de carbono.

Su forma general es: R – COOH, donde el R es una cadena alquílica.

Se clasifican en ácidos grasos saturados como el butírico ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$ ) e insaturados como el oléico ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ ).

### **1.6.3.3.TRIACILGLICÉRIDOS**

Son parte del grupo de los lípidos, también conocidos como grasas o triglicéridos. Como su nombre lo indica en su estructura se encuentran tres residuos de ácidos grasos esterificados a una molécula de glicerol que es un alcohol de tres carbonos. Son sustancias no polares, por lo que son insolubles en agua, son la clase de lípido más abundante y sirven como almacenamiento de energía.

### **1.6.3.4.FUENTES DE LÍPIDOS**

Los lípidos provienen tanto de fuentes vegetales como de animales, su diferencia está en la cantidad de ácidos grasos saturados o insaturados que estén en su estructura. Las grasas de origen animal tienen mayor cantidad de ácidos grasos saturados, las vegetales, que son principalmente líquidas contienen ácidos grasos insaturados.

### **1.6.3.5. ANÁLISIS DE LÍPIDOS**

La determinación del porcentaje de grasa se conoce como extracto etéreo, debido a que su extracción se hace con éter, que disuelve de la mezcla los componentes más solubles en él.

El método Soxhlet continúa siendo el método estándar de extracción de muestras sólidas más utilizado, es el método con el que se comparan otros métodos de extracción.

La extracción con Soxhlet presenta las siguientes ventajas:

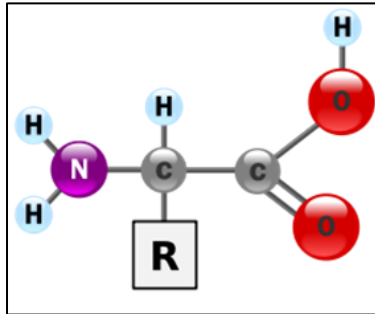
- La muestra está en contacto repetidas veces con porciones frescas de disolvente.
- La extracción se realiza con el disolvente caliente, así se favorece la solubilidad de las sustancias solubles.
- No es necesaria la filtración después de la extracción.
- La metodología empleada es muy simple.
- Se obtienen excelentes recuperaciones.
- Sirve como método de preparación para análisis posteriores.

#### **1.6.4. PROTEÍNAS**

##### **1.6.4.1.GENERALIDADES**

La palabra proteína procede de una palabra griega *proteios* que significa "En el primer lugar". Las proteínas están constituidas por cadenas de aminoácidos de longitud, formas, y composiciones diferentes.

Desde el punto de vista químico, las proteínas son macromoléculas constituidas por 22 unidades básicas llamados aminoácidos (Ver figura 1.5), que, al igual que los eslabones, unidos el uno con el otro, forman una larga cadena.



**Figura 1.5. Estructura de un aminoácido**

**Fuente:** Importancia de los aminoácidos, R. Julio, (2011).

#### **1.6.4.2.PROTEÍNAS EN LOS ALIMENTOS**

La estructura de las proteínas depende de la distinta proporción en que intervienen las estructuras monoméricas o aminoácidos en el complejo molecular, así como las variaciones en su secuencia dentro de la cadena poli peptídica. En un alimento no es sólo importante el contenido proteico del mismo sino el aporte de aminoácidos, una proteína se puede considerar buena siempre y cuando proporcione los aminoácidos necesarios para el crecimiento normal y mantenimiento del organismo. <sup>[9]</sup>

### **1.6.4.3. ANÁLISIS DE PROTEÍNAS**

En las proteínas el elemento más importante es el nitrógeno por lo que para su determinación es necesario conocer su porcentaje, el método más utilizado es el Kjeldahl, éste es un método indirecto ya que determina la cantidad de proteína en base a la cantidad de nitrógeno orgánico presente en la muestra, la cantidad de proteína estimada a partir del mismo se conoce como proteína bruta, ya que el nitrógeno presente en una muestra no sólo pertenece a las proteínas sino también proviene de bases púricas, creatina, creatinina, úrea, amoníaco entre otros.

El método se divide en tres etapas: digestión, destilación y valoración.

La digestión se realiza con ácido sulfúrico concentrado con el fin de convertir todo el nitrógeno en ion amonio, para esto se debe añadir sulfato de potasio o sodio con el fin de aumentar el punto de ebullición del ácido sulfúrico, y un catalizador como cobre, mercurio o selenio.

La destilación se logra añadiendo hidróxido de sodio al 40% para convertir el ion amonio a amoníaco, en una reacción de desplazamiento.

Existen dos formas de recolectar el amoníaco, la primera es en ácido bórico que reacciona originando iones borato y amonio. El ion di hidrogenado producido es una base relativamente fuerte que se puede valorar con una disolución patrón de ácido clorhídrico, el ion borato generado es proporcional a la cantidad de nitrógeno presente en la muestra. Y la segunda es recoger el amoníaco en un exceso de una solución valorada de ácido para posteriormente realizar una titulación ácido base con hidróxido de sodio, esto se conoce como retrotitulación.

Para determinar la proteína se multiplica por un factor específico, dicho factor depende el porcentaje de N en la proteína, en el caso de los cereales el porcentaje de nitrógeno es inferior al 16% y se utiliza un factor de 5,7.<sup>[10]</sup> En la mayoría de alimentos se usa el factor 6,25 ya que se considera que el porcentaje de nitrógeno es del 16%:

## **1.6.5. CARBOHIDRATOS**

### **1.6.5.1.GENERALIDADES**

Los carbohidratos también conocidos como glúcidos o hidratos de carbono, son compuestos en cuya estructura se encuentran átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno.

Este grupo puede ser clasificado en dos grupos como digeribles o no digeribles, o en base a su estructura como monosacáridos, oligosacáridos o polisacáridos.

Los monosacáridos y disacáridos son usados como azúcares y los polisacáridos como el almidón son fuentes de energía, mientras que otros como la celulosa y quitinas cumplen con una función estructural en los organismos de las plantas.

#### **1.6.5.2.PROPIEDADES DE LOS CARBOHIDRATOS**

Los carbohidratos de bajo peso molecular son muy solubles en agua, en el caso de los carbohidratos de peso molecular alto sucede todo lo contrario ya que su solubilidad en agua es muy reducida.<sup>[11]</sup> Esta diferencia es utilizada para el análisis del contenido de fibra.

#### **1.6.5.3.FUENTES DE GLÚCIDOS**

Los azúcares simples como son los monosacáridos y disacáridos se pueden encontrar ampliamente en frutas, leche, remolacha y caña de azúcar, mientras que los polisacáridos se los puede obtener de fuentes como: el trigo, maíz, arroz, la papa y las legumbres.

#### **1.6.5.4. ANÁLISIS DE CARBOHIDRATOS**

La determinación de carbohidratos total se la calcula por diferencia, es decir, 100% menos los porcentajes de humedad, grasa, proteínas y cenizas. Al ser un dato que no ha sido ni cualificado ni cuantificado en laboratorio conlleva ciertos errores ya sean por exceso o por defecto de las determinaciones de los otros componentes.<sup>[10]</sup>

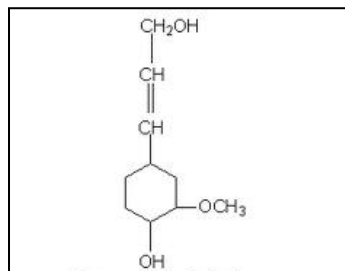
#### **1.6.6. FIBRA**

Se conoce por fibra alimentaria a toda sustancia de origen vegetal que no es digerible ya que no actúan sobre ella las enzimas digestivas. Cierta bibliografía no la considera un nutriente, sin embargo tiene una gran influencia en la salud por lo que es necesario determinar su presencia en los alimentos.

La principal función de la fibra en el organismo es estimular el peristaltismo, disminuir el tiempo del tránsito intestinal y combatir el estreñimiento, el problema con la ingesta de fibra es que se pueden absorber minerales como hierro, cinc, entre otros, provocando así un desbalance en el cuerpo.

### 1.6.6.1.COMONENTES DE LA FIBRA

La fibra se la puede dividir como soluble e insoluble, la insoluble incluye la celulosa, lignina (Ver figura 1.6.) y algunas hemicelulosas y pectinas, mientras que la soluble corresponde a: gomas, mucílagos y otras pectinas y hemicelulosas .



**Figura 1.6. Ejemplo de la estructura de una fibra (lignina)**

**Fuente:** Bioquímica de los Procesos Metabólicos, Melo, V. y Cuamatzi, O. (2006).

Las fuentes de fibra en la naturaleza son todas de origen vegetal, están en frutas, vegetales, legumbres y cereales. Las podemos encontrar en mayor abundancia en las legumbres y en cereales y sus derivados.

### 1.6.6.2.CLASIFICACIÓN DE LA FIBRA

- **CELULOSA:** Es parte fundamental de las paredes celulares, es insoluble en agua y forma parte de los tejidos de sostén

- **HEMICELULOSA:** Es una molécula con ramificaciones la cual forma parte de las paredes de las diferentes células de los tejidos del vegetal.
- **PECTINA:** Fibra soluble en agua y forma geles, se encuentra en vegetales y frutas.
- **LIGNINA:** La lignina es una fibra muy importante y su principal característica es que es soluble en agua.

### **1.6.6.3. ANÁLISIS DE FIBRA**

Hay dos diferentes tipos de fibra, dietética y la fibra cruda, la diferencia de dichas fibra se realiza mediante los métodos de análisis la primera por métodos enzimáticos y la segunda mediante solubilidad con solventes inorgánicos, y posterior pesada para determinar el residuo que queda después de solubilizar enzimática o químicamente los componentes que no son fibra.

La fibra cruda se basa en el tratamiento secuencial con ácidos y álcalis en condiciones estandarizadas. Con este método no se logra obtener el valor real de la fibra ya que se disuelve gran parte de la hemicelulosa y lignina, cierta parte de la celulosa y toda la fibra soluble. Por lo general el contenido de fibra dietética es de 3 a 5 mayor que la fibra cruda, pero no puede usarse un factor de corrección porque la relación entre fibra cruda y fibra

dietética varía dependiendo del alimento. La fibra cruda tiene poca significancia fisiológica en la nutrición humana y no debiera usarse para informar del contenido de fibra de los alimentos.<sup>[12]</sup>

## **1.7. MUESTRAS ANALIZADAS**

### **1.7.1. HARINA DE TRIGO DE FLOR**

Harina viene del latín *farina* que es el nombre antiguo del farro. La harina es un polvo muy fino que se obtiene de la molienda de alimentos que son ricos en almidón. Las harinas vegetales tienen en común el almidón, que es un hidrato de carbono complejo. Las harinas refinadas carecen de un alto contenido de fibra ya que en la elaboración de la misma se separa el salvado, que son las tres capas más externas del grano de trigo, de esta forma la harina de trigo se hace más digerible. De igual manera en el proceso se separa el embrión y la aleurona por lo que se pierden lípidos y proteínas.

El trigo se considera el mejor cereal de panificación, el gluten que constituye el mayor componente de la proteína, la cual permite a la masa formar una estructura celular estable por fermentación o por gasificación química; así se puede obtener un pan de estructura ligera y miga estable. El gluten es una glucoproteína que se encuentra en muchos cereales

combinada con el almidón, está compuesta de gliadina y glutenina y en el caso del trigo corresponde al 80% de sus proteínas.

Otro componente importante en este alimento es el agua tanto en el grano para el proceso de fabricación, como en la harina como tal para la conservación. En la fabricación es muy importante la humedad en el grano para el proceso de molturación, y en la conservación ya que un alto contenido de humedad favorecerá al crecimiento y multiplicación de microorganismos.

### **1.7.2. MAÍZ AMARILLO**

En los últimos cincuenta años la producción de maíz ha ido aumentando ya que este cereal es la principal fuente de alimentación en Latinoamérica y en México especialmente. Es una planta indígena de América que también fue introducida y muy conocida en Europa, es un cereal dulce y energético, su color se debe a la presencia de betacarotenos.

Su ingesta proporciona una buena cantidad de carbohidratos por la presencia del almidón que hay en el grano. El maíz es un alimento que proporciona nutrientes como proteínas en el cuerpo humano lamentablemente estas proteínas no son de gran utilidad por su carencia de ciertos aminoácidos como triptófano, lisina y metionina, además por su alto contenido de leucina se neutraliza la absorción de la niacina o vitamina B3.

La pelagra es una enfermedad causada por una dieta deficiente o por insuficiencia del organismo para absorber la niacina o el triptófano, esta enfermedad que se presenta en países donde la alimentación básicamente constituye el maíz y es deficiente de proteínas de origen animal afecta a la piel, al aparato digestivo y al sistema nervioso central,

Su aporte de calorías, fibra y ciertas vitaminas es muy pobre. El maíz aporta varios ácidos grasos poliinsaturados y es del germen de donde se saca el aceite de maíz dicho aceite contiene en su composición un 58,7 % de ácido linoleico, 24,2% de ácido oleico (monoinsaturado) y tan sólo un 12,/% de ácidos saturados como el palmítico y el esteárico. Es de gran importancia la presencia de ácidos grasos poliinsaturados como el linoleico que es el omega 6, este es un ácido esencial para el sistema circulatorio, ayuda en la disminución del colesterol y problemas del corazón.

### **1.7.3. ARROZ PULIDO**

El arroz es un cereal muy sano y constituye el alimento principal de más de las dos terceras partes de la población, este alimento se puede comer a diario para la ingesta de nutrientes básicos para la salud del ser humano.

Se conoce como arroz a todo grano que procede de la gramínea *Oryza sativa*. Este tipo de arroz blanco es el grano entero y quebrado el cual no tiene cáscara, embriones, pericarpio ni

cutícula. El arroz se originó en zonas tropicales pero ahora se cultiva en todo el mundo. El arroz aporta con una gran cantidad de almidón y por lo tanto proporciona gran parte de la energía la cuerpo humano, pero es muy pobre en su contenido de minerales.

El arroz original es rico en aceite que a su vez es rico en vitamina E. Este aceite tiene un alto contenido en ácido linoleico por lo que se enrancia muy fácilmente. De aquí que la fracción grasa del arroz se elimine y que el grano comercial contenga cantidades mínimas de grasa (<0,6%). El arroz aporta con poco porcentaje de proteínas; sin embargo, cabe recalcar que la proteína de dicho alimento es de gran calidad por los aminoácidos presentes en su cadena.

#### **1.7.4. PAPA CHOLA**

Es un tubérculo cuyo nombre científico es *solanumtuberosum*, en el Ecuador se encuentran más de 400 variedades de papa, pero sólo 20 de ellas se comercializan. Fue siempre considerado un alimento barato, abundante en calorías, y con pocas vitaminas.

El mayor porcentaje de este alimento es agua con un porcentaje de más del 75%, de igual manera es un alimento rico en carbohidratos complejos como el almidón. Su contenido de fibra y proteínas es muy pequeño, sin embargo es fuente de minerales como el potasio.

Su valor calórico no es alto, pero no se recomienda comerlas fritas ya que incrementan dicho valor más de tres veces ya que tiene una gran capacidad de absorber la grasa. Lo ideal es comer este alimento a la brasa o al horno, ya que esta es la mejor forma de conservar sus propiedades nutritivas.

En la cáscara de la papa chola se encuentra también parte de los nutrientes que proporciona la ingesta de este alimento.

## **CAPÍTULO II**

### **2. PARTE EXPERIMENTAL**

#### **2.1.MUESTREO**

Se realizó un muestreo aleatorio en los principales supermercados (Supermaxi y Santa María) y mercados de Quito. Se muestrearon diferentes productos: arroz pulido, harina de trigo de flor, maíz amarillo y papa chola. De cada producto, se escogieron al azar cinco marcas distintas para realizar el análisis por triplicado a excepción de la papa chola ya que de esta se tomaron muestras provenientes de cuatro mercados de la ciudad de Quito: San Roque, Mayorista, Iñaquito y Santa Clara.

En la tabla 2.1. constan los datos de las muestras que se analizaron y que vienen marcados en la funda de cada producto. Cada uno de estos datos es de gran importancia tanto para el consumidor como para el fabricante.

**Tabla 2.1. Datos informativos de las muestras analizadas**

<b>MARCA</b>	<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>LOTE</b>	<b>FECHA DE ELABORACIÓN</b>	<b>FECHA DE CADUCIDAD</b>	<b>COSTO (\$)</b>
<b><i>HARINA DE TRIGO DE FLOR</i></b>					
Toscana	1 kg	07 2010	07/2010	01/2011	2,11
Estrella de octubre	1 Kg	1893	12/07/2010	12/01/2011	1,93
Santa Lucía	500 g	247	23/08/2010	23/02/2011	0,96
Supermaxi	500 g	9097093		08/2011	0,83
Ya	500 g	0004	21/08/2010	21/02/2011	1,15
<b><i>MAÍZ AMARILLO</i></b>					
MasCorona	500 g	1337	20/04/2010	20/04/2011	2,02
La Pradera	500 g	86	20/09/2010	20/09/2011	1,40
Supermaxi	500 g	4401093	09/2010	09/2011	1.65
Granos del campo	500g	3	09/2010	03/2011	1.33
<b><i>ARROZ PULIDO</i></b>					
Real	1000g	09	10/2010	04/2011	2.49
Gustadina	1000g	0403196	07/2010	07/2011	2.55
Super extra	1000g	711001	20/08/2010	20/02/2011	2.28
Supermaxi	1000g	20-138	05/2010	11/2010	2.29
<b><i>PAPA CHOLA (al peso)</i></b>					
Mercado Santa Clara (02/01/2011)					
Mercada Iñaquito (02/01/2011)					
Mercado de San Roque (02/01/2011)					
Mercado “El Mayorista” (02/01/2011)					

Los análisis bromatológicos fueron realizados en el Laboratorio de Bromatología de la Escuela de Ciencias Químicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Los métodos utilizados fueron los de la AOAC y se detallan en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2. Métodos que se van a usar**

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>
Fibra cruda	AOAC 978.10
Humedad	AOAC 925.10
Cenizas	AOAC 923.03
Grasa (cruda)	AOAC 920.39
Proteína bruta	AOAC 920.87

## **2.2.PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

### **Preparación de la harina de trigo de flor:**

Para el análisis de humedad no es necesario realizar preparación alguna de la muestra de harina únicamente se homogeneizó todo el material en el envase original. Para los ensayos

de cenizas, grasa, proteína y fibra se secó la muestra en una estufa a 130°C, para eliminar la humedad y que esto no influya con los resultados de los análisis.

#### **Preparación del maíz amarillo:**

Los granos de maíz se molieron en un molino semindustrial para obtener la muestra con partículas entre 0,5 mm y 1 mm, se secó el la muestra y se procedió a realizar las determinaciones del análisis proximal.

#### **Preparación del arroz pulido:**

Los granos de arroz se molieron en un molino semindustrial para obtener partículas entre 0,5mm y 1mm, se secó la muestra y se procedió a realizar las determinaciones del análisis proximal.

#### **Preparación de la papa chola:**

Se realizó el análisis de papa chola con cáscara y sin cáscara, para las muestras con cáscara se ralló la papa completa y se secó en una estufa a 105°C, una vez que la muestra estaba completamente seca se molió el producto con un mortero de porcelana para disminuir el tamaño de la muestra.

En el caso de la papa sin cáscara primero se quita toda la cáscara y posteriormente se procede de igual manera que con la muestra de papa chola con cáscara.

Para los ensayos de papa es necesario rallar la muestra con y sin cáscara, secarla y triturarla para su posterior análisis.

### **2.3.ANÁLISIS SEGÚN WEENDE**

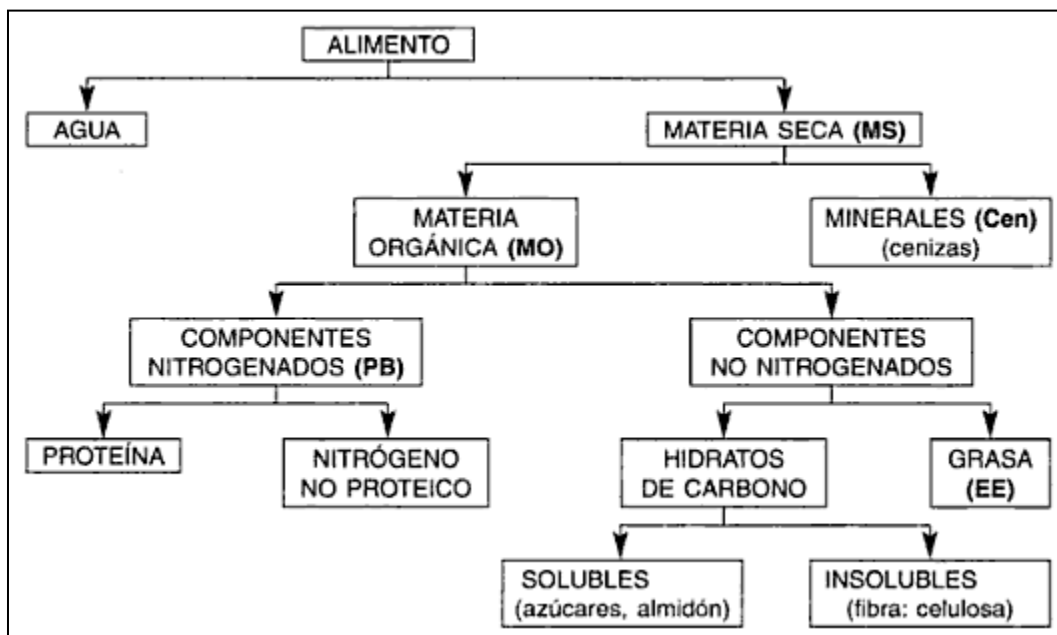
El análisis de Weende o análisis proximal es, sin duda, el más conocido en el análisis de alimentos, si bien posee una utilidad relativa, en algunos aspectos no ha podido ser mejorado. El método fue ideado por Henneberg y Stohmann en el año 1867 en la estación experimental de Weende (Alemania) y consiste en separar a partir de la materia seca de la muestra, una serie de fracciones que presentan unas ciertas características comunes de solubilidad o insolubilidad en diferentes reactivos. Con este método se obtienen cinco principios nutritivos totales que incluyen los siguientes grupos: cenizas, proteína, agua, extracto etéreo y fibra.

El análisis Weende permite establecer a que categoría pertenece un alimento. Los alimentos se clasifican según su composición en:

Ricos en proteínas, ricos en vitaminas y minerales, ricos en carbohidratos y ricos en aceites y grasas.

El conocimiento de la composición es útil para estimar la energía digestible o metabolizable del alimento, este cálculo se lo puede obtener a partir del porcentaje de los principales componentes existentes en el alimento.

Permite estimar la concentración de materia orgánica e inorgánica como lo indica la figura 2.1.



**Figura 2.1. Esquema Weende**

**Fuente:** Bases de la Producción Animal. Varios (2005).

## **2.4. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y DE SÓLIDOS TOTALES**

### **2.4.1. EQUIPOS**

- Estufa a  $130\pm 3^{\circ}\text{C}$
- Balanza analítica.

### **2.4.2. MATERIALES**

- Cápsulas de porcelana o metal con tapa
- Desecador con cierre hermético

### **2.4.3. PRINCIPIO DEL MÉTODO**

El método se basa en la diferencia de peso de una muestra antes y después de secarla a  $130^{\circ}\text{C}$  por el periodo de una hora.

### **2.4.4. PROCEDIMIENTO**

- Tarar la cápsula que se va a usar en el análisis a  $130^{\circ}\text{C}$ . ( $P_C$ ).

- Pesar aproximadamente 2g de la muestra homogeneizada. ( $P_O$ ).
- Secar la cápsula a  $130 \pm 3^\circ\text{C}$  por una hora.
- Retirar la cápsula y pasarla a un desecador.
- Esperar a que se enfríe la cápsula y pesar. ( $P_F$ ).
- Repetir este procedimiento hasta que el peso se mantenga constante.

#### **2.4.5. CÁLCULOS**

$$\%P_{ST} = \frac{P_F - P_C}{P_O - P_C} * 100 \quad (2.1)$$

$$\%H = \frac{P_O - P_F}{P_O - P_C} * 100 \quad (2.2)$$

### **2.5.DETERMINACIÓN DE CENIZAS**

#### **2.5.1. EQUIPOS**

- Mufla a aproximadamente  $550^\circ\text{C}$  (rojo oscuro)
- Balanza analítica

### **2.5.2. MATERIALES**

- Cápsulas de porcelana o crisoles poco profundos.
- Desecador con cierre hermético. El óxido de calcio (CaO) calcinado es adecuado como agente deshidratante.

### **2.5.3. PRINCIPIO DEL MÉTODO**

Es un método gravimétrico que se basa en la calcinación de la materia orgánica por vía seca en una mufla a una temperatura a 550°C. Se debe calcinar la muestra hasta que las cenizas sean ligeramente grises o el peso se mantenga constante.

### **2.5.4. PROCEDIMIENTO**

- Tarar el crisol en la mufla a 550°C-
- Pesar el crisol tarado una vez que esté a temperatura ambiente. ( $P_C$ ).
- Pesar con exactitud una cantidad de 3-5 gramos de muestra bien homogenizada ( $P_O$ ).
- Calcinar la muestra en la mufla a 550°C aproximadamente hasta que las cenizas sean ligeramente grises o peso constante.
- Enfriar el crisol en el desecador.
- Pesar tan pronto como la cápsula haya alcanzado la temperatura ambiente ( $P_F$ ).

### **2.5.5. CÁLCULOS**

$$\%C_T = \frac{P_F - P_C}{P_O - P_C} * 100 \quad (2.3)$$

## **2.6. DETERMINACIÓN DE LA PROTEÍNA TOTAL**

### **2.6.1. EQUIPOS**

- Equipo de digestión VELPSCIENTIFICA- DK-6
- Equipo de destilación VELPSCIENTIFICA- UDK 127
- Balanza analítica.

### **2.6.2. MATERIALES**

- Tubos de digestión de vidrio para equipo VELD-SCIENTIFICADK de 250 ml.
- Erlenmeyeres de 150ml.

### **2.6.3. REACTIVOS (Ver Anexo A)**

- Kjheltabs
- Solución valorada de ácido clorhídrico 0,2 N

- Ácido sulfúrico concentrado (98%)
- Solución de hidróxido de sodio al 35%
- Peróxido de hidrógeno al 35% (130 Vol.)
- Agua destilada libre de amoníaco
- Indicador de Tashiro: rojo de metilo al 0.1 % y azul de metileno al 0.1 % en relación de 2:1, en alcohol etílico.
- Núcleos de ebullición

#### **2.6.4. PRINCIPIO DEL MÉTODO**

Toda la materia orgánica se destruye y aquella que contiene nitrógeno formando una reacción de desplazamiento con el ácido sulfúrico concentrado para producir sulfato de amonio. Este compuesto reacciona con el hidróxido de sodio y libera amoníaco. Este se destila y se recibe en ácido bórico, para formar borato de amonio que se valora con el ácido clorhídrico.

La determinación consta de tres etapas:

- Digestión
- Destilación
- Titulación

## 2.6.5. PROCEDIMIENTO

### A. DIGESTIÓN

- Pesar una cantidad de aproximadamente 2g de la muestra molida, seca y homogeneizada y transferir cuantitativamente al tubo de digestión.
- Agregar a la muestra 2 pastillas kjheltabs, 12 ml de ácido sulfúrico concentrado y 5 ml de peróxido de hidrógeno y 3 núcleos de ebullición.
- Colocar el tubo de digestión en el bloque de digestión y calentar por 20 min. a 420°C o hasta que solución resultante sea clara.
- Dejar enfriar el tubo de digestión a 50-60 °C y agregar 50 ml de agua destilada libre de amoníaco.

### B. DESTILACIÓN

- Colocar en posición adecuada el matraz erlenmeyer que contenga 25 ml de ácido bórico al 4%p/p, en el equipo.
- Colocar el tubo de digestión en destilador y agregar 50 ml de la solución de hidróxido de sodio al 35 %.
- Destilar y recolectar al menos 100 ml de muestra en el erlenmeyer.

## C. TITULACIÓN

Añadir a la solución recolectada en el paso B 10 gotas de indicador Tashiro y titular con una solución de ácido clorhídrico 0,2 N hasta viraje del color de la solución del verde al púrpura.

### 2.6.6. CÁLCULOS

$$\% N = \frac{(ml \text{ de ácido} * normalidad \text{ del ácido}) * 1,4007}{\text{peso muestra}} \quad (2.4)$$

Para expresar el % de N en % de proteínas debe utilizarse un factor de conversión  $F = 5,7$

$$\%N \times F = \% \text{ Proteína}$$

## 2.7.DETERMINACIÓN DEL EXTRACTO ETÉREO

### 2.7.1. EQUIPOS

- Equipo Soxhlet de 250 ml
- Equipo de destilación cerrado (rota-vapor)

- Estufa de aire.
- Balanza analítica.

### **2.7.2. MATERIALES**

- Cartuchos de extracción de celulosa 25 mm x 80 mm
- Núcleos de ebullición
- Mantas de calentamiento

### **2.7.3. REACTIVOS**

- Éter de petróleo ( $T_{eb}$  40 – 60 °C)
- Éter etílico

### **2.7.4. PRINCIPIO DEL MÉTODO**

El contenido del extracto etéreo consiste en la extracción de las grasas neutras del material seco con una fracción de éter de petróleo en un extractor Soxhlet, que es una extracción intermitente con un exceso de disolvente.

### 2.7.5. PROCEDIMIENTO

- Pesar aproximadamente 2 g de muestra seca ( $P_0$ ).
- Trasvasar a un cartucho de celulosa limpio y seco.
- Cubrir la boca del cartucho con algodón o lana de vidrio.
- Colocar el cartucho en el cuerpo del extractor Soxhlet.
- En el balón previamente secado a 103 °C, colocar 3 núcleos de ebullición, enfriar y pesar ( $P_B$ ).
- Colocar aproximadamente 100 ml de éter de petróleo.
- Armar el equipo y realizar la extracción por 4 h a una velocidad de condensación de 5-6 gotas/s.
- Eliminar el solvente en el rotavapor y secar el balón por 30 min. a 100°C.
- Enfriar el matraz con la grasa en el desecador y pesar cuando este alcance la temperatura ambiente ( $P_F$ ).

### 2.7.6. CÁLCULOS

$$\% G = \frac{(P_F - P_B) * 100}{P_0} \quad (2.5)$$

## **2.8.DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA**

### **2.8.1. EQUIPOS**

- Equipo de determinación de fibra VELP SCIENTIFICA FIWE-6
- Balanza analítica.
- Mufla
- Estufa

### **2.8.2. MATERIALES**

- Crisoles de vidrio poroso (P-2).
- Núcleos de ebullición

### **2.8.3. REACTIVOS (Ver Anexo A)**

- Solución de ácido sulfúrico  $0,128 \pm 0,003M$ .
- Solución de hidróxido de sodio  $0,313 \pm 0,005M$ .
- n-octanol como antiespumante
- Agua destilada

#### **2.8.4. PRINCIPIO DEL MÉTODO**

El método se basa en la solubilización de los compuestos no celulósicos del alimento en soluciones de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  al 1,25% p/v y  $\text{NaOH}$  al 1,25% p/v bajo condiciones de temperatura específicas. La solución resultante es filtrada mediante al vacío regulado y la fibra cruda es eliminada por combustión a partir del residuo de la filtración.

#### **2.8.5. PROCEDIMIENTO**

- Tarar un crisol de vidrio poroso.
- Añadir con exactitud aproximadamente 1 g de muestra molida y seca  $F_0$ .
- Agregar la solución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  precalentada en la plancha de calentamiento hasta la marca de 150 ml.
- Agregar 5 gotas de n-octanol como agente antiespumante y hervir exactamente por 30 min. A partir del inicio de la ebullición.
- Realizar un lavado 3 veces con 30 ml de agua caliente desionizada (llenar el crisol hasta el borde), conectando cada vez el compresor de aire para mezclar el contenido del crisol.
- Después drenar el último lavado.
- Agregar 150 ml de solución de  $\text{NaOH}$  precalentada y 5 gotas de n-octanol como antiespumante y hervir exactamente por 30 min. A partir del inicio de la ebullición.

- Lavar 3 veces con 30 ml de agua caliente desionizada (llenar el crisol hasta el borde), conectando cada vez el compresor de aire para mezclar el contenido del crisol.
- Realizar un último lavado con 30 ml de agua desionizada fría para que se enfríe el crisol.
- Lavar 3 veces con 25 ml de acetona, conectando cada vez el compresor de aire para mezclar el contenido del crisol.
- Retirar el crisol del equipo y secar el contenido en una estufa a 105 °C por una hora hasta peso constante. Dejar enfriar en un desecador y pesar ( $F_1$ ), este peso representa la fibra cruda más la ceniza.
- Colocar el crisol en una mufla a 550 °C por 3 horas, y enfriarlo en un desecador, pesar el crisol una vez frío ( $F_2$ ). La diferencia de peso con el obtenido en el paso anterior constituye la fibra cruda.

### 2.8.6. CÁLCULOS

$$\% F_C = \frac{(F_1 - F_2) * 100}{F_0} \quad (2.6)$$

## 2.9.MÉTODOS ESTADÍSTICOS

### 2.9.1. PRECISIÓN

“La precisión es el grado de concordancia entre ensayos independientes obtenidos bajo unas condiciones estipuladas.”<sup>[13]</sup> Para obtener el valor de la desviación se utiliza la siguiente ecuación:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \mu)^2}{n-1}} \quad (2.7)$$

Donde:           s: Desviación estándar

$x_i$ : Medición que se desea evaluar

$\mu$ : Media de las mediciones

                  n: Número de mediciones

### 2.9.2. ANÁLISIS DE VARIANZAS

El análisis estadístico de varianzas o también llamado ANOVA es una herramienta estadística que nos permite ver si existe o no diferencia significativa entre tres o más

medias muestrales. Se utiliza la distribución F de Fisher ya que el estadístico cociente entre varianzas sigue aproximadamente una distribución de este tipo.<sup>[14]</sup>

Se puede considerar a este análisis como una extensión de la prueba t de Student que se usa para la comparación de medias.

Existen varios diseños que se usan para el análisis de varianzas también conocido como ANOVA, pero lo más comunes son:

- Análisis de varianza unifactor o de un factor
- Análisis de varianza bifactor o de dos factores.

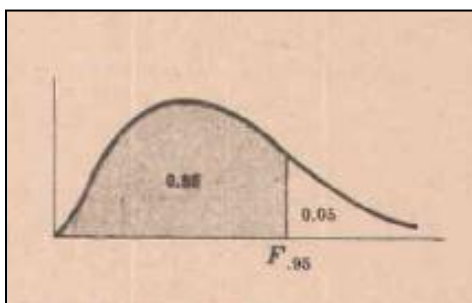
Para el tratamiento de datos de este proyecto se realizó un análisis de varianza bifactor, ya que se desea conocer la diferenciación que hay entre muestras, es decir, entre las tres muestras realizadas de cada marca de cada producto, y la diferenciación que existe entre las marcas de cada producto.

En el análisis de varianza de dos factores vamos a evaluar los efectos de dos variables y su interacción. Vamos a considerar a cada marca como un bloque o grupo. Aunque entre bloques se presentan diferencias es necesario que el número de muestras o tratamientos en cada bloque sea igual.

Es necesario acomodar los datos en una tabla. (Ver Anexo B)

**Tabla 2.3. Tabla General del ANOVA**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de suma de cuadrados	F
Tratamientos(muestras)	$k - 1$	$\sum k(\bar{x}_m - \bar{\bar{x}})^2$	$SC_{Tr} / GL_{Tr}$	$MC_{Tr} / MC_E$
Grupos (marcas)	$n - 1$	$\sum n(\bar{x}_M - \bar{\bar{x}})^2$	$SC_G / GL_G$	$MC_G / MC_E$
Error	Por diferencia	Por diferencia	$SC_E / GL_E$	
Total	$N - 1$	$\sum [x_x - \bar{\bar{x}}]^2$		



**Figura 2.2. Distribución Fisher – Snedecor**

**Fuente:** Teoría y Problemas de Probabilidad y Estadística, Murray, R. (1977).

El F se obtiene de la curva que se muestra en la figura 2.1. Es necesario tomar en cuenta los grados de libertad del numerador y del denominador para encontrar el valor equivalente en la tabla de la distribución F. Es necesario indicar con que nivel de significancia se va a trabajar para aceptar o no un resultado, en este caso se trabajó con un nivel de significancia

de  $\alpha = 0,05$ . A partir del dato de F, se puede obtener la probabilidad (P) de que las diferencias entre las medias se deban al azar.

### **2.9.3. PRUEBA t DE STUDENT**

Mediante la prueba t se puede decidir si la media empírica y un valor conocido, dato de la tabla nutricional del Ecuador del año de 1965, son diferentes debido a errores aleatorios, esta prueba se denomina constante de significación.

Como se desea comparar la media de la muestra con un dato reportado es necesario considerar la prueba de hipótesis. Donde  $H_0$  es la hipótesis nula, que establece que la media es igual al valor de referencia o que la diferencia se debe únicamente al azar, o la hipótesis alterna donde la media no es igual al valor de referencia.<sup>[13]</sup>

Se obtiene un intervalo de confianza, el cual es un rango de los valores probables para la media de la muestra, dado que no se sabe el valor verdadero de este parámetro, el intervalo de confianza permite inferir su valor basándose en los datos de la muestra. En general, la proporción de intervalos que incluye la media es igual a 1 menos el nivel  $\alpha$  que se eligió. Frecuentemente el nivel de confianza es del 95%, es decir un  $\alpha$  de 0.05.

El modelo matemático que en seguida se presenta, corresponde al cálculo de la prueba t de una muestra con una prueba de hipótesis. (Ver Anexo C)

$$t_c = \frac{|\bar{x} - \mu| \sqrt{n}}{s} \quad (2.8)$$

Donde:  $t_c$ : Valor estadístico de la prueba t de student

$\bar{x}$ : Valor promedio de la muestra

$\mu$ : Media de la población

$s$ : Desviación estándar de la muestra

$n$ : Tamaño de la muestra

El criterio de la prueba es que si  $t$  calculado sin tomar en cuenta el signo es mayor que el valor crítico, entonces se rechaza la hipótesis nula. El valor de  $t$  crítico se obtiene de la tabla de distribución del estadístico  $t$  de Student, considerando el nivel de significación y el número de grados de libertad.

El modelo matemático para calcular el intervalo de confianza se expresa a continuación:

$$IC = \bar{x} \pm \left[ \frac{t_{\frac{\alpha}{2}}(s)}{\sqrt{n}} \right] \quad (2.9)$$

Donde:

*IC*: Intervalo de confianza

$\bar{x}$ : Valor promedio de la muestra

$t_{\frac{\alpha}{2}}$ : valor obtenido en la tabla t

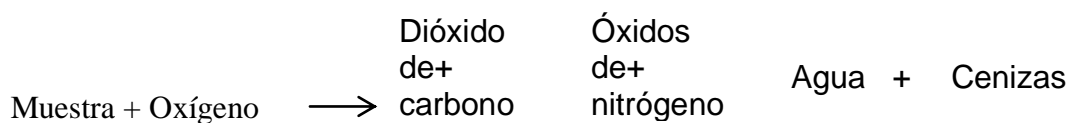
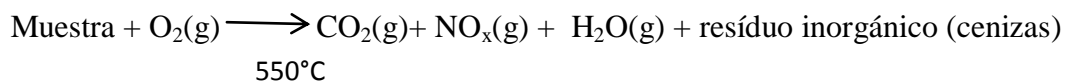
*s*: Desviación estándar de la muestra

*n*: Tamaño de la muestra

#### 2.9.4. REACCIONES QUÍMICAS

##### Reacciones químicas en las determinaciones de cenizas y proteína total

##### Reacción en la determinación de cenizas

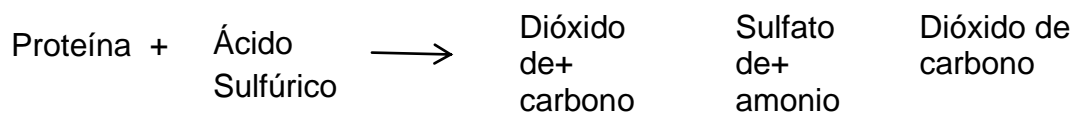
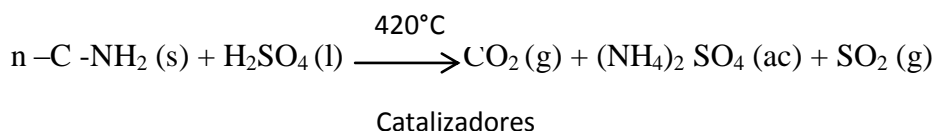


La muestra reacciona con el oxígeno del aire, esto se conoce como oxidación, producto de este proceso se genera dióxido de carbono, óxido de nitrógeno, vapor de agua y las cenizas que corresponden al residuo inorgánico.

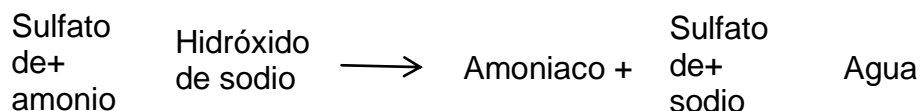
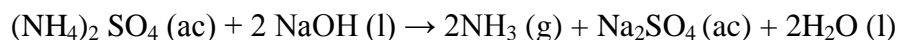
### Reacciones formadas en la determinación de proteína total

El método de Kjeldahl se basa en la destrucción de la materia orgánica, con ácido sulfúrico concentrado utilizando como catalizador las pastillas Kjeldahl que contienen  $K_2SO_4$  - 97 %,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  1.5 %, Selenio 1.5 %.

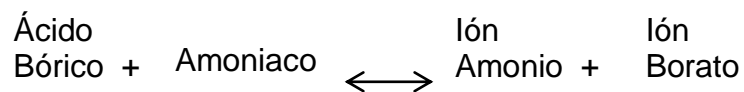
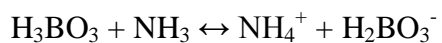
La muestra se digiere con el ácido sulfúrico formándose sulfato de amonio mediante la reacción:



El sulfato de amonio, en exceso de hidróxido de sodio, libera amoníaco que es recogido mediante un proceso de destilación mediante arrastre de vapor:



El amoníaco se hace burbujear en una solución de ácido bórico 4%, y esto se titula con ácido clorhídrico:



La cantidad de ion borato generado es proporcional a la cantidad de nitrógeno presente en la muestra.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 3.1. Composición porcentual de la harina de trigo de flor**

Marca	Humedad		Sólidos Totales		Cenizas		Grasa		Proteína		Fibra	
	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$
Toscana	12,76	0,01	87,24	0,01	0,69	0,06	1,39	0,18	14,17	0,06	0,38	0,03
Santa Lucía	13,39	0,02	86,61	0,02	0,44	0,06	0,98	0,06	12,92	0,11	0,20	0,01
Estrella de octubre	14,00	0,15	86,00	0,15	0,56	0,05	1,47	0,02	13,69	0,03	0,41	0,12
Supermaxi	12,14	0,07	87,86	0,07	0,76	0,10	1,30	0,04	14,09	0,08	0,40	0,01
Promedio	13,07		86,93		0,61		1,28		13,72		0,35	
Desv. Est.	0,80		0,80		0,14		0,22		0,57		0,10	

Harina Ya*	13,51	0,13	86,49	0,13	1,92	0,05	0,59	0,41	12,30	0,18	0,33	0,03
------------	-------	------	-------	------	------	------	------	------	-------	------	------	------

\* Contiene polvo de hornear

De la harina de trigo de flor se analizaron cinco marcas diferentes, Toscana, Estrella de Octubre, Santa Lucía, Supermaxi y Ya, de cada una de éstas se analizaron tres muestras obteniendo los resultados expresados en la tabla mencionada, para las determinaciones de humedad, cenizas, grasa, proteína y fibra, en la misma tabla constan los valores de las desviaciones estándar de cada grupo de muestras, como se puede observar las desviaciones

estándar de las repeticiones de la misma marca son bajas en comparación con las desviaciones estándar obtenidas entre los promedios de las diferentes marcas.

Se excluyó a la harina “Ya” del grupo ya que en su contenido tiene polvo de hornear, dicho componente es una levadura química que contiene bicarbonato de sodio y almidón de maíz, y por lo tanto cambia el porcentaje de los principales nutrientes especialmente el contenido de cenizas que aumenta drásticamente.

**Tabla 3.2. Composición porcentual del maíz amarillo**

Marca	Humedad		Sólidos Totales		Cenizas		Grasa		Proteína		Fibra	
	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$
La Pradera	13,97	0,02	86,03	0,02	1,50	0,06	4,40	0,17	7,40	0,11	2,38	0,08
Granos del campo	13,07	0,06	86,93	0,06	1,34	0,06	4,01	0,07	7,01	0,06	2,45	0,13
Sta. María	13,47	0,07	86,53	0,07	1,37	0,05	4,50	0,14	7,49	0,18	2,39	0,03
Más Corona	13,62	0,05	86,38	0,05	1,48	0,10	4,64	0,16	7,82	0,02	2,23	0,01
Supermaxi	13,54	0,08	86,46	0,08	1,47	0,05	4,52	0,33	8,03	0,04	2,41	0,60
Promedio	13,53		86,47		1,43		4,41		7,55		2,37	
Desv. Est.	0,32		0,32		0,07		0,24		0,39		0,08	

En la tabla 3.2 se pueden evidenciar los resultados obtenidos para los parámetros de humedad, cenizas, grasa, proteínas y fibra para cinco marcas de maíz amarillo, de cada una

de éstas se analizaron tres muestras, dando un total de 15 muestras de dicho producto, en la tabla constan los promedios y las desviaciones estándar de cada análisis realizado, en general las desviaciones estándar de cada marca son menores a la desviación estándar total. Según los datos se puede evidenciar que el producto tiene un porcentaje importante de humedad, proteínas y grasa.

**Tabla 3.3. Composición porcentual del arroz pulido**

Marca	Humedad		Sólidos Totales		Cenizas		Grasa		Proteína		Fibra	
	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$
Real	9,89	0,05	90,11	0,05	0,51	0,03	0,70	0,04	9,30	0,11	0,25	0,05
Super Extra	10,81	0,12	89,19	0,12	0,50	0,02	0,47	0,04	7,81	0,26	0,23	0,03
Gustadina	11,07	0,03	88,93	0,03	0,53	0,00	0,54	0,05	7,23	0,11	0,20	0,04
Supermaxi	10,39	0,16	89,61	0,16	0,56	0,01	0,93	0,02	8,25	0,14	0,22	0,05
Promedio	10,54		89,46		0,52		0,66		8,15		0,23	
Desv. Est.	0,51		0,51		0,03		0,20		0,88		0,02	

En la tabla 3.3 se encuentran los datos obtenidos del análisis de humedad, cenizas, grasa, proteínas y fibra de 4 marcas de arroz pulido, de cada una se realizaron tres repeticiones, dando así un total de 12 muestras analizadas, según los valores obtenidos se pueden observar que los mayores porcentajes corresponden a humedad y proteína tal como lo indica la teoría.

En la tabla se expresan los valores promedios y las desviaciones estándar de cada marca y entre las mismas, los valores de desviaciones estándar son menores entre las repeticiones que entre marcas.

**Tabla 3.4. Composición porcentual de la papa chola con cáscara**

Marca	Humedad		Sólidos Totales		Cenizas		Grasa		Proteína		Fibra	
	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$
Mayorista C.C.	85,20	1,05	14,80	1,05	4,41	0,01	0,21	0,01	7,30	0,59	3,44	0,24
San Roque C.C	82,01	1,70	17,99	1,70	3,51	0,14	0,43	0,03	7,40	0,10	3,53	0,24
Iñaquito C.C.	85,14	1,14	14,86	1,14	3,87	0,01	0,18	0,01	7,36	0,15	3,34	0,22
Santa Clara C.C.	82,92	1,24	17,08	1,24	3,55	0,02	0,21	0,01	7,41	0,02	3,12	0,10
Promedio	83,82		16,18		3,84		0,26		7,37		3,36	
Desv. Est.	1,61		1,61		0,42		0,12		0,05		0,17	

**Tabla 3.5. Composición porcentual de la papa chola sin cáscara**

Marca	Humedad		Sólidos Totales		Cenizas		Grasa		Proteína		Fibra	
	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$	$\bar{X}$ (%)	$\sigma$
Mayorista S.C.	79,65	2,32	20,35	2,32	3,72	0,03	0,19	0,03	6,89	0,08	2,26	0,21
San Roque S.C	73,97	1,78	26,03	1,78	3,92	0,03	0,27	0,02	6,43	0,13	2,20	0,58
Iñaquito S.C.	78,36	1,83	21,64	1,83	3,64	0,01	0,19	0,00	6,60	0,33	2,21	0,20
Santa Clara S.C.	72,15	1,92	27,85	1,92	3,73	0,01	0,25	0,01	6,56	0,20	2,36	0,15
Promedio	76,03		23,97		3,75		0,22		6,62		2,26	
Desv. Est.	3,55		3,55		0,12		0,04		0,20		0,07	

En las tablas 3.4 y 3.5 se encuentran todos los resultados obtenidos de los análisis realizadas con muestras de papa chola con y sin cáscara respectivamente. Se realizaron análisis de papa chola de 4 mercados de diferentes puntos de la ciudad de Quito.

Según los datos obtenidos se puede destacar que hay diferencias en todos los parámetros analizados al realizar las determinaciones con o sin cáscara, aunque cabe resaltar que en ambos casos el contenido de agua en el alimento es sumamente alto superando el 70% y el contenido de proteínas, minerales y fibra es considerable también. En el caso la fibra si hay una diferencia significativa entre las muestras con y sin cáscara demostrando que parte de este componente se encuentran en la cáscara de la papa.

Se calcularon las desviaciones estándar para saber la precisión del método y al igual que en todos los productos se obtuvieron desviaciones estándar bajas en las repeticiones de las papas de los diferentes mercados, lo que no sucede con las desviaciones calculadas entre las papas de los cuatro mercados.

**Tabla 3.6. Análisis Bromatológico de los productos analizados**

	<b>Harina de trigo de flor</b>	<b>Maíz Amarillo crudo</b>	<b>Arroz Pulido crudo</b>	<b>Papa Chola sin cáscara</b>	<b>Papa Chola con cáscara</b>
% DE HUMEDAD	13,16	13,53	10,54	76,03	83,82
% DE SÓLIDOS TOTALES	86,84	86,47	89,46	23,97	16,18
% DE CENIZAS	0,87	1,43	0,52	3,75	3,84
% DE GRASA	1,15	4,41	0,66	0,22	0,26
% DE PROTEÍNA	11,67	6,54	7,30	6,62	7,37
% DE FIBRA	0,34	2,37	0,23	2,26	3,36
% DE CARBOHIDRATOS	72,81	71,72	80,75	3,36	9,14
ENERGÍA	357,94	345,60	370,81	42,64	70,10

En la tabla 3.6 se pueden observar los promedios de los datos obtenidos de cada parámetro para los diferentes productos, el alimento que tiene mayor porcentaje de agua, minerales y fibra es la papa chola, el que en su composición tiene mayor cantidad de grasa es el maíz amarillo, es por esto que su aceite es muy común en la dieta del ser humano. La harina de

trigo de flor es la que aporta mayor cantidad de proteínas en relación a los demás productos, esto es debido al gluten que presenta en su composición química.

Al hablar de carbohidratos podemos decir que los cuatro alimentos analizados son fuentes importantes de este nutriente, sobre todo el arroz, el maíz y la harina de trigo de flor, la papa tiene un porcentaje mucho menor que los demás alimentos ya que en su mayoría la papa aporta agua, todos estos alimentos tienen almidón que es un carbohidrato complejo pero el que aporta con más cantidad este nutriente es el arroz.

**Tabla 3.7. Rangos en porcentaje obtenidos en el Análisis bromatológico de cada parámetro de los diferentes productos analizados**

	<b>Harina de trigo de flor</b>	<b>Maíz Amarillo crudo</b>	<b>Arroz Pulido crudo</b>	<b>Papa Chola sin cáscara</b>	<b>Papa Chola con cáscara</b>
% DE HUMEDAD	12,14 – 14,00	13,07 – 13,97	9,89 – 11,07	72,15 – 79,65	82,01 – 85,20
% DE SÓLIDOS TOTALES	86 – 87,86	86,03 – 86,93	88,93 – 90,11	20,35 – 27,85	14,80 – 17,08
% DE CENIZAS	0,44 – 1,92	1,34 – 1,50	0,50 – 0,56	3,64 – 3,92	3,55 – 4,41
% DE GRASA	0,59 – 1,47	4,01 – 4,64	0,47 - 0,93	0,19 – 0,27	0,18 – 0,43
% DE PROTEÍNA	10,64 – 12,38	6,10 – 6,97	6,43 – 8,38	6,56 – 6,89	7,30 – 7,41
% DE FIBRA	0,20 – 0,41	2,23 – 2,45	0,20 – 0,25	2,20 – 2,36	3,12 – 3,53

En la tabla 3.7 se observan los rangos obtenidos para cada parámetro en el análisis de cada producto. Este rango se determinó con el mínimo y el máximo valor obtenido entre las quince o doce muestras analizadas dependiendo de cada producto.

Los resultados obtenidos en este trabajo corresponden a un muestro representativo, ay que se analizaron las principales marcas encontrados en los diferentes mercados y supermercados de la ciudad capital, por lo que los resultados se pueden inferir a todo la población de cada producto.

## **ANÁLISIS DE VARIANZA**

A partir de la tabla 3.8 hasta la tabla 3.27 se pueden observar los datos necesarios para poder realizar el análisis estadístico de varianzas. Un análisis estadístico es un conjunto de herramientas estadísticas a través de las cuales se estudian una serie de datos, en este caso el análisis el análisis estadístico de varianzas nos permite determinar si un conjunto de datos pertenecen o no a la misma población.

En cada una de estas tablas constan los datos necesarios para poder realizar el análisis de dos factores siendo estos: muestras y marcas.

En la tabla constan los grados de libertad, estos grados son el número de muestras o marcas menos 1. La suma y la media de cuadrados así como el valor F se calculan según lo muestra el Anexo B.

Esta es una distribución de Fisher donde con el valor P se puede determinar si las muestras y marcas pertenecen o no a una misma población. Si el valor P es mayor a 0,05 las muestras o marcas pertenecerán a la misma población si el P es menor a 0.05 significa que son poblaciones distintas.

En las tablas 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 y 3.12 se encuentran los valores obtenidos en el análisis estadístico de varianzas para conocer la varianza existente tanto entre marcas como entre muestras de harina de trigo de flor para cada parámetro analizado.

**Tabla 3.8. ANOVA de Harina de dos factores: Humedad vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,02173	0,01086	1,32	0,320
Marcas	4	6,25132	1,56283	189,48	0,000
Error	8	0,06598	0,00825		
Total	14	6,33903			

En el caso de la tabla 3.8 constan los valores del ANOVA realizado para el parámetro humedad de la harina de trigo de flor. El análisis se realizó a 5 marcas diferentes y de cada marca se analizaron tres muestras.

El valor P para muestras es de 0,320 este dato indica que no hay diferencia significativa en cuanto a humedad entre las muestras de cada marca, es decir, que las tres muestras de cada marca pertenecen a la misma población.

En el caso del valor P para ver la variación entre marcas es de 0,000, lo que indica que entre las cinco marcas analizadas al menos una pertenece a otra población.

Esta diferencia se puede deber a varias causas como el lugar y forma de cultivo de la materia prima así como también del proceso de elaboración de la harina y de los distintos ingredientes añadidos para fortificarla.

**Tabla 3.9. ANOVA de Harina de dos factores: Cenizas vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,00080	0,000402	0,65	0,546
Marcas	4	3,23487	0,808717	1312,48	0,000
Error	8	0,00493	0,000616		
Total	14	3,24060			

En la tabla 3.9 se encuentran los datos obtenidos para el ANOVA del parámetro cenizas de la harina de trigo de flor, se analizaron las mismas cinco marcas que en humedad y de igual manera cada marca por triplicado.

El valor P para el factor muestras es de 0,546, es decir, que en el análisis de cenizas los datos demuestran que las tres muestras analizadas pertenecen a la misma marca, pero el valor p entre marcas es de 0,000 indicando que al menos una marca pertenece a otra población, sin duda como se expresó anteriormente la harina Ya es la principal causante de esta desviación ya que tiene mucha más cantidad de minerales por la levadura presente en su composición.

**Tabla 3.10. ANOVA de Harina de dos factores: Grasa vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,08035	0,040174	1,00	0,410
Marcas	4	1,56493	0,391232	9,73	0,004
Error	8	0,32156	0,040195		
Total	14	1,96684			

En la tabla 3.10 constan los valores calculados a partir de los datos experimentales obtenidos para el ANOVA de la grasa existente en las diferentes marcas y muestras de la harina de trigo de flor. En este caso el valor P calculado para muestras es de 0,410 demostrando que cada grupo de muestras pertenece a la misma marca, sin embargo, el valor de p para marcas es de 0,004 demostrando así que cada marca pertenece a otra población.

**Tabla 3.11. ANOVA de Harina de dos factores: Proteína vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,00254	0,00127	0,12	0,885
Marcas	4	6,79711	1,69928	165,73	0,000
Error	8	0,08203	0,01025		
Total	14	6,88168			

En la tabla 3.11 constan los valores calculados para el ANOVA de proteínas en harina de trigo de flor, se sigue la misma tendencia que en los otros parámetros, ya que el valor P para muestras es de 0,885, y para marcas 0,000, lo que indica que cada triplicado de muestras pertenece a la misma marca, pero que entre las marcas al menos una pertenece a una población diferente.

**Tabla 3.12. ANOVA de Harina de dos factores: Fibra vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,0002422	0,0001211	0,25	0,783
Marcas	4	0,0839191	0,0209798	43,77	0,000
Error	8	0,0038349	0,0004794		
Total	14	0,0879962			

En la tabla 3.12 se expresan los valores obtenidos del ANOVA para el parámetro fibra de la harina de trigo de flor. Donde el valor P para muestras es de 0,783 y el de marcas es de 0,000 comprobando una vez más que entre muestras no hay diferencia significativa, pero entre marcas si la hay, esta diferencia se la puede atribuir a diferencias tanto en la obtención de la materia prima pero sobre todo en la fabricación de la harina como tal.

En las tablas 3.13, 3.14, 3.15, 3.16 y 3.17 se encuentran los valores obtenidos en el análisis estadístico de varianzas para conocer la varianza existente tanto entre marcas como entre muestras de maíz amarillo para cada parámetro analizado.

**Tabla 3.13. ANOVA de Maíz de dos factores: Humedad vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,11626	0,058130	0,74	0,507
Marcas	4	1,23666	0,309166	3,93	0,047
Error	8	0,62908	0,078635		
Total	14	1,98201			

En la tabla 3.13 están expresados los datos calculados para el ANOVA de los datos experimentales obtenidos en el análisis de humedad en el maíz amarillo. Al igual que para la harina de trigo de flor se realizó una análisis bifactor con muestras y marcas. El P obtenido fue de 0,507 para muestras y de 0,047 entre marcas. Estos valores indican que los grupos de las tres muestras pertenecen a las mismas poblaciones mientras que entre marcas sí hay una diferencia significativa.

**Tabla 3.14. ANOVA de Maíz de dos factores: Cenizas vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,0084394	0,0042197	0,96	0,423
Marcas	4	0,0404121	0,0101030	2,30	0,147
Error	8	0,0351829	0,0043979		
Total	14	0,0840344			

En la tabla 3.14 se observan los valores para el ANOVA del análisis de minerales para cinco marcas distintas de maíz amarillo. Según los datos obtenidos el P para muestras y marcas es de 0,423 y 0,147 respectivamente, demostrando así que tanto las muestras como las marcas tienen un contenido muy similar de minerales en su composición.

**Tabla 3.15. ANOVA de Maíz de dos factores: Grasa vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,10965	0,054826	1,02	0,403
Marcas	4	0,70404	0,176010	3,27	0,072
Error	8	0,43040	0,053800		
Total	14	1,24409			

En la tabla 3.15 están los valores del ANOVA del análisis de grasa para las muestras y marcas del maíz amarillo. El valor P tanto para la relación entre muestras y entre marcas es

mayor a 0,05, por lo que se puede decir que al igual que en cenizas el contenido de grasa no presenta diferencias significativas entre las diferentes marcas y muestras analizadas.

**Tabla 3.16. ANOVA de Maíz de dos factores: Proteína vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,00814	0,004068	0,85	0,461
Marcas	4	1,85226	0,463065	97,23	0,000
Error	8	0,03810	0,004763		
Total	14	1,89850			

La tabla 3.16 contiene el ANOVA del parámetro proteína de las muestras analizadas. En esta tabla se observa que el P es únicamente mayor a 0,05 en el caso de las muestras, es decir, que cada grupo de muestras no presenta diferencia significativa, pero al menos una marca si las presenta con relación a las otras cuatro.

**Tabla 3.17. ANOVA de Maíz de dos factores: Fibra vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,078826	0,0394132	0,46	0,650
Marcas	4	0,083311	0,0208277	0,24	0,908
Error	8	0,692649	0,0865812		
Total	14	0,854787			

En la tabla 3.17 se pueden observar los datos calculados para el ANOVA de la fibra analizada en las 15 muestras provenientes de 5 marcas distintas de maíz amarillo. El valor P obtenido entre muestras y marcas es superior a 0,05, lo que demuestra que la composición de todas las muestras y marcas en cuanto a fibra no muestran ninguna diferencia significativa.

En las tablas 3.18, 3.19, 3.20, 3.21 y 3.22 se encuentran los valores obtenidos en el análisis estadístico de varianzas para conocer la varianza existente tanto entre marcas como entre muestras de arroz pulido para cada parámetro analizado.

**Tabla 3.18. ANOVA de Arroz de dos factores: Humedad vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	1,36397	0,681986	1,54	0,289
Marcas	3	2,47241	0,824137	1,86	0,238
Error	6	2,66379	0,443965		
Total	11	6,50017			

En la tabla 3.18 constan los datos para el ANOVA del análisis de humedad realizado en cuatro marcas distintas de arroz, de cada una de estas se realizaron tres muestras. Después de realizar el ANOVA se puede determinar que no existe ninguna diferencia significativa ni entre muestras ni entre marcas, lo que indica que en cuanto al parámetro de humedad no existe diferencia al consumir una marca u otra marca de arroz.

**Tabla 3.19. ANOVA de Arroz de dos factores: Cenizas vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,0001856	0,0000928	0,37	0,704
Marcas	3	0,0051428	0,0017143	6,88	0,023
Error	6	0,0014954	0,0002492		
Total	11	0,0068238			

La tabla 3.19 tiene todos los datos necesarios del ANOVA para la determinación de cenizas de las 12 muestras de arroz analizada. Como el valor P entre muestras es de 0,704 podemos asegurar que cada grupo de muestras pertenece a cierta marca en especial, sin embargo, debido a que el valor P entre marcas es inferior a 0,05 lo que demuestra que al menos una marca contiene una composición distinta de minerales con respecto a las otras marcas.

**Tabla 3.20. ANOVA de Arroz de dos factores: Grasa vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,006247	0,003124	3,43	0,102
Marcas	3	0,362777	0,120926	132,66	0,000
Error	6	0,005469	0,000912		
Total	11	0,374494			

En la tabla 3.20 constan los datos para el ANOVA de la determinación de grasa en las distintas muestras de arroz analizadas. Estos resultados demuestran que las muestras tienen relación entre sí, pero entre marcas hay una diferencia significativa, esto se debe

estrictamente al proceso en el cual se retira la cáscara de este producto, ya que en la cáscara es donde se encuentra la mayor cantidad de grasa.

Lo mismo sucede en el caso de la cantidad de proteínas en el grano de arroz como se observa en la tabla 3.21 existe diferencia entre marcas pero no entre muestras.

**Tabla 3.21. ANOVA de Arroz de dos factores: Proteína vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,05574	0,02787	0,98	0,427
Marcas	3	6,91467	2,30489	81,36	0,000
Error	6	0,16997	0,02833		
Total	11	7,14038			

**Tabla 3.22. ANOVA de Arroz de dos factores: Fibra vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,0001041	0,0000520	0,02	0,979
Marcas	3	0,0041565	0,0013855	0,57	0,658
Error	6	0,0146995	0,0024499		
Total	11	0,0189601			

En cuanto a la determinación de fibra se realizó un ANOVA para conocer la relación que existe entre muestras y entre marcas, como indican los datos de la tabla 3.22 el valor P en ambos casos es mayor a 0,05 esto significa que no hay diferencia significativa entre ninguna de las muestras y que al consumir cualquiera de las marcas analizadas se está ingiriendo una cantidad similar de fibra.

En las tablas 3.23, 3.24, 3.25, 3.26 y 3.27 se encuentran los valores obtenidos en el análisis estadístico de varianzas para conocer la varianza existente tanto entre marcas como entre muestras de papa chola con cáscara para cada parámetro analizado.

**Tabla 3.23. ANOVA de Papa de dos factores: Humedad vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	14,3635	7,18174	1,23	0,357
Marcas	3	23,2339	7,74463	1,32	0,351
Error	6	35,0790	5,84649		
Total	11	72,6763			

En la tabla 3.23 constan los valores del ANOVA realizado para las muestras de papa con cáscara tomadas en los diferentes mercados de la ciudad de Quito; en cuanto al parámetro humedad el valor P es mayor a 0,05 lo que indica que no hay ninguna diferencia significativa en la cantidad de agua entre las diferentes muestras.

Esto no se puede evidenciar respecto al contenido de minerales y de grasa ya que entre marcas el valor P calculado en los respectivos análisis de varianzas, y que se encuentra en las tablas 3.24 y 3.25 es inferior a 0,05 indicando que no todas las papas pertenecen a la misma población y que su contenido de minerales y grasa varía.

**Tabla 3.24. ANOVA de Papa de dos factores: Cenizas vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,014164	0,0070822	1,56	0,285
Marcas	3	0,130892	0,0436308	9,60	0,010
Error	6	0,027268	0,0045447		
Total	11	0,172325			

**Tabla 3.25. ANOVA de Papa de dos factores: Grasa vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,0003698	0,0001849	0,50	0,629
Marcas	3	0,0138822	0,0046274	12,53	0,005
Error	6	0,0022165	0,0003694		
Total	11	0,0164684			

**Tabla 3.26. ANOVA de Papa de dos factores: Proteína vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,19826	0,099130	1,06	0,403
Marcas	3	0,34314	0,114379	1,23	0,379
Error	6	0,55986	0,093309		
Total	11	1,10125			

En la tabla 3.26 constan los valores obtenidos para el ANOVA de la determinación de proteínas y en la tabla 3.27 los valores del mismo análisis de la determinación de fibra. En ambos casos los valores P entre muestras y marcas son mayores a 0,05 lo que indica que no hay diferencia significativa entre las papas analizadas.

**Tabla 3.27. ANOVA de Papa de dos factores: Fibra vs. Muestra. Marca**

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	F	P
Muestras	2	0,042405	0,0212026	0,42	0,675
Marcas	3	0,274985	0,0916615	1,82	0,244
Error	6	0,302524	0,0504207		
Total	11	0,619914			

## PRUEBA t

Los únicos valores referenciales que se tienen de las tablas de composición de los alimentos son aquellos que se presentan en la Tabla de año 1965. Para conocer que tan cercanos son los valores de referencia y los valores obtenidos en este trabajo se aplicó un método estadístico llamado prueba t, esta prueba nos permite comparar la media experimental con la media referida para determinar si existe o no una diferencia significativa. (Ver Anexo C).

**Tabla 3.28. Tabla de comparación entre los valores experimentales obtenidos en este estudio y los valores publicados en la tabla del año 1965.**

COMPONENTE	Harina de trigo de flor		Maíz Amarillo crudo		Arroz Pulido crudo		Papa Chola	
	V.E. %	V.R. %	V.E. %	V.R. %	V.E. %	V.R. %	V.E. %	V.E. %
% DE HUMEDAD	13,16	13,30	13,53	17,90	10,54	12,00	76,03	76,20
% DE SÓLIDOS TOTALES	86,84	86,70	86,47	82,1	89,46	88	23,97	23,8
% DE CENIZAS	0,87	0,40	1,43	1,20	0,52	0,50	3,75	1,00
% DE GRASA	1,15	2,30	4,41	4,50	0,66	0,60	0,22	0,00
% DE PROTEÍNA	11,67	11,40	6,54	7,90	7,30	6,50	6,62	2,40
% DE FIBRA	0,34	0,00	2,37	1,60	0,23	0,40	2,26	0,40
% DE CARBOH.	72,81	72,60	71,72	68,50	80,75	88,40	11,12	20,40
ENERGÍA	357,9	359	345,6	335	370,8	364,0	42,64	89

V.E. = Valor experimental / VR: Valor referido en la tabla del año 1965

En la tabla 3.29, 3.30, 3.31 y 3.32 se encuentran los valores obtenidos al realizar la prueba estadística de la t de Student, para obtener estos valores se usaron como media en el cálculo el promedio obtenido del análisis y el valor conocido de la tabla del año 1965.

**Tabla 3.29. Prueba t de harina de trigo de flor**

	N	MEDIA	DESV. EST.	MEDIA DEL ERROR	IC DE 95%	t	P	Criterio t
Humedad	15	13,160	0,720	0,186	12,761 – 13,599	-0,75	0,464	S.D.
Cenizas	15	0,600	0,720	0,186	0,201 – 0,999	2,53	0,024	C.D.
Grasa	15	1,150	0,320	0,083	0,972 – 1,327	-13,92	0,000	C.D.
Proteínas	15	13,430	0,800	0,207	12,987 – 13,873	9,83	0,000	C.D.
Fibra	15	0,340	0,080	0,021	0,296 – 0,384	16,46	0,000	C.D.

**Tabla 3.30. Prueba t de maíz amarillo**

	N	MEDIA	DESV. EST.	MEDIA DEL ERROR	IC DE 95%	t	P	Criterio t
Humedad	15	13,530	0,320	0,083	13,353 – 13,707	-52,89	0,000	C.D.
Cenizas	15	1,430	0,070	0,018	1,391 – 1,469	12,73	0,000	C.D.
Grasas	15	4,410	0,240	0,062	4,277 – 4,543	-1,45	0,168	S.D.
Proteínas	15	7,550	0,390	0,101	7,334 – 7,766	-3,48	0,004	C.D.
Fibra	15	2,370	0,080	0,021	2,326 – 2,414	37,28	0,000	C.D.

**Tabla 3.31. Prueba t de una muestra de arroz**

	N	MEDIA	DESV. EST.	MEDIA DEL ERROR	IC DE 95%	t	P	Criterio t
Humedad	12	10,54	0,510	0,147	10,216 – 10,864	-9,92	0,000	C.D.
Cenizas	12	0,520	0,030	0,009	0,501 – 0,539	2,31	0,041	C.D.
Grasa	12	0,660	0,200	0,058	0,533 – 0,787	2,66	0,022	C.D.
Proteína	12	7,300	0,880	0,254	6,741 – 7,859	3,15	0,009	C.D.
Fibra	12	0,230	0,020	0,006	0,217 – 0,242	-29,44	0,000	C.D.

**Tabla 3.32. Prueba t de una muestra de papa**

	N	MEDIA	DESV. EST.	MEDIA DEL ERROR	IC DE 95%	t	P	Criterio t
Humedad	12	76,03	3,55	1,02	73,77 – 78,29	16,40	0,000	C.D.
Cenizas	12	3,750	0,120	0,035	3,674 – 3,826	23,42	0,000	C.D.
Grasa	12	0,220	0,040	0,012	0,195 – 0,245	7,51	0,000	C.D.
Proteínas	12	6,640	0,200	0,058	6,513 – 6,767	343,33	0,000	C.D.
Fibra	12	2,260	0,070	0,020	2,216 – 2,305	60,32	0,000	C.D.

S.D. = sin diferencia significativa

C.D. = con diferencia significativa

En estas últimas tablas constan todos los valores de la prueba t para los análisis realizados en los diferentes productos. Con esta prueba se puede determinar el rango dentro del cual deberían estar todos los valores experimentales con un 95% de confianza. El criterio t indica si existe o no una diferencia significativa entre el valor promedio obtenido en este ensayo y la media hipotética referida en la tabla del año 1965.

Se debe decidir el nivel de significancia requerido para rechazar  $H_0$  antes de realizar la prueba. El valor que se elige se denomina  $\alpha$ . Si el valor (p) es menor que o igual al nivel  $\alpha$  escogido, entonces se rechaza  $H_0$  y concluye que la media de la muestra no es igual al valor de referencia, es decir, que existe una diferencia significativa.

Según los valores p calculados en el programa, la gran mayoría son inferiores al nivel p escogido (0.05), por ello en ese caso se rechaza la hipótesis nula, que es el valor referido en la tabla del 65, porque existe una diferencia significativa con los valores promedio de este estudio.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

- Se puede considerar que el muestreo realizado es representativo a nivel nacional, ya que las muestras fueron tomadas en los principales mercados y supermercados de Quito, como ésta es la capital y es una ciudad grande con una población diversa llegan los productos de mayor distribución..
- Todos los análisis y los cálculos de las diferentes determinaciones fueron realizados en base seca, de esta manera se normalizan los resultados.
- Los cuatro productos de mayor consumo a nivel nacional (harina de trigo de flor, maíz amarillo, arroz pulido y papa chola) fueron analizados, ya que según la encuesta de condiciones de vida (ECV) realizada por el SECAP la gran mayoría de la población basa su dieta diaria en estos alimentos, y es importante conocer cuáles nutrientes estamos ingiriendo al consumir dichos productos.
- Se siguieron los métodos AOAC descritos anteriormente, estos son métodos normalizados y se han usado según el alcance previsto por los mismos y sin realizar modificaciones en los métodos, al realizar los análisis con métodos normalizados se reducen las fuentes de error en las determinaciones, ya que un método normalizado es

aquel que cumple con los requisitos necesarios para su óptimo funcionamiento en la o las actividades específicas.

- La tabla de composición de los alimentos: harina de trigo de flor, maíz amarillo, arroz pulido y papa chola propuesta en este estudio es la siguiente.

	<b>Harina de trigo de flor</b>	<b>Maíz Amarillo crudo</b>	<b>Arroz Pulido crudo</b>	<b>Papa Chola SIN cáscara</b>	<b>Papa Chola con cáscara</b>
<b>% DE HUMEDAD</b>	12,14 – 14	13,07 – 13,97	9,89 – 11,07	72,15 – 79,65	82,01 – 85,20
<b>% DE SÓLIDOS TOTALES</b>	86 – 87,86	86,03 – 86,93	88,93 – 90,11	20,35 – 27,85	14,80 – 17,08
<b>% DE CENIZAS</b>	0,44 – 1,92	1,34 – 1,50	0,50 – 0,56	3,64 – 3,92	3,55 – 4,41
<b>% DE GRASA</b>	0,59 – 1,47	4,01 – 4,64	0,47 – 0,93	0,19 – 0,27	0,18 – 0,43
<b>% DE PROTEÍNA</b>	10,64 – 12,38	6,10 – 6,97	6,43 – 8,38	6,56 – 6,89	7,30 – 7,41
<b>% DE FIBRA</b>	0,20 – 0,41	2,23 – 2,45	0,20 – 0,25	2,20 – 2,36	3,12 – 3,53

- Según los datos obtenidos se concluye que de estos alimentos la harina de trigo de flor es la que aporta mayor cantidad de proteínas debido al gluten, el maíz tiene un alto contenido de grasa, la papa contiene un alto porcentaje de agua, y también de minerales y fibra.
- Los carbohidratos son una fuente de energía, por esto la relación entre la energía que aporta un alimento con el contenido de carbohidratos, siendo el arroz de igual manera el que aporta con una mayor cantidad de energía comparado con los otros productos.
- Los métodos estadísticos son la principal herramienta que se usó en este estudio para poder determinar que la tabla del año 65 difiere con los valores obtenidos en esta disertación y que es necesario actualizarla. Tanto el análisis estadístico de varianzas ANOVA como la prueba t de Student permiten realizar las comparaciones y establecer si las diferencias son o no significativas de acuerdo al porcentaje de confianza que se quiera dar en este estudio, que en este caso fue del 95%. Estas pruebas estadísticas se pueden realizar manualmente con una calculadora empleando las fórmulas ya conocidas, pero existen varios programas de computación que al introducir estos datos nos permiten realizar varias pruebas estadísticas y con distintos niveles de confianza, dan la opción de adicionar gráficas y de cruzar variables entre otras cosas. Se escogió el programa MINITAB 15 (Ver Anexo D), ya que proporciona facilidades como el uso en español y además permite hacer el ANOVA bifactorial simultáneamente. Sin duda estos programas optimizan el tiempo del analista y evitan errores al momento del cálculo, a

pesar de ello, se realizaron los cálculos manuales para comprobar con los obtenidos en el sistema como se observa en el Anexo B y C.

- Debido a que la media es un estadístico, es dudoso afirmar que el valor de referencia está dentro de la media, por eso es preferible establecer un intervalo con el valor promedio en el centro del mismo, y afirmar con cierto nivel de confianza que el valor de referencia se halla dentro del intervalo.
- El valor t no ofrece mucha información por sí solo, pero se utiliza para calcular el valor p. El valor p indica exactamente qué probabilidad hay de que la muestra con la media y desviación estándar particular no presenten diferencias significativas con el valor referido.
- Después de todo el análisis realizado, se ve una clara diferencia entre los datos referidos en la tabla de composición de los alimentos del Ecuador del año 1965 y los obtenidos en este estudio, dichas diferencias eran de esperarse y se las puede atribuir a diversas causas. Los datos que actualmente el Ecuador usa como referencia fueron obtenidos hace cuarenta y seis años, en esa época tanto los métodos de cultivo, fabricación e incluso los instrumentos y métodos de análisis eran diferentes a los que tenemos en la actualidad.

- Tanto el cálculo de las desviaciones estándar como el Anova indica que existe repetibilidad en los análisis es decir que se obtiene resultados muy precisos al trabajar bajo las mismas condiciones y con muestras paralelas, lo que comprueba la precisión del método, demostrando que las diferencias se deben netamente a las marcas.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

- Para conocer la calidad de los alimentos que están siendo ingeridos por la población ecuatoriana es necesario realizar el análisis químico y microbiológico correspondiente, no sólo en el momento que se desea obtener el registro sanitario, sino también post-registro.
- El gobierno del Ecuador trabaja en la elaboración de una pirámide nutricional basada en la realidad de la población ecuatoriana y la actualización de la tabla de composición de los alimentos. Actualmente el ministerio de salud es el ente encargado de este tema y dentro de sus objetivos está la actualización de dicha tabla.
- La tabla de composición de los alimentos no debería expresar los datos obtenidos en el análisis como un valor puntual, sino que debería indicar un rango dentro del cual debe estar el dato obtenido en cierto análisis para poder evaluar con mayor confianza los valores nutricionales.

- A pesar de haber usado métodos normalizados en el laboratorio de bromatología de la Escuela de Ciencias Químicas de la Pontificia Universidad del Ecuador, se deberían validar cada uno de los métodos usados para constatar la validez y calidad de los resultados.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, (2008). Sector Agrícola, participación en el PIB, <http://www.magap.gob.ec/sinagap/index>, 25 de septiembre del 2011.
  
- [2] Food and Agriculture Organization, FAO, (2011). Tabla de composición de los alimentos. América Latina. [http://www.fao.org/infoods/tables\\_latin\\_es.stm](http://www.fao.org/infoods/tables_latin_es.stm), 02 de octubre del 2011.
  
- [3] Ministerio de Salud de Chile, (2008). *Proyecto TCP/RLA/3107 “Desarrollo de bases de datos y tablas de composición de alimentos de Argentina, Chile y Paraguay para fortalecer el comercio internacional y la Protección de los Consumidores”*. Santiago de Chile, Chile.
  
- [4] Carrasco, H. (2008). *Soberanía alimentaria: La libertad de elegir para asegurar nuestra alimentación*, Soluciones Prácticas, Lima.
  
- [5] Caravaca, F., Castel, J., Guzmán, J., Delgado, M., Mena, Y., Alcalde, M., González P. (2003) , *Bases de la Producción Animal*, Universidad de Sevilla.

- [6] Salvador, B. (1990). *Química de los Alimentos*, Editorial Alhambra Mexicana S.A., México.
- [7] Herrera, C., Bolaños, N., y Lutz, G. (2001). *Química de los Alimentos, Manual de Laboratorio*, Editorial Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- [8] Pérez, F., Zamora, S. (2002). *Nutrición y Alimentación Humana*, Aula de Mayores, Universidad de Murcia, Murcia.
- [9] Bello, J. (2000). *Ciencia Bromatológica, principios generales de los alimentos*, Díaz de Santos, España.
- [10] Sierra, I., Morante, S. y Pérez, D. (2007). *Experimentación en Química Analítica*, Dykinson, Madrid.
- [11] Rodríguez, V. (2008). *Bases de la Alimentación Humana*, Netbiblo, La Coruña.
- [12] Gil, G. (2010). *Composición y calidad nutritiva de los alimentos*, 2<sup>da</sup> edición, Editorial Médica Panamericana S.A., España.

- [13] Murray, R., (1977). *Teoría y Problemas de Probabilidad y Estadística*, McGraw-Hill Book, Co. México.
- [14] Maroto, A. (2005). *Incertidumbre y Precisión*, Departamento de Química Analítica y Química Orgánica, Universidad Rovira i Virgili, Tarragona, España.

# ANEXOS

## ANEXO A

### Cálculos de la preparación de los reactivos

27/08/2010

#### Determinación de fibra

- Preparación de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.128M ( $\pm 0.003$ )

Para preparar 2 litros:

$$1 \text{ mol} \quad \rightarrow 98 \text{g de } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$0,128 \text{ moles} \quad \rightarrow x$$

$$x = 12,54 \text{g de } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$12,54 \text{g} \quad \rightarrow 1000 \text{ml solución de } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$x \quad \rightarrow 2000 \text{ml solución}$$

$$x = 25,08 \text{g de } \text{H}_2\text{SO}_4$$

Nota: El ácido utilizado tiene una concentración del 98% w/w ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  98% w/w), por lo que no se puede pesar los 25,08g de este ácido hay que hacer la siguiente relación.

$$98 \text{g de } \text{H}_2\text{SO}_4 \quad \rightarrow 100 \text{g de solución}$$

$$25,08 \text{g de } \text{H}_2\text{SO}_4 \quad \rightarrow x$$

$$x = 25,59 \text{g de } \text{H}_2\text{SO}_4$$

- Preparación de NaOH 0.313M ( $\pm 0.005$ )

Para preparar 2 litros

1 mol  $\rightarrow$  40g de NaOH

0,313 moles  $\rightarrow$  x

x = 12,52g de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

12.52g  $\rightarrow$  1000ml solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

x  $\rightarrow$  2000ml solución

x = 25,04g de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**Determinación de proteínas**

- Preparación de HCl 0.2N

Para preparar 2 litros:

1 mol de HCl  $\rightarrow$  36.5g de HCl

0.2 moles de HCl  $\rightarrow$  x

x = 7.3g de HCl

Nota: El HCl utilizado es ácido clorhídrico al 37% w/w por lo que se debe hacer la siguiente relación:

37g de HCl → 100g de solución

7.3g de HCl → x

x = 19.73g

19.73g de HCl → 1000ml de solución

x → 2000ml de solución

x = 39.46g

- Preparación de NaOH 35% w/w

Para preparar 500ml:

35g de NaOH → 100g de solución

x → 500g de solución

x = 175g

- Preparación del indicador de Tashiro

Rojo de metilo al 0.1% y azul de metileno al 0.1% en relación 2:1 en alcohol etílico

Para preparar 30ml del indicador:

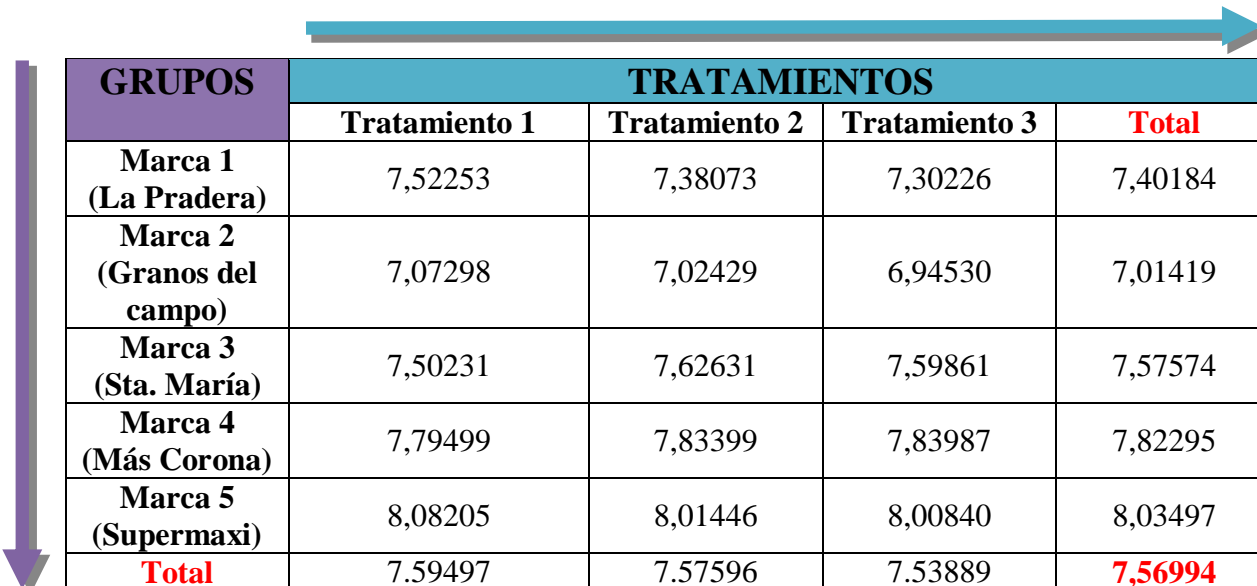
Disolver 0.02g de rojo de metilo en 20ml de etanol.

Disolver 0.01g de azul de metileno en 10ml de etanol.

## ANEXO B

### VALIDACIÓN DEL PROGRAMA MINITAB 15

Ejemplo: Datos de determinación de proteína en muestras de Maíz amarillo



GRUPOS	TRATAMIENTOS			
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Total
Marca 1 (La Pradera)	7,52253	7,38073	7,30226	7,40184
Marca 2 (Granos del campo)	7,07298	7,02429	6,94530	7,01419
Marca 3 (Sta. María)	7,50231	7,62631	7,59861	7,57574
Marca 4 (Más Corona)	7,79499	7,83399	7,83987	7,82295
Marca 5 (Supermaxi)	8,08205	8,01446	8,00840	8,03497
<b>Total</b>	7.59497	7.57596	7.53889	<b>7,56994</b>

Tabla 3.16. ANOVA de dos factores: Proteína vs. Muestra. Marca de maíz amarillo

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de la suma de cuadrados	F	P
Tratamientos(muestras)	2	0,00814	0,004068	0,85	0,461
Grupos (marcas)	4	1,85226	0,463065	97,23	0,000
Error	8	0,03810	0,004763		
Total	14	1,89850			

## Suma de cuadrados

### Suma de cuadrados total

$$SC = \sum [x_x - \bar{x}]^2$$

$x_x$  = valor de cada determinación

$\bar{x}$  = media de las medias

$$SC = ((7,52 - 7,57)^2 + (7,38 - 7,57)^2 + (7,30 - 7,57)^2 + (7,07 - 7,57)^2 + (7,02 - 7,57)^2 + (6,95 - 7,57)^2 + (7,50 - 7,57)^2 + (7,63 - 7,57)^2 + (7,60 - 7,57)^2 + (7,79 - 7,57)^2 + (7,83 - 7,57)^2 + (7,84 - 7,57)^2 + (8,08 - 7,57)^2 + (8,01 - 7,57)^2 + (08,01 - 7,57)^2)$$

$$SC = 1,89$$

### Suma de cuadrados entre marcas

$$SC_G = \sum n(\bar{x}_M - \bar{x})^2$$

$\bar{x}$  = media de las medias

$n$  = Número de muestras para cada marca

$\bar{x}_M$  = media de las repeticiones de cada marca

$$SC_G = ((7,40 - 7,57)^2 + (7,01 - 7,57)^2 + (7,58 - 7,01)^2 + (7,82 - 7,01)^2 + (8,03 - 7,01)^2) * 3$$

$$SC_G = 1,85$$

### Suma de cuadrados entre tratamientos

$$SC_{Tr} = \sum k(\bar{x}_m - \bar{x})^2$$

$\bar{\bar{x}}$  = media de las medias

k = Número de marcas

$\bar{x}_M$  = media del mismo número de repetición entre las marcas

$$SC_{Tr} = ((7,59 - 7,57)^2 + (7,58 - 7,57)^2 + (7,54 - 7,01)^2) * 5$$

$$SC_{Tr} = 0,008$$

Suma de cuadrados del error

$$SC_E = SCT - SCG - SCTr$$

$$SC_E = 1,89 - 1,85 - 0,008$$

$$SC_E = 0,03$$

**Media de cuadrados**

Media de cuadrados entre grupos

$$MC_G = SC_G / GL_{(grupos)}$$

$$MC_G = 1,85 / 4$$

$$MC_G = 0,46$$

GL = Grados de libertad (k - 1) o (n - 1) según el caso

### Media de cuadrados entre tratamientos

$$MC_{Tr} = SC_{Tr} / GL_{(tratamientos)}$$

$$MC_{Tr} = 0,008 / 2$$

$$MC_{Tr} = 0,004$$

### Media de cuadrados del error

$$MC_E = SC_E / GL_{(error)}$$

$$GL_{(error)} = GL_{(total)} - GL_{(grupos)} - GL_{(tratamientos)}$$

$$MC_E = 0,03 / 8$$

$$MC_E = 0,004$$

### **Cálculo de F**

#### F para grupos

$$F = MC_G / MC_E$$

$$F = 0,0040 / 0,0047$$

$$F = 0,85$$

F para tratamientos

$$F = MC_{Tr} / MC_E$$

$$F = 0,46 / 0,0047$$

$$F = 97,87$$

## ANEXO C

### Cálculos tipo de la prueba t

Prueba de  $\mu = 7,9$  vs.  $\mu \neq 7,9$

N	Media	Desviación estándar	Media del error	IC de confianza	t	P
15	7,550	0,390	0,101	(7,334 – 7,766)	-3,48	0,004

$$t_c = \frac{|\bar{x} - \mu|\sqrt{n}}{s}$$

$$t_c = \frac{(|7,550 - 7,90|)\sqrt{15}}{0,390}$$

$$t_c = 3.48$$

Donde:

$t_c$ : Valor estadístico de la prueba t de student

$\bar{x}$ : Valor promedio de la muestra

$\mu$ : Media de la población

$s$ : Desviación estándar de la muestra

$n$ : Tamaño de la muestra

$$IC = \bar{x} \pm \left[ \frac{t_{\frac{\alpha}{2}}(s)}{\sqrt{n}} \right]$$

$$IC = 7,550 \pm \frac{(2,16)*(0,390)}{\sqrt{15}}$$

$$IC_1 = 7,334$$

$$IC_2 = 7,766$$

Donde:

*IC*: Intervalo de confianza

$\bar{x}$ : Valor promedio de la muestra

$t_{\frac{\alpha}{2}}$ : valor obtenido en la tabla t

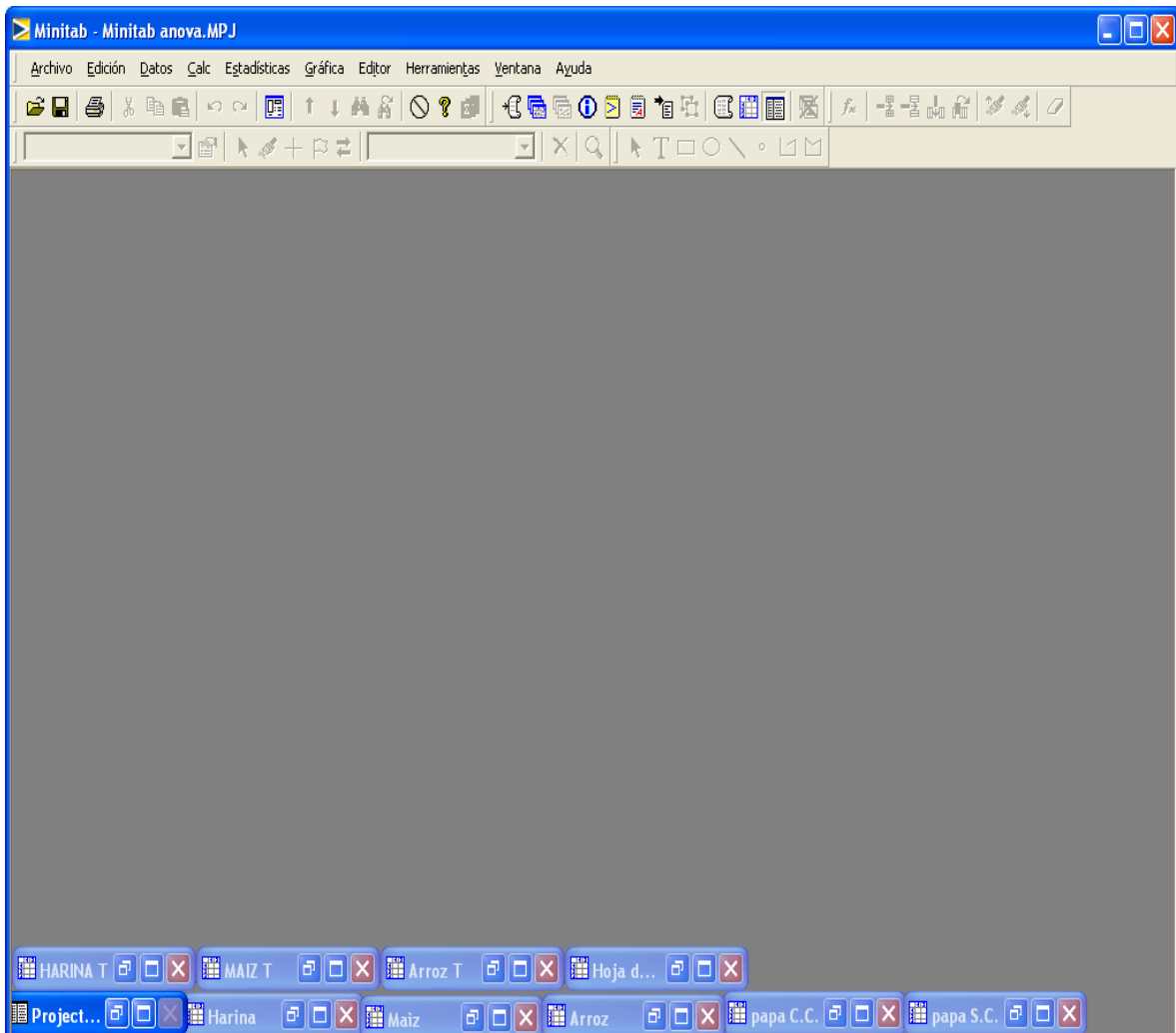
*s*: Desviación estándar de la muestra

*n*: Tamaño de la muestra

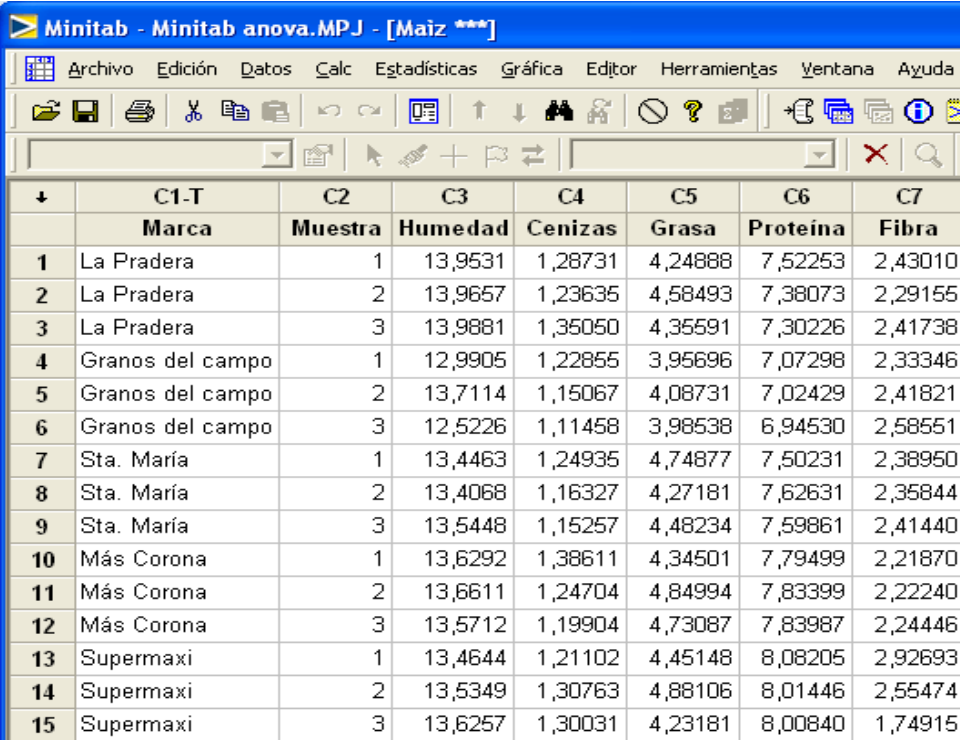
# ANEXO D

## Uso de Minitab 15

### Paso 1: Ventana de inicio

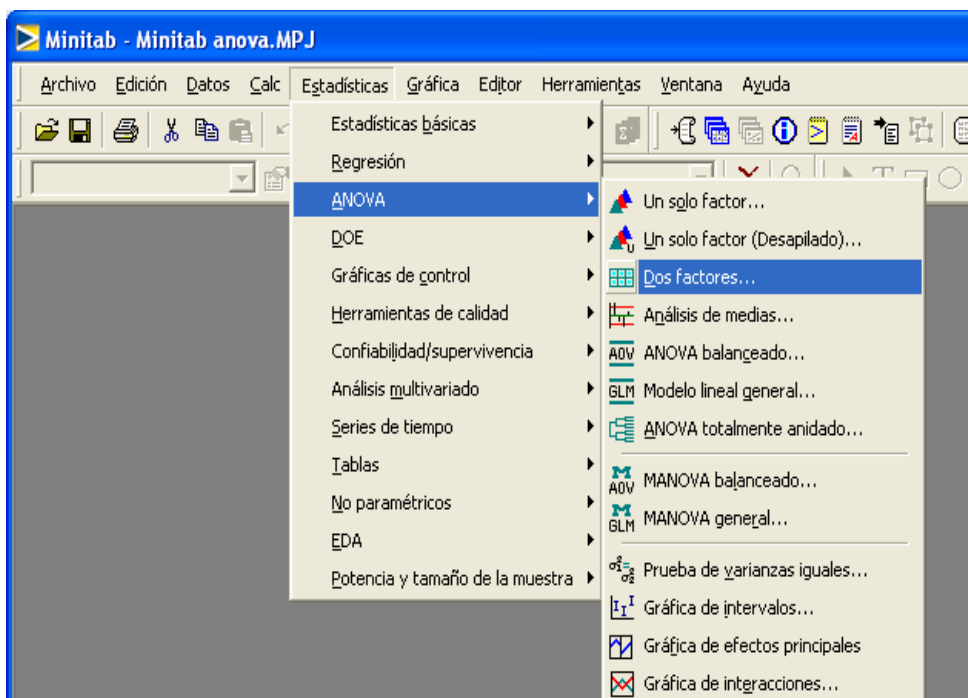


## Paso 2: Ingreso de datos

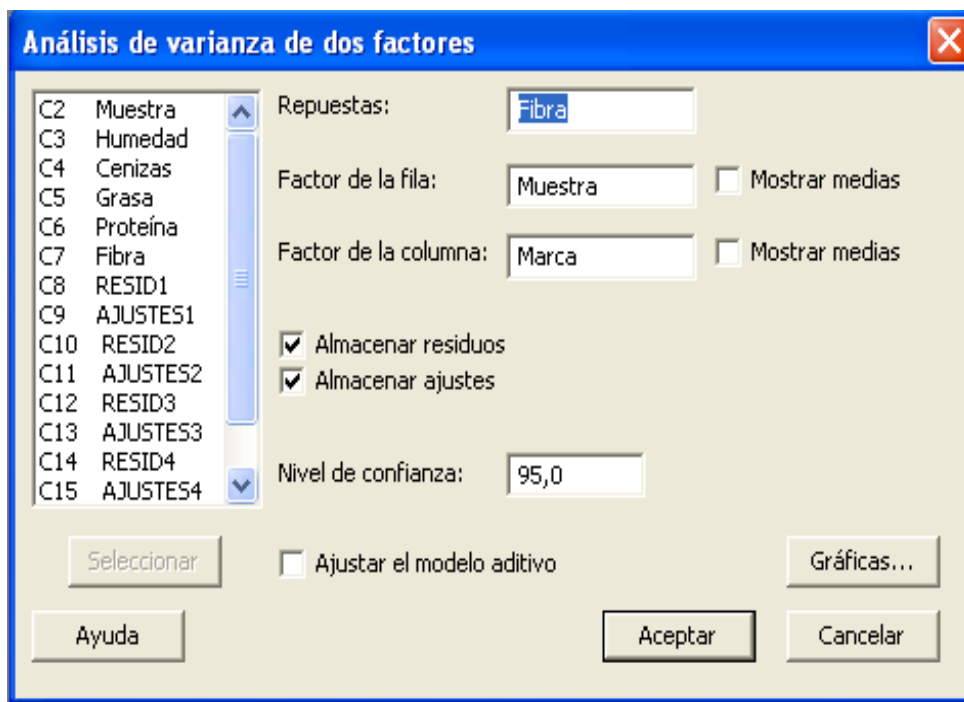


	C1-T	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	Marca	Muestra	Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína	Fibra
1	La Pradera	1	13,9531	1,28731	4,24888	7,52253	2,43010
2	La Pradera	2	13,9657	1,23635	4,58493	7,38073	2,29155
3	La Pradera	3	13,9881	1,35050	4,35591	7,30226	2,41738
4	Granos del campo	1	12,9905	1,22855	3,95696	7,07298	2,33346
5	Granos del campo	2	13,7114	1,15067	4,08731	7,02429	2,41821
6	Granos del campo	3	12,5226	1,11458	3,98538	6,94530	2,58551
7	Sta. María	1	13,4463	1,24935	4,74877	7,50231	2,38950
8	Sta. María	2	13,4068	1,16327	4,27181	7,62631	2,35844
9	Sta. María	3	13,5448	1,15257	4,48234	7,59861	2,41440
10	Más Corona	1	13,6292	1,38611	4,34501	7,79499	2,21870
11	Más Corona	2	13,6611	1,24704	4,84994	7,83399	2,22240
12	Más Corona	3	13,5712	1,19904	4,73087	7,83987	2,24446
13	Supermaxi	1	13,4644	1,21102	4,45148	8,08205	2,92693
14	Supermaxi	2	13,5349	1,30763	4,88106	8,01446	2,55474
15	Supermaxi	3	13,6257	1,30031	4,23181	8,00840	1,74915

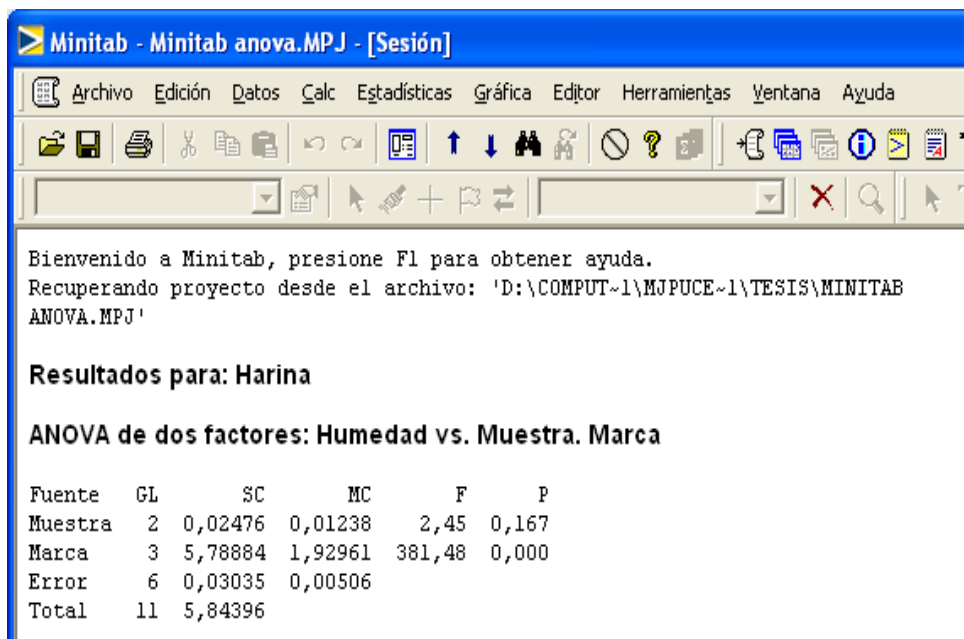
## Paso 3: Ir Estadísticas → Anova → Dos factores



#### Paso 4: Llenar cuadros



#### Paso 5: Analizar los datos obtenidos



Paso 6: Ingreso de datos para prueba t

	C1-T	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Humedad	Cenizas	Grasa	Proteínas	Fibra		
1	Arroz 65	12,00	0,50	0,60	6,50	0,40		
2	Arroz promedio	10,54	0,52	0,66	7,30	0,23		
3		0,51	0,03	0,20	0,88	0,02		
4								

Paso 7: Ir Estadísticas → Estadísticas básicas → t de una muestra

	C1-T	C2
		Humedad
1	Arroz 65	12,00
2	Arroz promedio	10,54
3		0,51
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		

- Estadísticas básicas
  - Mostrar estadísticas descriptivas...
  - Almacenar estadísticas descriptivas...
  - Resumen gráfico...
  - 1Z Z de 1 muestra...
  - 1t t de 1 muestra...**
  - 2t t de 2 muestras...
  - t-t t pareada...
  - 1P 1 proporción...
  - 2P 2 proporciones...
  - 1p Tasa de Poisson de 1 muestra...
  - 2p Tasa de Poisson de 2 muestras...
  - σ<sup>2</sup> 1 varianza...
  - σ<sup>2</sup> 2 varianzas...
  - CCR Correlación...
  - COV Covarianza...
  - Prueba de normalidad...
  - χ<sup>2</sup> Prueba de bondad de ajuste para Poisson...

## Paso 8: Llenar cuadros

**t de 1 muestra (prueba e intervalo de confianza)**

C2 Humedad  
C3 Cenizas  
C4 Grasa  
C5 Proteínas  
C6 Fibra

Muestras en columnas:  
Fibra

Datos resumidos  
Tamaño de la muestra: 12  
Media: 3,36  
Desviación estándar: 0,17

Realizar prueba de hipótesis  
Media hipotética: 0,40

Seleccionar Gráficas... Opciones...  
Ayuda Aceptar Cancelar

## Paso 9: Analizar datos

Minitab - Minitab anova.MPJ - [Sesión]

Archivo Edición Datos Calc Estadísticas Gráfica Editor Herramientas Ventana

Resultados para: HARINA T

**T de una muestra**

HUMEDAD  
Prueba de  $\mu = 13,3$  vs.  $\mu_0 = 13,3$

N	Media	Desv.Est.	Media del Error estándar	IC de 95%	T	P
15	13,160	0,720	0,186	(12,761. 13,559)	-0,75	0,464

## ANEXO E

### FOTOGRAFÍAS DE LOS EQUIPOS

#### 1) Estufa para determinación de humedad



#### 2) Mufla para determinación de cenizas



### 3) Equipo Soxhlet para determinación de grasa



### 4) Digestor y destilador Velp para análisis de proteínas



**5) Equipo Velp para determinación de fibra**



**6) Laboratorio**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, María José Banderas Vega, C.I. 1717939563 autor del trabajo de graduación intitulado: “Análisis proximal de los principales componentes nutricionales de arroz pulido, harina de trigo de flor, maíz amarillo y papa chola”, previa a la obtención del grado académico de **LICENCIADA EN CIENCIAS QUÍMICAS CON MENCIÓN EN QUÍMICA ANALÍTICA** en la Facultad de **Ciencias Exactas y Naturales**:

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 10 de Abril 2012

Srta. María José Banderas Vega

C.I. 1717939563