



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL NUTRITIVO Y NUTRACÉUTICO DE GALLETAS ELABORADAS CON AMARANTO, (*Amaranthus caudatus*) Y TOMATE (*Solanum betaceum*) DESHIDRATADO COMO COLORANTE Y SABORIZANTE”

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR

SARA ESTHER VILLEGAS GUEVARA

**RIOBAMBA – ECUADOR
2012**

AGRADECIMIENTO

Primero y como mas importante me gustaría agradecer a mis padres por haber dedicado parte de su vida para mi formación y brindarme la mejor herencia, una carrera profesional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a mis profesores por ser artífices de mi formación académica y científica.

A mi director y tutor de Tesis. Dra. Olga Lucero, su esfuerzo y dedicación, sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador. A su manera, ha sabido ganarse mi lealtad y admiración, así como sentirme en deuda con ella por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado este trabajo.

Y por último, pero no menos importante, estaré eternamente agradecida con el BQF. Diego Vinuesa por ser amigo y maestro, por su valiosa colaboración y asesoramiento en la dirección de la presente Tesis, su trato y su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, que me han ayudado a formarme como persona y profesional. Su calor humano me enriquece.

*Para ellos,
Muchas gracias.*

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mis padres pero de manera especial a mi madre por su comprensión y ayuda en momentos malos y malos, por haberme enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento, por haberme dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

A mi hijo Donato. Él es lo mejor que me ha pasado, y ha venido a este mundo para ser la razón de mi vida, es sin duda mi referencia para el presente y para el futuro.

A todas aquellas personas quienes buscan usar la ciencia en pos de ayudar a los demás.

Para todos ellos este trabajo.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: “EVALUACIÓN DEL POTENCIAL NUTRITIVO Y NUTRACÉUTICO DE GALLETAS ELABORADAS CON AMARANTO, (*Amaranthus caudatus*) Y TOMATE (*Solanum betaceum*) DESHIDRATADO COMO COLORANTE Y SABORIZANTE”, de responsabilidad de la Srta. egresada Sara Esther Villegas Guevara, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dr. Silvio Álvarez
DECANO FAC. CIENCIAS

Dr. Ivan Ramos
DIRECTOR DE ESCUELA DE
BIOQUIMICA Y FARMACIA

Dra. Olga Lucero
DIRECTOR DE TESIS

BQF. Diego Vinueza
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Tc. Carlos Rodriguez
DIRECTOR CENTRO DE
DOCUMENTACION

NOTA DE TESIS

Yo, Sara Esther Villegas Guevara, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

(SARA ESTHER VILLEGAS GUEVARA)

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AOAC	Association of Oficial Analytical Chemist
Ab	Absorbancia
°C	Grados Centígrados
cm	Centímetros
g	Gramos
h	Hora
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
L	Litro
m	Metro
min	Minutos
mg	Miligramos
mL	Mililitro
mm	Milímetro
nm	Nanómetro
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
%	Porcentaje
pH	Potencial de Hidrógeno
ppm	Partes por millón
UFC	Unidades formadoras de colonias
TAD	Tomate de árbol deshidratado
ENMAL	Escuela de niñas Miguel Ángel León
CO ₂	Dioxido de Carbono
NaOH	hidróxido de sodio
N	Normalidad

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1 DESHIDRATACIÓN DEL TOMATE DE ÁRBOL ANARANJADO GIGANTE (<i>Solanumbetaceum</i>).....	119
ANEXO No. 2 PROCESO DE SECADO APLICADO AL GRANO DE AMARANTO (<i>Amaranthuacaudatus</i>).....	120
ANEXO No. 3 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA GALLETA DE AMARANTO Y TOMATE DESHIDRATADO COMO COLORANTE Y SABORIZANTE.....	120
ANEXO No. 4 DETERMINACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DE LAS FORMULACIONES (PRUEBA PRELIMINAR). ...121	121
ANEXO No. 5 DETERMINACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DE LAS FORMULACIONES (PRUEBA DEFINITIVA) ...121	121
ANEXO No. 6 FICHA DE LA ENCUESTA DE EVALUACION SENSORIAL...	122
ANEXO No. 7 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y MATERIA SECA.....	122
ANEXO No. 8 DETERMINACIÓN DE CENIZAS.....	123
ANEXO No. 9 DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO.....	123
ANEXO No. 10 DETERMINACIÓN DE Ph.....	123
ANEXO No. 11 DETERMINACIÓN DE CAROTENOS.....	123

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS
ÍNDICE DE TABLAS
ÍNDICE DE CUADROS
ÍNDICE DE GRÁFICOS
ÍNDICE DE FIGURAS
ÍNDICE DE ANEXOS

CAPITULO I.....	1
1. MARCO TEORICO	1
1.1. ALIMENTOS Y NUTRIENTES	1
1.2. GALLETAS.....	3
1.2.1 ORIGEN	4
1.2.2 TIPOS DE GALLETAS	4
1.2.3 MATERIA PRIMAS E INGREDIENTES	5
1.2.3.1 Harina de Trigo	5
1.2.3.1.1 Obtención de la harina de trigo	7
1.2.3.1.2 Clasificación	8
1.2.3.1.3 Conservación de la harina de trigo	9
1.2.3.1.4 Capacidad de retención de agua	9
1.2.3.1.5 La harina desde el punto de vista del fabricante de galletas.....	10
1.2.3.2 Azúcar.....	10
1.2.3.3 Grasa.....	10
1.2.3.4 Mantequilla.....	11
1.2.3.5 Huevos.....	11
1.2.3.6 Saborizantes.....	12
1.2.3.7 Colorantes.....	13
1.2.4 COMO HACER GALLETAS	14
1.2.5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS GALLETAS	15

1.2.6	CONTROL DE CALIDAD	15
1.3	AMARANTO	17
1.3.1	ASPECTOS GENERALIDADES	17
1.3.2	ORIGEN	17
1.3.3	DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y PRINCIPALES ESPECIES	18
1.3.4	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	19
1.3.5	DESCRIPCION BOTANICA Y MORFOLOGICA	19
1.3.5.1	La raíz	20
1.3.5.2	El tallo	20
1.3.5.3	Las hojas	21
1.3.5.4	La inflorescencia y la flor	21
1.3.5.5	El fruto	22
1.3.5.6	La semilla	23
1.3.6	COMPOSICIÓN QUIMICA DEL AMARANTO.....	23
1.3.7	INFORMACION NUTRICIONAL DEL AMARANTO	25
1.3.8	USOS DEL AMARANTO	25
1.3.9	USOS MEDICINALES	26
1.4	TOMATE DE ARBOL	26
1.4.1	GENERALIDADES	26
1.4.2	CLASIFICACIÓN TAXONOMICA.....	27
1.4.3	DESCRIPCION BOTÁNICA Y MORFOLÓGICA	28
1.4.3.1	Raíz.....	28
1.4.3.2	Tallo.....	28
1.4.3.3	Hojas.....	28
1.4.3.4	Inflorescencias	28
1.4.3.5	Flores	29

1.4.3.6 Frutos	29
1.4.4 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.....	29
1.4.5 USOS DEL TOMATE DE ÁRBOL.....	30
1.4.6 INDUSTRIA DEL TOMATE.....	31
1.4.6.1 Tomate deshidratado	32
1.5 ANÁLISIS PROXIMAL Y/O BROMATOLÓGICO.....	33
1.5.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.....	33
1.5.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS.....	34
1.5.3 DETERMINACIÓN DE FIBRA.....	35
1.5.4 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA.....	35
1.5.5 EXTRACTO ETÉREO	36
1.5.6 EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO	36
1.5.7 pH	36
1.5.8 ACIDEZ	36
1.6 MÉTODOS ESPECTROMÉTRICOS.....	37
1.6.1 ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	37
1.6.1.1 Componentes del Equipo de Absorción Atómica.....	38
1.7 MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS	40
1.8 ANALISIS MICROBIOLÓGICO.....	41
1.8.1 LEVADURAS Y MOHOS.....	41
1.8.2 AEROBIOS MESOFILOS	42
1.9 EVALUACIÓN SENSORIAL.....	42
1.9.1 ATRIBUTOS SENSORIALES	43
1.9.1.1 Gusto y sabor.....	43
1.9.1.2 Aroma y olor.....	44
1.9.1.3 Color y apariencia.....	44

1.10 PRUEBAS ESTADÍSTICAS	45
1.10.1 ANÁLISIS DE VARIANZAS "ADEVA"	45
1.10.2 TEST TUKEY	46
CAPITULO II	47
2 MARCO METODOLÓGICO	47
2.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	47
2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	47
2.2.1 MATERIAL VEGETAL	47
2.2.2 EQUIPOS.....	47
2.2.3 MATERIALES	48
2.2.4 REACTIVOS.....	49
2.2.5 MEDIOS DE CULTIVO	50
2.3 METODOLOGÍA	50
2.3.1 DESHIDRATACIÓN DEL TOMATE DE ÁRBOL ANARANJADO GIGANTE.....	50
2.3.2 TRATAMIENTO TERMICO APLICADO AL GRANO DE AMARANTO	51
2.3.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA GALLETA CON AMARANTO Y TAD COMO COLORANTE Y SABORIZANTE.....	51
a) Formulaciones preliminares.....	51
b) Diagrama de flujo para la elaboración de la galleta.....	52
c) Determinación de la aceptabilidad de las formulaciones.....	53
d) Prueba definitiva	54
e) Determinación de la aceptabilidad de las formulaciones con tres niveles de harina de trigo y amaranto y 2% de TAD.	55
2.3.4 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA GALLETA DE AMARANTO Y TAD CON MAYOR ACEPTABILIDAD	56
2.3.4.1 Determinación de Humedad y Materia Seca	56

2.3.4.2	Determinación de Cenizas	57
2.3.4.3	Determinación de Fibra	58
2.3.4.5	Determinación de Extracto Etéreo (Método de Soxhlet).....	61
2.3.4.6	Extracto Libre no Nitrogenado (ELnN).....	62
2.3.4.7	Determinación de pH	63
2.3.4.8	Determinación de Acidez (Método de acidez titulable).....	64
2.3.4.9	Determinación de Azúcares (Método de Fehling)	65
2.3.4.10	Determinación de Carotenos (Método espectrofotométrico).....	68
2.3.4.11	Determinación de Vitamina C (Método de Cromatografía líquida de alta resolución).....	69
2.3.4.12	Determinación de Calcio	71
2.3.5.1	Determinación de Hongos (mohos y levaduras).....	71
2.3.5.2	Determinación de microorganismos aerobios mesófilos.....	71
2.3.6	INFORMACION NUTRICIONAL	71
2.3.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	72
CAPITULO III		73
3	RESULTADOS Y DISCUSION	73
3.1	INVESTIGACIÓN PRELIMINAR	73
3.1.1	ANÁLISIS SENSORIAL DE LAS NUEVE FORMULACIONES DE GALLETAS ELABORADAS CON DIFERENTES PROPORCIONES DE: TRIGO, AMARANTO Y TAD	73
3.1.2	Olor	75
3.1.3	Color	75
3.1.4	Sabor	76
3.1.5	Textura	77
3.1.6	Características organolépticas totales	78
3.2	INVESTIGACION DEFINITIVA.....	79

3.2.1	ANÁLISIS SENSORIAL DE LA GALLETA DE TRIGO Y AMARANTO.	79
3.2.1.1	Olor	80
3.2.1.2	Sabor	81
3.2.1.3	Textura	82
3.2.1.4	Color	84
3.2.1.5	Aceptabilidad Total.....	85
3.3	ANALISIS BROMATÓLOGICO	86
3.3.1	Humedad (%)	88
3.3.2	Cenizas (%).....	89
3.3.3	Proteína (%)	89
3.3.4	Fibra (%)	90
3.3.5	Extractoetereo (%)	91
3.3.6	Extracto Libre no nitrogenado (ELnN) (%).....	92
3.3.7	Azúcares totales (%)	93
3.3.8	Azúcares reductores (%)	94
3.3.9	Azúcares no reductores (%)	95
3.3.10	pH.....	96
3.3.11	Acidez (%)	97
3.3.12	CAROTENO (mg/100 g).....	98
3.3.13	Vitamina C	99
3.3.14	Calcio (mg/100)	100
3.4	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	101
3.4.1	AeróbiosMesófilos UFC/g.....	101
3.4.2	Mohos y Levaduras UFC/g.....	102
3.5	INFORMACION NUTRICIONAL	103
CAPITULO IV.....		105

4	CONCLUSIONES	105
	CAPITULO V	106
5	RECOMENDACIONES	106
	CAPITULO VI	107
6	RESUMEN Y SUMMARY	107
	CAPITULO VII	109
7	BIBLIOGRAFIA	109
	CAPITULO VIII	122
8	ANEXOS	122

INTRODUCCION

Los procesos de industrialización, el marketing y la “evolución” han generado en Ecuador la adopción de nuevas tecnologías, culturas, tradiciones, dietas y prácticas ajenas a la realidad local que han encaminado a la pérdida de identidad que nuestros pueblos originarios mantuvieron por décadas. Es así que la alimentación de nuestro pueblo ha estado ligada al consumismo de productos carentes en valor nutritivo, las harinas, los fideos, las gaseosas han hecho a un lado los alimentos de las zonas alto andinas; el amaranto, la mashua, la oca, la jícama, la quinua, las habas, los mellocos, los chochos; hoy no se encuentran como productos cotizados en el mercado porque el estatus entre una gaseosa o una chicha han roto el esquema alimentario de la población llevándolo a marcados problemas alimenticios determinantes en la salud.

Sin embargo, el consumidor tanto europeo como americano, en los últimos años ha buscado salud y calidad en los alimentos que consume, esa es su mayor inquietud y es el motivo principal para el crecimiento del mercado orgánico y es así que está retomando la importancia tanto en el aspecto de la producción, la investigación, transformación y agroindustria de productos nativos.

Siendo el Ecuador un país con excepcionales potencialidades y riquezas agrícolas debido a la posibilidad de producción de alimentos suficientes para satisfacer la demanda interna y hasta excedentes para exportar, es esencial que la población sepa como optimizar el uso de los recursos para obtener una variedad de alimentos saludables y propios de la zona. Es de especial importancia que los países en desarrollo donde los conocimientos tradicionales a menudo no bastan para enfrentar los nuevos desafíos de los rápidos cambios sociales y económicos tengan una educación alimentaria, pues juega un rol fundamental en la promoción de una buena nutrición.(63)

Debido a sus cualidades nutritivas, el amaranto tiene el potencial de convertirse en uno de los principales alimentos de la humanidad en este nuevo siglo. Su calidad alimenticia es excepcional para el ser humano, contiene una gran cantidad de proteínas de alta calidad. A diferencia de otros granos, sus proteínas tienen un alto contenido de aminoácidos esenciales. Y cuando se combina con otros cereales, da como resultado un alimento que se acerca al ideal para consumo humano descrito por la FAO. Además tiene muchas otras cualidades nutritivas y beneficios para la salud. El amaranto es un recurso comprobado en la lucha contra la desnutrición y la pobreza. (85)

Tomando como antecedentes nuestro origen, y conociendo la bondad de nuestra tierra, el contenido nutritivo de los productos que en ella se cultivan y las tendencias alimentarias que ha adoptado nuestra gente, es urgente promover el consumo de granos andinos y el desarrollo de productos alternativos de valor agregado.(3)

Por lo tanto, con esta investigación se pretende entonces revalorizar al Amaranto (*Amaranthuscaudatus*), y darle un valor nutricional significativo a un producto que es muy cotizado por niños y adultos, las galletas. Tomando en cuenta que las galletas por su naturaleza, son productos alimenticios cuyo consumo encaja preferentemente en el desayuno, la merienda o en pequeñas colaciones (lo que comúnmente denominamos "picar"), ya que suponen un aporte de energía modulable en unos momentos determinados del día que así lo exigen.

Por todo lo expuesto el objetivo de la investigación fue: Evaluar el potencial nutritivo y nutracéutico de galletas elaboradas con amaranto y tomate deshidratado como colorante y saborizante. Para lo cual primero se establecieron nueve formulaciones con diferentes concentraciones de amaranto, trigo, y tomate deshidratado; a continuación se realizó la prueba de degustación para establecer las tres formulas de mayor aceptabilidad. Posteriormente se aplicó un test para determinar la formulación de mayor preferencia; a la que se determino su valor nutritivo y nutracéutico comparándola con la galleta testigo elaborada únicamente con harina de trigo (control).

Resultando la formulación F₂ (25 % de amaranto: 25% de trigo y 2% de tomate de árbol deshidratado) de mayor aceptabilidad con un alto valor nutritivo dado por el contenido de 15.1% de proteína, 3.4 % de fibra, 2.8 % de cenizas, 18.1 % de grasa, 57.5 % de extracto libre no nitrogenado, su valor nutracéutico esta dado por la concentración de carotenos 1.9mg/100 g y de calcio 27 mg/100 g; por lo que se considera un producto de excelente valor nutritivo y nutracéutico en relación a la galleta control de trigo.

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO

1.1. ALIMENTOS Y NUTRIENTES

El conocimiento de las necesidades nutricionales constituye la base teórica indispensable para determinar la alimentación ideal de un individuo en cualquier período de la vida y en diferentes condiciones ambientales.

Se entiende por nutrición al conjunto de procesos merced a los cuales el organismo recibe, transforma y utiliza elementos químicos contenidos en los alimentos. Estas sustancias constituyen los materiales necesarios y esenciales para el mantenimiento de la vida. Alimentación es, en cambio, tan solo la forma y manera de proporcionar al cuerpo humano esos alimentos que son los indispensables. ⁸²

La nutrición está experimentando un cambio significativo. En la actualidad, el concepto clásico de nutrición equilibrada es aquella que aporta a través de los alimentos las correctas proporciones de los nutrientes básicos, tales como hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas, minerales así como las calorías suficientes para satisfacer las necesidades orgánicas particulares. ⁸²

Este concepto clásico tiende a ser sustituido por el de nutrición funcional, que además de hacer referencia a la capacidad de nutrir se refiere a la potencialidad que tienen algunos alimentos para promocionar la salud, mejorando el bienestar y reducir el riesgo de desarrollar ciertas enfermedades. ⁸⁹

La salud y desarrollo físico y mental están directamente relacionados con la cantidad y calidad de la dieta. Los alimentos proveen de nutrientes necesarios para el mantenimiento del organismo, la actividad, el crecimiento, la reproducción y la lactancia. ⁸⁹

Los hidratos de carbono y las grasas proporcionan energía para mantener la temperatura corporal y para los procesos internos. Estos nutrientes, al igual que el agua, se necesitan en mayores cantidades que los otros. Si la ingesta de energía a través de los alimentos es menor que la que se necesita para realizar todas las actividades del cuerpo, la energía que falta es tomada de los depósitos de grasa del cuerpo, lo cual se traduce en una pérdida de peso. Si la ingesta energética es mayor que las necesidades, el excedente es agregado a estos depósitos y el peso corporal aumenta. ⁸⁹

Los hidratos de carbono son provistos por el azúcar, los cereales, leguminosas tubérculos, raíces y algunas frutas. Las principales fuentes de grasas son el aceite, mantequilla, margarina, grasa y manteca; algunas leguminosas como el tarwi y la soya, son particularmente ricas en grasas.

Las proteínas forman parte de todos los tejidos, músculos, sangre, piel, pelo y huesos. Las proteínas a su vez se componen de aminoácidos, de estos existen 9 que el organismo no los puede sintetizar y, por lo tanto deben provenir de la dieta. Para que una proteína se aproveche bien se requieren determinadas proporciones de cada aminoácido esencial, lo que ocurre con los alimentos de origen animal. La mayoría de las proteínas de origen vegetal carece de esta proporción ideal, pero esto se soluciona consumiendo mezclas de cereales y leguminosas como se menciona más adelante. ⁸⁹

Los minerales ayudan a controlar los procesos fisiológicos. El hierro, que es muy deficitario en América Latina, es muy importante en la formación de la sangre. Los alimentos ricos en hierro incluyen las carnes, pescado, riñones, hígado, las leguminosas, los huevos y los vegetales de hoja color verde oscuro.

Las vitaminas contribuyen a que otros nutrientes sean utilizados apropiadamente. La vitamina A es necesaria para la salud de la piel y de la vista. ⁸⁹

1.2. GALLETAS

Galleta: Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano. ⁴⁶

La galleta (del francés *galette*) es un pastel horneado, hecho con una pasta a base de harina, mantequilla, azúcar y huevos. ⁷⁰

Además de los indicados como básicos, las galletas pueden incorporar otros ingredientes que hacen que la variedad sea muy grande. Pueden ser saladas o dulces, simples o rellenas, o con diferentes agregados (como frutos secos, chocolate, mermelada y otros). ⁷⁰

Según el INEN en su NTE 2085 clasifica a las galletas en 5 grupos:

- Galletas saladas: Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano, que tienen connotación salada.
- Galletas dulces: Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano, que tienen connotación dulce.
- Galletas Wafer: producto obtenido a partir del horneado de una masa líquida (oblea) adicionada un relleno para formar un sánduche.
- Galletas con relleno: Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano, a las que se añade relleno.
- Galletas revestidas o recubiertas: Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano, que exteriormente presentan un revestimiento o baño. Pueden ser simples o rellenas.⁴⁸

Según su forma de preparación o según sus ingredientes, las galletas se clasifican en:

- Oblea: galleta larga blanda con diferentes capas de relleno, también llamada wafer.
- Galletones: una galleta grande individual, generalmente con valor nutritivo agregado.
- Pretzel o lacito: tipo de galleta con una forma particular.
- Galleta de la fortuna: cierto tipo de galleta que se puede adquirir en restaurantes orientales, que contiene un mensaje de fortuna.⁷⁰

1.2.1 ORIGEN

Las galletas proceden de 10.000 años atrás, momento en que se descubrió que una especie de sopa de cereales, sometida a un intenso calor, adquiriría una consistencia que permitía transportarla por largas travesías sin que se deteriorara en el trayecto. Así, sirvió de alimento en la época de asirios y egipcios, y cuando las legiones romanas las introdujeron entre sus provisiones habituales, las galletas pasaron a tratarse como un alimento vulgar.⁷⁰

En la Edad Media obtuvieron su nombre como tal y, durante el Renacimiento, ascendieron a las cortes europeas, aderezadas con sabores y aromas. Con el paso del tiempo, las galletas se fueron extendiendo y será a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX cuando comience en Europa su proceso de industrialización y la consecuente producción masiva.⁸³

1.2.2 TIPOS DE GALLETAS

"Este mercado está formado por una gran variedad, dirigida a públicos y necesidades diferentes y con evoluciones distintas según el tipo.

Hay dos tipos principales de galletas:

- Dulces: se dividen en tres variedades, la más importante ocupa el 47% de su volumen, y corresponde a productos básicos para el desayuno, frente al 32% de las especialidades, que son galletas rellenas, con chocolate, pastas artesanas...y su

consumirse a la hora de la merienda y entre horas. El tercer segmento son las galletas 'saludables', idóneas para tomar en cualquier momento del día y que se caracterizan por su funcionalidad; son productos con fibra que aportan muchos nutrientes, como vitaminas, minerales, ácidos grasos. ⁸⁶

- Saladas: "este mercado ha crecido el último año en volumen y en valor. Las marcas blancas presentan los mayores crecimientos, aunque algunas compañías apuestan por nuevos lanzamientos". Hay galletas clásicas diferenciadas por la forma y las de mayor valor añadido, con sticks, toppings, o de distintos sabores. ⁸⁶

Según su composición, las galletas se pueden clasificar en:

- Galletas con un alto contenido en glúcidos complejos: Los glúcidos complejos representan al menos un 50% del peso de la galleta. Tienen poca materia grasa (menos de un 10% de lípidos) y un bajo contenido en glúcidos simples. Su índice glucémico es bajo (cerca de 50). Es el caso de las galletas tradicionales.
- Con un alto contenido en azúcares (cerca de 50 g/100 g) y un alto índice glucémico: Su contenido en materia grasa es bajo (unos 5 g/100 g). Un buen ejemplo son las galletas rellenas de mermelada.
- Galletas energéticas: Estas galletas tienen un alto contenido en materia grasa (unos 20 g/100 g) y en glúcidos simples y complejos (70 g/100 g). Su aporte calórico es alto. Una buena parte de las galletas de chocolate responden a este perfil. ⁸⁷

1.2.3 MATERIA PRIMAS E INGREDIENTES

1.2.3.1 Harina de Trigo

Según el INEN en su NTE 616, la harina de trigo es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (*Triticumvulgare*, *Triticumdurum*) hasta un grado de extracción determinado, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado). ⁴⁵

Harina (término proveniente del latín *farina*, que a su vez proviene de *far* y de *farris*, nombre antiguo del farro).

Considerada como el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón. ⁸⁶

Se puede obtener harina de distintos cereales. Aunque la más habitual es harina de trigo (elemento imprescindible para la elaboración del pan), también se hace harina de centeno, de cebada, de avena, de maíz o de arroz. Existen harinas de leguminosas (garbanzos, judías) e incluso se elaboran harinas a partir de semillas de varias especies de acacias (harina de acacia).

El denominador común de las harinas vegetales es el almidón, que es un carbohidrato complejo.

Harina de trigo es el nombre genérico de los productos que se obtienen al moler el grano de trigo libre de sus envolturas celulósicas. ⁸⁶

Los requisitos que se establecen en la NTE INEN 616 son:

Generales

- La harina de trigo debe presentar un color uniforme, variando del blanco al blanco-amarillento, que se determinará de acuerdo a la NTE INEN 528.
- La harina de trigo debe tener el olor y sabor característico del grano de trigo molido, sin indicios de rancidez o enmohecimiento.
- La harina de trigo presentará ausencia total de otro tipo de harina.
- No deberá contener insectos vivos ni sus formas intermedias de desarrollo.
- Debe estar libre de excretas animales.
- Cuando la harina de trigo sea sometida a un ensayo normalizado de tamizado, mínimo 95% deberá pasar por un tamiz INEN 210 *Jlm*(No. 70). ⁴⁵

1.2.3.1.1 Obtención de la harina de trigo

La molienda del trigo tiene como finalidad básica la obtención de harinas a partir de los granos de trigo, para la fabricación de pan, pastas alimenticias o galletas.

Los pasos que se siguen para obtener la harina son:

- Limpieza preliminar de los granos, mediante corrientes de aire que separan el polvo, la paja y los granos vacíos.
- Escogido de los granos, mediante cilindros cribados que separan los granos por su tamaño y forma.
- Despuntado y descascarillado, en esta fase se eliminan el embrión y las cubiertas del grano.
- Cepillado de la superficie de los granos, para que queden totalmente limpios.
- Molturación, finalmente se pasa a la molienda por medio de unos rodillos metálicos de superficie ásperas o lisas, que van triturando el grano y obteniendo la harina.
- Refinado, una vez obtenida la harina pasa a través de una serie de tamices que van separando las diferentes calidades de la harina.
- Después de la recolección y la trilla que separa la paja del grano de trigo, éste habitualmente se lava y se empapa con agua de modo que su núcleo se rompa adecuadamente.
- A continuación en la operación de la molienda, se desmenuza el grano y se hace pasar a través de un conjunto de cilindros apisonadores. Cuando las partículas de menor tamaño han sido cribadas, se introducen las más gruesas a través de nuevos rodillos. La operación se repite hasta conseguir una harina blanca que posee un índice de aprovechamiento medio del 72% respecto de la cantidad inicial de grano. Cuando el porcentaje global extraído supera esta cifra, se obtienen las denominadas harinas integrales y oscuras, que contienen la cáscara del grano además de su meollo. La harina blanca soporta mejor largas temporadas de almacenamiento en silos, al no poseer un alto contenido en aceites vegetales. 81

1.2.3.1.2 Clasificación

Según en INEN en su NTE 616, la harina de trigo, de acuerdo con su uso se clasifica en:

1. Harina panificable

1.1 *Extra*. Es la harina elaborada hasta un grado de extracción determinado, que puede ser tratada con blanqueadores y/o mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.

2. Harina Integral. Es la harina obtenida de la molienda de granos limpios de trigo y que contiene todas las partes de éste, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.⁴⁵

3. Harinas especiales. Son harinas con un grado de extracción bajo, como lo permita el proceso de industrialización, cuyo destino es la fabricación de productos de pastificio, galletería y derivados de harinas autoleudantes, que pueden ser tratadas con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.

3.1 *Harina para pastificio*: es el producto definido como harina especial, elaborado a partir de trigos aptos para estos productos, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.

3.2 *Harina para galletas*: es el producto definido como harina especial, elaborado a partir de trigos blandos y suaves o con otros trigos aptos para su elaboración, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.⁴⁵

3.3 *Harina autoleudante*: es que el producto definido como harina especial, que contiene agentes leudantes y que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.

4. Harina para todo uso. Es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo, hasta un grado de extracción determinado, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado), proveniente de las variedades de trigo Hard Red Spring o Norther Spring Hard Red Winter, homólogos canadienses y trigos de otros orígenes que sean aptos para la fabricación de pan, fideos, galletas, etc. Tratada o no con blanqueadores y/o mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.⁴⁵

1.2.3.1.3 Conservación de la harina de trigo

Una vez obtenida la harina debemos guardar una serie de normas para su correcta conservación.

- Vigilar la humedad de la zona: este es el mayor peligro, la humedad hace que se altere el gluten y el almidón, que la harina fermente y se endurezca.
- Tener cuidado con las plagas, larvas, gusanos, cucarachas, etc. Para ello siempre hay que conservar la harina metida en sacos, no muy juntos y sobre tarimas de madera.
- Al aumentar la temperatura, hay que ventilar las harinas, cambiándolas de lugar, el calor favorece el enranciamiento de las grasas, formándose ácidos grasos libres de cadena corta responsable del mal olor y sabor. ⁸⁰

1.2.3.1.4 Capacidad de retención de agua

El almidón es insoluble en agua fría; pero es capaz de retener agua. El agua se adhiere a la superficie de los gránulos de almidón, algo se introduce por las grietas y lleva el gránulo a su hinchamiento (hinchamiento de poros). El hinchamiento se acelera por calentamiento. El almidón sano retiene en las pastas y masas aproximadamente un tercio de su propio peso en agua. ⁸⁰

1.2.3.1.5 La harina desde el punto de vista del fabricante de galletas

Se han descrito varios problemas relacionados con la especificación de calidades de las harinas para la fabricación de galletas. Dependen mucho de la receta del producto y del efecto en la galleta horneada. Estos son factores de los que no cabe esperar que el fabricante de harinas sepa gran cosa. Un aspecto importante para el panadero es la constancia en la calidad, pues dentro de límites amplios se puede ajustar la receta a el método para amoldarse a la harina a utilizar. Lo que no le gusta al que amasa es cambiar de harina y por esta razón se recomienda encarecidamente que se mantenga una estrecha comunicación entre el fabricante de harina y el que amasa, para que cada uno comprenda y esté informado de los problemas del otro. Es preferible mantenerse con el mismo grado de harina de una fábrica para cada receta de galletas, que andar cambiando ni siquiera por razones financieras ¹⁷

1.2.3.2 Azúcar

El azúcar es un elemento que se encuentra mucho en la naturaleza. Todos los cereales contienen azúcar, así como otros diversos elementos que constituyen la alimentación del hombre. La mayor parte azúcar que se consume en el mundo se saca de la caña de azúcar y de la remolacha. ⁷⁴

El azúcar se conoce químicamente con el nombre de sacarosa. Se adquiere normalmente en estado puro en forma de cristales blancos, pero también se puede adquirir en forma de azúcar líquido, que es una disolución acuosa. ⁷⁴

1.2.3.3 Grasa

Probablemente, las grasas son los ingredientes más importantes utilizados en la industria galletera. Ocupan el tercer puesto en los componentes de importancia, después de la harina y el azúcar, pero son considerablemente más caros; las fuentes son muy variadas tanto vegetales como animales, de todas las partes del mundo, lo cual ofrece una gran amplitud para la elección. ⁷⁴

Las grasas en galletería se utilizan tanto en la masa como en forma de rociado superficial y en los rellenos de crema y en cubiertas como las de chocolate. En menor grado, también se utilizan como agentes antiadherentes en las bandejas de los hornos.

En las masas tienen la misión de antiaglutinante y funciones de textura, de forma que las galletas resultan menos duras de lo que serían sin ellas, y en las cremas de relleno y en las cubiertas, funcionan como portadores firmes que permiten proporcionar buen sabor al paladar. ⁷⁴

1.2.3.4Mantequilla

La mejor mantequilla se obtiene principalmente de la leche de vaca; pero también se saca de la leche de oveja, no utilizándose esta última en pastelería por su marcado sabor.

La mantequilla es la grasa que se halla en uso para la alimentación desde los tiempos más remotos. Es un elemento óptimo para la fabricación de los dulces; pero su elevado precio la hace prohibitiva en la fabricación de productos baratos. No debe olvidarse que los productos elaborados con mantequilla son mucho más sabrosos y se conservan durante más tiempo. ⁷⁴

La mantequilla se utiliza, tanto por su efecto antiaglomerante, como por su sabor. La mantequilla azucarada es muy adecuada para galletería, siempre que se realicen los correspondientes ajustes con el resto del azúcar de la receta. ⁷⁴

1.2.3.5Huevos

Los huevos proporcionan varias características a los productos tales como formación de estructura, humedad y a la vez actúan como suavizantes. La formación de la estructura es debida a la albumina. ³²

El huevo es un medio ideal para el cultivo de microorganismos, por tanto hay que poner gran cuidado en la limpieza y esterilización de los utensilios que van a estar en su contacto.

La yema de huevo es rica en grasa y lecitina, y son estos componentes, junto con el sabor los que han hecho del huevo un ingrediente tradicional de estos productos. Para la mayoría de las galletas, los huevos son demasiado caros, y la grasa y emulsionante se pueden obtener de otras fuentes, pero en los batidos para bizcocho de tipo «JaffaCakes» y galletas «Boudoim en los que se precisa una espuma estable y el único otro saborizante es el azúcar, el delicado gusto del huevo es todavía muy valioso.

El comportamiento del huevo líquido completo en estos usos es variable, y se sabe que, tanto el huevo congelado como el desecado, se deterioran con el almacenamiento. ⁷⁴

1.2.3.6 Saborizantes

A las galletas y otros productos horneados se les puede incorporar sabores de tres formas:

- Incluyendo el saborizante en la masa o batido antes de trabajarla.
- Espolvoreando o rociando el saborizante después de amasar.
- Saborizando una parte que no entra en la confección panaria propiamente dicha, como el relleno con crema, helado, mermelada, que se añaden posteriormente. En cada caso, el portador del sabor que se utilice, debe ser adecuado para soportar las condiciones físicas a que se ha de someter.

En la amplia categoría de saborizantes, se incluyen:

- Aceites esenciales extraídos de tejidos vegetales.
- Mezclas de sustancias sintéticas aromáticas, que exaltan los sabores naturales, o que son químicamente idénticos a ellos.
- Materiales naturales que mediante tratamientos se transforman en sustancias de aroma fuerte y agradable, por ejemplo: autolisados de levadura, hidrolizados de proteínas vegetales y extractos de carne, especias y hierbas desecadas y molidas, frutos desecados y troceados. ⁷⁴

1.2.3.7 Colorantes

El color juega un importante papel en nuestras vidas y particularmente en nuestro alimento. Sin aditivos colorantes, la mayoría de las galletas aparecerían del mismo color tostado claro. Los colores amarillo o anaranjado de los huevos y mantequilla, son aportados por éstos a las tartas y a las pastas y en muchos casos se añade un colorante artificial a la masa, para sugerir una riqueza debida a aquellos ingredientes aunque nunca los hayan tenido. Los emparedados de crema o de jalea con gusto a frutas, parecen mucho más auténticos y agradables al paladar cuando están convenientemente coloreados, que si son blancos o incoloros.

En los primeros tiempos de la alimentación industrial, se utilizaban unos pocos colorantes naturales para realzar los productos: entre ellos estaban la cochinilla (rojo), un extracto de los cuerpos de determinados insectos; el azafrán (amarillo), de los estigmas de la flor de un crocus; y, por supuesto, el caramelo (pardo), del azúcar tostado. Con el advenimiento de la química de la anilina, o del alquitrán, la industria pudo disponer de toda una serie de colores estables e intensos que se comportaban muy bien en los alimentos.

Mezclándolos, se podía conseguir prácticamente cualquier color con cantidades muy pequeñas de colorante y a precio bajo.

Las comprobaciones toxicológicas y de alergias, indican que estos colorantes no deberían ser utilizados, especialmente cuando se han aplicado a alimentos o partes que han de ser calentados. La reacción del consumidor ha sido tan drástica, que en algunos países no se permite ningún colorante, sobre todo artificial, y se exige o pide que una etiqueta muestre claramente los colorantes utilizados.

También se han extraído y utilizado como colorantes naturales de alimentos, los pigmentos vegetales, tales como carotenos, xantofilas, antocianos y betainas, responsables de los colores familiares de la clorofila, de la piel de la fruta y de la remolacha. Si éstos son o no, menos perjudiciales para la salud, no parece que se haya discutido, pero están en desventaja porque suelen ser menos estables al calor, pH, y a la luz, y el poder colorante no es tan bueno como el de los colores de anilina.

Probablemente, el factor que más quebraderos de cabeza ha aportado a los exportadores es la variación en las legislaciones nacionales sobre colorantes en alimentación. Por esto, sería igualmente engañoso dar cualquier relación particular de diversos colorantes, ya que siempre hay que hacer comprobaciones sobre la puesta al día de la posición legislativa de cada país.

Sin embargo, aunque no esté fuera de sospecha, es digno de mencionar aquí el grupo «colores de caramelo». Estas sustancias pardas son, en esencia, productos finales de la degradación no enzimática, por el calor, de hidratos de carbono comestibles. Típicamente, el material básico es jarabe de glucosa, y la reacción tiene lugar en presencia de calor, presión y un catalizador cuando se utiliza amoníaco o ácido. Los productos obtenidos con la reacción amoniaca, tienden a ser mucho más oscuros que con el ácido.

Los colores de caramelo, generalmente suministrados en forma de disolución acuosa, se utilizan en gran variedad de alimentos, pero en galletería se pueden utilizar para resaltar los colores pardo-rojizos del horneado. ⁷⁴

1.2.4 COMO HACER GALLETAS

La variedad de componentes y los distintos tipos de masa que existen explican la gran cantidad utilizados son: las masas duras y semiduras; con las que se fabrica las variedades tradicionales, de galletas diferentes que podemos comprar en el mercado. Los tres tipos de masa más las blandas; con las que hacemos los bizcochos y las pastas, y las líquidas; con las que hacemos los barquillos. ⁷⁴

La fabricación se puede dividir en cinco fases:

- Se produce el aprovisionamiento de la masa y el conocimiento de su peso.
- Se mezclan de manera homogénea los componentes de la masa.
- Se configura la galleta, dándole la forma y el relieve que queremos.
- Se calienta. Dependiendo del tipo, la temperatura puede variar de 200 a 300 °C. El tiempo de cocción puede llegar a ser de 5 a 20 minutos.

- El último paso es envasarlas, ponerles alguna envoltura si se desea y empaquetarlas.⁷⁴

1.2.5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS GALLETAS

Están compuestas por harina de trigo u otros cereales, grasas vegetales y azúcar y a estos ingredientes básicos podemos añadir coco, chocolate, frutos secos, salvado... dependiendo del tipo de galleta que sea. ⁸⁶

Respecto a lo saludables que son:

- Son productos de alto valor energético, entre 400 y 500 calorías, que variarán en función de la galleta.
- El componente principal son los hidratos de carbono, seguido de las grasas y las proteínas.
- Las galletas básicas tienen un alto contenido en almidón, por lo que aportan energía de liberación lenta.
- También suelen ser fuente de fibra si están fabricadas con harinas integrales. ⁸⁶

1.2.6 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad ha recibido enorme atención por toda la industria, y en la de alimentación, con sus problemas particulares de materias primas biológicas, se han publicado muchos trabajos y libros expresando diferentes técnicas y puntos de vista, el control de calidad es responsable de las comprobaciones y vigilancia de los productos y materiales antes y después de la fabricación. ⁷⁴

El control de calidad es un servicio para el control de procesos y la gestión de producción, y tiene responsabilidad general sobre la fiabilidad del producto. Desde el punto de vista del consumidor, fiabilidad significa que el producto no debe contener ninguna sustancia nociva para la salud, por ejemplo: compuestos químicos, metales, microorganismos, y además que la composición debe estar declarada en la etiqueta, por

ejemplo: hidratos de carbono, contenido de vitaminas cuando se utilizan y en dietas particulares. Desde el punto, de vista de la Empresa, el significado de fiabilidad, es mucho más amplio. El producto no es «fiable» si viola la legislación en el sentido de peso, etiquetado, etc., o si el sabor, aspecto y gusto no acompañan a la imagen que la empresa desea mantener.

En la mayoría de los casos, la tarea del control de calidad implica decisiones que no son «blanco o negro» en función de especificaciones precisas, y por lo tanto, exige considerable experiencia y compenetración con los problemas más generales del negocio. ⁸⁶

El control de calidad es un servicio y es esencial la comunicación bilateral con los otros departamentos. Esto no quiere decir que se convierta en un imperio generador de papeleo, pero es necesario conservar registros de las comprobaciones y de las recomendaciones, de modo que se puedan evaluar las dificultades ocurridas «a posterior». ⁷⁴

El control de calidad de las materias primas se inicia ya en el momento de la recepción. Es un deber del control de calidad hacer averiguaciones o estimaciones sobre la condición de los productos desde el punto donde se fabrican, hasta el de consumo. Esta no es tarea fácil, porque implica la comprensión de condiciones lejos de la fábrica. ⁸⁶

No hay sustituto de las pruebas organolépticas necesarias para poder establecer en conjunto la calidad de la pieza; después de todo, es así como juzgará el producto el consumidor. Desgraciadamente, las pruebas organolépticas fiables requieren considerable trabajo de planeamiento y administración.

El control de calidad debe tomar una postura bien definida con relación a las materias extrañas en las galletas, por ejemplo: con los paquetes rechazados en las líneas de producción por contener metales, asegurar que se toman las medidas adecuadas para que se reduzcan estas anormalidades.

Es necesario disponer de un laboratorio, instalaciones para pruebas de amasado y quizás una planta piloto para poder hacer comprobaciones de control de calidad. ⁸⁶

1.3 AMARANTO

1.3.1 ASPECTOS GENERALIDADES

El amaranto o Kiwicha es una planta originaria de América Central, muy común en la dieta pre-colombina (52). .En las últimas décadas, no sólo se ha cultivado en México y América Central sino también se expandió por América Latina, Asia, Europa y algunos países de África. ⁵⁰

Actualmente el principal productor es China, seguida por India y Perú. Es un cultivo altamente eficiente que puede prosperar en condiciones agroclimáticas adversas, tales como la sequía, altas temperaturas; es resistente a las plagas y es un buen transformador de energía solar. Presenta un rápido crecimiento y habilidad de producir gran cantidad de biomasa en espacios reducidos. ^{49, 19, 56}

1.3.2 ORIGEN

Este cultivo posee el mismo origen que el de la papa común, es decir la cadena montañosa andina. Los conquistadores españoles al encontrar amaranto en el imperio Inca lo llamaron trigo inca, pero este cultivo es mucho más antiguo que los incas ya que fue domesticado 2000 años antes. ⁸

El amaranto es una planta que fue domesticada en los Andes y Mesoamérica y usada como grano en los tiempos prehispánicos. En México, juntamente con el maíz y el frijol, constituía uno de los granos básicos para la alimentación en el Imperio Azteca. ³⁵

Se sabe que el amaranto era la planta ceremonial más importante de los Aztecas, y por ello las autoridades coloniales se encargaron de prohibir su cultivo, extendiéndose la prohibición probablemente a otras áreas de América colonial. Sin embargo no

desapareció totalmente y hoy en día, está retornando su explotación en varios países latinos debido a su excelente calidad nutritiva, y a su amplio rango de adaptación a ambientes desfavorables para otros cultivos.

Algunas poblaciones lo cultivan utilizando el grano principalmente para la elaboración de un dulce de la semilla reventada, mezclada con piloncillo o azúcar que se llama “alegría”.

1.3.3 DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y PRINCIPALES ESPECIES

El amaranto es uno de los cultivos más antiguos de América. En el tiempo de la conquista, el amaranto fue el principal cultivo por lo menos en la América Central y ocupó considerablemente extensiones en los Andes Sudamericanos (34). Sin embargo, el cultivo de amaranto fue introducido en África y Asia en el siglo IXX. Muchas especies por sus características fueron llevadas a los jardines europeos como una planta ornamental. ⁸

El germoplasma existente está formado por unas 50 a 60 especies consideradas nativas de América y otras 15 especies, posiblemente procedentes de Europa, Asia, África y Australia.

Conocido con los nombres vulgares de “Sangorache”, “Ataco” (Ecuador), “Achis”, “Achita”, “Incajataco”, “Coimi” y “Kiwicha” (Perú); “Coimi” y “Millmi” (Bolivia) y “Trigo Inca”, “Incapachaqui” y “quinua del valle” ³⁴.

Las tres especies de amaranto de semilla comestible: *A. hypocondriacus*, *A. cruentus* y *A. caudatus* son todavía cultivadas en forma aislada en los valles montañosos de México, América Central y América del Sur, respectivamente. En cambio, las especies: *A. tricolos*, *A. viridis*, y *A. blitum* destinadas para el consumo de sus hojas son mejor conocidas en Europa y Asia. *A. hypocondriacus* es la especie más cultivada en Nepal e India. ⁵⁷

Actualmente el cultivo se encuentra en toda la zona tropical del mundo y en muchas áreas templadas sobresaliendo países como: Perú, Bolivia, México, Guatemala, India, Pakistán, China, en la explotación de amaranto para grano y verdura.

1.3.4 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La clasificación taxonómica del amaranto se ve en la Tabla No 1.

TABLA No 1: TAXONOMÍA DEL AMARANTO.

Reino:	<i>Vegetal</i>
División:	Fanerógama
Tipo:	Embryophytasiphonogama
Subtipo:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledónea
Subclase:	Archyclamidaeae
Orden:	Centropermales
Familia:	Amaranthaceae
Género:	Amaranthus
Sección:	Amaranthus
Especies:	<i>caudatus, cruentus e hypochondriacus.</i>

FUENTE: ESPITIA (1991).

1.3.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y MORFOLOGICA

El amaranto es una especie anual, herbácea o arbustiva de diversos colores que van del verde al morado o púrpura con distintas coloraciones intermedias, en suelos fértiles alcanza un gran desarrollo pudiendo alcanzar los dos metros de altura. En la Fotografía No. 1 se puede ver estas características. 88

Es una planta monoica de días cortos que necesita 8 horas de luz, normalmente tiene un eje central con pocas ramificaciones laterales. Las dos etapas más importantes de la planta entre la siembra y la maduración son la de desarrollo y la floración o etapa productiva. 13



FOTOGRAFÍA No 1: PANOJA DE AMARANTO, *Amaranthuscaudatus*

1.3.5.1 La raíz

La raíz es pivotante con abundante ramificación y múltiples raicillas delgadas, que se extienden rápidamente después de que el tallo comienza a ramificarse, facilitando la absorción de agua y nutrientes, la raíz principal sirve de sostén a la planta, permitiendo mantener el peso de la panoja. Las primarias llegan a tomar consistencia leñosa que anclan a la planta firmemente y que en muchos casos sobre todo cuando crece algo separada de otras, alcanza dimensiones considerables.⁹¹

1.3.5.2 El tallo

El tallo es cilíndrico y anguloso con gruesas estrías longitudinales que le dan una apariencia acanalada, alcanza de 0,4 a 3 m de longitud, cuyo grosor disminuye de la base al ápice, presenta distintas coloraciones que generalmente coincide con el color de las hojas, aunque a veces se observa estrías de diferentes colores.

Presenta ramificaciones que en muchos casos empiezan desde la base o a media altura y que se originan de las axilas de las hojas. El número de ramificaciones es dependiente de la densidad de población en la que se encuentre el cultivo. ⁹¹

1.3.5.3 Las hojas

Las hojas son pecioladas, sin estípulas, de forma oval, elíptica, opuestas o alternas con nervaduras prominentes en el envés, lisas o poco pubescentes de color verde o púrpura cuyo tamaño disminuye de la base al ápice, presentando borde entero, de tamaño variable de 6,5 -15 cm (34). Las hojas tiernas hasta la fase de ramificación se consumen como hortaliza de hoja y su contenido de Fe es incluso mayor que el de la espinaca. 91

1.3.5.4 La inflorescencia y la flor

La inflorescencia del amaranto corresponde a panojas amarantiformes o glomeruladas muy vistosas, terminales o axilares, que pueden variar de totalmente erectas hasta decumbentes, variaciones que se pueden observar en la Figura No 1, con colores que van del amarillo, anaranjado, café, rojo, rosado, hasta el púrpura; el tamaño varía de 0,5 – 0,9 m pudiendo presentar diversas formas incluso figuras caprichosas y muy elegantes. 91

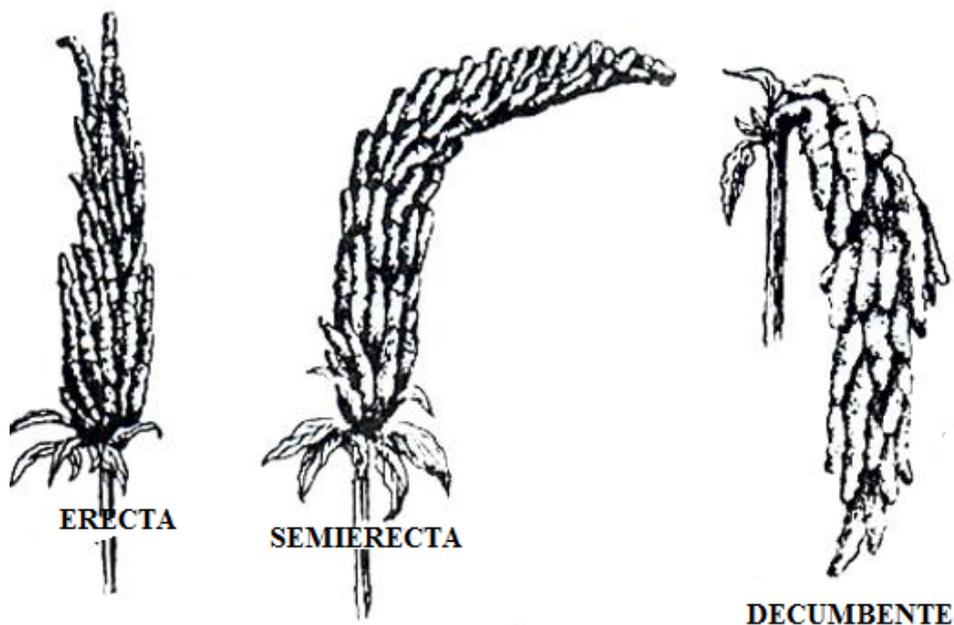


FIGURA No. 1: TIPOS DE PANOJAS.

Las plantas por el tipo de polinización son predominantemente autógamias, variando el porcentaje de polinización cruzada con los cultivares.

El amaranto presenta flores unisexuales pequeñas, estaminadas y pistiladas, estando las estaminadas en el ápice del glomérulo y las pistiladas completan el glomérulo, el androceo está formado por cinco estambres de color morado que sostienen a las anteras por un punto cercano a la base, el gineceo presenta ovario esférico, súpero coronado por tres estigmas filiformes y pilosos, que aloja a una sola semilla. 91

El glomérulo es una ramificación dicasial cuya primera flor es terminal y siempre masculina, en cuya base nacen dos flores laterales femeninas, cada una de las cuales origina otras dos flores laterales femeninas y así sucesivamente. Un glomérulo puede contener 250 flores femeninas, la flor masculina luego de expulsar el polen se seca y cae.

88

1.3.5.5 El fruto

El fruto es un pixidio unilocular, es decir una cápsula pequeña que al llegar a la madurez se abre transversalmente, dejando caer la parte superior llamada opérculo, y así se deja descubierto la parte inferior llamada urna que contiene la semilla, la cual es liberada fácilmente. 53

En la Figura No. 2 se puede observar las partes del fruto de amaranto.

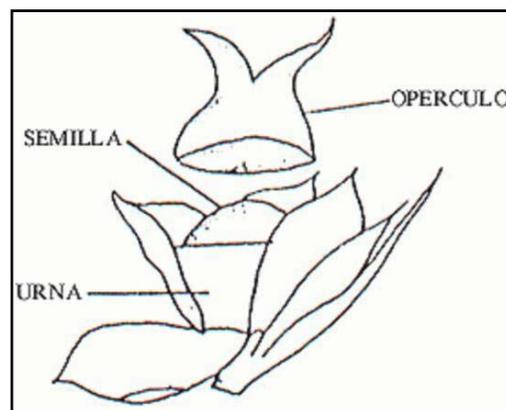


FIGURA No. 2. DIAGRAMA DE LAS PARTES DEL FRUTO

1.3.5.6 La semilla

La semilla es pequeña, lisa, brillante y ligeramente aplanada, de forma circular y presenta diversos colores como blancos, rosados, dorados, rojos negros y púrpuras, su diámetro oscila entre 1 a 1,5mm. El número de semillas por gramo está entre 1000 – 3000 Todas las especies silvestres presentan granos negros y cubiertas muy duras.

En el grano se pueden diferenciar tres partes: la primera es la cubierta con una capa de células muy finas denominada epispermo, la segunda capa (endosperma) es la parte más rica en proteína y está constituida por los cotiledones, la tercera capa es interna rica en almidones conocida como perisperma.²⁹

Las partes de la semilla de amaranto se ven en la Figura No. 3.

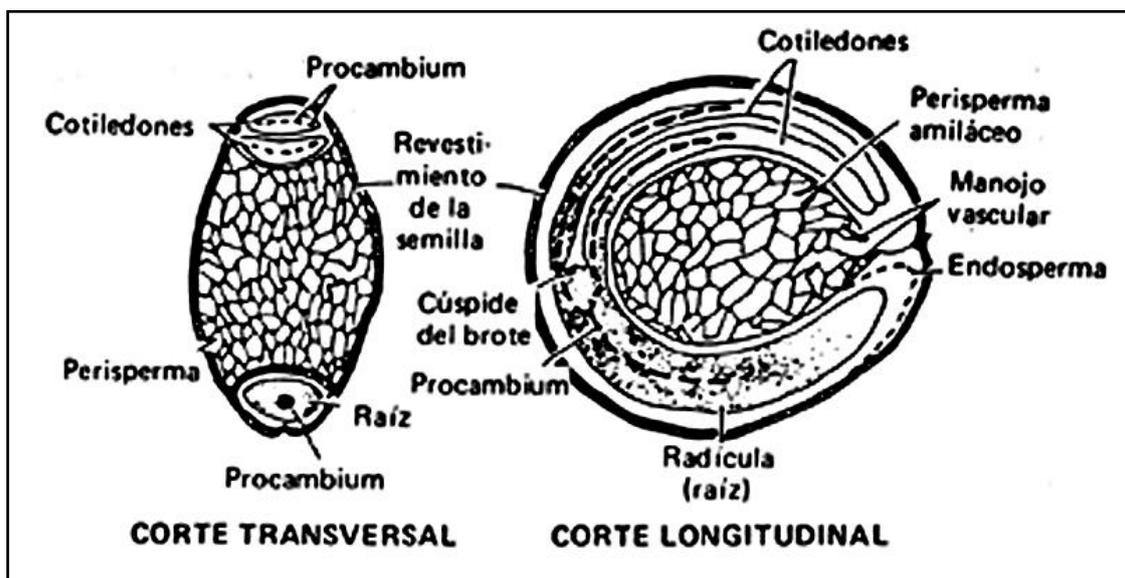


FIGURA No. 3. DIAGRAMA DE SECCIONES TRANSVERSAL A Y LONGITUDINAL DE LA SEMILLA DE AMARANTO (IRVING, CITADO POR MUJICA *ET AL.* 1997)

1.3.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AMARANTO

El amaranto posee un contenido nutricional mayor que el chocho, trigo y quinua criterio confirmado por la FAO que en sus varias investigaciones certifica su calidad. El valor

energético del amaranto es mayor que el de los cereales al igual que su contenido de proteína que se encuentra alrededor del 16%. 29

La composición química se observa en la Tabla No 2.

TABLA NO. 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE AMARANTO (POR 100 G DE PARTE COMESTIBLE EN BASE SECA)

Característica	Contenido
Proteína (g)	12 – 19
Carbohidratos (g)	71,8
Lípidos (g)	6,1 - 8,1
Fibra (g)	3,5 - 5,0
Cenizas (g)	3,0 - 3,3
Energía (Kcal)	391
Calcio (mg)	130 – 164
Fósforo (mg)	530
Potasio (mg)	800
Vitamina C (mg)	1,5

FUENTE: NIETO 1990.

El balance de aminoácidos está cercano al requerido para la nutrición humana conteniendo lisina en una proporción mayor al resto de vegetales. Su aminoácido más limitante es la leucina que permite que la proteína de *A. caudatusse* absorba y utilice hasta el 70%, cifra que asciende hasta el 79% según las variedades. El cómputo aminoacídico es de 86% en *A. hypochondriacus* y de 77% en *A. cruentus*. Se puede apreciar el alto valor biológico de su proteína comparándola con los cómputos químicos de la proteína del trigo (73%) y soya (74%), mientras que las proteínas de origen animal no tienen aminoácidos limitantes.

1.3.7 INFORMACION NUTRICIONAL DEL AMARANTO

El amaranto es una planta maravillosa ya que tanto las hojas como las semillas son de un alto valor nutritivo. Las hojas tienen más hierro que las espinacas. Contienen mucha fibra, vitamina A, C así como Hierro, Calcio y Magnesio. Algunos especialistas advierten que si usamos el Amaranto como verdura hemos de hervirlo ya que, sobre todo en terrenos con poco agua, las hojas pueden contener altos niveles de oxalatos y nitratos. ⁶⁹

Es un alimento que en algunos aspectos se parece a la leche ya que es rico en proteínas y contiene calcio y otros minerales.

1.3.8 USOS DEL AMARANTO

Se puede usar la hoja fresca y seca, el grano seco molido, el grano seco reventado y muchas combinaciones como mezclador alimenticio. Tradicionalmente se prepara para palanquetas llamadas “alegría fina” con miel de abeja y “ordinaria” con piloncillo. No es panificable por la ausencia de gluten, pero se puede anexar a la harina de trigo para panificación y repostería, y con maíz y soya para tortillería. ⁶⁷

Con amaranto se preparan atoles, papillas y mazapanes. Estos productos de amaranto se siguen mejorando por combinaciones de harinas, para aportar alimentos de alto contenido nutritivo y gustativo, dirigido a la nutrición de niños, desde muy temprana edad. Ha sido considerado por la Organización Mundial de la Salud como uno de los alimentos recomendados para el futuro, y la NASA lo incluye como un alimento para un futuro lejano. ⁶⁷

Actualmente la mayoría de la población mundial recibe el grueso de sus requerimientos proteicos y calorías de 20 especies vegetales únicamente, en especial de los cereales como el trigo, el arroz, el mijo y el sorgo; tubérculos como la papa, el camote y la casava; leguminosas como el frijol, el cacahuate y la soya, y otros alimentos, como la caña de azúcar, el betabel y el plátano. ⁶⁵

El amaranto se puede emplear en muchos platillos como sopas (grano y harina), pasteles, galletas, panes (harina, grano entero, grano reventado), cereal para el desayuno (entero, reventado o germinado y molido). ⁶⁴

El objetivo principal de llevar a su mesa productos elaborados con amaranto o mezclados con él es el de dar un mejor valor nutritivo a los alimentos, a un costo muy económico, mejorando así el estado de salud de la población. ⁶⁵

1.3.9 USOS MEDICINALES

El amaranto ha sido aprovechado desde tiempos prehistóricos: las hojas se utilizaron para infusión contra la diarrea no solo por su valor nutritivo, sino también por las propiedades medicas se le atribuyen, por las propiedades nutritivas y los componentes del amaranto (proteínas, vitaminas, minerales, aminoácidos, fibra, y grasas) es recomendado para prevenir y ayudar a curar afecciones como la osteoporosis, en diabetes, obesidad, hipertensión arterial, estreñimiento, insuficiencia renal crónica, insuficiencia hepática, encefalopatía hepática, alimento apto para celíacos.

Se recomienda en pacientes con problemas bucodentomaxilares, geriátricos, desnutridos y oncológicos, en dietas hiperenergéticas. Por su contenido energético también es beneficioso para pacientes con requerimientos calóricos elevados. ⁶⁶

1.4 TOMATE DE ARBOL

1.4.1 GENERALIDADES

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*), es una fruta exótica originaria de la vertiente oriental de los Andes, perteneciente al grupo de las frutas semiácidos, muy conocida por su nombre comercial de “tamarillo” en el mercado mundial desde 1970 en Nueva Zelanda. ²³

El tomate de árbol es una planta de 2 a 3 m. de altura que pertenece a la familia de las Solanáceas, se cultiva en el Ecuador en zonas tradicionales como Patate y Baños y prácticamente, en toda, la serranía ecuatoriana. La variedad más difundida es la tradicional anaranjada que se muestra en la Figura No 4. También se ha introducido últimamente el tomate “mora”, de color morado y pulpa mas rojiza, pero palatabilidad inferior. 16

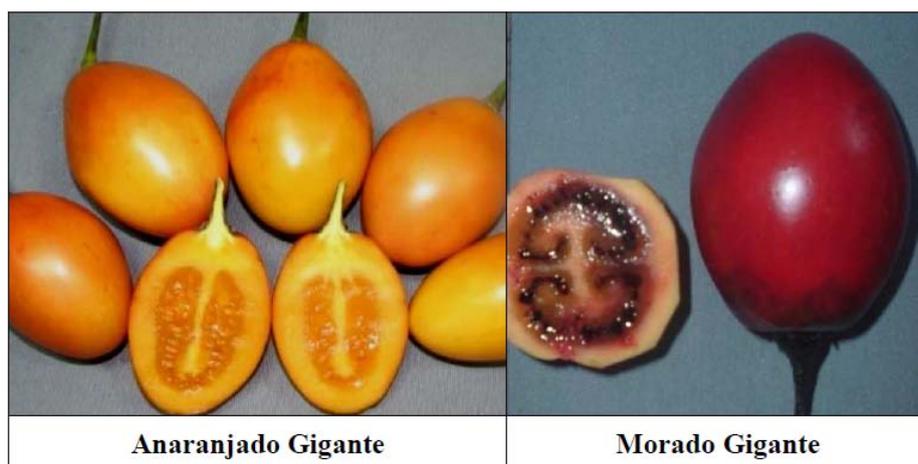


FIGURA No. 4. VARIEDADES DE TOMATE DE ARBOL CULTIVADAS EN EL ECUADOR (Avila 2009)

1.4.2 CLASIFICACIÓN TAXONOMICA

El tomate de árbol es conocido en otros países como “Tamarillo”, “tomate de agua”, “tomate cimarrón”, “tomate chimango”, “tomate de lima”, “tomate del monte”, etc. En la tabla No. 3 podemos observar la taxonomía que posee este frutal de forma simultánea.

TABLA No. 3. TAXONOMIA DEL TOMATE DE ARBOL

Reino:	Vegetal
División:	Fanerogamas
Clase:	Dicotiledoneas
Subclase:	Simpetalas
Orden:	Tubifloras
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanun
Especie:	Solanumbetaceae. Cav

FUENTE: DETERMINACION DEL POTENCIAL NUTRITIVO Y NUTRACEUTICO DE 4 CULTIVARES DE TOMATE DE ARBOL.. TESIS Bioq.Farmac.

1.4.3 DESCRIPCION BOTÁNICA Y MORFOLÓGICA

El tomate de árbol en forma natural es un arbusto cuyo tamaño varía de 2 a 3 m de altura, con un tallo semileñoso y una copa que se desarrolla en diversas formas. ⁴

1.4.3.1 Raíz

Presenta un sistema radicular pivotante, con ramificaciones que permiten establecer su anclaje: puede alcanzar profundidades de 1 a 2 m, la mayor concentración de raíces absorbentes son menores a 2 mm y aquellas mayores a 2 mm se concentran hasta 50 cm de profundidad. ²³

1.4.3.2 Tallo

El tallo es cilíndrico, presenta fototropismo positivo, puede alcanzar alturas entre 2.5 y 3.0 m. inicialmente es suculento y a medida que se desarrolla y se ramifica empieza a tornarse semileñoso. ^{23,4}

1.4.3.3 Hojas

Las hojas son simples, alternas, dispuestas en espiral, de borde entero; de base acorazonada. Presentan una nervadura central y nervaduras laterales. Las hojas del tallo principal miden entre 30 y 40 cm de largo, mientras que las hojas de las ramas secundarias y terciarias que forman la copa miden 20 cm. El color de las hojas varía de acuerdo con los genotipos. ^{23,4}

1.4.3.4 Inflorescencias

Las inflorescencias tienen la forma de cimas escorpioides, es decir crecen hasta terminar en una flor; se desarrollan en las axilas de las hojas o sobre ellas, pueden producir un promedio de 40 flores y se dividen en tres regiones; pedúnculo, raquis y pendicelos. (4)

1.4.3.5 Flores

Las flores son perfectas con estructuras bien diferenciadas, pediceladas, pentámeras, presentan colorada de color rosado; tienen polinización autogama en gran parte, pero también alogama o cruzada. ²³

1.4.3.6 Frutos

El fruto es una baya carnosa, generalmente de forma ovalada; pertenece al grupo de frutas no climatéricas, que se cosechan cerca de la madurez de consumo; los frutos se encuentran suspendidos en un pedículo largo que puede tener hasta 15 frutos. La amarilla o roja, con gran cantidad jugosa, ácida y de coloración amarilla o roja, con gran cantidad de semillas pequeñas. Las semillas están rodeadas por la pulpa del fruto. Inmersas en un mucilago gelatinoso, son pequeñas, lisas, de color blanco amarillento, de forma aplanada y redonda. ^{23, 15}

1.4.4 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*), es una fruta de alto valor nutricional que contiene niveles altos de fibra, vitamina A, B, C y K y es rico en minerales, especialmente calcio, hierro y fósforo; además posee niveles importantes de proteína y caroteno. También contiene una buena fuente de pectina, y es bajo en calorías. ^{75, 84}

Su composición se ve en la Tabla No. 4.

TABLA No. 4. CARACTERIZACION QUIMICA DE TOMATE DE ARBOL (*Solanum betaceum*) DE LOS CULTIVARES: ANARANJADO GIGANTE.

ANALISIS		ANARANJADO GIGANTE
HUMEDAD (%)*		87.16±1.17
CENIZAS (%)*		0.81±0.03
pH*		3.76 ± 0.04
ACIDEZ TITULABLE(%)* (acidocitrico)		1.87±0.04
VITAMINA C(mg/g)*		0.33±0.19
SOLIDOS SOLUBLES (Brix)*		12.7±1.00 ¹
AZUCARES TOTALES (%)*		8.13±0.08
AZUCARES REDUCTORES (%)*		4.69±0.14
POLIFENOLES TOTALES (mg/g)*		0.84±0.01
CAROTENOIDES (mg/g)*		0.23±0.12
AZUCARES *	GLUCOSA (%)	0.23±0.12
	FRUCTUOSA(%)	1.64±0.10
	SACAROSA(%)	2.21±0.03

FUENTE: TORRES NELLY, (2006), "DETERMINACION DEL POTENCIAL NUTRITIVO Y NUTRACEUTICO DE CUATRO CULTIVARES DE TOMATE DE ARBOL (*Solanum betaceum* Cav.)" Tesis Bioquímico Farmacéutico, Facultad de Ciencias, ESPOCH, Riobamba-Ecuador.

*En base fresca ±desviación estándar de 3 repeticiones.

1. En base fresca ± desviación estándar de 134 repeticiones

1.4.5 USOS DEL TOMATE DE ÁRBOL

Los usos medicinales que se le dan en Colombia y Ecuador están relacionados con las afecciones de garganta y gripe. El fruto o las hojas, previamente calentadas, se aplican en forma tópica contra la inflamación de amígdalas o anginas especialmente. Para la gripe, se debe consumir el fruto fresco en ayunas. Se sabe que el fruto posee alto contenido de ácido ascórbico. Otra propiedad atribuida es como remedio de problemas hepáticos en Jamaica y Bolivia. En Venezuela se utiliza este fruto para elevar la hemoglobina, en el tratamiento de la anemia. ⁷³

El tomate de árbol, es una fruta de alto valor nutricional que contiene niveles altos de fibra, vitaminas A, B, C y K y es rico en minerales, especialmente calcio, hierro y fósforo; además posee niveles importantes de proteína y caroteno. También contiene buena fuente de pectina, y es bajo en calorías. Su buen sabor, es apto para la prepa

de jugos y mermeladas, brindando un gran potencial de comercialización y producción durante todo el año, de baja inversión en insumos agrícolas y de relativo fácil manejo agronómico. ⁷⁸

En frutoterapia, el tomate de árbol es muy apreciado por la variedad de aplicaciones y excelentes resultados que deja en la piel. El consumo de la fruta fortalece el cerebro y la memoria, contribuyendo a curar migrañas y cefaleas severas, controla la rinitis y beneficia el sistema circulatorio, como bebida, se prepara en jugos utilizándose sus propiedades, para programas de reducción de peso. El jugo es bueno para bajar el nivel del colesterol en la sangre. Por su alto contenido de vitamina F, el aceite de este tomate actúa sobre las capas más profundas de la piel, siendo utilizado para el tratamiento de las enfermedades dérmicas, en especial sobre las cicatrices. Después de algunos meses de aplicación diaria, se ha observado un ablandamiento de los cordones fibrosos y la recuperación de la pigmentación normal de la piel. Este mismo aceite elimina las arrugas faciales. ⁷³

1.4.6 INDUSTRIA DEL TOMATE

Desde siempre el sector agropecuario ha tenido gran importancia en Ecuador, actuando como proveedor de alimentos y motor de desarrollo económico debido a la gran cantidad de empleo que genera principalmente en sectores rurales y que a la gente del campo hace de la agricultura su medio de vida. Por otra parte y debido a la ubicación geográfica privilegiada del Ecuador. Se tiene la ventaja de que existen productos que son cotizados a nivel mundial, por lo que el sector agropecuario también participa en la generación de diversas de exportación. ⁷¹

Cabe destacar que en los últimos años la actividad que procesa o industrializa materias primas agropecuarias, forestales y provenientes de la pesca, ha logrado que este sector sea determinante para la economía ecuatoriana. ⁸⁸

La tendencia mundial hacia lo orgánico ha impulsado el consumo de frutas ricas en vitaminas y minerales. El tomate de árbol contiene niveles altos de fibra, vitaminas A,

B, C y K. Es rico en minerales, especialmente calcio, hierro y fósforo; contiene niveles importantes de proteína y caroteno. Es además una buena fuente de pectina, y es bajo en calorías. Características que hacen de esta fruta una gran fuente de alimento que podría darse a conocer a nivel mundial.

El tomate de árbol es una fruta muy versátil en cuanto a variedad de preparaciones, preparada principalmente en jugo y en conserva con almíbar. ⁷⁸

Esta fruta tiene varios beneficios tanto para la preparación de platos gourmet, ensaladas como también para la elaboración de helados u otros postres, así mismo tiene beneficios medicinales que se aplican para las afecciones de garganta y gripe. El fruto o las hojas previamente calentadas, se aplican en forma tópica contra la inflamación de amígdalas o anginas especialmente.

El tomate de árbol presenta oportunidades para exportar como fruta fresca, deshidratada, pulpa para la preparación de jugos, compotas, conservas dulces, jaleas, gelatina, mermelada y concentrados congelados. ²³

1.4.6.1 Tomate deshidratado

En la Tabla No. 5 se detalla el contenido del tomate de árbol

TABLA No 5. CONTENIDO NUTRICIONAL DE TOMATE DE ARBOL ANARANJADO GIGANTE DESHIDRATADO

PARAMETROS	ANARANJADO GIGANTE DESHIDRATADO A 70W
Ph	4.71
HUMEDAD%	14.28
*CENIZAS%	8.00
*FIBRA%	8.79
*PROTEINA%	11.18
*AZUCARES TOTALES%	34.92
*AZUCARES REDUCTORES%	23.04

*AZUCARES NO REDUCTORES%	11.88
*EXTRACTO ETÉREO%	0.65
Vitamina C (mg/100g)	78.34

FUENTE: SAGNAY MONICA, (2010) "ESTUDIO COMPATARIO DEL POTENCIAL NUTRITIVO DE DOS VARIETADES DE TOMATE DE ARBOL (*Solanum betescum Cav.*) DESHIDRATADO POR MICROONDAS A TRES POTENCIAS". Tesis Bioquímico Farmacéutico, Facultad de Ciencias, ESPOCH, Riobamba-Ecuador.

LOS ENSAYOS MARCADOS CON * SE REPORTAN EN BASE SECA

1.5 ANÁLISIS PROXIMAL Y/O BROMATOLÓGICO

Entendemos por Análisis Básico (proximal), la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas. Comprende la determinación del contenido de agua, proteína, grasa (extracto etéreo), cenizas y fibra; las sustancias extractibles no nitrogenadas (ELnN) se determinan por cálculo restando la suma de estos 5 componentes de 100%, para subrayar que se trata de grupos de sustancias más o menos próximas y no de compuestos individuales, los analistas suelen usar el término bruta y/o cruda detrás de proteína, grasa o fibra.

Como todas las determinaciones son empíricas es preciso indicar y seguir con precisión las condiciones del analista. Los resultados obtenidos en las determinaciones de cenizas y contenido de agua están muy influidos por la temperatura y el tiempo de calentamiento.

Cualquier error cometidos en las determinaciones de los cinco componentes citados aumenta la cifra de las sustancias extractibles no nitrogenadas. ²⁴

1.5.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por muchas razones científicas, técnicas y económicas (Comité de Normas alimentarias, 1979), pero su determinación precisa es muy difícil. El agua se encuentra en los alimentos esencialmente en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre; el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, o a través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad por

evaporación o secado. Puesto que la mayoría de los alimentos son mezclas heterogéneas de sustancias, contienen proporciones variables de ambas formas. ²⁴

En la mayoría de las industrias alimentarias la humedad se suele determinar a diario. Los niveles máximos se señalan frecuentemente en las especificaciones comerciales. ²³

Existen para esto varias razones, principalmente las siguientes:

- El agua si está presente por encima de ciertos valores, facilita el desarrollo de microorganismos.
- El agua es el adulterante por excelencia para ciertos alimentos como leche, quesos, mantequilla, etc.
- Los materiales pulverulentos se aglomeran en presencia de agua. Por ejemplo la sal, azúcar.
- La cantidad de agua puede afectar la textura. Ejemplo carnes curadas.
- La determinación del contenido de agua representa una vía sencilla para el control de la concentración en las distintas etapas de la fabricación de alimentos. ^{24, 20}

1.5.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS.

El concepto de residuo de incineración o cenizas se refiere al residuo que queda tras la combustión (incineración) completa de los componentes orgánicos de un alimento en condiciones determinadas, una vez que se eliminan otras impurezas posibles y parte del carbono procedentes de una combustión incompleta, este residuo se corresponde al contenido de minerales del alimento. ²⁴

La determinación de cenizas es importante porque:

- Nos da el porcentaje de minerales presentes en el alimento.
- Permite establecer la calidad comercial o tipo de harina.

- Da a conocer adulteraciones en alimentos, en donde se ha adicionado sal, talco, yeso, cal, carbonatos alcalinos, etc, como conservadores, material de carga, auxiliares ilegales de la coagulación de la leche para quesos, neutralizantes de la leche que empieza a acidificarse, respectivamente.
- Establece el grado de limpieza de materias primas vegetales (exceso de arena, arcilla).
- Sirve para caracterizar y evaluar la calidad de alimentos. ²⁴

1.5.3 DETERMINACIÓN DE FIBRA

La fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales, químicamente está constituida por compuestos poliméricos fibrosos carbohidratados (celulosa, hemicelulosa, pectínas, gomas, mucílagos) y no carbohidratados (lignina, polímero del fenilpropano). El organismo humano carece de sistemas enzimáticos que degraden estos polímeros y por ello aparecen inalterados en el intestino grueso (colon) y ejercen una acción reguladora del peristaltismo y facilitan la evacuación de las heces fecales. ²⁴

El AOAC define a la fibra cruda como "la porción que se pierde tras la incineración del residuo seco obtenido después de digestión ácida-alcalina de la muestra seca y desengrasada en condiciones específicas". La fibra contribuye a la textura rígida, dando lugar a la sensación de fibrosidad de los alimentos vegetales. ²⁴

1.5.4 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

Hasta hace poco, el contenido total de proteínas en los alimentos se determinaba a partir del contenido de nitrógeno orgánico determinado por el método Kjeldahl. En la actualidad, existen varios métodos alternativos físicos y químicos, algunos de los cuales han sido automatizados o semiautomatizados. El método Kjeldahl, sigue siendo la técnica más confiable para la determinación de nitrógeno orgánico. ⁴⁴

1.5.5 EXTRACTO ETÉREO

El método Soxhlet utiliza un sistema de extracción cíclica de los componentes solubles en éter que se encuentran en el alimento.

Insoluble en agua y soluble en disolventes orgánicos. Proporcionan energía y son la principal reserva energética del organismo. Fuente de ácidos grasos esenciales, transporte de combustible metabólico y disolvente de algunas vitaminas. Influyen en la absorción de las proteínas y en la calidad de la grasa que se deposita en el cuerpo y de los productos grasos que se obtienen.

1.5.6 EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO

Eminentemente energético, son sustancias que producen calor y energía de movimiento. Lo componen los azúcares y en particular la fibra, el almidón o fécula. ²⁴

1.5.7 pH

La acidez medida por el valor de pH, junto con la humedad son, probablemente, las determinaciones que se hacen con más frecuencia. El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismos.

Se puede determinar colorimétricamente mediante los indicadores adecuados, pero para su mayor exactitud, se ha de recurrir a métodos eléctricos mediante el uso de pF

²⁴

1.5.8 ACIDEZ

En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado se expresa

como el % del ácido predominante en el material. Ej: En aceites es el % en ácido oleico, en zumo de frutas es el % en ácido cítrico, en leche es el % en ácido láctico. ⁹¹

Esta medición se realiza mediante una titulación, la cual implica siempre tres agentes o medios: el titulante, el titulado y el colorante.

Cuando un ácido y una base reaccionan, se produce una reacción; reacción que se puede observar con un colorante. Un ejemplo de colorante, y el más común, es la fenolftaleína, que vira (cambia) de color a rosa cuando se encuentra presente una reacción ácido-base.

El agente titulante es una base, y el agente titulado es el ácido o la sustancia que contiene el ácido. ⁹¹

1.6 MÉTODOS ESPECTROMÉTRICOS

La mayoría de estas técnicas se basan en la interacción entre la radiación electromagnética y la materia. Cuanto menor es la longitud de onda de una radiación, mayor es la energía asociada. Dependiendo de la longitud de onda tenemos distintas radiaciones. ³⁷

Las técnicas que se basan en estas propiedades pueden ser:

- Espectrometría de UV visible.
- Espectrofotometría de fluorescencia.
- Espectrofotometría infrarroja.
- Espectrometría de absorción atómica.
- Fotometría de llama.
- Espectrometría de masas.
- Resonancia magnética nuclear y Resonancia de spin electrónico.

1.6.1 ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA

La Absorción atómica es una técnica capaz de detectar y determinar cuantitativamente la mayoría de los elementos del Sistema Periódico, sus campos de aplicación son por lo tanto muy diversos. Este método se puede aplicar para la determinación de ciertos metales como: antimonio, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, oro, plomo, arsénico, níquel entre otros. Se emplea en el análisis de aguas, análisis de suelos, bioquímica, toxicología, medicina, industria farmacéutica, industria alimenticia, industria petroquímica. ¹⁸

La espectrofotometría de Absorción Atómica de Llama (FAAS) es una técnica sencilla, el acoplamiento de un generador de hidruros al espectrofotómetro de absorción atómica (GH-AAS) aporta la sensibilidad requerida. ⁷

La técnica de GH-AAS consta de tres etapas fundamentales: la generación y volatilización del hidruro, la transferencia del mismo y su posterior atomización en el espectro de AA. La técnica más usual en generación del hidruro se consigue, tratando la muestra que contiene arsénico con una disolución de borohidruro de sodio (NaBH_4) en medio de ácido (HCl). ¹⁸

1.6.1.1 Componentes del Equipo de Absorción Atómica

Según se observa en la Figura N°5.

1. Una fuente de radiación que emita una línea específica correspondiente a la necesaria para efectuar una transición en los átomos del elemento analizado.
2. Un nebulizador, que por aparición de la muestra líquida, forme pequeñas gotas para una atomización más eficiente.
3. Un quemador, en el cual por efecto de la temperatura alcanzada en la combustión por la reacción de combustión misma, se favorezca la formación de átomos a partir de los componentes en solución.
4. Un sistema óptico que separe la radiación de longitud de onda de interés, de todas las demás radiaciones que entran a dicho sistema.

5. Un detector o transductor, que es capaz de transformar, en relación proporcional, las señales de intensidad de radiación electromagnética, en señales eléctricas o de intensidad de corriente.
6. Un amplificador o sistema eléctrico, que como su nombre lo indica amplifica la señal eléctrica producida, para que en el siguiente paso pueda ser procesada con circuitos y sistemas electrónicos comunes.
7. Por último, se requiere de un sistema de lectura en el cual la señal de intensidad de corriente, sea convertida a una señal que el operario pueda interpretar. Este sistema de lectura, puede ser una escala de aguja, una escala de dígitos, un graficador, una serie de datos que pueden ser procesados a su vez por una computadora, etc.

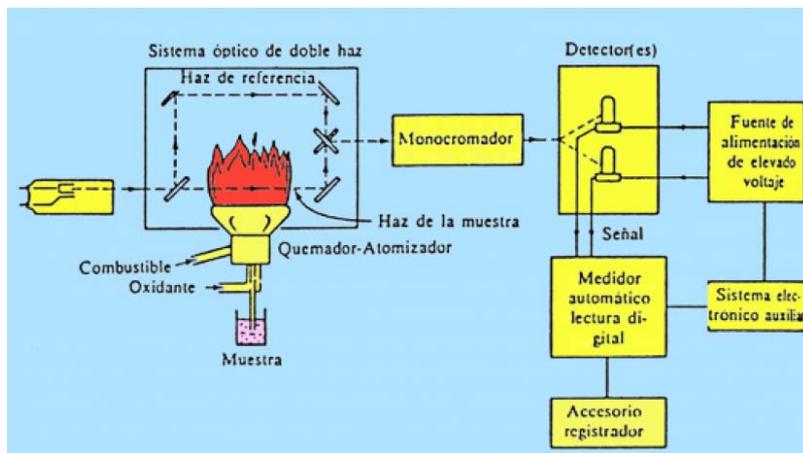


FIGURA No. 5. COMPONENTES FUNDAMENTALES DE UN EQUIPO DE ABSORCIÓN ATÓMICA

En la Fotografía No. 2 se observa el equipo



FOTOGRAFIA No. 2. ESPECTOFOTOMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA

1.7 MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS

La cromatografía es un método de separación con alta resolución. Es un método físico de separación, donde los componentes se distribuyen en dos fases: una fase estacionaria y una fase móvil, que se va moviendo y transporta a los componentes a distintas velocidades por el lecho estacionario. Los procesos de retención se deben a continuas adsorciones y desorciones de los componentes de la muestra a lo largo de la fase estacionaria. ³⁷

Hay varios tipos de cromatografía. Los más importantes son:

- Cromatografía en columna: que puede ser líquida o de gases.
- Cromatografía líquida de alta presión.
- Cromatografía de gases.
- Cromatografía en papel.
- Cromatografía en capa fina. ³⁷

1.8 ANALISIS MICROBIOLÓGICO

El conocimiento de la microbiología es la base para el manejo adecuado de los productos alimenticios. Así pues, el estudio del número y tipo de microorganismos presentes en un alimento permite: Conocer la fuente de contaminación del producto en examen. Evaluar las condiciones higiénicas de trabajo en las que se procesan o preparan los alimentos. 6

Detectar la posible presencia de flora patógena que causa problemas de salud en el consumidor. Establecer en qué momento se producen fenómenos de alteración en los distintos alimentos, con el propósito de delimitar su período de conservación. Y si bien el desarrollo microbiano desenfrenado y sus productos metabólicos indeseables ocasionan problemas al dañar nuestros alimentos, los microorganismos también se usan benéficamente para producir alimentos y bebidas de alto valor gastronómico. 6

1.8.1 LEVADURAS Y MOHOS

Las levaduras y los mohos crecen más lentamente que las bacterias en los alimentos no ácidos que conservan humedad y por ello pocas veces determinan problemas en tales alimentos. Sin embargo, en los alimentos ácidos y en los de baja actividad de agua, crecen con mayor rapidez que las bacterias, determinando por ello importantes pérdidas por la alteración de frutas frescas y jugos, vegetales, quesos, productos cerealícolas, alimentos salazonados y encurtidos, así como en los alimentos congelados y en los deshidratados, cuyo almacenamiento se realiza en condiciones inadecuadas. Además, existe el peligro de producción de micotoxinas por parte de los mohos. . 16

Las levaduras crecen más rápidamente que los mohos, pero con frecuencia junto a ellos. Mientras que los mohos son casi siempre aerobios estrictos, las levaduras generalmente crecen tanto en presencia como en ausencia de oxígeno, aunque con mayor rapidez y hasta poblaciones más elevadas en presencia de este gas. La fermentación es completamente un proceso anaeróbico. 16

En los alimentos frescos y en los congelados, pueden encontrarse números reducidos de esporas y células vegetativas de levaduras, pero su presencia en estos alimentos es de escaso significado. Solo cuando el alimento contiene cifras elevadas de levaduras o mohos visibles, el consumidor se dará cuenta de la alteración. La alteración por levaduras no constituye un peligro para la salud. ¹⁶

1.8.2 AEROBIOS MESOFILOS

La enumeración de gérmenes aerobios mesófilos es el indicador microbiano más común de la calidad de los alimentos.⁶

Esta determinación sirve para:

1. Conocer el nivel de microorganismos presentes en un producto, sea este preparado, precocido, refrigerado o congelado.
2. Conocer las fuentes de contaminación (aire, agua, materia prima, etc.) durante la elaboración de los alimentos.
3. Verificar la eficacia de los sistemas de limpieza y desinfección.
4. Conocer si se inicia la alteración de los alimentos y su probable vida útil.
5. Conocer si han ocurrido fallos en el mantenimiento de las temperaturas de refrigeración en los alimentos refrigerados.

Existen algunos métodos para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos tales como el de la placa pobre, de siembra por extensión en superficie, siembra por gotas en superficie, filtración a través de membrana, a demás de métodos automatizados. Cada método debe especificar la temperatura de incubación. ¹⁶

1.9 EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial es innata en el ser humano debido a que en el momento en el que se prueba algún producto se hace un juicio acerca de él sobre si le gusta o disgusta, y describe sus características de sabor, olor, textura, etc. ¹

El sistema sensitivo del ser humano es la herramienta para el control de calidad de los productos. Los sentidos son quienes receptan y reconocen sensaciones y estímulos que se producen a través de la vista, oído, olfato, gusto y tacto.

El análisis sensorial es el estudio de los alimentos por medio de los sentidos, esta herramienta es altamente necesaria en todo ámbito alimenticio, sirviendo como punto de control de calidad en la industria, como técnica para el desarrollo de productos o metodología para la caracterización de productos nuevos o disponibles en el mercado.¹¹

Para la evaluación sensorial de cualquier producto, se requiere de un lugar cómodo, agradable, con buena iluminación, sin interferencia de olores (cabinas separadas que permiten el trabajo individual de los evaluadores); una sala de preparación de muestras y la buena disposición de los evaluadores, con compromiso por las tareas.

En general el análisis se realiza con la finalidad de encontrar una fórmula adecuada que le agrade al consumidor, buscando la calidad e higiene del alimento para que tenga éxito antes de lanzarlo al mercado.

1.9.1 ATRIBUTOS SENSORIALES

- Gusto y sabor
- Aroma y olor
- Color y apariencia

1.9.1.1 Gusto y sabor

Se entiende por gusto a la sensación percibida a través del sentido del gusto, localizado principalmente en la lengua y cavidad bucal. Se definen cuatro sensaciones básicas: ácido, salado, dulce y amargo. ⁷⁶

El resto de las sensaciones gustativas proviene de la mezcla de estas cuatro, en diferentes proporciones que causan variadas interacciones.

Se define por sabor como la percepción percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío y dolor. ⁷⁶

1.9.1.2 Aroma y olor

Olor es la sensación producida al estimular el sentido del olfato.

Aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato, por eso en el lenguaje común se confunden. ⁷⁶

1.9.1.3 Color y apariencia

El color que percibe el ojo depende de la composición espectral de la fuente luminosa, de las características físicas y químicas del objeto, la naturaleza de la iluminación base y la sensibilidad espectral del ojo. Todos estos factores determinan el color que se aprecia: Longitud de onda, intensidad de luz y grado de pureza.

El sentido de la visión es estimulado por impresiones luminosas o radiantes que pueden provenir de grandes distancias, éstas pasan por las lentes de los ojos y son enfocadas como imágenes en la retina. ⁷⁶

La visión es de importancia fundamental para la evaluación de aspecto y color.

El color adquiere importancia como índice de madurez y/o deterioro, por lo que constituye un parámetro de calidad.

El consumidor espera un color determinado para cada alimento, cualquier desviación de este color puede producir disminución en la demanda, además es importante para la sensación gustativa y olfativa.

Se puede afirmar que la visión es el primer sentido que interviene en la evaluación de un alimento, captando todos los atributos que se relacionan con la apariencia: aspecto, tamaño, color, forma, defectos, etc. ⁷⁶

1.10 PRUEBAS ESTADÍSTICAS

1.10.1 ANÁLISIS DE VARIANZAS "ADEVA"

En estadística, análisis de varianza (ADEVA ó ANOVA, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados. El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos ⁶⁸, es decir, el análisis de la varianza (Anova: Analysis of variance) es un método para comparar dos o más medias, que es necesario porque cuando se quiere comparar más de dos medias es incorrecto utilizar repetidamente el contraste basado en la t de Student, por dos motivos:

En primer lugar, y como se realizarían simultánea e independientemente varios contrastes de hipótesis, la probabilidad de encontrar alguno significativo por azar aumentaría. En cada contraste se rechaza la H_0 si la t supera el nivel crítico, para lo que, en la hipótesis nula, hay una probabilidad. Si se realizan m contrastes independientes, la probabilidad de que, en la α hipótesis nula, ningún estadístico supere el valor α crítico es $(1 - \alpha)^m$, por lo tanto, la probabilidad de que alguno lo supere es $1 - (1 - \alpha)^m$, que para valores m. Una primera solución α próximos a 0 es aproximadamente igual α de denominada método de Bonferroni, consiste en bajar el valor α/m , aunque resulta un método muy conservador α , usando en su lugar α de. ³⁶

Por otro lado, en cada comparación la hipótesis nula es que las dos muestras provienen de la misma población, por lo tanto, cuando se hayan realizado todas las comparaciones, la hipótesis nula es que todas las muestras provienen de la misma población y, sin embargo, para cada comparación, la estimación de la varianza necesaria para el contraste es distinta, pues se ha hecho en base a muestras distintas.

El método que resuelve ambos problemas es el anova, aunque es algo más que esto: es un método que permite comparar varias medias en diversas situaciones; muy ligado, por tanto, al diseño de experimentos y, de alguna manera, es la base del análisis multivariante. ³⁶

1.10.2 TEST TUKEY

Utilizar Tukey:

- Cuando el tamaño de las muestras seleccionadas para cada grupo son iguales.
- Cuando el interés fundamental es comparar promedios entre dos grupos y son múltiples las comparaciones que estamos haciendo. Por lo tanto este test de Tukey es el más utilizado, y al parecer, el más recomendado por los estadísticos, aunque al parecer aún no hay acuerdo. ⁹²
- "Se analizan los resultados de forma global y según grupo individualizado. El nivel de significación de las diferencias entre grupos se determina con el Análisis de Variancia y test de Tukey Post Hoc" ⁹²

CAPITULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en:

- Laboratorio de Bioquímica y Alimentos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Química Industrial de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Laboratorio particular SAQMIC Servicios Analíticos, Químicos y Microbiológicos.
- Laboratorio de Química Instrumental de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Laboratorio del Centro de Servicios Técnicos y Transferencia de Tecnología Ambiental. CESTTA – ESPOCH.

2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.2.1 MATERIAL VEGETAL

- Tomate de Árbol Anaranjado Gigante(*Solanum betaceum*)
- Amaranto (*Amaranthuscaudatus*)

2.2.2 EQUIPOS

- Estufa (Memmet)
- Mufla (Memmet)
- Balanza analítica (Scientech)

- Balanza de precisión (Shimadzu)
- pHmetro (Hanna)
- Autoclave
- Horno de panificación
- Batidora Industrial
- Incubadora
- Selladora
- Cámara fotográfica (Sony)
- Computador (DELL)
- Equipo Kjeldhal
- Equipo Weende
- Cabina extractora de gases (Memmert)
- Bomba de vacío (Ruchi)
- Centrífuga
- HPLC (Shimadzu)
- Espectrofotómetro (Hexios B)
- Digestor de fibra
- Microondas ELECTROLUX

2.2.3 MATERIALES

- Filtros con fritas
- Desecador
- Matraces volumétricos
- Pipetas volumétricas - Cápsulas de porcelana
- Espátula
- Pinza
- Cisoles de porcelana
- Varilla de vidrio
- Pízetas
- Probeta graduada

- Tripode
- Embudo
- Reloj
- Vaso de precipitación
- Bureta
- Matraz
- Soporte universal
- Reverbero
- Papel filtro
- Porta dedales
- Parafilm
- Rollo de papel aluminio
- Material para galletería

2.2.4 REACTIVOS

- Sulfúrico Ácido
- Sodio Hidróxido
- Clorhídrico Ácido
- Agua destilada
- Desinfectante
- Rojo de metilo
- Azul de Bromocresol
- Sodio Sulfato
- Alcohol n-amílico
- Bórico Ácido
- Ácido Clorhídrico concentrado
- Lentejas de Zinc Metálico
- Metanol
- Ácido Fosfórico
- Ácido Cítrico

- Agua Destilada
- Reactivo de Carrez I
- Reactivo de Carrez II
- Fehling A
- Fehling B
- Acetonitrilo
- Éter de petróleo

2.2.5 MEDIOS DE CULTIVO

- Agar Saboraud
- Placas Pretriflim para Aerobios Mesófilos

2.3 METODOLOGÍA

2.3.4 DESHIDRATACIÓN DEL TOMATE DE ÁRBOL ANARANJADO GIGANTE (Sagñay, M.)

- Seleccionar la materia prima (Tomate de árbol fresco uniforme en color y tamaño)
- Lavar con abundante agua
- Secar
- Retirar el peciolo y su cascara.
- Colocar en rodajas en papel antiadherente, y este en el plato giratorio del microondas
- Deshidratar a una potencia de 70W con intervalos de 10 minutos, con un tiempo final de 70 minutos.
- Almacenar el tomate de árbol deshidratado (TAD) en funda hermética en un lugar fresco y seco.⁵⁹

2.3.2 TRATAMIENTO TERMICO APLICADO AL GRANO DE AMARANTO

El grano se expande poniéndolo en una superficie caliente (120 °C) por 20 – 30 segundos como máximo. Una vez expandido el grano se somete a la molienda para obtener harina. Este proceso se realizo en un tiesto. ⁴⁹

2.3.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA GALLETA CON AMARANTO Y TAD COMO COLORANTE Y SABORIZANTE

Ingredientes

En la elaboración de la galleta se utilizó los siguientes ingredientes:

- Grano molido de Amaranto tratado térmicamente
- Harina de Trigo
- Mantequilla
- Azúcar
- Huevos
- Polvo de hornear
- Tomate de árbol deshidratado.

Procedimiento

a) Formulaciones preliminares

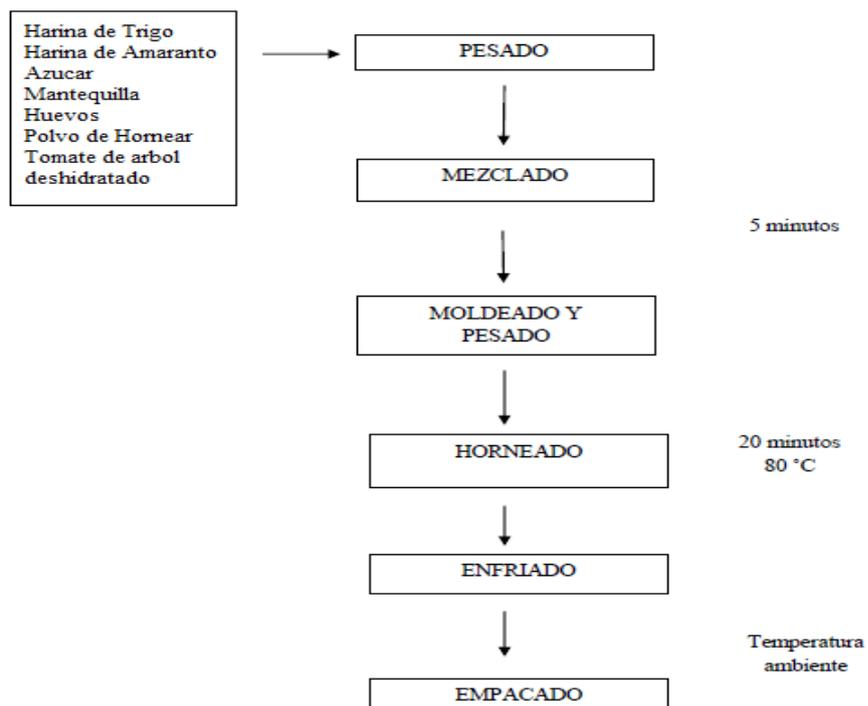
- 1) Establecer nueve formulaciones (Tabla No 6).
- 2) Batir el azúcar con la mantequilla y la manteca, después agregue uno a uno los huevos batiendo por 10 min.
- 3) En otro recipiente se revuelven la harina de amaranto y de trigo incorporando el TAD y el polvo de hornear.
- 4) Integrar la mezcla anterior hasta obtener una mezcla esté homogénea.

- 5) Para formar las galletas se coloca la masa en pequeñas porciones sobre la lata engrasada utilizando una manga pastelera o una cuchara.
- 6) Hornear las galletas durante 20 minutos a 180 °C. Dejar enfriar y retirar las galletas de la lata.

TABLA NO 6. FORMULACIONES DE GALLETAS CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE TRIGO, AMARANTO Y TAD.

Trigo(%):Amaranto (%)	Tomate (%)	Código	Repeticiones
37.5 :12.5	1	A1B1	3
37.5 :12.5	2	A1B2	3
37.5 : 12.5	3	A1B3	3
25.0 : 25.0	1	A2B1	3
25.0 : 25.0	2	A2B2	3
25.0 : 25.0	3	A2B3	3
12.5 : 37.5	1	A3B1	3
12.5 : 37.5	2	A3B2	3
12.5 : 37.5	3	A3B3	3

b) Diagrama de flujo para la elaboración de la galleta



c) **Determinación de la aceptabilidad de las formulaciones**

✓ **Prueba hedónica de caritas**

Tipo : Valoración del mejor nivel de TAD utilizado como colorante y saborizante.

Método : Prueba hedónica de caritas.

Principio : Se presenta una muestra a cada panelista. Se solicita asignar los respectivos puntajes (Tabla No. 7) a los diferentes atributos tales como olor, color, sabor, y textura.

Población : Se aplicó a 27 estudiantes del 7^{mo} Año de Educación Básica de la ENMAL.

Total de muestras: 27 galletas de amaranto y TAD, tres galletas por cada formulación.

TABLA No 7. PUNTAJE ASIGNADO PARA CADA UNO DE LOS ATRIBUTOS.

CARITA	SIGNIFICADO	PUNTAJE
	Me gusta mucho	5
	Me gusta	4
	Ni me gusta Ni me disgusta	3
	No me gusta	2
	Me disgusta	1

Fuente: (Condo, L. y Pazmiño, J. 2012).

✓ **Prueba de degustación**

- 1) Presentar cada una de las nueve formulaciones en fundas transparentes con una etiqueta que corresponde a cada código. Según indica la Tabla No 5.
- 2) Adjuntar la hoja de la prueba hedónica de caritas.
- 3) Realizar la degustación con 27 panelistas no entrenados de la Escuela de niñas Miguel Ángel León(ENMAL), entregando a cada uno de ellos una galleta.
- 4) Determinar el mejor nivel de aceptabilidad de TAD utilizado como colorante y saborizante según los puntajes que asigne cada panelista a cada atributo.

d) Prueba definitiva

Las tres formulación es de mayor aceptabilidad (Tabla No 8) se la prepara nuevamente de acuerdo al procedimiento explicado anteriormente.

TABLA No 8. FORMULACION DE LAS GALLETAS CON TRES NIVELES DE HARINA DE TRIGO Y AMARANTO Y 2% DE TAD.

INGREDIENTES	FORMULA 1 (F₁)	FORMULA 2 (F₂)	FORMULA 3 (F₃)
Harina de Trigo (%)	12.5	25	37.5
Grano de Amaranto molido (%)*	37.5	25	12.5
Mantequilla (%)	20	20	20
Azúcar (%)	14	14	14
Huevos (%)	13	13	13
Polvo de Hornear (%)	1	1	1
Tomate deshidratado en polvo (%)	2	2	2
Total Ingredientes (%)	100	100	100

* El % de inclusión de harina de amaranto con respecto a la harina de Trigo varia en (75%-25%) F₁, (50%-50%) F₂ y (25%-75%), F₃ en la formulación

e) **Determinación de la aceptabilidad de las formulaciones con tres niveles de harina de trigo y amaranto y 2% de TAD.**

✓ **Prueba hedónica de caritas**

- Tipo** : Valoración de la galleta de mejor aceptabilidad
- Método:** Prueba hedónica de caritas
- Principio:** Se presenta una muestra a cada panelista. Se solicita asignar los respectivos puntajes (Tabla No. 7) a los diferentes atributos tales como olor, color, sabor, y textura.
- Población** : Se aplicó a 27 estudiantes del 6to Año de Educación Básica de la Escuela de niñas Miguel Ángel León (ENMAL)
- Total de muestras:** 81 galletas de amaranto y tomate de árbol deshidratado (TAD), 27 galletas por cada formulación.

✓ **Prueba de degustación**

1. Presentar cada una de las 3 formulaciones en fundas transparentes con una etiqueta que corresponde a cada código. Según indica la Tabla No 9.

TABLA No 9. FORMULACIONES DE GALLETAS CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE TRIGO, AMARANTO Y TAD

Trigo(%):Amaranto (%)	Tomate (%)	Código	Repeticiones
37.5:12.5	2	A1B2	3
25 : 25	2	A2B2	3
12.5 : 37.5	2	A3B2	3

2. Adjuntar la hoja de la prueba hedónica de caritas.
3. Realizar la degustación con 27 panelistas no entrenados de ENMAL, entregando a cada niña de ellas 3 galletas cada una con diferente formulación.
4. Determinar la galleta que tiene mejor aceptación según los puntajes que asigne cada panelista a cada atributo

2.3.4 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA GALLETA DE AMARANTO Y TAD CON MAYOR ACEPTABILIDAD

2.3.4.1 Determinación de Humedad y Materia Seca (Método de desecación en de aire caliente) (NTE INEN 518)

Principio

Consiste en eliminar el contenido de humedad mediante la circulación de aire caliente en la estufa a una temperatura de 103 ± 3 °C hasta peso constante, el secado tiene una duración de 2 - 3 h.

Procedimiento

- Tarar la cápsula de porcelana previamente.
- Pesar 1 a 10 g de muestra (Previamente realizado su desmuestre) en un vidrio reloj.
- Colocar en la estufa a $103^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 3 h.
- Enfriar en desecador hasta temperatura ambiente y pesar.
- La determinación debe realizarse por duplicado.

Cálculos:

$$\text{SS (\%)} = \{(m_2 - m) / (m_1 - m)\} \times 100$$

$$\% \text{ HUMEDAD} = 100 - \% \text{ SS}$$

En donde:

SS = Sustancia seca en porcentaje en masa

m = Masa de la cápsula en g

m₁ = Masa de cápsula con la muestra en g

m₂ = masa de la cápsula con la muestra después del calentamiento en g

2.3.4.2 Determinación de Cenizas (Método de incineración en mufla) (NTE INEN 520)

Principio

Se lleva a cabo por medio de incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$., con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el CO_2 , agua y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.

Procedimiento

- Colocar la cápsula con la muestra seca resultado de la determinación de contenido de humedad en un reverbero y en la sorbona, para calcinar hasta ausencia de humos.
- Transferir la cápsula a la mufla e incinerar a $500 - 550^{\circ}\text{C}$, hasta obtener cenizas libres de residuo carbonoso (esto se obtiene al cabo de 2 a 3 horas).
- Sacar la cápsula y colocar en el desecador, enfriar y pesar.
- La determinación debe hacerse por duplicado.

Cálculos

$$C\% = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

Donde:

%C = Porcentaje de ceniza

m = masa de la cápsula vacía en gramos

m_1 = masa de la cápsula con la muestra antes de la incineración en gramos.

m_2 = masa de la cápsula con las cenizas después de la incineración en gramos.

2.3.4.3 Determinación de Fibra (Técnica AOAC 7050)

Principio

El método se basa en la digestión secuencial de la muestra seca y sin grasa con una solución de ácido sulfúrico, e hidróxido de sodio, el residuo insoluble se colecta por filtración, se lava, seca y se pesa y lleva a la mufla para descontar el porcentaje de minerales.

Procedimiento

- Pesar 2 gr de muestra seca y desengrasada, y colocar en un vaso de precipitación con 250 ml de ácido sulfúrico al 1,25%
- Colocar el vaso en la hornilla del reverbero y calentar hasta ebullición
- Mantener la ebullición por 30 min. exactos a partir de que empieza a hervir.
- Enfriar y filtrar al vacío la solución caliente a través del papel de filtro. Lavar el residuo con 250 ml de agua destilada caliente.
- Trasvasar el residuo cuantitativamente al vaso y añadir 250 ml de NaOH al 1,25%.
- Colocar el vaso en la hornilla del reverbero, calentar hasta ebullición y mantener la ebullición 30 min. exactos a partir de que empieza a hervir.
- Retirar de la hornilla, enfriar y filtrar sobre crisol Gooch conteniendo una capa de lana de vidrio previamente tarado.
- Lavar el residuo con 250 ml agua destilada caliente, hasta la eliminación del hidróxido de sodio en el filtrado, y lavar finalmente con 15 ml de hexano o etanol.
- Colocar el crisol de Gooch en la estufa a 105 ° C durante toda la noche, enfriar en el desecador y pesar.
- Colocar el crisol de Gooch en la mufla a 550° C hasta que el contenido sea de color blanco durante 30 min, enfriar en el desecador y pesar.

Cálculos:

$$\%FB_S = (P_1 - P) / m \times 100$$

En donde:

%FB_{SD}= Contenido de Fibra cruda o bruta en muestra seca y desengrasada expresada en porcentaje de masa

P₁= masa del crisol mas el residuo desecado en la estufa en gramos

P= masa del crisol mas las cenizas después de la incineración en la mufla en gramos

m= masa de la muestra seca y desengrasada tomada para la determinación en gramos

Cálculos de base seca a base fresca:

$$\%FB_F = \%FB_{SD} \times (100 - (\%H + \%G)) / 100$$

En donde:

%FB_F= Contenido de Fibra en muestra fresca

%FB_{SD}= Contenido de Fibra cruda o bruta en muestra seca y desengrasada expresada en porcentaje de masa

% H= Contenido de Humedad

% G= Contenido de Grasa

2.3.4.4 Determinación de Proteína (Técnica AOAC 2049)

Principio

Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO₂ y agua, la proteína se descompone con la formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoníaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y

se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCl al 0.1 N.

Procedimiento

- Se pesa primeramente el papel bond, (W1) luego por adición se pesa 1 gramo de muestra y se registra el peso del papel solo y del papel más la muestra. (W2)
- En este contenido del papel más la muestra se añade 8 gramos de sulfato de sodio más 0,1 g de sulfato cúprico.
- Todo este contenido se coloca en cada balón al cual se añade 25mL de H₂SO₄ concentrado (grado técnico).
- Cada balón con todo este contenido es llevado hasta las hornillas del Macro Kjeldahl para su digestión, a una temperatura graduada en 2.9 por un tiempo de 45 min. a partir del momento que se clarifica la digestión.
- Luego de este tiempo son enfriados hasta que se cristalice el contenido de los balones.
- Una vez terminada la fase de digestión se procede a preparar la etapa de destilación para lo cual colocamos en los matraces erlenmeyer 50mL de ácido bórico al 2.5% y los colocamos en cada una de las terminales del equipo de destilación.
- En cada balón con la muestra cristalizada se coloca 250mL de agua destilada más 80 mL de hidróxido de sodio al 50% añadiendo también 3 lentejas de zinc, con todo esto contenido son llevados a las hornillas para dar comienzo a la fase de destilación.
- El amoníaco como producto de la destilación es receptado hasta un volumen de 200 mL en cada matraz.
- Se retira los matraces con su contenido, mientras que el residuo que se encuentra en el balón es desechado y se recupera las lentejas de zinc.
- Para la fase de titulación se arma el soporte universal con la bureta y el agitador magnético.
- En cada matraz se coloca 3 gotas del indicador Macro Kjeldahl.

- Las barras de agitación magnética son colocadas en el interior de cada matraz y llevados sobre el agitador magnético y se carga la bureta con HCl al 0.1 N.
- Se prende el agitador y se deja caer gota a gota el ácido clorhídrico hasta obtener un color grisáceo transparente que es el punto final de la titulación.
- El número de mL de HCl al 0.1 N. gastado se registra para el cálculo respectivo.

Cálculos

Porcentaje de Proteína:

$$\%P = \frac{NHCl \times 0.014 \times 100 \times 6.25 \times mLHCl}{W_2 - W_1}$$

Donde:

%PB= % Proteína Bruta

W1= Peso del papel solo

W2= Peso del papel más muestra

mLHCl = mL de Ácido Clorhídrico utilizados al titular.

2.3.4.5 Determinación de Extracto Etéreo (Método de Soxhlet)

Principio

Los lípidos son insolubles en el agua y menos densos que ella. Se disuelven bien en disolventes no polares, tales como el éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y en los derivados líquidos del petróleo.

El contenido en lípidos libres, los cuales consisten fundamentalmente de grasas neutras (triglicéridos) y de ácidos grasos libres, se puede determinar en forma conveniente en los alimentos por extracción del material seco y reducido a polvo con una fracción ligera del petróleo o con éter dietílico en un aparato de extracción continua.²⁴

Procedimiento:

- Pesar 2 g de muestra seca y colocar en el dedal, luego introducirlo en la cámara de sifonación.
- En el balón previamente tarado, adicionar 50 mL de éter etílico o éter de petróleo (se puede usar también hexano), o la cantidad adecuada dependiendo del tamaño del equipo.
- Embonar la cámara de sifonación al balón.
- Colocar el condensador con las mangueras sobre la cámara de sifonación.
- Encender la parrilla, controlar la entrada y salida de agua y extraer por 8 a 12 h.
- Al terminar el tiempo, retirar el balón con el solvente más el extracto graso y destilar el solvente.
- El balón con la grasa bruta o cruda colocar en la estufa por media hora, enfriar en desecador y pesar.

Cálculos

$$\%G (\% \text{ Ex. E}) = \{(P1-P)/m\} \times 100$$

En donde:

%G = grasa cruda o bruta en muestra seca expresado en porcentaje en masa

P1 = masa del balón más la grasa cruda o bruta extraída en g

P = masa del balón de extracción vacío en g

m = masa de la muestra seca tomada para la determinación en g.

2.3.4.6 Extracto Libre no Nitrogenado (ELnN)

Principio

El extracto libre no nitrogenado (ELnN), de un alimento se determina restando de 100 la sumatoria de las cinco determinaciones del proximal en muestra fresca (cenizas, fibra cruda, extracto etéreo, proteína bruta y humedad).

Cálculos:

$$\%ELnN = 100 - \Sigma (\%H + \%C + \%F + \%Ex. E + \%P)$$

En donde:

%ELnN= porcentaje de carbohidratos digeribles.

%H= porcentaje de humedad

%C porcentaje de cenizas

%F= porcentaje de fibra

%Ex. E= porcentaje de extracto etéreo

%P= porcentaje de proteína

2.3.4.7 Determinación de pH

Principio

Se basa en la determinación de la actividad de iones hidrógeno medidos en un potenciómetro usando un electrodo de vidrio y otro de referencia. La fuerza electromotriz producida por el sistema de electrodos es proporcional al pH de la solución problema.

Procedimiento

- Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogenizarla con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) con agitación.
- Colocar el vaso de precipitación aproximadamente 10g de la muestra preparada, añadir 100mL de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitar suavemente.
- Dejar en reposo el recipiente para que el líquido se decante, si existen partículas en suspensión

- Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro, en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que estos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas.

2.3.4.8 Determinación de Acidez (Método de acidez titulable)

Principio

La determinación se basa en una relación ácido base, para lo cual la muestra se coloca en una solución acuosa y se titula con una solución de NaOH N/10 en presencia de indicador fenolftaleína. Cuando la muestra se colorea se titula potenciométricamente hasta pH 8.4.

Procedimiento

El procedimiento se realiza con un equipo de titulación que consiste en una bureta, un vaso de precipitado, un soporte universal y pinzas. Se adicionan tres o cuatro gotas de fenolftaleína (o colorante) y se comienza a titular (dejar caer gota a gota del agente titulante sobre el titulado) hasta obtener un ligero vire a rosa (en el caso de la fenolftaleína) que dure 15 segundos cuando mínimo. Si es muy oscuro, la titulación ha fracasado. Se mide la cantidad de agente titulante gastado (o gasto de bureta) y se utiliza la normalidad de la sustancia.

Técnica experimental. Existen varias técnicas para determinar la acidez de una sustancia.

- Tomar la alícuota de la muestra deseada (procurar que ésta no exceda los 50mL).
- Adicionar 3 gotas de fenolftaleína al 1% de etanol.
- Titular con una base hasta obtener un vire a rosa durante 15 segundos.

Según el método y la regulación vigente, el alícuota se estandariza siempre.

Si, en cambio, la alícuota es un sólido, se puede diluir ésta en otra sustancia disolvente, por ejemplo, mantequilla en alcohol etílico. Siempre y cuando consideremos tener nuestra muestra titulada en blanco, esto es, titular el disolvente, para poder restar la acidez del disolvente a la acidez obtenida de la disolución y obtener la acidez del soluto

2.3.4.9 Determinación de Azúcares (Método de Fehling)

Los azúcares que tienen en su estructura grupos aldehídicos o cetónicos libres reaccionan como agentes reductores libres y se llaman azúcares reductores. Estos incluyen a todos los monosacáridos y los disacáridos como la maltosa, lactosa y celobiosa. Los disacáridos como la sacarosa y la rafinosa, así como otros oligosacáridos están formados por azúcares simples unidos a través de grupos aldehídicos o cetónicos y por tanto son carbohidratos no reductores (hasta que son hidrolizados en los azúcares reductores que los forman). Estas propiedades se usan para cuantificar azúcares por la medición de la reducción del Cu (I) al Cu (II). El licor de Fehling consiste en tartrato cúprico alcalino y se convierte en óxido cuproso insoluble al calentarse a ebullición con una solución de azúcar reductor.

✓ **Azúcares totales**

Procedimiento

- Se pesa 5g de muestra previamente homogenizada.
- Colocar en un balón de 250mL y añadir 100mL de agua destilada para arrastrar cuantitativamente la muestra.
- Adicionar 5mL de HCl concentrado.
- Calentar a reflujo por 20 min.
- Neutralizar con NaOH al 50% hasta pH7.
- Aforar a 250mL con agua destilada.
- Filtrar y colocar el filtrado en una bureta de 50mL.

- En un erlenmeyer de 250mL colocar 5mL de la solución de fehling A y 5mL de la solución de fehling B, mezclar y añadir 40mL de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calorífica y calentar hasta ebullición.
- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeñas cantidades de 0,5mL la solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.
- Al 1 minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de la solución indicadora de azul de metileno y continuar la titulación a ritmo de 0,1mL por segundo hasta color rojo brillante.
- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos 0.5mL.
- Titular a ritmo de 0.05mL cada 10 segundos.
- El punto final debe alcanzar en un periodo de ebullición de 2 a 3 minutos.

Cálculos

Porcentaje de Azúcares Totales:

$$\%AT = \frac{A \times F}{W - V}$$

Donde:

% A T = % Azúcares Totales

A= Aforo de la muestra

F= Título de Fehling

W= Peso de la muestra en gramos

V= Volumen gastado en la titulación

✓ **Azúcares reductores**

Procedimiento

- Colocar en un balón de 500mL, adicionar 15mL de Carrez 1 y 15mL de Carrez II, agitando después de cada adición.

- Aforar a 500mL con agua destilada y filtrar por filtro de pliegues.
- El filtrado colocar en una bureta de 50mL.
- En un erlenmeyer de 250mL colocar 5mL de la solución de ehling A y 5mL de la solución de fehling B, mezclar y añadir 40mL de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calorífica y calentar hasta ebullición.
- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeñas cantidades de 0,5 mL la solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.
- Al 1 min. y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de la solución indicadora de azul de metileno y continuar la titulación a ritmo de 0,1 mL por segundo hasta color rojo brillante.
- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos 0.5mL.
- Titular a ritmo de 0.05mL cada 10 segundos.
- El punto final debe alcanzar en un período de ebullición de 2 a 3 minutos.

Cálculos

Porcentaje de Azúcares Reductores:

$$\%AR = \frac{A \times F}{W - V}$$

Donde:

% AR = % Azúcares Reductores

A= Aforo de la muestra

F= Título de Fehling

w= Peso de la muestra en gramos

v= Volumen gastado en la titulación

✓ **Azúcares no reductores**

Se saca por cálculo previa determinación experimental de los azúcares reductores y

totales con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ ANR} = \% \text{ AT} - \% \text{ AR}$$

2.3.4.10 Determinación de Carotenos (Método espectrofotométrico)

Método adaptado por Rodríguez, Amaya, Kimura, 2004 en el Laboratorio de Nutrición y Calidad (CIP - Perú)

Principio

Los carotenoides totales se determinan espectrofotométricamente basados en el coeficiente de extinción de los carotenoides con éter de petróleo.

Procedimiento

- Pesar aproximadamente 1g de muestra fresca de zanahoria previamente pelada y cortada en trozos pequeños.
- Homogenizar en una licuadora con 60 mL de acetona por unos 3 minutos.
- Decantar y agregar más acetona para realizar una extracción.
- Repetir el proceso hasta extraer completamente los pigmentos (acetona queda sin color anaranjado)
- Filtrar y lavar el residuo que queda en el papel filtro con unos 20-30 mL de acetona.
- Concentrar en campana con un baño de maría hasta pequeño volumen.
- Agregar 60 mL de éter de petróleo.
- A la solución etérea que contiene los carotenoides agregar una pequeña cantidad de Na₂SO₄ anhidro. Dejar la solución con el agente desecante unos 15 minutos agitar ocasionalmente.

- Transferir cuantitativamente la solución etérea a un matraz aforado de 100 mL y llevar a un volumen con éter de petróleo.
- Tomar con una pipeta 2 mL de esta solución (o un volumen que pueda medirse la intensidad de color) y transferir a un tubo.
- Agregar 8 mL de éter de petróleo y medir la absorbancia a la longitud de onda que indica la técnica en el INIAP (450nm).

Cálculos:

$$X(\mu g) = \frac{Abs \times Y(ml)}{A_{1cm}^{1\%} \times 100}$$

En donde:

X= Peso de concentración de los carotenos

Y= Volumen de la solución, que da la absorbancia a 450 nm

A_{1cm}^{1%} = Coeficiente de absorción de los carotenos en éter de petróleo (2592)

Hallo X y remplazo en:

$$[\%] \text{CAROTENOSTOTALES } (\mu g/g) = \frac{X (\mu g)}{M}$$

[] **CAROTENOS TOTALES** ($\mu g/g$)= Concentración de los carotenos totales.

M= Muestra en gramos

2.3.4.11 Determinación de Vitamina C (Método de Cromatografía líquida de alta resolución)

Principio

Técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica. Consiste en una cromatografía de partición en fase reversa, con una fase móvil polar. Utilizando un detector UV.

Condiciones

Columna C18
Flujo 1mL/min
Detector UV/ Visible
Fase móvil 25 – 75 (Metanol – Agua)

Preparación del estándar de Vitamina C

- Pesar 0,5 mg de ácido ascórbico estándar (5ppm)
- Aforar a 100mL con ácido oxálico al 2%
- Tomar una alícuota de 5mL.
- Aforar a 25 mL con ácido fosfórico 0.05 M grado HPLC
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana
- Colocar en vial de vidrio para su inyección

Extracción del principio activo del suplemento

- Pesar 10 g de la muestra
- Aforar a 100 mL ácido oxálico al 2%
- Tomar una alícuota de 5 ml y se afora a 25 ml con ácido fosfórico 0.05 M grado HPLC
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana
- Colocar en vial de vidrio para su inyección

Cuantificación Vitamina C

$$\text{Concentración de vitamina C en la muestra (mg/L)} = \frac{A.M \times C.E}{A.E.}$$

Donde:

A.M = Área de la muestra

A.E = Área del Estándar

C.E = Concentración del Estándar

$$\text{Concentración de Vitamina C en mg /100 g} = \frac{C.M \times F.D}{10 \times P.M}$$

Donde:

C.M = Concentración de la muestra

F.D = Factor de dilución

P.M = Peso de la muestra

2.3.4.12 Determinación de Calcio

Método espectrofotometría de Absorción Atómica

2.3.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

2.3.5.1 Determinación de Hongos (mohos y levaduras)

Se siguió la NTE INEN 1529 – 10

2.3.5.2 Determinación de microorganismos aerobios mesófilos.

Se siguió la NTE INEN 1529 – 5

2.3.6 INFORMACION NUTRICIONAL

Se siguió la NTE INEN 1334 – 1 y - 2: 2011

2.3.7 ANALISIS ESTADÍSTICO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación preliminar en la cual se utilizó diferentes relaciones de harina de trigo – harina de amaranto y diferentes niveles de tomate de árbol se analizó con tres repeticiones bajo un diseño completamente al azar con un arreglo combinatorio el mismo que se ajusta al siguiente modelo lineal aditivo: $Y_{ijk} = u + a_i + B_j + aB_{ij} + E_{ijk}$ en donde: Y_{ijk} : Valor estimado de la variable, u : media general, a_i : efecto de los diferentes relaciones de harina de trigo - harina de amaranto, B_j : efecto de los diferentes niveles de tomate de árbol, aB_{ij} Efecto de la interacción entre la relación harina de trigo – harina de amaranto vs Diferentes niveles de harina de amaranto y E_{ijk} : error experimental.

En la investigación definitiva, los resultados experimentales se analizaron bajo un diseño completamente al azar el mismo que se ajusta al siguiente modelo lineal aditivo: $Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$ donde: Y_{ij} : Valor estimado de la variable, u : media general, T_i : efecto de los niveles de amaranto y E_{ij} : error experimental, además se utilizó la separación de medias según Tukey al 5 % y para los análisis organolépticos se utilizó el diseño de bloques completamente al azar que se ajusta al siguiente modelo matemático $Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$, finalmente un análisis de regresión y correlación (9)

CAPITULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

3.1.1 ANÁLISIS SENSORIAL DE LAS NUEVE FORMULACIONES DE GALLETAS ELABORADAS CON DIFERENTES PROPORCIONES DE: TRIGO, AMARANTO Y TAD

Los resultados de la evaluación sensorial de las nueve formulaciones de galletas elaboradas con diferentes proporciones de trigo, amaranto y TAD se observan en el Cuadro No 1.

CUADRO No 1. ANÁLISIS SENSORIAL DE LA GALLETA ELABORADA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE HARINA DE TRIGO, AMARANTO Y TAD.

Variables	Relación Harina de trigo - Harina de Amaranto y TAD									Sign
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3	
Olor	4.67 a	5.00 a	4.00 b	4.00 b	5.00 a	4.00 b	4.00 b	5.00 a	4.00 b	*
Color	3.00 c	4.67 ab	4.00 b	4.00 b	5.00 a	4.00 b	2.00 d	4.33 ab	5.00 a	**
Sabor	4.00 b	4.33 ab	4.00 b	3.00 c	5.00 a	5.00 a	4.00 b	4.67 ab	4.00 b	**
Textura	3.00 b	3.00 b	3.00 b	3.00 b	4.33 a	4.00 a	3.00 b	4.00 a	3.00 b	**
Total	14.67 de	17.00 bc	15.00 de	14.00 ef	19.33 a	17.00 bc	13.00 f	18.00 ab	16.00 cd	**

Letras iguales ni difieren significativamente según Tukey al 5 %.

*: Diferencias significativas (P < 0.05).

** : Diferencias altamente significativas (P < 0.01).

3.1.2 Olor

La utilización de 37.5, 25 y 12.5 % de amaranto y 2 % de tomate como colorante y saborizante permitió registrar 5.00/5.00 puntos con respecto al olor, haciendo que difiera significativamente del resto de tratamientos, esto quizá se deba a que el nivel adecuado de tomate para determinar un olor excelente es un nivel medio que corresponde a 2 %, mientras que niveles extremos (1 y 3%), hacen que el producto sea menos o extremadamente aromático a la percepción de los catadores por lo que es necesario utilizar este producto en 2 % que hace que sea aceptable a la degustación de los catadores (Cuadro No. 1, Grafico No. 1).

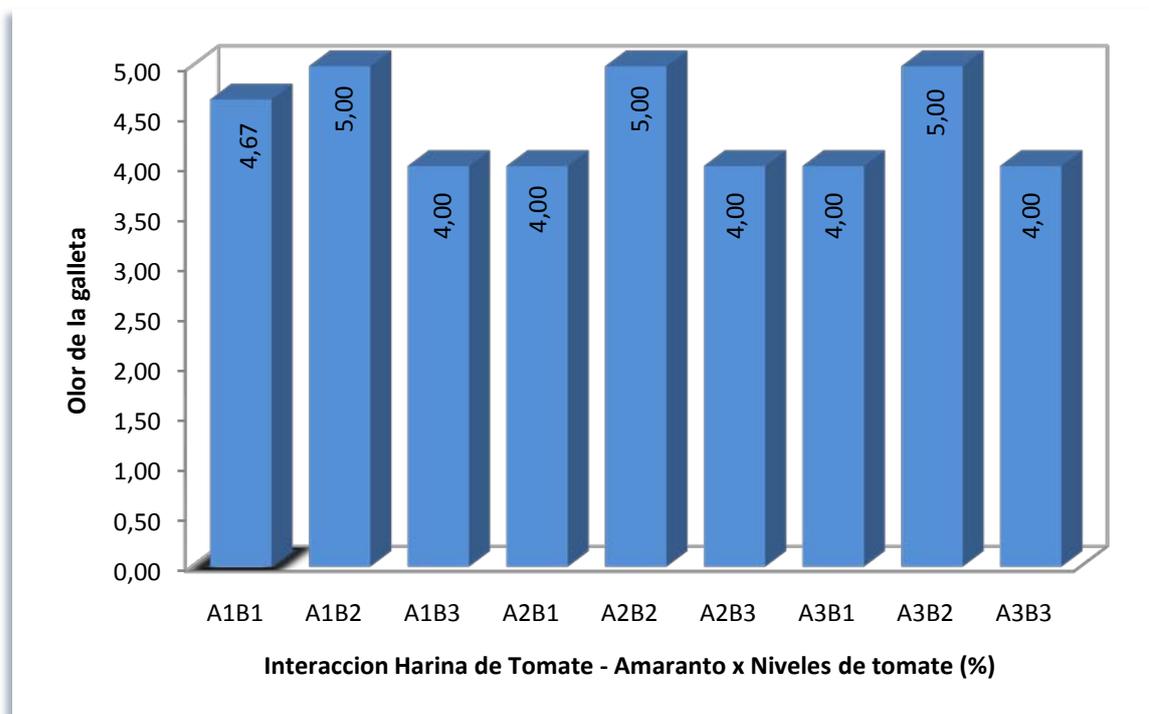


GRÁFICO No 1. OLOR DE LA GALLETA ELABORADA CON DIFERENTES NIVELES HARINA DE TRIGO, HARINA DE AMARANTO Y DE TOMATE.

3.1.3 Color

El color de la galleta de mejor aceptación se debe a la aplicación del tomate en un 2 % puesto que alcanzaron 4.67, 5.00 y 5.00/5.00 puntos según el grupo de catadores al utilizar 37.5 – 12.5, 25 – 25, 12.5 – 37.5 % de harina de trigo y amaranto (Cuadro No. 1,

Grafico No. 2), en el color influye la relación de trigo y amaranto sin embargo el tomate deshidratado toma su papel como pigmento, factor indispensable en la aceptabilidad de los catadores, esto se debe a que el tomate tiene el pigmento que se transmite en forma adecuada en un nivel de 2 % puesto que niveles extremos permite tener galletas muy pálidas o muy intensas que hacen menos aceptables a la percepción de los catadores, por ello es necesario utilizar este tipo de productos, principalmente que sean de origen orgánico los cuales no son perjudiciales para la salud de los consumidores.

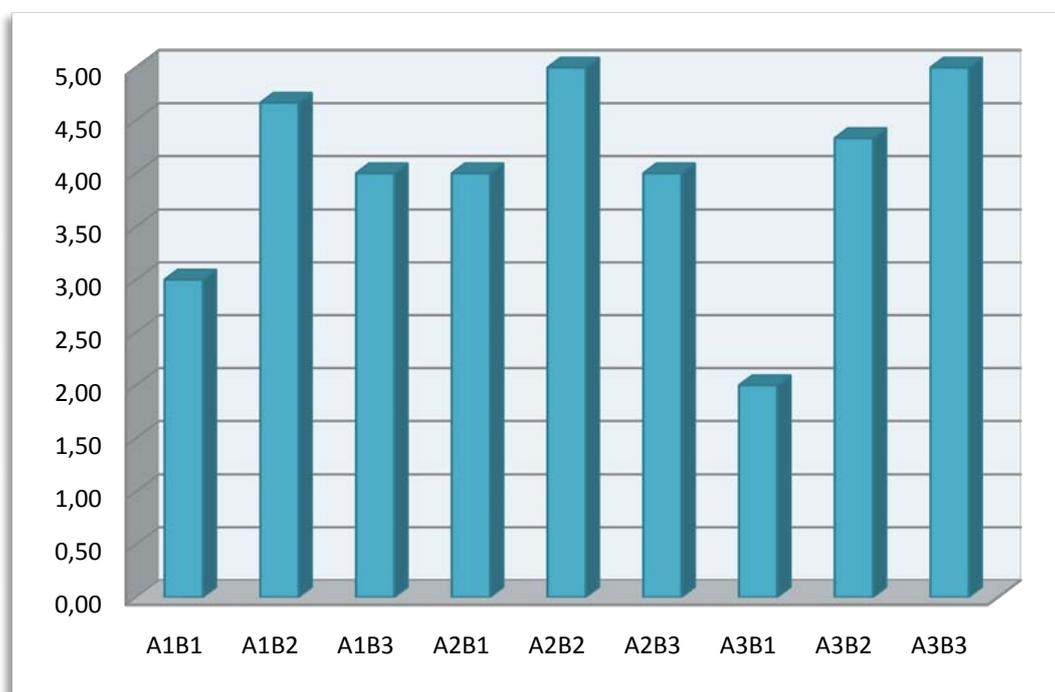


GRÁFICO No. 2. COLOR DE LA GALLETA ELABORADA CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE TRIGO, HARINA DE AMARANTO Y DE TOMATE.

3.1.4 Sabor

La utilización de 2 y 3 % de tomate en la elaboración de la galleta con harina de trigo con amaranto en 25 – 25 % registro un sabor de 5.00/5.00 puntos equivalentes a un sabor excelente por lo que se puede mencionar que la utilización el contenido adecuado de trigo, amaranto es del 25 % cada uno y 2 % adicional de tomate para alcanzar un buen sabor (Cuadro No. 1, Grafico No. 3), factor indispensable en la elaboración de la galleta la misma que tiene una excelente aceptabilidad al gusto, lo que no ocurre con niveles extremos de tomate, esto quizá se deba a que el sabor del tomate si bien es cierto es

agradable en forma de jugo o deshidratado al utilizar como colorante natural en un producto alimenticio como la galleta, este producto no resulta muy agradable en niveles extremos al 2 % de este fruto importante en la gastronomía ecuatoriana.

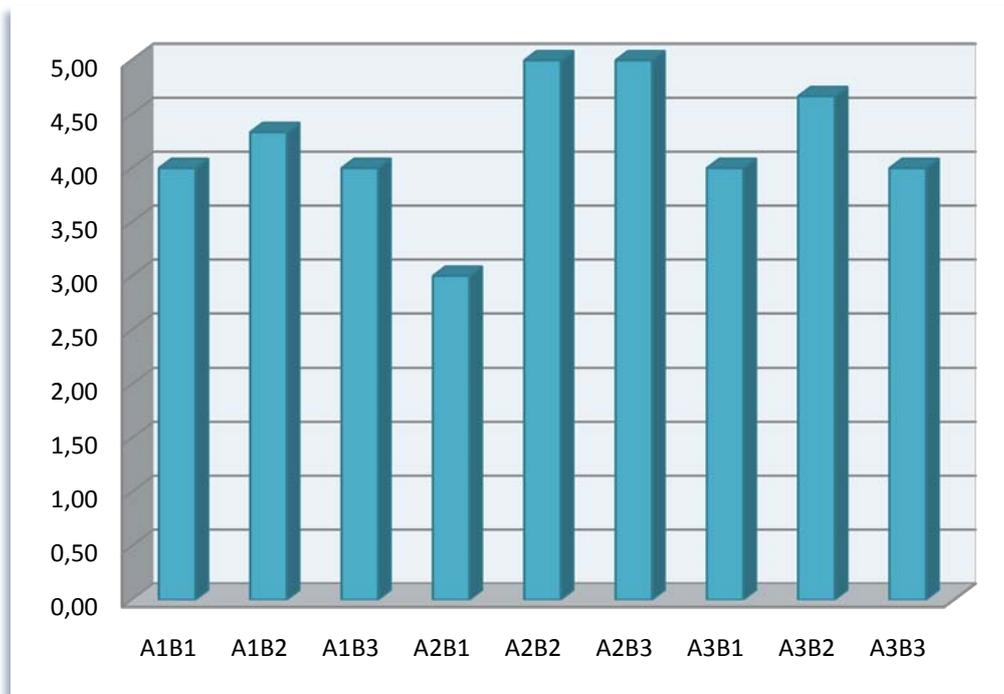


GRÁFICO No 3. SABOR DE LA GALLETA ELABORADA CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE TRIGO, HARINA DE AMARANTO Y DE TOMATE.

3.1.5 Textura

La utilización de 25 % de harina de trigo y 25 % de amaranto y 2 % de tomate permitió registrar una textura de 4.33/5.00 puntos equivalentes a muy bueno, al parecer no existió una formulación que permitiera una excelente textura que llegue a 5 punto (Cuadro No. 1, Grafico No. 4)s, esto quizá se deba a la poca experiencia en el punto de amasado de la fórmula para el producto, factor indispensable en la obtención de la galleta, puesto que no todos los puntos y formas de amasado permiten un producto final aceptable para cada uno de los repostes como la galleta. Además se puede atribuir la textura a la utilización de harina de amaranto y trigo en su respectiva relación, sin embargo el 100 % no depende únicamente del tipo de harinas sino de la forma y tipo de masa que se requiere para estos productos como repostes en la gastronomía de los consumidores.

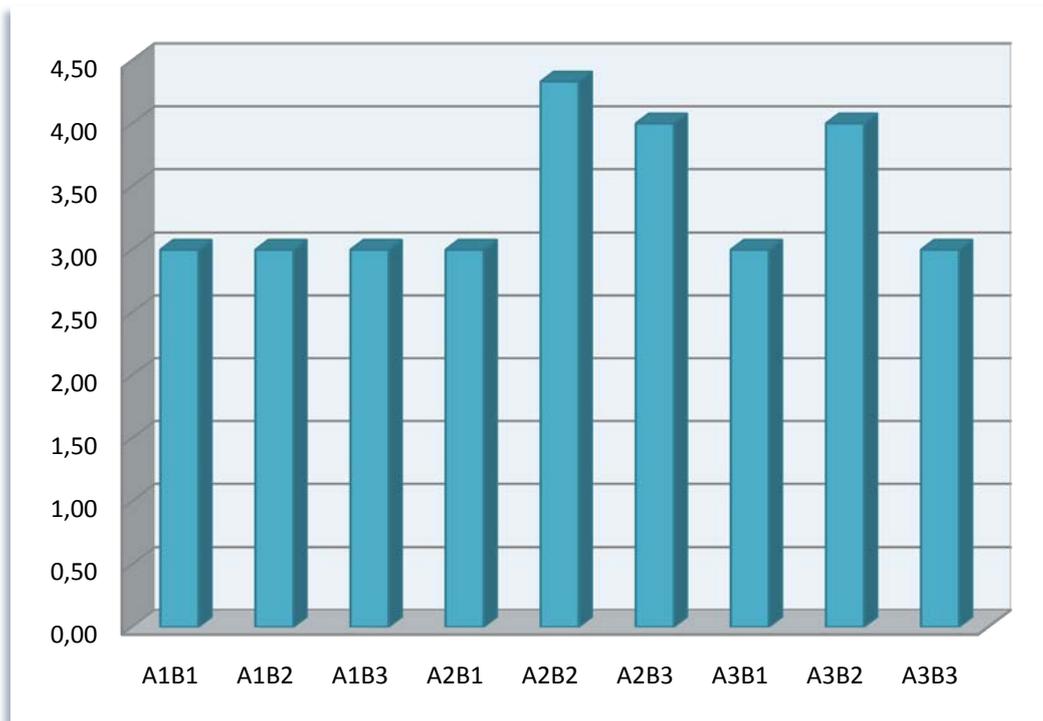


GRÁFICO No 4. TEXTURA DE LA GALLETA ELABORADA CON HARINA DE TRIGO Y AMARANTO Y DIFERENTES NIVELES DE TOMATE.

3.1.6 Características organolépticas totales

La utilización del 2 % de tomate en las diferentes relaciones de harina de trigo con amaranto (12.5 – 37.5, 25 – 25 y 37.5 – 12.5 %) permitió registrar los más altos puntajes de aceptabilidad llegando a acumular 17.00, 19.33 y 18.00/ 20 puntos equivalente a unos productos muy bueno y excelente (Cuadro No. 1, Grafico No. 5), punto de partida que nos sirvió para determinar el nivel óptimo de tomate (2 %) por lo que fue necesario ampliar la investigación y determinar con exactitud para determinar las relaciones de trigo y amaranto los cuales nos permiten obtener un producto de repostería no únicamente valioso en la aceptabilidad de los consumidores (catadores) sino también en su composición nutricional y presencia de microorganismos que garanticen la calidad del producto para los consumidores.

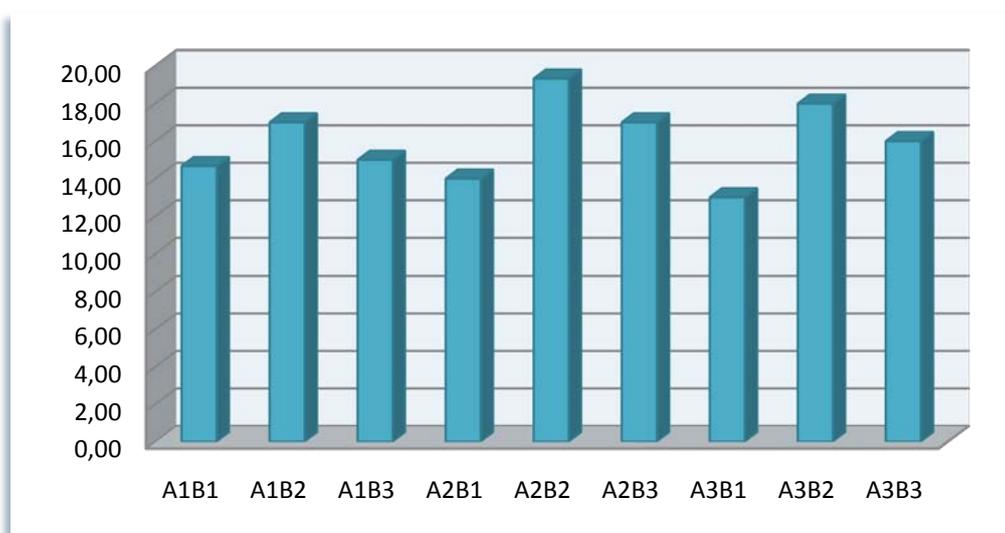


GRÁFICO No 5. ACEPTABILIDAD DE LA GALLETA ELABORADA CON HARINA DE TRIGO Y AMARANTO Y DIFERENTES NIVELES DE TAD.

3.2 INVESTIGACION DEFINITIVA

3.2.1 ANÁLISIS SENSORIAL DE LA GALLETA DE TRIGO Y AMARANTO

Las características organolépticas de la galleta elaborada con diferentes niveles de amaranto y 2% de TAD se observa en el Cuadro No 2

CUADRO No 2. CARACTERISTICAS ORGOLEPTICAS DE LA GALLETA ELABORADA CON DIFERENTES NIVELES DE AMARANTO Y 2 % DE TOMATE DE ARBOL.

Variables	Amaranto (%) + 2 % de Tomate de árbol deshidratada			Sig	CV %	Media
	25	50	75			
Olor	4.11 b	5.00 a	3.89 c	**	8.67	4.33
Sabor	4.22 b	4.89 a	2.67 c	**	15.71	3.93
Textura	4.67 a	4.56 a	2.89 c	**	14.75	4.04
Color	3.78 b	4.78 a	3.67 b	**	21.47	4.07
Total	16.78 b	19.22 a	13.11 c	**	10.62	16.37

Letras iguales no difieren significativamente entre los tratamientos según Tukey al 5%.

** : Diferencias altamente significativas (P < 0.01).

CV %: Coeficiente de variación

3.2.1.1 Olor

El olor de las galletas elaboradas con diferentes niveles de amaranto y 2 % de tomate, en promedio se registró 4.33/5.00 puntos con un coeficiente de variación de 8.67 %, al someter los resultados experimentales al análisis de la varianza se determinó diferencias significativas entre los tratamientos.

El olor de la galleta está relacionada significativamente de los niveles de amaranto ($P < 0.01$), el 62.22 % de olor de la galleta depende de los niveles de amaranto a una regresión cuadrática y por cada nivel de amaranto utilizado en la elaboración de galleta, el olor mejora en 0.013 puntos hasta el 25 % de amaranto, a partir de este nivel por cada inclusión de amaranto el olor empieza a reducir en 1×10^{-5} puntos.

La utilización de 25 % de amaranto en las galletas permitió registrar 5.00/5.00 puntos correspondiendo a un excelente olor (Cuadro No. 2, Grafico No. 6), el mismo que difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente del nivel 37.5 % de amaranto con el cual se registró 3.89/5.00 que equivale a un producto cercano a muy bueno, según Cabezas, S. (España, 2009), esto se debe a que “la presencia de los ingredientes que componen las galletas influyen en sus características sensoriales.”, si bien todas las galletas tienen los mismos ingredientes, no todos se encuentran en las mismas concentraciones, este es el caso del amaranto y del trigo. “El amaranto posee un olor característico, olor que es mejorado con el proceso de tostado hasta un 30%”según Facciola citado por Andrade & Balseca (Ecuador, 2005). Por esta razón y bajo la influencia del TAD la galleta de mejor aceptabilidad es aquella en la que se utilizo 25 % de amaranto, pues en el caso de la formulación que poseía 37.5 % de amaranto el olor característico de este falso cereal quedaba más al descubierto y ocasionó un rechazo por parte de los panelistas.

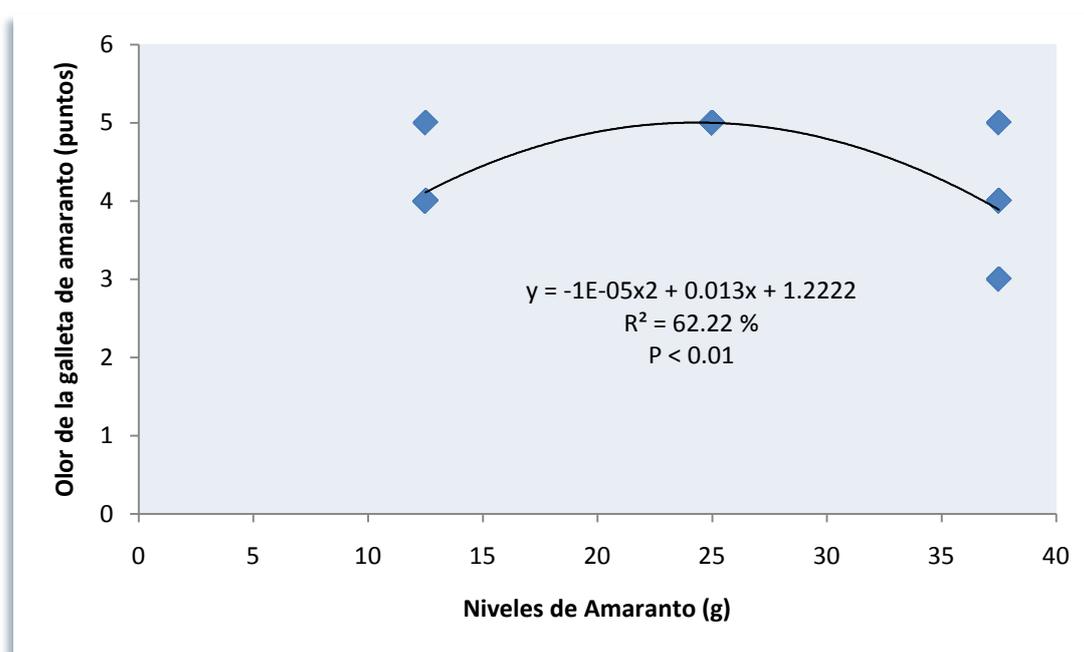


GRÁFICO No 6. OLOR DE LA GALLETA BAJO LA INFLUENCIA DE DIFERENTES NIVELES DE AMARANTO.

3.2.1.2 Sabor

El sabor de la galleta elaborada con diferentes niveles de amaranto permitió registrar un valor de 3.93/5.00 puntos y un coeficiente de variación de 15.71 %, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza se determinó diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

La utilización del 25 % de amaranto en la galleta permitió registrar 4.89/5.00 puntos, valor que difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente del nivel 37.5 % de amaranto con el cual se alcanzó 2.67 equivalente a un sabor cercano a bueno (Cuadro No. 2, Gráfico No. 7), esto posiblemente se deba a que según Facciola citado por Andrade & Balseca (Ecuador, 2005) “el amaranto posee un sabor ligero a nueces”, y a pesar de que esta característica organoléptica es mejorada por el proceso que sufre el grano de amaranto antes de convertirse en harina, este sabor a nueces aumenta con la concentración del amaranto y frente a la presencia del tomate no resulta un sabor agradable y es por eso que la formulación que posee 37.5 % de amaranto es rechazado por la mayoría de panelistas que son niñas.

El sabor de la galleta está relacionado significativamente de los niveles de amaranto a una regresión cuadrática, el 73.49 % del sabor de la galleta depende de los niveles de amaranto y por cada nivel de amaranto utilizado en la elaboración de la galleta el sabor mejora en 0.0167 puntos hasta el 25 %, a partir de este nivel la inclusión de mayor proporción de amaranto hace que el sabor se vea afectado o se reduzca en 2×10^{-05} puntos.

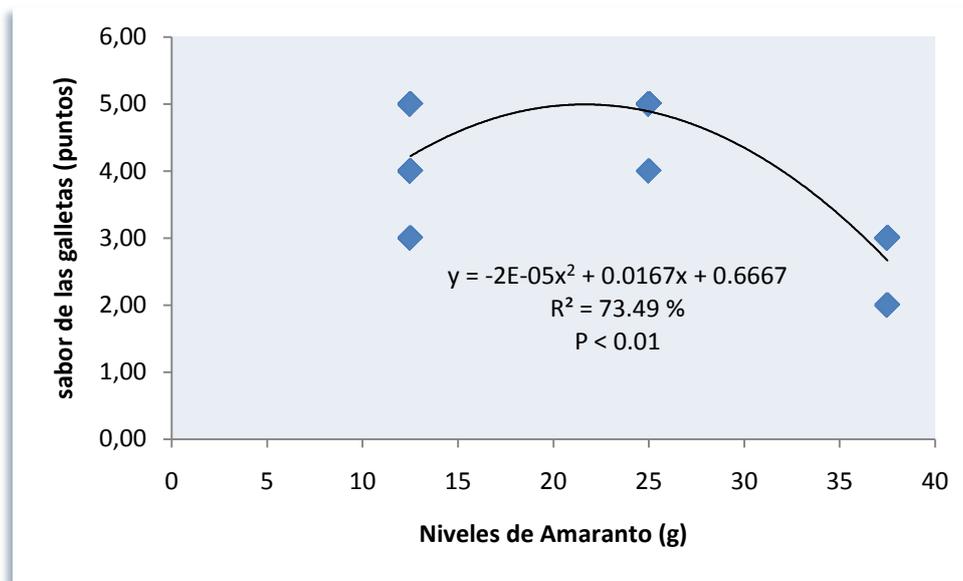


GRÁFICO No 7. SABOR DE LA GALLETA BAJO LA INFLUENCIA DE DIFERENTES NIVELES DE AMARANTO.

3.2.1.3 Textura

La utilización de diferentes niveles de amaranto y 2 % de tomate de árbol en la galleta permitió registrar en promedio 4.04 puntos y un coeficiente de variación de 14.75 %, al aplicar el análisis de varianza a los resultados experimentales se determinó diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

La utilización de 12.5 % y 25 % de harina de amaranto permitió registrar una textura muy aceptable a la percepción de los catadores puesto que alcanzaron 4.67 y 4.56/5.00 puntos (Cuadro No. 2, Gráfico No. 8) los cuales difieren significativamente del tratamiento a base de 37.5 % de harina de amaranto con el cual se determinó 2.89/5.00 puntos.

La textura de la galleta depende de los niveles de amaranto y trigo; en efecto Hosoney (España, 1999), indica que “la textura de una galleta depende principalmente de su composición”; por otro lado Duncan J.R. Manley (España, 1989) señala que “las harinas blandas son indispensables para la elaboración de galletas, estas harinas son aquellas cuyo contenido proteico es normalmente inferior al 10%. La masa que se obtiene es menos elástica y menos resistente al estiramiento que la masa obtenida con harina fuerte”, que contribuye a lo que expresa Owen R. (España, 1996)”si las galletas se hacen con una harina muy dura, resultan duras”. En esta investigación todas las formulaciones contienen amaranto el mismo que en su estructura no posee gluten, y posee gran cantidad de proteína, es por eso que la galleta de mejor aceptación es aquella que tiene una relación de harina de trigo y amaranto de 1:1 pues el trigo proporciona un equilibrio permitiendo que la galleta tenga la crocancia deseada. Además, no hay que olvidar el rol de las grasas, Coultate (España, 2012) señala que “las grasas juegan un papel importante en la textura de las galletas, ya que las galletas resultan menos duras de lo que serían sin ellas”

La textura de la galleta está relacionada significativamente de los niveles de amaranto ($P < 0.01$) a una regresión cuadrática, el 66.21 % de textura de la galleta depende de los niveles de amaranto, por cada porcentaje de aplicación de amaranto hasta el 25 %, la textura mejora en 0.08 puntos, a partir de este nivel, la textura se ve afectada en 0.0012 puntos.

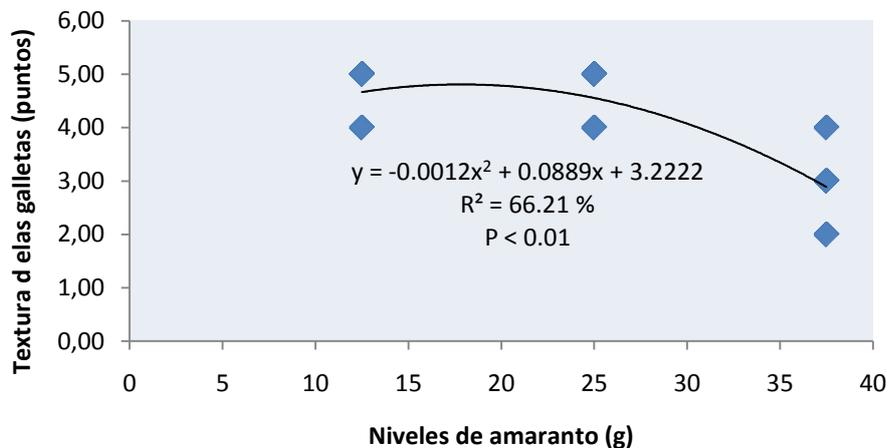


GRÁFICO No 8. TEXTURA DE LA GALLETA BAJO LA INFLUENCIA DE DIFERENTES NIVELES DE AMARANTO.

3.2.1.4 Color

El color de la galleta elaborada con harina de amaranto en promedio registro 4.07 puntos y un coeficiente de variación de 21.47 %, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza se determino diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los diferentes niveles de amaranto.

La utilización de 25 % de amaranto permitió registrar 4.78 /5.00 puntos el cual difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente del que posee 37.5 % de amaranto con el cual se obtuvo 3.67 % que equivale a un valor cercano a muy bueno (Cuadro No. 2, Grafico No. 9), esto se debe a que al utilizar 25 % de amaranto este producto permite dar una coloración aceptable a la vista de los catadores. Esto concuerda con lo expuesto por Duncan J,R. Manley (España ,1989)“El color es la primera sensación que se percibe de un alimento y la que determina el primer juicio sobre su calidad; es además un factor importante dentro del conjunto de sensaciones que aporta el alimento, y tiende a veces a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor o el olor”. Existen colorantes naturales y en estos productos se utilizo los carotenos presentes en el tomate deshidratado en un 2%.Badui., S. (México, 2006) indica que “en los mecanismos de oscurecimiento como la caramelización y la reacción de Maillard intervienen azúcares reductores” azúcares que se encuentran tanto en la harina de trigo como en la de amaranto aunque en esta ultima en pequeña cantidad y que al someter estos ingredientes a temperaturas drásticas sufre pardeamiento, Facciola citado por Andrade &Balseca (Ecuador, 2005) corrobora diciendo que “el proceso de expansión mediante tostado artesanal mejora las propiedades organolépticas y nutritivas, por la acción del calor el grano de amaranto toma una coloración un tanto más oscura que la de trigo”,es así que al utilizar niveles extremos, el color no se ve tan favorecido. En el caso de la galleta con 12.5 % de amaranto resulto más claro y al utilizar 37.5 % la coloración y por ello no tuvo buena aceptación.

El color de la galleta está relacionado significativamente de los niveles de amaranto ($P < 0.01$), el 26.07 % de color depende de los niveles de amaranto y por cada unidad de amaranto que se incluye en la galleta, el color de la galleta incrementa en 0.0139 puntos

hasta el 50 %, a partir de este nivel, por cada inclusión de harina de amaranto el color se ve afectado en 1×10^{-5} puntos.

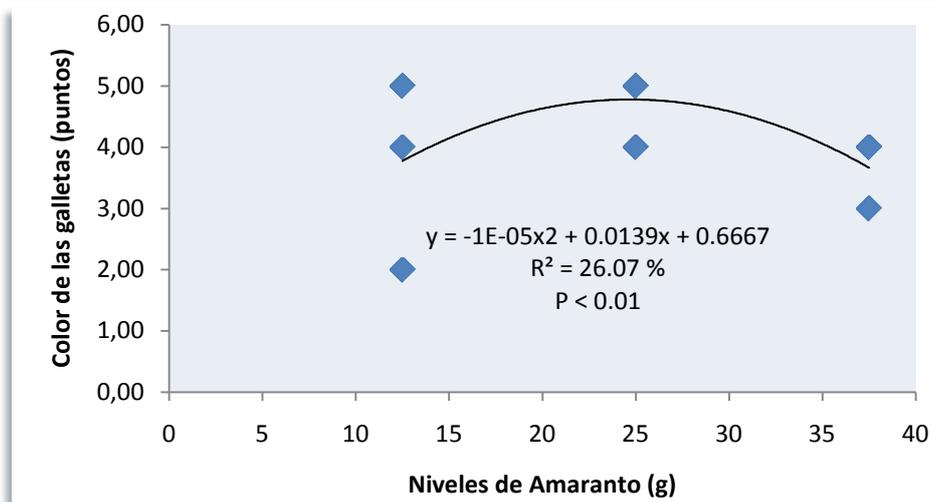


GRÁFICO No 9. COLOR DE LA GALLETA BAJO LA INFLUENCIA DE DIFERENTES NIVELES DE AMARANTO.

3.2.1.5 Aceptabilidad Total

En el Cuadro No. 2, Grafico No. 10 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial por atributo (color sabor y textura) realizada a las tres formulaciones de galletas elaboradas con harina de trigo, amaranto y tomate de árbol deshidratado, la cual permitió determinar cuál de las formulaciones evaluadas fue la de mayor aceptación entre los panelistas. Los resultados de la prueba hedónica de caritas, indican que el tratamiento de mayor aceptabilidad en cuanto al color, olor sabor y textura, fue la galleta elaborada con 25 % de harina de amaranto, y 25 % de harina de trigo, en proporciones iguales (1:1). A esta formulación se le realizaron los análisis proximales, entre ellos: humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra, y carbohidratos y los análisis físico-químicos.

Las características organolépticas totales de la galleta elaborada con diferentes niveles de harina de amaranto registró un valor de 16.37/20 puntos y un coeficiente de variación de 10.62 %, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza se determinó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos. La aplicación de 25 % de harina de amaranto permitió registrar 19.22/20.00 puntos, los cuales difieren

significativamente de los niveles extremos (12.5 y 37.5 %) con los cuales se alcanzó 16.78 y 13.11/20 puntos, esto se debe a que el amaranto es necesario en la elaboración de la galleta pero en niveles del 25 % puesto que con ello se logra obtener un producto excelente, mientras que niveles extremos hacen que el producto sea menos aceptable por parte de los catadores.

Como lo menciona Mendoza E. y C. Calvo “El sabor, el aspecto y la textura son los tres atributos más importantes que pueden apreciarse en un alimento. La importancia relativa de cada uno de ellos varía con el tipo de alimento y la ausencia o deterioro de alguno afecta la calidad sensorial del mismo, resultando la menor aceptación o el rechazo por parte del consumidor. Si nos llevamos un alimento a la boca, en primer lugar se ve el color, que determina nuestra apreciación de éste. Posteriormente al aproximarnos el alimento en la boca percibimos su olor. Y finalmente su sabor.

La aceptabilidad total de la galleta está relacionado significativamente de los niveles de amaranto ($P < 0.01$), el 71.46 % de las características organolépticas totales de la galleta depende de los niveles de amaranto y por cada unidad de amaranto que se incluye en la galleta, estas características sensoriales de la galleta incrementa en 0.0509 puntos hasta el 50 %, a partir de este nivel, por cada nivel de aplicación de harina de amaranto estas características reducen en 5×10^{-5} puntos.

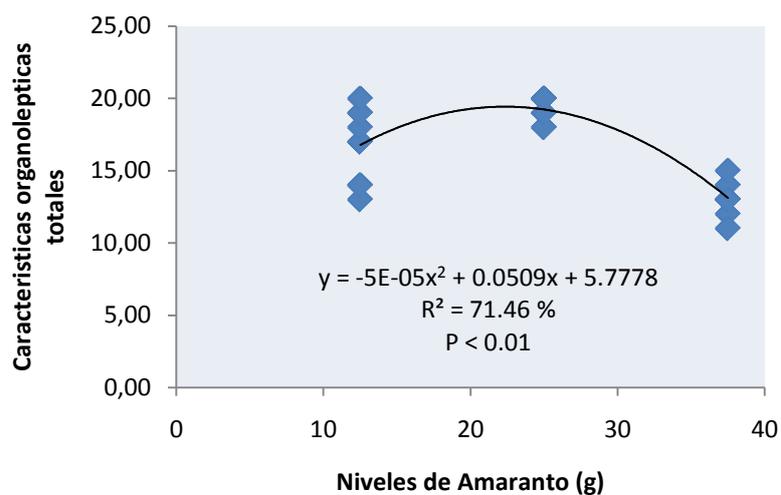


GRÁFICO No 10. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA GALLETA BAJO LA INFLUENCIA DE DIFERENTES NIVELES DE AMARANTO.

3.3 ANALISIS BROMATÓLOGICO

En el Cuadro No. 3 se ve las características bromatológicas tanto de la galleta de amaranto con 2% de TAD como la galleta testigo.

CUADRO No 3. CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE LA GALLETA ELABORADA CON 25 % DE AMARANTO Y EL TRATAMIENTO CONTROL.

Variables	% Amaranto y 2% TAD		Sig	CV %	Media	VALOR DE REF
	50	Control				
						NTE INEN
Humedad (%)	3.1 b	4.8 a	**	5.37	3.95	518
Cenizas (%)	2.8 a	2.6 a	ns	4.34	2.70	
						NTE INEN
Proteína (%)	15.1 a	8.9 b	**	5.30	12.00	519
Fibra (%)	3.4 a	0.6 b	**	8.98	2.00	
Extractoetereo (%)	18.1 b	14.2 a	**	1.75	16.15	
ExtractoLibre no nitrogenado (%)	57.5 b	68.9 a	**	0.94	63.22	
Azucarestotales (%)	31.3 a	36.8 b	**	3.47	34.05	
Azucares no reductores (%)	23.8 a	23.4 a	ns	4.72	23.60	
Azucaresreductores (%)	7.5 a	13.4 b	**	0.96	10.45	
Acidez (%)	1.5 a	0.7 b	*	25.72	1.10	
						NTE INEN
pH	5.4 b	6.8 a	**	5.05	6.10	526
Caroteno (mg/100 g)	1.9 a	0.03 b	**	1.05	0.96	
Vitamina C calcio (mg/100)	0.5 a	0.01 a	**	2.94	0.25	
	27.0 b	8.7 a	**	0.08	13.28	
						NTE INEN
Aerobiosmesofilos UFC/g	500	980.0		45.87	740.00	1529-5
						NTE INEN
Mohos y levaduras UFC/g	200	280.0		23.57	240.00	1529-10

Letras iguales no difiere significativamente según Tukey al 5 %.

Ns: no difiere significativamente (P < 0.05).

*: Diferencias significativas (P < 0.05).

** : Diferencias altamente significativas (P < 0.01).

3.3.1 Humedad (%)

La humedad promedio de la galleta fue de 3.10 %, con un coeficiente de variación de 5.37 %, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza se determinó diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.01$).

La galleta elaborada con 25 % de harina de amaranto y 2% de tomate de árbol deshidratado registró 3.1 % de humedad, y la galleta control registró 4.8 % de humedad (Cuadro No. 3, Gráfico No. 11), ambas galletas tienen un valor que está dentro del parámetro que establece los requisitos en la NTE INEN 2085 (Galletas. Requisitos). Sin embargo el valor de humedad en las dos galletas difiere significativamente esto posiblemente se deba a que antes de realizar las galletas el grano de amaranto fue secado por expansión mediante la utilización de un tiesto de barro caliente, “el calor de la superficie caliente o el aire caliente causan la evaporación del agua contenida en la matriz del almidón”, esto según Monteros (Ecuador, 2005) y por lo tanto en el proceso de horneado se pierde más humedad.

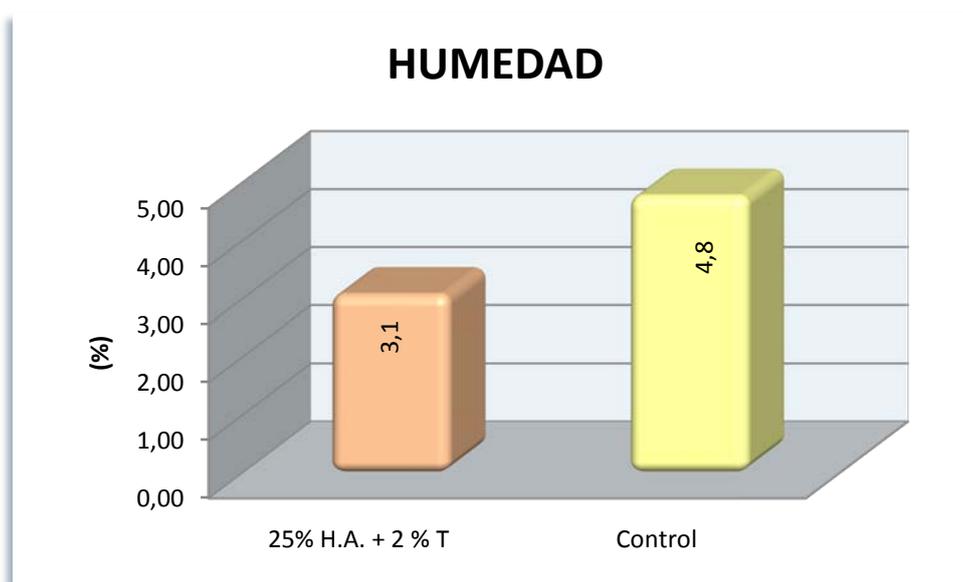


GRÁFICO No 11. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD FRENTE A LA GALLETA CONTROL.

3.3.2 Cenizas (%)

La galleta elaborada con 25 % de harina de amaranto y 2% de tomate de árbol deshidratado registro 2.80 % de cenizas, y la galleta testigo registro 2.60 % (Cuadro No. 3). Según Pearson (España, 1999), las cenizas obtenidas no tienen necesariamente la misma composición que la materia mineral presente en el alimento original, ya que puede haber pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los constituyentes. Sin embargo considerando que ambas galletas se elaboraron con los mismos ingredientes a excepción de la harina de amaranto y el tomate deshidratado la diferencia de valores obtenidos en cenizas puede deberse a la cantidad de materia inorgánica que posee el amaranto pues posee según Nieto, C. (Quito, 1990) el amaranto posee un porcentaje de 3.0 – 3.3% de cenizas

3.3.3 Proteína (%)

La proteína de las galletas en promedio se registro 12 % y un coeficiente de variación de 5.30 %, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza se determino diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

En cuanto al contenido de proteína se encontró que la galleta elaborada con harina de amaranto registro 15.1 % de proteína, la misma que difiere significativamente de la galleta testigo la cual se registro 8.9 % de proteína (Cuadro No. 3, Grafico No. 12). Este incremento es debido a la combinación del cereal, el pseudocereal y la fruta. Este producto alimenticio “al tener esta mezcla garantiza una buena cantidad de aminoácidos esenciales” según Muller y Tobin (España, 1994), Mazón, E. (Ecuador, 2003) señalan que “los cereales son pobres en lisina mientras que en el grano de amaranto la lisina es superior a 5 gr. por 100 gr”. Por consiguiente, el amaranto suplementa la deficiencia del otro.

Según Facciola citado por Andrade & Balseca (Ecuador, 2005) “el proceso de tostado es un tratamiento térmico que utilizado a temperaturas controladas el grano cambia sus cualidades físicas y químicas alterando la configuración de proteínas haciéndolas digeribles ya que aumenta la disponibilidad de los aminoácidos, eficiencia proteínica

(PER) y la destrucción de factores antifisiológicos”. Y al utilizar bajo estas condiciones el amaranto el valor proteico aumenta o se mantiene y no se ve afectado a los posibles tratamientos que recibe hasta llegar a convertirse en galleta.

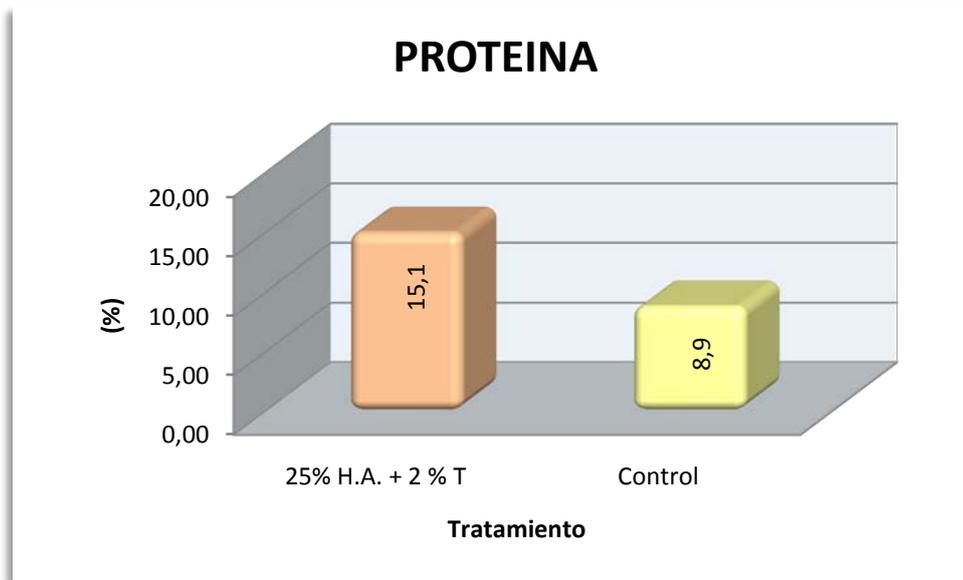


GRÁFICO No12. CONTENIDO DE PROTEÍNA DE LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD FRENTE A LA GALLETA CONTROL.

3.3.4 Fibra (%)

La fibra de la galleta en promedio se registro un valor de 2.00 % y un coeficiente de variación de 8.98 %, al aplicar los resultados experimentales al análisis de varianza se determino diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos.

El contenido de fibra encontrado en la galleta elaborada con 25% de harina de amaranto, 25% de harina de trigo y 2% de TAD fue de 3.4 % la misma que difiere significativamente de las galletas que son elaboradas únicamente con harina de trigo 0.6 % (Cuadro No. 3, Grafico No. 13) , según Velásquez (Venezuela, 2008) “el valor encontrado de fibra en un alimento es debido al contenido del mismo que poseen cada uno de los ingredientes utilizados pues aportan una cantidad considerable de este nutriente capaz de aumentar porcentaje de fibra en el alimento elaborado”, los ingredientes que incorporan las galletas elaboradas en esta investigación son entre otros el trigo, amaranto y el TAD, el amaranto y el TAD son los que proporcionan la cantidad necesaria de fibra para que el

porcentaje de este nutriente sea significativamente diferente al de la galleta testigo que está elaborada con harina de trigo.

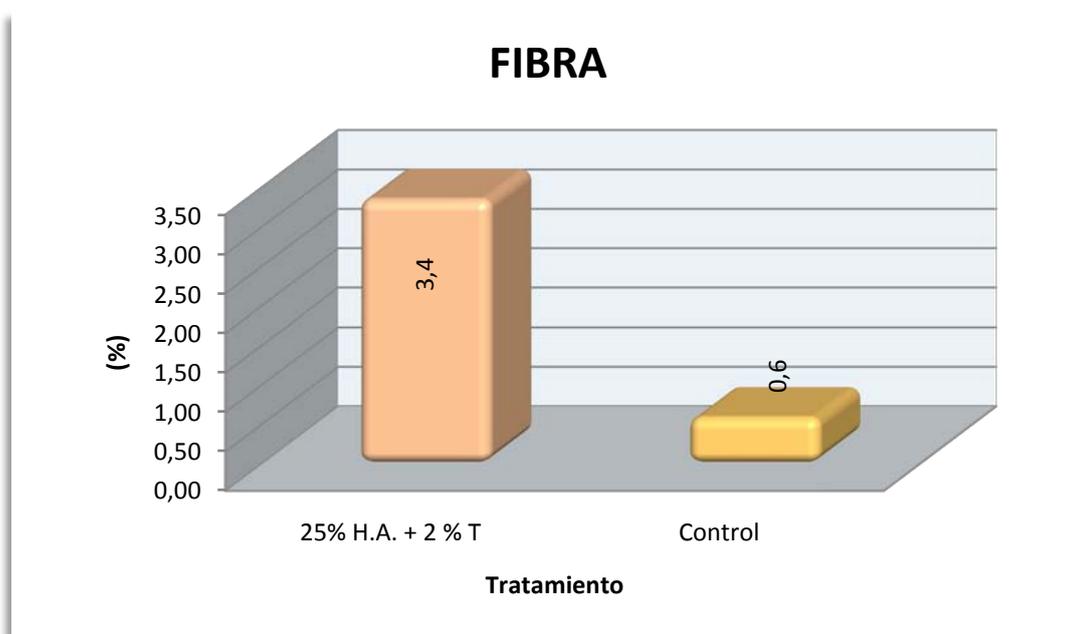


GRÁFICO No 13. CONTENIDO FIBRA DE LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD FRENTE A LA GALLETA CONTROL.

3.3.5 Extrácto etéreo (%)

La presencia de grasa en las galletas en promedio se registro un valor de 16.15 % con un coeficiente de variación de 1.75 %, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza se determino diferencias estadísticas ($P < 0.01$) entre los tratamientos.

En el Cuadro No. 3, Grafico No. 14 se aprecia el porcentaje de grasa tanto de la galleta elaborada con 25 % de harina de amaranto y 2 % de TAD como de la galleta elaborada únicamente con harina de trigo el cual registra 18.10 % y 14.20 % respectivamente, los valores altos pueden deberse a la cantidad utilizada de mantequilla y huevos, ambas galletas están elaboradas con los mismos ingredientes a excepción del TAD y del amaranto, pero la variación que se ve en los resultados se debe a que según Lyon y Becker (Estados Unidos, 1987)“el contenido de grasa vario por el aporte de grasa del amaranto, pues el grano de amaranto contiene de 6.10 a 8.10 % de grasa y su aceite es reconocido por la fuente vegetal con mayor concentración de escualeno en

aproximadamente 6%, este último es un intermediario importante para la síntesis de esteroide en el cuerpo humano.”

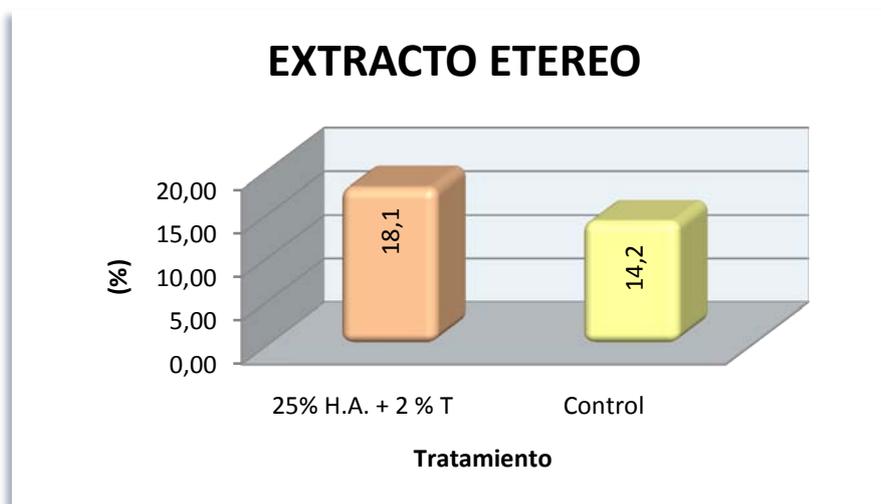


GRÁFICO No 14. CONTENIDO DE EXTRACTO ETÉREO DE LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD FRENTE A LA GALLETA CONTROL.

3.3.6 Extracto Libre no nitrogenado (ELnN) (%)

Las galletas en promedio registraron 63.22 % de ELnN con un coeficiente de variación de 0.94 %, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza se determinó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos.

La utilización de harina de amaranto en la galleta registró 57.5 % de ELnN el mismo que difiere significativamente del tratamiento control con el cual se determinó 68.9 % de este compuesto bromatológico (Cuadro No. 3, Gráfico No. 15) esta disminución se debe a que todos los componentes del proximal (ceniza, proteína, fibra, extracto etéreo) elevaron su concentración debido a la baja humedad que queda en el producto final y su cálculo es 100 menos la sumatoria de los 5 componentes del proximal.

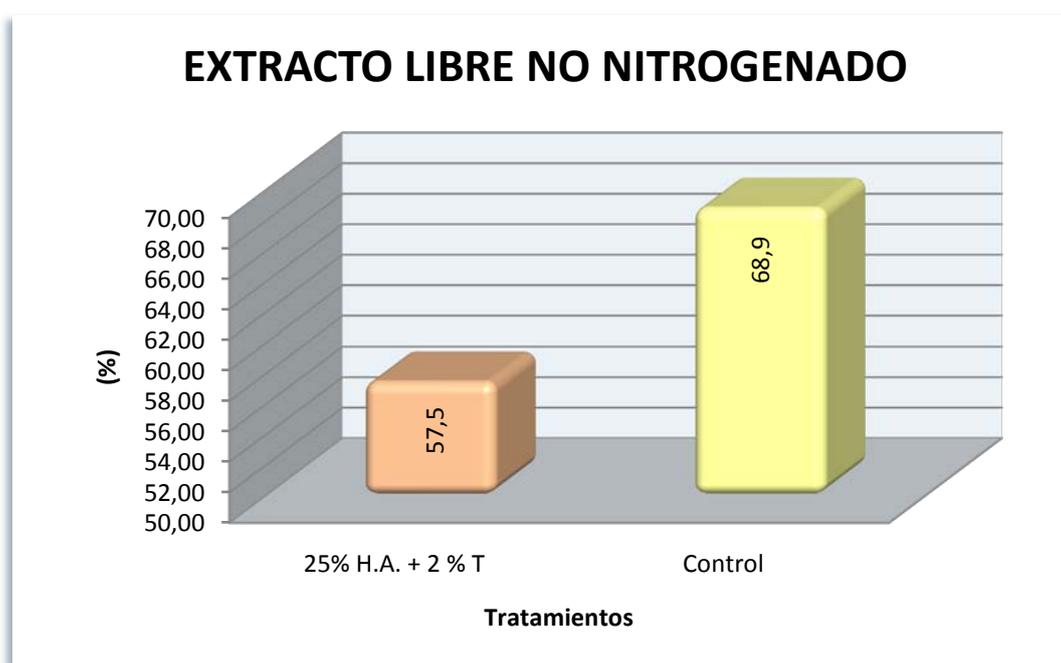


GRÁFICO No 15. CONTENIDO DE EXTRACTO LIBRE DE NO NITRÓGENO DE LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD FRENTE A LA GALLETA CONTROL.

3.3.7 Azúcares totales (%)

Las galletas elaboradas en la presente investigación en promedio registro 34.05 % de azúcares totales con un coeficiente de variación de 3.47 %, al aplicar los resultados experimentales al análisis de varianza se determinó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos.

La utilización de harina de amaranto permitió registrar 31.3 % de azúcares totales, el mismo que difiere del tratamiento control con el cual se obtuvo 36.8 % de estos azúcares (Cuadro No 3, Gráfico No 16. Tanto el TAD como el amaranto poseen este nutriente, sin embargo Quaglia (España, 2000), señala que “durante la molienda la composición química de las harinas difiere en cuanto a sus componentes de acuerdo a los diferentes rendimientos de extracción, y las harinas obtenidas con rendimiento de molienda más elevado presenta un más alto contenido de proteínas, en lípidos, calcio, vitaminas y una menor proporción en glúcidos” corroborando así el bajo contenido de este nutriente en el amaranto y así el bajo contenido en la galleta investigada.

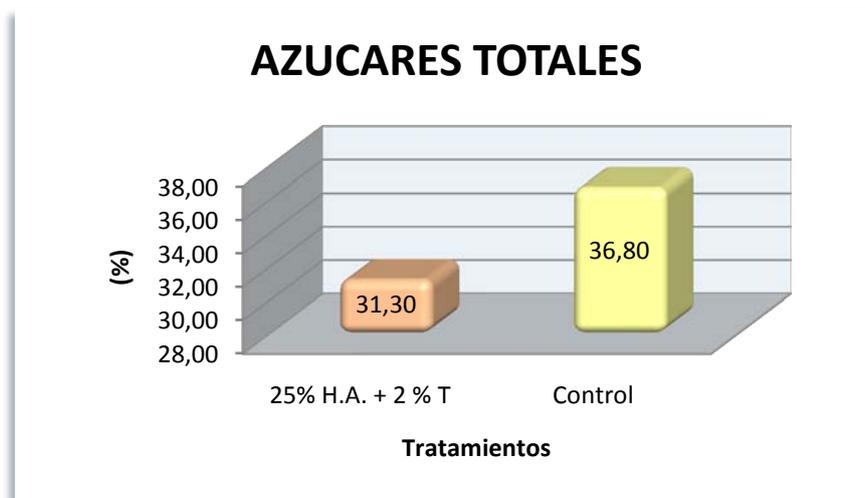


GRÁFICO No 16. CONTENIDO DE AZÚCARES TOTALES DE LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD FRENTE A LA GALLETA CONTROL.

3.3.8 Azúcares reductores (%)

En cuanto a los azúcares reductores en promedio se registro 10.45 % con un coeficiente de variación de 0.96 %, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza se determino diferencias altamente significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos.

La galleta con 25 % de harina de amaranto permitió registrar 7.5 % de azúcares reductores, el mismo que difiere del tratamiento control con el cual se obtuvo 13.4 % de estos azúcares (Cuadro No 3, Grafico No 17). Esto se debe a lo que QUAGLIA, G. (España 2000) indica “que entre los carbohidratos importantes que contiene el grano de amaranto están la sacarosa, rafinosa, la estaquiosa la maltosa y el inositol, los dos últimos en baja proporción”, siendo la maltosa un azúcar reductor y por su bajo contenido pese a que no indica la cantidad exacta de estos carbohidratos se asume que por ello la cantidad de este nutriente es más bajo en la galleta problema.

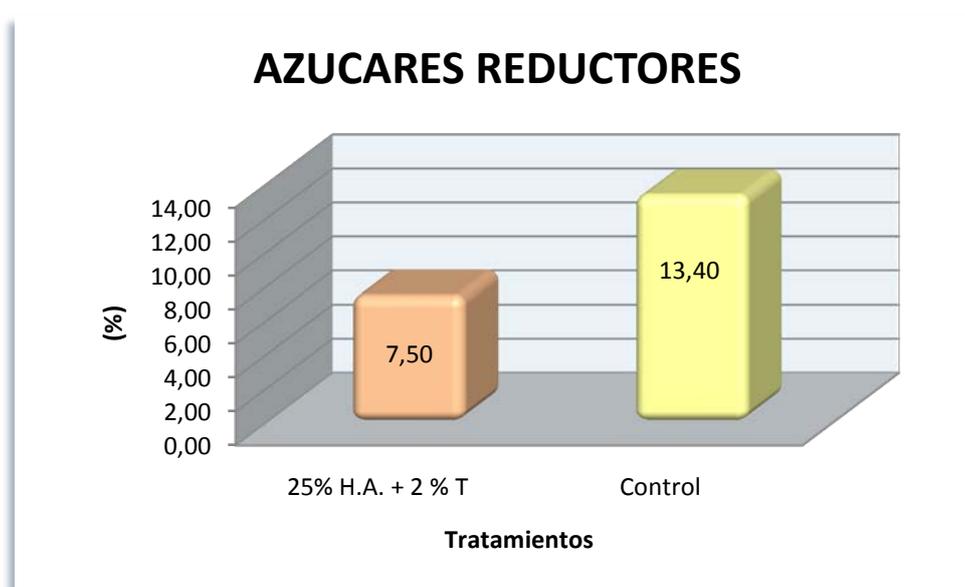


GRÁFICO No 17. CONTENIDO DE AZUCARES REDUCTORES DE LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD FRENTE A LA GALLETA CONTROL.

3.3.9 Azúcares no reductores (%)

La presencia de azúcares no reductores en la presente investigación en promedio fue 23,60 % con un coeficiente de variación de 4.72 %, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza no se determino diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos.

El resultado de azúcares no reductores se obtiene mediante formula, la galleta con 25 % de harina de amaranto permitió registrar 23.8 % de azúcares totales, el mismo que difiere del tratamiento control con el cual se obtuvo 23.4 % de estos azúcares (Cuadro No 3, Grafico No 18).Asumiendo lo expuesto por QUAGLIA, G., (España, 2000) indica “que la sacarosa es uno de los carbohidratos en mayor concentración en el grano de amaranto, al igual que el almidón” por ello se puede explicar la mayor concentración de este nutriente en la galleta de amaranto, sobre todo por la presencia de la sacarosa azúcar que no posee la harina de trigo.

AZUCARES NO REDUCTORES

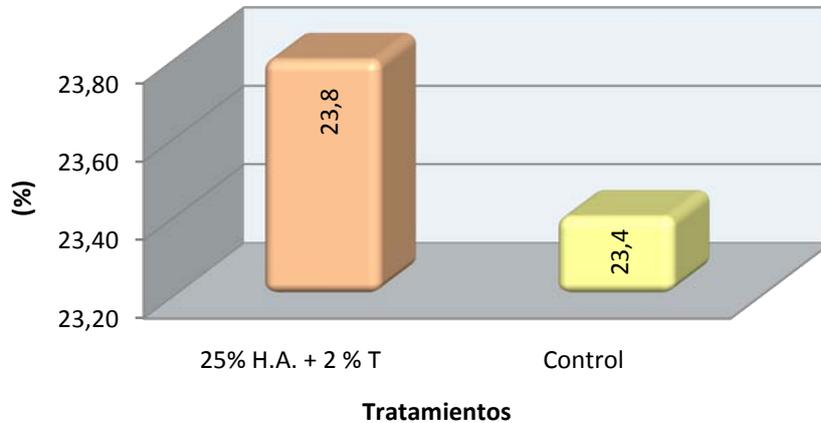


GRÁFICO No 18. CONTENIDO DE AZUCARES NO REDUCTORES DE LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD FRENTE A LA GALLETA CONTROL.

3.3.10 pH

El pH de las galletas en promedio registro 6.10, con un coeficiente de variación de 5.05, al aplicar a los resultados experimentales el análisis de varianza se determino diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre los diferentes tratamientos.

La utilización de 25 % de amaranto para la elaboración de galletas permitió registrar 5.4 de pH que corresponde a un producto ácido, el mismo que difiere significativamente de tratamiento control con el cual se registro 6.8(Cuadro No. 3, Grafico No. 19), ambos parámetros están dentro de los requisitos establecidos por la NTE INEN 2985:2005, Estos resultados concuerdan por lo expresado por Yúfera P. “Las hortalizas contienen en términos generales y con la importante excepción del tomate, una escasa proporción de ácidos libres, encontrándose en su mayoría en forma de sales, lo que repercute en el pH, que oscila, aproximadamente, entre 5,5 a 7; es decir, son menos ácidas que las frutas y, como consecuencia de más difícil conservación”, este producto tiene como ingrediente en poca proporción el TAD por lo que tiende a ser ligeramente ácido. Corroborando con la expuesto por Sgñay M. (Ecuador, 2010), que indica que el valor de pH del TAD es de 3.69.

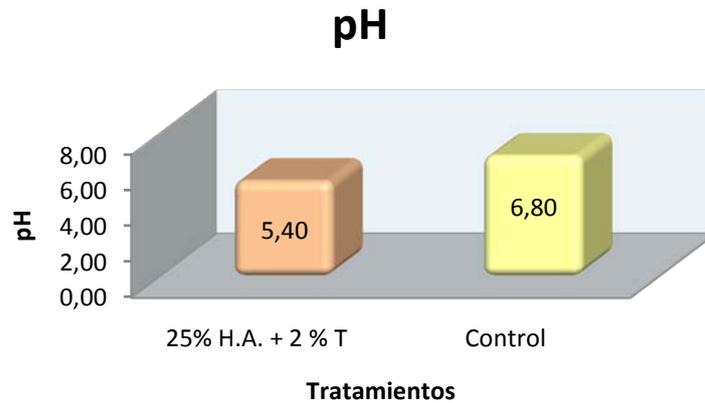


GRÁFICO No 19. PH DE LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD FRENTE A LA GALLETA CONTROL.

3.3.11 Acidéz (%)

Las galletas elaboradas en la presente investigación en promedio presento 1.10 % de azucres totales con un coeficiente de variación de 25.72 %, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza se determino diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos.

La utilización de harina de amaranto permitió registrar 1.5 % de acidez, el mismo que difiere significativamente del tratamiento control con el cual se obtuvo 0.7 % de acidez (Cuadro No. 3, Grafico No. 20), Quaglia, G., (Ecuador, 200), señala que “desde el punto de vista químico, el pH y la acidez tienen mucha relación entre si, a medida que el primero aumenta el último disminuye”. Además considerando la acidez del TAD que según la norma técnica Colombiana 659 y 404 es 1.6 y aunque no se añade en gran cantidad, influye en este parámetro.

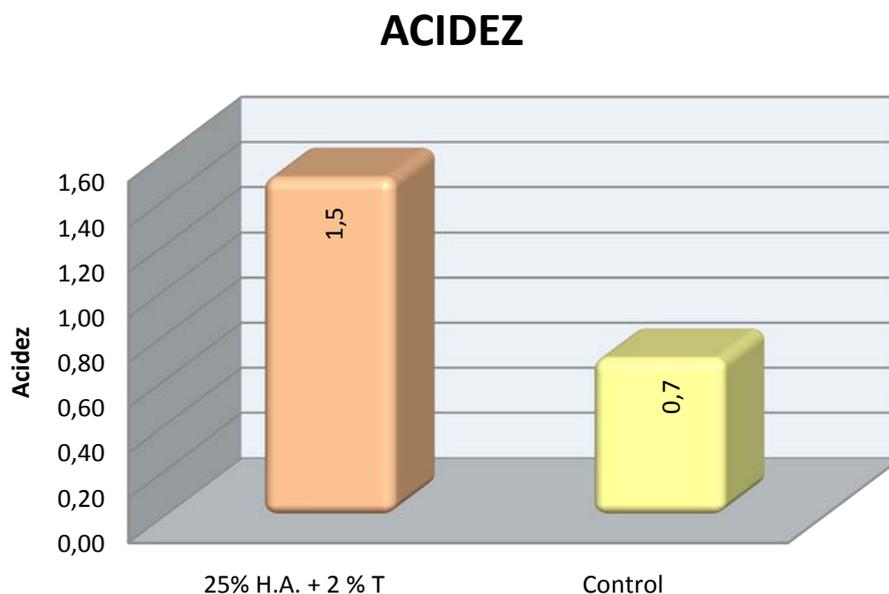


GRÁFICO No 20. ACIDEZ DE LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD FRENTE A LA GALLETA CONTROL.

3.3.12 CAROTENO (mg/100 g)

Las galletas elaboradas en la presente investigación en promedio registro 0.96 mg/100g caroteno con un coeficiente de variación de 1.05 %, al aplicar los resultados experimentales al análisis de varianza se determino diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos.

La utilización de harina de amaranto permitió registrar 1.9 mg/100g de caroteno, el mismo que difiere significativamente del tratamiento control con el cual se obtuvo 0.03mg/100g de caroteno (Cuadro No. 3, Grafico No. 21). Según los cálculos teóricos se esperaba obtener 2,14 mg/100g de carotenos en la galleta de amaranto, esta disminución concuerda por lo manifestado en Larrañaga I., indica que “los factores que afectan a los carotenos son la luz (muy sensible), calor (sensible) y oxidación (muy sensible)”. Y Mendoza E, y Calvo C. expresan que “Se ha comprobado que los procesos de oxidación son más susceptibles cuando se pierde la integridad celular, de forma que en alimentos vegetales triturados, la pérdida de compartimentación celular pone en contacto sustancias

que pueden modificar estructuralmente e incluso destruir los pigmentos de los carotenos”. En efecto el tomate sufrió un proceso de pelado, troceado.

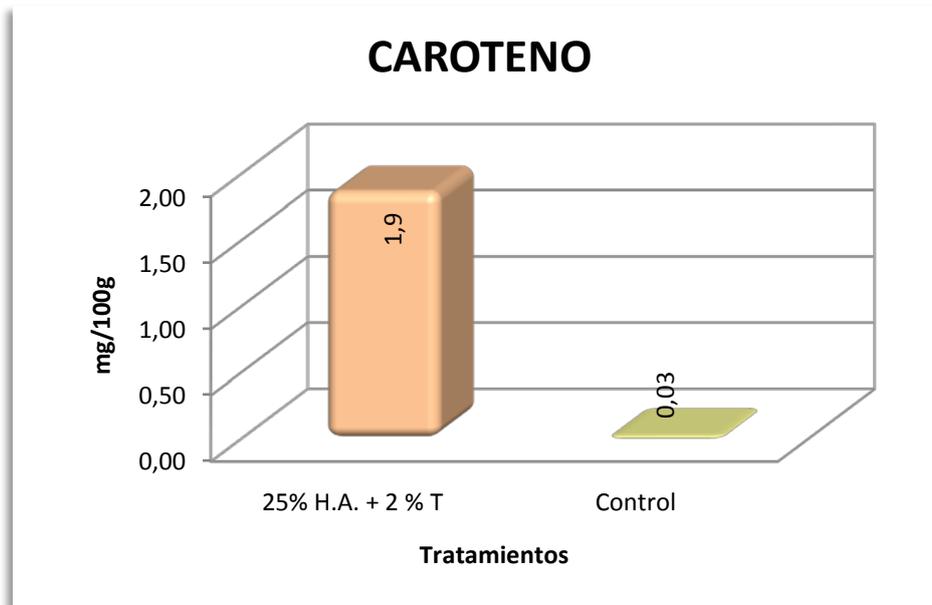


GRÁFICO No 21. CONTENIDO DE CAROTENO DE LA GALLETA DE AMARANTO Y DE LA GALLETA CONTROL.

3.3.13 Vitamina C

Las galletas elaboradas en la presente investigación en promedio registro 0.25 mg/100g caroteno con un coeficiente de variación de 2.94 %, al aplicar los resultados experimentales al análisis de varianza se determinó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos

En el Tabla No. 2 y 5 observamos el contenido de vitamina C del amaranto y TAD respectivamente, ingredientes que difieren de la galleta testigo y es por eso la diferencia de este nutriente entre los dos tipos de galletas (Cuadro No. 3, Gráfico No. 22). El TAD presenta un contenido de 78.34 mg / 100g de vitamina C, y el Amaranto 1.5mg/100g , considerando que se utilizó el 2% de TAD y el 25 % de amaranto; teóricamente se esperaba 0.53 mg/100g; pero el resultado disminuyó a 0.48 mg/100g, debido a que el

ácido ascórbico (vitamina C) es fotosensible, y se pierde por efecto del calor que sufre en el horneado. “La oxidación y pérdida de vitamina C en los alimentos está determinado por muchas variables, principalmente disponibilidad de oxígeno, temperatura, pH metales de transición y luz.”Según lo expresa Larrañaga, I., (España, 1999). “La principal acción del oxígeno es oxidar diferentes componentes de los alimentos y producir pérdidas nutritivas o alteraciones organolépticas. Esta acción es muy evidente en las frutas y verduras o en las vitaminas (obsérvese la Tabla No. 10)”

TABLA No 10. FACTORES QUE AFECTAN LA VITAMINA C

Vitaminas	Luz	Calor	Oxidación
C	Muy sensible	Estable	Sensible

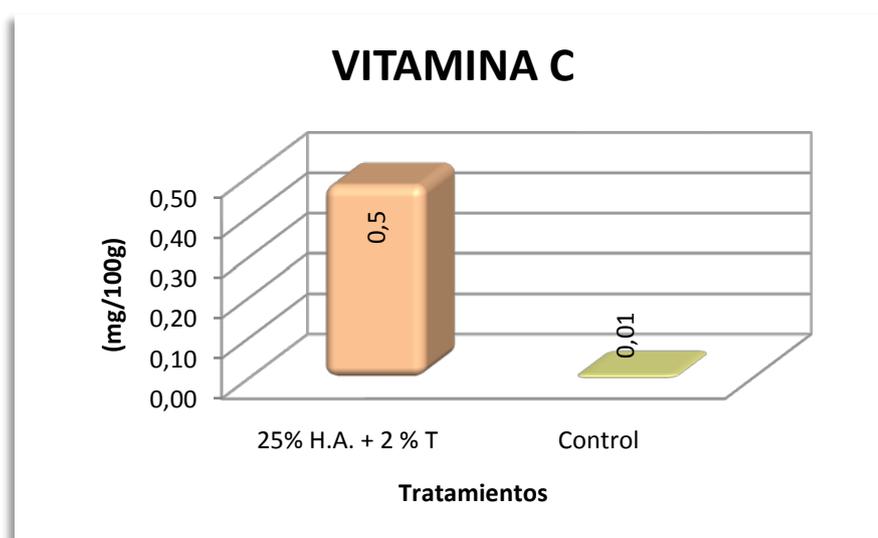


GRÁFICO No 22. CONTENIDO DE VITAMINA C DE LA GALLETA DE AMARANTO Y DE LA GALLETA CONTROL.

3.3.14 Calcio (mg/100)

Las galletas elaboradas en la presente investigación en promedio registro 13.28 mg/100g caroteno con un coeficiente de variación de 0.08 %, al aplicar los resultados experimentales al análisis de varianza se determino diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos.

Teóricamente por los ingredientes utilizados en la elaboración de la galleta de amaranto, se esperaba como resultado 73.4 mg/100 g de Calcio. Sin embargo el resultado que arrojo el laboratorio fue de 27.0 mg/100g, este dato obedece la limitación de la espectrofotometría de absorción atómica expuesta por GROBE, J., (España, 1988)” Las interferencias espectrales de otros metales y las interferencias químicas de los fosfatos pueden conducir a resultados erróneos cuando se utiliza métodos espectrofotométricos de absorción atómica”. Sin embargo el contenido de calcio de las galletas elaboradas con amaranto es mayor al contenido de las galletas del tratamiento control que apenas disponen de 8.7 mg/100 g de este nutriente (Cuadro No. 3, Grafico No. 23) entre las cuales existen diferencias estadísticas, esto se debe a la composición del alimento pues la galleta testigo no contiene amaranto y es este el que proporciona de 130 a 163 mg/100g según se observa la Tabla No 2.

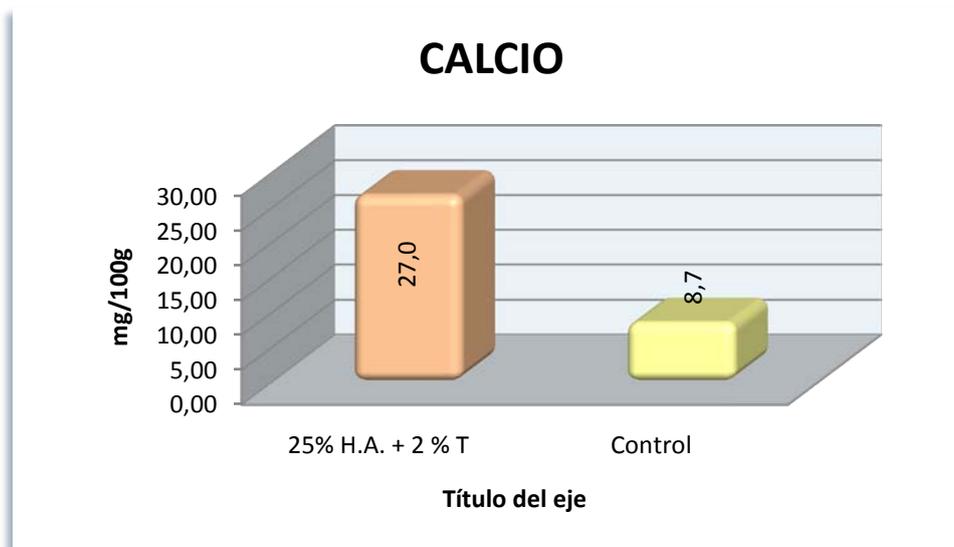


GRÁFICO No 23. CONTENIDO DE CALCIO DE LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD FRENTE A LA GALLETA CONTROL.

3.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

3.4.1 Aeróbios Mesófilos UFC/g

La presencia de microorganismos aerobios mesofilos en promedio fue de 740 y un coeficiente de variación de 45.87 %, de la misma manera se puede manifestar que en el tratamiento control se registro mayor cantidad de este tipo de bacterias 980 UFC/g,

mientras que al utilizar amaranto se evidencio 500 UFC/g, (Cuadro No. 3, Grafico No 24), el valor de aerobios mesófilos en las galletas que posee amaranto se debe a que “Las plantas están expuestas a un gran número de hongos patógenos. Estas no tienen un sistema inmune que las proteja, por lo que han desarrollado una variedad de mecanismos de protección, dentro de los cuales se incluyen la síntesis de compuestos de bajo peso molecular, proteínas, péptidos que tienen actividad antimicrobiana, y es así que el amaranto por ejemplo posee péptidos que cumplen con esta función” según Rivillas L. y Soriano M. (México, 2009.,)

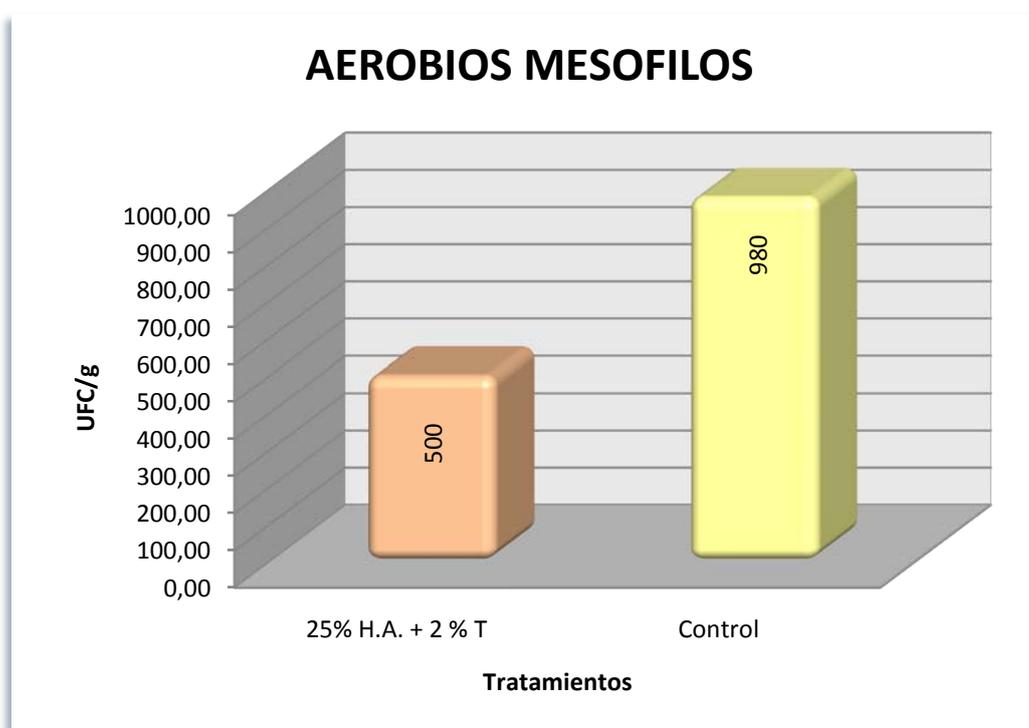


GRÁFICO No 24. PRESENCIA DE AEROBIOS MESÓFILOS EN LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD FRENTE A LA GALLETA CONTROL.

3.4.2 Mohos y Levaduras UFC/g

La presencia de mohos y levaduras en las galletas elaboradas con amaranto fue evidente en 200 UFC/g, de la misma manera que en la galleta control con la cual se obtuvo 280 UFC/g (Cuadro No. 3, Grafico No. 25), datos que están dentro de los parámetros establecidos por la NTE INEN 2085:2005 debiendo manifestarse que este tipo de

microorganismos está presente en este tipo de productos. Sin embargo el bajo contenido de mohos y levaduras en la galleta de amaranto y TAD se debe a lo expuesto por Broekaert y otros (Estados Unidos, 1999) que indica que “el grano de *Amaranthuscaudatus* posee péptidos antifúngicos” esto es corroborado por el estudio, publicado en la revista International Journal of FoodMicrobiology, que señala que “el extracto de amaranto es soluble en agua y posee actividad antifúngica que puede reducir el deterioro de productos como del pan durante el almacenamiento a largo plazo”.

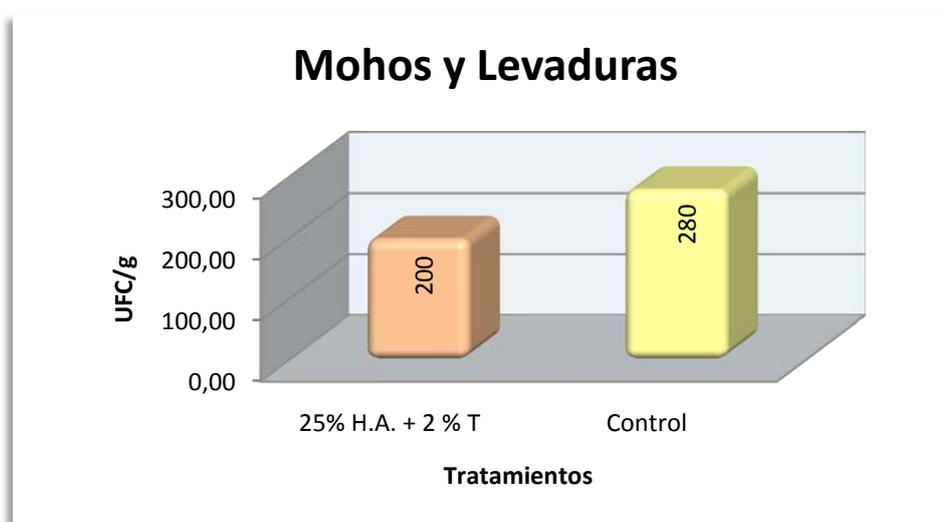


GRÁFICO No 25. PRESENCIA DE MOHOS Y LEVADURAS EN LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD FRENTE A LA GALLETA CONTROL.

3.5 INFORMACION NUTRICIONAL

Como se puede observar la Tabla No. 10 La galleta con amaranto y TAD tiene un valor energético considerable para la ingesta diaria y también un valor proteico elevado por porción. Al compararlo con otras galletas es un alimento nutricional ya que tiene de proteínas.

TABLA No 10. INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE LA GALLETA DE MAYOR ACEPTABILIDAD ELABORADA CON AMARANTO Y TAD

INFORMACIÓN NUTRICIONAL	
Tamaño Porción: 4 galletas (60g)	
Tamaño por envase: 1	
% VD*	
Energía (Calorías) 461 kJ (110 kcal)	
Grasa Total 10,9 g	17%
Carbohidratos Totales 18.78 g	7%
Proteínas 9.1 g	19%
Los porcentajes de Ingesta Diaria Recomendada están basados en una dieta de 2000 Calorías (8380 KJ).	

CAPITULO IV

4 CONCLUSIONES

- Se realizaron nueve formulaciones con diferentes proporciones de amaranto, trigo y TAD las que fueron evaluadas con pruebas de degustación estableciendo tres formulaciones $F_1= 12.5$ % de harina de trigo: 37.5 % de amaranto, $F_2= 25$ % de harina de trigo: 25 % de amaranto y $F_3= 37.5$ % de harina de trigo: 12.5 % de amaranto concluyendo así que la concentración óptima de TAD (2%) lo que aseguro un color y sabor agradable en el producto. Para establecer las tres formulaciones de galletas
- Mediante prueba de degustación con las tres formulaciones F_1 F_2 F_3 , 27 catadores no entrenados de la ENMAL y aplicando la escala hedónica de caritas se estableció la formulación F_2 como la de mayor aceptabilidad.
- La utilización de amaranto y TAD permitió obtener galletas con excelente valor nutritivo en relación a las galletas testigo de trigo ya que poseen un alto valor de proteína (15.10 %), grasa (18.10 %), y nutracéutico por la presencia de calcio (27 mg/100 g).
- El análisis microbiológico de las galletas con 25 % de amaranto y 2% de TAD y de las galletas testigo se encuentran dentro de los requisitos establecidos por la NTE INEN, garantizando su inocuidad.

CAPITULO V

5 RECOMENDACIONES

- En la elaboración de galletas se recomienda que el proceso se encuentre sujeto a unas buenas prácticas de manufactura (BPM), para evitar cualquier clase de contaminación ya sea microbiológica o por objetos extraños .
- Para garantizar la calidad del producto terminado y que este se mantenga por mas tiempo se recomienda empacar las galletas en un envase que evite los efectos de humedad, luz, y plagas que puedan dañar el producto
- Investigar nuevas alternativas de alimentos, como pan, pastas, bebidas alcohólicas utilizando este pseudocereal con el fin de mejorar la composición nutricional de los mismos para satisfacer no únicamente la preferencia de los consumidores sino también la parte nutricional y de este modo generar el desarrollo de la producción de materia prima por parte del agricultor rural como perspectiva de mejorar sus condiciones de vida.
- Realizar nuevas investigaciones acerca de los péptidos que contiene el grano de amaranto, puesto que en bibliografía cita su existencia y su actividad antimicrobiana pero no detalla sus nombres ni su estructura, pues este conocimiento ayudaría tanto a la industria farmacéutica como alimentaria.
- Utilizar otras frutas (moras, guayaba, frutilla) u hortalizas (zapallo) deshidratadas como colorantes y saborizantes naturales.
- Utilizar la flor del amaranto rica en betaninas como colorante natural alternativo.

CAPITULO VI

6 RESUMEN

La investigación “Evaluación del potencial nutritivo y nutracéutico de galletas elaboradas con amaranto, (*Amaranthus caudatus*) y tomate (*Solanum betaceum*) deshidratado como colorante y saborizante” realizada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la facultas de Ciencias, de la Escuela de Bioquímica y Farmacia, tuvo como finalidad elaborar galleta con amaranto y TAD con propiedades nutritiva y nutracéutica mejores que una galleta común de trigo.

Se realizó una prueba preliminar con nueve formulaciones con diferentes niveles de amaranto y TAD que fueron llevadas a pruebas de aceptabilidad en EMAL y con análisis estadístico se determinó el nivel ideal de TAD utilizado como colorante y saborizante, con tres formulaciones se determinó la utilización de la segunda variable, el nivel ideal de amaranto. Posteriormente se realizó los análisis bromatológicos y microbiológicos establecidos por la NTE INEN 2085:2005, resultados que se comparó con una galleta de trigo común.

En conclusión la formula optima resultante fue F2 la cual se alcanzó los siguientes compuestos bromatológicos 15.10 % de proteína, 3.4 % de fibra, 18.10 % de grasa, 57.5 % de extracto libre no nitrogenado, 31.3 % de azucares totales, una acidez de 1.5 un pH de 5.4, 1.9 mg/100 de caroteno y 27 mg/100 g de calcio, la presencia de microorganismos como aerobios mesófilos y mohos y levaduras estuvo dentro de los estándares de calidad aceptables por las normas INEN. Esta galleta es un alimento de mayor valor nutritivo y nutracéutico en comparación a la galleta testigo.

Se recomienda utilizar el amaranto y el TAD en la industria alimentaria por su aporte nutricional.

SUMMARY

The investigation "Evaluation of the nutritious and nutraceutical potential of cookies elaborated with amaranth, (*Amaranthus caudatus*) and dehydrated tomato (*Solanum betaceum*) as coloring and flavoring" carried out in the Polytechnic Superior School of Chimborazo, in the School of Biochemistry and Pharmacy - Sciences Faculty, it had as a purpose to elaborate cookie with amaranth and TAD with nutritious and nutraceutical values, better than a common cookie of wheat.

A preliminary test was carried with nine formulations with different amaranth levels and TAD that were taken to acceptability tests in EMAL and with three formulations in which the use of the second variable, the ideal level of amaranth was determined. Later the bromatológico and microbiológicos analyses were carried settled down by the NTE INEN 2085; 2005, results that were compared with a cookie of common wheat.

In conclusion the good formula resultant was F2 which got the following bromatológico compounds 15.10 protein%, 3.4 fiber%, 18.10% of fat was reached, 57.5% of free extract non nitrogenous, 31.3%; of total sugar an acidity of 1.5 a pH of 5.4, 1.9 carotene mg/100 and 27 mg/100 g of calcium, the presence of microorganisms like aerobic mesofilos and molds and yeasts it was inside the acceptable standards of quality for the norms INEN. This cookie is a food of more nutritional and nutraceutical values in comparison to the wheat cookie.

CAPITULO VII

7 BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA DE LIBROS

1. **ANZALDUA, A., MORALES, A.,** La Evaluación Sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica., Zaragoza - España., 1994., Pp. 11-87.
2. **BADUI, S.,** Química de los alimentos., 4ta.ed., D.F. - Mexico., Pearson Educación., 2006., Pp 56- 7.
3. **BARROS, C., BUENROSTRO, M.,** Amaranto: fuente maravillosa de sabor y salud., Santiago-Chile., Grijalba., 1999., 98 Pp.
4. **BERNAL, J., y DÍAZ, C.,** Tecnología para el cultivo del tomate de árbol., Corpoica- Colombia., Impresos Begón., 1994., Pp. 8-19, 103-127.
5. **BROEKAERT, W. y OTROS.,** Antimicrobial peptides from *Amaranthus caudatus* seeds with sequence homology to the cysteine/glycine-rich domain of chitin-binding proteins., 31 ed., Washington-Estados Unidos, JAMA., 1999., Pp. 4308-4314.

6. **BROKS, G., y OTROS.,** Manual Moderno de Microbiologia Medica de Jawetz: melnick y adelberg. 16a.ed. D.F. - Mexico., 1999., 899 Pp.
7. **BURGUERA, M., BURGUERA, J. Y BRUNETTO, M.,** Determination of Inorganic Arsenic (III) and Arsenic (V): Species by use of and Aluminium-Column Arsine Generator and Cold-Trapping., 3a ed., Toronto - Canada., Arsine Collection., 2001., Pp. 105-128.
8. **COLE, J.,** Amaranth, from the past for the future, Rodale Press., Pennsylvania – Estados Unidos., JAMA., 2003., pp. 218 – 227.
9. **CONDO, L., y PAZMIÑO, J.,** Diseño Experimental en el desarrollo del conocimiento científico., Riobamba – Ecuador., 2002., Pp. 205 - 206.
10. **COULTATE, T.,** FOOD: The Chemistry of its Components, The Royal Society of Chemistry., Zaragoza – España ., Acribia, 1984., Pp 48-60.
11. **DÍAS, M. & DURÁN, F.,** Manual del Ingeniero en Alimentos., Bogota-Colombia., Grupo Latino Ltda., 2007., Pp. 457 – 467
12. **DUNCAN, J.R. MANLE.,** Tecnología de la Industria Galletera: galletas, crackers y otros horneados., Zaragoza-España., Acribia, S.A., 1989., 345 Pp.
13. **ESPINOZA, E.,** Cultivo del Amaranthus., Lima-Peru., 2003., 57 Pp.

14. **ESPITIA, R.**, Variedad mejorada de amaranto para los valles altos de México., Oaxtepec - Mexico., s. ed., 1991., 64 Pp.
15. **FEICAN. C. y OTROS.**, El Cultivo de Tomate de Arbol., Cuenca-Ecuador., s. ed., Pp. 6-8.
16. **GALLEGOS, J.**, Prácticas de Microbiología de Alimentos., Riobamba – Ecuador., s. ed., 1996., 45 Pp.
17. **GIANOLA, G.**, Industria moderna de galletas y pastelería Héroes., Madrid – España., GEA Consultoria Editorial., 2007., 14 Pp. 14.
18. **GROBE, J.**, Determinación espectrofotométrica de metales pesados., Zaragoza - Espana., 1988., 347 Pp.
19. **GUILLEN, F. y OTROS**, Plant population influence on yeld and agronomic traits in plainsman grain amaranth., 2da ed., Washington - Estados Unidos., BMJ., 1999., Pp. 190-193.
20. **HART, A., y OTROS.**, Análisis Moderno de los Alimentos., Madrid – España., Acribia., 1999., Pp. 48-76.
21. **HOSENEY, R.**, Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales., Madrid – España., Acribia., 1999., 320 Pp.
22. **LARRAÑAGA, I.; CARBALLO, J.**, Control e higiene de los alimentos., Madrid - España., Interamericana de España., 1999., Pp. 203-205.
23. **LEÓN, J. y VITERI, P.**, “Manual del cultivo del tomate de arbol”., INIAP., Quito – Ecuador., Tecnigrava., 2004., Pp. 1-13, 45.

24. **LUCERO, O.**, Técnicas de bromatología y Análisis de Alimentos.,
Riobamba – Ecuador., Xerox., 2005.
25. **LYON, C.K. Y BECKER.**, 1987., Extraction and refining of oil
from amaranth seed., Washington- Estados Unidos.,
Chem.Soc., 1987., 64 Pp.
26. **MAZÓN, N. y OTROS.**, Catálogo del banco de germoplasma de
amaranto (*Amaranthus* spp.) del INIAP – Ecuador. Programa
Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Departamento
Nacional de Recursos Filogenéticos y Biotecnología,
Estación Experimental Santa Catalina., Quito - Ecuador.,
2003., 98 Pp.
27. **MENDOZA, E., y CALVO C.**, Instrumentos del analisis sensorial.,
Madrid España., Alhambra. S.A., 2004., 87 Pp.
28. **MULLER, H. y TOBIN, G.**, Nutrición y ciencia de los alimentos.
Madrid - España., Acribia., 1986., 321 Pp.
29. **NIETO, C.**, El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.) una
alternativa agronómica para Ecuador. Programa de cultivos
Andinos EESC., Quito - Ecuador., 1990., 24 Pp.
30. **OWEN, R., FENNEMA.**, Química de los Alimentos., 2a ed.,
Zaragoza – España., Acribia., 1996., Pp. 45 - 76
31. **PEARSON, D.**, Técnicas de Laboratorio para el Análisis de
Alimentos., Zaragoza – España., Acribia., 1999., Pp. 203-
205.

32. **PYLER, E.,** Cake Baking Technology En: Bakin Science Technology., 3a ed., Washigton – Estados Unidos., Sosland Publishing Company., 2003., Pp. 979 – 989.
33. **QUAGLIA, G.,** Ciencia y tecnología de la panificación., Zaragoza – España., Acribia., 2000., 748 Pp.
34. **SUMAR, L.,** Amaranthus caudatus. El pequeño gigante., Cusco – Perú., s. edt., 1983., Pp. 4-5.
35. **TRINIDAD, A.,** El amaranto y su aprovechamiento (Recetario)., Montecillo - México., s. edt., 2000., Pp. 5 -8.
36. **TRIPLA, M.,** Estadística Elemental., 7a ed., D.F. - Mexico., Continental., 2002., Pp. 34-45.
37. **WILIAM, R.,** Anthocianyn Composicion. Analytical Chemestry., 4a ed., Washigton - E.E.U.U., s. edt., 1998., 79 Pp.
38. **YUFERA, P.,** Productos para el campo y propiedades de los alimentos., 2a ed., Madrid – España., Alhambra S.A., 1980., 99 Pp.

NORMAS INEN

39. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (INEN).** Quito. Determinación de Cenizas. Quito: INEN NTE: 520.
40. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (INEN).** Determinación de Hongos (mohos y levaduras)., Quito – Ecuador., INEN NTE: 1529-10.

- 41. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.**
(INEN). Determinación de Humedad., Quito – Ecuador.,
INEN NTE: 518.
- 42. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.**
(INEN). Determinación de Microorganismos Aerobios
Mesófilos., Quito – Ecuador., INEN NTE: 1529-5.
- 43. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.**
(INEN). Determinación de pH., Quito – Ecuador., INEN
NTE: 526.
- 44. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.**
(INEN). Determinación de Proteína., Quito – Ecuador., INEN
NTE: 519.
- 45. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (INEN).**
Harina de trigo requisitos., Quito – Ecuador., INEN NTE:
616:2006.
- 46. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.**
(INEN). Requisitos Galletas., Quito – Ecuador., INEN NTE:
2085.
- 47. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.**
(INEN). Rotulado de Productos Alimenticios para Consumo
Humano., Quito – Ecuador., INEN NTE: 1334 – 1 y - 2: 2011

BIBIOGRAFIA DE REVISTAS

- 48. BRESSANI, R.,** Food Review Internacional., The proteins of grain amaranth., Vol. 2., N° 5., Washington – Estados Unidos., 2002., Pp. 13-38.
- 49. BRESSANI. R. y OTROS.,** Nutritional evaluation of toasted, Flaked and popped *A. caudatus*. Food Review Internacional., Vol. 3., N° 37., Washigton – Estados Unidos., 1987., Pp. 525 – 531.
- 50. ESCUDERO, N. Y OTROS.,** Comparison of the chemical composition n and nutritional value of Amaranth cruentus flour and its protein concentrate., Plant Food for Human Nutrition., Vol. 4., N° 59., Washigton – Estados Unidos., 2007., Pp. 15 – 21.
- 51. MONTEROS, C. y OTROS.,** INIAP-ALEGRIA., Primera Variedad Mejorada de Amaranto para la Sierra Ecuatoriana., Vol. 2., N° 246., Quito – Ecuador., 24 Pp.
- 52. TOSI, E., y OTROS.,** 2001., Food Chemistry., Dietary fiber obtained from amaranth (*Amaranthus cruentus*) grain by differential milling., Vol. 2., N° 73., Washigton – Estados Unidos. 2001., Pp. 441 – 443.

TESIS

- 53. ANDRADE, M., y BALSECA, G.,** Evaluación de cuatro líneas de Amaranto negro (*Amaranto sp*) bajo tres densidades de siembra y su aprovechamiento en panificación., ESPÈ., Facultad de Agronomía., Quito – Ecuador., **TESIS.**, 2005., Pp. 19 – 24.

54. **AVILA, J.**, Caracterización de cuatro genotipos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) cultivados en Ecuador y estudio del efecto del estrés hídrico y luminoso sobre las propiedades físico-químicas en la postcosecha y estimación de la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos del genotipo anaranjado gigante., **ESPE.**, Facultad de ciencias., Quito – Ecuador., **TESIS.**, 2009., Pp. 12-14.
55. **CABEZA, S.**, Funcionalidad de las materia primas en la elaboración de galletas., Universidad de Burgos., Facultad de Ciencias. Burgos – España., **TESIS.**, 2009., 180 Pp.
56. **COELHO, K.**, Desenvolvimento e avaliação de aceitação de cereais matinais e barras de cereais à base de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.), Universidad de São Paulo., Facultad de Saúde Pública. , São Paulo – Brasil., **TESIS.**, 2006., 202 Pp.
57. **LARA, A.**, 1999., Estudio del efecto de la expansión para aire caliente en las propiedades físico, químicas, nutricionales y sensoriales de la semilla de amaranto., Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias., Quito – Ecuador., **TESIS.**, Pp. 25- 30.
58. **RIVILLAS, L.**, y **SORIANO, M.**, Péptidos Antifúngicos Novedosos Aislados de las Semillas de *Amaranthus hypochondriacus.*, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. D.F. - Mexico., **TESIS.**, 2009., Pp. 35-38
59. **SAGÑAY, MONICA.**, 2010., Estudio compatarivo del potencial nutritivo de dos variedades de tomate de árbol (*solanum*

beteceum cav.) deshidratado por microondas a tres potencias., ESPOCH., Facultad de Ciencias., Riobamba – Ecuador., **TESIS.**, 2010., 103 Pp.

- 60. TORRES, N.**, 2006., Determinación del potencial nutritivo y nutraceútico de cuatro cultivares de tomate de árbol (solanum betaceum cav.), ESPOCH., Facultad de Ciencias., Riobamba – Ecuador ., **TESIS.**, 2006., Pp. 20-28.
- 61. VELASQUEZ, E.**, Evaluación de parámetros nutricionales en galletas elaboradas a base de trigo (Triticum aestivum) avena (Avena sativa) y yuca (Manihot sculenta)., Venezuela., Universidad de Oriente., Facultad de Ciencias., Caracas – Venezuela., **TESIS.**, 2006., 58 Pp.

BIBLIOGRAFIA DE INTERNET

62. AGRONOMIA DE LOS CULTIVOS ANDINOS

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai185s/ai185s04.pdf>
2008/08/23

63. AMARANTO - (Amaranthus)

<http://ccbolgroup.com/amaranto.html>
2009/01/24

64. AMARANTO

<http://es.wikipedia.org/wiki/Amaranthus>
2007/04/19

65. AMARANTO

<http://es.www.amaranto.org.mx>

2003/04/09

66. AMARANTO SALUDABLE COMESTIBLE

<http://www.amaranto.cl/iframe/informacion.php>

2004/02/14

67. ANALISIS DE VARIANZA

<http://es.wikipedia.org/wiki/ANOVA>

2008/06/22

68. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DEL AMARANTO

http://www.sanmiguel.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=31

2003/04/05

69. COMO HACER GALLETAS

<http://mialmadesnuda.espacioblog.com>

2003/04/05

70. PLAN ESTRATEGICO PARA EL SECTOR AGROPECUARIO.

<http://www.mag.gov.ec>

2006/12/04

71. EL AMARANTO AYUDA A CONSERVAR EL PAN

<http://www.panaderia.com/noticias/view/el-amaranto-ayuda-a-conservar-el-pan/01760>

2010/10/07

72. EL TOMATE DE ARBOL, FRUTA TROPICAL DE GRANDES PROPIEDADES

<http://www.paginasamarrillascantv.com.ve/guiadetalle.aspxid20080102>

73. ELABORACION DE GALLETAS

<http://www.recetasencillas.com/pastelería/profesional/galletas20030305>

74. ESTUDIO DE COMPETITIVIDAD DEL TOMATE DE ARBOL

<http://www.sica.gov.ec/agroindustria/productos%202004/10/23>

75. EVALUACIÓN SENSORIAL

<https://www.ucursos.cl/medicina/2008/2/NUAQYSAL2/1/ma2008/10/16>

76. EL CULTIVO DEL AMARANTO (AMARANTHUS SPP.) PRODUCCIÓN.

<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido.2009/09/15>

77. FRUTAS: GUIA PRACTICA. Frutas Tropicales: Tamarillo.

<http://frutas.consumer.es/documentos/tropicales/tamarillo/in.2007/03/11>

78. DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA DE METALES PESADOS.

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/leia/chPDF2007/08/09

79. HARINA

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/infor.htm#top>

2009/05/21

80. HARINA

<http://es.wikipedia.org/wiki/Harina>

2009/06/21

81. HISTORIA DE LA NUTRICION

<http://personal.redestb.es/jpereira/>

2004/05/07

82. HISTORIA DE LAS GALLETAS

<http://mialmadesnuda.espacioblog.com/post/historia-la->

2009/06/01

**83. ELABORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE TOMATE DE
ÁRBOL.**

<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/nuevosexportables/tom>

2006/07/27

84. LA FAO

<http://www.fao.org/docrep/x5055S/x5055S02.htm>

2005/08/25

85. LAS GALLETAS

<http://www.gastronimiaycia.com/2009/08/27/galletas>

2009/02/29

86. AGROINDUSTRIA ES DETERMINANTE EN LA ECONOMÍA ECUATORIANA.

<http://www.mag.gov.ec>.

2007/01/15

87. EL CULTIVO DEL AMARANTO (AMARANTHUS SPP.) PRODUCCIÓN, MEJORAMIENTO GENÉTICO Y UTILIZACIÓN.

<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenid>

2009/09/15.

88. NUTRICIÓN Y ALIMENTACION

http://www.medspain.com/ant/n2_dic98/hnutricion.htm

2009/05/21

89. ¿QUE ES LA ACIDES TITULABLE EN LOS ALIMENTOS Y COMO SE DETERMINA?

http://mx.answers.yahoo.com/dir/index;NaD.;_ylv=3?sid=

2009/10/01

90. CULTIVOS ANDINOS SUBEXPLORADOS Y SU APOORTE A LA ALIMENTACIÓN

<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/conteni>

20090913

91. PRUEBA POST HOC DE TUKEY

http://www.proz.com/kudoz/845post_hoc_tukey_test.htm#7

2009/11/23

CAPITULO VIII

8 ANEXOS

ANEXO No 1. DESHIDRATACIÓN DEL TOMATE DE ÁRBOL ANARANJADO GIGANTE (*Solanumbetaceum*).



ANEXO No 2. PROCESO DE SECADO APLICADO AL GRANO DE AMARANTO
(Amaranthuacaudatus).



ANEXO No3. PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA GALLETA DE AMARANTO Y
TOMATE DESHIDRATADO COMO COLORANTE Y SABORIZANTE.

PESADO



TAMIZADO



MEZCLADO



AMAZADO



HORNEADO



ENFRIADO



EMPACADO



**ANEXO No 4. DETERMINACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DE LAS FORMULACIONES
(PRUEBA PRELIMINAR).**



**ANEXO No 5. DETERMINACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DE LAS FORMULACIONES
(PRUEBA DEFINITIVA)**



ANEXO No 6. FICHA DE LA ENCUESTA DE EVALUACION SENSORIAL.

E SCUELA SUPERIOR SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

Tipo: Preferencia
Prueba: Escala hedónica de caritas
Producto: Galletas
INDICACIONES: Califique el producto tomando en consideración la valoración de las caritas

ATRIBUTOS	E SCALA DE EVALUACIÓN				
Color					
Olor					
Sabor					
Textura					

Me gusta mucho Ni me gusta Ni me disgusta Me disgusta

Me gusta No me gusta

ANEXO No 7. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y MATERIA SECA.



ANEXO No 8. DETERMINACIÓN DE CENIZAS.



ANEXO No 9. DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO.



ANEXO No 10. DETERMINACIÓN DE Ph.



ANEXO No 11. DETERMINACIÓN DE CAROTENOS.

