

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	Páginas
Portada	
Aprobación Técnica	
Cesión de Derechos	
Presentación	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Índice General	
Índice de Cuadros	
Índice de Gráficos	

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1	Introducción.....	1
1.2	Objetivos.....	3
1.2.1	General.....	3
1.2.2	Específicos.....	3
1.3	Formulación de hipótesis.....	4

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	Cultivos andinos subexplotados.....	5
2.1.1	Especies alimenticias originarias de los andes.....	5
2.1.2	Valor nutritivo de los cultivos andinos.....	8
2.1.3	Aspectos nutricionales de los cultivos andinos subexplotados.....	10
2.2	El Chocho	
2.2.1	Chocho (<i>Lupinusmutabilis</i>).....	12
2.2.2	Consumo.....	13
2.3	La Quinoa	
2.3.1	Quinoa (<i>Chenopodium quínoa</i>).....	14
2.3.2	Consumo.....	16
2.4	El Amaranto	
2.4.1	Amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>).....	18
2.5	La eliminación de agua.....	19
2.5.1	Secado al sol o al aire libre.....	19
2.5.2	Eliminación de agua por vía térmica.....	19
2.5.2.1	Tostado	20
2.5.2.2	Tostadora de granos con cilindro rotatorio.	21
2.5.2.3	Riesgos de alteración de la calidad del producto.....	22
2.6	Molturación o molienda.....	23
2.6.1	Molino de rotación simple.....	23
2.7	Tamizado.....	24
2.7.1	Granulometría.....	24

2.8	Harina.....	24
2.8.1	Tipos de Harina.....	25
2.8.1.1	Harina de Soya - Soja.....	25
2.8.1.2	Harina de Cebada	25
2.8.1.3	Harina de Maíz.....	25
2.9	Mezclado de sólidos.....	25
2.9.1	Mezclado para sólidos no cohesivos.....	26
2.10	Sacarosa (Panela granulada).....	26
2.11	Glucosa.....	27
2.12	Estabilidad de almacenamiento.....	27
2.12.1	Estabilidad fisico-química.....	27
2.12.2	Estabilidad microbiológica.....	27
2.12.3	Factores que influyen en la estabilidad de almacenamiento.....	29
2.12.3.1	Actividad de agua.....	29
2.12.3.2	Humedad.....	30
2.13	Polietileno (Fundas y recipientes herméticos).....	30
2.13.1	Aplicación en la industria alimentaria.....	31
2.14	Suplementos Proteicos.....	31
2.14.1	¿Cómo funcionan?.....	31
2.15	El papel de las proteínas en los alimentos.....	32
2.15.1	Destino de las proteínas de los alimentos.....	32
2.15.2	Digestión, absorción y metabolismo de las proteínas.....	33
2.15.3	Necesidades de proteínas en la dieta.....	34

2.15.4	Complementación de las proteínas.....	35
2.16	Batidos.....	35
2.17	Análisis proximal.....	36
2.17.1	Humedad.....	36
2.17.2	Cenizas (o sustancias minerales).....	36
2.17.3	Grasas.....	37
2.17.4	Proteínas.....	37
2.17.5	Fibra Cruda.....	39

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Materiales.....	40
3.1.1	Materia Prima e Insumos.....	40
3.1.1.1	Materia Prima.....	40
3.1.1.2	Insumos.....	40
3.1.2	Equipos y Materiales.....	40
3.1.2.1	Equipos.....	40
3.1.2.2	Materiales.....	41
3.2	Caracterización del área de estudio Ubicación.....	41
3.3	Métodos.....	42

FASE I.

3.3.1	Factores en estudio.....	42
3.3.1.1	Tratamientos.....	43
3.3.1.2	Diseño Experimental.....	44
3.3.1.3	Características del experimento.....	44
3.3.1.4	Análisis estadístico.....	44
3.3.1.5	Análisis funcional.....	45
3.4	Variables en estudio.....	45
3.4.1	Variables Cuantitativas.....	45
3.4.1.1	Humedad.....	45
3.4.1.2	Granulometría.....	46
3.4.1.3	Peso Específico.....	47
3.4.1.4	Rendimiento.....	49
3.4.2	Variables Cualitativas.....	49
3.4.2.1	Análisis sensorial para los diferentes tipos de harinas.....	50
3.4.2.1.1	Análisis estadístico de la evaluación sensorial.....	50
3.5	Formulación de mezclas.....	51

FASE II.

3.5.1	Análisis sensorial para los tipos de mezclas.....	53
3.5.2	Análisis proximal.....	53

3.6	Evaluación de las tres mejores mezclas, por medio de características microbiológicas y fisicoquímicas durante el almacenamiento.....	54
3.6.1	Características Microbiológicas.....	54
3.6.2	Características Fisicoquímicas.....	54
3.6.2.1	Variables Cuantitativas.....	56
3.6.2.1.1	Humedad.....	56
3.6.2.1.2	Actividad del agua (Aw).....	57
3.7	Manejo específico del experimento.....	60

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1	Harina de Chocho.....	68
4.1.1	Humedad.....	68
4.1.2	Granulometría.....	73
4.1.3	Peso Específico.....	77
4.1.4	Rendimiento.....	81
4.1.5	Análisis de los atributos sensoriales.....	85
4.1.5.1	Color.....	85
4.1.5.2	Olor.....	86
4.1.5.3	Sabor.....	87
4.1.5.4	Determinación del mejor tratamiento mediante los niveles de	

	significación.....	87
4.1.5.5	Representación gráfica.....	88
4.2	Harina de Quinoa.....	90
4.2.1	Humedad.....	90
4.2.2	Granulometría (g/100g).....	94
4.2.3	Peso específico.....	98
4.2.4	Rendimiento.....	100
4.2.5	Análisis de los atributos sensoriales.....	102
4.2.5.1	Color.....	102
4.2.5.2	Olor.....	103
4.2.5.3	Sabor.....	104
4.2.5.4	Determinación del mejor tratamiento mediante los niveles de significación.....	104
4.2.5.5	Representación gráfica.....	105
4.3	Harina de Amaranto.....	107
4.3.1	Humedad.....	107
4.3.2	Granulometría.....	110
4.3.3	Peso Específico.....	115
4.3.4	Rendimiento.....	117
4.3.5	Análisis de los atributos sensoriales.....	121
4.3.5.1	Color.....	121
4.3.5.2	Olor.....	122
4.3.5.3	Sabor.....	123

4.3.5.4	Determinación del mejor tratamiento mediante los niveles de significación.....	123
4.3.5.5	Representación gráfica.....	124
4.4	Parámetros establecidos.....	125
4.5	Selección de las muestras de acuerdo al contenido proteico.....	126
4.6	Análisis sensorial para los tipos de mezclas.....	127
4.6.1	Aceptabilidad o nivel de agrado.....	127
4.7	Análisis proximal.....	130
4.8	Análisis microbiológico.....	133
4.9	Actividad de agua (aw).....	134
4.10	Humedad.....	139

CAPÍTULO V: BALANCE DE MATERIALES Y COSTOS DE PRODUCCIÓN

5.1	Balance de materiales.....	143
5.1.1	Esquema de datos para la mezcla M4.....	144
5.1.2	Esquema de datos para la mezcla M6.....	145
5.1.3	Esquema de datos para la mezcla M12.....	146
5.2	Costos de producción.....	147

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

6.1	Conclusiones.....	150
-----	-------------------	-----

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

7.1	Recomendaciones.....	152
-----	----------------------	-----

CAPÍTULO VIII: RESUMEN

8.1	Resumen.....	154
-----	--------------	-----

CAPÍTULO IX: SUMMARY

9.1	Summary.....	156
-----	--------------	-----

CAPÍTULO X: BIBLIOGRAFÍA

10.1	Bibliografía.....	158
------	-------------------	-----

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

CUADROS

CUADRO 1.	Especies alimenticias originarias de la región andina.....	6
CUADRO 2.	Potencial de producción de cultivos (has) en Imbabura (2007).....	7
CUADRO 3.	Efecto complementario de la proteína del tarwi con diferentes proteínas vegetales.....	9
CUADRO 4.	Valor nutritivo de los cultivos andinos subexplotados y otros alimentos utilizados en las recetas. (En 100g de parte comestible).....	11
CUADRO 5.	Varietades y ecotipos de quinua actualmente bajo cultivo en los Andes.....	15
CUADRO 6.	Utilización actual de los granos de quinua desamargados.....	17
CUADRO 7.	Recomendaciones oficiales de ingestión diaria de proteínas (g/kg de peso).....	34
CUADRO 8.	Factores en estudio para el proceso de tostado de cada una de las materias primas.....	43
CUADRO 9.	Tratamientos para cada una de las materias primas.....	43
CUADRO 10.	ADEVA para cada de una de las variables a evaluarse.....	44
CUADRO 11.	Composición de cada una de las mezclas.....	52

HARINA DE CHOCHO

CUADRO 12.	Variable humedad (%).....	68
CUADRO 13.	Análisis de varianza para la variable humedad.....	68
CUADRO 14.	Prueba de Tukey al 5%.....	69
CUADRO 15.	Prueba (DMS) para factor Temperatura.....	69
CUADRO 16.	Prueba (DMS) para factor Tiempo.....	70
CUADRO 17.	Variable granulometría (g/100g).....	73
CUADRO 18.	Análisis de varianza para granulometría.....	73
CUADRO 19.	Prueba de Tukey 5%.....	74
CUADRO 20.	Prueba (DMS) para factor Temperatura.....	75
CUADRO 21.	Prueba (DMS) para factor Tiempo.....	75
CUADRO 22.	Variable peso específico (g/cm ³).....	77
CUADRO 23.	Análisis de la varianza para el peso específico.....	77
CUADRO 24.	Prueba de Tukey al 5%.....	78
CUADRO 25.	Prueba (DMS) para factor Temperatura.....	78
CUADRO 26.	Prueba (DMS) para factor Tiempo.....	79
CUADRO 27.	Variable rendimiento (%).....	81
CUADRO 28.	Análisis de la varianza rendimiento.....	82
CUADRO 29.	Prueba de Tukey al 5%.....	82
CUADRO 30.	Prueba (DMS) para factor Temperatura.....	83
CUADRO 31.	Prueba (DMS) para factor Tiempo.....	83

CUADRO 32.	Rangos obtenidos de las puntuaciones.....	85
CUADRO 33.	Valor Chi-cuadrado.....	85
CUADRO 34.	Rangos obtenidos de las puntuaciones.....	86
CUADRO 35.	Valor Chi-cuadrado.....	86
CUADRO 36.	Rangos obtenidos de las puntuaciones.....	87
CUADRO 37.	Valor Chi-cuadrado.....	87
CUADRO 38.	Niveles de significación de cada atributo en la harina de chocho....	87

HARINA DE QUINUA

CUADRO 39.	Variable humedad (%)......	90
CUADRO 40.	Análisis de varianza para humedad.....	90
CUADRO 41.	Prueba de Tukey al 5%.....	91
CUADRO 42.	Prueba (DMS) para factor Temperatura.....	91
CUADRO 43.	Variable granulometría (g/100g)......	94
CUADRO 44.	Análisis de varianza para granulometría.....	94
CUADRO 45.	Prueba de Tukey 5%.....	95
CUADRO 46.	Prueba (DMS) para factor Tiempo.....	96
CUADRO 47.	Variable peso específico (g/cm ³)......	98
CUADRO 48.	Análisis de la varianza para el peso específico.....	99
CUADRO 49.	Variable rendimiento (%)......	100
CUADRO 50.	Análisis de la varianza para rendimiento.....	100
CUADRO 51.	Prueba (DMS) para factor Temperatura.....	101

CUADRO 52.	Rangos obtenidos de las puntuaciones.....	102
CUADRO 53.	Valor Chi-cuadrado.....	102
CUADRO 54.	Rangos obtenidos de las puntuaciones.....	103
CUADRO 55.	Valor Chi-cuadrado.....	103
CUADRO 56.	Rangos obtenidos de las puntuaciones.....	104
CUADRO 57.	Valor Chi-cuadrado.....	104
CUADRO 58.	Niveles de significación de cada atributo.....	104

HARINA DE AMARANTO

CUADRO 59.	Humedad (%).....	107
CUADRO 60.	Análisis de la varianza para humedad.....	107
CUADRO 61.	Prueba de Tukey al 5%.....	108
CUADRO 62.	Prueba (DMS) para factor Temperatura.....	108
CUADRO 63.	Prueba (DMS) para factor Tiempo.....	109
CUADRO 64.	Variable granulometría (g/100g).....	111
CUADRO 65.	Análisis de varianza para granulometría.....	111
CUADRO 66.	Prueba de Tukey 5%.....	112
CUADRO 67.	Prueba (DMS) para factor Temperatura.....	112
CUADRO 68.	Prueba (DMS) para factor Tiempo.....	112
CUADRO 69.	Variable peso específico (g/cm ³).....	115
CUADRO 70.	Análisis de la varianza para el peso específico.....	115
CUADRO 71.	Variable rendimiento (%).....	117

CUADRO 72.	Análisis de la varianza para rendimiento.....	117
CUADRO 73.	Prueba de Tukey al 5%.....	118
CUADRO 74.	Prueba (DMS) para factor Temperatura.....	118
CUADRO 75.	Prueba (DMS) para factor Tiempo.....	119
CUADRO 76.	Rangos obtenidos de las puntuaciones.....	121
CUADRO 77.	Valor Chi-cuadrado.....	121
CUADRO 78.	Rangos obtenidos de las puntuaciones.....	122
CUADRO 79.	Valor Chi-cuadrado.....	122
CUADRO 80.	Rangos obtenidos de las puntuaciones.....	123
CUADRO 81.	Valor Chi-cuadrado.....	123
CUADRO 82.	Niveles de significación de cada atributo.....	123
CUADRO 83.	Parámetros establecidos en el proceso de tostado.....	125
CUADRO 84.	Contenido de proteína de las mezclas establecidas.....	126
CUADRO 85.	Suma de rangos, en la aceptabilidad o nivel de agrado.....	128
CUADRO 86.	Valor Chi-cuadrado.....	128
CUADRO 87.	Composición química proximal de las mezclas de harina utilizando (chocho, quinua, amaranto) y glucosa como edulcorante.....	130
CUADRO 88.	Análisis microbiológico a los 0 días de almacenamiento.....	133
CUADRO 89.	Análisis microbiológico a los 60 días de almacenamiento.....	133
CUADRO 90.	Actividad de agua (Aw) para el empaque en sobres de polietileno (PE).....	134
CUADRO 91.	Actividad de agua (Aw) para el empaque en frascos herméticos de polietileno.....	136

CUADRO 92.	Valores “t” de student para cada etapa de almacenamiento.....	138
CUADRO 93.	Humedad para el empaque de sobres de polietileno (PE).....	139
CUADRO 94.	Humedad para el empaque frascos herméticos de polietileno.....	140
CUADRO 95.	Valores “t” de student para cada etapa de almacenamiento.....	142
CUADRO 96.	Costo de producción para 1 Kilogramo de Suplemento con la siguiente composición M4 = 1.5 partes de Chocho + 2 partes de Quinoa + 20% de Glucosa.....	147
CUADRO 97.	Costo de producción para 1 Kilogramo de suplemento con la siguiente composición M6= 1 parte Chocho + 2 Amaranto + 20% Glucosa.....	148
CUADRO 98.	Costo de producción para 1 Kilogramo de suplemento con la siguiente composición M12= 1.5 partes Chocho+ 1 parte Quinoa+ 1 parte Amaranto + 20% Glucosa.....	149

TABLAS

TABLA 1.	Comparación de distribuciones recomendadas de necesidades de aminoácidos con la composición de la proteína de granos andinos....	9
TABLA 2.	Composición química proximal del chocho desamargado.....	13
TABLA 3.	Análisis químico proximal de granos de quinoa (%)......	15

TABLA 4.	Composición de algunos granos andinos en comparación con el trigo (g/100g).....	18
TABLA 5.	Efectos del tratamiento térmico sobre los principales compuestos nutricionales.....	22
TABLA 6.	Actividad del agua de algunos alimentos y susceptibilidad a la alteración microbiana.....	28

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1.	Contenido de humedad en la harina de chocho, expresado en %.....	71
GRÁFICO 2.	Granulometría para la harina de chocho.....	76
GRÁFICO 3.	Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), en el peso específico de harina de chocho.....	79
GRÁFICO 4.	Peso específico en la harina de chocho.....	80
GRÁFICO 5.	Rendimiento de harina, expresado en %.....	84
GRÁFICO 6.	Representación gráfica de los atributos (color, olor, sabor).....	88
GRÁFICO 7.	Contenido de humedad en la harina de quinua, expresado en %.....	92
GRÁFICO 8.	Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), en el contenido de humedad en la harina de quinua.....	93

GRÁFICO 9.	Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), granulometría en harina de quinua.....	96
GRÁFICO 10.	Granulometría para la harina de quinua.....	97
GRÁFICO 11.	Peso específico en la harina de quinua.....	99
GRÁFICO 12.	Rendimiento de harina de quinua, expresado en %.....	101
GRÁFICO 13.	Representación gráfica de los atributos (color, olor, sabor).....	105
GRÁFICO 14.	Contenido de humedad en la harina de amaranto, expresado en %.....	109
GRÁFICO 15.	Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), granulometría en la harina de amaranto.....	113
GRÁFICO 16.	Granulometría para la harina de amaranto.....	114
GRÁFICO 17.	Peso específico en la harina de amaranto.....	116
GRÁFICO 18.	Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), sobre rendimiento.....	119
GRÁFICO 19.	Rendimiento de harina, expresado en %.....	120
GRÁFICO 20.	Representación gráfica de los atributos (color, olor, sabor).....	124
GRÁFICO 21.	Suma de rangos en las muestras sobre aceptabilidad.....	129
GRÁFICO 22.	Comportamiento de las mezclas sobre la actividad de agua, en función de los días de almacenamiento (Sobres de polietileno).....	135
GRÁFICO 23.	Comportamiento de las mezclas sobre la actividad de agua, en función de los días de almacenamiento (Frascos herméticos de	

	polietileno).....	137
GRÁFICO 24.	Comportamiento de las mezclas sobre la humedad, en función de los días de almacenamiento (Sobres de polietileno).....	139
GRÁFICO 25.	Comportamiento de las mezclas sobre la humedad, en función de los días de almacenamiento (Frascos herméticos de polietileno).....	141

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.	Tostadora de cilindro rotatorio. Utilizada en la investigación.....	21
Fotografía 2.	Molino de rotación simple. (Utilizado para la investigación).....	23
Fotografía 3.	Equipo para la medición de humedad.....	46
Fotografía 4.	Tamices de serie RESTH.....	47
Fotografía 5.	Análisis granulométrico.....	47
Fotografía 6.	Medición de peso específico.....	48
Fotografía 7.	Medición variable rendimiento.....	49
Fotografía 8.	Prueba de cata para la evaluación de la calidad organoléptica en la harina.....	50
Fotografía 9.	Panel de degustación.....	53
Fotografía 10.	Prueba de aceptación.....	53
Fotografía 11.	Medición de humedad.....	57
Fotografía 12.	Equipo Aw- WERT-MESSER medición actividad de agua.....	58

Fotografía 13.	Metería prima.....	60
Fotografía 14.	Selección de materia prima.....	60
Fotografía 15.	Secado natural de chocho.....	61
Fotografía 16.	Tostado de los granos.....	62
Fotografía 17.	Enfriamiento de granos luego del tostado.....	62
Fotografía 18.	Proceso de molienda.....	63
Fotografía 19.	Tamizado.....	63
Fotografía 20.	Dosificación de cada uno de los componentes de la mezcla.....	64
Fotografía 21.	Proceso de mezclado.....	65
Fotografía 22.	Envasado del producto final en cada uno de los envases.....	65
Fotografía 23.	Almacenamiento del producto final.....	66

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

Los cultivos Andinos subexplotados, entre los que se encuentra el **chocho** (*Lupinus mutabilis Sweet*), **quinua** (*Chenopodium quinoa L.*), y **amaranto** (*Amaranthus*), a pesar de ser cultivados por familias campesinas y formar parte de sus hábitos alimentarios, están siendo desplazados por otros cultivos que responden a patrones de consumo urbano y foráneo. Por ello es necesario rescatar y prestigiar las preparaciones tradicionales con base en estos cultivos y formular otras de consumo masivo para que los productos penetren en los grandes circuitos de comercialización (FAO, 1992).

El Ecuador debido a su situación geográfica posee condiciones climáticas apropiadas para este tipo de cultivos. En la provincia de Imbabura existe producción de estos; **(232.5 Has Chocho, 317 Has Quinoa, 11 Has Amaranto, MAGAP-2007)**, pero la industrialización de los mismos es escasa, lo que ha causado una baja rentabilidad de estas actividades agropecuarias, como también la baja productividad causada por los precios bajos en los mercados locales.

Los cultivos andinos son alimentos de gran aporte nutricional, específicamente ricos en proteína, pero la cultura agroalimentaria y el poco conocimiento por parte de la población de las bondades que ofrecen estos alimentos, hace que haya un bajo consumo, por lo que se ve necesario elaborar productos derivados de los mismos.

Por tales razones esta investigación pretende elaborar un producto en base a una mezcla de harinas de estos cultivos más la adición de edulcorante, con el objetivo de mejorar la calidad de la proteína. Que según (Ayala, 1998; Ayala et al., 2001). La mezcla de proteínas de origen vegetal debe tener una relación de dos partes de cereales y granos andinos (quinua, cañihua, kiwicha, cebada, maíz, trigo, etc.) por una parte de leguminosas (tarwi, habas, soya, etc.), formando una proteína de alta calidad.

En tal sentido se planteó para dicha investigación la determinación de parámetros óptimos del proceso de tostado (temperatura y tiempo) para cada uno de estos granos, que nos permita obtener harinas y así evaluar sus características físico-químicas como organolépticas, con el fin de obtener un producto con mayor grado de aceptabilidad por parte del consumidor.

Los resultados de esta investigación constituyen un aporte de conocimiento sobre las bondades que estos cultivos presentan, incentivando así a sus productores a fortalecer este tipo de cultivos, para mejorar su bienestar económico-social y contribuir con la soberanía alimentaria.

Además, con los resultados de esta investigación se pretende dar un aporte técnico y científico para las futuras investigaciones en el campo agroindustrial sobre el proceso de tostado de granos, como también la complementación de proteínas vegetales, y así poder plantear nuevas propuestas productivas encaminadas a la innovación de productos con materias primas autóctonas.

1.2 Objetivos

1.2.1 General.

- ❖ Elaborar un suplemento proteico en polvo, a base de harina de; chocho (*LupinusmutabilisSweet*), quinua (*Chenopodiumquinoa L.*), amaranto (*Amaranthus*), y dos tipos de edulcorantes (Sacarosa y Glucosa).

1.2.2 Específicos:

- Determinar la temperatura del aire y el tiempo de tostado de cada materia prima (chocho, quinua y amaranto), para la obtención de harina.
- Determinar la mezcla óptima de harinas (chocho, quinua, amaranto) y edulcorante, para la elaboración de un suplemento proteico en polvo.
- Evaluar las características Físico-Químicas (Granulometría, humedad, peso específico, rendimiento) y organolépticas (Color, olor, sabor) en la harina, (extracto etéreo, proteína, fibra, cenizas, carbohidratos totales) en las mezclas, y microbiológicas (Mohos, levaduras, recuento total) en el suplemento.
- Realizar un balance de materiales y estimar costos de producción del suplemento.
- Determinar la estabilidad físico-química y microbiológica del suplemento, empleando dos tipos de envases (fundas de polietileno y frascos herméticos de polietileno) bajo condiciones normales (HR: 73 y T: 18 °C) por un tiempo de 60 días.

1.3 Formulación de hipótesis

- **Hi.-** La temperatura del aire y el tiempo de tostado influyen en las características físico-químicas y organolépticas de la harina de cada materia prima (chocho, quinua y amaranto).

- **Hi.-** La mezcla de harinas: (chocho, quinua y amaranto) y la adición de edulcorante (sacarosa y glucosa), influye en las propiedades organolépticas del suplemento.

- **Hi.-** Las condiciones normales de almacenamiento y el tipo de envase, influye en la estabilidad físico-química, y microbiológica del suplemento.

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Cultivos andinos subexplotados.

La producción de semilla seleccionada, pero sobre todo la industrialización, comercialización y el impulso al consumo son las tareas prioritarias. Para tal fomento a nivel nacional, se necesita la decisión política y el apoyo oficial que se justifican plenamente, porque:

- Los cultivos andinos son plantas autóctonas y totalmente adaptadas a las condiciones ecológicas de los Andes.
- El valor nutritivo de los granos andinos y del tarwi es reconocido en el mundo científico internacional como superior a cualquier variedad mejorada de maíz o trigo que se haya producido con mucho esfuerzo económico.
- Los tubérculos y raíces pueden tener, por su resistencia al frío y su potencial volumen de producción, un lugar muy importante en el abastecimiento de alimentos.
- Hay suficientes ensayos que comprueban la factibilidad de remplazar a muchos alimentos actualmente importados, como la harina de trigo, por los cultivos andinos, o sustituir la leche por preparados similares en base a quinua, kañiwa, amaranto y tarwi. **FAO, (1992)**

2.1.1 Especies alimenticias originarias de los andes.

Desde tiempos muy remotos a existido una gran variedad de especies alimenticias originarias de los Andes, como menciona TAPIA, M (1990). Muchas veces se ha exagerado

el número de especies alimenticias domesticadas que se pueden considerar oriundas de los terrenos andinos, ubicados sobre los 2000 m.s.n.m.

Algunos autores incluyen en sus listas especies utilizadas ocasionalmente, pero cuyas características silvestres y naturales no han cambiado.

El cuadro presenta una lista de plantas que se cultivaban.

CUADRO 1. ESPECIES ALIMENTICIAS ORIGINARIAS DE LA REGIÓN ANDINA

Nombre común	Nombre científico	familia botánica	Altura de crecimiento Óptima (m.s.n.m.)
GRANOS			
- Maíz, sara (P,B,E)	<u><i>Zea mays</i></u>	Gramínea	0 - 3000
- Quinoa (E,P,B),suba (C)	<u><i>Chenopodium quinoa</i></u>	Chenopodiácea	0 - 3900
- Kañiwa (P) cañagua (B)	<u><i>Chenopodium pallidicaule</i></u>	Chenopodiácea	3200 - 4100
- Amaranto, coyo (P), achis, achita, kiwicha (P), millmi (B,A), coimi (A),sangoracha (E)	<u><i>Amaranthus caudatus</i></u>	Amarantácea	0 – 3000
LEGUMINOSAS			
- Tarwi (P), chocho (P,E)	<u><i>Lupinus mutabilis</i></u>	Leguminosa	500 – 3800
- Frijol, poroto (P)	<u><i>Phaseolus vulgaris</i></u>	Leguminosa	100 – 3500
- Pallar (P), cachas (C)	<u><i>Phaseolus lunatus</i></u>	Leguminosa	0 – 2500
- Pajuro (P), balu (C)	<u><i>Erythrina edulis</i></u>	Leguminosa	500 - 2700

Fuente. TAPIA, M (1990)

CUADRO 2. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA, ACUACULTURA Y PESCA
DIRECCION PROVINCIAL AGROPECUARIA DE IMBABURA
POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS (Has) EN IMBABURA (2007)

CULTIVO	OTAVALO	COTACACHI	ANTONIO ANTE	IBARRA	URCUQUI	PIMAMPIRO	Total De (Ha)Provincial Actual	Potencial De(Ha) A Incrementar
Maíz Suave	5743	3425	487	830	559	100	11144	
Maíz Duro	88	550	11	260	100	40	1049	157,35
Frejol	0	422,8	484	350	485	600	2341,8	468,36
Arveja	100	125,4	48	540	133	346	1292,4	129,24
Trigo	300	794	200	1653	408	486	3841	768,2
Cebada	572	180,2	136	1210	165	52	2315,2	463,04
Quinoa	218	50	2	6	1	40	317	47,55
Haba	40	79,8	0	160	8	4	291,8	29,18
Chocho	51	89,5	2	40	8	42	232,5	46,5
Amaranto	1	7	0	0	1	2	11	4,4
Papa	160	107,6	111	200	30	50	658,6	131,72
T.Arbol	153,5	171	155	128	200	75	882,5	88,25
Granadilla	0	10	0	30	0	15	55	5,5
Uvilla	2	1	1	1	1	1	7	2,1
Mora	13	17,5	5	25	1	19	80,5	8,05
Taxo								
Caña de Azúcar	0	0	98	2452	1308	14	3872	774,4

2.1.2 Valor nutritivo de los cultivos andinos.

Debido al alto valor nutritivo que estos cultivos presentan se ha visto la necesidad de dividirlos de acuerdo a su contenido de macronutrientes, como menciona TAPIA, M (1990). Según su contenido en principios nutritivos, se pueden dividir los alimentos andinos nativos en aquellos:

- de buen contenido de proteína, con alto valor biológico, como la quinua, kañiwua y amaranto
- de alto contenido de proteína y grasa, como el tarwi; y
- de buen contenido de carbohidratos, como los tubérculos y raíces.

El valor nutritivo de los alimentos depende no solo de una mayor concentración de nutrientes y de la ausencia de factores no nutricionales, sino también de su grado de digestibilidad y posterior utilización por el organismo.

Si se compara el contenido de estos aminoácidos en la proteína de los granos andinos con las distribuciones recomendadas de aminoácidos para preescolares, escolares y adultos (FAO/OMS/UNU, 1985), se observa que cubre los requerimientos de los dos últimos grupos. En relación al grupo de preescolares, se aprecia un excelente contenido en lisina, lo cual permite la complementación con otros cereales que son deficientes en este aminoácido.

**TABLA 1. COMPARACIÓN DE DISTRIBUCIONES RECOMENDADAS DE
NECESIDADES DE AMINOÁCIDOS CON LA COMPOSICIÓN DE LA PROTEÍNA DE
GRANOS ANDINOS.**

(mg de aminoácidos/g de proteínas)

Aminoácido	Necesidad (b)					
	Quinua (a)	Kañiwa (a)	Amaranto (a)	Preescolares	Escolares	Adultos
Lisina	68	59	67	58	44	16
Metionina + Cistina	33*	16x	35**	25	22	17
Treonina	45	47	51	34	28	9
Triptófano	13	9	11	11	9	5

Fuente. TAPIA, M (1990)

**CUADRO 3. EFECTO COMPLEMENTARIO DE LA PROTEINA DEL TARWI CON
DIFERENTES PROTEINAS VEGETALES**

Fuente Proteica	PER. (Razón de eficacia proteica (% caseína))
Tarwi crudo	37.1
Tarwi autoclavado	48.2
Tarwi - quinua (33:66)	95.2
Tarwi - avena (50:50)	86.4
Tarwi – maíz (50:50)	84.8
Tarwi – arroz (50:50)	83.2
Tarwi – trigo (33:66)	81.2
Tarwi – cebada (50:50)	80.0
Tarwi – quinua – cebada (33:33:33)	100.8
Tarwi – quinua – arroz (33:33)	100.4
Tarwi – quinua – maíz (33:33:33)	96.8
Tarwi – quinua – avena (33:33:33)	95.6
Tarwi – maíz – avena (33:33:33)	89.2
caseína	100.0

Fuente: TAPIA, M (1990)

2.1.3 Aspectos nutricionales de los cultivos andinos subexplotados

Según los organismos internacionales como FAO, (1992) manifiesta que; 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 requiere determinadas proporciones de cada aminoácido esencial, lo que ocurre con los alimentos de origen animal. La mayoría de las proteínas de origen vegetal carecen de esta proporción ideal, pero esto se soluciona consumiendo mezclas de cereales y leguminosas.

La quinua, la canahua, y el amaranto se distinguen por un buen contenido de proteínas y minerales, pero su verdadero valor radica en la calidad de la proteína. Estos granos contienen aproximadamente el doble de lisina y metionina que los cereales como el trigo, maíz, arroz y cebada.

El tarwi contiene dos grupos principales de nutrientes: grasa (20%) y proteína (más de 40%). Si bien esta última es alta, existe una deficiencia de metionina que disminuye en mucho la calidad de la proteína.

Por ello al ingerir simultáneamente mezclas de diferentes alimentos de origen vegetal, principalmente de cereales y leguminosas, los aminoácidos esenciales se complementan entre sí y se obtiene una proteína de alto valor biológico similar a las de origen animal.

Los granos andinos (quinua, canahua, amaranto) por su excelente contenido de lisina y metionina complementan muy bien con la proteína del tarwi, que tiene bajo contenido de metionina y la de otros cereales como maíz, trigo y arroz.

El tarwi también se complementa adecuadamente con estos últimos cereales.

Se recomienda las siguientes proporciones para las mezclas de alimentos de origen vegetal:

1 parte de leguminosa (+)	2 partes de granos andinos, cereales o tubérculos.
(tarwi, habas, frijoles)	(quinua, canahua, amaranto, cebada, avena, maíz, trigo, papa, oca, olloco)

Fuente: FAO (1992)

La digestión y absorción de la proteína de los granos enteros es muy difícil para los niños menores de 2 años, incluso cuando se han sometido a la cocción. La digestibilidad mejora notablemente con su ingestión en forma de harinas, en papillas o bebidas.

CUADRO 4. Valor nutritivo de los cultivos andinos subexplotados y otros alimentos utilizados en las recetas. (en 100g de parte comestible)

Alimento	Energía Kcal	Proteína g	Hierro mg	Retinol ug	Ref.
Amaranto, grano	366	12.9	5.3	--	A
Amaranto, harina tostada	348	14.6	13.6	--	b
Quinua, grano blanco	370	11.8	4.2	--	a
Quinua harina	341	9.1	3.7	--	a
Tarwi grano seco	369	42.2	7.8	--	a
Tarwi desamargado	177	20	4.3	--	a
Tarwi harina	450	44.5	17.7	1	a

Fuente: FAO, (1992)

Según FAO, (1992). Los granos andinos, llamados ahora “granos de oro” por su alto valor nutritivo, son considerados como los alimentos del pasado para la gente del futuro. La quinua y el amaranto están calificados como los mejores alimentos de origen vegetal para los seres humanos, a partir de la investigación realizada por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos y seleccionados por la NASA para integrar la dieta de los astronautas en los vuelos espaciales de larga duración. La proteína de la quinua y el amaranto es de buena calidad, con un balance adecuado de aminoácidos esenciales, como la lisina, que juega un papel importante en el desarrollo del cerebro y el crecimiento, y se asocia con la inteligencia y la memoria. El chocho es otro de los alimentos de alto valor nutritivo. Tiene un alto contenido de proteína, ácidos grasos insaturados, fibra dietética, calcio, fósforo, hierro y niacina. En Ecuador se cultivan aproximadamente 2 000 ha de quinua y 6 000 de chocho, mientras que el cultivo de amaranto recién se está utilizando de manera industrial.

2.2 El Chocho

2.2.1 Chocho (*Lupinusmutabilis*)

El tarwi, chocho o lupino (*Lupinusmutabilis*) es una leguminosa originaria de los Andes de Bolivia, Ecuador y del Perú. Tiene relevancia en la gastronomía de esos países desde la época preincaica. Su alto contenido de proteínas, mayor que el de la soja, lo hacen una planta de interés para la nutrición humana y animal.

TAPIA, M (1990) manifiesta que: en la actualidad en los pueblos cercanos a los centros de producción, la forma de consumo del tarwi es desamargado y fresco.

Para desamargar el tarwi en forma cacera, luego de su selección se procede a darle un hervor y ponerlo en agua fresca, que se cambia varias veces al día durante 3 a 4 días. Están listos para el consumo, cuando al degustar los granos no dejan ningún sabor amargo. Si no se consumen enseguida, se guardan en agua fresca y en el frío; aunque su conservación es limitada.

También se ha avanzado en la fabricación de harina y preparaciones derivadas. Para la alimentación infantil se fabrica un preparado de harinas precocidas de tarwi, quinua y cereales que puede remplazar la leche; esta mezcla se elabora actualmente en el Cusco con el nombre de **Kallpa wawa**.

TABLA 2. Composición química proximal del chocho desamargado

REQUISITOS	UNIDAD	VALOR	METODO DE ENSAYO
Humedad	%	72-75	INEN 1 235
Materia seca	%	28-25	INEN 1 235
Proteína	%	50-52	AOAC 955.04
Grasa	%	19-24	AOAC 920.85
Fibra	%	7-9	AOAC 962.09
Cenizas	%	1,9-3,0	AOAC 942.05
ELN. (Ver nota 1)	%	12,0-22,0	Por diferencia
Energía	Cal/g	5 369-6 476	Aplicación de la ec 1
Alcaloides	%	0,02-0,07	Von Baer, D. y colaboradores. 1979 (ver nota 2)
Nota 1: ELN = Extracto libre de nitrógeno = 100-(fibra + proteína + grasa + cenizas)			
Nota 2: Método modificado por Vera, C. Escuela Politécnica Nacional 1982, Quito			

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 2 390: 2004

2.2.2 Consumo.

Este vegetal da lugar a infinidad de preparaciones en la gastronomía del Perú, especialmente como sancochado o cremas. Inclusive desde mucho antes del siglo XVI era

parte importante de la dieta. De acuerdo a Santiago Antúnez de Mayolo, el tarwi representaba el 5 % de la dieta incaica. Asimismo, proveía de abundante proteína a la población. Se han encontrado semillas en tumbas de la Cultura Nazca y representaciones en la cerámica Tiahuanaco.

En fresco, se puede utilizar en guisos, en purés, en salsas, cebiche de chocho, sopas (crema de tarwi); guisos (pepián), postres (mazamoras con naranja) y refrescos (jugo de papaya con harina de tarwi), todos platos provenientes de la serranía.

2.3 La Quinoa

2.3.1 Quinoa (*Chenopodium quínoa*)

La quinoa, quínoa o kinwa (*Chenopodium quínoa*) es un pseudocereal perteneciente a la subfamilia Chenopodioideae de las amarantáceas.

TAPIA, M (1990) manifiesta que. Es una planta anual que puede medir de 1 m a 3,5 m, de altura según los ecotipos, las razas y el medio ecológico donde se cultiven.

Según el desarrollo de la ramificación se pueden encontrar plantas con un solo tallo principal y ramas laterales muy cortas en los ecotipos del antiplano o plantas con todas las ramas de igual tamaño en los ecotipos de valle, dándose todos los tipos intermedios. Este desarrollo de plantas puede modificarse parcialmente, según la densidad de siembra que tenga el cultivo.

TABLA 3: ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE GRANOS DE QUINUA (%)

	Cardozo y Tapia (1979)	Romero (1981)	Latinreco S.A.	Promedios Globales
	Promedio	Promedio	Promedio	
Humedad	12.65	12.9	9.61	11.72
Grasa	5.01	4.6	7.16	5.59
Proteína	13.81	14.3	15.72	14.61
Cenizas	3.36	3.5	3.29	3.38
Fibra	4.14	3.0	2.91	3.35
Carbohidratos	59.74	61.4	61.70	60.95
Saponinas (a)		1.41	1.42	1.43

(a) Determinación por métodos de espuma: valores en base de la materia seca.

Fuente: WAHLI (1990) “Quinoa hacia su cultivo comercial” p.142.

Es un cultivo que se produce en los Andes de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y del Perú además de los Estados Unidos, siendo Bolivia el primer productor mundial seguido del Perú y los Estados Unidos. Crece desde el nivel del mar en el Perú, hasta los 4000 msnm en los Andes, aunque su altura más común es a partir de los 2500 msnm.

CUADRO 5. VARIETADES Y ECOTIPOS DE QUINUA ACTUALMENTE BAJO CULTIVO EN LOS ANDES

En Ecuador	Tipo	Color del grano	Sabor
Cochasqui	Valle	blanco	Semidulce
Amarga del Chimborazo	valle		Amargo
Quinoa del Carchi	valle		Semidulce
Morada	valle		Amargo
Chaucha de Yaruqui	valle		Amargo
Amarga de Imbabura	valle		Amargo

Fuente: TAPIA, M (1990)

2.3.2 Consumo.

Alimentación: la quinua es un alimento rico ya que posee los 10 aminoácidos esenciales para el humano, esto hace que la quinua sea un alimento muy completo y de fácil digestión. Tradicionalmente los granos de quinua se tuestan y con ellos se produce harina. También pueden ser cocidos, añadidos a las sopas, usados como cereales, pastas e incluso se le fermenta para obtener cerveza o chicha, bebida tradicional de los Andes. Cuando se cuece toma un sabor similar a la nuez.

La harina de quinua es producida y comercializada en el Perú, Bolivia y Colombia (aunque en menor cantidad), sustituyendo muchas veces a la harina de trigo, enriquecido así sus derivados de panes, tortas y galletas, en la actualidad (año 2007) se está desarrollando su cultivo y consumo en el noroeste de Argentina y el norte de Chile.

Uno de sus platos típicos de la zona del Cusco es el pesqué o peské, que se prepara con leche, quinua, queso y se puede combinar con huevo frito e incluso con un trozo de churrasco de carne, también se utiliza cada vez más para relleno de empanadas.

CUADRO 6. UTILIZACIÓN ACTUAL DE LOS GRANOS DE QUINUA DESAMARGADOS

Proceso	Preparación primaria	Preparación final	Propiedades funcionales
Lavado Escarificación Escarificación-Lavado	Grano entero, pelado	Sopas, guisos, puré, revueltos, refrescos, ajíes, bocaditos, humitas, buñuelos, pasteles, torrejas	Textura, arrebosado, sabor, extensor, coherencia
Molienda integral Molienda diferencial	Harina de quinua integral Harina de quinua	Panes tradicionales (quispiña, mucuna, tacti) Panes esponjosos, galletas, mazamorras, albóndigas, carnes y pescados arrebosados, salsas, mezclas con otras harinas para elaboraciones posteriores, fideos, postres, dulces, tortas, pasteles, sopas, “api”, alimentos de niños, bebidas	Extensores, unión de agua y grasa, arrebosado, textura, sabor, color, cuerpo, acarreador de especerías, remplazante del trigo
Molienda y tostado	Harina de quinua tostada	Arrebosado de carnes, mariscos, y pescado, alimentos de desayuno para niños	Coherencia arrebosado, textura, sabor, remplazante del trigo tostado,
Molienda húmeda Laminador en frío	Embriones Perisperma Hojuelas de quinua producidas en frío	Bebidas, “leche” Postres, Bebidas, sopas, dulces, yogur	Sabor, textura

Fuente: TAPIA, M (1990)

2.4 El Amaranto

2.4.1 Amaranto (*Amaranthus caudatus*)

Uno de los cultivos andinos con mayor valor nutritivo, que se lo utiliza para la elaboración de diferentes subproductos, es el Amaranto, Que según TAPIA, M (1990). Es muy apreciado para la preparación de refrescos y chicha, la harina es agradable (se puede usar hasta el 20 % en la panificación) y también como turrón (**kiwicha** reventada que se mezcla con miel) que es la única forma elaborada en que se comercializa, principalmente en los pueblos vecinos de las zonas de producción.

TABLA 4. Composición de algunos granos andinos en comparación con el trigo (g/100g)

	Quinoa ^(a)	Qañiwa ^(a)	Amaranto	Trigo
Proteínas	11,7	14,0	12,9	8,6
Grasas	6,3	4,3	7,2	1,5
Carbohidratos	68,0	64,0	65,1	73,7
Fibra	5,2	9,8	6,7	3,0
Ceniza	2,8	5,4	2,5	1,7
Humedad %	11,2	12,2	12,3	14,5

(a) Valores promedio de las variedades de la tabla de composición de alimentos peruanos (Ministerio de Salud/Instituto Nacional de Salud/ Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, 1996)

2.5 La eliminación de agua.

La eliminación de agua es uno de los principios utilizados en la conservación de alimentos que según MAFART, P. (1994). Concentración, desecación, secado, deshidratación: diversos términos que se agrupan bajo el término global de “eliminación de agua”. En efecto, todas estas operaciones obedecen fundamentalmente, a las mismas leyes y sus objetivos son los mismos. Mientras que la concentración trata un producto líquido y se obtiene otro también líquido, el secado parte de un producto ya sea líquido o sólido y se obtiene un producto sólido.

2.5.1 Secado al sol o al aire libre.

Según SHAFIUR, M (2003). “En el secado al sol se emplea la energía radiante procedente del sol. Este sistema de secado es un proceso no contaminante y usa energía renovable. Además, es una fuente de energía abundante que no puede ser monopolizada. No obstante en procesos de producción a gran escala, el secado solar tiene varias desventajas que limitan su uso. Estas son: (a) la necesidad de grandes superficies y grandes requerimientos de mano de obra, (b) la dificultan a la hora de controlar la velocidad de secado y además, (c) pueden producirse infestaciones por insectos y contaminaciones microbianas.”

2.5.2 Eliminación de agua por vía térmica.

Existen dos mecanismos para la eliminación de agua como son: vía mecánica y vía térmica, éste último definido por CASP, A (2003) dice. Este tipo de operación es esencialmente una transferencia de materia que necesita la “activación” previa del agua mediante cierta cantidad de energía aportada por un transporte de calor. Las dos transferencias se desdoblaron en una fase externa y una en fase interna.

- Transferencia de calor externa desde la fuente de calor hacia la superficie del producto.
- Transferencia de calor interna desde la superficie hacia el centro del producto.
- Transferencia de materia interna desde el centro hacia la superficie del producto.
- Transferencia de materia externa desde la superficie del producto hacia el medio exterior.

Transferencia de calor

Transferencia de materia

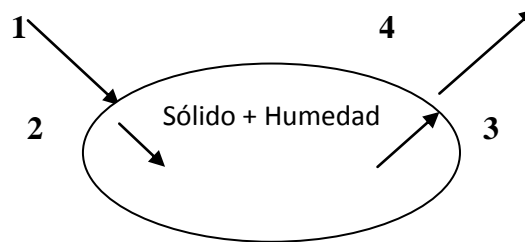


Figura1. Proceso básico de secado

2.5.2.1 Tostado

“La técnica de tostado destruye las enzimas, insectos y bacterias. Si el tostado se efectúa de manera adecuada, incrementa el período de almacenamiento del producto final y contribuye a que este pueda ser más fácilmente digerible”. UNIFEM (Fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Mujer)

De acuerdo a diferentes criterios se puede asimilar el proceso de tostado con el de horneado que según FELLOSO, P (2000). El horneado implica transmisión de calor y de masa simultáneamente. Se transmite calor al alimento desde las superficies calientes y el aire en

el interior del horno y se transfiere agua desde el alimento al aire circundante, eliminándose del horno posteriormente.

En el horno el calor pasa a la superficie del alimento por radiación desde las paredes, por convección del aire circundante y por conducción a través de la bandeja sobre la que descansa.

2.5.2.2 Tostadora de granos con cilindro rotatorio.

Para el proceso de tostado se han venido utilizando diferentes equipos basados en la transferencia de calor por conducción y convección, uno de estos equipos es la tostadora de cilindro rotatorio que según LOZADA, L (2009). Este sistema se basa en un horno convencional de forma cilíndrica que funciona con GLP, el cilindro tostador se encuentra en el centro de todo el sistema de tostado, se calienta por medio del calor que genera los quemadores que se encuentran en la parte inferior de la cámara de combustión.



Fotografía 1. Tostadora de cilindro rotatorio. Utilizada en la investigación.

2.5.2.3 Riesgos de alteración de la calidad del producto.

Diferentes procesos de conservación de alimentos producen cambios de las propiedades físicas y químicas que en sí pueden tener ciertos riesgos como menciona MAFART, P. (1994). El secado puede provocar pérdidas de vitaminas, reacciones de pardeamiento, insolubilización más o menos marcada de las proteínas, etc. Sin embargo, la eliminación de agua puede tener efecto más especificado por la falta de selectividad. Este efecto puede empobrecer sensiblemente la riqueza aromática de productos tales como los jugos de frutas, los mostos de manzana, los extractos de café, etc.

TABLA 5. EFECTOS DEL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE LOS PRINCIPALES COMPUESTOS NUTRICIONALES.

Nutriente	Efecto
Sustancias sólidas	Pérdida total de sólidos en el líquido de gobierno. Dilución. Deshidratación.
Proteínas	Inactivación enzimática. Pérdida de determinados aminoácidos esenciales. Pérdida de digestibilidad Mejora la digestibilidad
Hidratos de carbono	Gelificación del almidón e incremento de la digestibilidad.
Fibra dietética	Por lo general no presenta ninguna pérdida de valor fisiológico.
Lípidos	Conversión de los ácidos cis en trans, por oxidación. Pérdida de actividad de los ácidos grasos esenciales.
Vitaminas solubles en agua	Grandes pérdidas de vitaminas C y B1 debidas a la lixiviación y a la degradación por calor. Aumento de la biodisponibilidad de la biotina y la niacina, debido a la inactivación de enzimas
Vitaminas solubles en grasas	En su mayor parte son termoestables Pérdidas por oxidación de lípidos
Minerales	Pérdidas por lixiviación Posible aumento de los niveles de sodio y calcio por absorción desde el líquido de gobierno

Fuente: SHAIFIUR, M (2003). "Manual de conservación de alimentos"

2.6 Molturación o molienda

Es la operación tecnológica de transformar el grano en harina. Los granos libres de sustancias extrañas son triturados y reducidos a partículas de diferentes tamaños que se pueden separar entre sí por procedimientos mecánicos. No solo reduce el tamaño sino que selecciona los diferentes componentes pudiendo obtener productos muy diferentes.

2.6.1 Molino de rotación simple.

El proceso de molienda tiene en si como principio la reducción de partículas, para ello existe diferentes equipos como el de rotación simple, como a continuación lo indica WARREN, L (2007). En un molino de rotación simple uno de los discos es estacionario y el otro gira. La alimentación entra a través de una abertura situada en el centro de uno de los discos: pasa hacia fuera a través de la separación entre los discos y descarga por la periferia en una cascada estacionaria. La separación entre los discos es ajustable dentro de ciertos límites.



Fotografía 2. Molino de rotación simple. (Utilizado para la investigación)

2.7 Tamizado

Según WARREN, L (2007). El tamizado es un método de separación de partículas basado exclusivamente en el tamaño de las mismas. En el tamizado industrial los sólidos se colocan sobre la superficie del tamiz. Las partículas de menor tamaño o fino, pasan a través de las aberturas del tamiz; mientras que la de mayor tamaño, o colas, no pasan. Un solo tamiz puede realizar una separación de dos fracciones. Se les llama fracciones no clasificadas, ya que se conocen los límites superior o inferior de los tamaños de las partículas de cada una de las fracciones, no se conoce el otro límite.

2.7.1 Granulometría

La granulometría es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

El método de determinación granulométrico más sencillo es hacer pasar las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramado (a modo de coladores) que actúen como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices. Pero para una medición más exacta se utiliza un granulómetro láser, cuyo rayo difracta en las partículas para poder determinar su tamaño.

2.8 Harina

Polvo obtenido al moler los granos de trigo, de otros cereales, de semillas de diversas leguminosas y también de algunos tubérculos, así como también de pescado.

2.8.1 Tipos de harina

2.8.1.1 Harina de Soya - Soja -

La harina de soya es una excelente fuente de proteína, hierro, vitaminas del complejo B y calcio. La harina de soya sin grasa, es también una fuente importante de fibra.

Contiene isoflavones, que actúan como antioxidantes para la prevención del cáncer, osteoporosis y la enfermedad cardiovascular. Posee una textura ideal para preparación de una gran variedad de recetas o productos.

2.8.1.2 Harina de Cebada

El grano de cebada contiene gluten en poca cantidad y ello hace que sea una harina dura de subir cuando se hace pan y repostería.

2.8.1.3 Harina de Maíz

No contiene gluten. Ideal para hacer pan, bollos y bizcochos. En su forma menos refinada se denomina polenta, la sémola del maíz.

<http://www.conciencia-animal.cl/paginas/temas/temas.php?d=1189>

<http://www.elergonomista.com/alimentos/molienda.htm>

2.9 Mezclado de sólidos.

Según WARREN, L. (2007) “El mezclado de sólidos, sea flujo libre o cohesivo se parece en cierto grado al mezclado de líquidos con baja viscosidad. En el proceso de mezclado

intervienen dos o más componentes separados para formar un producto más o menos uniforme. Algunos de los equipos utilizados normalmente para mezclar líquido en ocasiones se emplean para mezclar sólidos”

2.9.1 Mezclado para sólidos no cohesivos.

Los mezcladores para polvos sólidos influyen ciertas máquinas que se usan también para pastas pesadas y algunas máquinas que están destinadas a polvos de flujo libre. La mezcla se realiza por agitación a baja velocidad con un agitador, por volteo o embarrado, centrifugación e impacto.

2.10 Sacarosa (Panela granulada)

La panela granulada (azúcar ecológica) es el jugo que se extrae de la caña de azúcar, se deshidrata y se cristaliza sólo por evaporación. Este tipo de azúcar no sufre ningún tipo de refinamiento, ni otro tipo de procesamiento químico (adición de clarificantes, floculantes, etc)

Es un producto muy nutritivo que conserva todas las propiedades de la caña de azúcar (minerales y vitaminas). Es incluso mejor que el azúcar rubia o moreno por su peculiar forma de cristalizar el azúcar. Las ventajas de la panela granulada respecto al azúcar convencional (rubia o moreno y blanca) son abismales, las diferencias surgen a partir de la elaboración.

<http://www.cepicafe.com.pe/index-31.html>

2.11 Glucosa

La dextrosa o glucosa monohidrato es más digestible que la sacarosa ya que al ser un azúcar simple se absorbe directamente mediante un mecanismo activo sin digestión previa. Debido a su estructura, su contenido energético bruto es algo inferior al de la sacarosa y asimismo su valor edulcorante es menor.

2.12 Estabilidad de almacenamiento

2.12.1 Estabilidad físico-química

La actividad de agua es un factor importante que afecta la estabilidad de los productos secos y deshidratados durante el almacenamiento, estos productos tienen un alto nivel de popularidad de los consumidores diarios.

Las mezclas de alimentos secos, cuya actividad de agua es menor permiten mantener una apropiada estructura, textura, estabilidad y demás propiedades.

Según AQUALAB, (2002). Señala que la estabilidad de un alimento y la actividad agua se relaciona estrechamente en muchas situaciones, pero no en todas. La actividad agua juega un rol significativo en la determinación de la actividad de las enzimas, vitaminas, en alimentos, puede tener un mayor impacto en color, sabor y aroma.

2.12.2 Estabilidad microbiológica

El objetivo de la conservación es controlar la actividad microbiológica, BEUCHAT, (1999), señala que: “mientras la temperatura, pH, y otros factores puede influir en el crecimiento de microorganismos en el producto, como la actividad de agua puede ser el factor más importante para controlar la alteración”

Los microorganismos no crecen en actividades de agua bajas, el crecimiento puede ocurrir en alimentos de humedad intermedia.

TABLA 6. ACTIVIDAD DEL AGUA DE ALGUNOS ALIMENTOS Y SUSCEPTIBILIDAD A LA ALTERACIÓN MICROBIANA.

Rango de a_w	Microorganismos generalmente inhibidos por el límite a más baja a_w de este rango	Alimentos normal dentro de este rango a_w
1,00-0,95	Pseudomonas, Escherichia, Proteus, Shigella, Klebsiella, Bacillus, Clostridium perfringens, algunas levaduras.	Alimentos altamente perecederos (frutas frescas y enlatadas, verduras y hortalizas, carne, pescado) leche salchichas cocidas y panes.
0,95-0,91	Salmonella, Vibrio parahaemolyticus, C. botulinum, Serratia, Lactobacillus, Pediococcus, algunos mohos, Rhodotorula, Pichia	Algunos quesos (Cheddar, Swiss, Muenster, Provolone), carnes curadas algunos zumos, concentrados de frutas.
0,91-0,87	Muchas levaduras (Candida, Torulopsis, Hansenula), Micrococcus	Enbutidos fermentados (Salami), cakes esponjosos, quesos secos, margarina.
0,87-0,80	Mayoría de mohos (Mycotoxigenic penicillia), Staphylococcus aureus, mayoría Saccharomyces (baillii) spp., Debaryomyces	Mayoría de zumos de frutas concentrados, leche condensada, jarabe de chocolate, jarabes de arce y de frutas, harina, arroz, legumbres tartas de fruta, "ham country style" coberturas, pasteles muy ricos en azúcar
0,80-0,75	Mayoría de bacterias halófilas, aspergilos micotoxigénicos	Compota, mermelada, mazapán, frutas (glacé), algunos pasteles de gelatina
0,75-0,65	Mohos xerófilos (Aspergillus chevalieri, A. candidus, Wallemia sebi), Saccharomyces bisporus	Avena en rollitos, turrón granulado, dulce de chocolate, pastel de gelatina, jalea, melazas, azúcar de caña crudo, algunas frutas desecadas, frutos secos
0,65-0,60	Levaduras osmófilas (Saccharomyces rouxii), unos pocos mohos (Aspergillus echinulatus, Monascus bisporus)	Frutas desecadas, algunos "toffees" y caramelos, miel
0,50	No proliferación microbiana	Tallarines, espaguetis, especias desecadas
0,40		Huevos enteros en polvo
0,30		Pastas de té, galletas, corteza de pan
0,20		Leche entera en polvo, hortalizas secas, palomitas de maíz, sopas deshidratadas, algún tipo de galletas, "crakers"

Fuente: SHAFIUR, M (2003). "Manual de conservación de alimentos"

2.12.3 Factores que influyen en la estabilidad de almacenamiento

2.12.3.1 Actividad de agua.

Uno de los factores más influyentes de las propiedades físico-químicas y microbiológicas en la conservación de alimentos es la actividad de agua que según CASP, A (2003). El agua contenida en un alimento, sea de origen animal o vegetal, está más o menos “disponible” para participar en las reacciones físicas, químicas y microbiológicas. Esta “disponibilidad” varía de un producto a otro según su composición, algunas estructuras o moléculas retienen más agua que otras; varía incluso para un mismo producto, un fruto maduro no se comporta de la misma forma que un fruto verde.

ALVARADO, (1996), manifiesta que: Cuando se deshidrata un alimento no solo disminuye su contenido en agua sino que se disminuye la disponibilidad de esta agua, se refiere que aunque un alimento posee una cantidad de agua, este puede no estar disponible para reacciones bioquímicas o microbiológicas. Una forma de expresar esta disponibilidad es mediante el término “Actividad de agua”. Por la analogía, así como el pH es un término que indica el grado de acidez de un alimento, la a_w es un término que se emplea para indicar la disponibilidad de agua.

Agua libre. – La que no está atrapada. Está por ejemplo entre las células de la manzana, el espacio intercelular.

Agua atrapada.- Está atrapada en una estructura como por ejemplo en el flan.

En resumen, la actividad del agua influye en las cualidades organolépticas y la estabilidad en almacenamiento, determina la seguridad de un producto con respecto al crecimiento microbiano, es el mejor indicador de la peresibilidad de un producto.

2.12.3.2 Humedad.

La humedad relativa del ambiente influye directamente en el contenido de agua del producto terminado por ello la necesidad de empacar inmediatamente al alcanzar la temperatura ambiente. Por tanto si la humedad se incrementa en un rango de 1 a 2 % no afecta la estabilidad del alimento debido a que este incremento es positivo puesto que retarda la aparición de rancidez, e incrementa el peso y no afecta las cualidades organolépticas del producto. El agua por otra parte contribuye a la apetencia del alimento por lo que es necesaria su existencia.

2.13 Polietileno (Fundas y frascos herméticos).

Existen diferentes tipos de materiales con ciertas características que permiten el almacenamiento y la conservación de productos. Según **SHAIFIUR, M (2003)**. El polietileno (PE), cuya fórmula es $(CH_2)_n$ es el resultado de la polimerización del gas etileno. Fue inventado por ICI (1930). Existen dos procesos principales de fabricación que dan lugar a dos productos diferentes. El primero se denomina polietileno de baja densidad (LDPE), y el segundo polietileno de alta densidad (HDPE).

2.13.1 Aplicación en la industria alimentaria

El LDPE Se emplea generalmente en forma de hojas o laminado con otros materiales de envasado. Se utiliza en la fabricación de bolsas (pan, pañuelos), para almacenamiento a bajas temperaturas (debido a sus escasas propiedades de barrera).

El HDPE Se utiliza para fabricar recipientes como cajones de embalaje, botellas, bolsos, tubos, cuchillos y tenedores de plástico.

El HDPE a diferencia del LDPE puede esterilizarse con vapor, como también es más resistente a las grasas y aceites.

2.14 Suplementos proteicos

Según BEAN, A. (2006) define “A los suplementos proteicos como polvos que se diluyen en leche o agua para crear un “batido” o barras de proteínas. Las marcas más populares se basan en proteínas del suero de la leche (una proteína de la leche) otros ingredientes proteicos incluyen otra proteína de la leche llamada caseína o la proteína de la soja”

2.14.1 ¿Cómo funcionan?

Según el artículo publicado por Diario El Norte, (2011) manifiesta que; “La primera forma en que un complemento te puede ayudar a mejorar tu salud, construir músculo, perder grasa. Simplemente compensando las deficiencias nutricionales, esto ha sido básicamente lo que la mayoría de los naturópatas, nutriólogos, dentistas, médicos, han visto en los complementos como un método para proteger al cuerpo de la deficiencia de vitaminas

minerales, proteínas, calorías, etc. Un ejemplo son los complementos vitamínicos que han sido usados durante décadas como método para prevenir enfermedades graves e incluso mortales causadas por deficiencias nutricionales.

Otro mecanismo por el cual los complementos pueden ejercer un efecto positivo en el esfuerzo por construir un cuerpo mejor, es por medio de proveer un nutrimento que esté subadministrado a las células o que no esté normalmente en niveles óptimos en la dieta. Entonces, a pesar de que algunos nutriólogos, médicos u otros expertos puedan decir, hay razones con bases científicas para usar complementos”

2.15 El papel de las proteínas en los alimentos.

2.15.1 Destino de las proteínas de los alimentos.

Según PRIMO, E. (1998) en su obra Química de los alimentos. Los aminoácidos que constituyen los eslabones de las cadenas proteicas de los alimentos una vez separadas de la ingestación, son los bloques con que el organismo construye sus propias proteínas que son distintas de las ingeridas.

El conjunto de los aminoácidos que pasan a la sangre tienen varios destinos:

- a) Biosíntesis de las proteínas musculares y de otras estructurales, plasmáticas, enzimáticas que están en muy pequeña cantidad pero que son funcionalmente indispensables.
- b) Reposición de pérdidas de células epiteliales, pelo, uñas, etc.
- c) Biosíntesis de otros compuestos nitrogenados como los ácidos nucleicos, algunas hormonas, etc.
- d) Resíntesis de las proteínas que son continuamente hidrolizadas, degradadas y renovadas (“turnover”)

Parte de los aminoácidos absorbidos pueden servir como alimento calórico, que aprovecha su parte de carbono e hidrogeno para producir energía.

Desde el punto de vista de la alimentación de la humanidad, las proteínas son el componente más crítico, escaso y caro de la dieta.

2.15.2 Digestión, absorción y metabolismo de las proteínas.

Según PRIMO, E. (1998) dice que. Las proteínas son hidrolizadas primero, en el estómago, en medio ácido por la pepsina y luego, en el intestino delgado, en medio alcalino por las enzimas pancreáticas e intestinales (tripsina y quimiotripsina, etc.)

La digestibilidad de las proteínas de la carne, leche, huevos y pan es muy alta (entre el 80-90 %); la de otros alimentos, como el centeno, legumbres, etc., es mucho más baja.

Los aminoácidos son absorbidos por la pared intestinal mediante un proceso fisiológico que consume ATP, pasan a la sangre y se metabolizan principalmente en el hígado.

Los organismos en desarrollo consumen gran cantidad de aminoácidos para el aumento de la masa proteica corporal; éste aumento es nulo en un adulto de peso estabilizado, pero en todos ellos, el recambio (“turnover”) es importante.

De la masa proteica corporal de un adulto normal (10-11 Kg), 240-250 g son hidrolizados cada día y cambiados por tejidos nuevos; de estos 250 g, 70-80 g son de proteínas musculares; la mayor parte de estos aminoácidos hidrolizados se recuperan para la biosíntesis proteica, pero alrededor de 40-50 g diarios se destruyen a través del ciclo de la urea y su conexión con el ciclo tricarboxílico oxidativo; su Nitrógeno se excreta por la

orina como urea y su Carbono e Hidrogeno se queman como alimento calórico, o se convierten en glucógeno o grasas de reserva a través de la acetil-Co-A.

Se llama vida media al tiempo necesario para que se remueva la mitad de proteínas de los tejidos. En promedio “la vida media” de las proteínas del organismo es de 80 días; la de las proteínas del hígado, suero sanguíneo, corazón y riñones es de 10 días, mientras que la de músculos y piel es de 158 días.

2.15.3 Necesidades de proteínas en la dieta.

Diferentes organismos enfocados a la buena alimentación como diferentes autores, dan a conocer sus criterios sobre cómo suplementar el contenido de proteína, por ejemplo PRIMO, E. (1998). Las proteínas son necesarias para la formación y renovación de los tejidos. Los organismos que están en período de crecimiento necesitan un adecuado suministro de proteínas para su aumento de peso. Los organismos adultos que tienen su peso estabilizado están en equilibrio dinámico, en el que sus proteínas se degradan y se regeneran continuamente, aunque su composición permanece constante. Para ello debe existir en la dieta un suministro regular y continuo de ellas.

CUADRO 7. RECOMENDACIONES OFICIALES DE INGESTIÓN DIARIA DE PROTEÍNAS (g/Kg de peso)

	1	2
Niños	1.8	1.7
Muchachos	0.89	1.03
Adultos	0.80	0.82

1: Academia Nacional de Ciencia y Consejo Nacional de Investigación de los EEUU (utilización proteica 75%, 1974)

2: FAO-OMS (coeficiente proteico = 70)

La FAO teniendo en cuenta que estos datos no son seguros, mantuvo la recomendación de un gramo de proteínas por kilogramo de peso para los adultos con una salud normal. Para los organismos en desarrollo las necesidades son mayores.

2.15. 4 Complementación de las proteínas.

Ciertas proteínas presentan mayores contenidos de aminoácidos que otras, por tal razón es necesario su complementación, como menciona PRIMO, E. (1998). Las proteínas deficientes pueden corregirse complementando los aminoácidos limitantes hasta el nivel de la pauta óptima. Esto potencia al resto de la proteína, haciendo útil una cantidad de ella muy superior a la cantidad añadida del aminoácido limitante.

Los aminoácidos limitantes más frecuentes son lisina y la metionina. El enriquecimiento de los cereales con lisina tiene un gran interés en los países cuya dieta está formada en gran proporción por aquellos. En las dietas con leguminosas es más frecuentemente que el aminoácido limitante sea la metionina, y esta adición también es de gran interés. Si dos proteínas incompletas tienen el aminoácido limitante distinto, puede complementarse.

2.16 Batidos

El batido de leche, batido, batida, malteada o milkshake, es una bebida elaborada a base de leche y frutas, chocolate, turrón o también helado. Un factor importante que distingue un batido de la leche mezclada es que está preparado generalmente en una batidora más que simplemente revuelto.

En algunos países se le suele llamar merengada, en tanto que el nombre batido hace alusión al licuado, un jugo de frutas elaborado en una licuadora con hielo picado.

2.17 Análisis proximal

2.17.1 Humedad

Se determinó por evaporación, en estufa de vacío, hasta peso constante.

La desecación debe hacerse en estufa de vacío a menos de 100°C, durante varias horas, para evitar errores por descomposición térmica del alimento o por volatilización de componentes distintos del agua.

La cápsula sacada de la estufa se enfría en un desecador y luego se pesa, y el proceso se repite hasta peso constante. Cuando se tiene experiencia con un determinado alimento, ya se conoce el tiempo adecuado de estufa y no se repite la pesada.

Para algunos análisis rutinarios, como los de cereales, se usan aparatos basados en la medida de la conductividad, que están calibrados específicamente para cada producto.

2.17.2 Cenizas (o sustancias minerales)

Se determina por incineración de la muestra, en un crisol de platino, a 600 – 700 °C. La materia orgánica se carboniza y luego se oxida dando CO₂, H₂O, N₂O, NO, SO₂, etc., y los elementos minerales quedan como ceniza blanca que se pesa. Las sales que se descomponen al calcinar, como los carbonatos, se transforman en óxidos de carácter básico y valorable por alcalimetría. Las sales de ácidos orgánicos también dan, finalmente, óxidos básicos. En cambio los cloruros, sulfatos, fosfatos, etc., de Na, K, Ca, Mg, etc., quedan en las cenizas inalterados. La basicidad de las cenizas da una idea de la proporción entre sales orgánicas + carbonatos y las otras sales inorgánicas, es típica para cada alimento y puede utilizarse, en muchos casos, para detectar fraudes.

El análisis de las cenizas sirve también para conocer el contenido de elementos esenciales de un alimento.

2.17.3 Grasas

Se determinan por extracción con éter, en un aparato de Soxhlet, y posterior evaporación del disolvente. Comprenden la totalidad de componentes lipoides solubles en el éter (glicéridos, fosfolípidos, esteroides, carotenoides, aceites esenciales, etc.).

Se realiza, en un extractor Soxhlet, con éter o con pentano-hexano (éter de petróleo), durante varias horas. Después se evapora el éter y el peso del residuo aceitoso se determina por pesada del matraz antes y después de la extracción.

2.17.4 Proteínas

Se determinan valorando el nitrógeno total por el método Kjeldahl y multiplicando por un factor que depende del producto analizado. Así para el trigo se usa el factor 5,83, ya que la proteína de trigo contiene un promedio del 17,15 % de nitrógeno ($100/17,15 = 5,83$). Todos los compuestos nitrogenados existentes en la muestra (aminoácidos, sales amónicas, aminas, etc.) se dan, en este método empírico y convencional, como proteínas.

El método Kjeldahl se basa en la destrucción de la materia orgánica, en medio fuertemente ácido y oxidante, de modo que todo el nitrógeno que contiene se convierte en sulfato amónico, y el C, H y S, son oxidados a CO_2 , H_2O y SO_2 . Unos mg del alimento se colocan en un matraz Kjeldahl (de cuello muy largo) con ácido sulfúrico concentrado. Se añaden, además, sulfato potásico, para aumentar la temperatura de ebullición del ácido, y pequeñas cantidades de sulfato de cobre o de selenio como catalizadores. La mezcla se calienta a 360

– 380 °C durante unas 3 horas, en vitrina, porque se desprenden grandes cantidades de SO₃ y SO₂.

Al añadir el ácido la muestra se carboniza, pero luego va desapareciendo el color negro y al final queda una solución incolora, ligeramente azulada si se ha añadido sulfato de cobre; en este líquido fuertemente ácido, todo el N de la muestra está como sulfato amónico.

Para valorar este nitrógeno se alcaliniza con hidróxido sódico concentrado, y se destila el amoniaco formado, recogiénolo en una disolución medida de ácido, para valorar el excedente y calcular el consumido. Cada meq.de ácido consumido corresponde a 14 mg de nitrógeno en la muestra.

Para pasar los valores de nitrógeno, a los de proteína, se acepta, en general, el factor 6,25 por que se considera que, por término medio, la mayor parte de las proteínas tiene 16% de nitrógeno ($100:16 = 6,25$). Sin embargo, para algunos alimentos en los que se conoce mejor proporción de nitrógeno de sus proteínas, se usan factores específicos más ajustados (trigo 5,83; arroz 5,95; leche 6,38; etc.).

Actualmente existen en el mercado instrumentos diseñados para realizar, en forma semiautomática, todas las operaciones del método Kjeldahl de modo que se pueden analizar 40 o más muestras simultáneamente, con gran ahorro de tiempo, lo cual es importante en fábricas donde deban realizarse muchos análisis diariamente.

2.17.5 Fibra Cruda

Se determina atacando la muestra, sucesivamente, con ClH y NaOH, en caliente, hasta dejar solo la parte no digerible, que es, principalmente, celulosa y parte de lignina como lignocelulosa. Representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos.

En el residuo hay también parte de minerales y, para mayor exactitud, se incinera y se descuentan las cenizas. No se debe confundir la fibra cruda con la fibra dietética, fisiológicamente importante, ya que de esta forma parte hemicelulosas y pectinas que no se digieren en el intestino humano y sin embargo se hacen solubles en el proceso de análisis de fibra cruda.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 Materia Prima e Insumos

3.1.1.1 Materia Prima

- Chocho
- Quinoa
- Amaranto

3.1.1.2 Insumos

- Sacarosa
- Glucosa

3.1.2 Equipos y Materiales

3.1.2.1 Equipos

- Tostadora de granos marca IMQ
- Mezcladora rotatoria IMQ
- Molino mecánico de discos
- Balanza
- Cronómetro
- Tamiz RESTH # 70 (212 um)

3.1.2.2 Materiales

- Frascos herméticos de polietileno
- Fundas de polietileno
- Recipientes de plástico
- Cucharones plásticos

3.2 Caracterización del área de estudio

Esta investigación se realizó en residencia particular, donde se adecuó las instalaciones y equipos construidos específicamente para este experimento, debido a la no existencia de estos o la predisposición de los mismos.

Ubicación.

Provincia: Imbabura

Cantón: San Miguel de Ibarra

Parroquia: El Sagrario

Lugar: Residencia particular ubicada en pasaje a 4100 y pasaje b cdla los Alisos Barrio El Olivo

Temperatura: Promedio 19 ° C

Altitud: 2250 m.s.n.m

HR Promedio: 73%

Fuente: Datos tomados del departamento de Meteorología de la Dirección General de la Aviación Civil aeropuerto militar de la ciudad de Ibarra.

3.3 Métodos

Para efecto de esta investigación se optó por dividirla en dos fases que comprenden:

FASE I: La obtención de harinas de cada uno de los granos y la elaboración del suplemento proteico en polvo con la adición de edulcorante (mezcla).

FASE II: Evaluar las tres mejores mezclas, tomando en cuenta las características fisicoquímicas y microbiológicas durante el almacenamiento en condiciones normales (73 % H, 18 °C) por el lapso de dos meses, envasados en **Fundas de polietileno y Frascos herméticos de polietileno.**

FASE I.

3.3.1 Factores en estudio.

Para determinar los parámetros óptimos en el proceso de tostado de cada materia prima, (chocho, quinua y amaranto), que garantice la calidad de la harina, se consideró como factores los siguientes.

**CUADRO 8. FACTORES EN ESTUDIO PARA EL PROCESO DE TOSTADO DE
CADA UNA DE LAS MATERIAS PRIMAS**

FACTOR A: Temperatura (°C)					
FACTOR B: Tiempo (minutos)					
CHOCHO		QUINUA		AMARANTO	
A1 = 120	B1 = 10	A1 = 100	B1 = 10	A1 = 100	B1 = 10
A2 = 140	B2 = 20	A2 = 130	B2 = 20	A2 = 120	B2 = 20
	B3 = 30		B3 = 30		B3 = 30

3.3.1.1 Tratamientos

Comprendió en la combinación de los factores A x B (Temperatura x Tiempo), donde se estructuraron 6 tratamientos los mismos que se detallan en el siguiente cuadro.

CUADRO 9. TRATAMIENTOS PARA CADA UNA DE LAS MATERIAS PRIMAS.

Tratamientos	Combinaciones	CHOCHO	QUINUA	AMARANTO
T1	A1B1	120 °C x 10 min	100 °C x 10 min	100 °C x 10 min
T2	A1B2	120 °C x 20 min	100 °C x 20 min	100 °C x 20 min
T3	A1B3	120 °C x 30 min	100 °C x 30 min	100 °C x 30 min
T4	A2B1	140 °C x 10 min	130 °C x 10 min	120 °C x 10 min
T5	A2B2	140 °C x 20 min	130 °C x 20 min	120 °C x 20 min
T6	A2B3	140 °C x 30 min	130 °C x 30 min	120 °C x 30 min

3.3.1.2 Diseño experimental

Para la presente investigación se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial A x B (Temperatura x Tiempo).

3.3.1.3 Características del experimento

El proceso de tostado consistió en evaluar cada una de las materias primas (chocho, quinua y amaranto), y que posteriormente estas serán transformadas en harina.

Número de repeticiones Tres (3)

Número de tratamientos Seis (6)

Número de unidades experimentales Diez y ocho (18)

La unidad experimental que se utilizó para el proceso de tostado, fue de **1000g** de grano seco, que posteriormente se los transformó en harina.

3.3.1.4 Análisis estadístico

CUADRO 10. ADEVA para cada de una de las variables a evaluarse

Para una mejor interpretación de los datos obtenidos sobre cada una de las variables del proceso de tostado evaluadas en la harina, se consideró el siguiente análisis de varianza.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL
TOTAL	17
Tratamientos	5
(Factor A) Temperatura	1
(Factor B) Tiempo	2
A x B	2
Error experimental	12

3.3.1.5 Análisis funcional

De acuerdo a los resultados del cuadro de ADEVA se aplicó el siguiente análisis funcional.

Tratamientos: Tukey al 5%

Factores: D.M.S.

3.4 Variables en estudio.

3.4.1 Variables cuantitativas

Para determinar los mejores tratamientos sobre el proceso de tostado, se realizó la medición de las variables en la harina de cada uno de los granos.

. Humedad

. Granulometría

. Peso específico

. Rendimiento

3.4.1.1 Humedad.- Para la medición de esta variable en la harina, se empleó el método AOAC 925.10, que a continuación se detalla:

Se determinó por evaporación, en estufa de vacío, hasta peso constante.

La desecación debe hacerse en estufa de vacío a menos de 100°C, durante varias horas, para evitar errores por descomposición térmica del alimento o por volatilización de componentes distintos del agua.

La cápsula sacada de la estufa se enfría en un desecador y luego se pesa, y el proceso se repite hasta peso constante. Cuando se tiene experiencia con un determinado alimento, ya se conoce el tiempo adecuado de estufa y no se repite la pesada.

Para algunos análisis rutinarios, como los de cereales, se usan aparatos basados en la medida de la conductividad, que están calibrados específicamente para cada producto.



Fotografía 3. Equipo para la medición de humedad.

3.4.1.2 Granulometría. La determinación de esta variable se la realizó mediante el método INEN 517 1980-12 (Determinación del tamaño de las partículas), que a continuación se lo describe:

1.- Escoger los tamices que se indican en la norma específica para la harina correspondiente y colocar uno encima de otro, cuidando que queden en orden decreciente de arriba hacia abajo, con referencia al tamaño de la abertura de la malla de cada tamiz, de modo que el tamiz de mayor abertura sea colocado en la parte superior y el de menor abertura quede en el fondo y debajo de este colocar el plato recolector.

- 2.- Pesar, con aproximación al 0.1 mg, 100g de harina de cuyas partículas debe determinarse el tamaño.
3. Transferir la muestra al tamiz superior de la columna de tamices, poner la tapa, fijar la columna en el aparato de vibración y poner en funcionamiento durante 5 minutos, después de este tiempo, suspender el movimiento de la máquina.
- 4.- Desintegrar los aglomerados pasando suavemente el pincel contra la malla, empezando la operación por el tamiz superior, luego al inmediato inferior y así sucesivamente hasta llegar al tamiz del fondo.
- 5.- Pasar cuantitativamente a una hoja de papel, previamente pesado, la fracción de la muestra retenida por cada uno de los tamices y pesar con aproximación al 0.1g.



Fotografía 4. Tamices de serie RESTH



Fotografía 5. Análisis granulométrico

3.4.1.3 Peso específico.- El objetivo de evaluar esta variable fue para determinar la influencia de los factores (temperatura y tiempo) para que este sea mayor o menor en la harina, y así tener una mayor eficiencia en el mezclado.

Esto se lo realizó mediante la utilización de una balanza digital METTLER TOLEDO y los pasos fueron:

- 1.- Se procedió a tarar la balanza (0.000g), con el instrumento que sirvió para medir el volumen (probeta de 100ml).
- 2.- Se colocó la cantidad necesaria de harina para cubrir el volumen de la probeta.
- 3.- Se colocó la probeta con la muestra, para evitar errores en la medición se deslizan las cubiertas de la balanza impidiendo el acceso de aire a la cámara, luego se observa la lectura automática.

El resultado se lo expresó en g/cm^3 , debido al método utilizado que se representa en la siguiente formula.

$$PE = \frac{P}{V}$$



Fotografía 6. Medición de peso específico

3.4.1.4 Rendimiento.- Consistió en la medición de cantidad de harina obtenida de cada uno de los tratamientos, el cual se realizó mediante un balance de materiales (harina y gruesos), los valores se expresaron en porcentajes, la expresión que se empleó fue la siguiente:

$$\%R = \frac{MP}{PT} \times 100$$

Donde:

MP= Peso de la materia prima, luego del proceso de tostado.

PT= Peso del producto terminado, luego del proceso de molienda y tamizado.



Fotografía 7. Medición variable rendimiento

3.4.2 Variables Cualitativas

- Color
- Olor
- Sabor

3.4.2.1 Análisis sensorial para los diferentes tipos de harinas.

La evaluación organoléptica de cada una de las harinas consistió en un examen de cata, realizada por 6 panelistas no entrenados (estudiantes de la carrera de ingeniería agroindustrial) en horas de la mañana, para valorar y seleccionar los parámetros óptimos del proceso de tostado. Los atributos evaluados fueron:

- Color
- Olor
- Sabor



Fotografía 8. Prueba de cata para la evaluación de la calidad organoléptica en la harina.

3.4.2.1.1 Análisis estadístico de la evaluación sensorial

Para efecto del análisis estadístico de las variables no paramétricas, se utilizó la fórmula de la prueba de rangos de Freedman, según Saltos, (1993) la cual se detalla a continuación.

$$X^2 = \frac{12}{nK(k+1)} \sum Ri^2 - [3n(K+1)]$$

En donde

12 = Constante

$\sum Ri^2$ = Sumatoria de rangos al cuadrado

n = Número de Degustadores

K = Número de Tratamientos

3.5 Formulación de mezclas.

La formulación teórica se calculó bajo los supuestos que las harinas de granos (quinua, amaranto) y leguminosa (chocho) cumplieran con la relación de 2:1 (Ayala, 1998; Ayala et al., 2001).

Se prefijaron dos valores supuestos (decisiones) referidos por Ayala (1998), Ayala et al. (2001) y Meyhuay (2000), a partir de la proporción de 2:1 (66,6:33,3) como límite superior, y se consideró una relación mínima de 1,5:1 (60,0:40,0) como límite inferior.

Luego se procedió a estructurar las respectivas mezclas de harina y edulcorante con sus respectivos porcentajes, para la obtención del suplemento, que en el siguiente cuadro se presenta.

CUADRO 11. COMPOSICIÓN DE CADA UNA DE LAS MEZCLAS

MEZCLAS	Composiciones %
M1	26.64% Chocho+ 53.28% Quinoa + 20% Sacarosa
M2	26.64% Chocho+ 53.28% Quinoa + 20 %Glucosa
M3	32% Chocho+ 48% Quinoa + 20 %Sacarosa
M4	32% Chocho+ 48% Quinoa + 20 %Glucosa
M5	26.64% Chocho+ 53.28% Amaranto + 20 %Sacarosa
M6	26.64% Chocho+ 53.28% Amaranto + 20 %Glucosa
M7	32% Chocho+ 48% Amaranto + 20 %Sacarosa
M8	32% Chocho+ 48% Amaranto + 20 %Glucosa
M9	26.64% Chocho+ 26.64% Quinoa+26.64% Amaranto + 20% Sacarosa
M10	26.64% Chocho+ 26.64% Quinoa+26.64% Amaranto + 20 %Glucosa
M11	32% Chocho+ 24% Quinoa+24% Amaranto + 20 %Sacarosa
M12	32% Chocho+ 24% Quinoa+24% Amaranto + 20 %Glucosa

Luego de haber obtenido las 12 mezclas se procedió a realizar un análisis proximal, el mismo que permitió determinar las características físico-químicas de cada mezcla, con especial interés el contenido de proteína. Para de esta forma poder seleccionar 5 muestras con mayor contenido de proteína, y someterlas luego a la prueba siguiente que fue la de degustación o nivel de agrado, en comparación a un testigo (Suplemento Comercial), que permita seleccionar las 3 mezclas con mayor aceptabilidad.

Una vez seleccionados los tres mejores suplementos se llevó a cabo el análisis físico-químico y microbiológico.

FASE II.

3.5.1 Análisis sensorial para los tipos de mezclas o nivel de agrado.

Para la evaluación organoléptica de cada una de las mezclas se realizó mediante la degustación de un batido, al mismo que se evaluó el grado de aceptabilidad, con el fin de determinar la aceptabilidad del mismo frente a un testigo (suplemento comercial).

- ACEPTABILIDAD

El examen sensorial para estos tipos de productos se lo realizó a 10 panelistas semientrenados (deportistas), ya que ellos tienen un conocimiento más amplio de lo que se tratan estos tipos de productos. El grupo de panelistas estuvo conformado por deportistas que en su mayoría pertenecían a la FEDERACION DEPORTIVA DE IMBABURA.



Fotografía 9. Panel de degustación



Fotografía 10. Prueba de aceptación

3.5.2 Análisis proximal.

Luego de realizarse la prueba de aceptación para determinar las tres mejores mezclas de acuerdo al nivel de agrado, se procedió a realizar un análisis proximal a cada una de ellas, con el objetivo de conocer su composición nutricional.

- Humedad
- Carbohidratos totales
- Cenizas
- Fibra total
- Extracto etéreo
- Proteína
- Valor energético

3.6 Evaluación de las tres mejores mezclas, por medio de características microbiológicas y fisicoquímicas durante el almacenamiento.

3.6.1 Características microbiológicas.

Esta evaluación consistió en determinar el posible grado de contaminación en el producto. Esta se la realizó a los 0 días de almacenamiento, es decir luego del proceso de mezclado; como también luego del almacenamiento, el cual se lo realizó en un tiempo de 60 días (2 meses) con el fin de verificar una posible contaminación cruzada por la manipulación del producto.

- Recuento de mohos y levaduras
- Recuento total

3.6.2 Características Fisicoquímicas.

Se determinó la estabilidad físico-química del suplemento proteico en polvo, bajo condiciones normales de almacenamiento (HR: 73% y T: 18 °C) aproximadamente, por un

tiempo de 60 días (dos meses), se midió las variables en esta fase del experimento **cada 9 días**, para construir una gráfica que nos permitió la interpretación de resultados.

Se empleó distribución normal ("**t**" de student). Para el análisis de los dos tipos de envases se consideró las siguientes variables independientes:

- **A:** Fundas de polietileno
- **B:** Frascos herméticos de polietileno

$$S^2d' = \frac{\sum D^2 - (\sum D)^2/n}{n(n-1)}$$

$$"t" = \frac{X1-X2}{Sd'}$$

En donde:

Sd' = desviación típica de la diferencia de las medias

$\sum D^2$ = sumatoria de cuadrados A-B

$(\sum D)^2$ = sumatoria de A-B al cuadrado

n = número de datos en las variables A ó B

$X1$ = media de la variable A

$X2$ = media de la variable B

3.6.2.1 Variables Cuantitativas

- Humedad
- Actividad del agua (A_w)

3.6.2.1.1 Humedad

Para la medición de esta variable se empleó el método AOAC 925.10, que a continuación se detalla:

Se determina por evaporación, en estufa de vacío, hasta peso constante.

La desecación debe hacerse en estufa de vacío a menos de 100°C, durante varias horas, para evitar errores por descomposición térmica del alimento o por volatilización de componentes distintos del agua.

La cápsula sacada de la estufa se enfría en un desecador y luego se pesa, y el proceso se repite hasta peso constante. Cuando se tiene experiencia con un determinado alimento, ya se conoce el tiempo adecuado de estufa y no se repite la pesada.

Para algunos análisis rutinarios, como los de cereales, se usan aparatos basados en la medida de la conductividad, que están calibrados específicamente para cada producto.



Fotografía 11. Medición de humedad

3.6.2.1.2 Actividad del agua (Aw)

Para el análisis de esta variable se utilizó en el equipo marca Aw- WERT-MESSER.

El método se detalla a continuación:

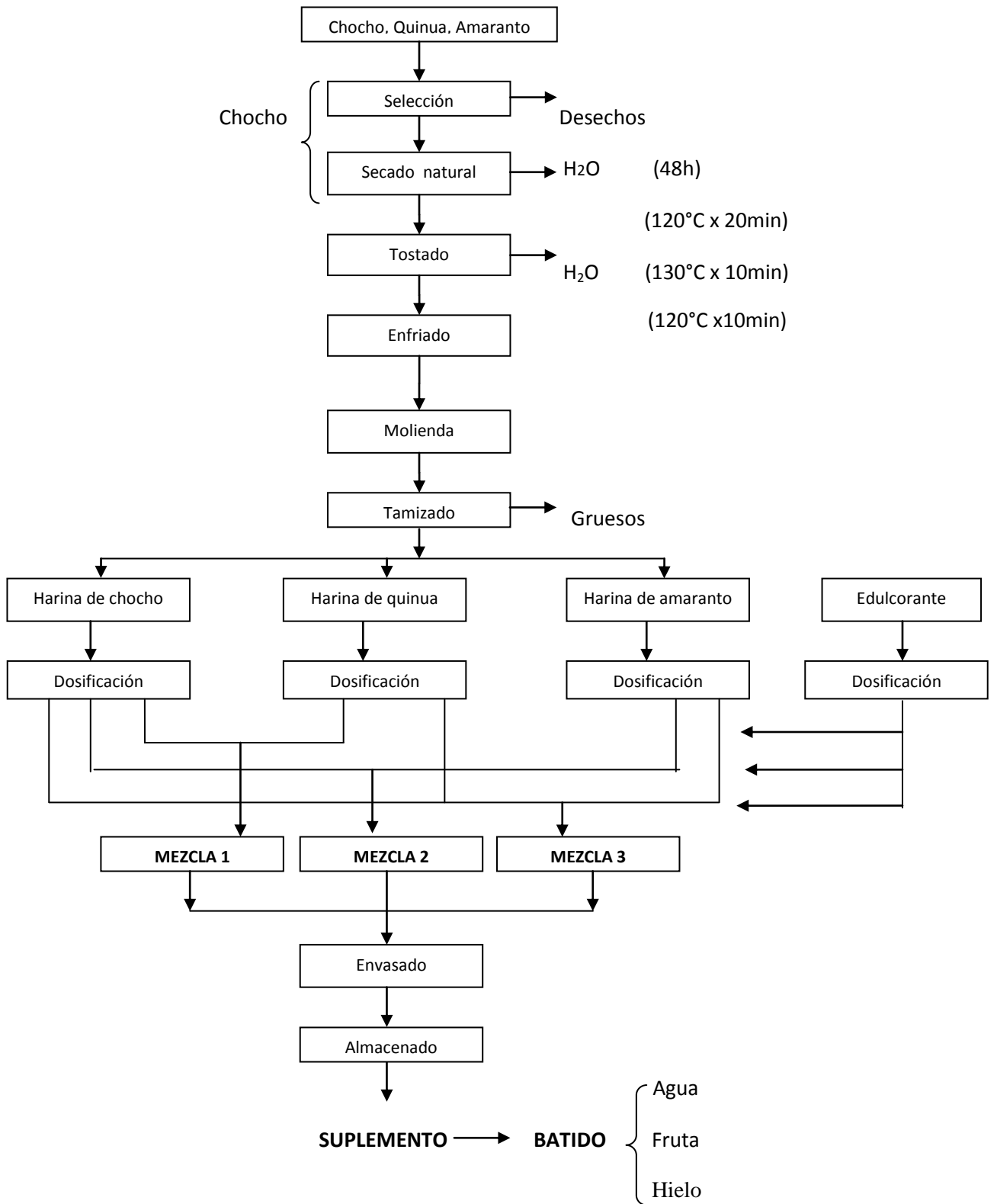
- 1.- Calibrar el equipo con Cloruro de Bario (0.90 Aw), durante 3 horas, como lo requiere el equipo.
- 2.- Pesar 5 g. de cada muestra.
- 3.- Realizar la medición después del tiempo de 2.5 horas, requerido por el equipo para que el aire presente en dicha atmósfera se encuentre en equilibrio con el del producto.

El valor tendrá un máximo de 1 y mínimo de 0.



Fotografía 12. Equipo Aw- WERT-MESSER medición actividad de agua

DIAGRAMA DE BLOQUES



3.7 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

Obtención de materia prima.- Los granos de chocho, quinua y amaranto fueron obtenidos, previo acondicionamiento como: chocho (desamargado), quinua y amaranto (desaponificados), en los diferentes mercados locales e instituciones que apoyan a este tipo de cultivos como el MAGAP-I



Fotografía 13. Metería prima.

Selección.- Los granos fueron seleccionados manualmente, para eliminar cuerpos extraños (piedras, tierra, basuras) y granos dañados que en si garanticen la calidad de materia prima.



Fotografía 14. Selección de materia prima

Secado natural.- Este proceso se realizó únicamente a los granos de chocho con el fin de obtener una humedad de un grano seco 12%, los cuales fueron expandidos uniformemente en un espacio plano, de tal manera que el calor procedente de las radiaciones solares pueda eliminar cierta cantidad de humedad, para un posterior tostado.



Fotografía 15. Secado natural de chocho

Tostado.- Se realizó con la finalidad de modificar sus características físicas (ablandamiento) y organolépticas (color, olor, sabor) como también de eliminar casi en su totalidad el agua restante de los granos, que facilite la extracción de harina mediante el proceso de molienda. Se sometió los granos de cada una de las materias primas (chocho, quinua y amaranto) a una fuente de calor (tostadora con tambor rotatorio), diseñada y construida exclusivamente para esta investigación.



Fotografía 16. Tostado de los granos

Enfriamiento.- Este proceso se lo realizó con el fin de equilibrar en el grano la temperatura del medio de tostado con la del ambiente. Se lo realizó agitando constantemente a los granos por un lapso de 10 minutos aproximadamente, antes de someter al siguiente proceso que fue la molienda.



Fotografía 17. Enfriamiento de granos luego del tostado

Molienda.- Luego del enfriamiento, los granos fueron sometidos a un molino de discos con rotación simple, que permitió disminuir el tamaño de los mismos en pequeñas partículas, todo esto con el fin de obtener mayor rendimiento de harina.



Fotografía 18. Proceso de molienda

Tamizado.- La finalidad de este proceso fue la obtención de harina con granulometría uniforme, obteniendo harina y gruesos; este se lo realizó en un tipo de tamiz específico de la serie RESTH # 70 (212 μ m), mediante vibración manual hasta alcanzar la mayor cantidad de harina.



Fotografía 19. Tamizado

Dosificación.- Luego de haber obtenido las respectivas harinas, se procedió a pesar cada uno de los componentes de la mezcla (harina de chocho, harina de quinua, harina de amaranto y edulcorante), de acuerdo a las formulaciones teóricas establecidas para este tipo de producto, mediante una balanza digital.

La cantidad de mezcla que se obtuvo fue de 1000g.



Fotografía 20. Dosificación de cada uno de los componentes de la mezcla.

Mezclado.- Esta operación se la realizó mecánicamente en una mezcladora rotatoria por un tiempo determinado de 10 minutos, lo cual nos pueda garantizar una mezcla homogénea de todos los componentes.

Se obtuvo 12 tipos de mezclas, considerando los siguientes porcentajes tanto de harinas como de edulcorantes.



Fotografía 21. Proceso de mezclado

Envasado.- Luego de obtenido el producto se envasó la cantidad de 300 g en cada uno de los recipientes (fundas de polietileno y frascos herméticos de polietileno), que permita mantener sus características organolépticas y físico-químicas.



Fotografía 22. Envasado del producto final en cada uno de los envases

Almacenado.- Actividad que correspondió a la segunda etapa de esta investigación, esta consistió en determinar la estabilidad físico-química y microbiológica del suplemento bajo condiciones normales (70% de HR y 18°C), por un tiempo de dos meses. Donde el

producto permaneció en percha, el cual únicamente tenía contacto con el ambiente a la hora de la toma de muestras (cada 9 días)



Fotografía 23. Almacenamiento del producto final.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

En éste capítulo se presentan los resultados obtenidos de las variables cuantitativas (humedad, granulometría, peso específico, rendimiento, actividad de agua), y cualitativas (olor, color, sabor, nivel de agrado), evaluadas en la harina, la misma que fue obtenida de granos sometidos al proceso de tostado, con el fin de determinar la calidad de la harina, como de la mezcla de estas mas edulcorante, producto denominado (suplemento).

4.1 HARINA DE CHOCHO

4.1.1 HUMEDAD

Para efecto del análisis de la variable humedad se empleó los datos de la harina de chocho de cada uno de los tratamientos para poder determinar el contenido de la misma en función de los factores empleados en el proceso de tostado del grano (temperatura x tiempo), el cual consistió en la determinación por el método de desecación.

CUADRO 12. Variable humedad (%)

Tratamientos	Combinaciones	Repeticiones			SUMA	MEDIAS
		R1	R2	R3		
T1	A1B1	9.59	8.37	6.53	24.49	8.16
T2	A1B2	7.35	6.9	6.2	20.45	6.81
T3	A1B3	6.28	6.51	6.13	18.92	6.30
T4	A2B1	6.5	7.18	5.45	19.13	6.37
T5	A2B2	4.32	4.74	4.03	13.09	4.36
T6	A2B3	3.7	4.06	3.52	11.28	3.76
TOTAL		37.74	37.76	31.86	107.36	5.96

Fuente: Los autores

CUADRO 13. Análisis de varianza para la variable humedad.

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	47.23			0,05	0,01
Tratamientos	5	39.81	7.96	26.83**	3.11	5.06
Factor A	1	23.03	23.03	77.60**	4.75	9.33
Factor B	2	16.27	8.13	27.41**	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	0.52	0.26	0.87 ^{NS}	3.88	6.93
Error Exp.	12	3.56	0.30			
CV= 9.13%						

Fuente: Los autores

En el cuadro13, el análisis de varianza de la variable humedad determina alta significación para tratamientos y factores, mientras que para la interacción no hubo significación.

Por tanto se procedió a realizar la prueba de rangos, Tukey al (5%) para tratamientos y D.M.S. para factores.

El coeficiente de variación fue de 9.13% el mismo que indicó la eficiencia del experimento.

CUADRO 14. Prueba de Tukey al 5%

Tratamientos	Combinaciones	Medias	Rangos
T1	A1B1	8.16	a
T2	A1B2	6.81	a
T4	A2B1	6.37	b
T3	A1B3	6.30	b
T5	A2B2	4.36	c
T6	A2B3	3.76	c

Fuente: Los autores

Según esta prueba de significación muestra tres rangos (a, b y c); el rango (a) muestra mayores contenidos de humedad de 8.16% para T1 y 6.81% para T2, donde se empleó condiciones de temperatura de 120°C por 10 y 20 minutos respectivamente. En el rango (b) se observa similitud de los tratamientos T4 y T3 con un promedio de 6.33%, pese a que fueron sometidos a diferentes temperaturas y tiempos T4 (140°C x 10 minutos) y T3 (120°C x 30 minutos) respectivamente, debido al tiempo de precalentamiento. Por último el rango (c) correspondiente a los tratamientos T5 y T6 presentan menor contenido de humedad ya que fueron sometidos a mayor temperatura (140°C) por tiempos prolongados (20 y 30 minutos), debido a que la temperatura y el tiempo son inversamente proporcionales al contenido de humedad.

CUADRO 15. Prueba (DMS) para factor Temperatura.

Temperatura	Medias	Rangos
A1= 120° C	7.09	a
A2= 140° C	4.83	b

Fuente: Los autores

La prueba D.M.S. para el factor temperatura indica dos rangos (a y b), cada uno corresponde a cada nivel, donde el rango (a) a 120°C muestra una media de 7.09 % y el

rango (b) a 140°C con un valor promedio de 4.83 %, notándose claramente como éste factor influye significativamente en el contenido de humedad en la harina.

CUADRO 16. Prueba (DMS) para factor Tiempo.

Tiempo	Medias	Rangos
B1= 10 min	7.27	a
B2= 20 min	5.59	b
B3= 30 min	5.03	b

Fuente: Los autores

La prueba DMS para el factor tiempo, indica la presencia de dos rangos (a y b), correspondiendo al rango (a) un valor de 7.27 % de humedad para el nivel B1, proceso que se efectuó por 10 minutos. En éste análisis observamos cómo se agrupa el rango (b) que comprende los tiempos de 20 y 30 minutos con un valor promedio de 5.31%, notándose que a mayor tiempo de tostado se obtendrá menor contenido de humedad.

Según CASP, A (2003). Durante el secado se producen cuatro procesos de transporte.

1. Transmisión de calor desde el gas hasta la superficie del producto. Puede realizarse por conducción, convección o radiación.
2. Transmisión de calor desde la interface solido-gas hasta el interior del sólido.
3. Transmisión de materia a través del sólido.
4. Trasferencia de vapor desde la interface sólido-gas hacia el seno del gas.

Transferencia de calor

Transferencia de materia

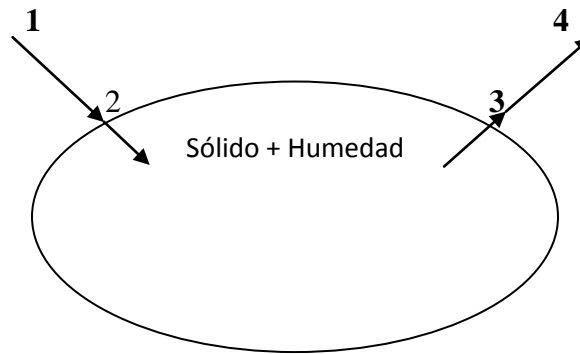
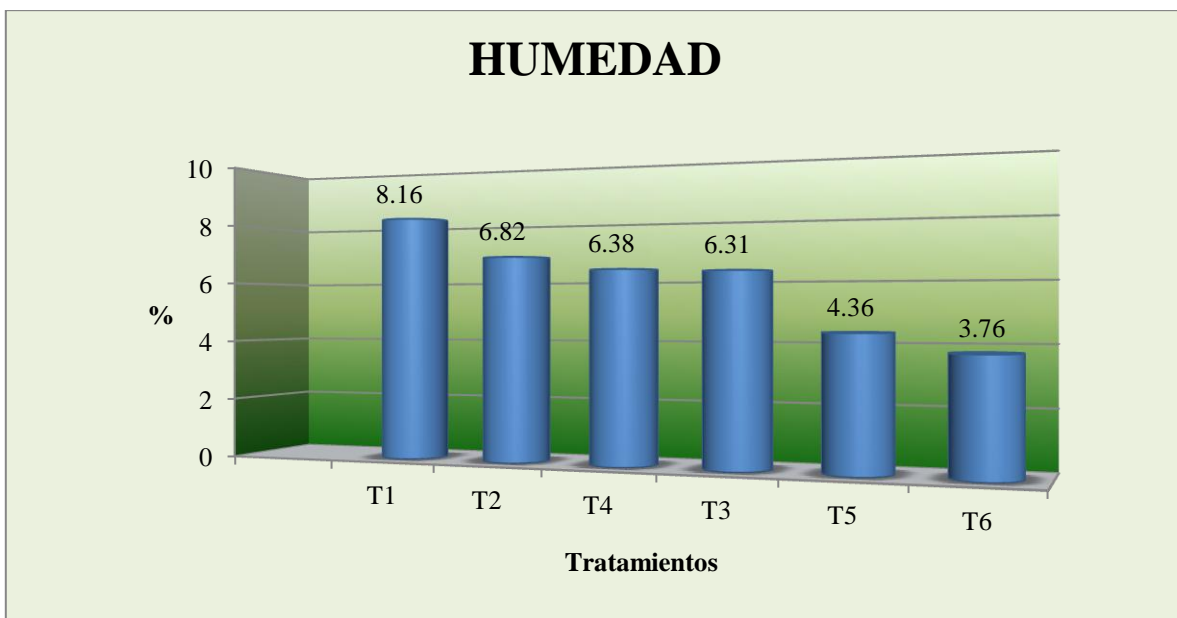


Figura2. Proceso básico de secado

GRÁFICO 1. Contenido de humedad en la harina de chocho, expresado en %



Fuente: Los autores

El gráfico 1 indica el contenido de humedad en la harina expresado en porcentaje, notándose que el T1 sometido a la temperatura de 120°C por 10 minutos, muestra un mayor contenido de humedad con respecto al resto. Así también los tratamientos T2, T4 y

T3 presentan una similitud en su contenido de humedad. Pero los tratamientos T5 y T6 presentaron una clara disminución de humedad, debido a las altas temperaturas y tiempos prolongados, ya que a estas condiciones se ha eliminado casi en su totalidad la humedad.

De acuerdo al contenido de humedad en harinas que no debe exceder al 12 %, podemos decir que el proceso de tostado no es en sí reducir el contenido de humedad, ya que éstas al ser higroscópicas ganan humedad del medio hasta llegar a la de equilibrio, sin importar la humedad que haya tenido. Como menciona (Henderson 1976), en un proceso de extracción de agua de un grano o semilla se debe alcanzar una humedad de equilibrio del grano con el aire atmosférico, para prolongar la vida útil del producto evitando pérdidas por el ataque de hongos, insectos o acción enzimática.

En sí la finalidad del proceso de tostado, es modificar las características del producto como: organolépticas (color, olor, sabor), Físicas (ablandamiento) y nutricionales como la digestibilidad.

Por tales razones podemos seleccionar los tratamientos que sean independientes del contenido de humedad, pero que tengan afinidad con los requerimientos de las demás variables tanto paramétricas (granulometría, peso específico, rendimiento) como no paramétricas (color, olor, sabor) que en si garanticen la calidad de la harina.

4.1.2 GRANULOMETRÍA

La medición de esta variable fue mediante el análisis granulométrico aplicando el método en seco, en cuatro tamices de la serie RETSCH: #40 (425 um), # 50 (300 um), #70 (212um), #80 (180um).

Para la obtención de datos se tomó como referencia al contenido de partículas que atravesó el tamiz #70 (212um), de acuerdo a la norma NTE INEN 2 051:1995 (Ver anexo 13), características que se requieren para una harina, con estos resultados se procedió a tabular los datos para cada tratamiento (Ver anexo 8), que se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO 17. Variable granulometría (g/100g)

Tratamientos	Combinaciones	Repeticiones			SUMA	MEDIAS
		R1	R2	R3		
T1	A1B1	9.04	9.59	11.81	30.44	10.14
T2	A1B2	7.24	8.23	8.9	24.37	8.12
T3	A1B3	6.22	8.13	9.95	24.3	8.10
T4	A2B1	6.59	8.59	7.77	22.95	7.65
T5	A2B2	4.89	5.38	6.69	16.96	5.65
T6	A2B3	5.88	8.57	7.88	22.33	7.44
TOTAL		39.86	48.49	53	141.35	7.85

Fuente: Los autores

CUADRO 18. Análisis de varianza para granulometría

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	51.64			0,05	0,01
Tratamientos	5	31.33	6.27	13.79**	3.11	5.06
Factor A	1	15.81	15.81	34.80**	4.75	9.33
Factor B	2	12.18	6.09	13.40**	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	3.34	1.67	3.67 ^{NS}	3.88	6.93
Error Exp.	12	5.45	0.45			
CV= 8.58%						

Fuente: Los autores

El cuadro 18 del análisis de varianza para granulometría muestra alta significación estadística para tratamientos y factores, mientras que para la interacción no hubo significación.

Por lo que se realizó las pruebas de significación, Tukey para tratamientos y D.M.S. para factores.

El coeficiente de variación fue de 8.58 % el cual indicó la eficiencia del experimento.

CUADRO 19. Prueba de Tukey 5%

Tratamientos	Combinaciones	Medias	Rangos
T1	A1B1	10.14	a
T2	A1B2	8.12	b
T3	A1B3	8.10	b
T4	A2B1	7.65	b
T6	A2B3	7.44	b
T5	A2B2	5.65	c

Fuente: Los autores

Tukey al 5% establece tres rangos (a, b, c) para la variable granulometría, situándose en el rango (a) el tratamiento T1 (120° C x 10 min) con un contenido de 10.14%, que atravesó el tamiz #70 ASTM (212um), perfilándose como el mejor por presentar una mayor finura, de acuerdo a la norma NTE INEN 2 O51:1995 sobre, Harina de maíz. “Cuando mínimo el 98% del producto pase el tamiz de malla INEN 300 um (50 ASTM), o mínimo el 50% de producto pase el tamiz de malla INEN 212 um (70 ASTM)”. El siguiente rango (b) corresponde a los tratamientos T2, T3, T4, T6 con valores de 8.12 % a 7.44% que atravesaron dicho tamiz. Por último en el rango (c) el tratamiento T5 presenta un valor de 5.6 %, apreciándose como la temperatura y el tiempo son inversamente proporcionales a la finura de harina de chocho.

CUADRO 20. Prueba (DMS) para factor Temperatura.

Temperatura	Medias	Rangos
A1= 120° C	8.79	a
A2= 140° C	6.91	b

Fuente: Los autores

La prueba D.M.S indica dos rangos (a y b): (a) para 120 °C y (b) para 140 °C, donde el efecto de la temperatura hace que este contenido sea mayor o menor en cuanto al tamaño de partículas luego del proceso de molienda y tamizado.

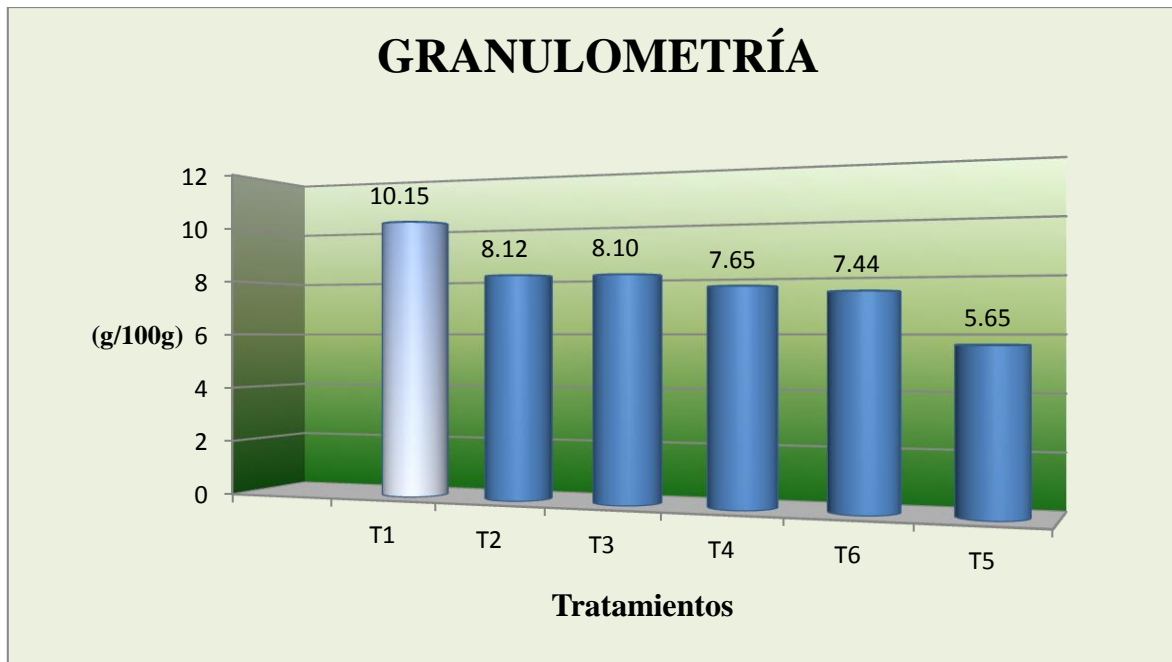
CUADRO 21. Prueba (DMS) para factor Tiempo.

Tiempo	Medias	Rangos
B1= 10 min	8.89	a
B3= 30 min	7.77	a
B2= 20 min	6.88	b

Fuente: Los autores

La prueba D.M.S. para el factor tiempo establece dos rangos (a y b): el rango (a) que corresponde a los tiempos de 10 min y 30 min, notándose que al tiempo de 10 minutos se obtuvo mayor finura de acuerdo al tamiz utilizado # 70. Y por el tiempo de 30 minutos se obtuvo un valor similar, pero cabe destacar que a estas condiciones el grano tiende a modificar sus características físicas por efecto de un sobretostado. En cambio el rango (b) correspondiente al tiempo de 20 min, presenta partículas de mayor tamaño.

GRÁFICO 2. Granulometría para la harina de chocho



Fuente: Los autores

La presentación del gráfico 2 muestra el comportamiento de los tratamientos, de acuerdo al tamaño de partículas en la harina, donde se observa que el tratamiento T1 (120°C x 10 minutos) presenta menor tamaño de partículas, notándose como la temperatura y el tiempo son inversamente proporcionales, como se muestra en los tratamientos T2, T3, T4 un valor menor, en cambio el T6 presenta un valor similar debido que a mayor tiempo el grano sigue sobretostándose hacia el interior del mismo generando partículas pequeñas tendientes a cenizas. El T5 no genera mayor finura, debido a que a estas condiciones se produce un sobretostado del grano empezando desde la corteza, ésta al momento de la molienda presenta resistencia y al ser tamizada se retiene, por tener mayor tamaño.

Por lo antes mencionado podemos decir que los tratamientos sometidos a menores temperaturas y tiempos cortos son los que generan mayor cantidad de partículas finas que puedan dispersarse en el medio líquido, que fue lo requerido para esta investigación.

4.1.3 PESO ESPECÍFICO

El análisis de la variable peso específico se empleó, con el fin de conocer la densidad de la harina de chocho en cada uno de los tratamientos y de esta forma poder elegir el mejor de acuerdo a la homogeneidad en la mezcla con las demás harinas, que posteriormente se utilizará en la elaboración de una bebida y que tenga la facilidad de dispersarse, la expresión utilizada es g/cm^3 .

CUADRO 22. Variable peso específico (g/cm^3)

Tratamientos	Combinaciones	Repeticiones			SUMA	MEDIAS
		R1	R2	R3		
T1	A1B1	0.4488	0.408	0.4133	1.27	0.42
T2	A1B2	0.4388	0.4178	0.437	1.29	0.43
T3	A1B3	0.4911	0.4366	0.4388	1.36	0.45
T4	A2B1	0.4865	0.415	0.4311	1.33	0.44
T5	A2B2	0.5587	0.4759	0.4734	1.50	0.50
T6	A2B3	0.5356	0.4867	0.49	1.51	0.50
TOTAL		2.9595	2.64	2.6836	8.28	0.46

Fuente: Los autores

CUADRO 23. Análisis de la varianza para el peso específico

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	0.0308			0,05	0,01
Tratamientos	5	0.0186	0.0037	20.5627**	3.11	5.06
Factor A	1	0.0099	0.0099	54.8126**	4.75	9.33
Factor B	2	0.0068	0.0034	18.6751**	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	0.0019	0.0010	5.3253*	3.88	6.93
Error Exp.	12	0.0022	0.0002			
CV= 2.92%						

Fuente: Los autores

El ADEVA para la variable peso específico en la harina de chocho, presentó alta significación estadística para tratamientos y factores; como también significación estadística (0.05) en la interacción A x B. Esto indica que al menos un tratamiento es diferente a los demás.

Por lo que se realizó las pruebas de significación estadística Tukey al 5% para tratamientos y D.M. S. para factores.

El coeficiente de variación para esta variable fue de 2.92% el cual indicó la eficiencia del experimento.

CUADRO 24. Prueba de Tukey al 5%

Tratamientos	Combinaciones	Medias	Rangos
T6	A2B3	0.5041	a
T5	A2B2	0.5026	a
T3	A1B3	0.4555	b
T4	A2B1	0.4442	b
T2	A1B2	0.4312	b
T1	A1B1	0.4233	b

Fuente: Los autores

Tukey al 5%, determinó 2 rangos (a y b) de los cuales la tercera parte corresponde al rango (a) para los tratamientos T6 y T5 cuyo proceso de tostado se lo realizó a la temperatura de 140°C durante el tiempo de 20 y 30 minutos respectivamente, apreciándose un valor promedio de (0.50 g/cm³). El rango (b) para los tratamientos T3, T4, T2, T1 presenta cierto contenido de humedad, que fue reduciéndose a medida que disminuía la temperatura y el tiempo.

CUADRO 25. Prueba (DMS) para factor Temperatura.

Temperatura	Medias	Rangos
A2= 140° C	0.4836	a
A1= 120° C	0.4366	b

Fuente: Los autores

La prueba D.M.S para el factor temperatura presenta dos rangos (a y b), el rango (a) para la temperatura de 140°C obtuvo un peso específico de 0. 48 g/cm³ y el rango (b) para la

temperatura de 120°C un peso específico de 0.4366 g/cm³, lo que demuestra que los cambios de la temperatura de tostado, inciden en el efecto del peso específico.

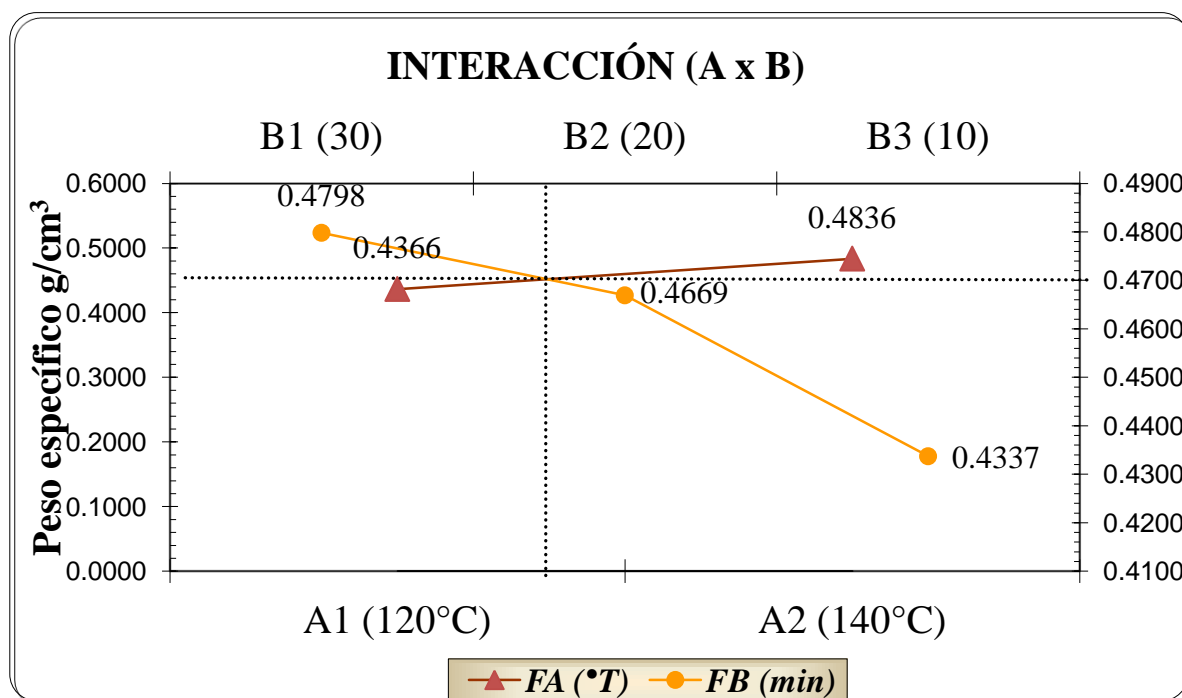
CUADRO 26. Prueba (DMS) para factor Tiempo

Tiempo	Medias	Rangos
B3= 30 min	0.4798	a
B2= 20 min	0.4669	a
B1= 10 min	0.4337	b

Fuente: Los autores

La prueba D.M.S. para el factor tiempo, muestra la existencia de dos rangos (a y b), el rango (a) para los tiempos (20 minutos y 30 minutos), notándose un incremento en el peso específico a medida que se prolonga el tiempo de tostado. Y el rango (b) para el tiempo de 10 minutos nos muestra un peso específico menor.

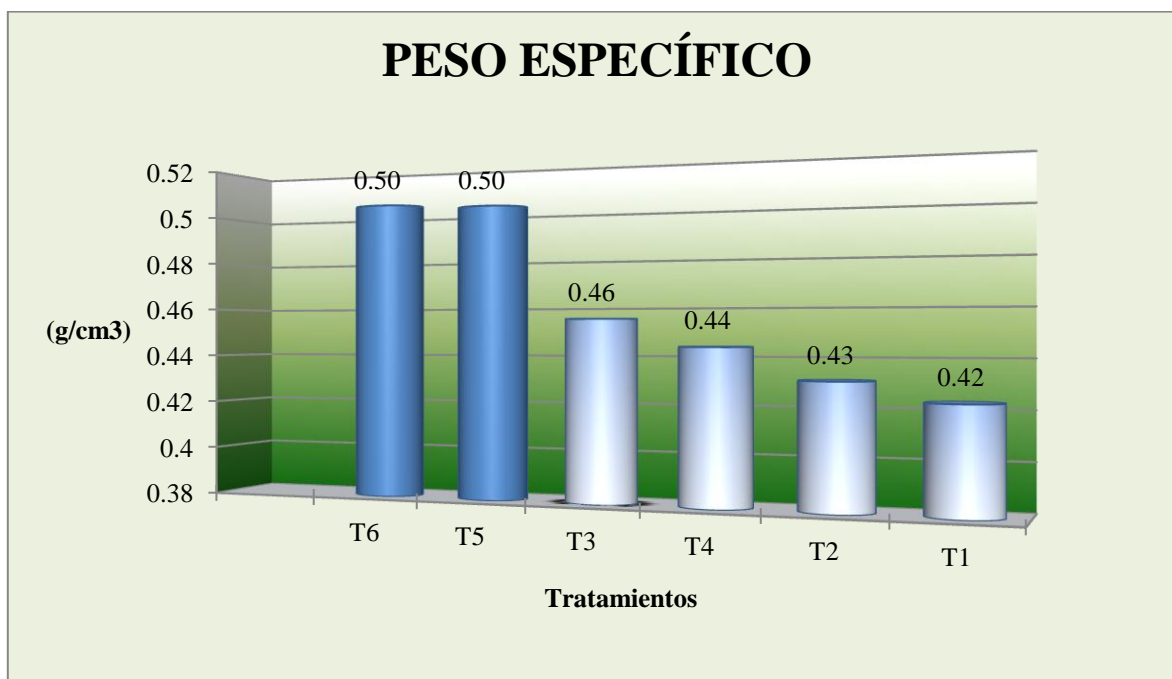
GRÁFICO 3. Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), en el peso específico de harina de chocho.



Fuente: Los autores

En el gráfico de interacción de los factores (Temperatura x Tiempo), el punto de interacción para el peso específico es 0.47 g/cm^3 , que corresponde a la temperatura de 131°C por el tiempo de 19 minutos.

GRÁFICO 4. Peso específico en la harina de chocho



Fuente: Los autores

El gráfico 4 del peso específico muestra el comportamiento de los diferentes tratamientos, en los cuales T3, T4, T2 y T1 presentan valores menores con respecto a los tratamientos T6 y T5 que tienen un peso específico de 0.50 g/cm^3 , estos al ser sometidos a éstas condiciones de tostado (140°C por tiempos de 30 y 20 minutos respectivamente), se elimina casi en su totalidad el agua interna, provocando cavidades dentro de la estructura interna del grano, y en el proceso de molturación estas se rompan fácilmente aumentando así el peso específico.

De acuerdo a los fines de la investigación se pretende utilizar harinas con pesos específicos, que no tiendan a sumergirse por ser altos o a flotar por ser bajos, más bien que tengan la facilidad de dispersarse en el medio líquido, los cuales se los denomina sólidos en suspensión.

“Los sólidos en suspensión son partículas sólidas pequeñas, inmersas en un fluido en flujo turbulento que actúa sobre la partícula con fuerzas en direcciones aleatorias, que contrarrestan la fuerza de la gravedad, impidiendo así que el sólido se deposite en el fondo”

Los factores que influyen para que una partícula no se decante en el fondo son:

- Tamaño, densidad y forma de la partícula;
- Velocidad del agua.

http://es.wikipedia.org/wiki/S%C3%B3lido_en_suspensi%C3%B3n

4.1.4 RENDIMIENTO

El análisis de la variable rendimiento se empleó con el fin de conocer el % de obtención de harina, en cada uno de los tratamientos mediante un balance de materiales (gruesos y harina).

CUADRO 27. Variable rendimiento (%)

Tratamientos	Combinaciones	Repeticiones			SUMA	MEDIAS
		R1	R2	R3		
T1	A1B1	67	75.05	58.58	200.63	66.87
T2	A1B2	65.04	71.32	68.25	204.61	68.20
T3	A1B3	67.91	75	70.02	212.93	70.97
T4	A2B1	67.91	71.76	65.36	205.03	68.34
T5	A2B2	73.89	78.59	66.11	218.59	72.86
T6	A2B3	80.13	77.88	72	230.01	76.67
TOTAL		421.88	449.6	400.32	1271.8	70.65

Fuente: Los autores

CUADRO 28. Análisis de la varianza rendimiento.

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	517.72			0,05	0,01
Tratamientos	5	200.37	40.07	4.22*	3.11	5.06
Factor A	1	69.86	69.86	7.36*	4.75	9.33
Factor B	2	115.95	57.98	6.11*	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	14.56	7.28	0.77 ^{NS}	3.88	6.93
Error Exp.	12	113.91	9.49			
CV= 4.36%						

Fuente: Los autores

El cuadro 28 del análisis de varianza para rendimiento presenta significación estadística al 5%, para tratamientos y factores. Y no significación estadística para la interacción

Por lo que se procedió a realizar las pruebas estadísticas correspondientes: Tukey 5% para tratamientos y D.M.S. para factores.

El coeficiente de variación fue de 4.36% el cual indicó la eficiencia del experimento.

CUADRO 29. Prueba de Tukey al 5%

Tratamientos	Combinaciones	Medias	Rangos
T6	A2B3	76.67	a
T5	A2B2	72.86	b
T3	A1B3	70.97	b
T4	A2B1	68.34	c
T2	A1B2	68.20	c
T1	A1B1	66.87	c

Fuente: Los autores

Según esta prueba de significación, aplicada para los tratamientos, nos muestra el ordenamiento de sus medias en forma descendente, donde se puede apreciar que los factores (temperatura y tiempo) son directamente proporcionales al porcentaje de obtención de harina, es decir que a mayor temperatura y tiempo se obtiene mayor cantidad de harina (g); Sin embargo se debe tener en cuenta que no se modifiquen las características físicas y organolépticas del grano, por el efecto del proceso de tostado.

CUADRO 30. Prueba (DMS) para factor Temperatura

Temperatura	Medias	Rangos
A2= 140° C	72.62	a
A1= 120° C	68.68	b

Fuente: Los autores

La prueba D.M.S. indica la existencia de dos rangos (a y b), observándose que el rango (a) correspondiente a la temperatura de 140°C, fue el nivel que mostró mayor rendimiento, con respecto al otro nivel del rango (b) a la temperatura de 120°C.

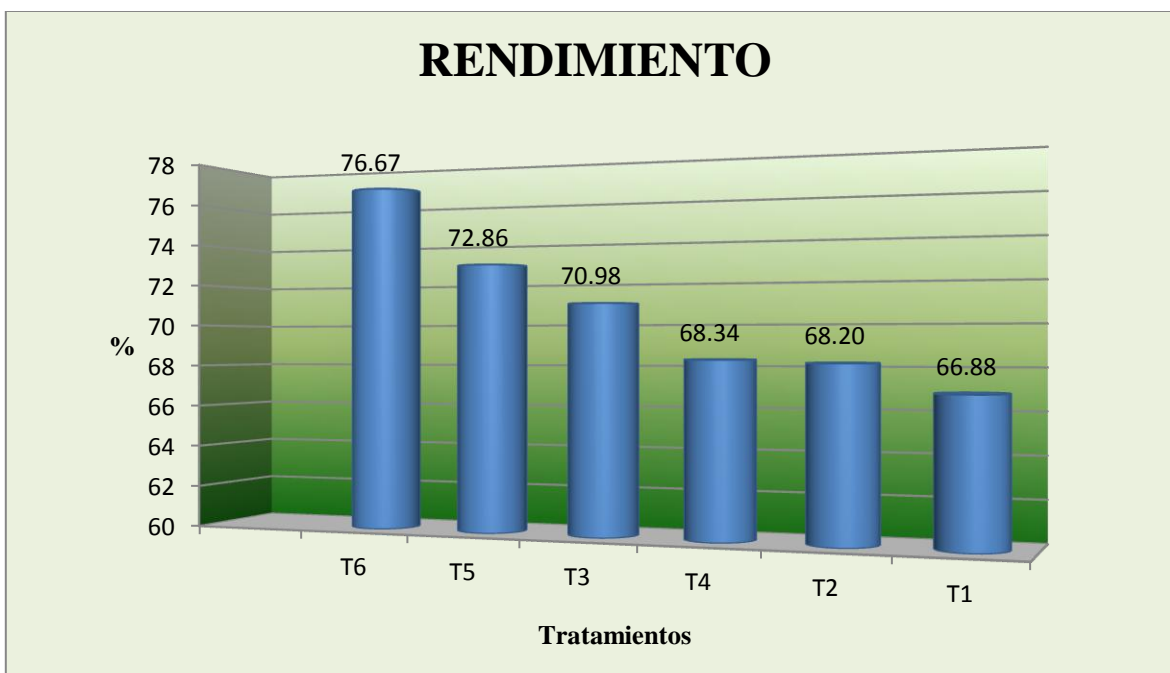
CUADRO 31. Prueba (DMS) para factor Tiempo.

Tiempo	Medias	Rangos
B3= 30 min	73.82	a
B2= 20 min	70.53	b
B1= 10 min	67.61	c

Fuente: Los autores

La prueba D.M.S. nos muestra tres rangos (a, b y c); notando que los niveles establecidos en este factor influyen en el rendimiento de harina, a mayor tiempo de tostado se obtendrá un mayor rendimiento medido en función de masa (g). Como se observa en el ordenamiento de los rangos que corresponden a cada nivel, rango (a) para el tiempo de 30 minutos, el rango (b) para el tiempo 20 minutos y el rango (c) para el tiempo de 10 minutos.

GRÁFICO 5. Rendimiento de harina, expresado en %



Fuente: Los autores

El gráfico 5 muestra el comportamiento de cada uno de los tratamientos de acuerdo al grado de obtención de harina (%), notándose que el tratamiento T6 es el que tiene un valor mayor, el cual fue sometido a 140° C x 30 minutos, mientras que los demás tratamientos sometidos a menores temperaturas y tiempos presentan un menor % de harina. Con esto podemos decir que a mayores temperaturas y tiempos prolongados se obtendrá un mayor rendimiento en función de masa (g). Considerando que no se modifiquen las características físicas y organolépticas del grano.

4.1.5 ANÁLISIS DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES.

La evaluación organoléptica de la harina de chocho consistió, en una prueba de cata para evaluar características tales como: color, olor, sabor. (Ver anexo 3).

4.1.5.1 COLOR

CUADRO 32. Rangos obtenidos de las puntuaciones

JUEZ	TRATAMIENTOS						SUMA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
A	4.5	2.5	4.5	6	2.5	1	21
B	3.5	5.5	1	2	3.5	5.5	21
C	3	5	5	2	5	1	21
D	2	6	4.5	4.5	3	1	21
E	1	3.5	3.5	3.5	3.5	6	21
F	3	5.5	5.5	1.5	4	1.5	21
SUMA	17	28	24	19.5	21.5	16	
CUADRADO	289	784	576	380.25	462.25	256	
X	2.83	4.67	4.00	3.25	3.58	2.67	

Fuente: Los autores

CUADRO 33. Valor Chi-cuadrado

χ^2 TABULAR		χ^2 CALCULADO
0,05	0,01	
11.071	15.086	

Fuente: Los autores

Luego de haber realizado la prueba de Freedman para el atributo color en la harina de chocho, se observó que no existe diferencia significativa para el atributo color, indicando que los tratamientos presentaron un color homogéneo.

4.1.5.2 OLOR

CUADRO 34. Rangos obtenidos de las puntuaciones.

JUEZ	TRATAMIENTOS						SUMA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
A	6	2	3	4.5	4.5	1	21
B	3.5	3.5	3.5	1	3.5	6	21
C	3	4.5	4.5	2	6	1	21
D	2	4.5	4.5	3	6	1	21
E	5.5	2.5	2.5	5.5	2.5	2.5	21
F	2	3	5	6	4	1	21
SUMA	22	20	23	22	26.5	12.5	
CUADRADO	484	400	529	484	702.25	156.25	
X	3.66	3.33	3.83	3.66	4.41	2.08	

Fuente: Los autores

CUADRO 35. Valor Chi-cuadrado

χ^2 TABULAR		χ^2 CALCULADO
0,05	0,01	
11.071	15.086	

Fuente: Los autores

Luego de haber realizado la prueba de Freedman para el atributo olor en la harina de chocho, se observó que no existe diferencia significativa para el atributo olor, lo que indica que el olor es igual en cada uno de los tratamientos.

4.1.5.3 SABOR

CUADRO 36. Rangos obtenidos de las puntuaciones.

JUEZ	TRATAMIENTOS						SUMA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
A	3	5	5	2	5	1	21
B	4.5	4.5	4.5	1.5	4.5	1.5	21
C	4	6	4	2	4	1	21
D	4	4	4	6	1.5	1.5	21
E	4	4	4	4	4	1	21
F	2.5	4	2.5	5.5	5.5	1	21
SUMA	22	27.5	24	21	24.5	7	
CUADRADO	484	756.25	576	441	600.25	49	
X	3.66	4.58	4	3.5	4.08	1.16	

Fuente: Los autores

CUADRO 37. Valor Chi-cuadrado

X^2 TABULAR		X^2 CALCULADO
0,05	0,01	12.40*
11.071	15.086	

Fuente: Los autores

Luego de haber realizado la prueba de Freedman para el atributo sabor en la harina de chocho, se observó que existe diferencia significativa entre los tratamientos, es decir cada tratamiento presenta un sabor característico.

4.1.5.4 Determinación del mejor tratamiento mediante los niveles de significación

CUADRO 38. Niveles de significación de cada atributo en la harina de chocho

Atributo	Nivel de significación	Tratamiento
Color	4.74 ^{NS}	Iguales
Olor	5.21 ^{NS}	Iguales
Sabor	12.40*	T2

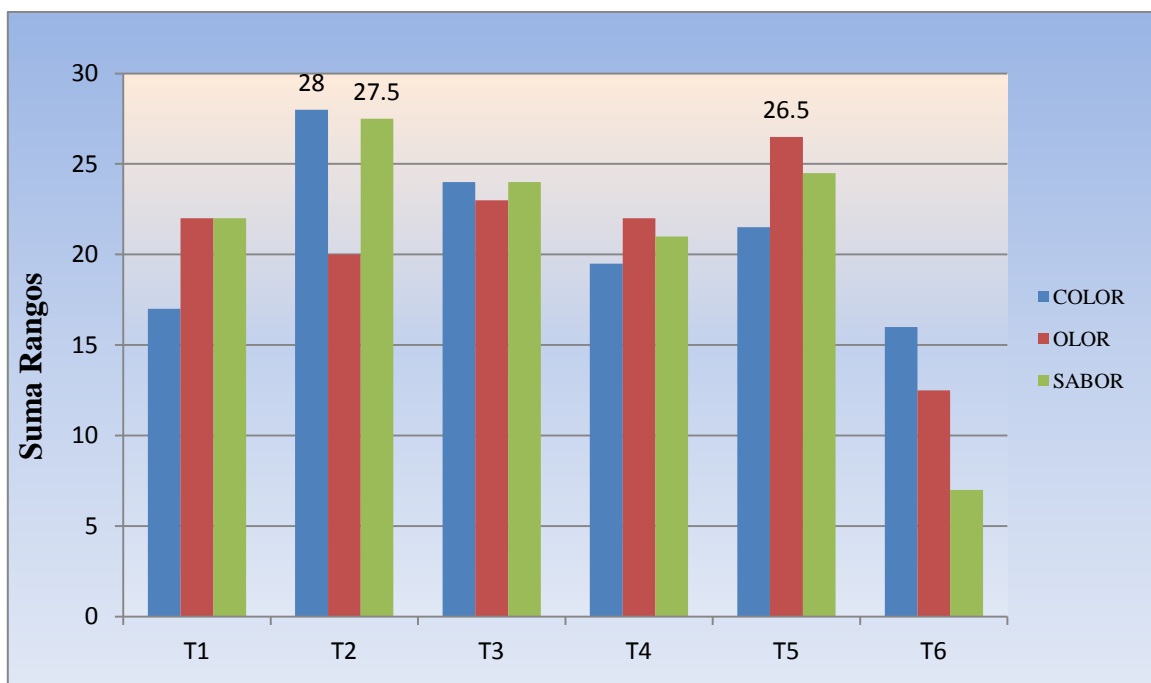
Fuente: Los autores

Mediante los valores de X^2 calculado comparados con X^2 tabular, se determinó la diferencia estadística en cada atributo analizado. Como se indica en el cuadro (38).

En los atributos color y olor no existió significación estadística por lo que se los consideró iguales, mas no en el caso del sabor ya que presentó diferencia significativa al 5% lo que indica que al menos un tratamiento es diferente, en este caso fue el tratamiento T2.

4.1.5.5 Representación gráfica.

GRÁFICO 6. Representación gráfica de los atributos (color, olor, sabor).



Fuente: Los autores

En el gráfico 6 se muestra el comportamiento de los atributos (color, olor, sabor) de acuerdo a la suma de rangos. Observándose como el color alcanza un punto máximo en el

tratamiento T2 (120°C x 20 min) y luego por efecto de un sobretostado se modifican sus características organolépticas y por ende un color de menor aceptación.

Con respecto al olor se puede notar como este va de menor a mayor hasta llegar a un punto de inflexión en el T5 (140°C x 20 min) que luego empieza a descender. Por lo que se hace referencia al tostado de leguminosas, que por si tienen un mal olor. Pero este se lo puede eliminar a ciertas temperaturas y tiempos en el proceso de tostado.

Según MAFART, P (1994). Este efecto puede empobrecer sensiblemente la riqueza aromática de productos tales como los jugos de fruta, los mostos de manzana, los extractos de café etc.

De la misma manera el sabor encontró un punto máximo T2 (120°C x 20 min), que presentó similar comportamiento por tratarse de granos de leguminosa que en sí tienen un olor y sabor característico, pero a ciertas condiciones este desaparece, tomando en cuenta que no adquiera las características a sobretostado.

Por lo mencionado, se tomó como mejor tratamiento de acuerdo a los análisis sensoriales (suma de variables), al T2 (120° C x20 min), por presentar mejor color y sabor, atributos prioritarios. El T5 presenta un buen olor pero no se lo consideró como tal, ya que al ser destinado a una bebida instantánea (batido) este no tiene influencia en la aceptabilidad.

4.2 HARINA DE QUINUA

4.2.1 HUMEDAD

Para efecto del análisis de esta variable se empleó el análisis del contenido de humedad en la harina, para poder determinar el contenido de la misma en función de los factores empleados en el proceso de tostado del grano (temperatura x tiempo). El cual consistió en la determinación por el método de desecación.

CUADRO 39. Variable humedad (%)

Tratamientos	Combinaciones	Repeticiones			SUMA	MEDIAS
		R1	R2	R3		
T1	A1B1	8.29	7.23	5.64	21.16	7.05
T2	A1B2	7.09	6.65	5.98	19.72	6.57
T3	A1B3	7.62	7.89	7.43	22.94	7.64
T4	A2B1	4.84	5.34	4.05	14.23	4.74
T5	A2B2	4.84	5.31	4.51	14.66	4.88
T6	A2B3	4.04	4.43	3.84	12.31	4.10
TOTAL		36.72	36.85	31.45	105.02	5.83

Fuente: Los autores

CUADRO 40. Análisis de varianza para humedad

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	36.84			0,05	0,01
Tratamientos	5	31.20	6.24	30.25**	3.11	5.06
Factor A	1	28.43	28.43	137.80**	4.75	9.33
Factor B	2	0.10	0.05	0.24 ^{NS}	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	2.68	1.34	6.49*	3.88	6.93
Error Exp.	12	2.48	0.21			
CV=7.78%						

Fuente: Los autores

El cuadro 40, muestra el análisis de varianza de la variable humedad, encontrándose alta significación para tratamientos y el factor A (Temperatura), no se observó significación para el factor B (Tiempo), mientras que para la interacción existió significación estadística al 5%.

Por esta razón se procedió a realizar las pruebas de significación, Tukey al (5%) para tratamientos y D.M.S. para factores.

El coeficiente de variación fue de 7.78% el mismo que indicó la eficiencia del experimento.

CUADRO 41. Prueba de Tukey al 5%

Tratamientos	Combinaciones	Medias	Rangos
T3	A1B3	7.64	a
T1	A1B1	7.05	a
T2	A1B2	6.57	a
T5	A2B2	4.88	b
T4	A2B1	4.74	b
T6	A2B3	4.10	b

Fuente: Los autores

La prueba de Tukey al 5% muestra dos rangos (a y b), el rango (a) para los tratamientos T3, T1, T2, presentan un comportamiento similar en la pérdida de agua con un valor promedio de 7.03%, los mismos que en el proceso de tostado se sometieron a la temperatura de 100 °C por tiempos de 30, 10 y 20 minutos respectivamente, mientras que en el rango (b) los tratamientos T5, T4, T6 sometidos a temperatura de 130°C con valores de humedad de 4.8%, 4.7%, 4.1% presentaron menor contenido de humedad.

CUADRO 42. Prueba (DMS) para factor Temperatura.

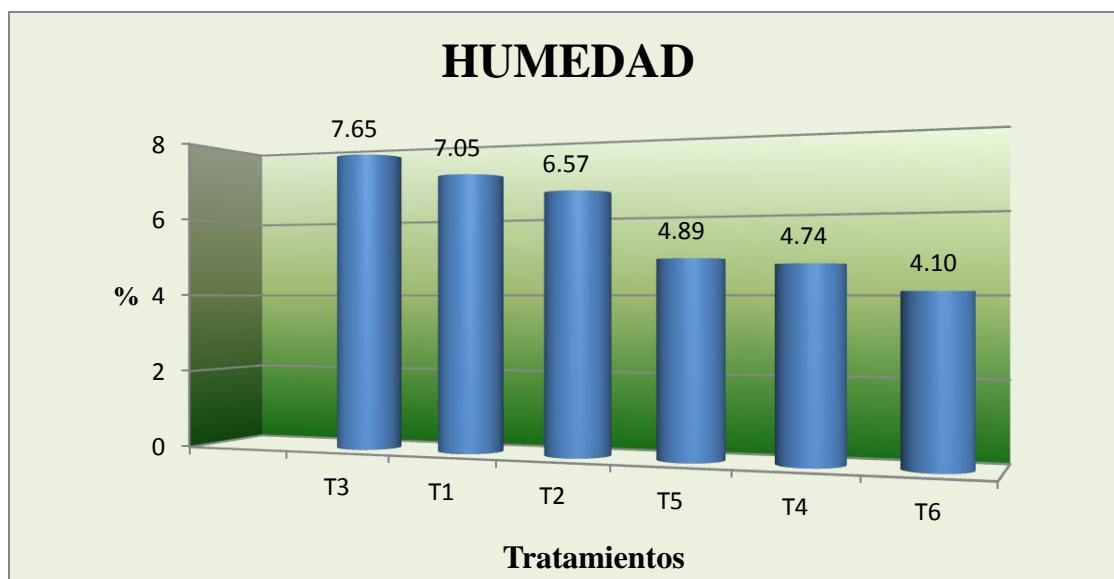
Temperatura	Medias	Rangos
A1= 100° C	7.09	a
A2= 130° C	4.57	b

Fuente: Los autores

La prueba D.M.S. nos indica la existencia de dos rangos (a y b) que corresponden a cada nivel del factor (temperatura). El rango (a) correspondiente al nivel A1 a 100°C con valor promedio de humedad de 7.09 % y el rango (b) correspondiente al nivel A2 a 130°C con valor promedio de humedad de 4.5%, notándose claramente la diferencia de estos dos

rangos. Es así que la temperatura es el factor que más influye en la pérdida de humedad en los granos de quinua.

GRÁFICO 7. Contenido de humedad en la harina de quinua, expresado en %.

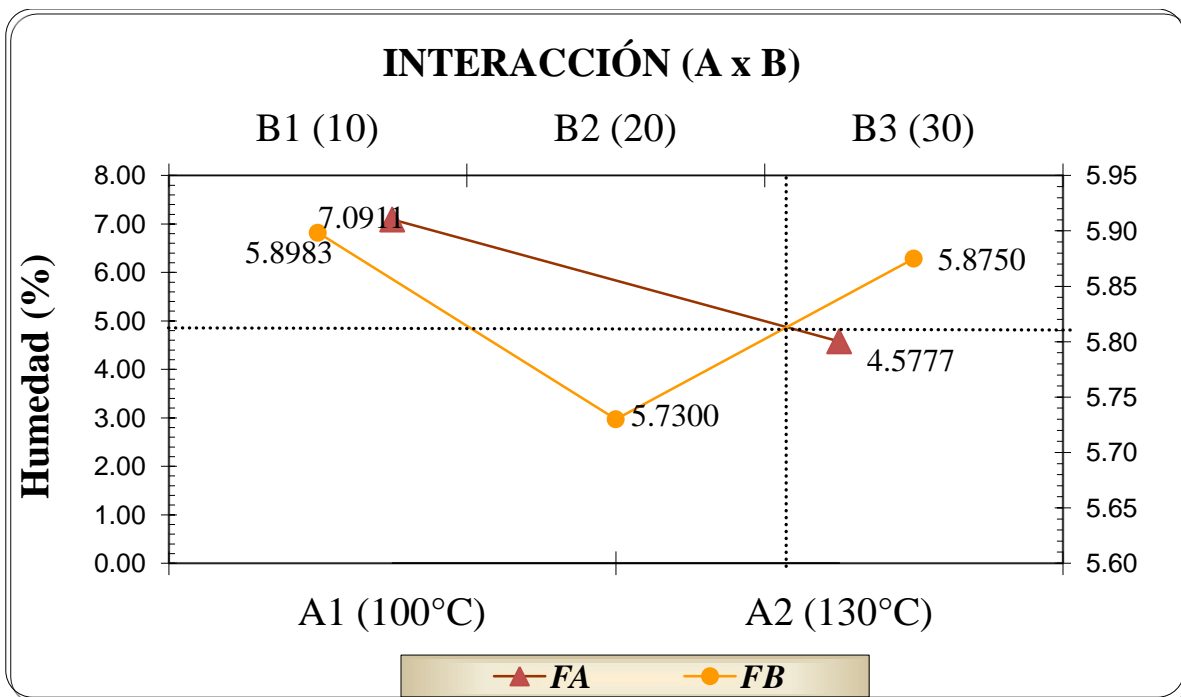


Fuente: Los autores

En el gráfico 7. Se observa el contenido de humedad de la harina de quinua expresado en porcentaje, donde T3, T1 y T2 que fueron sometidos a la temperatura de 100 °C por 30,10 y 20 minutos respectivamente, muestran mayor contenido de humedad, luego los tratamientos T5, T4 y T6 presentaron una clara disminución de humedad debido a que fueron sometidos a altas temperaturas, notándose claramente como la temperatura es más influyente que el tiempo, debido al tamaño del grano que es un factor a considerar para la evaluación de esta variable ya que granos pequeños necesitan un tiempo menor para llegar a la temperatura de equilibrio.

Por lo antes mencionado, se puede asimilar los procesos de tostado con el de secado, que según CASP, A (2003). “Un período de precalentamiento que transcurre mientras el producto y el agua en él contenida se calienta ligeramente hasta alcanzar la temperatura de bulbo húmedo característica de ambiente secante. El producto al secar al principio está frío, su presión de vapor es igualmente baja por lo tanto la transferencia de masa es muy lenta”

GRÁFICO 8. Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), en el contenido de humedad en la harina de quinua.



Fuente: Los autores

En el gráfico de interacción de los factores (Temperatura x Tiempo) el punto de interacción para el contenido de humedad corresponde, a temperatura 128°C por tiempo de 22 minutos.

4.2.2 GRANULOMETRÍA (g/100g).

Para la evaluación de esta variable se empleó el análisis granulométrico aplicando el método en seco en cuatro tamices de la serie RETSCH: #40 (425 um), # 50 (300 um), #70 (212um), #80 (180um).

Para la obtención de los datos se tomó como referencia, al contenido de partículas que atravesó el tamiz #70 (212um), de acuerdo a la norma NTE INEN 2 051:1995 (Ver anexo 13), con estos resultados se procedió a tabular los datos para cada tratamiento (Ver anexo 9), que se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO 43. Variable granulometría (g/100g)

Tratamientos	Combinaciones	Repeticiones			SUMA	MEDIAS
		R1	R2	R3		
T1	A1B1	39.44	42.59	42.46	124.49	41.49
T2	A1B2	45.41	48.64	48.57	142.62	47.54
T3	A1B3	24.71	30.13	18.5	73.34	24.44
T4	A2B1	58.46	56.73	58.98	174.17	58.05
T5	A2B2	36.24	40.36	33.37	109.97	36.65
T6	A2B3	22.73	20.71	31.02	74.46	24.82
TOTAL		226.99	239.16	232.9	699.05	38.83

Fuente: Los autores

CUADRO 44. Análisis de varianza para granulometría

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	2749.63			0,05	0,01
Tratamientos	5	2581.57	516.31	39.79**	3.11	5.06
Factor A	1	18.30	18.30	1.41 ^{NS}	4.75	9.33
Factor B	2	1992.34	996.17	76.77**	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	570.93	285.46	22.00**	3.88	6.93
Error Exp.	12	155.71	12.98			
CV= 9.27%						

Fuente: Los autores

El cuadro 44 del análisis de varianza para granulometría muestra alta significación estadística para tratamientos, factor B (Tiempo) e interacción, no así para el factor A (Temperatura).

Por tal razón se realizó las pruebas de significación correspondientes, Tukey para tratamientos y D.M.S. para factores.

Con un coeficiente de variación de acuerdo a los datos obtenidos que fue de 9.27%, el cual indicó la eficiencia del experimento.

CUADRO 45: Prueba de Tukey 5%

Tratamientos	Combinaciones	Medias	Rangos
T4	A2B1	58.05	a
T2	A1B2	47.54	b
T1	A1B1	41.49	b
T5	A2B2	36.65	b
T6	A2B3	24.82	c
T3	A1B3	24.44	c

Fuente: Los autores.

Tukey al 5% determina tres rangos (a, b, c) para granulometría, el cual nos indica un rango (a) que corresponde al tratamiento T4 con un contenido de partículas de 58.05%, que es considerablemente superior al de los demás, con esto se hace referencia que a una temperatura y tiempo determinados de 130° C por 10 minutos se obtiene mayor rendimiento en harina de quinua, ya que a menores temperaturas no se logra el punto óptimo para que el grano pueda generar harina con este tamaño de partícula. Como se observa en el rango (b) de los tratamientos T2 y T1; en cambio el T5 debido a un excesivo tiempo de tostado, presenta menor contenido de partículas finas. Lo mismo sucedió con el rango (c) correspondiente a los tratamientos T3 y T6.

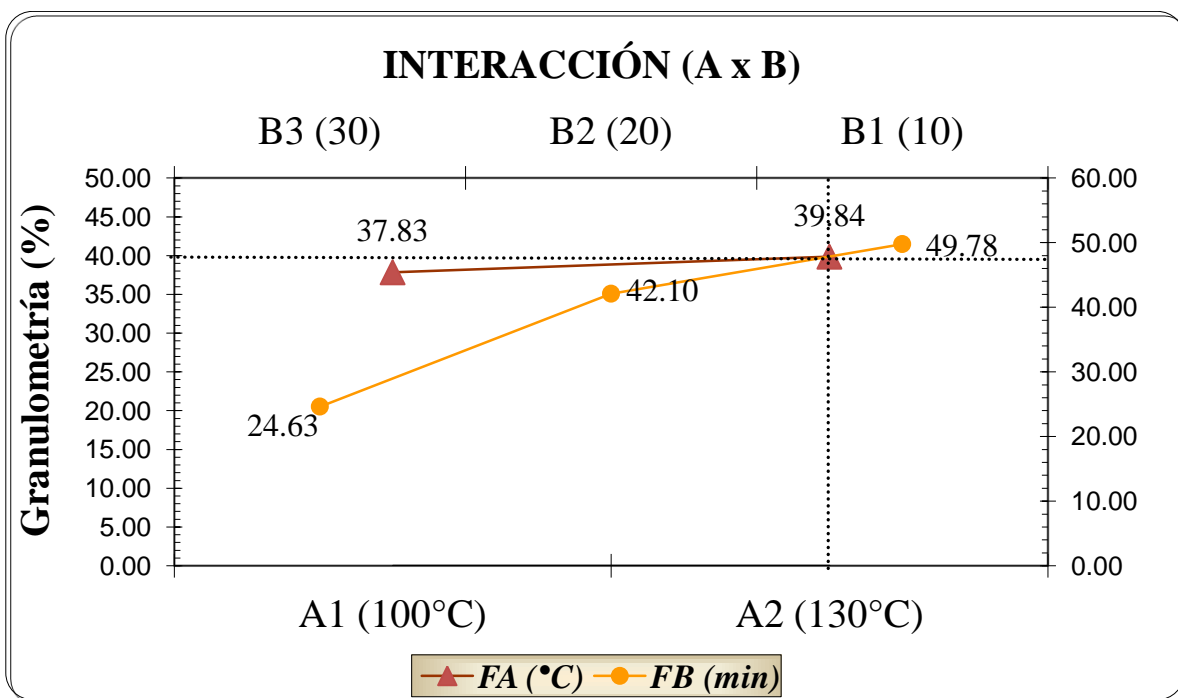
CUADRO 46. Prueba (DMS) para factor Tiempo.

Tiempo	Medias	Rangos
B1=10 min	49.77	a
B2=20 min	42.09	b
B3=30 min	24.63	c

Fuente: Los autores

La expresión de D.M.S identifica tres rangos (a, b, c), cada uno hace referencia a cada nivel de tiempo de tostado, con esto se puede mencionar que a menores tiempos de tostado se obtendrá mayor finura.

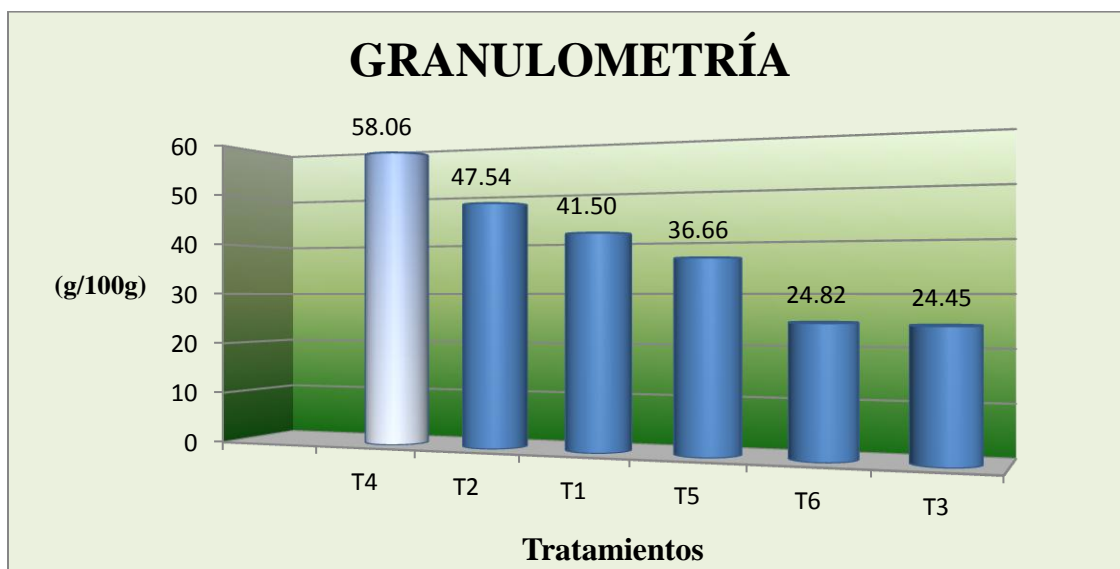
GRÁFICO 9. Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), granulometría en harina de quinua.



Fuente: Los autores

En el gráfico de interacción de los factores (Temperatura x Tiempo) se muestra un punto óptimo de interacción, de mayor finura en la harina de quinua, entre los niveles A2 (130°C) y B1 (10 minutos).

GRÁFICO 10. Granulometría para la harina de quinua.



Fuente: Los autores

En el gráfico 10, se observa el comportamiento de los tratamientos en cuanto al contenido de partículas finas, donde el T4 presentó mayor contenido de partículas finas (58%) ya que atravesaron el tamiz # 70 (212 μ m), debido a que alcanzó un punto óptimo de tiempo y temperatura (10 min x 130°C), éstos al ser menores como en los tratamientos T2 y T1 el grano no tiene las características que mejore el proceso de molienda. Así también a excesivos tiempos de tostado en los tratamientos T5 y T6 la corteza del grano se endurece, y al momento de la molienda esta presenta resistencia.

Debido a este análisis se pudo determinar el punto óptimo en el tratamiento T4, donde el grano genera mayor finura, que en sí es lo requerido para la harina de quinua destinada a la elaboración de la bebida y por ende pueda mejorar la palatabilidad en el producto final (batido).

4.2.3 PESO ESPECÍFICO

El análisis de la variable peso específico se empleó, con el fin de conocer la densidad de la harina de quinua en cada uno de los tratamientos y de esta forma poder elegir el mejor, de acuerdo a la homogeneidad en la mezcla con las demás harinas, que posteriormente se utilizará en la elaboración de una bebida y que tenga la facilidad de dispersarse. La expresión utilizada es g/cm^3 .

CUADRO 47. Variable peso específico (g/cm^3)

Tratamientos	Combinaciones	Repeticiones			SUMA	MEDIAS
		R1	R2	R3		
T1	A1B1	0.5555	0.5397	0.5792	1.67	0.5581
T2	A1B2	0.5603	0.5504	0.5562	1.66	0.5556
T3	A1B3	0.5471	0.5657	0.5545	1.66	0.5557
T4	A2B1	0.5683	0.5567	0.5521	1.67	0.5590
T5	A2B2	0.5748	0.5759	0.5349	1.68	0.5618
T6	A2B3	0.5723	0.5786	0.557	1.70	0.5693
TOTAL		3.3783	3.367	3.3339	10.07	0.5599

Fuente: Los autores

CUADRO 48. Análisis de varianza para el peso específico

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	0.0029			0,05	0,01
Tratamientos	5	0.0004	0.0001	0.4085 ^{NS}	3.11	5.06
Factor A	1	0.0002	0.0002	1.1067 ^{NS}	4.75	9.33
Factor B	2	0.0001	0.0000	0.1552 ^{NS}	3.88	6.93
Int. (Ax B)	2	0.0001	0.0001	0.3127 ^{NS}	3.88	6.93
Error Exp.	12	0.0023	0.0002			
CV= 2.48%						

Fuente: Los autores

En el análisis estadístico de la variable peso específico en la harina de quinua, se observó que no existe significación estadística para ninguno de los parámetros analizados.

Por lo que estadísticamente se considera a los tratamientos como iguales.

GRÁFICO 11. Peso específico en la harina de quinua



Fuente: Los autores

Como se determinó anteriormente en la tabla de ADEVA, la no significación para ningún parámetro. Gráficamente se puede observar la homogeneidad de los tratamientos con

valores promedio de 55 y 56 g/cm³, considerando como los factores de Temperatura y Tiempo en el proceso de tostado, no influyen para que se genere cambios significativos en el peso específico de la harina de quinua.

Debido a que los tratamientos se consideran estadísticamente iguales, podemos elegir el que mejor características físicas y organolépticas presente, con el fin de darle mayor homogeneidad a la mezcla de harinas.

4.2.4 RENDIMIENTO

El análisis de la variable rendimiento se empleó con el fin de conocer el grado de obtención (%) de harina, en cada uno de los tratamientos mediante un balance de materiales (gruesos y harina).

CUADRO 49. Variable rendimiento (%)

Tratamientos	Combinaciones	Repeticiones			SUMA	MEDIAS
		R1	R2	R3		
T1	A1B1	72	75	62	209	69.66
T2	A1B2	68.5	73	60	201.5	67.16
T3	A1B3	71.5	68	56	195.5	65.16
T4	A2B1	75	67.5	55.5	198	66.00
T5	A2B2	69.5	55.5	56	181	60.33
T6	A2B3	69.5	56.5	55.5	181.5	60.50
TOTAL		426	395.5	345	1166.5	64.80

Fuente: Los autores

CUADRO 50. Análisis de la varianza para rendimiento.

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	961.57			0,05	0,01
Tratamientos	5	207.90	41.58	2.55 ^{NS}	3.11	5.06
Factor A	1	115.01	115.01	7.05*	4.75	9.33
Factor B	2	85.03	42.51	2.61 ^{NS}	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	7.86	3.93	0.24 ^{NS}	3.88	6.93
Error Exp.	12	195.81	16.32			
CV= 6.23%						

Fuente: Los autores

El cuadro 50 del análisis de varianza presenta significación estadística al 5% únicamente para el factor A (Temperatura), no así para el resto de parámetros (tratamientos, factor B e interacción).

Por tal razón se procedió a realizar la respectiva prueba de significación (D.M.S.) para dicho factor.

Encontrando un coeficiente de variación de 6.23% el cual indicó la eficiencia del experimento.

CUADRO 51. Prueba (DMS) para factor Temperatura.

Temperatura	Medias	Rangos
A1= 100	67.33	a
A2= 130	62.27	a

Fuente: Los autores

La prueba D.M.S. indica la existencia de un solo rango (a), donde estadísticamente los niveles de temperatura (100° C y 130°C) generan igual rendimiento.

GRÁFICO 12. Rendimiento de harina de quinua, expresado en %



Fuente: Los autores

El gráfico 12 indica el rendimiento de harina expresado en %, donde los tratamientos (T1, T2, T4 y T3), presentan un mayor rendimiento. En cambio T5 y T6 debido a un excesivo tiempo de tostado este disminuye, indicando que a medida que aumenta el tiempo la superficie del grano se endurece y al momento de la molienda el grano presenta resistencia y no permite mayor obtención de harina.

4.2.5 ANÁLISIS DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES.

La evaluación organoléptica de la harina de quinua consistió, en una prueba de cata para evaluar características tales como: color, olor, sabor. (Ver anexo 3).

4.2.5.1 COLOR

CUADRO 52. Rangos obtenidos de las puntuaciones.

JUEZ	TRATAMIENTOS						SUMA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
A	5	5	5	3	2	1	21
B	4	5	6	3	1.5	1.5	21
C	3.5	5	6	2	3.5	1	21
D	3	5.5	5.5	4	2	1	21
E	3.5	6	5	3.5	2	1	21
F	4	6	5	2	2	2	21
SUMA	23	32.5	32.5	17.5	13	7.5	
CUADRADO	529	1056.25	1056.25	306.25	169	56.25	
X	3.83	5.42	5.42	2.92	2.17	1.25	

Fuente: Los autores

CUADRO 53. Valor Chi-cuadrado

X ² TABULAR		X ² CALCULADO
0,05	0,01	
11.071	15.086	

Fuente: Los autores

Luego de haber realizado la prueba de Freedman para el atributo color en la harina de quinua, se observó que existe alta significativa estadística entre los tratamientos, es decir al menos uno de los tratamientos presenta mejor color.

4.2.5.2 OLOR

CUADRO 54. Rangos obtenidos de las puntuaciones.

JUEZ	TRATAMIENTOS						SUMA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
A	2	2	5	5	5	2	21
B	1	3	3	5.5	5.5	3	21
C	3	5.5	3	3	5.5	1	21
D	1	3	4.5	4.5	6	2	21
E	2.5	4.5	4.5	6	1	2.5	21
F	1	3.5	5.5	5.5	3.5	2	21
SUMA	10.5	21.5	25.5	29.5	26.5	12.5	
CUADRADO	110.25	462.25	650.25	870.25	702.25	156.25	
X	1.75	3.58	4.25	4.92	4.42	2.08	

Fuente: Los autores

CUADRO 55. Valor Chi-cuadrado

X ² TABULAR		X ² CALCULADO
0,05	0,01	
11.071	15.086	

Fuente: Los autores

Luego de haber realizado la prueba de Freedman para el atributo olor en la harina de quinua, se observó que existe diferencia significativa entre los tratamientos, es decir cada tratamiento presenta un olor característico.

4.2.5.3 SABOR

CUADRO 56. Rangos obtenidos de las puntuaciones.

JUEZ	TRATAMIENTOS						SUMA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
A	1.5	3.5	5	3.5	6	1.5	21
B	1	2.5	4	6	5	2.5	21
C	3.5	5	3.5	2	6	1	21
D	3.5	5	3.5	6	1.5	1.5	21
E	3	3	6	5	3	1	21
F	4	1.5	3	5.5	5.5	1.5	21
SUMA	16.5	20.5	25	28	27	9	
CUADRADO	272.25	420.25	625	784	729	81	
X	2.75	3.42	4.17	4.67	4.50	1.50	

Fuente: Los autores

CUADRO 57. Valor Chi-cuadrado

χ^2 TABULAR		χ^2 CALCULADO
0,05	0,01	12.64*
11.071	15.086	

Fuente: Los autores

Luego de haber realizado la prueba de Freedman para el atributo sabor en la harina de quinua, se observó que existe diferencia significativa entre los tratamientos, es decir cada tratamiento presenta un sabor característico.

4.2.5.4 Determinación del mejor tratamiento mediante los niveles de significación

CUADRO 58. Niveles de significación de cada atributo

Atributo	Nivel de significación	Tratamiento
Color	25.10**	T2
Olor	14.5*	T4
Sabor	12.64*	T4

Fuente: Los autores

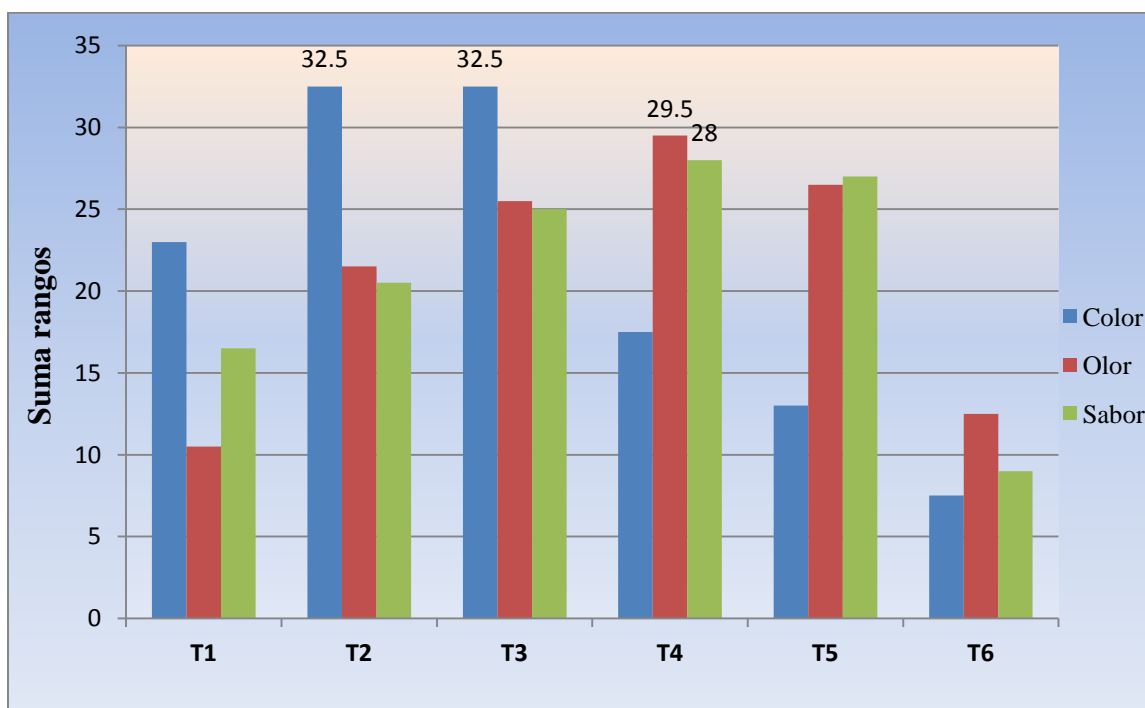
Mediante los valores de Chi-cuadrado calculado con el tabular, se pudo determinar la diferencia estadística que presentó cada atributo analizado, como se indica en el cuadro anterior.

Para el atributo color existió alta significación estadística, notándose que el color es el atributo que más se diferencia entre los tratamientos, por lo cual nos permite seleccionar el que tenga más puntuación como es el T2 por presentar mejor color.

Con respecto a los atributos olor y sabor presentaron significación estadística, por lo tanto los tratamientos son diferentes y nos permite seleccionar los mejores, como el T4 en los dos atributos.

4.2.5.5 Representación gráfica

GRÁFICO 13. Representación gráfica de los atributos (color, olor, sabor).



Fuente: Los Autores.

En el gráfico 13 se observa el comportamiento de los tratamientos en función de los atributos analizados (color, olor, sabor). Notándose como el color presenta puntuaciones más altas en los tratamientos T2 y T3, luego en los siguientes tratamientos (T4, T5, T6) empieza a descender por efecto de la Temperatura en el proceso de tostado, con un color característico a sobretostado.

En cuanto a los atributos olor y sabor actuaron de forma dependiente y presentaron mayor puntuación en el tratamiento T4, que fue la temperatura y el tiempo necesario para poder eliminar olores y sabores de los componentes no nutricionales (saponinas), luego de este punto el olor y sabor presentaron características a sobretostado.

Según MAFART, P (1994). Este efecto puede empobrecer sensiblemente la riqueza aromática de productos tales como los jugos de fruta, los mostos de manzana, los extractos de café etc.

Por estas razones se eligió como el mejor tratamiento al T4 de acuerdo a las características organolépticas de prioridad y la suma de variables.

4.3 HARINA DE AMARANTO

4.3.1 HUMEDAD

El análisis de la variable humedad, se basó en el contenido de humedad en la harina de amaranto en cada uno de los tratamientos, en función de los factores empleados en el proceso de tostado del grano (temperatura x tiempo), el cual consistió en la determinación por el método de desecación.

CUADRO 59. Humedad (%)

Tratamientos	Combinaciones	Repeticiones			SUMA	MEDIAS
		R1	R2	R3		
T1	A1B1	7.28	6.35	4.95	18.58	6.19
T2	A1B2	6.06	5.68	5.11	16.85	5.61
T3	A1B3	5.73	5.93	5.59	17.25	5.75
T4	A2B1	5.68	6.27	4.76	16.71	5.57
T5	A2B2	4.19	4.59	3.9	12.68	4.22
T6	A2B3	3.56	4.66	3.38	11.6	3.86
TOTAL		32.5	33.48	27.69	93.67	5.20

Fuente: Los autores

CUADRO 60. Análisis de la varianza para humedad

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	18.60			0,05	0,01
Tratamientos	5	12.97	2.59	12.84**	3.11	5.06
Factor A	1	7.59	7.59	37.58**	4.75	9.33
Factor B	2	4.17	2.09	10.33**	3.88	6.93
Int. (Ax B)	2	1.21	0.60	2.99 ^{NS}	3.88	6.93
Error Exp.	12	2.42	0.20			
CV= 8.63%						

Fuente: Los autores

En el cuadro 60 el análisis de varianza de la variable humedad determina alta significación para tratamientos y factores, mas no existió significación para la interacción.

Por lo que se procedió a realizar la prueba de rangos de Tukey al (5%) para tratamientos y D.M.S. para factores.

El coeficiente de variación fue de 8.63% el cual indicó la eficiencia del experimento.

CUADRO 61. Prueba de Tukey al 5%

Tratamientos	Combinaciones	Medias	Rangos
T1	A1B1	6.19	a
T3	A1B3	5.75	a
T2	A1B2	5.61	a
T4	A2B1	5.57	a
T5	A2B2	4.22	b
T6	A2B3	3.86	b

Fuente: Los autores

Mediante esta prueba se pudo determinar la existencia de dos rangos (a y b), el rango (a) para los tratamientos T1, T3, T2, T4 presentan un comportamiento similar en la pérdida de humedad con valores de: 6.19%, 5.75%, 5.61%, 5.57% respectivamente, de los cuales T1, T2, T3 fueron sometidos a la temperatura de 100°C por diferentes tiempos (10, 20 , 30 minutos), en cambio el T4 a una temperatura de 120°C por un tiempo de 10 minutos, presenta un contenido similar debido a la fase de precalentamiento del grano. El rango (b) presenta menor contenido de humedad de 4.22% y 3.86% de los tratamientos T5 y T6 a la temperatura de 120°C por tiempos más prolongados de 20 y 30 minutos respectivamente.

CUADRO 62. Prueba (DMS) para factor Temperatura

Temperatura	Medias	Rangos
A1= 100° C	5.85	a
A2= 120° C	4.55	b

Fuente: Los autores

Al encontrarse significación estadística en el factor A (temperatura), la prueba D.M.S. indica la existencia de dos rangos (a y b), que corresponden a cada nivel. El rango (a) a una temperatura de 100°C presenta valores promedio de humedad de 5.85 %. El rango (b) a la temperatura de 120°C presenta un valor promedio de 4.5 %, notándose la diferencia entre estos rangos, ya que la temperatura es el factor que más influyó en el contenido de

humedad en la harina de amaranto, debido a que el grano de amaranto es de menor tamaño con relación a los anteriores, factor que también se debe tomar en cuenta en un proceso de eliminación de agua.

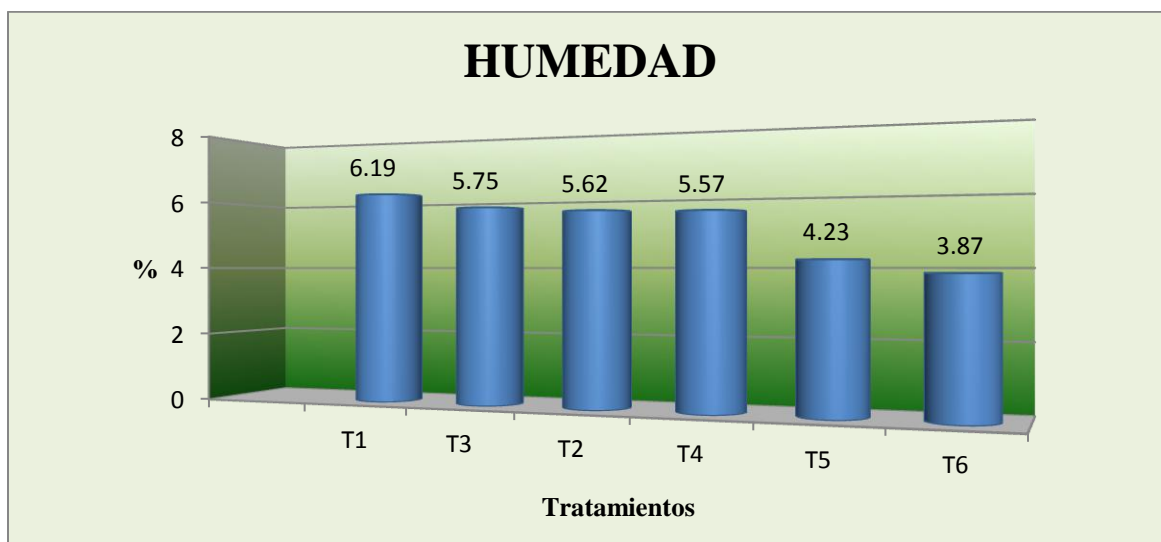
CUADRO 63. Prueba (DMS) para factor Tiempo.

Tiempo	Medias	Rangos
B1= 10 min	5.88	a
B2= 20 min	4.92	b
B3= 30 min	4.80	b

Fuente: Los autores

La prueba D.M.S. para el factor Tiempo determinó dos rangos (a y b), el rango (a) para el nivel B1 (10 minutos), que presenta un contenido de humedad de 5.88%. El rango (b) de 4.8% de humedad, notándose que a medida que aumenta el tiempo de tostado, el grano va calentándose y éste tiende a acelerar la eliminación de agua. Según CASP, A (2003). En la pg. 70, los cuatro procesos de transporte durante el secado.

GRÁFICO 14. Contenido de humedad en la harina de amaranto, expresado en %



Fuente: Los autores

En la representación gráfica del contenido de humedad expresado en porcentaje se observa la eliminación de la misma, donde los tratamientos T1, T2, T3 que fueron sometidos a una temperatura de 100°C y tiempos de (10, 20 y 30 minutos), mostraron similitud con el tratamiento T4 que fue sometido a la temperatura de (120°C) por 10 minutos, lo que indica que, este tiempo no es necesario para alcanzar la temperatura de equilibrio entre el interior del grano y la temperatura del medio de tostado. En cambio los tratamientos (T5 y T6) que alcanzaron la temperatura de equilibrio aceleraron la eliminación de humedad.

Si hacemos referencia al objetivo del proceso de tostado, que es modificar las características del producto (organolépticas, ablandamiento, digestibilidad), podemos seleccionar los tratamientos que sean independientes del contenido de humedad, pero que tengan afinidad con el resto de harinas en cuanto a características fisicoquímicas y organolépticas.

4.3.2 GRANULOMETRÍA

La medición de esta variable fue mediante el análisis granulométrico aplicando el método en seco en cuatro tamices de la serie RETSCH: #40 (425 um), # 50 (300 um), #70 (212um), #80 (180um).

Para la obtención de los datos se tomó como referencia al contenido de partículas que atravesó el tamiz #70 (212um), de acuerdo a la norma NTE INEN 2 051:1995 (Ver anexo 13), características que se requiere para una harina, con estos resultados se procedió a

tabular los datos para cada tratamiento (Ver anexo 10), que se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO 64. Variable granulometría (g/100g)

Tratamientos	Combinaciones	Repeticiones			SUMA	MEDIAS
		R1	R2	R3		
T1	A1,B1	64.73	63.94	64.33	193	64.33
T2	A1,B2	63.27	58.1	60.68	182.05	60.68
T3	A1,B3	63.88	62.45	63.16	189.49	63.16
T4	A2,B1	61.89	61.02	61.45	184.36	61.45
T5	A2,B2	59.63	60.63	60.12	180.38	60.12
T6	A2,B3	54.37	53.27	54.39	162.03	54.01
TOTAL		367.77	359.41	364.13	1091.31	60.62

Fuente: Los autores

CUADRO 65. Análisis de varianza para granulometría

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	211.07			0,05	0,01
Tratamientos	5	194.67	38.93	44.32**	3.11	5.06
Factor A	1	79.25	79.25	90.21**	4.75	9.33
Factor B	2	56.09	28.05	31.92**	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	59.33	29.66	33.76**	3.88	6.93
Error Exp.	12	10.54	0.88			
CV= 1.54%						

Fuente: Los autores

El cuadro 65 del análisis de varianza para granulometría muestra alta significación estadística para tratamientos, factores e interacción.

Por lo antes mencionado se procedió a realizar las pruebas de significación Tukey 5% para tratamientos, D.M.S. para factores.

Encontrando un coeficiente de variación de 1.54%, de acuerdo a los datos obtenidos, el cual indica la eficiencia del experimento.

CUADRO 66. Prueba de Tukey 5%

Tratamientos	Combinaciones	Medias	Rangos
T1	A1B1	64.33	a
T3	A1B3	63.16	a
T4	A2B1	61.45	b
T2	A1B2	60.68	b
T5	A2B2	60.12	b
T6	A2B3	54.01	c

Fuente: Los autores

Según la prueba Tukey al 5% establece tres rangos (a, b y c), donde el rango (a) correspondiente a los tratamientos T1 y T3 a temperatura de 100°C por tiempos de 10 y 30 minutos respectivamente, presenta mayor finura. El rango (b) de los tratamientos T4, T2, T5 presenta menor contenido de partículas finas. En cambio el rango (c) debido a un excesivo tiempo de tostado, provocó que en la superficie del grano se forme una costra, que al momento de ser sometido a los procesos de molienda y tamizado presente mayor resistencia para atravesar el tamiz establecido, por lo tanto menor finura.

CUADRO 67. Prueba (DMS) para factor Temperatura

Temperatura	Medias	DMS 5%	Rangos
A1= 100° C	62.72	1.867	a
A2= 120° C	58.53	1.867	b

Fuente: Los autores

La prueba D.M.S. aplicada al factor temperatura presenta dos rangos (a y b) que corresponden a cada nivel, notándose como este factor influye en la generación de harina con menor tamaño de partículas.

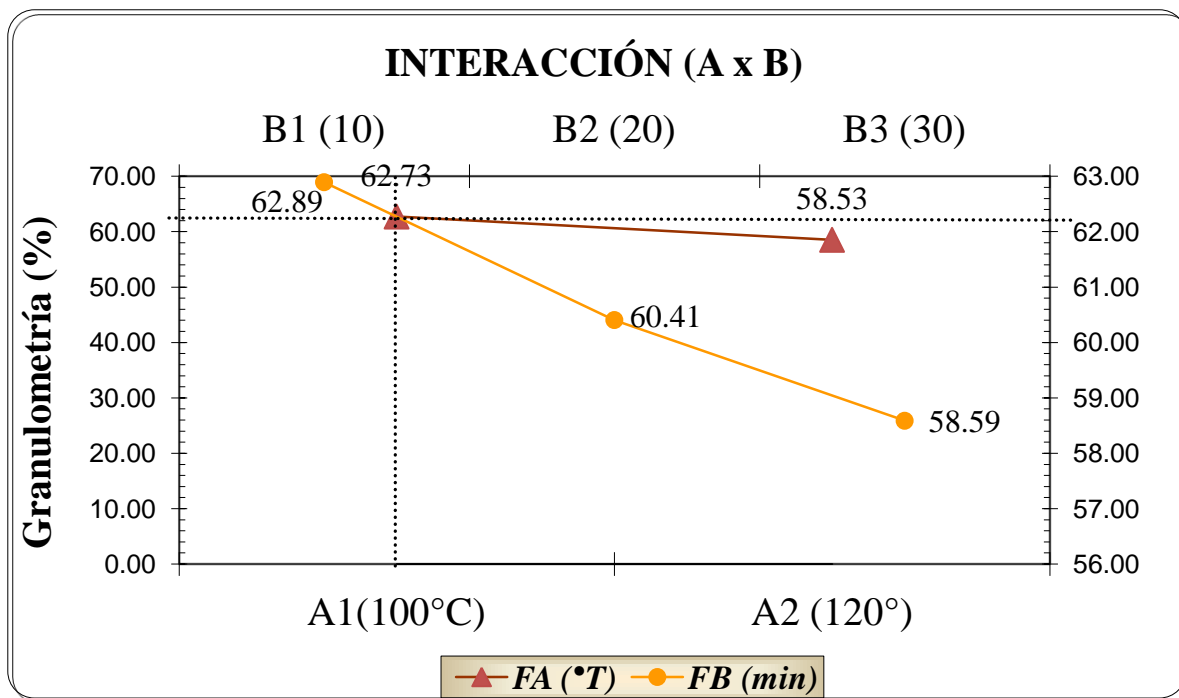
CUADRO 68. Prueba (DMS) para factor Tiempo

Tiempo	Medias	Rangos
B1= 10 min	62.89	a
B2= 20 min	60.40	b
B3= 30 min	58.58	c

Fuente: Los autores

La prueba D.M.S. para el factor Tiempo de tostado nos permite diferenciar el efecto del mismo, observándose la aparición de tres rangos (a, b, c), que corresponden a cada nivel, lo que significa que a menor tiempo se obtendrá mayor finura.

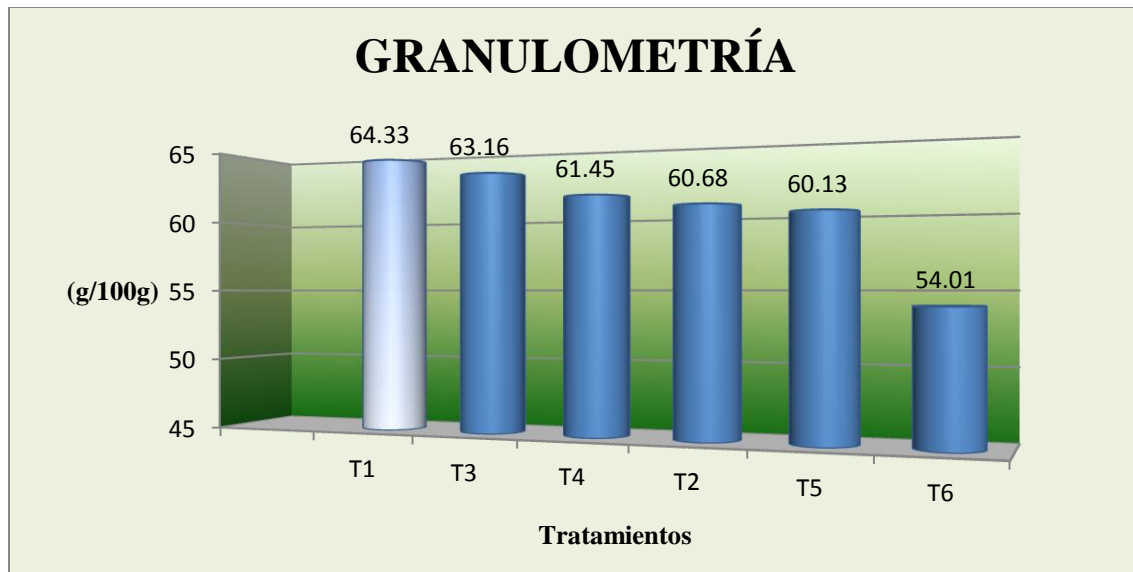
GRÁFICO 15. Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), granulometría en la harina de amaranto.



Fuente: Los autores

En el gráfico de interacción de los factores (Temperatura x Tiempo) se muestra un punto de interacción, para obtener mayor finura en la harina de amaranto, donde el proceso debe realizarse al nivel A1 (100°C) con el nivel B1 (10 minutos).

GRÁFICO 16. Granulometría para la harina de amaranto.



Fuente: Los autores

El gráfico 16 presenta el comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo al contenido de partículas, notándose al tratamiento T1 con mayor contenido, el cual fue sometido a menor temperatura por un corto tiempo. Los tratamientos T3, T4, T2, T5 presentaron una menor finura, es decir los tratamientos sometidos a menores temperaturas y tiempos cortos son los que generan mayor cantidad de partículas finas que puedan dispersarse en el medio líquido mejorando la palatabilidad del producto (batido), que en sí es lo requerido para esta investigación. En cambio un excesivo proceso de tostado modifica las características físicas del grano como indica el tratamiento T6, de esta manera provocando en el grano insuficiencia para generar harina con menor tamaño de partícula.

4.3.3 PESO ESPECÍFICO

El análisis de esta variable fue con el fin de conocer la densidad de la harina de amaranto en cada uno de los tratamientos y de esta forma poder elegir el mejor de acuerdo a la homogeneidad en la mezcla de harinas que posteriormente se utilizará en la elaboración de una bebida y que tenga la facilidad de dispersarse, la expresión utilizada es g/cm^3 .

CUADRO 69. Variable peso específico (g/cm^3)

Tratamientos	Combinaciones	Repeticiones			SUMA	MEDIAS
		R1	R2	R3		
T1	A1B1	0.4951	0.502	0.5049	1.502	0.5006
T2	A1B2	0.4848	0.5077	0.5077	1.5002	0.5000
T3	A1B3	0.5185	0.5198	0.5079	1.5462	0.5154
T4	A2B1	0.5078	0.5256	0.4981	1.5315	0.5105
T5	A2B2	0.5126	0.5177	0.5066	1.5369	0.5123
T6	A2B3	0.5243	0.5224	0.4685	1.5152	0.5050
TOTAL		3.0431	3.0952	2.8937	9.032	0.5017

Fuente: Los autores

CUADRO 70. Análisis de la varianza para el peso específico

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	0.013			0,05	0,01
Tratamientos	5	0.002	0.000	0.808 ^{NS}	3.11	5.06
Factor A	1	0.000	0.000	0.394 ^{NS}	4.75	9.33
Factor B	2	0.001	0.001	1.198 ^{NS}	3.88	6.93
Int. (AxB)	2	0.001	0.000	0.625 ^{NS}	3.88	6.93
Error Exp.	12	0.007	0.001			
CV= 4.84%						

Fuente: Los autores

El cuadro de ADEVA presentado para la variable Peso Específico, indica que no existe significación estadística para: tratamientos, factores e interacción.

Por lo que se determina que la temperatura y el tiempo no influyen en el peso específico, debido al tamaño del grano, que en si es considerablemente pequeño. Por lo tanto estos valores son homogéneos en cada tratamiento.

GRÁFICO 17. Peso específico en la harina de amaranto



Fuente: Los autores

Como se encontró anteriormente en el análisis de ADEVA la no significación para los parámetros evaluados sobre el peso específico, gráficamente podemos observar la homogeneidad en los tratamientos, como se aprecia en el gráfico valores de alrededor de 0.5 g/cm^3 .

Por lo tanto podemos elegir cualquiera de ellos, o el que mejores características físicas y organolépticas presente, con el fin de darle mayor homogeneidad a la mezcla de harinas.

4.3.4 RENDIMIENTO

El análisis de esta variable se empleó con el fin de conocer el grado de obtención (%) de harina de amaranto, en cada uno de los tratamientos mediante un balance de materiales (gruesos y harina).

CUADRO 71. Variable rendimiento (%)

Tratamientos	Combinaciones	Repeticiones			SUMA	MEDIAS
		R1	R2	R3		
T1	A1B1	68.5	64	54.5	187	62.33
T2	A1B2	67	62.5	53.5	183	61.00
T3	A1B3	63.5	59	50.5	173	57.66
T4	A2B1	64	57	48.5	169.5	56.50
T5	A2B2	52	51	37.5	140.5	46.83
T6	A2B3	55	53	35	143	47.66
TOTAL		370	346.5	279.5	996	55.33

Fuente: Los autores

CUADRO 72. Análisis de la varianza para rendimiento.

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
Total	17	1435.00			0,05	0,01
Tratamientos	5	656.83	131.37	36.59**	3.11	5.06
Factor A	1	450.00	450.00	125.34**	4.75	9.33
Factor B	2	154.75	77.38	21.55**	3.88	6.93
Int. (Ax B)	2	52.08	26.04	7.25**	3.88	6.93
Error Exp.	12	43.08	3.59			
CV= 3.42%						

Fuente: Los autores

El cuadro de ADEVA para el rendimiento de harina en función de masa (g), luego de los procesos de molienda y tamizado, muestra alta significación estadística para tratamientos, factores e interacción.

Por lo antes mencionado se procedió a realizar las pruebas respectivas Tukey 5%, para tratamientos, y D.M.S. para factores.

Encontrando un coeficiente de variación del 3.42%, el cual indicó la confiabilidad de los datos obtenidos.

CUADRO 73. Prueba de Tukey al 5%

Tratamientos	Combinaciones	Medias	Rangos
T1	A1B1	62.33	a
T2	A1B2	61	a
T3	A1B3	57.66	a
T4	A2B1	56.5	b
T6	A2B3	47.66	c
T5	A2B2	46.83	c

Fuente: Los autores

La prueba de Tukey 5% aplicada para los tratamientos de acuerdo a la variable rendimiento de harina (%), nos muestra tres rangos (a, b, c), el rango (a) corresponde a T1, T2, T3 los cuales fueron sometidos a 100°C por tiempos de 10, 20, 30 minutos respectivamente, mostrando más rendimiento. El T4 se ubica en el rango (b), éste presenta similitud a los del rango (a), en cambio el rango (c) con sus respectivos tratamientos (T5 y T6), su rendimiento no fue aceptable por presentar valores inferiores.

CUADRO 74. Prueba (DMS) para factor Temperatura

Temperatura	Medias	Rangos
A1= 100	60.33	a
A2= 120	50.33	b

Fuente: Los autores

La prueba D.M.S. indica dos rangos que corresponden a cada nivel, el rango (a) con 60.33% y (b) con 50.33%, con este análisis podemos notar la influencia de la temperatura para que este sea mayor o menor en cuanto al rendimiento de harina.

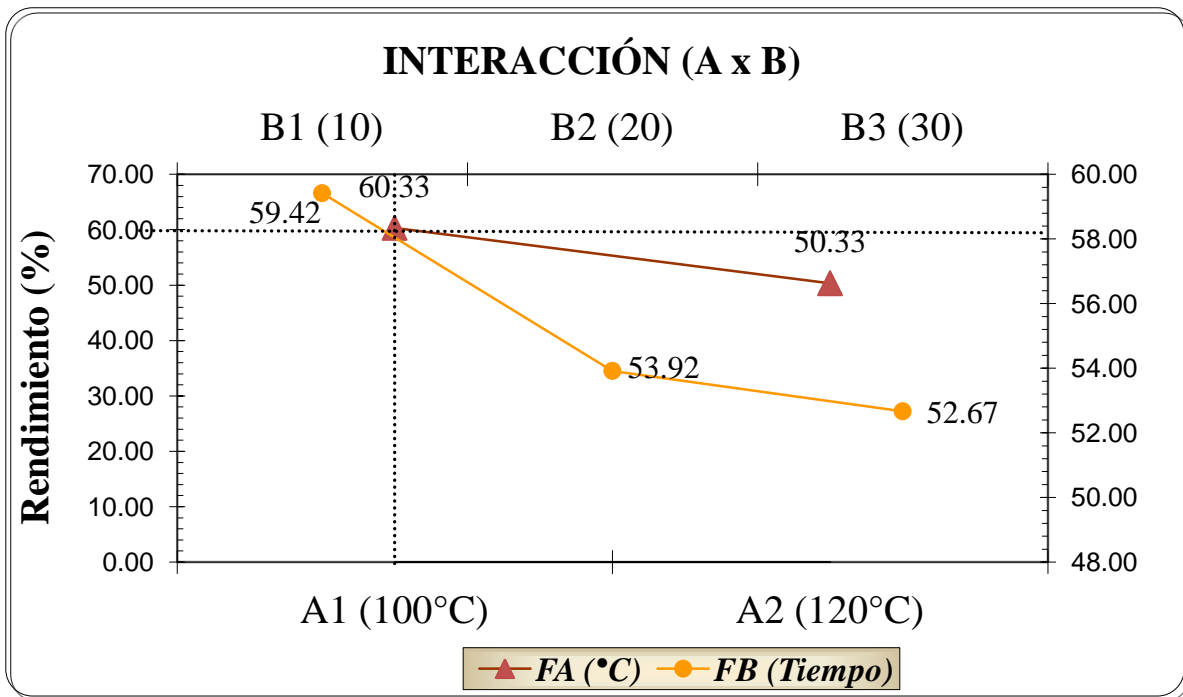
CUADRO 75. Prueba (DMS) para factor Tiempo

Tiempo	Medias	Rangos
B1= 10 min	59.41	a
B2= 20 min	53.91	b
B3= 30 min	52.66	b

Fuente: Los autores

De la misma manera para el factor tiempo de tostado, se obtuvo dos rangos (a y b), el rango (a) corresponde al nivel B1 (10 minutos) presentó mayor rendimiento y el rango (b) de los niveles B2 (20 minutos) y B3 (30 minutos) presentaron menor rendimiento, aquí se observa como a mayor tiempo de tostado se obtiene menores rendimientos.

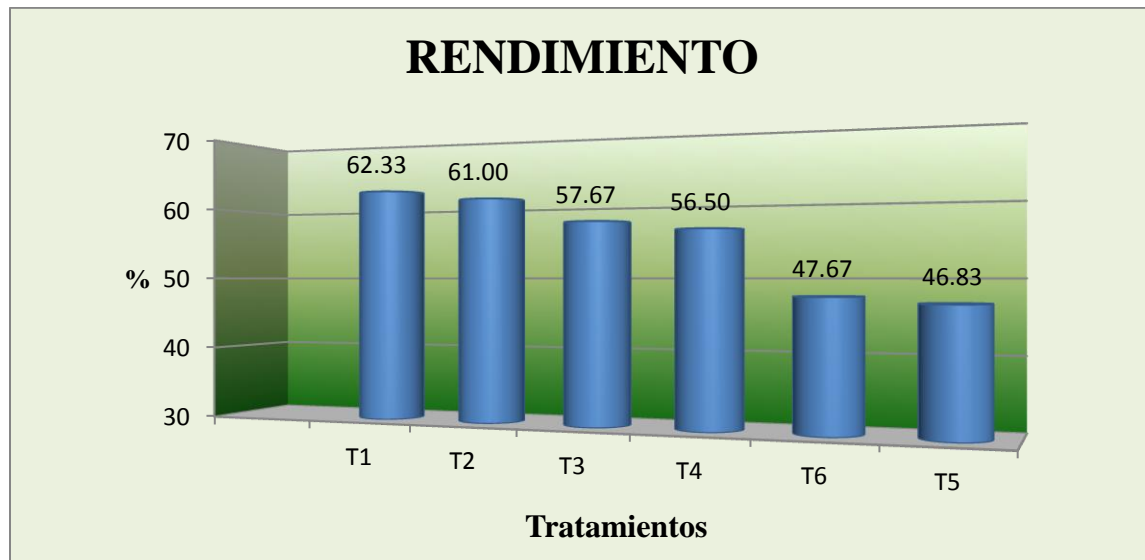
GRÁFICO 18. Interacción de factores (Temperatura x Tiempo), sobre rendimiento



Fuente: Los autores

En el gráfico de interacción temperatura versus tiempo se puede apreciar que a los niveles A1 (100°C) y B1 (10 minutos) se obtendrá mayores rendimientos.

GRÁFICO 19. Rendimiento de harina, expresado en %



Fuente: Los autores

Gráficamente se puede observar como el rendimiento va disminuyendo a medida que se aumenta la temperatura y el tiempo de tostado, apreciando como mejor tratamiento el T1 (100°C por 10 minutos), seguido por T2, T3, T4 que presentan un contenido no significativo, pero los dos últimos T5 y T6 sí lo presentan, su valor es muy bajo debido al excesivo proceso de tostado.

4.3.5 ANÁLISIS DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES.

La evaluación organoléptica de la harina de amaranto, consistió en una prueba de cata para evaluar características como: color, olor, sabor. (Ver anexo 3).

4.3.5.1 COLOR

CUADRO 76. Rangos obtenidos de las puntuaciones.

JUEZ	TRATAMIENTOS						SUMA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
A	3	3	5.5	3	1	5.5	21
B	4.5	4.5	1.5	4.5	4.5	1.5	21
C	3	5	2	5	5	1	21
D	3.5	6	1.5	5	3.5	1.5	21
E	6	3.5	2	5	3.5	1	21
F	4.5	4.5	1	6	3	2	21
SUMA	24.5	26.5	13.5	28.5	20.5	12.5	
CUADRADO	600.25	702.25	182.25	812.25	420.25	156.25	
X	4.08	4.42	2.25	4.75	3.42	2.08	

Fuente: Los Autores.

CUADRO 77. Valor Chi-cuadrado

X ² TABULAR		X ² CALCULADO
0,05	0,01	10.83 ^{NS}
11.071	15.086	

Fuente: Los Autores.

Luego de haber realizado la prueba de Freedman para el atributo color en la harina de amaranto, se observó que no existe diferencia significativa para el color en ninguno de los tratamientos, lo que quiere decir que el color es homogéneo.

4.3.5.2 OLOR

CUADRO 78. Rangos obtenidos de las puntuaciones.

JUEZ	TRATAMIENTOS						SUMA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
A	1.5	1.5	5.5	3.5	3.5	5.5	21
B	5.5	3.5	3.5	5.5	1.5	1.5	21
C	2.5	4.5	2.5	6	4.5	1	21
D	1	3.5	5	2	3.5	6	21
E	4.5	4.5	2	4.5	4.5	1	21
F	4	4	2	6	4	1	21
SUMA	19	21.5	20.5	27.5	21.5	16	
CUADRADO	361	462.25	420.25	756.25	462.25	256	
X	3.17	3.58	3.42	4.58	3.58	2.67	

Fuente: Los Autores.

CUADRO 79. Valor Chi-cuadrado

X ² TABULAR		X ² CALCULADO
0,05	0,01	
11.071	15.086	

Fuente: Los Autores.

Luego de haber realizado la prueba de Freedman para el atributo olor en la harina de amaranto, se observó que no existe diferencia significativa para el olor en ninguno de los tratamientos, lo que indica que el olor es homogéneo.

4.3.5.3 SABOR

CUADRO 80. Rangos obtenidos de las puntuaciones.

JUEZ	TRATAMIENTOS						SUMA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
A	1.5	3.5	5	3.5	6	1.5	21
B	1	2.5	4	6	5	2.5	21
C	3.5	5	3.5	2	6	1	21
D	3.5	5	3.5	6	1.5	1.5	21
E	3	3	6	5	3	1	21
F	4	1.5	3	5.5	5.5	1.5	21
SUMA	16.5	20.5	25	28	27	9	
CUADRADO	272.25	420.25	625	784	729	81	
X	2.75	3.42	4.17	4.67	4.50	1.50	

Fuente: Los Autores.

CUADRO 81. Valor Chi-cuadrado

X ² TABULAR		X ² CALCULADO
0,05	0,01	
11.071	15.086	12.64*

Fuente: Los Autores.

Luego de haber realizado la prueba de Freedman para el atributo sabor en la harina de amaranto, se observó que existe diferencia significativa entre los tratamientos, es decir al menos un tratamiento presenta un mejor sabor.

4.3.5.4 Determinación del mejor tratamiento mediante los niveles de significación

CUADRO 82. Niveles de significación de cada atributo

Atributo	Nivel de significación	Tratamiento
Color	10.83^{NS}	Iguales
Olor	3.43^{NS}	Iguales
Sabor	12.64*	T4

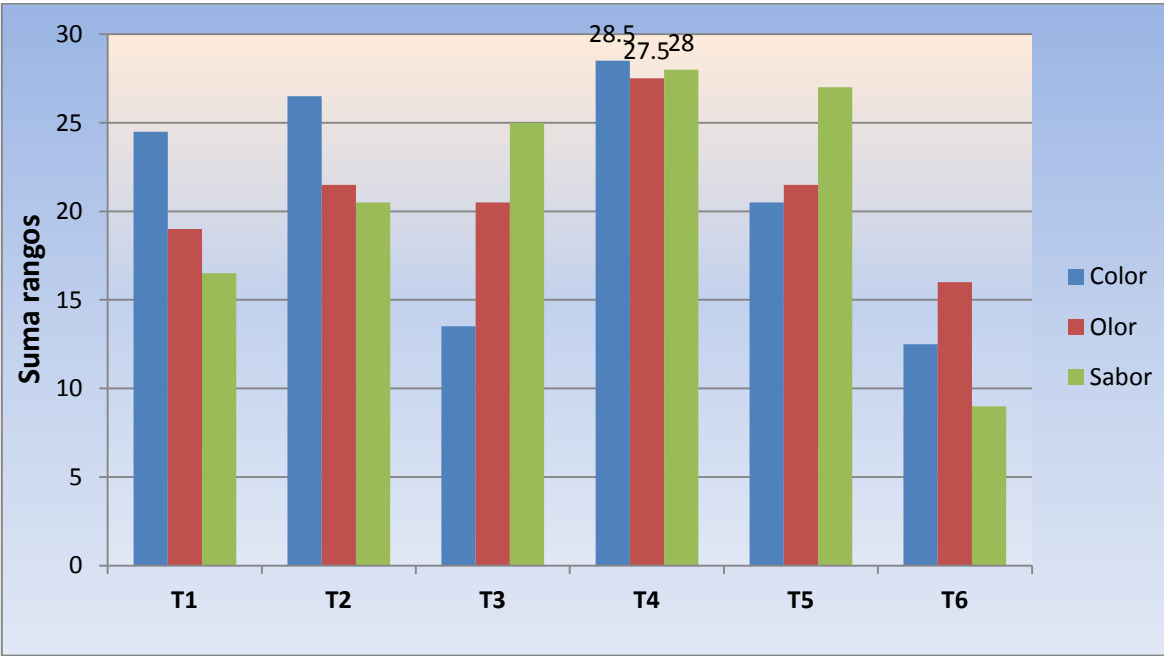
Fuente: Los Autores.

Mediante los valores de Chi-cuadrado calculado y comparado con el tabular se pudo determinar la diferencia estadística que presentó cada atributo.

Sobre los atributos color y olor no existió diferencia significativa por lo que se los considera a los tratamientos como iguales, pero en el atributo sabor existió significación lo que nos permite seleccionar un tratamiento, para fin de la investigación fue considerado como mejor el T4.

4.3.5.5 Representación gráfica

GRÁFICO 20. Representación gráfica de los atributos (color, olor, sabor).



Fuente: Los Autores.

En el gráfico 20 se observa el comportamiento de los tratamientos en función de los atributos analizados (color, olor, sabor) en la harina de amaranto. Observándose como el T4 (120°C x 10 min) obtiene las más altas puntuaciones en todos los atributos.

El color en la harina de amaranto se puede notar que a excesivos tiempos de tostado este tiende a pardearse sin importar la temperatura a la que se realiza el proceso, con respecto al olor y sabor presentaron igual comportamiento, alcanzando un mayor puntaje en dicho tratamiento (T4). Este tipo de grano al igual que la quinua presenta compuestos no nutricionales como la saponinas que en si tienen olor y sabor característico, en estas condiciones de proceso se nota que se las puede eliminar teniendo en cuenta que no adquieran características a sobretostado.

4.4 PARÁMETROS ESTABLECIDOS.

Luego de haber analizado las variables cuantitativas y cualitativas. Se pudo determinar los parámetros para el proceso de tostado del grano, que garantice la calidad de la harina tanto física como organoléptica, los cuales se detallan en el siguiente cuadro:

CUADRO 83. Parámetros establecidos en el proceso de tostado

Materia Prima	Tratamiento	Especificación
Chocho	T2	120 °C x 20 minutos
Quinua	T4	130 °C x 10 minutos
Amaranto	T4	120 °C x 10 minutos

Fuente: Los Autores.

4.5 SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE ACUERDO AL CONTENIDO PROTÉICO.

Cada una de las materias primas fue tostada de acuerdo a los parámetros establecidos, que sirvieron como referencia para obtener harina con características óptimas (físicas y organolépticas), para un posterior mezclado de harinas más edulcorante, de acuerdo a las cantidades establecidas para que esta mezcla sea de alto contenido proteico.

Que según Ayala (1998), Ayala et al. (2001) y Meyhuay (2000), a partir de la proporción de 2:1 (66,6:33,3) como límite superior, y se consideró una relación mínima de 1,5:1 (60,0:40,0) como límite inferior.

CUADRO 84. Contenido de proteína de las mezclas establecidas.

MEZCLAS	Composiciones %	% de Proteína
M1	26.64% Chocho+ 53.28% Quinua + 20% Sacarosa	23.38
M2	26.64% Chocho+ 53.28% Quinua + 20 %Glucosa	23.84
M3	32% Chocho+ 48% Quinua + 20 %Sacarosa	23.95
M4	32% Chocho+ 48% Quinua + 20 %Glucosa	25.84
M5	26.64% Chocho+ 53.28% Amaranto + 20 %Sacarosa	22.52
M6	26.64% Chocho+ 53.28% Amaranto + 20 %Glucosa	24.83
M7	32% Chocho+ 48% Amaranto + 20 %Sacarosa	17.14
M8	32% Chocho+ 48% Amaranto + 20 %Glucosa	23.85
M9	26.64% Chocho+ 26.64% Quinua+26.64% Amaranto + 20% Sacarosa	23.19
M10	26.64% Chocho+ 26.64% Quinua+26.64% Amaranto + 20 %Glucosa	17.02
M11	32% Chocho+ 24% Quinua+24% Amaranto + 20 %Sacarosa	24.00
M12	32% Chocho+ 24% Quinua+24% Amaranto + 20 %Glucosa	31.97

Fuente: Los Autores.

En el cuadro anterior se presenta el contenido de proteína de cada una de las mezclas (Ver anexo 12), que para efecto de esta investigación se seleccionó las de mayor contenido, para una posterior prueba de degustación o nivel de agrado. Las mezclas seleccionadas para este tipo de prueba fueron: **M3, M4, M6, M11, M12**, frente a un testigo para determinar la aceptabilidad de este producto con respecto a productos existentes en el mercado.

4.6 ANÁLISIS SENSORIAL PARA LOS TIPOS DE MEZCLAS.

La evaluación organoléptica de cada una de las mezclas de harina más edulcorante, se la realizó mediante la degustación de un batido, con el fin de determinar las de mayor aceptabilidad, como también la similitud de este producto frente a un testigo (SUPLEMENTO COMERCIAL).

4.6.1 Aceptabilidad o nivel de agrado

El examen sensorial para este tipo de producto fue realizado a 10 panelistas semientrenados, personas que practican una actividad física regular (deportistas) y tienen un conocimiento básico del producto presentado al análisis, esta actividad fue desarrollada en horas de la mañana como lo requiere este tipo de prueba (Ver anexo 4).

CUADRO 85. SUMA DE RANGOS, EN LA ACEPTABILIDAD O NIVEL DE AGRADO

DEGUSTADORES	M6		M12		M4		M3		M11		T		SUMA
	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	
1	1	3	1	3	3	5.5	1	3	-1	1	3	5.5	21
2	2	4	1	2	2	4	0	1	2	4	3	6	21
3	2	5	1	2.5	2	5	1	2.5	0	1	2	5	21
4	2	3	2	3	2	3	1	1	3	5.5	3	5.5	21
5	0	3	1	4.5	1	4.5	-1	2	-2	1	3	6	21
6	1	2.5	1	2.5	2	5	-1	1	2	5	2	5	21
7	3	5.5	2	3	1	1	2	3	2	3	3	5.5	21
8	3	5.5	2	4	1	2.5	0	1	1	2.5	3	5.5	21
9	1	3	1	3	3	5.5	1	3	-1	1	3	5.5	21
10	1	2.5	1	2.5	2	4.5	0	1	2	4.5	3	6	21
SUMA	16	37	13	30	19	40.5	4	18.5	8	28.5	28	55.5	210
CUADRADO		1369		900		1640.25		342.25		812.25		3080.25	8144
MEDIA	1.6	3.7	1.3	3	1.9	4.05	0.4	1.85	0.8	2.85	2.8	5.55	

Fuente: Los Autores.

CUADRO 86. Valor Chi-cuadrado

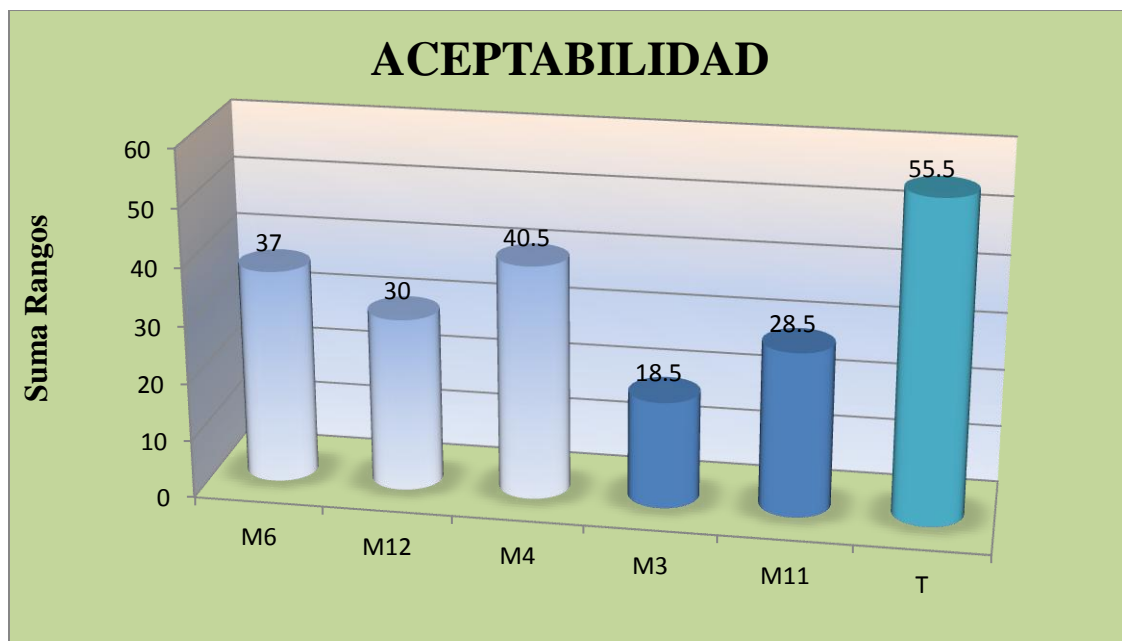
X ² TABULAR		X ² CALCULADO
0,05	0,01	22.69**
12	15	

Fuente: Los Autores.

Luego de haber realizado la prueba de Freedman para determinar el comportamiento de las mezclas de acuerdo a las puntuaciones otorgadas por los panelistas y poder seleccionar las tres mejores de acuerdo al grado de aceptación, como también el comportamiento de estas frente a un testigo.

Se observó que existe alta significación estadística de las muestras frente al testigo, es decir cada muestra presenta atributos (sabor, olor, color, apariencia) diferentes.

GRÁFICO 21. Suma de rangos en las muestras sobre aceptabilidad.



Fuente: Los Autores.

Gráficamente podemos observar los diferentes puntajes mediante la suma de rangos para cada una de las muestras incluyendo al testigo, teniendo las muestras M6, M12 y M4 con mayores puntajes, debido al objetivo de la investigación que fue seleccionar las tres mejores, en el gráfico se puede notar que existe similitud entre ellas, el resto de muestras

que tuvieron valores inferiores se las descartó ya que no tuvieron aceptación por parte de los panelistas.

4.7 Análisis proximal.

Composición química de las mezclas utilizando tres tipos de harina (chocho, quinua, amaranto) y dos tipos de edulcorantes (sacarosa y glucosa)

CUADRO 87. Composición química proximal de las mezclas de harina utilizando (chocho, quinua, amaranto) y glucosa como edulcorante.

Parámetro analizado	Unidad	Muestras			Metodología Utilizada
		M4	M6	M12	
Humedad	%	7,1	6.9	7.4	AOAC 925.10
Carbohidratos T.	%	51.14	54.70	52.00	Cálculo
Cenizas	%	2.52	2.66	2.60	AOAC 923.03
Fibra total	%	6.92	4.33	5.83	AOAC 985.29
Extracto etéreo	%	8.44	8.52	8.72	AOAC 920.85
Proteína	%	22.88	22.89	23.45	AOAC 920.87
Valor energético	Kcal/100g	376.04	387.04	380.28	Cálculo

FUENTE: Laboratorio de análisis, Gobierno Municipal de Antonio Ante.

En el cuadro 87 se presentan los resultados del análisis proximal de las muestras seleccionadas mediante la prueba de degustación o el nivel de agrado, los resultados del análisis proximal de las mezclas se expresan en base seca (Ver anexo 12).

En éste cuadro se presentan los valores de los macronutrientes (proteína, carbohidratos y grasas) que debe contener esta mezcla de harinas para cumplir con las características de ser un suplemento, el macronutriente de prioridad fue la proteína que mostró similitud en el

contenido de esta entre las mezclas seleccionadas, con un valor promedio que fluctúa entre 23%, teniendo en cuenta la calidad de la misma que es el objetivo de la investigación.

PRIMO, E (1998). Afirma que “Las proteínas deficientes pueden corregirse complementando los aminoácidos limitantes hasta el nivel de la pauta óptima. Esto potencia al resto de la proteína, haciendo útil una cantidad de ella muy superior a la cantidad añadida del aminoácido limitante”

La similitud de éste valor se debe a las consideraciones que se tomó en cuenta para la formulación, como es la relación; 1:2 y 1:1.5 de grano con leguminosa, con el fin de complementar la calidad de la proteína, las mezclas son M4, M6 y M12, que presentan la siguiente composición:

M4= 32% Chocho+ 48% Quinoa + 20 %Glucosa

M6= 26.64% Chocho+ 53.28% Amaranto + 20 %Glucosa.

M12= 32% Chocho+ 24% Quinoa+24% Amaranto + 20 %Glucosa.

En lo que respecta al edulcorante las tres contienen el 20% de glucosa, por tal razón el aporte calórico es homogéneo.

Debido al contenido de chocho, cada una de las mezclas está en similar proporción, el contenido de extracto etéreo (grasa) presenta el mismo comportamiento con un contenido alrededor de 8.5%.

El valor que presentó diferencias fue el contenido de fibra, que hace referencia al contenido de chocho en cada una de las mezclas, M4 y M6 por presentar mayor contenido de chocho (32%) muestra el contenido de fibra que es de 6.92% y 5.83% respectivamente,

y la muestra M6 con contenido de chocho de (26.64%) representa un contenido de 4.33 % que es menor, ahora estos contenidos se los consideró como elevados de acuerdo a las características de estos productos, como son los suplementos comerciales, debido a que este tipo de grano no se le separó el pericarpio, por ello el alto contenido de fibra

De igual manera si hacemos el mismo análisis para el valor del contenido de cenizas, observamos que éste presenta similitud de ello, por el contenido de materia prima que se adicionó a cada mezcla, que fue igual.

En lo que respecta al contenido de hidratos de carbono existió una variación, la mezcla M6 26.64 % Chocho + 53.28 % amaranto + 20 % Glucosa, presentando mayor contenido con un valor de 54.70%, lo que hace referencia al mayor contenido de amaranto, que posee almidones que son monosacáridos y hacen que éste valor aumente, esto no sucede con las otras mezclas que presentan menor contenido de amaranto.

Todos los valores antes descritos se los compara con un suplemento comercial que se presenta en el (Anexo 1), que en si es el fin de la investigación. El porcentaje de proteína de las mezclas alcanzó un valor de 23.45% comparado con el del suplemento comercial que es de 30%, que se la puede complementar con una ingesta mayor de este tipo de producto, que si hacemos la comparación el costo de los suplementos comerciales es elevado con respecto a los obtenidos en esta investigación.

El resto de valores (fibra, carbohidratos, humedad) presentan similitud con el del suplemento comercial, el aporte calórico es mayor comparado con el de éste, debido a que industrialmente utilizan edulcorantes de bajo aporte calórico como la maltodextrina.

4.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

CUADRO 88. Análisis microbiológico a los 0 días de almacenamiento.

Parámetro analizado	Unidad	Resultados			Metodología utilizada
		M4	M6	M12	
Recuento de mohos	UPM/g	120	200	85	AOAC 990.12
Recuento de levaduras	UPL/g	130	70	120	INEN 1529-10
Recuento total	UFC/g	1500	700	1200	

Fuente: Laboratorio de uso múltiple, Universidad Técnica Del Norte.

El análisis microbiológico realizado a las muestras seleccionadas (M4, M6, M12) a los cero días de almacenamiento, notando que estos valores se encuentran dentro de las normas, como en la NTE INEN 2 051:1995 del (Anexo 12).

CUADRO 89. Análisis microbiológico a los 60 días de almacenamiento.

Parámetro analizado	Unidad	Resultados		
		M4	M6	M12
Recuento de mohos	UPM/g	280	300	200
Recuento de levaduras	UPL/g	300	150	120
Recuento total	UFC/g	1800	1000	1400

Fuente: Laboratorio de uso múltiple, Universidad Técnica Del Norte.

Luego de realizar el análisis microbiológico a las muestras seleccionadas para determinar si las condiciones de almacenamiento influyen sobre estas características microbiológicas, se llegó a determinar que existe un ligero incremento en la proliferación de los

microorganismos que pueden crecer en este tipo de productos. Las causas pueden ser que el producto estuvo expuesto por pequeños lapsos de tiempo al medio ambiente en la toma de muestras, pero la baja humedad y la actividad de agua hacen que esta proliferación no avance, encontrándose dentro de la norma de referencia (Ver anexo 12).

4.9 ACTIVIDAD DE AGUA (Aw)

Actividad de agua durante 60 días de almacenamiento empleando dos tipos de envases (fundas de polietileno y frascos herméticos de polietileno) bajo condiciones normales de almacenamiento.

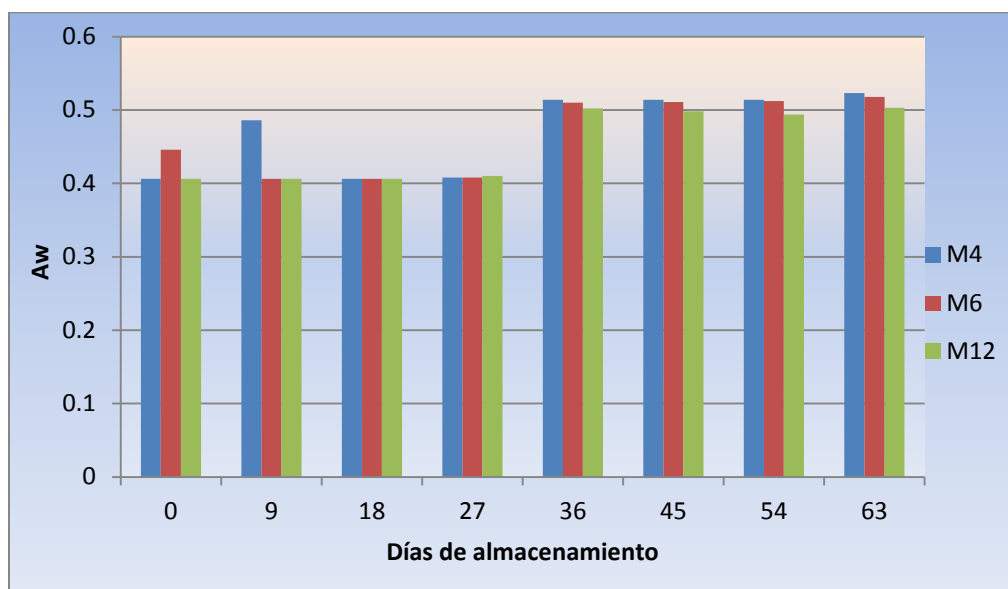
El contenido de actividad de agua se lo analizó en cada tipo de envase utilizados para las tres mezclas seleccionadas, con el fin de determinar el envase más adecuado para este producto, el cual no altere el contenido de actividad de agua y por ende se modifiquen las características fisicoquímicas y microbiológicas.

CUADRO 90. Actividad de agua (Aw) en las fundas de polietileno (PE)

MEZCLAS	Tiempo de almacenamiento (Días)							
	0	9	18	27	36	45	54	63
M4	0.406	0.486	0.406	0.408	0.514	0.514	0.514	0.523
M6	0.446	0.406	0.406	0.408	0.51	0.511	0.512	0.518
M12	0.406	0.406	0.406	0.41	0.502	0.498	0.494	0.503

Fuente: Los Autores.

GRÁFICO 22. Comportamiento de las mezclas sobre la actividad de agua, en función de los días de almacenamiento (Fundas de polietileno)



Fuente: Los Autores.

Según la definición de CASP, A (2003). La actividad de agua (A_w) de un producto es siempre inferior a 1; esto significa que los constituyentes del producto fijan parcialmente el agua, disminuyendo así su capacidad de evaporización.

En el gráfico de evolución de Actividad Agua (A_w) en función del tiempo de almacenamiento empleando fundas de polietileno, un comportamiento similar hasta los 27 días con un valor promedio de A_w 0.406, luego de haber pasado este tiempo existe un aumento progresivo a los 36 días de almacenamiento con valores de A_w 0.51. Que Según CASP, A (2003) Intervalo $02 < a_w < 06$ corresponde a la parte central de la curva, en esta zona intermedia el agua se encuentra bajo forma de capas polimoleculares que recubren parcialmente la superficie del sustrato seco, las moléculas de agua están ligadas mas débilmente que las de la capa anterior.

Por lo que se hace referencia que, a través del tiempo existe una adsorción de humedad del medio hacia el producto, causando el efecto del incremento de actividad agua. FELLOWS, P (2000) Las proteínas y los almidones adsorben mucha más agua que los materiales grasos o sustancias cristalinas como el azúcar.

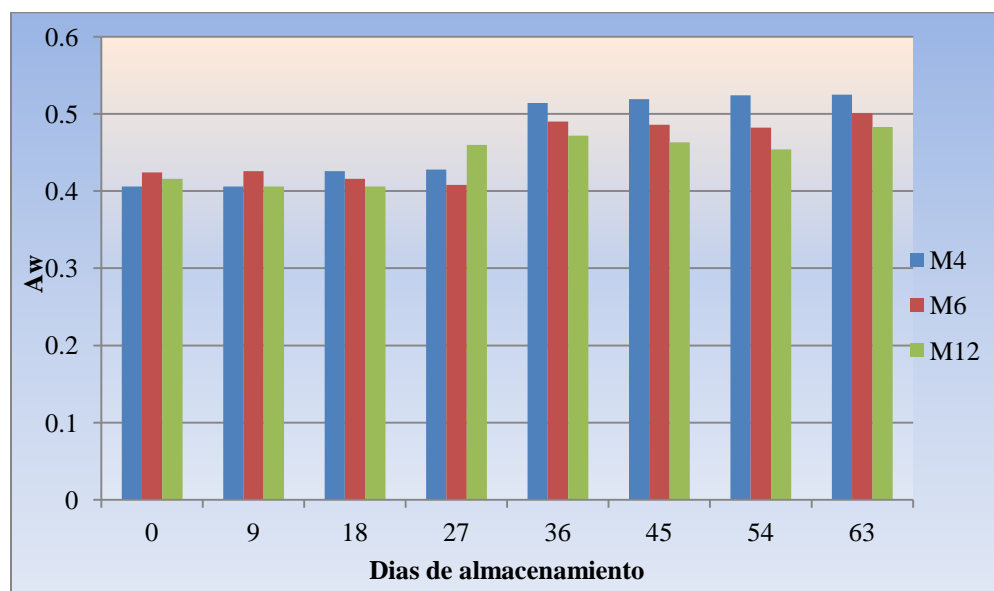
También se puede notar una pequeña diferencia en el valor de Aw en la mezcla M12= 32% Chocho+ 24% Quínoa+24% Amaranto + 20 %Glucosa, debido a la existencia de la cantidad de componentes en la mezcla ya que el valor de Aw depende de los siguientes factores: el contenido de agua, la temperatura del medio y la composición del alimento.

CUADRO 91. Actividad de agua (Aw) en los frascos herméticos de polietileno.

MEZCLAS	Tiempo de almacenamiento (Días)							
	0	9	18	27	36	45	54	63
M4	0.406	0.406	0.426	0.428	0.514	0.519	0.524	0.525
M6	0.424	0.426	0.416	0.408	0.49	0.486	0.482	0.501
M12	0.416	0.406	0.406	0.46	0.472	0.463	0.454	0.483

Fuente: Los Autores.

GRÁFICO 23. Comportamiento de las mezclas sobre la actividad de agua, en función de los días de almacenamiento (Frascos herméticos de polietileno)



Fuente: Los Autores.

En este gráfico de Actividad de agua A_w , en función del tiempo de almacenamiento para los frascos herméticos de polietileno, se puede notar que existe una ligera diferencia entre las mezclas, debido a que en este tipo de envase existe un espacio entre el alimento y la superficie del mismo que causa un efecto sobre este valor (A_w). La tendencia al aumento o disminución de la actividad de agua en un sistema alimentario está íntimamente relacionada con la humedad relativa del espacio físico químico que rodea al alimento, que según FALLOWS P (2000) la migración del agua en forma de vapor desde el alimento al medio circundante depende de su contenido de agua y de la composición del alimento así como la temperatura y humedad relativa del ambiente.

Por tales razones se menciona que la mezcla M12= 32% Chocho+ 24% Quinoa+24% Amaranto + 20 %Glucosa, presentó un mejor comportamiento en la actividad de agua con respecto a las demás por presentar valores menores de A_w .

CUADRO 92. Valores “t” de student para cada etapa de almacenamiento.

Días de almacenamiento	"t" CALCULADO	"t" TABULAR	
		5%	1%
0	0.423^{NS}	4.303	9.925
9	0.654^{NS}		
18	1.73^{NS}		
27	1.6^{NS}		
36	1.88^{NS}		
45	1.52^{NS}		
54	1.309^{NS}		
63	1.69^{NS}		

Fuente: Los Autores.

En la prueba de “t” de student se observó que no existe diferencia significativa entre los diferentes tipos de envases (Fundas y Frascos herméticos de polietileno), durante la evaluación en función del tiempo de almacenamiento para la variable actividad de agua, por lo tanto se considera a los dos tipos de envases estadísticamente son iguales, como se puede observar en el cuadro anterior, esto quiere decir que los tipos de envases no influyen en el contenido de agua (Aw).

4.10 HUMEDAD

Humedad durante 60 días de almacenamiento empleando dos tipos de envase (fundas de polietileno y frascos herméticos de polietileno) bajo condiciones normales de almacenamiento.

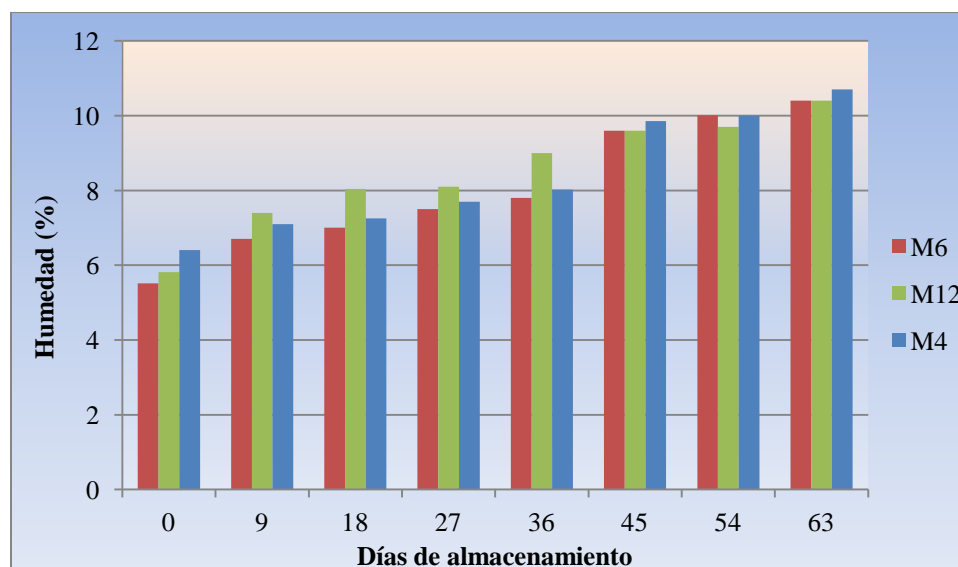
El contenido de humedad se lo analizó en cada tipo de envases utilizados para las tres mezclas seleccionadas, con el fin de determinar el incremento de humedad en el producto.

CUADRO 93. Humedad en las fundas de polietileno (PE)

MEZCLAS	Tiempo de almacenamiento (Días)							
	0	9	18	27	36	45	54	63
M4	6.4	7.1	7.25	7.7	8.02	9.85	10	10.7
M6	5.51	6.7	7	7.5	7.8	9.6	10.01	10.4
M12	5.81	7.4	8.04	8.1	9	9.6	9.7	10.4

Fuente: Los Autores.

GRÁFICO 24. Comportamiento de las mezclas sobre la humedad, en función de los días de almacenamiento (Fundas de polietileno)



Fuente: Los Autores.

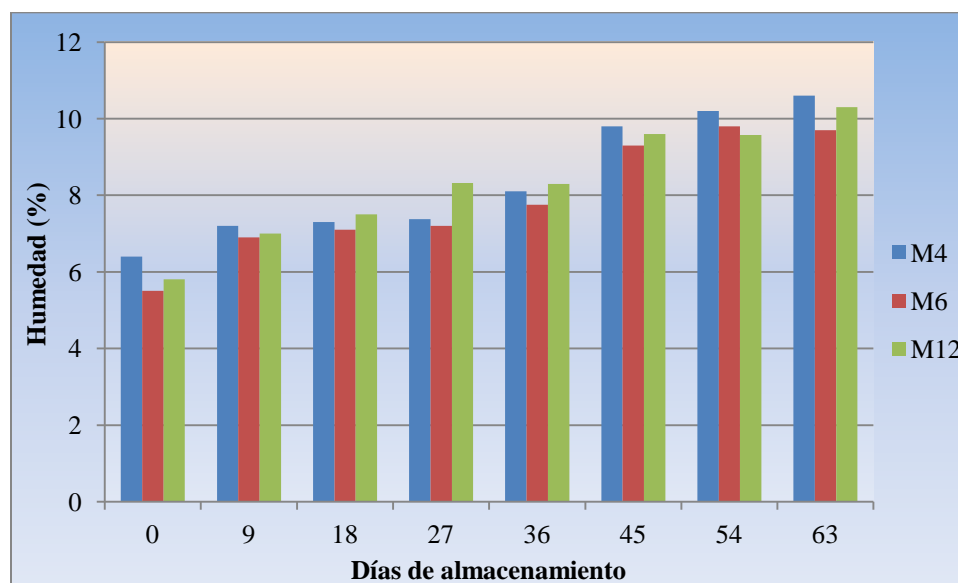
En este gráfico de la humedad en función del tiempo de almacenamiento para las fundas de polietileno, se puede notar como este valor se va incrementando progresivamente a través del tiempo, desde un valor promedio de inicio de 6% hasta un valor cercano a 11%, en todas las mezclas; con esto se pudo determinar que en productos provenientes del secado o procesos de eliminación de agua, que presentan humedades inferiores a 12%, la humedad del medio influye en su contenido, es decir que un producto con estas humedades al tener contacto con el medio llegará a la humedad de equilibrio entre el medio y el producto sin depender del tiempo, sino de las condiciones de almacenamiento, ya que si presenta altas humedades debe ser protegido para que no se re hidrate y si presenta bajas humedades debe ser protegido para que no se deshidrate.

CUADRO 94. Humedad en los frascos herméticos de polietileno.

MEZCLAS	Tiempo de almacenamiento (Días)							
	0	9	18	27	36	45	54	63
M4	6.4	7.2	7.3	7.38	8.1	9.8	10.2	10.6
M6	5.51	6.9	7.1	7.2	7.75	9.3	9.8	9.7
M12	5.81	7	7.5	8.32	8.3	9.6	9.57	10.3

Fuente: Los Autores.

GRÁFICO 25. Comportamiento de las mezclas sobre la humedad, en función de los días de almacenamiento (Frascos herméticos de polietileno)



Fuente: Los Autores.

En el gráfico 25 del contenido de humedad en función del tiempo para los frascos herméticos de polietileno, muestra un incremento progresivo en el contenido de humedad durante todo tiempo de almacenamiento, tal como se observó en el gráfico de las fundas este aumento es debido a que el producto está en contacto con el medio durante pequeños lapsos de tiempo (toma de muestras) hasta llegar a la humedad de equilibrio.

CUADRO 95. Valores “t” de student para cada etapa de almacenamiento.

Días de almacenamiento	"t" CALCULADO	"t" TABULAR	
		5%	1%
0	0	4.303	9.925
9	0.179^{NS}		
18	0.63^{NS}		
27	0.75^{NS}		
36	0.92^{NS}		
45	1.25^{NS}		
54	0.37^{NS}		
63	1.25^{NS}		

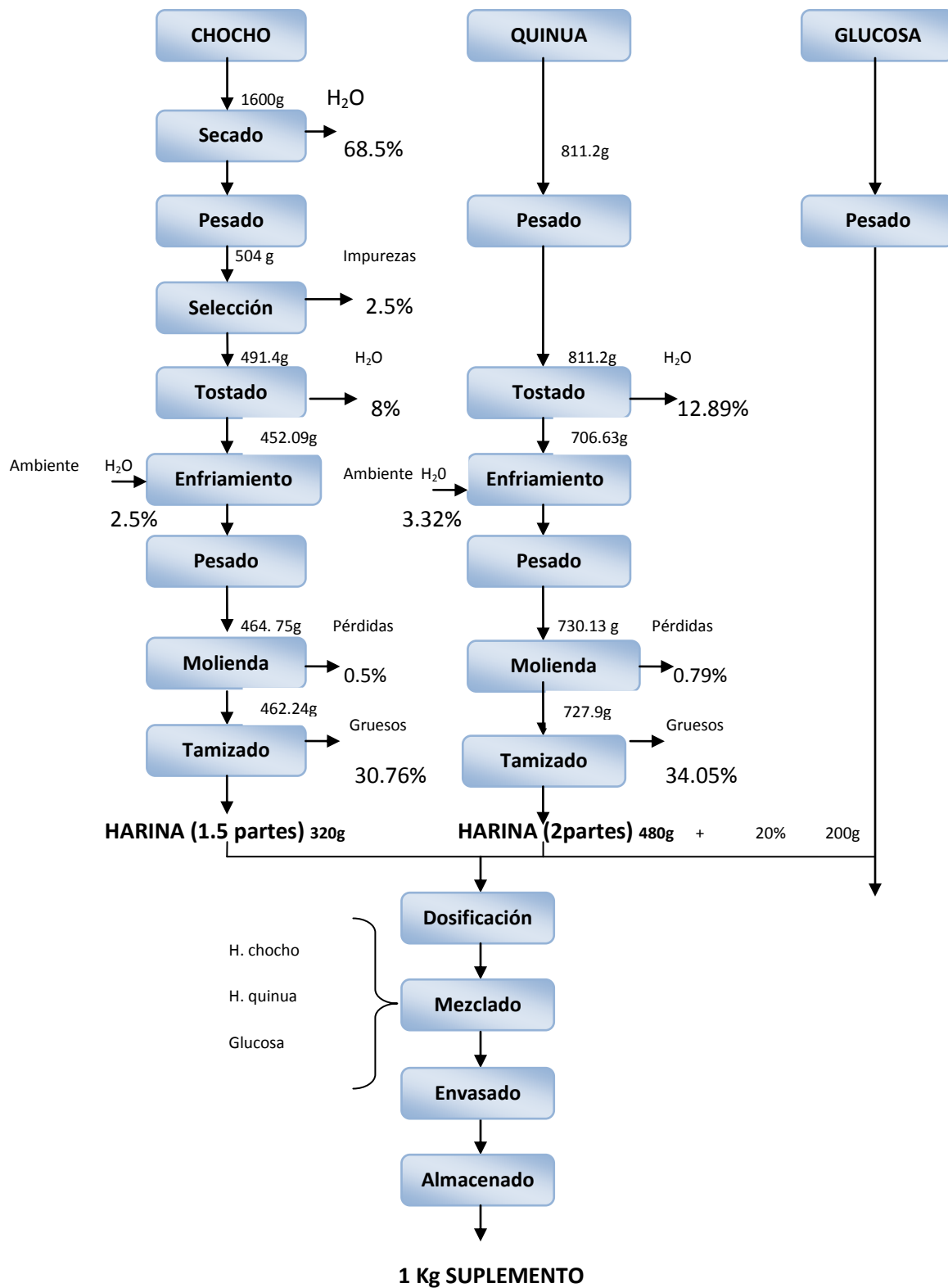
Fuente: Los Autores.

En la prueba de “t” de student se observó que no existe diferencia significativa entre los diferentes tipos de envases (Fundas de polietileno y Recipientes herméticos de polietileno), durante la evaluación en función del tiempo de almacenamiento para la variable humedad, por lo que se los considera a los dos tipos de envases estadísticamente iguales, como se puede observar en el cuadro anterior.

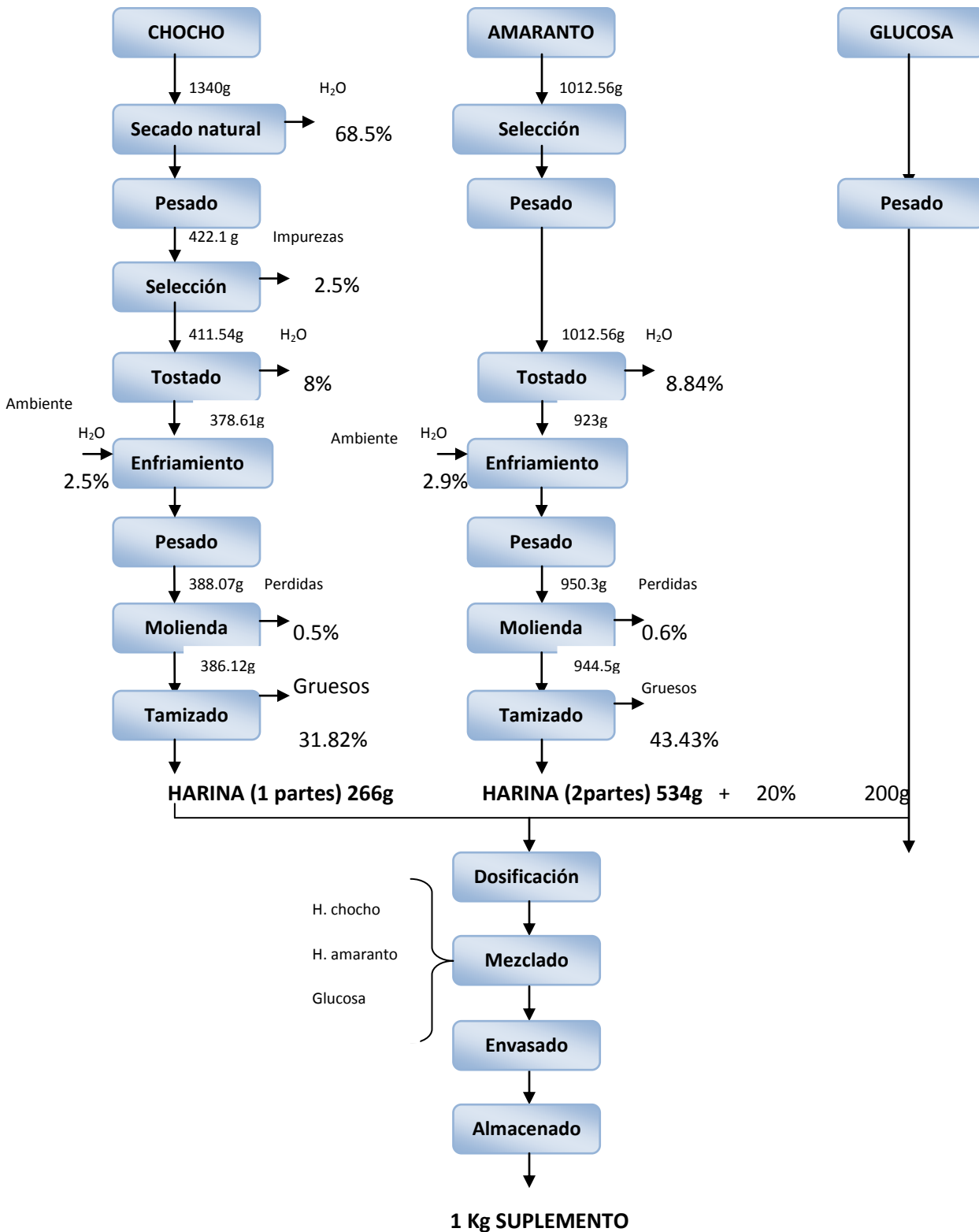
CAPÍTULO V: BALANCE DE MATERIALES Y COSTOS DE PRODUCCIÓN

5.1. Balance de materiales. Para el balance de materiales se consideró los datos que se presentan en el Anexo 11, en el cual se detalla las pérdidas de materia en los diferentes procesos como: secado, tostado y molienda; en cambio, se obtuvo ganancia en el proceso de enfriamiento.

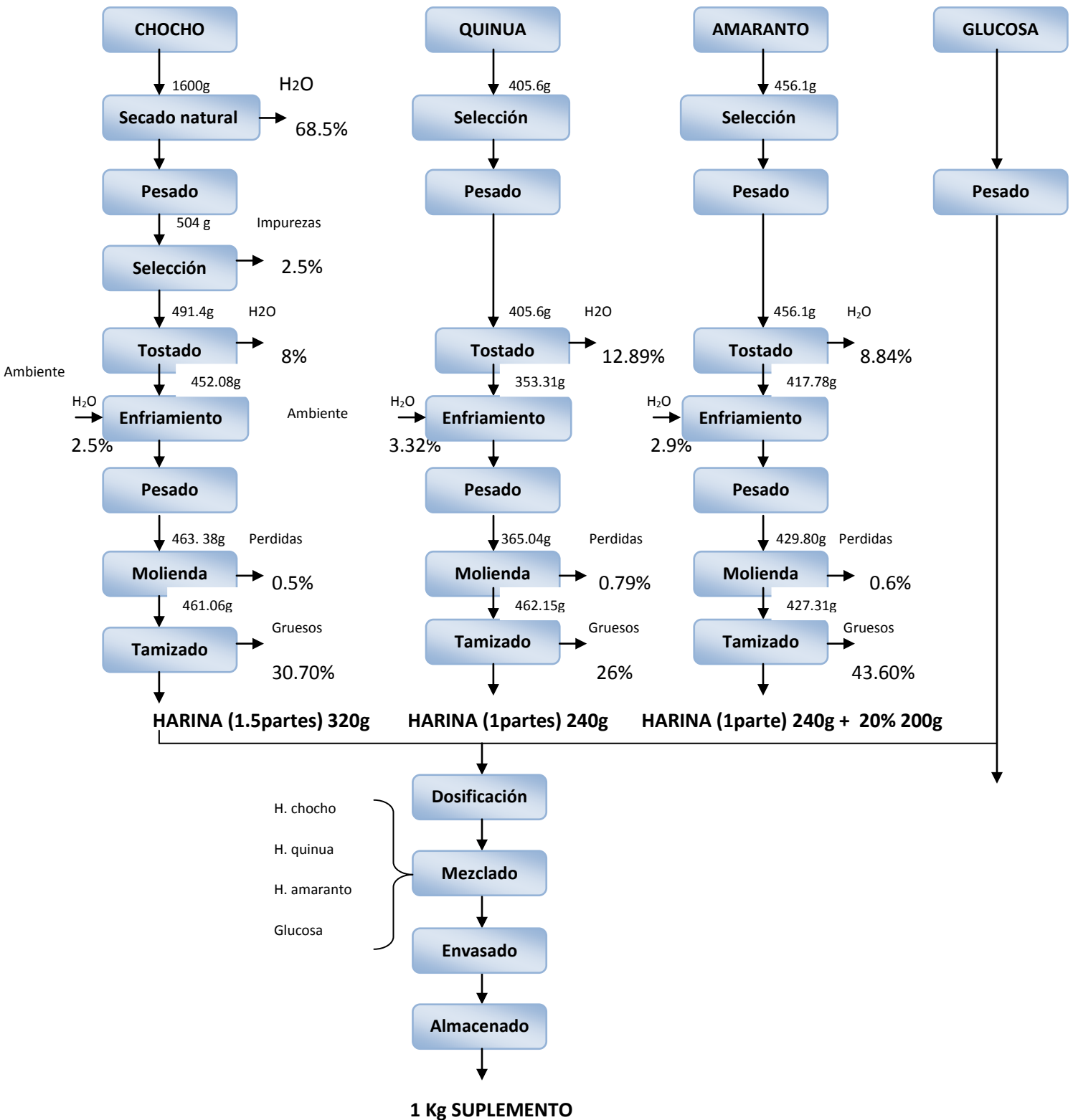
5.1.1 Esquema de datos para la mezcla M4= 1.5 partes de Chocho+ 2 partes de Quinua + 20% Glucosa



5.1.2 Esquema de datos para la mezcla M6== 1 partes de Chocho+ 2 partes de Amaranto + 20% Glucosa



5.1.3 Esquema de datos para la mezcla M12== 1.5 partes de Chocho+ 1 partes de Quinua + 1 partes de Amaranto + 20% Glucosa.



5.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción para un kg de suplemento a partir de (chocho, quinua, amaranto y glucosa) fueron estimados según el balance de materiales, indicado en el diagrama de bloques para la obtención de los mismos, de acuerdo a los componentes en las diferentes mezclas, que fueron previamente seleccionadas de acuerdo a sus características fisicoquímicas y organolépticas.

CUADRO 96. Costo de producción para 1 Kilogramo de Suplemento con la siguiente composición M4 = 1.5 partes de Chocho+ 2 partes de Quinua + 20% Glucosa

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO USD/unidad	COSTO TOTAL
	(Kg)		USD
Chocho	1.600	2.000	3.200
Quinua	0.811	2.200	1.784
Glucosa	0.200	4.500	0.900
Saborizante	0.001	1.000	0.001
Subtotal			5.885
Empaques			
Frascos (Und)	4.000	0.300	1.200
Subtotal			1.200
Mano de Obra (hora/hombre)	0.5 h		0.800
Subtotal			0.800
Gastos Indirectos			0.589
Subtotal			0.589
TOTAL			8.474

Para obtener un Kilogramo de suplemento proteico a partir de 1.5 partes de Chocho+ 2 partes de Quinua + 20% Glucosa, el costo de sus ingredientes es de 8.474 dólares.

CUADRO 97. Costo de producción para 1 Kilogramo de suplemento con la siguiente composición M6= 1 parte Chocho + 2 Amaranto + 20% Glucosa

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	(Kg)	USD/unidad	USD
Chocho	1.332	2.000	2.664
Amaranto	1.013	2.640	2.674
Glucosa	0.200	4.500	0.900
Saborizante	0.001	1.000	0.001
Subtotal			6.239
Empaques			
Frascos (UND)	4.000	0.300	1.200
Subtotal			1.200
Mano de Obra hora/hombre	0.5 h		0.800
Subtotal			0.800
Gastos Indirectos			0.624
Subtotal			0.624
TOTAL			8.863

Para obtener un Kilogramo de suplemento proteico a partir de, 1 parte Chocho + 2 Amaranto + 20% Glucosa, el costo de sus ingredientes es de 8.863 dólares.

CUADRO 98. Costo de producción para 1 Kilogramo de suplemento con la siguiente composición M12= 1.5 partes Chocho+ 1 parte Quinoa+ 1 parte Amaranto + 20% Glucosa.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO USD/unidad	COSTO TOTAL
	(Kg)		USD
Chocho	1.600	2.000	3.200
Quinoa	0.405	2.200	0.891
Amaranto	0.456	2.640	1.204
Glucosa	0.200	4.500	0.900
Saborizante	0.001	1.000	0.001
Subtotal			6.196
Empaques			
Frascos (UND)	4.000	0.300	1.200
Subtotal			1.200
Mano de Obra hora/hombre	0.5 h		0.800
Subtotal			0.800
Gastos Indirectos			0.620
Subtotal			0.620
TOTAL			8.816

Para obtener un Kilogramo de suplemento proteico a partir de 1.5 partes Chocho+ 1 parte Quinoa+ 1 parte Amaranto + 20% Glucosa. El costo de sus ingredientes es de 8.816 dólares

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

De las conclusiones presentadas anteriormente en base de las variables estudiadas (paramétricas y no paramétricas) en la presente investigación sobre la obtención de un suplemento proteico en polvo a base de chocho, quinua y amaranto más la adición de edulcorante sacarosa o glucosa, se presenta las siguientes recomendaciones.

1. Se debe realizar un mejor acondicionamiento de la materia prima como es el proceso de desaponificación, que permita eliminar en su totalidad estos componentes antinutricionales, y de esta manera mejorar el sabor y olor de este producto, con el fin de darle una mayor aceptabilidad.
2. Para futuras investigaciones se recomienda ensayar nuevos procesos de obtención de concentrados de proteína vegetal a base de cultivos andinos, como: aislamiento de proteína, obtención de sólidos solubles, fibras texturizadas, aprovechando de mejor manera los componentes nutricionales de los cultivos andinos.
3. Usar este producto no solo como suplemento de proteína si no también como base de un complemento nutricional, es decir complementarlo con vitaminas y minerales, y de esta forma obtener un alimento más completo.
4. Realizar un secado apropiado, utilizando secadores cerrados con circulación de aire forzado, donde la materia prima no esté expuesta al ambiente ya que se puede producir una contaminación. Como también secar el grano en su totalidad para mayor eficiencia en el proceso de tostado.

5. Para una mejor rentabilidad se debe utilizar los subproductos (gruesos), en la elaboración de alimentos de alto valor biológico, como potenciadores de proteína para especies menores en la época de crecimiento y engorde.

6. Para obtener un producto de mayor aceptabilidad se recomienda que el proceso de tostado se realice de acuerdo a los parámetros establecidos:

Chocho a una temperatura de 120°C durante un tiempo de 20 minutos.

Quinoa a la temperatura de 130° C por 10 minutos.

Amaranto temperatura de 120°C por 10 minutos.

Ya que si se realizan a condiciones diferentes a las mencionadas existirá una alteración de las características organolépticas.

7. Se recomienda realizar estudios de mercado para conocer la aceptación de este producto, y de esta forma promocionarlo en el mismo y pueda ser industrializado, como la machica, que es un producto de características similares.

8. En base a los resultados obtenidos se recomienda realizar nuevas investigaciones conjuntamente con la universidad a través de las unidades eduproductivas que sirvan de aportes técnicos para el establecimiento de normas encaminadas a la obtención de subproductos a partir de cultivos andinos.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

De las conclusiones presentadas anteriormente en base de las variables estudiadas (paramétricas y no paramétricas) en la presente investigación sobre la obtención de un suplemento proteico en polvo a base de chocho, quinua y amaranto más la adición de edulcorante sacarosa o glucosa, se presenta las siguientes recomendaciones.

1. Se debe realizar un mejor acondicionamiento de la materia prima como es el proceso de desaponificación, que permita eliminar en su totalidad estos componentes antinutricionales, y de esta manera mejorar el sabor y olor de este producto, con el fin de darle una mayor aceptabilidad.
2. Para futuras investigaciones se recomienda ensayar nuevos procesos de obtención de concentrados de proteína vegetal a base de cultivos andinos, como: aislamiento de proteína, obtención de sólidos solubles, fibras texturizadas, aprovechando de mejor manera los componentes nutricionales de los cultivos andinos.
3. Usar este producto no solo como suplemento de proteína si no también como base de un complemento nutricional, es decir complementarlo con vitaminas y minerales, y de esta forma obtener un alimento más completo.
4. Realizar un secado apropiado, utilizando secadores cerrados con circulación de aire forzado, donde la materia prima no esté expuesta al ambiente ya que se puede producir una contaminación. Como también secar el grano en su totalidad para mayor eficiencia en el proceso de tostado.

5. Para una mejor rentabilidad se debe utilizar los subproductos (gruesos), en la elaboración de alimentos de alto valor biológico, como potenciadores de proteína para especies menores en la época de crecimiento y engorde.

6. Para obtener un producto de mayor aceptabilidad se recomienda que el proceso de tostado se realice de acuerdo a los parámetros establecidos:

Chocho a una temperatura de 120°C durante un tiempo de 20 minutos.

Quinoa a la temperatura de 130° C por 10 minutos.

Amaranto temperatura de 120°C por 10 minutos.

Ya que si se realizan a condiciones diferentes a las mencionadas existirá una alteración de las características organolépticas.

7. Se recomienda realizar estudios de mercado para conocer la aceptación de este producto, y de esta forma promocionarlo en el mismo y pueda ser industrializado, como la machica, que es un producto de características similares.

8. En base a los resultados obtenidos se recomienda realizar nuevas investigaciones conjuntamente con la universidad a través de las unidades eduproductivas que sirvan de aportes técnicos para el establecimiento de normas encaminadas a la obtención de subproductos a partir de cultivos andinos.

CAPÍTULO VIII: RESUMEN

En la presente investigación se desarrolló el proceso para la elaboración de un suplemento proteico en polvo a base de harina de chocho, quinua, amaranto y dos tipos de edulcorantes (sacarosa y glucosa), generando nuevas alternativas agroindustriales, que permitan un consumo alternativo de estos cultivos andinos por parte de la población. Esta investigación se desarrolló en dos fases, la primera consistió en la obtención de las harinas de cada uno de los granos y la elaboración del suplemento proteico en polvo con la adición del edulcorante (mezcla), la segunda fase consistió en evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas durante el almacenamiento, envasado en fundas y frascos herméticos de polietileno bajo condiciones normales por el tiempo de dos meses.

Para esto se estudiaron factores de (A) Temperatura y (B) Tiempo en el proceso de tostado, el chocho sometido a temperaturas de 120 °C y 140 °C, cada una de estas por tiempos de 10, 20, y 30 minutos, la quinua a 100 °C y 130 °C por 10, 20, y 30 minutos, el amaranto a 100 y 120°C por 10, 20 y 30 minutos. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial (A X B), resultando de esta combinación 6 tratamientos con 3 repeticiones dando un total de 18 unidades experimentales, conformadas cada una por 1000g de grano seco que posteriormente se transformó en harina

Las variables que se estudiaron para determinar los mejores tratamientos sobre el proceso de tostado fueron: Cuantitativas (Granulometría, Humedad, Peso Específico, Rendimiento), y Cualitativas (color, olor, sabor). La medición de estas variables se la realizó a cada una de las harinas.

También se realizó pruebas de degustación, a deportistas de la FDI, con la ayuda de una guía instructiva y la hoja de encuesta para determinar las mejores mezclas.

A las tres mejores mezclas que fueron: M4, M6, M12, se les realizó un análisis económico, para conocer el costo de producción mediante un balance de materiales, para un kilogramo de suplemento.

CAPÍTULO IX: SUMMARY

In the present investigation the process was developed for the elaboration of a supplement powdered with the help of flour of chocho, quinua, amaranth and two edulcorantes types (sucrose and glucose), generating new agroindustrial alternatives that allow an alternative consumption of these Andean cultivations on the part of the population. This investigation was developed in two phases, the first one consisted on the obtaining of the flours of each one of the grains and the elaboration of the supplement powdered proteico with the addition of the edulcorante (it mixes), the second phase consisted on evaluating the physiochemical characteristics and microbiológicas during the storage, packed in cases and hermetic flasks of polyethylene low normal conditions by the time of two months.

For this factors were studied of (TO) Temperature and (B) Time in the process of having toasted, the doddering one subjected to temperatures of 120 °C and 140 °C, each one of these for times of 10, 20, and 30 minutes, the quinua to 100 °C and 130 °C for 10, 20, and 30 minutes, the amaranth at 100 and 120°C for 10, 20 and 30 minutes. A Design was used Totally at random with factorial arrangement (A X B), being of this combination 6 treatments with 3 repetitions giving a total of 18 experimental, conformed units each one for 1000g of dry grain that later on transformed in flour

The variables that were studied to determine the best treatments on the process of having toasted were: Quantitative (Grain, Humidity, Specific Weight, Yield), and Qualitative (color, scent, flavor). The mensuration of these variables was carried out it to each one of the flours.

He/she was also carried out tasting tests, to sportsmen of the FDI, with the help of an instructive guide and the survey leaf to determine the best mixtures.

To the three better mixtures that were: M4, M6, M12, was carried out an economic analysis, to know the production cost by means of a balance of materials, for a kilogram of supplement.

CAPÍTULO X: BIBLIOGRAFÍA

AYALA, G (1998) “Consumo de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*) y estrategias para promover su consumo”. En Mujica A, Izquierdo J, Marathee JP, Morón C, Jacobsen SE (Eds.) Reunión Técnica y Taller de Formulación del Proyecto Regional sobre Producción y Nutrición Humana en base a Cultivos Andinos. (Arequipa- Perú).

BEAN, A (2006) La guía completa de la nutrición del deportista. Editorial Paidotribo. Badalona (España).

CASP, A (2003) “Colección Tecnología de Alimentos - Procesos de conservación de alimentos, Segunda Edición” Mundi-Prensa. Madrid (España)

CLARK, N (2006) “La guía de nutrición deportiva” Editorial Paidotribo. Badalona (España).

DANIEL, L. PEDRERO, F. ROSE, M. (1989) “Evaluación sensorial de los alimentos Métodos analíticos”. Editorial ALHAMBRA MEXICANA, SA (México)

ERAZO, J. TERAN, L (2008) “Elaboración de galletas integrales enriquecidas con quinoa (*Chenopodium quinoa*) y chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) edulcoradas con panela. Tesis de grado Ingeniería Agroindustrial” (Ibarra- Ecuador).

FAO, (1992) “Manual sobre la utilización de los cultivos andinos subexplotados en la alimentación” (Santiago – Chile).

FELIX, L. RIVADENEIRA, A (2007) “Elaboración de barras energéticas utilizando tres cereales (avena, trigo, quínoa) y dos tipos de edulcorantes (miel de caña y miel de abeja)” Tesis de grado Ingeniería Agroindustrial. (Ibarra- Ecuador).

FELLOWS, P (2000) Tecnología del proceso de alimentos: Principios y práctica. Editorial ACRIBIA S.A. (Zaragoza – España).

GONZÁLEZ, J “Ayudas ergogénicas y nutricionales” Editorial Paidotribo. Badalona (España).

ITDG-Peru (1998). Intermediate Technology DevelopmentGroup “Procesamiento de cereales” (Perú).

MAFART, P (1994) “Ingeniería Industrial Alimentaria, Procesos físicos de conservación Volumen I” Editorial ACRIBIA S.A. (Zaragoza -España).

NTE INEN 2 390 Instituto Ecuatoriano De Normalización (2004) “Leguminosas Grano desamargado de chocho. Requisitos. (Ecuador)

LOZADA, L (2009). “Diseño y construcción de un tostadora continua de cebada” Escuela Politécnica Nacional. (Quito- Ecuador).

PRIMO, E (1998). “Química de los alimentos. Editorial Síntesis. (Madrid- España).

SALTOS, H (1993). “Diseño experimental – Aplicación de procesos tecnológicos” Editorial XII. (Ambato-Ecuador.)

SHAIFIUR, M (2003). “Manual de conservación de alimentos” – Editorial ACRIBIA, (Zaragoza – España).

TAPIA, E Mario (1990) “Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación.
(América latina y el Caribe FAO)

TRILLAS (2008) “Manuales para educación agropecuaria, Elaboración de productos agrícolas” Editorial Trillas (México)

UNIFEM Fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Mujer (1998).
“Procesamiento de cereales” Edición y producción: (Lima-Perú).

QUEZADA, W. (2007) Guía técnica de agroindustria panelera (Ibarra-Ecuador).

WARREN, L. JULIAN, C SMIT. PETER, H. (2007) “Operaciones unitarias en ingeniería química” Editorial Mc Graw-Hill/Interamericana SA. (México)

Diarios y revistas:

Diario El Norte (24-Febrero-2011). Guía informativa, SALUD. “Complementos alimenticios” (Ibarra- Ecuador)

Páginas electrónicas:

http://www.hispagimnasios.com/a_nutric/prognutri.php

Programa nutritional para deportistas. (Mayo-2011)

<http://es.fitness.com/forum/culturismo/cuantas-calorias-necesita-un-deportista-25174.html>

¿Cómo determinar las calorías que necesita un deportista? (Junio-2011)

<http://suplementosdeproteinas.blogspot.com/>

Acerca de las proteínas-(Mayo-2011)

<http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol5/5.pdf>

Suplemento alimenticio de alto contenido proteico para niños de 2-5 años. Desarrollo de la formulación y aceptabilidad (Marzo- 2011)

<http://www.conciencia-animal.cl/paginas/temas/temas.php?d=1189>

Tipos de harina (Mayo- 2011)

<http://www.cepicafe.com.pe/index-31.html>

Panela granulada (Junio – 2011)