

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

Escuela de Ingeniería Agroindustrial

“DETERMINACIÓN DEL PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE HIGO (*Ficus carica* L.) DE DOS ESTADOS DE MADUREZ (VERDE Y NEGRA)”

Tesis previa a la obtención del Título de
Ingeniero Agroindustrial

AUTORAS:

CHACUA COLLAGUAZO ANA CECILIA
CUASQUER LÓPEZ DIGNA EULALIA

TUTOR:

DRA. LUCÍA TOROMORENO

Ibarra –Ecuador

2010

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

Escuela de Ingeniería Agroindustrial

Tesis revisada por el Comité Asesor, para lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

Dra. Lucía Toromoreno
TUTORA

.....

Ing. Gladys Yaguana
ASESORA

.....

Ing. Marcelo Vacas
ASESOR

.....

Ing. Luis Manosalvas
ASESOR

.....

Ibarra –Ecuador
2010

PRESENTACIÓN

Los resultados, conclusiones y demás aportes de esta investigación son de completa responsabilidad de las autoras.

Digna Eulalia Cuasquer López

Anita Cecilia Chacua Collaguazo

DEDICATORIA

**LOS SUEÑOS REQUIEREN DEDICACIÓN,
ESFUERZO Y CORAJE PARA HACERLOS
REALIDAD**

Con este trabajo culmino una meta más y un anhelo, es por ello que dedico el presente a Dios quien fue mi guía en momentos de desaliento, a mis queridos padres Luis y Teresita, a mis hermanos Myrian y Eduardo, a mis hermosos sobrinos Erika y Kevin que son mi familia quienes me brindaron su apoyo moral y espiritual necesario para seguir adelante con este proyecto de vida. Y de modo especial a mi mejor amigo Marcelo por ser incondicional en todos los momentos difíciles, para ti mi gratitud y mi amor eterno.

Anita.

DEDICATORIA

A Dios, por acompañarme con su bendición para continuar y culminar en esta etapa de mi vida.

A mi Hijo Matías, por darme la fortaleza para seguir, eres mi vida entera.

A mi Madre Rosita, por ser mi mejor amiga, mi ejemplo, mi aliada, gracias por todo el apoyo en esta tesis.

A mi Padre Eduardo, quien a lo largo de vida ha velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

A mis Hermanos Mireya y Joel, por ser mis guardianes y apoyarme cada día

A mi Esposo

Gracias por tu gran paciencia, por tu tierna compañía y tu inagotable apoyo y por ser parte de este logro que también es tuyo, te amo mi vida.

DIGNA

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte por colaborarnos con algunas dependencias para el desarrollo de la presente, y por haber inculcado en nuestras mentes conocimientos de alto nivel tecnológico y científico.

A la Dra. Lucía Toromoreno, a la Ing. Gladys Yaguana y al Ing. Marcelo Vacas ya que sin su apoyo constante en la parte científica técnico y sus experiencias en el campo, este trabajo no habría llegado a concluirse con éxito.

Un Agradecimiento especial para la Dra. Lucía Yépez por su invaluable amistad y apoyo en el transcurso de esta investigación.

A la comunidad “La Florida” de la Esperanza por su apoyo en el desarrollo de esta Tesis.

A todas las personas que participaron e hicieron posible que esta investigación se haga realidad, tanto económicamente como con la movilización.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	3
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	5

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL HIGO	7
2.1.1 Origen	7
2.1.2 Descripción botánica	10
2.1.3 Morfología	12
2.1.3.1 Flores	12
2.1.3.2 Fruto	13
2.1.4 Ecología	13
2.1.4.1 Altitud	14
2.1.4.2 Temperatura	15
2.1.4.3 Precipitación	16

2.1.4.4	Humedad relativa	17
2.1.4.5	Viento	17
2.1.5	Variedades cultivadas	18
2.1.6	Composición química	18
2.1.7	Características físicas y organolépticas	22
2.1.8	Generalidades del cultivo	23
2.1.8.1	Requerimientos del suelo	23
2.1.9	Cosecha y manejo poscosecha	24
2.1.9.1	Índice de cosecha	25
2.1.10	Sistemas de cultivo	26
2.1.11	Plagas y enfermedades	26
2.1.12	Usos y gastronomía	27
2.1.13	Propiedades medicinales	30
2.1.14	El higo seco	32
2.2	EL SECADO	33
2.2.1	Consideraciones en el proceso de secado	34
2.2.2	El agua en los alimentos	36
2.2.3	Fundamentos de la deshidratación	36
2.2.3.1	Transferencia de calor en el secado por aire	37
2.2.3.2	Secado por aire seco	37
2.2.3.2.1	Períodos de secado	37
2.2.4	Métodos industriales de secado	39
2.2.4.2	Secado en almacenamiento	39
2.2.4.3	Secado por explosión	40
2.2.5	Método tradicional de secado del higo	40
2.3	LA HARINA	41
2.3.1	Clasificación de las harinas	42
2.3.2	Diagrama de proceso para la obtención de harina	43
2.3.3	El gluten	45

2.3.4	Capacidad de retención de agua en la harina de trigo	45
2.4	LAS GALLETAS	46
2.4.1	Almacenamiento para galletas	48

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	MATERIALES Y EQUIPOS	51
3.1.1	Materiales	51
3.1.2	Equipos	51
3.1.3	Materia prima e insumos	52
3.2	MÉTODOS	52
3.2.1	Localización del ensayo	52
3.2.2	Primera fase: obtención de harina de higo	53
3.2.2.1	Factores en estudio	53
3.2.2.2	Diseño experimental	54
3.2.2.3	Características del experimento	54
3.2.3	Segunda fase: aplicación de la harina de higo	55
3.2.3.1	Comparaciones	55
3.2.3.2	Análisis funcional	56
3.3.1.1	Recepción	57
3.3.1.2	Selección	57
3.3.1.3	Lavado	58
3.3.1.4	Picado	58
3.3.1.5	Secado	59
3.3.1.6	Enfriamiento	59
3.3.1.7	Molienda	60
3.3.1.8	Tamizado	60
3.3.1.9	Envasado	60

3.3.1.10 Almacenado	60
3.3.1.11 Flujograma de proceso (harina de higo)	61
3.3.1.12 Balance de materiales para obtención de harina de higo	62
3.3.2 Segunda fase: aplicación de la harina	63
3.3.2.1 Flujograma de proceso (elaboración de galletas)	63
3.4 VARIABLES A EVALUADAS	64
3.4.1 Primera fase.- obtención de harina de higo.	64
3.4.1.1 Variables cuantitativas	64
3.4.1.2 Variables cualitativas	67
3.4.2 Segunda fase.- aplicación de la harina de higo en elaboración de galletas	67
3.4.2.1 Variables cuantitativas	67
3.4.2.2 Variables cualitativas	68

CAPÍTULO IV

4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN PRIMERA(PRIMERA FASE).	70
4.1.1 Tiempo de secado	70
4.1.2 Tendimiento de la harina de higo	72
4.1.3 Granulometría	78
4.1.4 Volumen	84
4.1.5 Índice de retención de agua	90
4.1.6 Peso específico	96
4.1.7 Análisis proximal	101
4.1.8 Análisis sensorial: primera fase (obtención de la harina de higo)	103
4.1.8.1 Variable textura	104
4.1.8.2 Variable color	105
4.1.8.3 Variable olor	106
4.1.8.3 Variable sabor	107

4.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN SEGUNDA FASE	108
4.2.1 Análisis nutricional	108
4.2.1 Pruebas organolépticas	109
4.2.2.1 Variable color	111
4.2.2.2 Variable olor	112
4.2.2.3 Variable crocancia	113
4.2.2.4 Variable crujencia	114
4.2.2.5 Variable sabor	115
4.2.2.6 Variable aceptabilidad	116

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES	117
5.2 RECOMENDACIONES	119
6. RESUMEN	121
7. SUMMARY	122
8. BIBLIOGRAFÍA	123
9. ANEXOS	130

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Composición nutricional del higo	12
Cuadro 2. Contenido de minerales y vitaminas en el fruto de higo	12
Cuadro 3. Análisis bromatológico del fruto de Higo	13
Cuadro 4. Factor A(Madurez fisiológica)	24
Cuadro 5. Factor B de la investigación: (Temperatura de secado)	24
Cuadro 6. Interacción del Factor A y el Factor B	25
Cuadro 7. Esquema del ADEVA	26
Cuadro 8. Sustituciones en fórmula base	27
Cuadro 9. Datos de la pérdida de peso en el transcurso del tiempo	42
Cuadro 10. Rendimiento de la harina de higo	44
Cuadro 11. Análisis del ADEVA para la variable rendimiento	45
Cuadro 12. Tukey para la variable rendimiento	46
Cuadro 13. DMS para el rendimiento en el factor A (estado de madurez)	47
Cuadro 14. DMS para el rendimiento en el Factor B	47
Cuadro 15. Granulometría para la harina de higo	.50
Cuadro 16. Análisis del ADEVA para la variable granulometría	51
Cuadro 17. TUKEY para la variable granulometría	52
Cuadro 18. Prueba DMS para en el Factor A	52
Cuadro 19. Prueba DMS para la granulometría en el factor B	53
Cuadro 20. Volumen de harina de higo	56
Cuadro 21. Análisis de ADEVA para la variable volumen	57
Cuadro 22. Tukey para el volumen	58
Cuadro 23. DMS para factor A	59
Cuadro 24. DMS para factor B (Temperatura de secado)	59
Cuadro 25. Retención de agua	62
Cuadro 26. Análisis de ADEVA para la variable retención de agua	63

Cuadro 27. Tukey para retención de agua	64
Cuadro 28. DMS para el factor A (Estado de madurez)	65
Cuadro 29. DMS para el factor B (temperatura de secado)	65
Cuadro 30. Peso específico	68
Cuadro 31. Análisis de ADEVA para la variable peso específico	69
Cuadro 32. TUKEY para peso específico	70
Cuadro 33. DMS para factor A (Estado de madurez)	71
Cuadro 34. DMS para factor B (Temperatura de secado)	71
Cuadro 35. Análisis proximal obtención de harina	74
Cuadro 36. Análisis nutricional de la galleta	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de flores del higo	10
Figura 2. Flujograma de proceso para la obtención de harina de higo	32
Figura 3. Balance de materiales para la obtención de harina de higo	33
Figura 4. Flujograma de proceso para la elaboración de galletas	34
Figura 5. Variación del peso del fruto seco en función del tiempo	43
Figura 6. Interacción de los Factores A y B para la variable rendimiento	48
Figura 7. Promedio de rendimiento	49
Figura 8. Interacción de los factores A y B para la variable granulometría	54
Figura 9. Promedio de granulometría	55
Figura 10. Interacción del volumen	60
Figura 11. Promedio del volumen	61
Figura 12. Interacción de retención de agua	66
Figura 13. Promedio comparativo de tratamientos para retención de agua	67

Figura 14. Interacción del Peso específico	72
Figura 15. Promedio comparativo de tratamientos para Peso Específico	73
Figura 16. Promedio de la textura	76
Figura 17. Valor Promedio de color	77
Figura 18. Valor promedio del olor	78
Figura 19. Valor promedio del sabor	79
Figura 20. Promedio de la variable de color de las galletas	83
Figura 21. Promedio del olor de las galletas	84
Figura 22. Promedio de la variable crocancia	85
Figura 23. Promedio de la variable de crujencia	86
Figura 24. Promedio del sabor de galleta	87
Figura 25. Promedio de aceptabilidad	88

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Fruto de la higuera en estado tierno	8
Foto 2. Cultivo industrial de higueras en la provincia de Imbabura	14
Foto 3. Recepción de la breva en estado tierno	28
Foto 4. Lavado de fruto tierno	29
Foto 5. Picado de la breva en estado maduro	29
Foto 6. Entrada al secador del fruto maduro	30
Foto 7. Fruto tierno y seco expuesto al ambiente	30
Foto 8. Molino de rodamientos internos	31
Foto 9. Degustación de la harina de higo	75
Foto 10. Degustación de galletas elaboradas con harina de higo	82

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En los modos capitalistas existentes a nivel mundial, coexiste un problema evidente como es la desnutrición y el Ecuador no es un país aislado, pues datos proporcionados por el Ministerio de Salud Pública dicen que de cada cuatro niños uno presenta desnutrición. Esto se refleja en el bajo rendimiento académico de los menores y afecta la eficiencia laboral cuando son adultos.

La desnutrición afecta principalmente a los niños, debido a la falta de asesoramiento nutricional en las dietas infantiles y al consumo de productos alimenticios que cubra los requerimientos nutricionales biológicos necesarios para el buen desarrollo y funcionamiento corporal. Esta dificultad día a día se incrementa y a pesar de los constantes programas que dirige el gobierno nacional no se ha podido erradicar este

problema. A nivel provincial existe un gran número de personas que se dedican a la agricultura y los ingresos no son suficientes para poder proporcionar una alimentación balanceada a sus hijos, influyendo esto en su rendimiento académico y físico.

En las zonas rurales de la provincia de Imbabura la agricultura desde un punto de vista económico, no representa una empresa lucrativa, debido a la intervención de intermediarios quienes son los verdaderos beneficiarios de esta actividad. Un claro ejemplo de lo antes mencionado se observa en la comunidad de “La Florida” perteneciente a la parroquia “La Esperanza” del cantón Ibarra cuyos habitantes se han visto obligados en abandonar algunas de sus actividades agrícolas para dedicarse a otro tipo de labores en poblaciones aledañas, abandonando sus fértiles tierras y dejando atrás el cultivo de especies vegetales que ayuden en el aporte nutricional.

Otra de las causas para que la comunidad tenga bajos ingresos económicos, es la falta de información y el poco acceso tecnologías que en la actualidad se practican, las mismas que sirven para dar un mayor valor agregado a los productos cultivados en la zona. La agroindustrialización de productos no se encuentra al alcance de estas comunidades rurales debido al excesivo costo para la implementación de empresas productivas.

La harina de higo, es un novedoso producto que ha tenido buenos resultados en la comunidad europea, ya que es muy usado en alimentación humana, pero en el

Ecuador, no se conoce la tecnología para producir harina de higo, pues no existen investigaciones que den nuevas aplicaciones dentro del campo agroindustrial a este fruto, desconociendo así bondades nutricionales que pueden ser aprovechadas en su totalidad.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La Universidad Ecuatoriana como parte del Estado se une al desarrollo propuesto por el gobierno central y por ello propone esta investigación, que permitirá un aprovechamiento integral del fruto de esta especie vegetal de alto valor nutritivo como es el higo (*Ficus carica* L).

Estudios bromatológicos realizados en la Facultad de Ingeniería Química de la Escuela Politécnica Nacional en el año de 1993 demuestran que esta fruta provee de una variedad de vitaminas y proteínas de gran beneficio para el ser humano, aunque no existe mayor información acerca de este fruto en nuestro país, el consumo del mismo es alto ya que es un cultivo tradicional que se tiene en los patios de los habitantes de la provincia debido a su fácil manejo y buena adaptabilidad de clima y suelo resaltando también la resistencia a las plagas.

Este trabajo de investigación estuvo dirigido a la comunidad “La Florida” de La Esperanza y constituye una alternativa para el incremento de los ingresos económicos

con el expendio del producto final, también ayuda para la protección de sus suelos contribuyendo así a la conservación del medio ambiente. Así mismo, constituyéndose una opción de agro industrialización de cultivos no tradicionales, pues el paquete tecnológico es de fácil manejo y permite dar un mayor valor agregado a este fruto con los consecuentes beneficios para el agricultor.

Las bondades nutricionales y medicinales del higo (*Ficus carica L*) han sido empleadas por nuestros antecesores de modo empírico, pues se usaba la infusión de la hoja para aliviar dolores estomacales y dolores producidos por cólicos menstruales. Estudios revelan que el consumo del fruto de higuera por mujeres que han llegado a su climaterio ha mejorado su salud debido a la disminución de los trastornos propios de esta etapa.

Al utilizar harina de higo como uno de los principales componentes de un alimento nutricional como la galleta, se crea una nueva tecnología de producción, que amplía las aplicaciones agroindustriales, incrementa el valor agregado y da a conocer las bondades nutricionales del higo, además se da inicio a la expectativa que genera este producto, ayudando de esta forma a disminuir un gran problema social como es la desnutrición en los sectores rurales más desprotegidos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Determinar el proceso tecnológico para la obtención de harina de higo (*Ficus carica* L) de dos estados de madurez (verde y negra).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros tecnológicos de temperatura y tiempo de secado del fruto.
- Evaluar las propiedades físicas de la harina: volumen, densidad, peso específico y retención de agua.
- Evaluar las propiedades químicas y nutricionales de la harina: extracto etéreo, humedad, proteína, cenizas, fibra, carbohidratos.
- Elaborar la galleta empleando el 25, 50 y 75% de la harina de higo a partir del mejor tratamiento obtenido en la primera fase.
- Evaluar las propiedades nutricionales de la galleta elaborada como: humedad, proteína, cenizas, fibra, carbohidratos, vitamina A, vitamina B3, vitamina C del mejor tratamiento obtenido del análisis organoléptico de la segunda fase.
- Determinar el porcentaje adecuado de sustitución de harina de trigo por harina de higo en la elaboración de galletas.

1.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

La temperatura y el tiempo de deshidratación de los dos estados de madurez inciden en la aceptabilidad de la harina de higo para elaboración de galletas.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL HIGO

2.1.1 Origen

El brevo, también denominado higo o higuera, es nativo de Asia Oriental y fue domesticado por el hombre hace varios millones de años como fruta seca. También se dice que es originario del mediterráneo y su historia se remonta a siglos atrás. Se dice que es uno de los primeros frutos que fue secado y almacenado por el hombre (4000 A.C., según antropólogos). Las civilizaciones antiguas lo difundieron por toda la cuenca del mediterráneo, pues los egipcios, los fenicios, los griegos, los cartaginenses y los romanos lo cultivaron y apreciaron mucho sus frutos (Díaz, 2005).

El mismo autor sostiene que es uno de los frutales que se conoce desde hace mucho tiempo, así en una pintura egipcia de Beni-Hassan, se muestra una recolección de brevos, que data de hace más de 4500 años. También se menciona en el antiguo testamento como uno de los signos de la abundancia de la tierra prometida.

En varias culturas de la antigüedad se le concedió al brevo un significado espiritual y simbólico. Se menciona repetidamente en la Biblia y en un himno babilónico (2000 A.C.); además, hay varias leyendas griegas en las que se le atribuye el conocimiento del brevo a los dioses. Todos los habitantes de la antigua Atenas, incluido Platón, eran “philosykos”, que significa “amigo del brevo”. En Grecia lo utilizaron como la primera medalla olímpica (www.seen.es).

Según la Fundación Eroski, el árbol del brevo era sagrado en países del sudeste de Asia, Egipto, Grecia e Italia y su cultivo es uno de los más importantes en varios países del mediterráneo, de donde fue traído a América por los colonizadores españoles, poco después del descubrimiento. Los principales países productores son: Turquía, Grecia, España, Portugal e Italia. En América se cultiva comercialmente en Chile, Estados Unidos (California), Colombia, Ecuador, Venezuela, México, entre otros.

En América, los brevos o higueras fueron introducidos por los colonizadores españoles y se destacaron los huertos sembrados por los misioneros franciscanos. Solo ha alcanzado importancia como cultivo comercial a gran escala en California (USA) y en Chile.

Las condiciones del clima tropical no parecen ser las más adecuadas para este árbol, donde las temperaturas bajas no son suficientemente frías y las altas no son

suficientemente cálidas; sin embargo, esto no impide que se den producciones con valor comercial.

Se conocen más de 750 especies, de todas las regiones cálidas, siendo la más conocida la higuera ordinaria (*Ficus carica L.*) como lo menciona Jorge Bernal Ingeniero agrónomo de la corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria el higo pertenece al grupo de frutos denominados climatéricos, pues durante el proceso de maduración incrementa su ritmo respiratorio hasta un determinado Valor Máximo (VM) para luego disminuir gradualmente.

Durante el citado proceso se produce etileno (Hormona natural de maduración) en forma gaseosa, el cual actúa acelerando la maduración y reduciendo la vida del producto en su poscosecha.



Foto 1. Fruto de la higuera, 2010.

2.1.2 Descripción botánica

Pereira (1993) señala que la descripción botánica a la que pertenece el higo es la siguiente:

Nombre científico:	<i>Ficus carica L.</i>
Familia:	Moráceas
Género:	<i>Ficus</i>
Especie:	<i>carica</i>
Nombre Castellano:	Higuera

Género *Ficus*

Según Díaz (2005) son árboles y arbustos, generalmente con la madera blanda, por lo general con la corteza lisa y con látex blanco u opalescente. Muchas especies empiezan su vida como epífitas, las cuales pueden eventualmente, mediante la coalescencia de sus raíces, rodear completamente el tronco de su huésped y llegar a estrangularlo. Las hojas son enteras y ‘estipuladas’ en las especies nativas, raras veces opuestas y algunas veces dentadas o lobuladas.

Romojaro y Quelmel (1993) indican que el árbol de higo en buenas condiciones de cultivo a más de alcanzar una altura promedio de 8 m, puede convertirse en una planta perenne; es decir, la maduración de los higos en una misma planta es sucesiva.

Bernal (2005) menciona que las flores que forman la inflorescencia está recubierta de cuatro tipos de pequeñas flores, así:

- Flores masculinas: muy abundantes en la higuera silvestre, pero raras en la doméstica; se encuentran en la proximidad del ojo y están constituidas por un péndulo que se abre en un perigonio formado por tres hojuelas y llevan de tres a cinco estambres.
- Flores femeninas; que se encuentran tanto en la higuera doméstica como en el cabrahigo, tienen un estilo largo, después de fecundadas, dan el verdadero fruto en drupa que constituye la parte carnosa, dulce y comestible del higo.
- Flores galígenas, que se encuentran únicamente en el cabrahigo: tienen el estilo muy corto, y en ellas se desarrolla el calcídico *Blastophaga gossorum*, que realiza la caprifitación.
- Flores estériles: que se hacen carnosas sin necesidad de ser fecundadas. Las variedades de higuera doméstica que dan sólo este tipo de flores producen frutos sin necesidad de polinización.

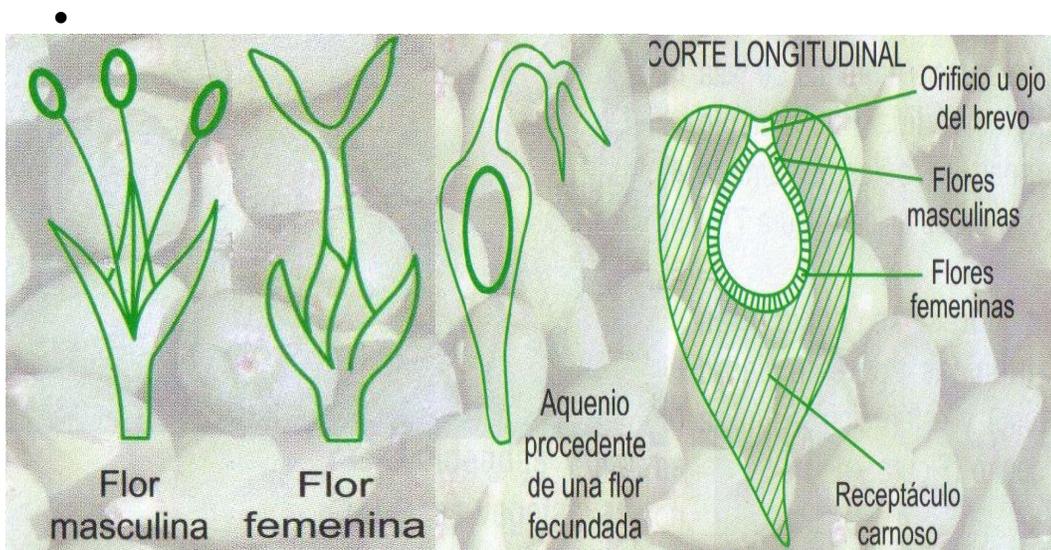


Figura 1. Tipos de flores del higo

Fuente: Bernal y Díaz (2005), Tecnología para el cultivo del Brevo, Madrid, p. 18

2.1.3 Morfología

Alviar (1977), sostiene que el brevo o higuera es un árbol de madera blanda que, a libre crecimiento, puede alcanzar los 6 a 8 m; mientras, que en cultivos comerciales no sobrepasa los 3 m.

La forma de la copa o dosel está determinada por la variedad, sistema donde se encuentre, condiciones edafoclimáticas y manejo. Se ha observado que en las variedades sembradas en la zona andina y sin un manejo de podas, la copa es redonda y muy densa.

Originalmente era una especie monoica, es decir, que tenía sobre una misma planta, separadas, las flores de ambos sexos. Con el tiempo y debido a diversos factores de tipo biológico, ambientales y de cultivo, se ha transformado en una especie dioica con flores de cada sexo en plantas separadas.

2.1.3.1 Flores

Al observar una breva a la que se le ha hecho un corte longitudinal, se observa que en realidad se trata de una inflorescencia en forma de taza o flor invertida (receptáculo carnoso y lobuloso), llamada sicono en botánica.

Las flores se encuentran distribuidas sobre la pared exterior y están dirigidas hacia al centro (Flores, 1990).

2.1.3.2 Fruto

Para la región tropical no se produce fruto verdadero; lo que se consume como tal es un receptáculo carnoso llamado sicono que aparece insertado en las axilas de las hojas junto a una yema de evolución. Éste puede tener de 3 a 10 cm de largo y de 2,5 a 5,0cm de diámetro. Por su forma puede ser pisciforme turbinado, oblado o esférico.

Los frutos son siconos blandos de sabor dulce, recubiertos exteriormente por una piel muy fina; su color puede ser verde, negro, morado o marrón rojizo, según la variedad, y en cuyo interior se alojan, a semejanza de semilla, pequeños aquenios que son los frutos verdaderos; estos son muy difíciles de destruir por su dureza, siendo incluso no digeribles (*Ibíd*).

2.1.4 Ecología

Lischke (1991), menciona que este cultivo prospera mejor en clima subtropical y es allí donde se encuentra la mayoría de las plantaciones comerciales del mundo. Así, existen higos en el Mediterráneo, lugar que se caracteriza por tener inviernos cálidos y veranos secos y frescos.

En el trópico propiamente dicho la higuera como muchos otros cultivos subtropicales, tiene mucho más éxito en las zonas templadas y frías, aunque también se da en regiones cálidas.

2.1.4.1 Altitud

Ramos y Vásquez (1975), indican que en el trópico la altitud determina el piso térmico (temperatura) e influye directamente en la radiación solar en la presión atmosférica y en la velocidad del viento desde el punto de vista biológica la latitud incide sobre el crecimiento de las plantas, la longitud de los entrenudos, el tamaño de las hojas y las características organolépticas del fruto (color, sabor y tamaño) el piso altitudinal influye en los procesos de formación de las flores y las brevas, ya que a altitudes por debajo de los 800 msnm la formación de las brevas también disminuye. El rango altitudinal en el cual se adapta y se desarrolla el brevo está entre los 800 a los 2000 msnm, presentándose dos franjas marginales en las cuales la planta es más propensa al ataque de insectos (por debajo de los 800 msnm) y a la incidencia de enfermedades (por encima de los 2000 msnm)

2.1.4.2 Temperatura

Choucair (1962), manifiesta que la temperatura determina la duración de las etapas fenológicas y permite que se den procesos fisiológicos como la viabilidad del polen, la fecundación, la formación y la caída de los frutos y flores, el tamaño y la acumulación de azúcares en frutos, la dinámica de nutrientes, y la aparición, diseminación y severidad de los problemas fitosanitarios. Las diferencias muy altas entre las temperaturas diurnas y nocturnas ocasionan el rompimiento de la pared celular y la entrada de patógenos en los tejidos foliares.

El brevo es una especie originaria de la zona templada en la cual se presentan cuatro estaciones; aunque, en las áreas donde se distribuye el cultivo, no se presentan temperaturas tan bajas en invierno que causen heladas, mientras en el verano se llega a los 40°C. Para la región andina, las temperaturas se sitúan en los siguientes rangos: 16 a 24°C con una temperatura óptima de 18°C; temperaturas inferiores a las 12°C causan caída de flores; y, superiores a los 28°C provocan disminución en la formación de las brevas.

Aunque este frutal en el lugar de origen (zona subtropical) soporta temperaturas inferiores a los 12 °C y superiores a los 28 °C, éstas se dan sólo por períodos cortos durante el año, mientras en la región andina, situada en la zona tropical, las temperaturas son constantes durante el año.

Según Internacional Costa Brava (1976) el brevo del trópico se considera un cultivo de todos los climas; es decir, que su cultivo se puede establecer desde climas cálidos hasta climas fríos. En clima caliente, el brevo es más precoz y más productivo, pero la calidad de la fruta de climas frío es más apetecida en el mercado.

Las temperaturas altas favorecen el desarrollo vegetativo, aunque las temperaturas muy elevadas durante el período de maduración de la fruta provocan una maduración anticipada y el sol decolora la epidermis del fruto (sicono).

2.1.4.3 Precipitación

Romero (1991), expone que el agua es el solvente universal, necesario en todos los procesos biológicos como la fotosíntesis, la respiración celular, el transporte de sustancias nutritivas y la formación de carbohidratos, azúcares, proteína, aminoácidos y vitaminas, necesarios para la formación de órganos y tejidos.

La formación de las estructuras reproductivas requiere agua en abundancia, ya que durante el proceso de llenado del fruto la necesidad de agua es muy alta. El brevo es un frutal que a pesar de que su centro de origen es la zona seca, en el proceso de selección y domesticación aumentó sus requerimientos hídricos. En el trópico se adapta a zonas con precipitaciones por encima de 1200 mm/año.

2.1.4.4 Humedad Relativa

Para Romero (1991), este factor influye directamente sobre la temperatura del aire y del suelo como también en el contenido del vapor, lo que incide en la radiación solar.

La precipitación y la velocidad del viento son un factor determinante de la presencia de enfermedades, así como en la caída de las hojas, de flores y frutos; también regula la respiración, la transpiración la deshidratación, la fotosíntesis y los procesos reproductivos.

Para el brevo, el porcentaje de humedad relativa debe ser menor del 80 %.

2.1.4.5 Viento

En 1969, Popenoe afirma: “la velocidad, duración, intensidad y la temperatura del viento influyen en la deshidratación, conduce al secamiento de las flores y ramas tiernas y a la caída de flores y frutos, ya sea por la fuerza de éste o por abortos naturales”.

El viento ocasiona daños mecánicos, los que sirven como punto de entrada de enfermedades y es uno de los factores determinantes en la fecundación de la flor y cuajamiento del fruto. Para este cultivo, la velocidad del viento no debe ser superior a los 20 km/hora.

2.1.5 Variedades Cultivadas

Bernal y Díaz (2005), señalan que las variedades cultivadas de los higos pueden ser las siguientes:

- **Calimyrna:** piel suave amarilla – dorada. Es la variedad favorita para consumo como “snack” sin necesidad de proceso ni preparación.
- **Black mission:** color morado profundo que se convierte en negro cuando se seca. Es la variedad preferida por su sabor distintivo y estética.
- **Kadota:** tiene piel dura de color ámbar cremoso cuando está maduro. No tiene semilla y es la variedad más apreciada para los procesos de secado y enlatado.
- **Adriatic:** color dorado claro. Su alto contenido de azúcar, que se mantiene cuando la fruta está seca, la convierte en la variedad principal para la elaboración de confites y pasta de higo.

2.1.6 Composición química

Según Costa (2008) “el contenido energético de los higos es grande, puede constituir una fuente de alimento importante para el organismo, el hecho de que esta fruta no contenga grasas ni colesterol, sea más alta en fibra que cualquier otra fruta fresca o seca, tenga más calcio/gramo que la leche y sea alta en potasio, la hace muy atractiva como aditivo de los alimentos; trozos y pasta de higo están siendo incorporados en cereales, galletas y alimentos naturales”.

Los principales hidratos de carbono presentes en este fruto son: sacarosa, glucosa, fructosa, por lo que su valor calórico es elevado. La presencia de fibra mejora el tránsito intestinal, los ácidos orgánicos y minerales, así como el potasio, el magnesio y el calcio forman parte del higo. El calcio no es tan aprovechado como el que procede de los lácteos u otros alimentos que son buena fuente de dicho mineral. En cuanto a otros nutrientes, contienen una cantidad moderada de provitamina A, de acción antioxidante. Este nutriente se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita, la misma que es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico, además de tener propiedades antioxidantes. El potasio es necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso, para la actividad muscular normal e interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante (Fundación Eroski, 2011).

En el Cuadro 1, se puede observar la comparación de la Composición nutricional del higo fresco y seco en base a 100 gramos de porción comestible.

Cuadro 1. Composición Nutricional del higo fresco y seco en 100g de porción comestible

COMPUESTO	FRUTO FRESCO	FRUTO SECO
Agua	77,50%	23,0%
Kcalorías	80,00	274,00
Proteínas:	1,20 g	4,30 g
Grasas:	0,14 g	1,30 g
H. Carbono:	17,1g	69,1 g
Fibra	1,20 g	5,60g
Ceniza	0,48 g	2,30 g

Fuente: Londoño M (2005), Tecnología para el cultivo del brevo, cosecha y manejo poscosecha, Litomadrid.

En el Cuadro 2 se exponen datos del contenido de minerales y vitaminas tanto en del higo fresco como del higo seco de una porción de 100 gramos.

Cuadro 2. Contenido de minerales y vitaminas en el fruto de higo fresco y seco en 100g de porción comestible

COMPUESTO	FRUTO FRESCO	FRUTO SECO
Vitamina A (U.I.):	20,00	80,00
Potasio:	640,00mg	110,0 mg
Magnesio	17,00mg	20,00 mg
Calcio	35,00 mg	126,00mg
Hierro	0,6 mg	3,00 mg
Sodio	2,00 mg	34,00 mg
Vitamina B3	0,407 mg	0,900 mg
Vitamina C	12,30 mg	-----

Fuente: Londoño M (2005), Tecnología Para el cultivo del Brevo, Cosecha y Manejo Poscosecha, Litomadrid.

Garcés (1993), en el Cuadro 3 indica el contenido de 100 gramos de porción comestible de fruto fresco en variables como: humedad, proteína entre otros con el objetivo de establecer el alto contenido de sustancias importantes en la dieta diaria de una persona.

Cuadro 3. Análisis Bromatológico del fruto de higo

COMPONENTE	%
Humedad	82,38
Proteína	0,96
Extracto etéreo	0,15
Cenizas	0,58
Carbohidratos	15,93

FUENTE: Garcés W. 1993), INDUSTRIALIZACIÓN DEL HIGO PASA, Quito, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química, s/f

La FAO (2009), destaca también algunos procesos normales de maduración entre ellos se mencionan los siguientes cambios:

- Disminución de ácidos orgánicos.
- Hidrólisis de almidón con formación de azúcares.
- Desaparición progresiva de clorofila
- Aparición de otros pigmentos (carotenoides y antocianas.)
- Producción de compuestos volátiles, “Etileno”.
- Formación de enzimas.

2.1.7 Características físicas y organolépticas

Bernal y Cipriano (2005), mencionan que “El breve o higuera es un árbol de madera blanda que, a libre crecimiento, bajo las condiciones de nuestro país, puede alcanzar los 6 a 8 metros, mientras que en cultivos comerciales, este no sobrepasa los 3 metros.”



Foto 2. Cultivo Industrial de Higueras en la provincia de Imbabura, 2010.

Pereira (1990) en su libro Manejo y cuidado de huertos manifiesta que, las características físicas y organolépticas de los higos dependen mucho de la variedad a la que pertenecen. Pueden ser de forma oval, como pera o incluso pueden ser más anchos que altos con un tamaño promedio de 6 a 7 cm de alto y de 4 a 5 cm de diámetro, con un peso que va desde los 28 gramos hasta 40 gramos de peso individual

Es comestible cuando ha llegado a su punto óptimo de maduración, desarrollando su exquisito sabor y agradable aroma característico, al abrirlos aparece la pulpa, blanquecina, rosa pálido o morada que esconde cientos de semillas que no estorban al comer el fruto. Una vez maduro el fruto éste puede tomar diferentes colores que van desde el verde, verde amarillento, marrón, morado hasta el negro dependiendo de la variedad.

2.1.8 Generalidades del cultivo

Esta especie vegetativa se adapta con mucha facilidad a los climas subtropicales, teniendo mucho más éxito en las zonas templadas.

Bernal y Díaz (2005) dicen que “la latitud incide sobre el crecimiento de las plantas y la altitud en el proceso de formación de las flores y brevas, ya que en altitudes por debajo de los 800 msnm la formación de las flores se reduce; y, a altitudes sobre los 2500 msnm la formación de las brevas también disminuyen”.

2.1.8.1 Requerimientos del suelo

Bernal (2005), afirma que el brevo prospera en los suelos limo arcillosos o franco arcillosos, profundos (profundidad efectiva superior a 1,5 m), ricos en materia orgánica, bien drenados, de preferencia ligeramente ácidos o neutros, con pendientes

inferiores al 25%. Los mejores suelos en los cuales se cultiva el brevo son los de origen calcáreo.

Este árbol no se debe plantar en suelos arenosos, ligeros y muy ácidos, pues éstos son más o menos deficientes en cuanto a su humedad.

2.1.9 Cosecha y Manejo Poscosecha

Avilan y Bautista (1992), dicen que la conservación de los productos agrícolas perecederos de alto consumo, constituye una prioridad nacional, debido a las altas pérdidas que se registran en las etapas de cosecha y poscosecha, como consecuencia de la desarticulación entre la fase de producción y la comercialización.

Se presentan deficiencias de orden tecnológico tanto en la etapa de producción para la consecución de una buena calidad, como en la etapa de poscosecha, donde están incluidas todas las actividades que se realizan entre la cosecha y el consumo y que debido a carencias o fallas en los procesos de recolección, selección, clasificación, empaque y embalaje, conllevan a problemas de comercialización, por la mala calidad del producto ofrecido y el consecuente desestímulo en el producción.

2.1.9.1 Índice de cosecha

Los índices de cosecha se constituyen en los parámetros más importantes para determinar el momento oportuno para realizar la recolección y asegurarse la vida útil de la fruta durante la poscosecha y su comercialización.

Un índice de maduración o de cosecha debe ser sencillo, rápido y fácil de reproducir; además, debe reflejar la calidad de la fruta al momento de separarla del árbol.

El estado de madurez es un factor importante para determinar el momento más apropiado para la cosecha de las brevas, cualquiera sea su destino. El color y grado de madurez para su mejor calidad, se conoce sólo por la experiencia, ya que depende de la variedad, época, cultivo y las condiciones agroecológicas del sitio de cultivo.

El lapso de tiempo que transcurre entre la aparición de las yemas fructíferas hasta la “maduración” o tiempo óptimo de cosecha del fruto del brevo es de 60 días.

El mejor momento para la cosecha, está determinado por el grado de maduración y por el mercado para el cual se dirige la producción. El mejor inicio para cosechar la fruta, bajo nuestras condiciones, una vez los frutos van cambiando de color verde oscuro a un color verde pálido con formación de estrías amarillentas en la base del fruto; además, el ostíolo de éste se toma rojizo, este momento se considera como la época ideal para su recolección (Alviar y Velandia, 1977).

2.1.10 Sistemas de cultivo

Para Fernández (2011), históricamente, la higuera ha estado considerada como un cultivo marginal, constreñida a zonas áridas y deprimidas de los secanos cacereños.

De la tradicionalidad se ha pasado, y las perspectivas de futuro así lo corroboran, a una dinámica basada en el mantenimiento y desarrollo de higueral cacereño. Existe un conocimiento cultural del cultivo desde hace siglos; la idoneidad de un medio físico (a pesar de sus deficiencias) con altos rendimientos productivos; calidad contrastada del fruto (fresco y/o seco) en los mercados. Todos estos factores contribuyen a considerar a este frutal como uno más a tener en cuenta desde su concepción de frutal de primor.

2.1.11 Plagas y enfermedades

Londoño (2005), las magníficas condiciones de adaptación a situaciones adversas de la higuera hacen de ella un árbol difícilmente atacado por plagas o enfermedades, sobre todo cuando nos referimos a árboles aislados y silvestres. No obstante, al ser un árbol cultivado en forma intensiva y con cuidados de esmero, la proliferación de los parásitos puede ser considerada normal y a la vez convertirse en serio problema para su cultivo.

El mantenimiento de una plantación limpia y sana se reduce a periódicas inspecciones que detecten rápidamente las posibles plagas y enfermedades, con el fin de ser

combatidas en el momento oportuno y no se conviertan en problemas que pueda dar por pérdida la cosecha o, incluso, llegar a perder el árbol.

Si bien las plagas y enfermedades de las higueras no están registradas con exhaustividad esto por los escasos, por no decir nulos, estudios realizados al respecto.

Según Fernández (2011) algunas enfermedades que atacan al higo son:

- Agusanado de brevas e higos (*Ceratitis capitata*)
- Mosca del higo (*Lonchae aristella*)
- Orugas de las hojas (*Simaethis pariana*)
- Cochinilla de la higuera (*Ceroplastes rusci*)
- Barrenillo de la higuera (*Hipoborus ficus*)
- Plagas de almacén (*Myelois ceratoniae*)
- Podredumbre radicular (*Roesleria hypogea*, *Armillaria mellea* y *Rosellinia necatrix*)
- Negrilla (*Capnodiceas*, *fumago* y *limacinia*)
- Virus del Mosaico de la higuera (*Eriophyes ficus*)

2.1.12 Usos y gastronomía

La FAO (2009), señala que en España existe una bebida alcohólica compuesta de aguardiente de higo denominada "licor de higo". Los usos gastronómicos que se le da a esta fruta son muy variados, desde el acompañamiento en contraste con algunos

platos salados como carne asada, o en platos dulces para realizar diferentes postres, como mermeladas y repostería. Con el fruto seco se realiza el denominado "pan de higo" (higo desecado y prensado con almendras).

Son un excelente snack para tomar entre horas: Por su contenido en fibra, producen sensación de saciedad. Los niños deben aprender a apreciar la fruta; tomarla como postre o a media mañana o media tarde es muy recomendable.

No sólo se emplea al higo como alimento existen otros componentes que son de interés industrial y que están siendo aprovechados en países más industrializados como lo manifiesta Gianola (s/f).

Bernal (2005), la breva principalmente en la agroindustria se usa para la preparación de fruta en almíbar, mermelada, fruta cristalizada para repostería, dulces, brevas pasas, brevas rellenas con arequipe, entre otros.

Para producir brevas pasas, se verifica la cosecha de las mismas en su completa madurez y se hacen secar al sol o en estufa; la calidad depende de su gusto azucarado y se debe verificar que el fruto esté bien seco, sano y convenientemente curado.

La Biblioteca de la salud (2011), debido a la gran cantidad de azúcares que contienen está considerado un alimento energético y nutritivo con propiedades laxantes (especialmente el higo maduro), estando indicado en casos de estreñimiento.

El látex de los higos y de las hojas tiene un efecto irritante sobre la piel que es debido a su contenido en furocumarinas, por lo que se utiliza para ablandar y estimular los callos, durezas y verrugas, también esta sustancia se ha empezado a evaluar como fuente comercial de enzimas proteolítica para ablandar carnes, sustituto de cuajo para fermentar la leche, aclarador de bebidas (Díaz, 2005).

Por el contrario la biblioteca de la salud, también indica algunos efectos negativos en la salud de las personas:

- El contacto con la planta puede inducir reacciones alérgicas que ocasionan la aparición de ampollas, manchas en la piel, picor. En este caso, deberemos lavar la zona afectada con abundante agua y acudir al médico.
- La ingestión de frutos que no hayan alcanzado el punto de maduración óptimo puede ocasionar problemas digestivos. Se recurrirá a un especialista para que los trate.

Las hojas tiernas se usan como condimento, para una diversidad de platos exóticos. También sirve como forraje (fruto y hojas), nutritivo para ganado: bovino, porcino, caprino y ovino (www.redpermacultura.org)

2.1.13 Propiedades medicinales

Riobo (2011), pone de manifiesto que los componentes del higo hacen de su consumo una de las dietas más ricas en vitaminas anti-oxidantes, los mismos que conllevan una gran cantidad de beneficios entre ellos se mencionan:

- Retrasan la aparición de catarata senil.
- El efecto de los antioxidantes es muy beneficioso pues actúan sobre los radicales libres que producen el envejecimiento celular, en la aterosclerosis y en la prevención del cáncer de colon y otros tipos de cánceres
- Reduce los niveles de glucosa y de colesterol debido al alto contenido de fibra.
- Las frutas son uno de los puntos clave de la dieta mediterránea, aportando principalmente carbohidratos, vitaminas y fibra. Se recomienda el consumo de al menos 5 raciones de frutas y hortalizas al día.
- Tienen un alto contenido de betacaroteno por lo cual ayuda a preservar la visión. Su vitamina C ayuda fortalecer el sistema inmunológico formando una barrera contra los virus y bacterias.
- La ficina posee una actividad digestiva sobre las proteínas. Tiene un efecto pectoral y emoliente.
- Sus hojas son antiinflamatorias y por vía externa tanto las hojas como los higos maduros en forma de cataplasmas contra las úlceras gastrointestinales.
- Los higos son beneficiosos contra las úlceras bucales, abscesos y gingivitis.

- La tisana de higos ayuda a adelantar las reglas que se hayan retrasado y calman los dolores menstruales, son muy recomendables para las personas que sufren dismenorrea debido a su alto contenido en hierro.
- Los higos son también un buen remedio contra muchos problemas respiratorios.
- Las personas con falta de calcio deberían considerar este fruto por ser muy rico en él, son muy útiles para las personas que se están recuperando de una fractura.
- La pulpa del higo puede ser una fantástica mascarilla contra las arrugas de la piel.
- Para aquellas personas que realizan esfuerzos físicos o para los niños, el fruto ofrece un gran aporte de azúcar.

Además tienen muchos beneficios aprovechables para la salud, por lo que es aconsejable incluir los higos como parte de la dieta habitual, salvo prescripción médica a causa de su contenido de azúcar, como por ejemplo en el caso de las persona diabéticas que por supuesto no pueden consumir alimentos ricos en azúcar.

(www.alimentacion-sana.com.ar)

Los higos actúan como emolientes debido a que es muy bien aceptado en sistema digestivo suavizando la mucosa del tracto gastrointestinal. Es la fibra uno de sus componentes principales, razón por la cual son consideradas frutas laxantes. La fibra

tiene la capacidad de fijar sustancias (ácidos biliares, colesterol...), de modo que disminuye o retrasa su absorción. Esta propiedad importante para las personas que tienen elevado colesterol, ya que se forman geles viscosos entre la fibra soluble y el colesterol que es excretado en parte junto con las heces. La fibra soluble retiene agua, por lo que aumenta el volumen de las heces haciéndolas más fluidas y la fibra insoluble aumenta la velocidad de tránsito intestinal y con ello la evacuación de las heces. Este hecho hace de los higos y las brevas una buena herramienta para poder combatir el estreñimiento y la atonía intestinal. Además, la fibra realiza una función de protección frente al cáncer de colon, ya que impide o disminuye el tiempo de contacto de sustancias cancerígenas con la mucosa del intestino grueso.

2.1.14 El higo seco

El higo seco también se llama "higo pasa". El fruto que no se consume en la temporada, se seca al sol en secaderos similares a los de la pasa, pudiéndose conservar más tiempo para utilizarlo en la elaboración de diversos postres, incluso helados.

Romjaro (1996), pone de manifiesto que: “La única forma de deshidratación que se está utilizando en América es la tradicional que tiene al sol como fuente de calor. La manera en que se lleva a cabo esta actividad es primero aplastando con la mano el

higo fresco y colocándolo en tendales para que con ayuda del sol y con temperaturas aproximadas de 30°C en días no nublados se pueda eliminar la mayor parte de agua.”

Debido a la concentración de sólidos que se realiza, el higo tiene mucho más calcio e hidratos de carbono en consecuencia mayor cantidad de calorías (Callejo, 2002).

Por su poder de conservación natural pues el alto contenido de azúcares ayuda para tal efecto, se lo puede encontrar todo el año y el proceso de desecación efectiviza su vida útil.

Hay que recordar que para lograr una fruta bien seca y de buena conservación se debe tomar en cuenta el mismo punto de maduración (Gianola, 1990).

2.2 EL SECADO

Es un método de conservación de los alimentos más antiguos. Shafiur y Rahman (2003), afirman que las hortalizas secas se comercializan desde hace aproximadamente un siglo; y, actualmente existen numerosos métodos y equipos para deshidratar alimentos.

El secado consiste en eliminar agua para obtener productos sólidos, lo que conlleva hacia uno de los mayores problemas que es la pérdida del olor y el aroma, afectando la calidad final del producto deshidratado.

Perera (2003), hace referencia a que los costos de procesado, envasado, transporte y almacenamiento son menores para productos secos que para los enlatados o productos congelados.

Los principales objetivos del secado son: incrementar la vida útil del producto, reducir los costos de envasado y almacenamiento, reducir el peso del producto final a transportar, mejorar las características sensoriales (olor y sabor) y en algunos casos la preservación del valor nutricional del alimento.

2.2.1 Consideraciones en el proceso de secado

Shafiur y Rahman (2003), con relación a las consideraciones que se deben tomar en cuenta al momento de elegir el método de secado sostienen que se debe tener presente tres factores: La calidad del producto con respecto a los requerimientos exigidos, las consideraciones económicas del proceso y el impacto ambiental del proceso.

Algunos aspectos a considerarse en el proceso de secado del higo según Núñez (2006), son:

- El tipo de producto a secar.
- Los pre-tratamientos térmicos.
- La susceptibilidad del producto al calor.
- Las propiedades deseadas en el producto terminado.
- El capital a invertir y los costos del procesado.
- Los factores ambientales

Desde el punto de vista bioquímico el efecto del calor sobre los productos es básicamente sobre los organismos y enzimas presentes en los alimentos. El secado disminuye la actividad del agua impidiendo el crecimiento de microorganismos y las reacciones de deterioro que estos provocan.

Para garantizar una adecuada conservación de los alimentos se debe eliminar al máximo los microbios para así garantizar este proceso; pero, en los alimentos bioactivos y cultivos bacterianos se debe tener especial cuidado para que los daños causados sean mínimos (Shafiur y Rahman, 2003).

Los agentes biológicos pueden ser termosensibles o xerosensibles. Es muy importante conocer el producto a secar y lo que se desea conservar es decir, se deben conocer las propiedades más valiosas de las vitaminas, antibióticos, enzimas, levaduras, mohos etc. (Braverman, 1980).

La inactivación de las enzimas durante el proceso de secado por atomización se debe principalmente a efectos de la temperatura; sin embargo, las bacterias se inactivan por las temperaturas así como la por el desplazamiento del agua.

2.1.2 El agua en los alimentos

Un producto al que se le ha eliminado el agua en su totalidad se lo denomina “totalmente seco”, hay que considerar dos conceptos.

El agua ligada es aquella que está presente en los alimentos y tiene propiedades distintas de las del agua pura, entre ellas: agua incongelable, inmóvil y no solvente. Además, hay que mencionar que se requiere más energía para su eliminación.

El agua libre es aquella que se encuentra en la superficie de los alimentos, y al contrario de la anterior es de fácil eliminación y emplea menor energía para este efecto, como lo señala Perera (2003).

2.2.3 Fundamentos de la deshidratación

Para Núñez (2006) la deshidratación se basa en la termodinámica que se fundamenta como un proceso de remoción de la humedad debido a la simultánea transferencia de calor y transporte de la materia. La transferencia de calor del ambiente de los alrededores evapora la humedad superficial. La humedad puede ser transportada a la

superficie del producto y después evaporada o evaporada internamente a una interfase vapor – líquido y después transportada como vapor a la superficie.

2.2.3.1 Transferencia de Calor en el secado por aire

Es el paso de energía térmica desde un cuerpo caliente a uno frío. Cuando un cuerpo físico; por ejemplo, un objeto o un fluido está a una temperatura diferente de su entorno u otro cuerpo, la transferencia de energía térmica, también conocida como transferencia de calor, ocurre en el sentido en el cual el cuerpo y su entorno alcanzan el equilibrio térmico. La transferencia de calor clásica ocurre a través de conducción, convección, radiación o cualquier combinación de ellas (Núñez, 2006).

2.2.3.2 Secado por aire seco

Es la técnica más simple de secado. Tiene lugar en una cámara y a una temperatura elevada, por la que circula aire caliente sobre el producto colocado en bandejas que por convección arrastra el agua.

2.2.3.2.1 Períodos de Secado

Los tiempos que se emplean en la disminución de agua en la mayoría de sustancias o productos que se someten a secado presentan dos períodos.

- **Anticrítico o velocidad de secado constante.-** Está definido como el tiempo que dura el secar el producto desde la humedad decreciente inicial hasta la humedad crítica. En el proceso la eliminación de agua se presenta en forma lineal con respecto al tiempo, correspondiendo entonces a una velocidad de secado (*Ibíd.*).

Se considera una película muy fina de agua sobre el producto a secar y no existen resistencias internas ni externas a la transferencia de materia, por lo tanto, este proceso está dominado por la transferencia externa de calor.

- **Postcrítico o velocidad de secado decreciente.-** El secado está dominado por la resistencia a la transferencia de la materia. La ausencia de la velocidad constante es un indicativo de que el secado desde el inicio del proceso está dominado por la resistencia interna de la materia.

El contenido de humedad al cual el período de secado cambia, de una velocidad constante a una velocidad decreciente, se la denomina humedad crítica y esta depende de las características del alimento (Perera, 2003).

2.2.4 Métodos industriales de secado

2.2.4.1 Secado al sol o al aire libre

Para Shafiur y Rahman (2003), en este proceso se emplea la energía radiante que se provee del sol, emplea energía renovable y no contamina el ambiente, lo que desde un análisis ecológico lo hace interesante, pero en producción a gran escala las principales desventajas para su empleo son:

1. Requiere grandes superficies para el secado (tendales).
2. Gran requerimiento de mano de obra
3. Dificultad a la hora de controlar la velocidad de secado.
4. Difícil control de insectos y desarrollo de microorganismos.

2.2.4.2 Secado en almacenamiento

Se denomina según indica Shafiur y Rahman (*op. cit.*), secado a baja temperatura en tolva. Éste puede realizarse en el mismo sitio de almacenaje del grano las ventajas principales de este método de secado son:

1. Requerimiento energético muy bajo.
2. Incremento de la capacidad del sistema de secado.
3. Proporciona una mejor calidad del producto terminado.

2.2.4.3 Secado por explosión

Este método pone en riesgo la integridad y por ende la calidad del producto final debido a la combinación de altas temperaturas y presiones para remover el agua y una caída repentina de la presión para evaporar el agua; sin embargo, Shafiur y Rahman (2003), manifiestan que se produce un producto de buena rehidratabilidad.

2.2.5 Método tradicional de secado del higo

El proceso de secado es la eliminación de agua superficial de un producto sin alterar su estructura molecular y con intervención del calor.

En las zonas soleadas y de clima templado es frecuente ver productos alimenticios extendidos en los patios traseros, sobre esteras, piedras o colgando de los aleros de las viviendas. En los países más fríos también resultan apropiadas las técnicas tradicionales de secado cuando las condiciones climáticas son adecuadas; por ejemplo, cuando hay bajos niveles de humedad. En Escandinavia y en las zonas montañosas de España se usan métodos tradicionales para el secado de carnes y pescado aprovechando el viento, el sol y la sombra (FAO, 2009).

Romjaro (1996), dice que durante la deshidratación la temperatura es un factor importante. En el transcurso de este proceso no se debe exceder los 71°C al finalizar

la operación, se considera que la mejor concentración de humedad final del higo debe ser de 12 a 18%.

Garcés (1993), recomienda que para acortar el tiempo de secado se proceda a un pretratamiento térmico (escaldado) durante 5 minutos.

2.3 LA HARINA

Para Callejo (2002) la harina es el producto finamente triturado obtenido de la molienda del trigo (*triticum aestivum*). Los productos finamente triturados de otros cereales o leguminosas deberán adicionar el genérico de la harina, ejemplo: harina de cebada, harina de maíz, harina de arroz etc.

A partir de este concepto en Argentina las harinas se clasifican en: cuatro ceros (0000) o pastelera, tres ceros (000) o panadera, dos ceros (00), cero (0), medio cero (medio 0), harinilla de primera, harinilla de segunda; así como, también hay harinas fortificadas elaboradas mediante la adición de vitaminas y minerales las que satisfacen requerimientos específicos.

Las harinas integrales también forman parte de esta clasificación, para Kent (1971) estas tienen un coeficiente de extracción superior al 85%, se elaboran por adición total o parcial de los productos secundarios resultado de la obtención de la harina

blanca y para ello se procede a moler finamente el salvado antes de mezclarlo con la harina.

También se la puede elaborar mediante el molido del grano entero y el resultado será una harina integral con partículas muy gruesas de salvado por lo que realiza un cernido para estandarizar el producto final.

Parra (2011) según la definición del CAE la harina debe ser: suave al tacto, de color natural, sin sabores extraños a rancio, moho, amargo o dulce. Debe presentar una apariencia uniforme sin puntos negros, libre de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales.

2.3.1 Clasificación de las harinas

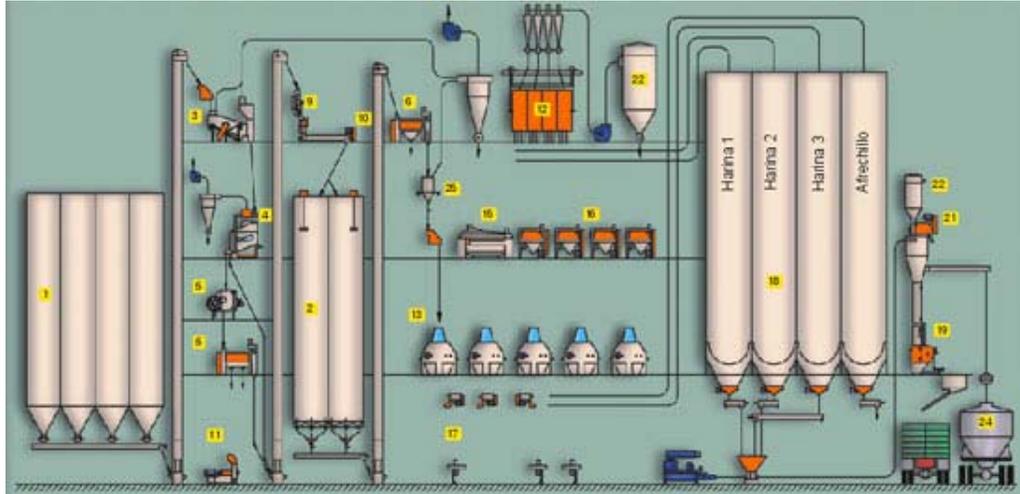
En 1994, Madrid clasificó a las harinas de la siguiente forma:

1. **Harina enriquecida.**- Aquella a la que se le adiciona algún producto con el objetivo de elevar su valor nutritivo.
2. **Harina acondicionada** - Mediante tratamientos físicos incorpora productos como: ácido ascórbico, fosfatos entre otros para así mejorar las cualidades organolépticas y plásticas de ésta.
3. **Harina mezclada.**- Resulta de la mezcla de harinas de varios cereales.

4. **Harina integral.**- Se la obtiene de la tritución de los cereales, sin separación de ninguna parte del grano.
5. **Sémolas.**- proceden de la molturación de los cereales, industrialmente limpios y sanos, libre de sus tegumentos y germen, los que se subdividen en:
 - Sémola Gruesa (gránulos de diámetro superior a 0,6 mm).
 - Sémola fina (gránulos de 0,4 a 0,6 mm de diámetro).
 - Semolina (gránulos de 0,2 a 0,4 mm de diámetro).
6. **Harinas malteadas.**- Se obtiene de los cereales que hayan sufrido un malteado (tueste previo), se clasifican según el contenido de almidón soluble en el agua.
7. **Harinas dextrinas.**- Son las que por tratamiento térmico o por adición de una pequeña cantidad de ácido no perjudicial contienen dextrina.

2.3.2 Diagrama de proceso para la obtención de harina

Grupo molinero del Ecuador destaca las diferentes etapas para la obtención de harina de forma general. En la Figura 2, se puede visualizar cada una de ellas.



Fuente: La harina de trigo Disponible: www.grupomolinero.com.ar

Figura 2. Diagrama del Proceso de Obtención de Harina de Trigo:

En la figura antes mencionada se observa las siguientes partes:

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| 1 Silo de materia prima | 14 Turbotarara |
| 2 Silos de descanso | 15 Saso |
| 3 Zaranda | 16 Cepilladoras |
| 4 Despedradora gravimétrica | 17 Disgregadores |
| 5 Separador a discos | 18 Silos de almacenaje |
| 6 Despuntadora | 19 Embolsadora |
| 7 Desgerminadoras | 20 Mesa densimétrica |
| 8 Imán | 21 Cernidor cónico |
| 9 Humectador automático | 22 Filtro de mangas |
| 10 Mojador | 23 Camión |
| 11 Molino a martillos | 24 Camión tolva |
| 12 Plansichter | 25 Balanza automática |
| 13 Bancos de cilindros | |

2.3.3 El Gluten

Parra (2011), menciona que la cantidad de gluten presente en una harina es lo que determina que la harina sea "fuerte" o "floja".

La harina fuerte es rica en gluten, tiene la capacidad de retener mucha agua, dando masas consistentes y elásticas, panes de buen aspecto, textura y volumen satisfactorios.

La harina floja es pobre en gluten, absorbe poca agua, forma masas flojas y con tendencia a fluir durante la fermentación, dando panes bajos y de textura deficiente. No son aptas para fabricar pan pero sí galletas u otros productos de repostería.

2.3.4 Capacidad de retención de agua en la harina de trigo

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

2.4 LAS GALLETAS

Pozuelo (2011), el primer alimento que recibió el nombre de galleta fue una especie de pan de forma plana y de larga conservación, distribuido entre tripulaciones de buques y grupos de soldados. Actualmente, con este término nos referimos a una amplia serie de productos alimenticios de variadas formas y sabores, producidos en casas, panaderías e industrias.

Aunque la industria galletera es moderna, el origen de las galletas se remonta a los primeros tiempos de la humanidad. Se debe recordar que el pan y la galleta son producto de un mismo alumbramiento.

En el principio la utilización de una masa de harina de cereal es constante como alimento preparado por el hombre quien, al descubrir el fuego, aumentó las posibilidades para transformar la calidad, la cantidad, la durabilidad y el sabor de sus alimentos.

Gionola (1990), manifiesta que la industria galletera y la pastelería industrial nacieron en Inglaterra en 1815. Fue la empresa Carry Cía de Carlisle la que empezó a aplicar el sistema mecánico, y así un desarrollo prodigioso, y llegaron casi a constituir, durante largos años un verdadero monopolio de los ingleses.

Un panadero parisino llamado Lambert empezó a utilizar una amasadora mecánica, pero la clientela no dio buena acogida a estos nuevos productos. Esto pasaba en 1810, y la industria de la pastelería se quedó confinada en las Islas Británicas durante muchos años más. La fábrica Macfarlane, de Edimburgo fue fundada en 1817; Huntley y Palmer, en 1826; pero, en 1861 se instaló una fábrica en Hamburgo y pocos años después apareció una fábrica en Burdeos. En esta región, aun hoy día, existen varias importantes fábricas.

El precio módico de la galleta, comparado con los géneros de pastelería fresca, su larga conservación y su buen sabor ayudaron a conquistar a favor del público y su mercado penetró hasta los más humildes pueblos. Coleman (1998), afirma que los hábitos cambian, pero el gusto por las galletas nunca se pierde; como son fáciles de preparar, fáciles de servir y apropiadas en muchas ocasiones, son el refrigerio predilecto de todos.

La clave del éxito para elaborar galletas se encuentra en conocer bien los ingredientes como el equipo y las técnicas de preparación. La mayoría de las recetas indican el uso de mantequilla o margarina. La mantequilla da mejor sabor a las galletas pero se puede sustituir por margarina por cuestiones dietéticas. Algunas recetas, por ejemplo Spritz (pastas suecas) y tortitas escocesas indican sólo mantequilla; el sabor de ésta es importante para dichas galletas, y no deben sustituirse por margarina. En la mayoría de las galletas se usa harina de trigo, blanqueado o sin blanquear.

Madrid (1994), pone énfasis en que las galletas deben estar libres de parásitos microorganismos patógenos o sus toxinas y no sobrepasar los límites de las especificaciones microbiológicas

2.4.1 Almacenamiento para galletas

Coleman (1998), señala que para conservar el sabor y la textura de las galletas recién horneadas, debe guardárselas en un recipiente hermético; así la humedad del aire no reblandecerá las galletas crujientes y las suaves no se secarán. A menos que la receta indique lo contrario, las galletas se conservaran más o menos una semana si se guarda en recipientes herméticos (esto depende del clima y del tipo de galletas, por supuesto).

Entre los recipientes herméticos se incluyen las bolsas de plástico selladas, las latas, los frascos para galletas con tapas de rosca o de empaque, recipientes de plástico duro y bolsas de aluminio selladas. Si las galletas son muy húmedas o pegajosas sepárelas en capas con papel encerado.

Si una receta indica que las galletas se guarden cubiertas y no herméticamente, cúbralas con envoltura plástica o papel aluminio, doblándolo en los bordes del platón. No guarde las galletas en platones, bolsas de papel o en cajas, porque en estos

recipientes el aire penetra con facilidad. No mezcle diferentes sabores de galletas ni crujientes y suaves en un mismo recipiente.

Si desea conservar las galletas durante más tiempo puede congelarlas recién horneadas para mantenerlas durante meses; se envuelven muy bien para que no se sequen o quemem con el hielo. Si congela galletas con betún o glaseado, se descongelan destapadas, de lo contrario el betún se pegará en la envoltura. (Si es posible, congele las galletas sin betún, y al servir las se la agregan). También se pueden congelar las galletas ya moldeadas o la masa para hornearse después.

El sellado con calor es una manera de empacar galletas en forma hermética; es conveniente cuando se desea empacar galletas grandes para regalo o para exhibir. Para sellar con calor, cubra una charola con toallas de papel y hornee a 175°C. Envuelva cada galleta con papel plástico y, si es necesario, pegue la parte inferior con cinta adhesiva. Ponga las galletas separadas en la charola tibia sin sacarla del horno, caliente durante dos minutos, o hasta que el plástico se adhiera a las galletas. Sáquelas del horno y déjelas enfriar.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES Y EQUIPOS

3.1.1 Materiales

- Material de cocina
- Material de embalaje
- Material de laboratorio
- Material de aseo
- Material de oficina

3.1.2 Equipos

- Deshidratador de bandejas con flujo de aire forzado (propiedad de la UTN)
- Molino
- Tamices
- Balanza digital
- Equipo de laboratorio

3.1.3 Materia Prima e Insumos

- Higos frescos (verdes y maduros)
- Harina de trigo
- Margarina
- Huevos
- Azúcar

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Localización del Ensayo

El presente ensayo se realizó en los Laboratorios de la facultad de la Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte (FICAYA), cuya ubicación es la siguiente.

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	El Sagrario
Lugar:	Laboratorio de la FICAYA
Longitud:	78° 07' 00``
Latitud:	00° 40' 30``
Altitud:	2228 msnm
Temperatura promedio:	17,4 °C
H.R. promedio:	73%

FUENTE: Boletín Climatológico de la dirección General de Aviación Civil de la Ciudad de Ibarra. Departamento de Meteorología.

3.2.2 PRIMERA FASE: OBTENCIÓN DE HARINA DE HIGO

En esta primera parte de la investigación se determinaron aspectos técnicos importantes para la elaboración de harina de higo (Cuadros 4 y 5).

3.2.2.1 Factores en estudio

Por la escasa información en el país sobre esta fruta se evaluó la interacción de los siguientes factores.

Cuadro 4. Factor A de la investigación: MADUREZ FISIOLÓGICA

FACTOR A	ESTADO FISIOLÓGICO DE MADURACIÓN	
	Simbología	Madurez
	M1	Verde
	M2	Negra

Cuadro 5. Factor B de la investigación: TEMPERATURA

FACTOR B	TEMPERATURA DE SECADO	
	Simbología	Temperatura
	t1	50 °C
	t2	60 °C
	t3	70 °C
	t4	80 °C

La interacción de los factores A y B dio un total de tratamientos de ocho como se los describe a continuación (Cuadro 6).

Cuadro 6. Interacción del Factor A y el Factor B (TRATAMIENTOS)

TRATAMIENTOS	Madurez fisiológica	Temperatura de secado	AXB
T1	m1	t1	m1t1
T2	m1	t2	m1t2
T3	m1	t3	m1t3
T4	m1	t4	m1t4
T5	m2	t1	m2t1
T6	m2	t2	m2t2
T7	m2	t3	m2t3
T8	m2	t4	m2t4

3.2.2.2 Diseño Experimental

El diseño estadístico empleado fue un Diseño Completo al Azar con arreglo factorial AxB

3.2.2.3 Características del Experimento

- Número de repeticiones: 3
- Unidad experimental: Cada unidad experimental fue de 1 500 gramos de higo fresco.
- Número de unidades experimentales: 24 unidades

En el Cuadro 7 se expone el esquema del ADEVA para esta investigación.

Cuadro 7. Esquema del ADEVA

FUENTES DE VARIACIÓN	GL
Total	23
Tratamiento	7
Factor A	1
Factor B	3
Interacción AxB	3
Error experimental	16

3.2.3 SEGUNDA FASE: APLICACIÓN DE LA HARINA DE HIGO

Una vez obtenida la harina de higo e identificado el mejor tratamiento, se procedió a incorporar esta harina en un producto de alto consumo como lo son las “Galletas tipo artesanal”

3.2.3.1 Comparaciones

Para ejecutar esta fase se evaluaron tres sustituciones de harina en la fórmula base, en la que se dosifica harina de trigo con la harina de higo en los porcentajes que se indican en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Cuadro de sustituciones en fórmula base.

Simbología	Porcentaje
D1	75%trigo 25%higo
D2	50%trigo 50%higo
D3	25%trigo 75%higo

3.2.3.2 Análisis Funcional

En la primera fase de la experimentación, para detectar diferencia estadística se aplicó la prueba de TUKEY al 5% para tratamientos, DMS para factores y se realizó una gráfica para las interacciones. Además, se procedió a evaluar organolépticamente a los cinco mejores tratamientos mediante un panel de once degustadores.

Para la segunda fase se aplicó la prueba de FRIEDMAN para evaluar variables cuantitativas (pruebas no paramétricas) de las tres dosificaciones de las galletas elaboradas con en el mejor tratamiento obtenido de la primera fase en las pruebas organolépticas.

3.3 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.3.1 Primera Fase: Obtención de harina de higo

3.3.1.1 Recepción

Se recibió las brevas de higo verdes, y negras a granel en una cantidad suficiente para el desarrollo de esta investigación.



Foto 3. Recepción de la breva en estado tierno. UTN, 2010.

3.3.1.2 Selección

Una vez receptada la materia prima se procedió a realizar la selección del fruto, eliminando impurezas palpables, y se separó fruto con deterioro en la corteza, rajaduras, y para el caso del fruto maduro que no exista fermentación interna. Es decir, se eliminó agentes que alteren la calidad del producto a obtener o alteren el proceso normal de secado.

3.3.1.3 Lavado

Luego se sumergió el fruto en buenas condiciones en agua con cloro para eliminar el polvo y microorganismos nocivos.



Foto 4. Lavado de fruto tierno. UTN, 2010.

3.3.1.4 Picado

Se procedió a trocear la fruta para optimizar el proceso de secado disminuyendo el área de secado, se realizó trozos de aproximadamente 2cm de largo por 2cm de ancho.



Foto 5. Picado de la breva en estado maduro. UTN, 2010.

3.3.1.5 Secado

Seleccionadas las brevas con los estados de madurez verde y negra se procedió a pesar 1500g para cada unidad experimental, posteriormente se sometió a un tratamiento térmico en el desecador en sus respectivas bandejas hasta alcanzar un peso constante.



Foto 6. Entrada al secador del fruto maduro. UTN, 2010.

3.3.1.6 Enfriamiento

Para que el producto secado alcance una la temperatura ambiente que es de 17,4°C se procedió a enfriar las brevas en el desecador, para así lograr una humedad de equilibrio y poder extender el período de vida útil.



Foto 7. Fruto tierno y seco expuesto al ambiente. UTN, 2010.

3.3.1.7 Molienda

Se molturó las brevas secas de los dos estados de maduración a una baja velocidad en un molino el cual mitigue la pérdida de las propiedades físico – químicas y nutricionales del fruto.



Foto 8. Molino de rodamientos internos. UTN, 2010.

3.3.1.8 Tamizado

Obtenida la molturación de los frutos de la higuera, mediante el uso de las zarandas se tamizó con la finalidad de homogenizar las partículas de harina y fijar un producto uniforme, estableciendo una mayor calidad en el producto final.

3.3.1.9 Envasado

Se pesó cada una de las molturaciones en fundas transparentes, las mismas que se sellaron para evitar la contaminación con el medio ambiente.

3.3.1.10 Almacenado

Se almacenó en un lugar fresco y seco hasta su posterior empleo en la elaboración de las galletas.

3.3.1.11 FLUJOGRAMA DE PROCESO (Harina de higo)

A continuación se esquematiza el proceso que se empleó para obtener harina de higo

(*Ficus carica* L.)



Figura 3. Flujoograma de proceso para la obtención de harina de higo. UTN, 2010.

3.3.1.12 Balance de materiales para obtención de harina de higo

En el siguiente gráfico se expone el balance de materiales para el proceso de obtención de harina.

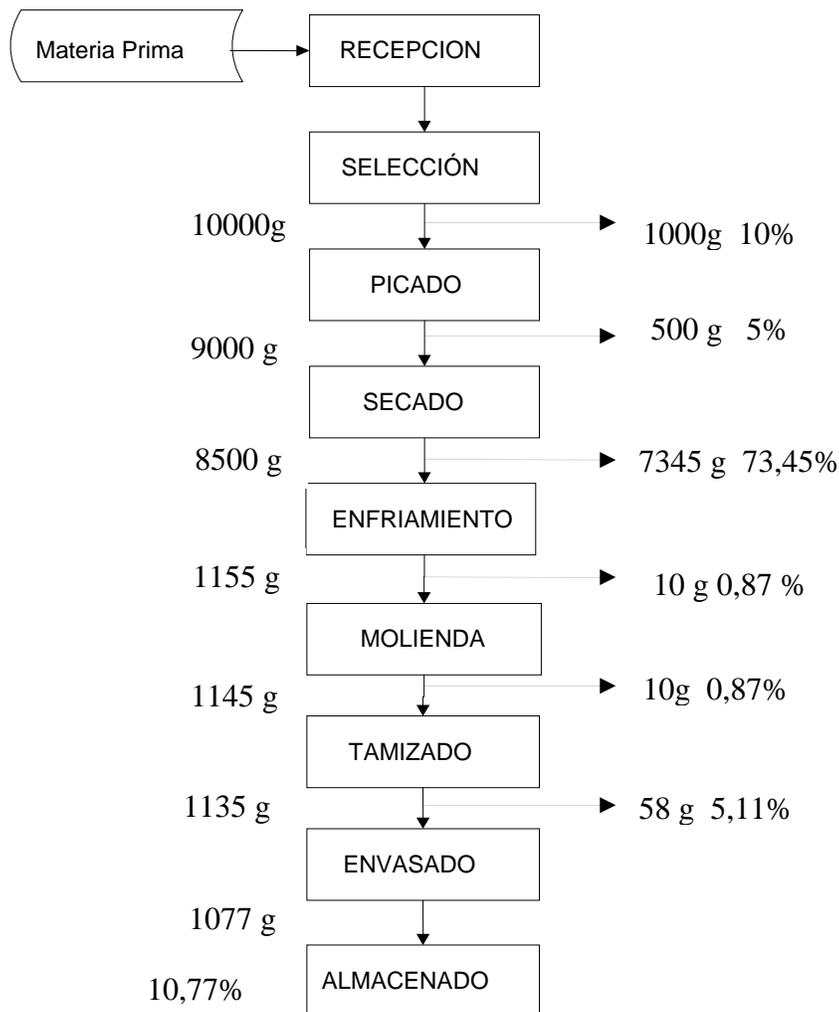


Figura 4. Balance de materiales para la obtención de harina de higo. UTN, 2010.

3.3.2 Segunda Fase: Aplicación de la Harina

3.3.2.1 FLUJOGRAMA DE PROCESO (Elaboración de galletas)

Este es el Flujoograma que se empleó para la elaboración de galletas tipo artesanal en la presente investigación.



Figura 5. Flujoograma de proceso para la elaboración de galletas empleando harina del higo. UTN, 2010.

3.4 VARIABLES A EVALUADAS

3.4.1 Primera fase.- Obtención de harina de higo.

3.4.1.1 Variables cuantitativas

- **Tiempo**

El tiempo de secado se determinó pesando la muestra sometida al desecador cada hora hasta llegar a una humedad constante, con la finalidad de establecer el mejor tiempo de deshidratación sin que se pierda las propiedades físico – químicas, en una relación P/P.

- **Rendimiento**

Para obtener el rendimiento del producto se evaluó en función de un balance de materiales el mismo que se lo realizó a partir del peso inicial de las brevas y los pesos en cada proceso, se evaluó el rendimiento a los ocho tratamientos.

Se aplicó la fórmula siguiente:

$$R = (Pa/Ph) * 100$$

Donde: R= Rendimiento

Pa= Peso de la harina obtenida

Ph= Peso inicial del Higo.

- **Granulometría**

Una vez obtenida la molturación de cada uno de los ocho tratamientos se sometió a un tamizado mediante el uso de las zarandas empleada para la obtención de harinas, para con ello identificar qué dimensión de partículas fueron las de mayor presencia en este producto.

- **Volumen**

Una vez determinadas las diferentes granulometrías se procedió a medir el volumen de la muestra de harina tamizada en el paso anterior. Se empleó una bureta a la que se le adicionó los 100 g de harina y se le dio 20 golpes con el fin de eliminar el aire y compactar la muestra, para proceder a la lectura de la medición.

- **Índice de Retención de Agua**

Una vez obtenida la harina, se procedió a adicionar agua en 3g a cada una de las muestras las mismas que luego se filtraron y se midió la cantidad de agua filtrada.

La fórmula para el cálculo fue el siguiente:

$$CR = (X - VF) / W$$

Donde: **CR** = Índice de Retención de Agua

X= constante referente a la cantidad de agua adicionada

VF= Volumen del agua filtrada

W = Peso de la muestra

- **Peso Específico**

Se determinó a las ocho molturaciones y se procedió a adicionar 10g de harina en la probeta, posteriormente se procedió a dar de 20 a 30 golpes con el fin de eliminar el aire y se dé compactación de la muestra, para luego medir el volumen ocupado por la harina, se aplicó la siguiente ecuación:

$$Pe = m/v$$

Donde: Pe= Peso Específico

m= Peso de la muestra

v = Volumen de la muestra

- **Análisis Proximal**

Se lo realizó a los tres mejores tratamientos obtenidos de la evaluación organoléptica de la harina de higo. Los análisis de laboratorio se los determinó en el Laboratorio de Usos Múltiples de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la UTN.

Las variables evaluadas fueron:

- Ceniza
- Extracto etéreo
- Materia seca
- Proteína
- Densidad
- Fibra
- Azúcares Reductores
- Azúcares Totales

3.4.1.2 Variables Cualitativas

Las características organolépticas se evaluó mediante un panel de 11 degustadores se analizó variables como color, sabor, olor y textura, de la harina obtenida en la primera etapa de esta investigación.

Resultados que fueron evaluados mediante la prueba de FRIEDMAN

3.4.2 Segunda fase.- Aplicación de la harina de higo en elaboración de galletas

Como ya se mencionó las galletas se elaboraron con el mejor tratamiento de la primera fase, en este producto se realizó evaluaciones cuantitativas y cualitativas:

3.4.2.1 VARIABLES CUANTITATIVAS

- **Análisis Nutricional**

Este análisis se lo realizó al mejor tratamiento obtenido de la evaluación organoléptica de la galleta. Los análisis se los hizo en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.

Se evaluaron los siguientes parámetros:

- Grasa Total
- Grasa Saturada
- Colesterol
- Sodio
- Carbohidratos
- Azúcares Totales
- Fibra Dietética

- Vitamina A
- Vitamina B3
- Vitamina C
- Calcio
- Hierro

3.4.2.2 Variables Cualitativas

Se evaluó las pruebas organolépticas mediante un panel de 10 degustadores se analizó variables como color, sabor, olor, textura, crocancia y crujencia de las galletas elaboradas con harina de higo del mejore tratamiento.

Resultados que fueron evaluados mediante la prueba de FRIEDMAN.

CAPÍTULO IV

4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos experimentalmente en esta investigación dan lugar a nuevas expectativas del producto a obtenerse, debido a que el análisis de la varianza para cada una de las variables estudiadas presentaron significación estadística tanto al 5% como para el 1%, haciendo referencia a que los tratamientos tienen un comportamiento diferente en cada una de las condiciones de obtención.

La nomenclatura empleada para el análisis estadístico fue la que a continuación se especifica:

- * = SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA (1%)
- ** = ALTA SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA (5%)
- NS = NO SIGNIFICATIVO

4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN PRIMERA (primera fase).

4.1.1 Tiempo de Secado

Para poder realizar el análisis de los resultados de esta variable (Tiempo de secado) se procedió a graficar las respectivas curvas en función de la temperatura con la variación de peso en el transcurso del tiempo

Cuadro 9. Datos de la pérdida de peso en el transcurso del tiempo. UTN, 2010.

TIEMPO (horas)	Pérdida De Peso Durante El Proceso De Secado (Kg.)							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
0	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
1	1,295	1,080	1,235	1,220	1,355	1,300	1,240	1,290
2	1,200	0,860	0,995	1,005	1,275	1,200	1,055	1,055
3	1,110	0,705	0,900	0,755	1,140	1,100	0,855	0,980
4	0,905	0,610	0,660	0,555	1,050	1,000	0,655	0,810
5	0,780	0,450	0,460	0,360	0,920	0,900	0,409	0,645
6	0,660	0,305	0,335	0,270	0,815	0,800	0,385	0,525
7	0,585	0,230	0,220	0,225	0,705	0,700	0,290	0,425
8	0,460	0,205	0,195	*0,215	0,610	0,600	0,240	0,315
9	0,375	*0,200	*0,190	*0,215	0,525	0,500	0,215	0,240
10	0,325	*0,200	*0,190		0,455	0,400	0,210	0,200
11	0,275	*0,200	*0,190		0,415	0,300	*0,200	0,185
12	0,245				0,340	0,200	*0,200	*0,180
13	0,210				0,305	*0,100		*0,180
14	0,195				0,265	*0,100		*0,180
15	0,190				0,230	*0,100		
16	*0,185				0,215			
17	*0,185				0,190			
18	*0,185				0,180			
19					0,160			
20					0,150			
21					*0,145			
22					*0,145			
23					*0,145			

(*) Pesos constantes que se lograron después de transcurrido el tiempo de dishidratación del fruto del higo en los dos estados de madurez.

En la Figura 6 se representa la pérdida de peso en función del tiempo indicando que tratamiento eliminó más cantidad de agua en el menor tiempo.

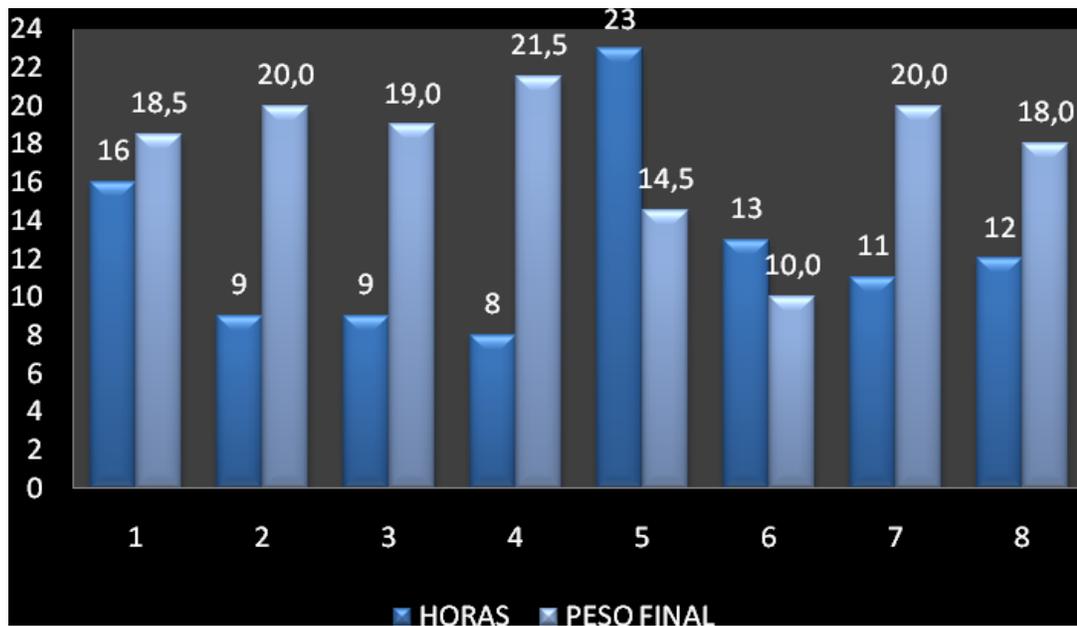


Figura 6. Variación del peso del fruto seco en función del tiempo. UTN,2010.

Se puede observar el comportamiento del tiempo frente a la temperatura en cada uno de los tratamientos y se observó que el tratamiento T4 es el mejor tiempo de secado con ocho horas para la madurez verde a una temperatura de 80°C ; y para la madurez negra el mejor tiempo corresponde al tratamiento T7 con once horas de secado a una temperatura de 60°C. Lo que denota que el estado de madurez influye en el tiempo de sacado, siendo proporcional al contenido de azúcar.

4.1.2 Rendimiento de la harina de higo

Una vez obtenido el producto final se procedió a pesar la harina obtenida para luego aplicar la fórmula para determinar el rendimiento, la misma que se indica en el capítulo anterior. Una vez tabulados los datos se procedió a transformarlos con la tabla estadística para conversión del porcentaje y poder realizar los cálculos respectivos. Los resultados del rendimiento constan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Rendimiento de la harina de higo, UTN, 2010.

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 (m1t1)	18,150	18,630	21,640	58,420	19,473
T2 (m1t2)	18,630	19,090	19,280	57,000	19,000
T3 (m1t3)	18,530	18,910	19,090	56,530	18,843
T4 (m1t4)	21,300	19,640	19,730	60,670	20,223
T5 (m2t1)	15,230	13,560	15,680	44,470	14,823
T6 (m2t2)	17,560	17,050	16,740	51,350	17,117
T7 (m2t3)	17,560	16,640	17,560	51,760	17,253
T8 (m2t4)	17,950	17,760	17,160	52,870	17,623
TOTAL	144,910	141,280	146,880	433,070	18,045

Cuadro 11. Análisis del ADEVA para la variable Rendimiento UTN, 2010.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	74,1694				
Tratamientos	7	61,14033	8,7343	10,726 **	4,030	2,660
FA (Estado de Madurez)	1	43,12120	43,1212	52,954 **	8,530	4,490
FB (Temperatura)	3	9,454012	3,1513	3,870 *	5,290	3,240
I (AxB)	3	21,59418	7,1981	8,839 **	5,290	3,240
ERROR EXP.	16	13,0291	0,8143			

CV= 5,00 %

Realizado el análisis del ADEVA se puede observar que existe alta significación para Tratamientos, Factor A correspondiente a los dos estados de madurez y para la interacción; además existe significación al 5% para el Factor B que son las temperaturas de secado, por lo que se realizó la Prueba de Tukey, DMS para Factores y la gráfica para interacción.

El coeficiente de Variación es de 5,00% que es un valor aceptable dentro de este tipo de ensayos, pues los ensayos que se realizan en condiciones controladas (Laboratorio) este coeficiente no debe superar el 5% , esta variable como se observa está en el rango máximo de aceptación y si este fuese superior se procedería a una repetición del ensayo.

Cuadro 12. Prueba de Tukey para la variable Rendimiento. UTN, 2010.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T4 (m1t4)	20,223	a
T1 (m1t1)	19,473	a
T2 (m1t2)	19,000	a
T3 (m1t3)	18,843	a
T8 (m2t4)	17,623	b
T7 (m2t3)	17,253	b
T6 (m2t2)	17,117	b
T5 (m2t1)	14,823	c

Al realizar la respectiva Prueba de Tukey para la variable Rendimiento se observa tres rangos y se concluyó que los mejores tratamientos son: T4, T1, T2 y T3 los que corresponden a la madurez verde (M1) con temperaturas de (80, 50, 60 y 70)°C respectivamente pues los resultados son similares.

Cuadro13. Prueba DMS para el rendimiento en el factor A (estado de madurez),
UTN, 2010.

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
M1 (verde)	19,385	a
M2(negra)	16,704	b

Una vez realizadas las pruebas de DMS para el Factor A se observó significación estadística y se determinó que M1 (madurez verde) sí influye en la variable Rendimiento.

Cuadro 14. Prueba DMS para el Rendimiento en el Factor B (Temperatura de secado) UTN, 2010.

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
t4 (80°C)	18,923	a
t2 (60°C)	18,058	a
t3 (70°C)	18,048	a
t1 (50°C)	17,148	b

Al realizar las pruebas de DMS para el Factor B se determinó la presencia de dos rangos siendo el nivel 4 que corresponde a la temperatura de secado de 80°C es el de mejor resultados para esta variable.

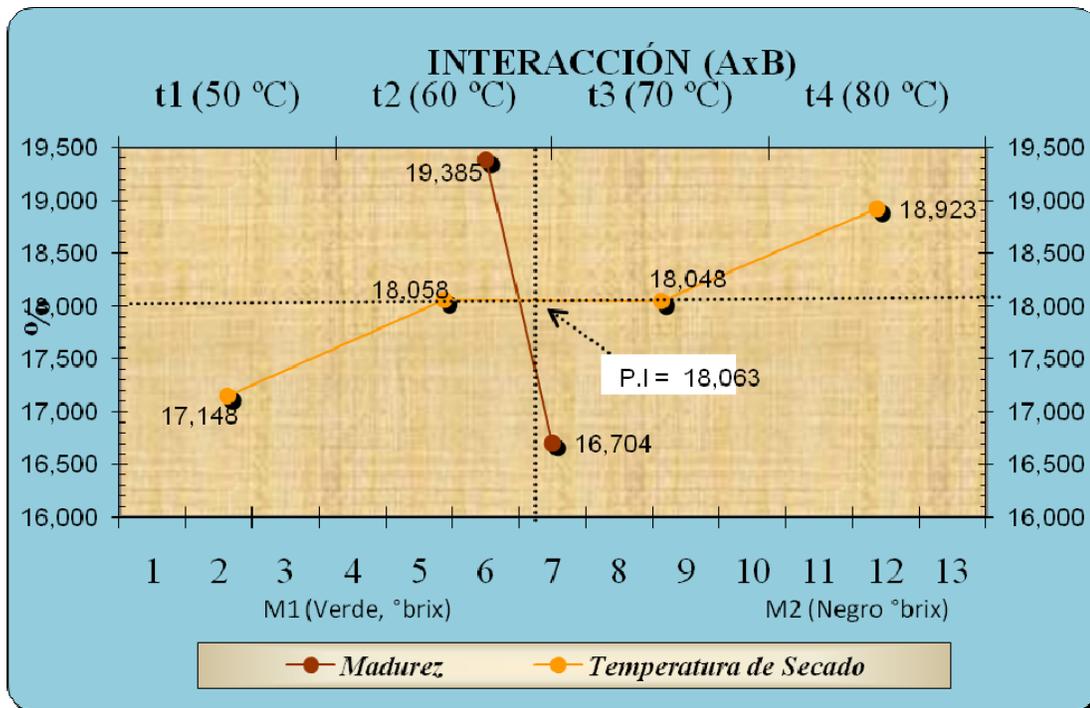


Figura 7. Interacción de los Factores A y B para la variable rendimiento, UTN, 2010.

En la Figura 7 se puede apreciar el punto de inflexión de la interacción de los Factores Ax B, lo que quiere decir que a una temperatura de 58,33°C se obtiene un rendimiento del 18,06% en el estado de madurez verde con 6°Brix. Rendimiento que se puede justificar como medio ya que dada su característica de flor invertida.

En la Figura 8 se puede apreciar los rendimientos de los ocho tratamientos estudiados.

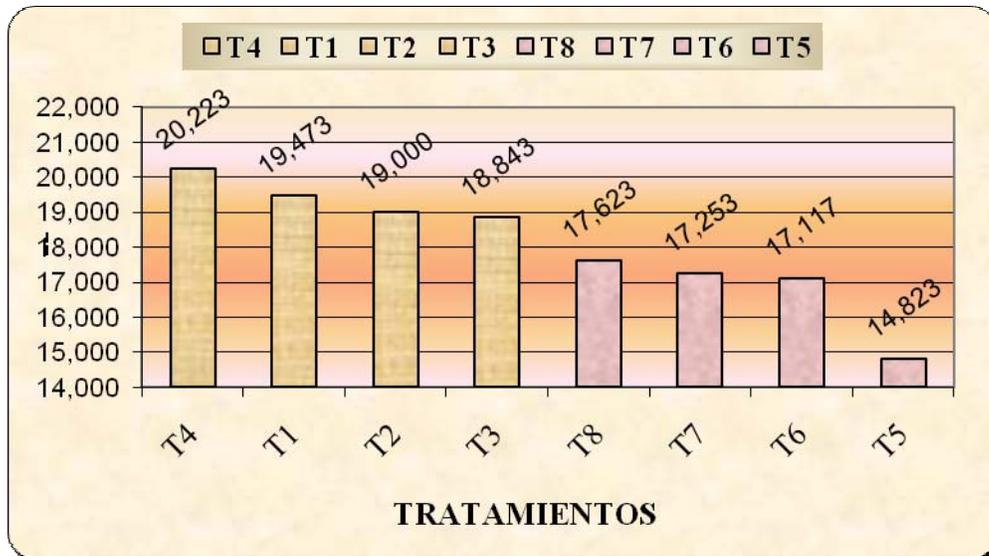


Figura 8. Promedio de rendimiento, UTN, 2010.

En el análisis de las medias en esta variable se encontró que el tratamiento T4 (madurez verde: temperatura 80°C) presentó los valores más altos seguido de T1, T2 y T3. Éstos corresponden a la madurez verde y temperaturas de 50, 60 y 70°C.

4.1.3 Granulometría

Al finalizar el proceso y mediante el uso de un tamiz con diámetro de poro 0.05mm se procedió a tamizar la molturación. Los datos los datos expuestos en el Cuadro 15 son gramos de harina retenida en el tamiz de mayor dimensión.

Cuadro 15. Granulometría para la harina de higo, UTN, 2010.

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 (m1t1)	0,052	0,053	0,051	0,156	0,052
T2 (m1t2)	0,044	0,046	0,041	0,131	0,044
T3 (m1t3)	0,043	0,043	0,043	0,129	0,043
T4 (m1t4)	0,055	0,055	0,058	0,168	0,056
T5 (m2t1)	0,052	0,046	0,045	0,143	0,048
T6 (m2t2)	0,045	0,047	0,042	0,134	0,045
T7 (m2t3)	0,050	0,052	0,053	0,155	0,052
T8 (m2t4)	0,036	0,037	0,037	0,110	0,037
TOTAL	0,377	0,379	0,370	1,126	0,047

Al realizar el ADEVA se pudo observar alta significación para los Tratamientos, el Factor A, Factor B y su interacción, por lo que se recomienda realizar la Prueba de Tukey para tratamientos y DMS para Factores. Además, el Coeficiente de Variación es de 4,37% lo que indica la buena conducción del experimento ya que esta dentro de los límites normales (Cuadro 16).

Cuadro 16. Análisis del ADEVA para la variable granulometría, UTN, 2010.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	0,00086983				
Tratamientos	7	0,00080250	0,00011464	27,24 **	4,03	2,66
FA (Estado de Madurez)	1	0,00007350	0,00007350	17,46 **	8,53	4,49
FB (Temperatura)	3	0,00009950	0,00003317	7,88 **	5,29	3,24
I (AxB)	3	0,00069683	0,00023228	55,19 **	5,29	3,24
ERROR EXP.	16	0,00006733	0,00000421			

CV= 4,37%

Al analizar los resultados la prueba de Tukey se encontró alta significación estadística observándose tres rangos a, b y c respectivamente, de los cuales T4 (madurez verde, temperatura 80°C), T1 (madurez verde, temperatura 50°C) y T7 (madurez negra, temperatura 70°C) son los niveles que mejor interactuaron (Cuadro 17).

Cuadro 17. Prueba de TUKEY para la variable granulometría, UTN, 2010.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T4 (m1t4)	0,056	a
T1 (m1t1)	0,052	a
T7 (m2t3)	0,052	a
T5 (m2t1)	0,048	b
T6 (m2t2)	0,045	b
T2 (m1t2)	0,044	b
T3 (m1t3)	0,043	b
T8 (m2t4)	0,037	c

Una vez realizadas las pruebas de DMS para el Factor A se observó significación estadística para el nivel 1 de la (madurez verde); como se indica en el Cuadro 18, demostrando la incidencia de este factor en la granulometría. Los resultados de esta variable se indican en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Prueba DMS para en el Factor A (Estado De Maduración), UTN, 2010.

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
M1 (verde)	0,049	a
M2 (negra)	0,045	b

Al realizar las pruebas de DMS para el Factor B se determinó la presencia de dos rangos expresando así su significación estadística, de lo cual las temperaturas de 50 y 70°C que corresponden a t1 y t3 son las que mejor interactuaron (Cuadro 19).

Cuadro 19. Prueba DMS para la granulometría en el factor B (Temperatura de secado), UTN, 2010

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
t1 (50°C)	0,050	a
t3 (70°C)	0,047	a
t4 (80°C)	0,046	b
t2 (60°C)	0,044	b

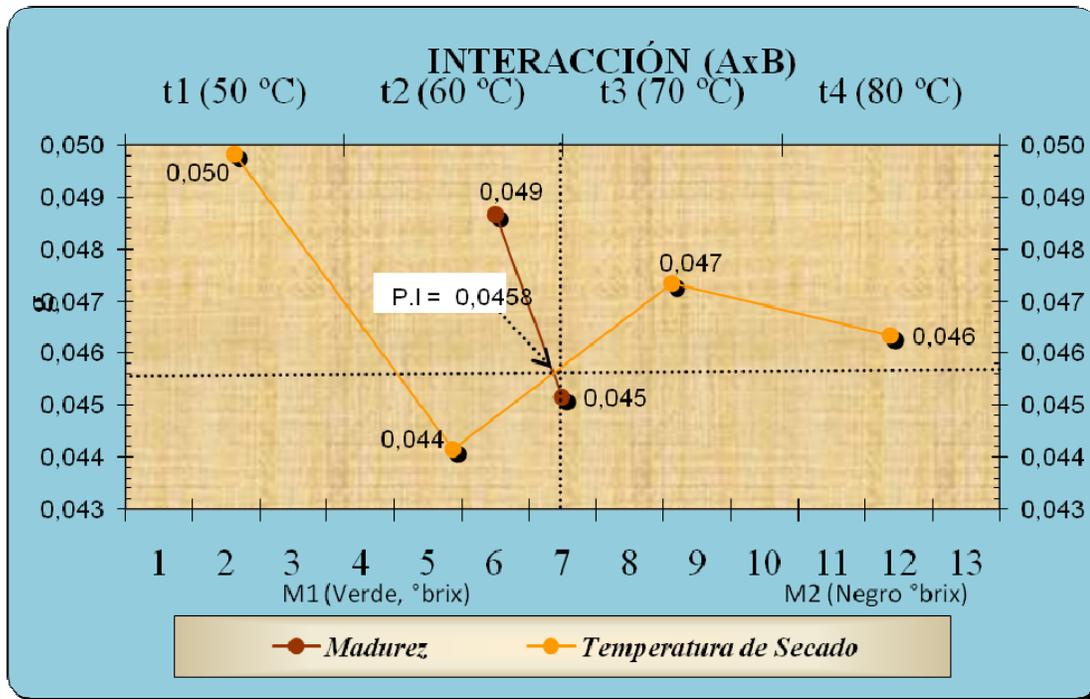


Figura 9. Interacción de los factores A y B para la variable granulometría.UTN, 2010.

En la Figura 9 se puede apreciar el punto óptimo de la interacción de los Factores AxB, lo que quiere decir, que a una temperatura de 59,48°C se obtiene una cantidad mínima de 0,045 g de producto no apto para el uso en galletas dentro del estado de madurez negra con 6,34°Brix.

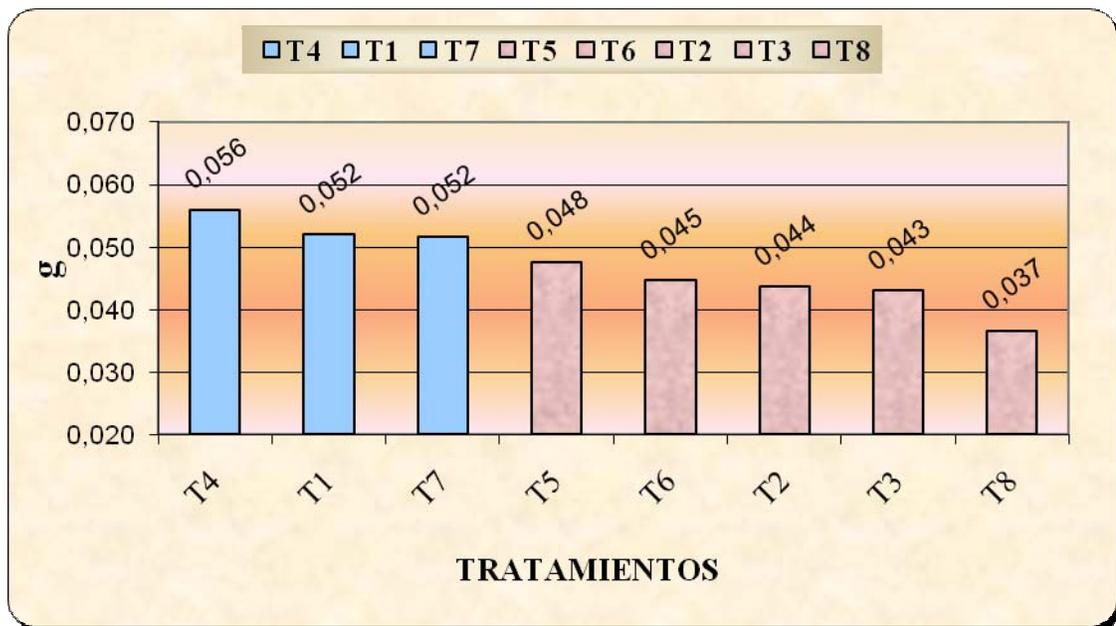


Figura 10. Promedio de granulometría, UTN, 2010.

En el análisis de las medias en esta variable se encuentra que el tratamiento T8 (madurez negra: temperatura 80°C) presenta un valor de 0,037g de producto no apto para el uso en la elaboración de galletas, seguido de T3 (madurez verde: temperatura 70°C) y T4 (madurez verde: temperatura 80°C) tratamientos con una mínima cantidad de salvado.

4.1.4 Volumen

Para llevar a cabo este análisis se tomó 10gr de harina se la trasvasó a una probeta y se procedió como se indicó anteriormente; los datos obtenidos se presentan en ml de muestra (Cuadro 20).

Cuadro 20. Volumen de harina de higo, UTN, 2010

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	0,026	0,027	0,024	0,077	0,026
T2	0,033	0,031	0,032	0,096	0,032
T3	0,028	0,028	0,030	0,086	0,029
T4	0,031	0,029	0,028	0,088	0,029
T5	0,018	0,019	0,018	0,055	0,018
T6	0,018	0,018	0,018	0,054	0,018
T7	0,019	0,018	0,018	0,055	0,018
T8	0,017	0,016	0,016	0,049	0,016
TOTAL	0,19	0,186	0,184	0,56	0,023

En el Cuadro 21 se puede distinguir los resultados del ADEVA para la variable Volumen.

Cuadro 21. Análisis de ADEVA para la variable Volumen. UTN, 2010

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	0,000833				
Tratamientos	7	0,000817	0,000117	116,762 **	4,030	2,660
FA (Estado de Madurez)	1	0,000748	0,000748	748,167 **	8,530	4,490
FB (Temperatura)	3	0,000029	0,000010	9,667 **	5,290	3,240
I (AxB)	3	0,000056	0,000019	18,722 **	5,290	3,240
ERROR EXP.	16	0,000016	0,000001			

CV= 4,29%

Se realizó el análisis de varianza para el Volumen encontrándose una alta significación estadística, tanto en Tratamientos como en Factores A (madurez) y B (temperatura de secado) e Interacciones, por lo que se procedió a realizar las respectivas pruebas de significación en Tukey para Tratamientos, DMS para Factores y la interacción mediante la gráfica. El CV es de 4,29%, siendo un valor aceptable para esta investigación.

La prueba de Tukey para tratamientos muestra la diferencia estadística que existe entre ellos (Cuadro 22).

Cuadro 22. Prueba de Tukey para el volumen, UTN, 2010

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T2 (m1t2)	0,032	a
T3 (m1t3)	0,029	a
T4 (m1t4)	0,029	a
T1 (m1t1)	0,026	b
T5 (m2t1)	0,018	c
T6 (m2t2)	0,018	c
T7 (m2t3)	0,018	c
T8 (m2t4)	0,016	c

Según el Cuadro 22 se observó que en la prueba de Tukey para la variable Volumen se obtuvo tres rangos a, b, c. Dando la mejor valoración a los tratamientos T2, T3, T4 que corresponden a una maduración verde con las temperaturas de 60°C, 70°C y 80°C respectivamente.

Cuadro 23.Prueba DMS para factor A (Estado de madurez). UTN, 2010

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
M1	0,029	a
M2	0,018	b

En la prueba de Diferencia Mínima Significativa se obtuvo dos rangos estadísticos, demostrando así que los dos estados de maduración son diferentes e infiriendo de mejor manera el nivel 1 que corresponde a la madurez verde.

En el Cuadro 24 se muestran los rangos obtenidos para el factor B (Temperatura de Secado)

Cuadro 24.Prueba DMS para factor B (Temperatura de secado), UTN, 2010

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
t2	0,025	a
t3	0,024	b
t4	0,023	b
t1	0,022	c

En la variable del volumen al realizarse la prueba de Diferencia Mínima Significativa, se obtuvo tres rangos estadísticos, siendo mejor el t2 que correspondió a la temperatura de 60°C.

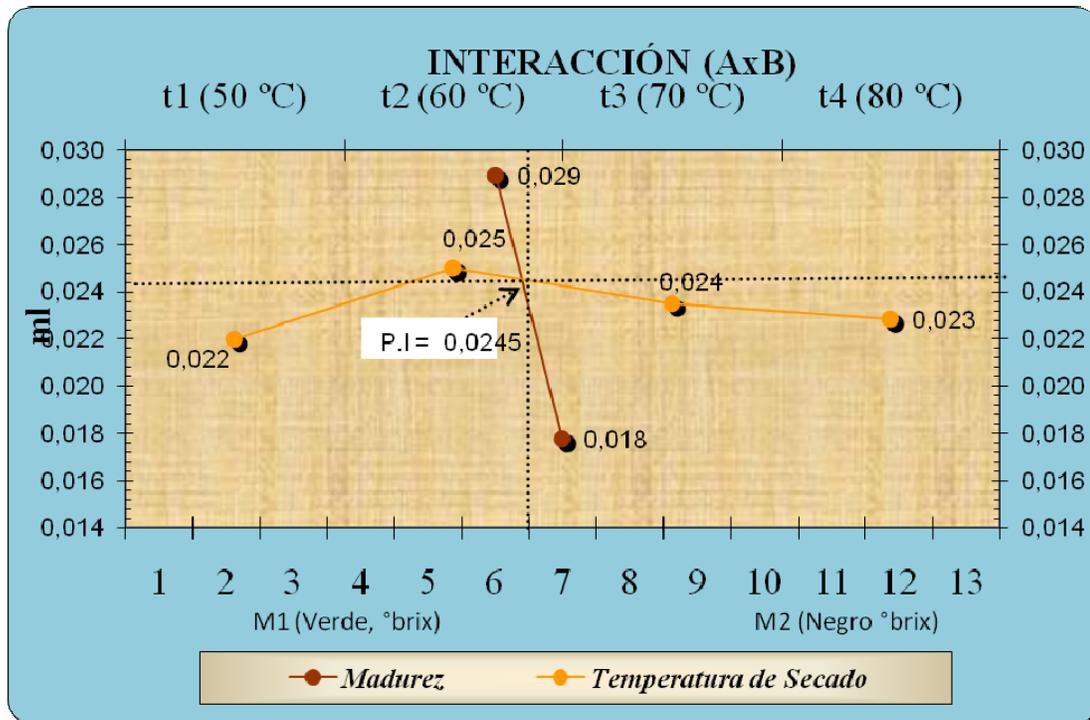


Figura 11. Interacción del volumen, UTN ,2010.

En la Figura 11 se observó que el punto de inflexión de la interacción de los Factores AxB, es de 0,0245 ml de volumen, siendo este el punto más óptimo el cual está situado a 58,23°C en una madurez verde de 5,97°Brix.

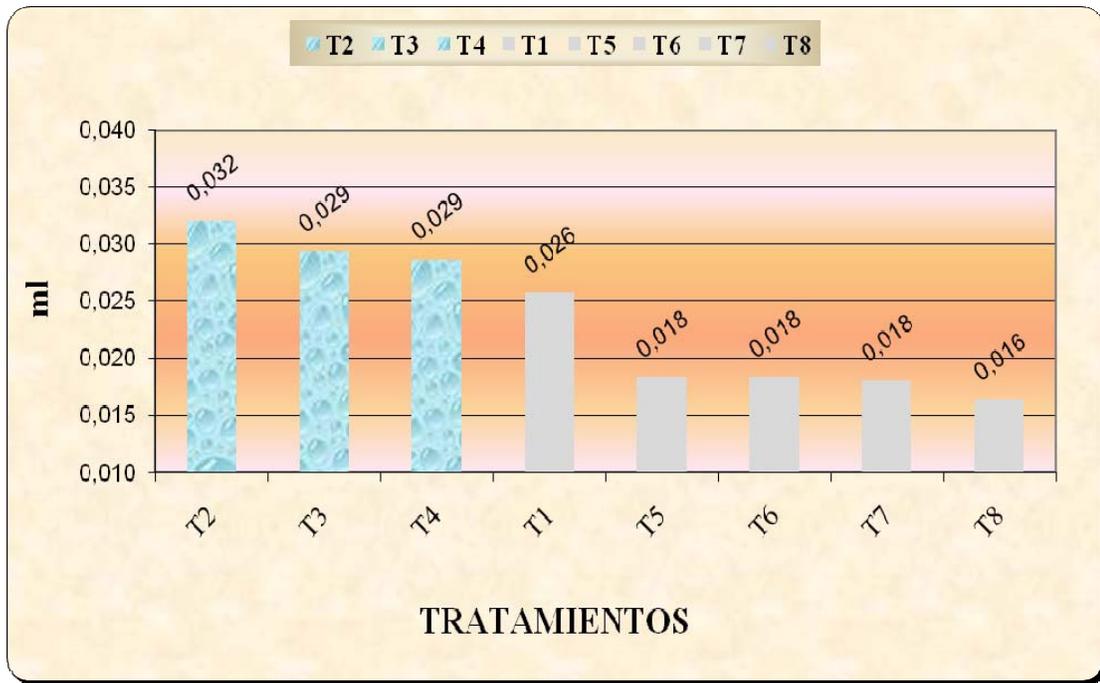


Figura 12. Promedio del volumen, UTN, 2010.

En esta Figura se determinó que el tratamiento de mayor volumen es T2 que corresponde a la madurez verde y temperatura de 60°C (m1t2) con resultados similares para el T3 (madurez verde, temperatura 70°C; m1t3) y T4 (madurez verde, temperatura 80°C; m1t4), lo que demuestra que la madurez verde da como resultado mayor volumen de la harina.

4.1.5 Índice de retención de agua

Una vez aplicada la técnica para esta variable y obtenidos los resultados se procedió a la tabulación, estos datos representan la cantidad de agua (ml) retenida sobre la cantidad de harina (gramos) (Cuadro 25).

Cuadro 25. Retención De Agua, UTN, 2010.

TRAT/REPT	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	10,670	12,000	11,330	34,000	11,333
T2	11,330	12,000	11,330	34,660	11,553
T3	13,330	11,670	12,330	37,330	12,443
T4	12,000	12,000	12,000	36,000	12,000
T5	5,000	5,330	5,000	15,330	5,110
T6	6,000	6,000	6,330	18,330	6,110
T7	6,330	6,330	6,000	18,660	6,220
T8	4,670	4,670	4,670	14,010	4,670
TOTAL	69,330	70,000	68,990	208,320	8,680

Al realizar un análisis de varianza (Cuadro 26) se observó una alta significación tanto para tratamientos como para los factores A y B (madurez y temperatura de secado), significación al 5% para la interacción A x B, por lo que se realizó la prueba de Tukey en tratamientos, la prueba DMS para factores y la gráfica para la interacción. Con un coeficiente de variación es de 4,82% (dentro de los límites normales).

Cuadro 26. Análisis de ADEVA para la variable retención de agua, UTN, 2010.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	248,687				
Tratamientos	7	245,888	35,127	200,826**	4,030	2,660
FA(Estado de Madurez)	1	238,518	238,518	1363,643**	8,530	4,490
FB (Temperatura)	3	4,661	1,554	8,882 **	5,290	3,240
I (AxB)	3	2,710	0,903	5,164 *	5,290	3,240
ERROR EXP.	16	2,799	0,175			

$$CV= 4,82\%$$

Realizada la prueba de Tukey para tratamientos, se determinó la presencia de tres rangos (a, b, c), siendo los mejores tratamiento T3, T4, T2 y T1 que corresponden a la madurez verde con una temperatura de 70, 80, 60 y 50°C respectivamente, por su mayor capacidad de retención de agua (Cuadro 27).

Cuadro 27. Prueba de Tukey para retención de agua, UTN, 2010.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T3 (m1t3)	12,443	a
T4 (m1t4)	12,000	a
T2 (m1t2)	11,553	a
T1 (m1t1)	11,333	a
T7 (m2t3)	6,220	b
T6 (m2t2)	6,110	b
T5 (m2t1)	5,110	c
T8 (m2t4)	4,670	c

En el Cuadro 28 se indica que una vez realizada la Prueba de DMS para el Factor A se pudo observar que el Nivel 1 que corresponde a la madurez verde es el que domina una mayor cantidad de retención de agua por lo que es aceptable para este estudio y el Nivel 2 que equivale a la madurez negra es el menos tolerable para este análisis ya que retiene una menor cantidad de agua.

Cuadro 28. Prueba DMS para el factor A (Estado de madurez), UTN, 2010

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
M1	11,833	a
M2	5,528	b

Realizada la prueba DMS para el Factor B se determinó tres rangos, siendo los de importancia el t3 (70°C) y t2 (60°C); tal como se pone de manifiesto en el Cuadro 29.

Cuadro 29. Prueba DMS para el factor B (temperatura de secado), UTN, 2010

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
t3	9,332	a
t2	8,832	a
t4	8,335	b
t1	8,222	c

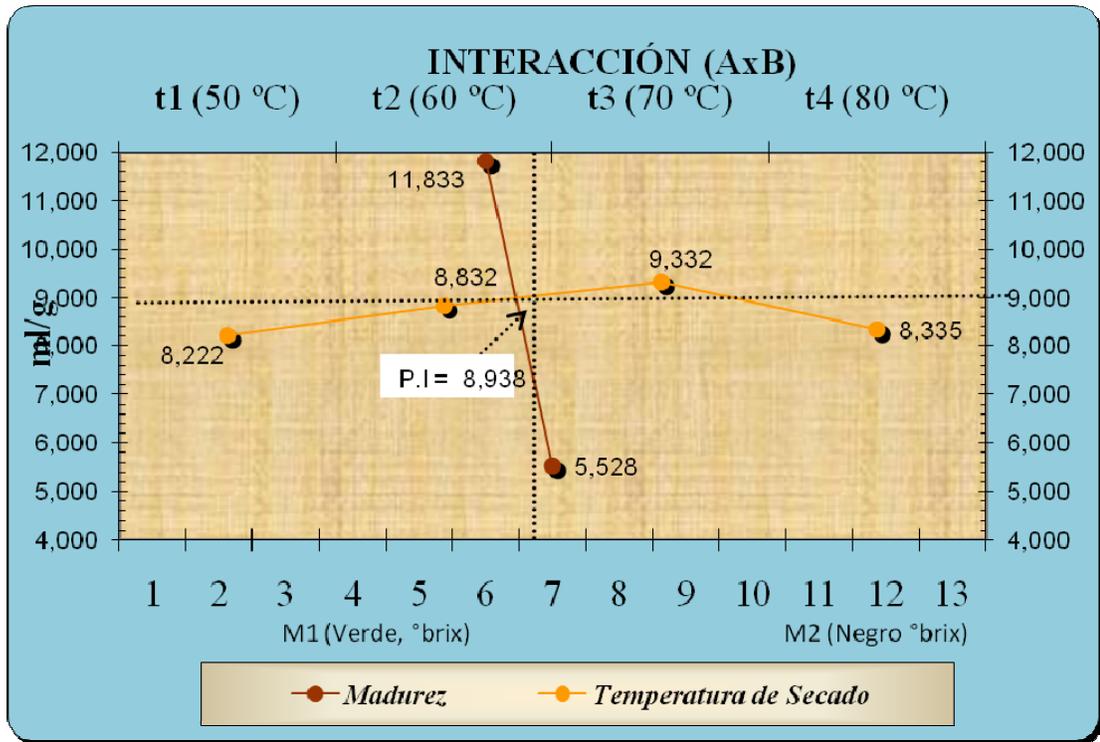


Figura 13. Interacción de retención de agua. UTN, 2010.

En la Figura 13 se puede observar que el punto de intersección es de 8,94 ml/g dentro de la madurez verde cuyo grados Brix es de 5,97°B con una temperatura de 58,23 °C dando un valor óptimo para esta investigación.

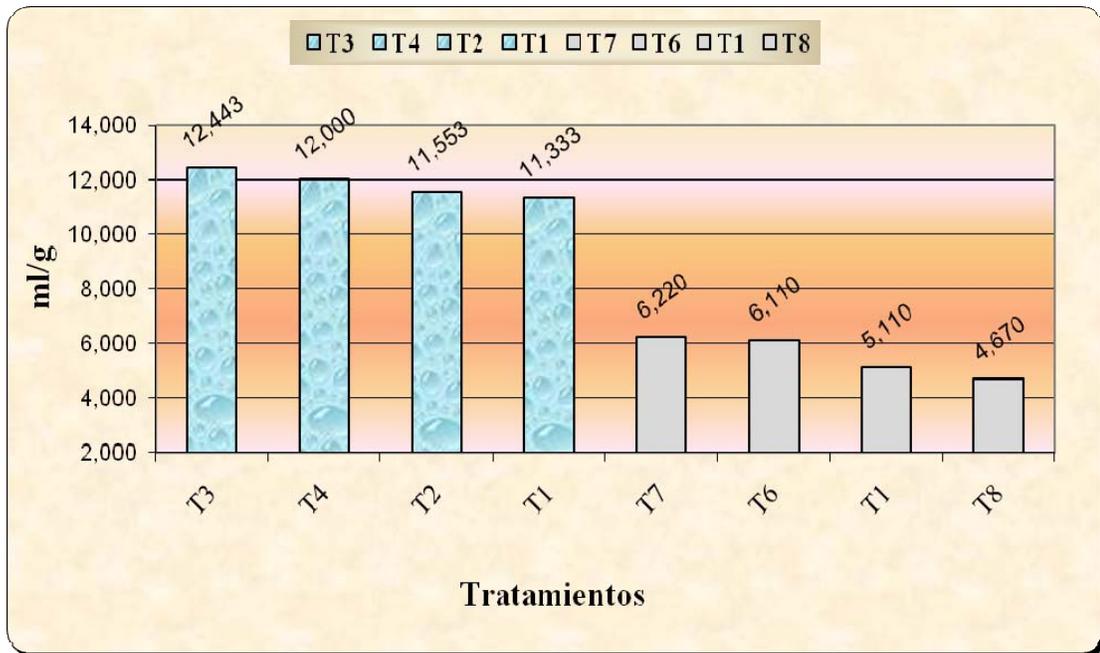


Figura 14. Promedio comparativo de tratamientos para retención de agua, UTN, 2010.

En el análisis de las medias en retención de agua se encontró que los tratamientos T3 (madurez verde: temperatura 70°C) T4 (madurez verde con una temperatura de 80°C) T2 (madurez verde; temperatura de 60°C) y T1 (madurez verde; temperatura de 50°C), presentaron los valores más notorios, indicándonos que estos tratamientos son los más óptimos para esta variable.

4.1.6 Peso específico

En el Cuadro 30 se exponen los datos están representados en g/ml, debido a que la fórmula matemática y la homologación de unidades dieron este resultado.

Cuadro 30. Peso Específico, UTN, 2010.

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	0,380	0,370	0,420	1,170	0,390
T2	0,300	0,320	0,310	0,930	0,310
T3	0,360	0,360	0,330	1,050	0,350
T4	0,320	0,340	0,360	1,020	0,340
T5	0,560	0,530	0,560	1,650	0,550
T6	0,560	0,560	0,560	1,680	0,560
T7	0,530	0,560	0,560	1,650	0,550
T8	0,590	0,630	0,630	1,850	0,617
TOTAL	3,600	3,670	3,730	11,000	0,458

En el análisis de varianza se observó una significación estadística al 1% todas las fuentes de variación, por lo que se realizó la prueba de Tukey al 5% en tratamientos, DMS para factores y la respectiva gráfica para interacciones. El CV de esta investigación es de 3,96% siendo un valor aceptable (Cuadro 31).

Cuadro 31. Análisis de ADEVA para la variable Peso específico, UTN, 2010.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	0,319				
Tratamientos	7	0,314	0,045	136,217 **	4,030	2,660
FA (Estado de Madurez)	1	0,295	0,295	895,646 **	8,530	4,490
FB (Temperatura)	3	0,007	0,002	6,987 **	5,290	3,240
I (AxB)	3	0,017	0,006	17,637 **	5,290	3,240
ERROR EXP.	16	0,005	0,000			

CV= 3,96%

Al realizar la prueba de Tukey para tratamientos, se determinó la presencia de cuatro rangos (a, b, c, d) como se muestra en el Cuadro 32, siendo el mejor tratamiento T8, que corresponde a la madurez negra con una temperatura de 80°C (m2t4), por su alto valor estadístico de peso específico.

Cuadro 32. Prueba de TUKEY para Peso Específico, UTN, 2010.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T8 (m2t4)	0,617	a
T6 (m2t2)	0,560	b
T5 (m2t1)	0,550	b
T7 (m2t3)	0,550	b
T1 (m1t1)	0,390	c
T3 (m1t3)	0,350	c
T4 (m1t4)	0,340	d
T2 (m1t2)	0,310	d

Al realizar la prueba de Diferencia Mínima Significativa para el factor A se encontró dos rangos de significación a y b, siendo el m2 que corresponde a la madurez negra el más óptimo (Cuadro 33).

Cuadro 33. Pruebas DMS para factor A (Estado de madurez), UTN, 2010.

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
M2	0,569	a
M1	0,348	b

En el Cuadro 34 se encontró tres rangos en la prueba de Diferencia Mínima Significativa a, b y c siendo t4 y t1 (temperatura de 80°C y 50°C) con rango estadístico alto. Siendo por tanto el mejor.

Cuadro 34. Prueba DMS para factor B (Temperatura de secado), UTN, 2010.

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
t4	0,478	a
t1	0,470	a
t3	0,450	b
t2	0,435	c

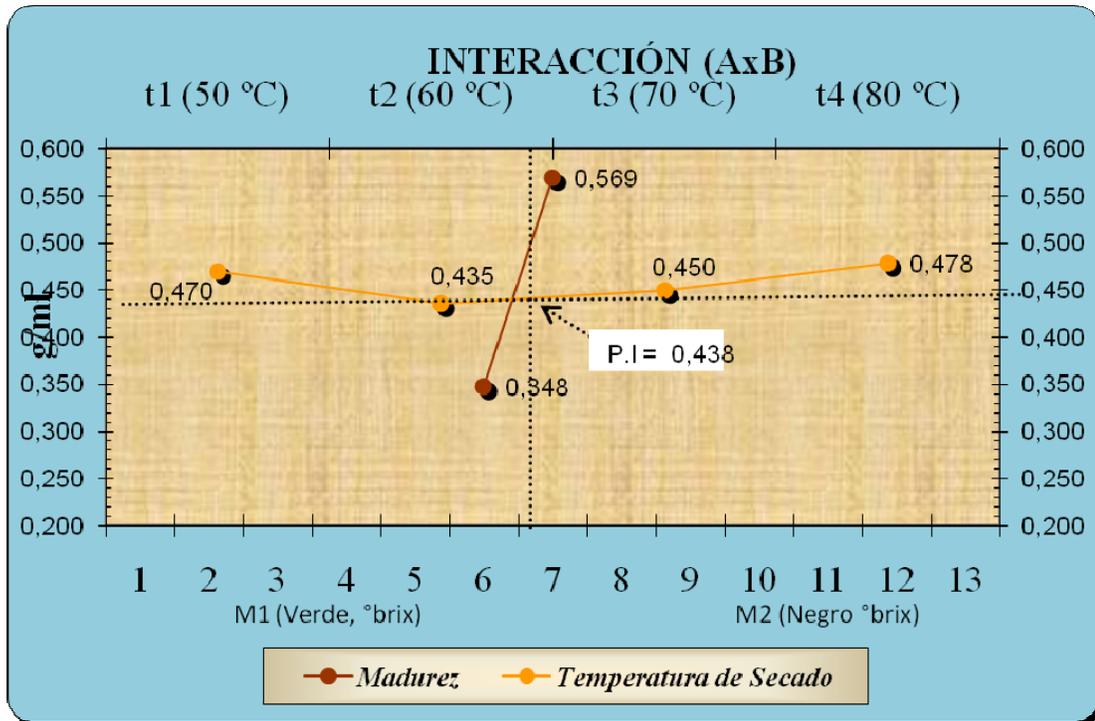


Figura 15. Interacción del Peso Específico, UTN, 2010.

Se observó en la Figura 15 que el punto de inflexión de los Factores A x B, es de 0,44 g/ml de peso específico siendo este el punto más óptimo dentro de la temperatura de 58,23°C en el estado de madurez verde que corresponde a 5,97°Brix.

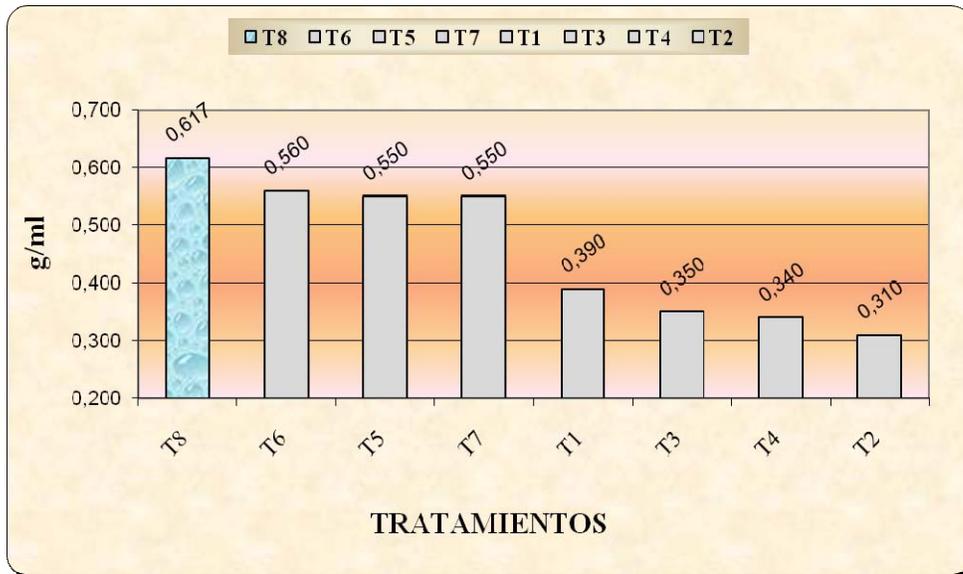


Figura 16. Promedio comparativo de tratamientos para Peso Específico, UTN, 2010.

En el análisis de las medias del Peso Especifico se encontró que el tratamiento T8 (madurez negra: temperatura 80°C) presentó los valores más altos indicándonos que este tratamiento es el más óptimos para esta variable.

4.1.7 Análisis Proximal

Estos análisis se realizaron en el laboratorio de usos múltiples de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 35. Análisis proximal de los tres mejores tratamientos en la obtención de harina de higo.

PARÁMETRO ANALIZADO	Unidad	Resultado		
		T2	T4	T8
Sólidos Totales	%	95,400	93,650	96,190
Cenizas	%	6,280	6,490	6,150
Proteína	%	5,580	6,510	4,610
Fibra	%	15,830	15,610	12,050
Extracto etéreo	%	1,430	1,410	1,220
Densidad	g/ml	0,787	0,806	0,905
Azúcares reductores libres	%	12,990	12,250	35,590
Azúcares Totales	%	51,950	50,890	62,360

En el Cuadro 35 se observa que el tratamiento T2 que corresponden a la madurez verde y temperaturas de sacado de 60°C presenta los valores más altos para los parámetros Fibra y Extracto Etéreo; el tratamiento T4 que corresponde a la madurez verde con una temperatura de 80°C tiene la mejor valoración para la presencia de Cenizas y Proteína; mientras que, los Azúcares totales y Azúcares reductores libres se encuentran en mayor cantidad en el tratamiento T8 que corresponde a la madurez negra con una temperatura de 80°C. Con relación a la densidad los tres tratamientos están dentro de los parámetros normales.

4.1.8 Análisis Sensorial: Primera Fase (Obtención de la harina de higo (*Ficus carica* L.))

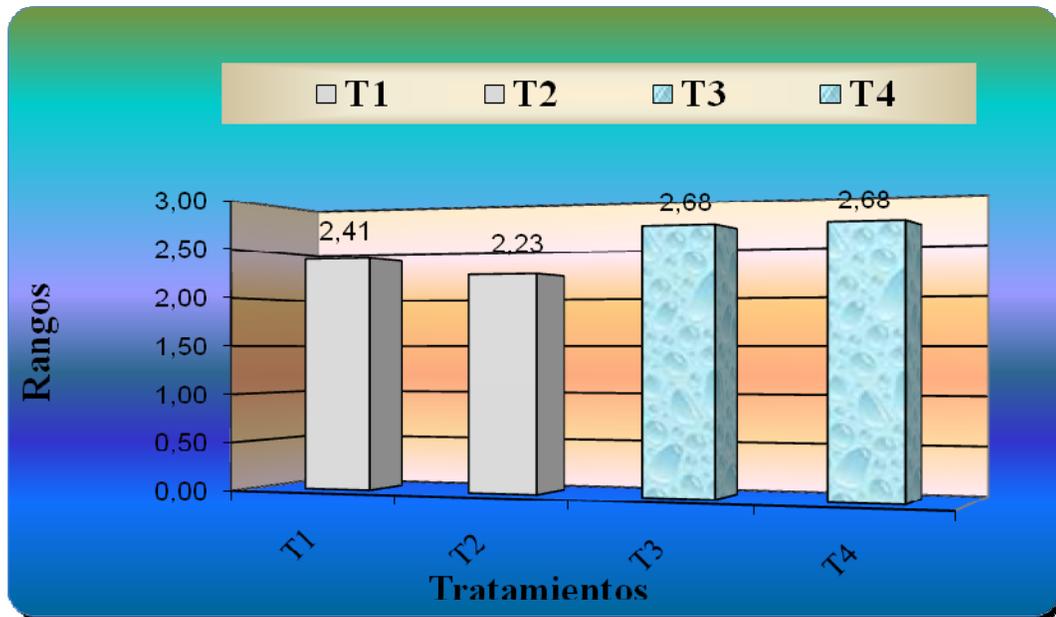
Para el desarrollo de esta evaluación se empleó un panel de 10 degustadores quienes fueron entrenados con anterioridad para apreciar de una manera correcta las cualidades de la harina como textura, color, olor y sabor.



Foto 9. Degustación de la harina de higo. UTN, 2010.

4.1.8.1 Variable Textura

Esta variable hace referencia a la sensación que los panelistas percibieron al palpar la



harina de higo.

Figura 17. Promedio de la Textura, UTN, 2010.

$$X^2 = 0,9818 \text{ NS}$$

La Figura 17 muestra el promedio de la variable textura una vez realizada la degustación se procedió a realizar los cálculos correspondientes a la prueba de Friedman obteniendo un resultado no significativo, ya que para los panelistas no existió una diferencia estadística. Asimismo, se pudo observar que los mejores tratamientos fueron T3 y T4 que corresponden a la harina de higo obtenida en una madurez verde a temperatura de 70°C la primera, mientras que la segunda

corresponde a la harina de higo obtenida en un estado de madurez verde y temperatura de 80°C y que tienen medias similares de 2,68.

4.18.2 Variable Color

La percepción de los panelistas al observar la harina con respecto a su color es un factor de aceptabilidad para un posterior expendio. Los resultados de esta variable se muestran en la Figura 18.

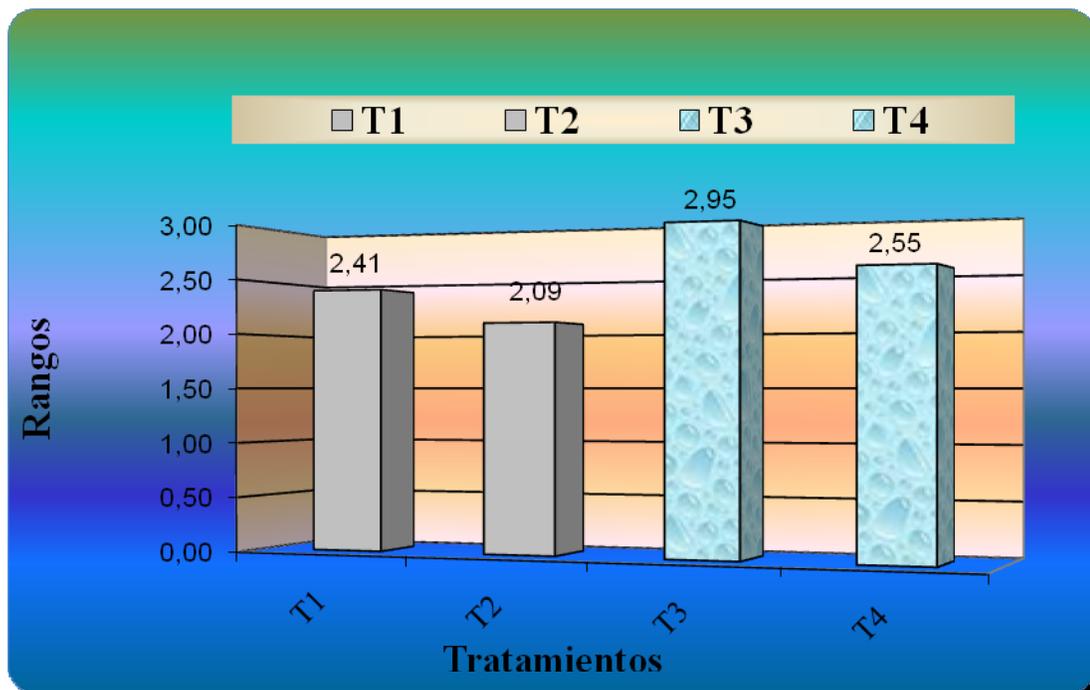


Figura 18. Valor Promedio de Color, UTN, 2010.

$$X^2 = 2,53636 \text{ NS}$$

Al aplicar la prueba de Friedman para esta variable se determinó que fueron iguales ya que no hay una significación estadística. En la Figura 18 se observa como los tratamientos T3 (harina de higo obtenida en una madurez verde a temperatura de 70°C y T4 (harina de higo obtenida en un estado de madurez verde y temperatura de 80°C) son los mejores.

4.1.8.3 Variable Olor

El olor determina la aceptabilidad de los productos en el mercado, por ello la presencia del olor característico del higo debe permanecer aún después de su deshidratación. Los resultados de la degustación se muestran en la Figura 19.

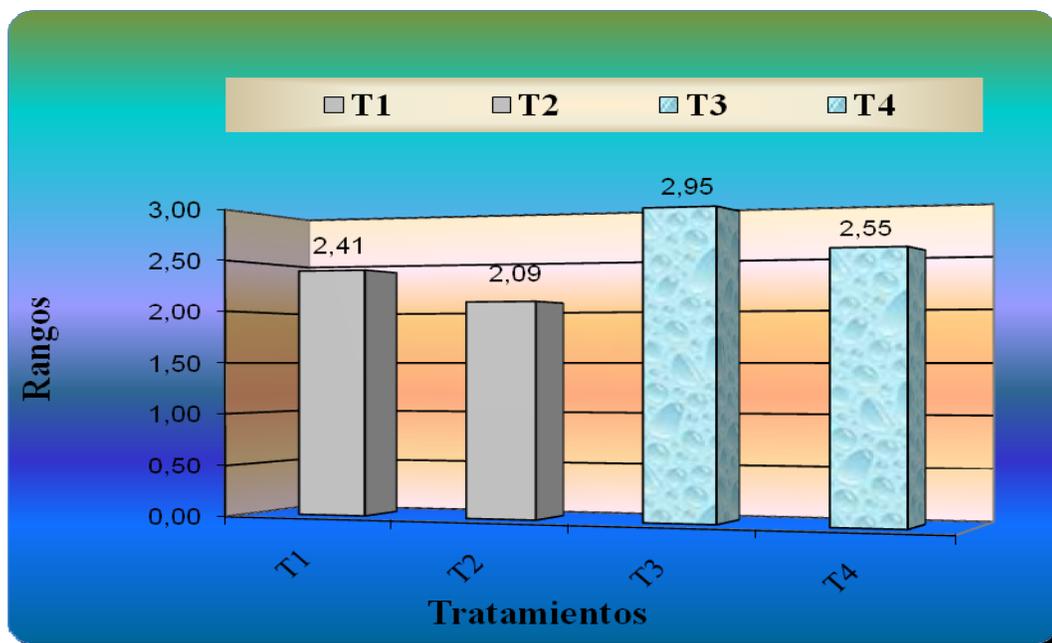


Figura 19. Valor promedio del Olor, UTN, 2010.

$$X^2 = 2,53636 \text{ NS}$$

Una vez realizada la degustación se procedió a realizar los cálculos correspondientes a la prueba de Friedman obteniendo un resultado no significativo para la variable del

olor, por lo que no existió una diferencia dentro de esta variable significando que todos mantuvieron el olor característico. En la Figura 19 se observa como los tratamiento T3 (harina de higo obtenida en una madurez verde a temperatura de 70°C) y T4 (harina de higo obtenida en un estado de madurez verde y temperatura de 80°C) son los mejores.

4.1.8.3 Variable Sabor

El sabor en las harinas no se define de una manera fácil pues tienden a desaparecer por motivos del proceso, recuperando su sabor característico en la aplicación culinaria.

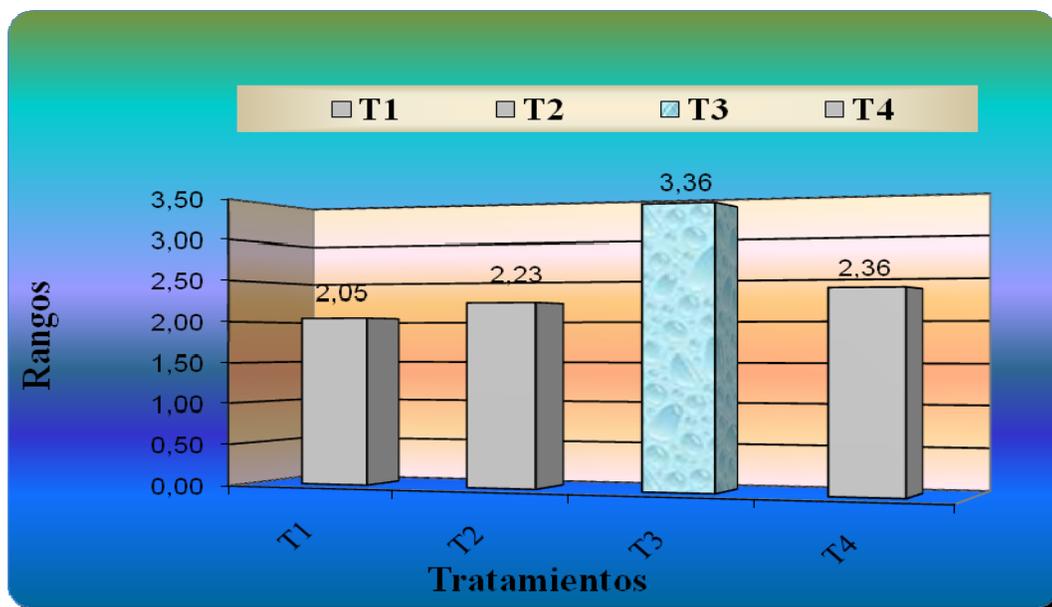


Figura 20. Valor promedio del Sabor, UTN, 2010.

$$X^2 = 6.9000 \text{ NS}$$

En la variable del sabor se determinó por medio de la prueba de Friedman que los tratamientos estadísticamente son iguales ya que hay una no significación y mediante

la Figura 20 observó que el tratamiento T3 que corresponde a la harina de higo obtenida en una madurez verde a temperatura de 70°C la ya que tiene el promedio más alto y ésta es la variable que se tomó en cuenta para la elaboración de galletas en la segunda fase.

4.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN SEGUNDA FASE

4.2.1 Análisis Nutricional

El análisis nutricional se lo realizó en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, a la mejor dosificación obtenida en la segunda fase, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 36. Análisis Nutricional en 100g de galleta

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
Proteína	%	6,40
Humedad	%	5,26
Grasa	%	22,84
Ceniza	%	1,06
Grasa Saturada	%	7,34
Hierro	ml/kg	55,22
Carbohidratos	%	51,26
Fibra	%	13,18
Azúcares totales	%	14,01
Sodio	mg/kg	1417,3
Calcio	mg/kg	439,1
Colesterol	ml/ 100g	0,00
Vitamina A	UI /100g	456,70

Vitamina B3	mg / 100g	0,20
Vitamina C	mg / 100g	no detectable

En el cuadro anterior se observó que todos los valores son muy aceptables para una galleta de alto valor nutricional resaltando la presencia de proteína, cenizas, hierro, sodio, calcio, carbohidratos y vitamina A.

4.2.1 Pruebas organolépticas

Se realizó con el mejor tratamiento de la primera fase, la aplicación de la harina de higo en un producto de alto consumo “Galletas tipo artesanal”.

Las galletas fueron elaboradas en la panadería “San Carlos” de la ciudad de Ibarra, las mismas que se ajustan al procedimiento descrito anteriormente aplicando las buenas prácticas de manufactura, éstas fueron sometidas a un análisis sensorial mediante un panel de 10 degustadores quienes determinaron la mejor dosificación considerando los parámetros de: color, olor, crocancia, crujencia, sabor y aceptabilidad con la siguiente nomenclatura:

SIMBOLOGÍA	PORCENTAJE	TERMINO USADO
D1	75%trigo 25%higo	T1
D2	50%trigo 50%higo	T2
D3	25%trigo 75%higo	T3

En la Foto 10 se observa la degustación y toma de datos del análisis sensorial después de haber obtenido las galletas con las diferentes sustituciones a estudiar.



Foto 10. Degustación de galletas elaboradas con harina de higo. UTN, 2010.

4.2.2.1 Variable Color

De la misma manera que en la harina, el hecho de que el color sea agradable para los consumidores de un producto hace que este factor sea importante y de ahí su evaluación (Figura 21).

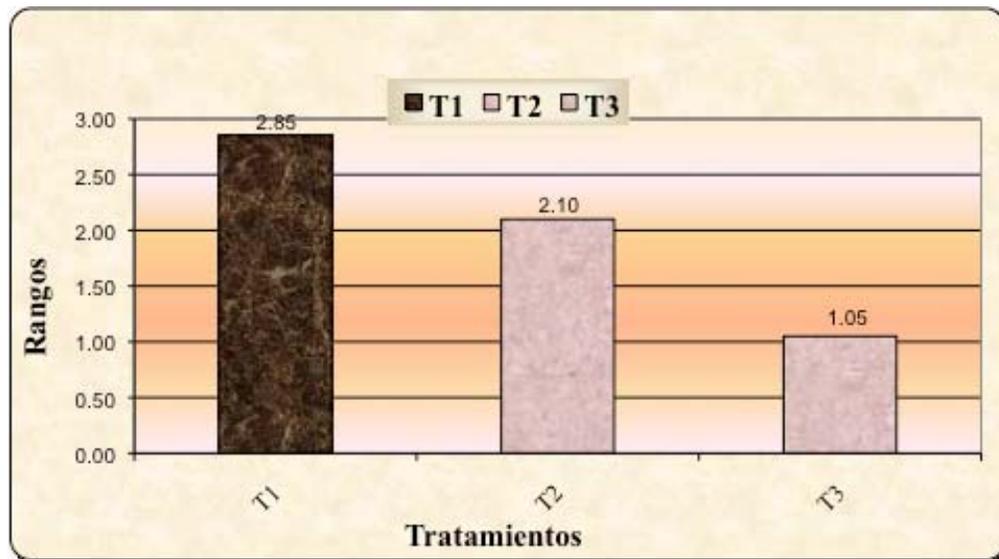


Figura 21. Promedio de la variable de color de las galletas, UTN, 2010.

$$X^2 = 16,35 **$$

Al realizar el análisis la figura anterior se puede observar que en la degustación de las galletas realizada a 10 personas, el T1 que correspondió a las galletas elaboradas con una dosificación de 25% de harina de higo y 75% de harina de trigo fue el mejor con

respecto a esta variable. Al realizar la prueba de Friedman se encontró una alta significación estadística.

4.2.2.2 Variable Olor

Para esta variable cabe mencionar que el olor característico se mantuvo aún después de las diferentes exposiciones al calor (Figura 22).

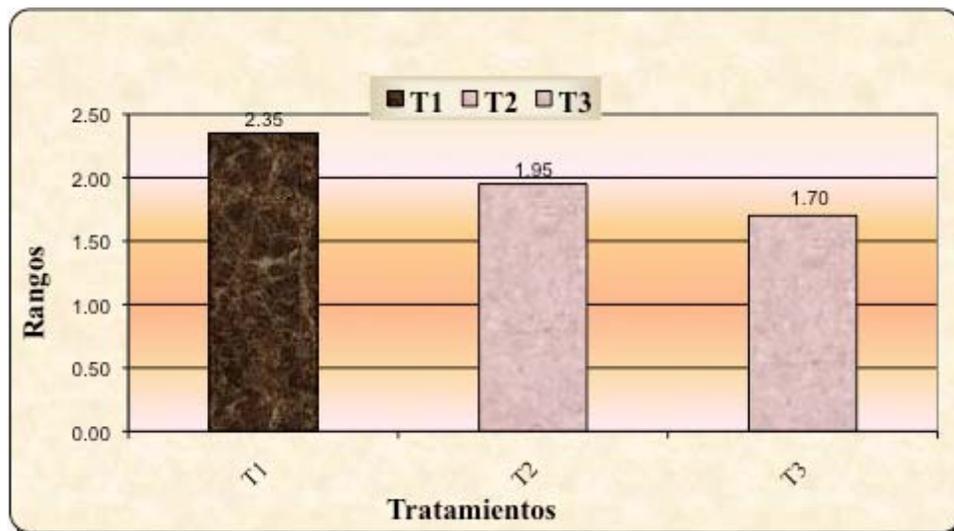


Figura 22. Promedio del Olor de las Galletas, UTN, 2010.

$$X^2 = 2,15 \text{ NS}$$

Al observar la Figura 22 se determinó que para los panelistas el tratamiento T1 que corresponde a la dosificación de la galleta a base de 25% de harina de higo con 75% de harina de trigo fue el mejor tratamiento para la investigación. Y al realizar la

prueba de Friedman se encontró que los tratamientos fueron iguales estadísticamente con respecto a esta variable, por lo que cualquiera de las dosificaciones podría aplicarse para la elaboración de galletas.

4.2.2.3 Variable Crocancia

La crocancia según la Wikipedia (2010) “es la fuerza con que la galleta se rompe o explota una vez mordida hasta que la muestra hasta se disgregue en la boca”.

Bajo este criterio se obtuvo los siguientes resultados (Figura 23).

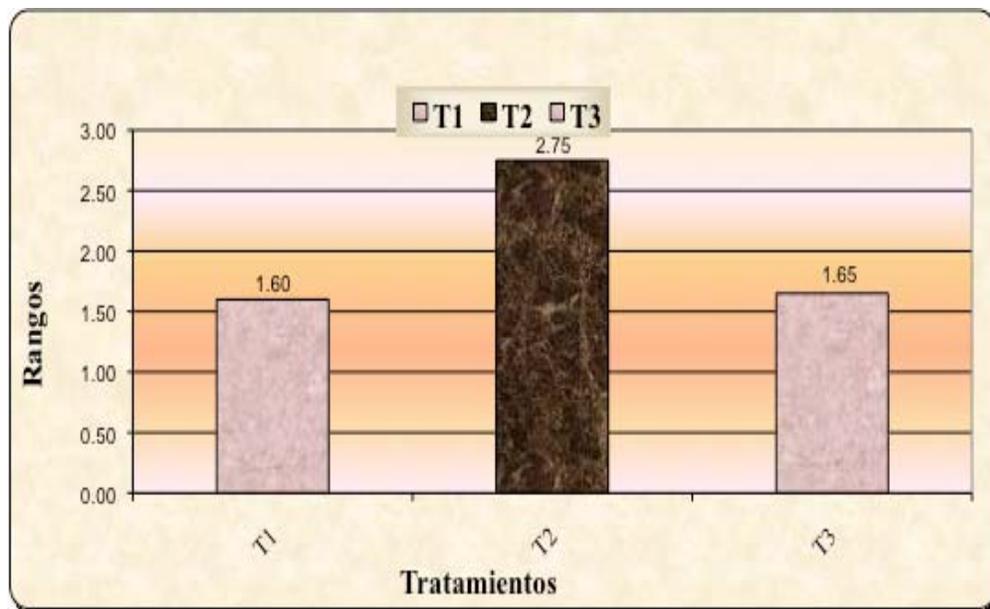


Figura 23. Promedio de la variable crocancia, UTN, 2010.

$$X^2 = 8,45 *$$

Al realizar la prueba de Friedman se encontró que existe significación al 5% para esta variable. Siendo el mejor el tratamiento T2 que correspondió a la galleta elaborada con el 50% de harina de higo con el 50% de harina de trigo.

4.2.2.4 Variable Crujencia

Es el sonido percibido por el oído luego de dos a tres masticaciones del producto por los molares, en la Figura 24 se observa los resultados que se obtuvo.

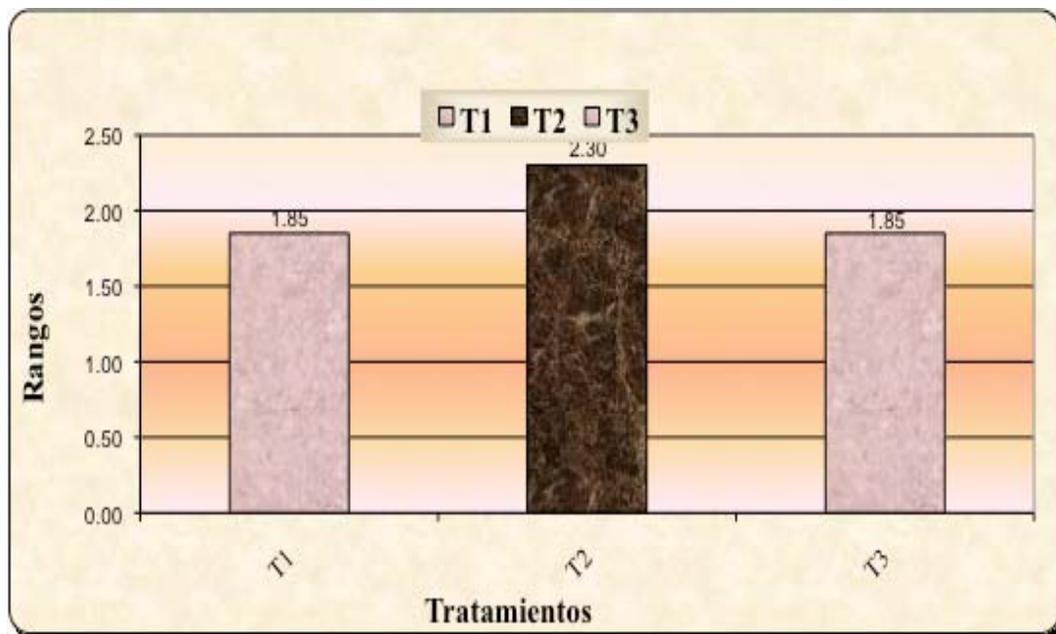


Figura 24. Promedio de la variable de crujeancia, UTN, 2010

$$X^2 = 1,35 \text{ NS}$$

Al realizar la prueba de Friedman se encontró que para esta variable los tratamientos fueron estadísticamente iguales. En el promedio de crujencia se observó como en la degustación el tratamiento T2 que correspondió a la galleta dosificada con 50% de harina de higo con 50% de harina de higo, fue el mejor.

4.2.2.5 Variable Sabor

En la figura siguiente se observa los resultados para la variable sabor en las galletas.

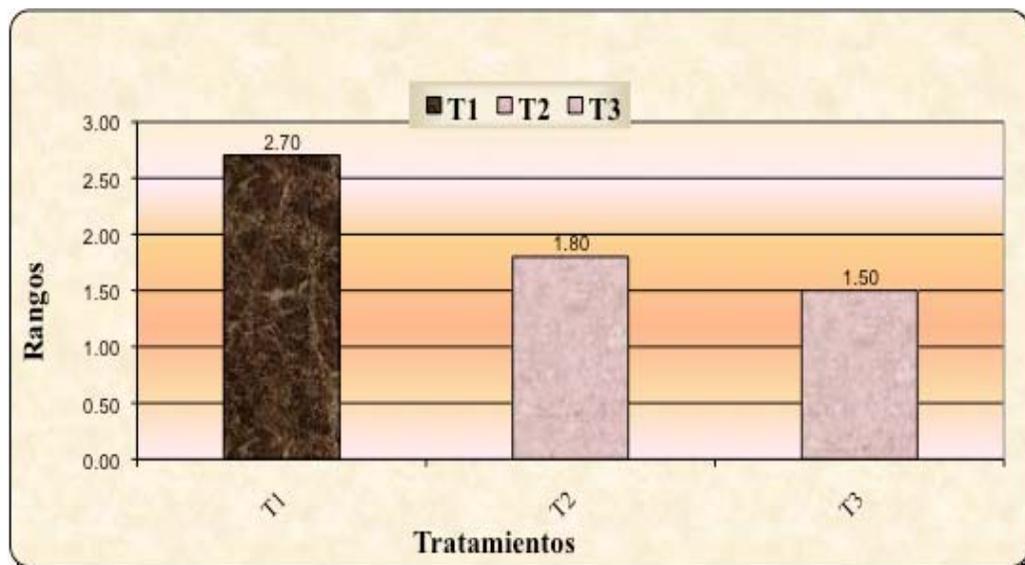


Figura 25. Promedio del sabor de galleta, UTN, 2010.

$$X^2 = 7,80 *$$

Al realizar la prueba de Friedman se encontró que existe significación al 5% para la variable sabor. Y al analizar las medias de la variable del sabor se observó como el

tratamiento T1 que correspondió a la galleta dosificada con 25% de harina de higo con 75% de harina de trigo, es el mejor para esta investigación.

4.2.2.6 Variable Aceptabilidad

El criterio de aceptabilidad es importante pues manifiesta de alguna manera la aprobación que tienen las personas por un producto. La Figura 26 expone esta tolerancia.

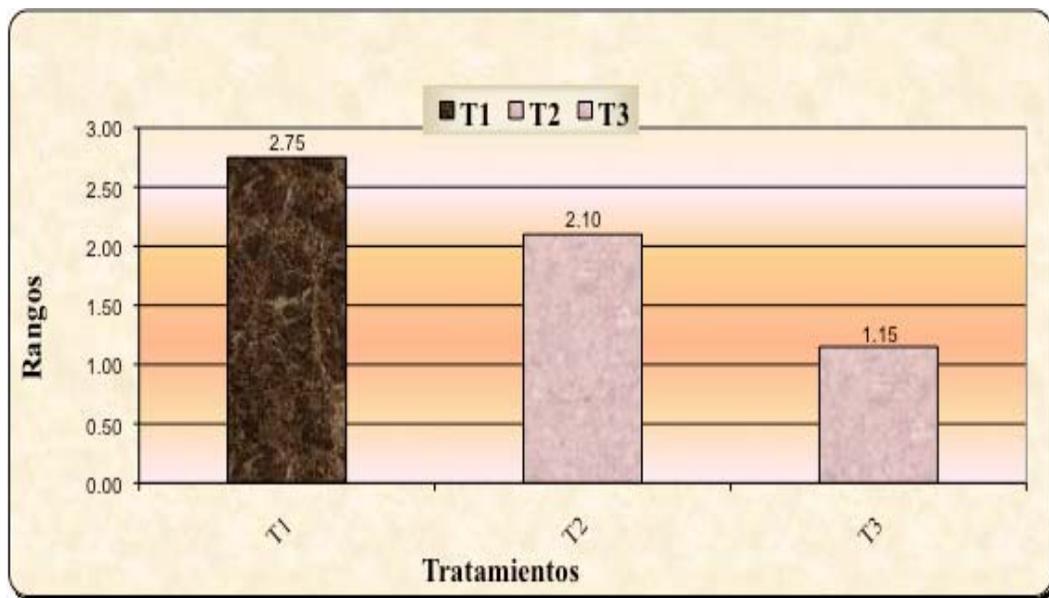


Figura 26. Promedio de aceptabilidad, UTN, 2010.

$$X^2 = 12,95 **$$

Al realizar la prueba de Friedman se encontró que existió alta significación estadística para esta variable. En el promedio de aceptabilidad se encontró que el tratamiento T1 que corresponde a la galleta con 25% de harina de higo y 75% de harina de trigo fue el más destacado para esta investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Luego de analizar el comportamiento de todas las variables dentro de esta investigación se infiere en relación con la aceptabilidad de la harina para elaboración de galletas en forma afirmativa; pues, todos los tratamientos presentaron un comportamiento diferente por estos motivos se acepta la hipótesis planteada.
- De esta investigación se determinó que el tiempo y la temperatura de secado interactúan directamente con el estado de madurez del fruto. La madurez

negra, debido a la presencia de azúcares dificulta la eliminación del agua ligada, lo cual no ocurre en la madurez verde ya que el nivel de azúcares es pequeña.

- En relación con a la variable Rendimiento los tratamientos de la madurez verde presentan los mejores rendimientos encabezado por el tratamiento T4 con una temperatura de secado de 80°C y rendimiento promedio de 13,20 %, lo que concuerda con la granulometría pues, éste presenta la menor retención de partículas de harina haciendo que el proceso sea más eficiente.
- La Retención de Agua en los tratamientos de la madurez verde es muy elevada por cuanto estas partículas tienen una alta higroscopicidad, debido a la presencia de almidones, acción inversa se observa en los tratamientos de la madurez negra que es menor a 10ml/g haciendo que el producto no absorba humedad del ambiente y se pueda conservar por mayor tiempo.
- Con el Análisis Proximal realizado al mejor tratamiento en la primera fase, elaboración de la harina de higo determinó que es un producto altamente nutritivo debido al alto contenido de Proteína y Cenizas, lo que indica buena perspectiva para la aplicación de éste más aún si se considera sus propiedades funcionales en la industria alimenticia.
- Del análisis sensorial de la harina se determinó que los panelistas no encontraron diferencias relevantes respecto a variables color y textura; pero, para la variable sabor el T8 (harina de higo obtenida en una madurez negra a

temperatura de 80°C) obtuvo la media más alta, esto debido a su agradable sabor dulce y aroma predominante.

- Se determinó que el porcentaje adecuado de sustitución de harina es de 25% de harina de higo y 75% de harina de trigo en la aplicación en galletas tipo artesanal.
- Los resultados del análisis nutricional de las galletas indican que el aporte de proteína, hierro, carbohidratos tienen una valoración alta constituyéndolo como un alimento energético y nutritivo con un aporte considerable de Vitamina A y Vitamina B3.

5.2 RECOMENDACIONES

- Dentro del proceso de obtención de la harina de higo se recomienda un paso previo que es el deslechado que consiste en la eliminación del látex del fruto mediante un reposo en agua durante tres horas.
- El estudio de otros posibles productos, empleando como materia prima diferentes componentes de la planta de la higuera como hojas, tallos y raíces, en especial para la industria de la repostería por sus cualidades organolépticas.

- El material de envase de la harina debido al alto poder de absorción de humedad del ambiente debe reunir condiciones de baja porosidad, de modo que no permita el ingreso de la luz solar.
- No usar líquidos en la receta empleada para la elaboración de galletas ya que las partículas de la harina en estudio tienden a aumentar de tamaño por su capacidad de retención de agua haciendo que el producto tenga una textura más frágil y propensa a la ruptura.
- Estudiar alternativas de recetas para la elaboración de galletas con visión integral y light debido a que en esta investigación el producto obtenido presentó un contenido de 22,84% de grasa total.

6. RESUMEN

En la comunidad de “La Florida” perteneciente a la parroquia “La Esperanza” del cantón Ibarra, preocupados por el actual abandono de sus tierras, buscan nuevas alternativas de cultivo, siendo uno de ellos la plantación de higueras como cercas vivas, como también obtener otra fuente de ingresos con la elaboración de la harina de higo con su aplicación en galletería.

Esta investigación se desarrolló en la Universidad Técnica del Norte y para su ejecución se dividió en dos fases: la primera la Obtención de la harina de higo (*Ficus Carica L*); y, la segunda la elaboración de galletas a partir del mejor tratamiento de la primera fase. Se utilizó dos tipos de madurez verde y negra, sometiéndolas a un secado a cuatro diferentes temperaturas (50, 60, 70, 80) °C, por lo que se obtuvo ocho tratamientos.

Las evaluaciones organolépticas fueron las claves importantes para determinar cuáles fueron los mejores tratamientos en las dos fases, ya que en la primera fase se obtuvo como mejor tratamiento al T3 (madurez verde a 80°C) y en la segunda fase se obtuvo como mejor al T1 (75% de harina de trigo con 25% de harina de higo).

Se determinó que el tiempo y la temperatura de sacado interactúan con el estado de madurez del fruto, debido al alto nivel de azúcares reductores en la madurez negra haciendo difícil su eliminación de agua; por lo contrario, en la madurez verde se eliminó más rápidamente por su escasa presencia de azúcares.

Se recomienda hacer un paso previo dentro del proceso, que es la eliminación del látex del fruto mediante un reposo en agua durante tres horas.

7. SUMMARY

In the community of "La Florida" belonging to the parish "La Esperanza" Canton Ibarra, concerned about the current abandonment of their lands, seeking new crop alternatives, one being the planting of fig trees as living fences, as well as obtaining another source of income with the production of flour fig with its application in biscuits.

This research was developed at the Technical University of the North, the same as for its implementation is divided into two phases, the first having obtained the flour fig (*Ficus carica* L.) and the second with the production of biscuits from the best treatment first phase of which was used two types of mature green and black, subjecting them to four different drying temperatures (50, 60, 70, 80) ° C, which was obtained by eight treatments.

The sensory assessments were important keys to determine which were the best treatments in the two phases, as in the first phase was obtained as the best treatment at T3 () and the second phase was obtained as better than T1 (75% flour 25% wheat flour fig).

It was determined that the time and temperature of extruded interact with the state of maturity of the fruit, due to the high level of sugars in the mature black making them difficult to remove from water, otherwise the green mature more quickly eliminated by their low presence of sugars.

It is recommended that a preliminary step in the process, which is the elimination of latex from the fruit by a rest in water for three hours.

8. BIBLIOGRAFÍA

AGRICULTURA DE LAS AMÉRICAS. (1982). Caprificación; simbiosis entre el higo y una avispa. Keller International Publishing Corporation. Año 31. No. 1 Nueva York, E.U.A p. 22-23.

ALVIAR, J.; VELANDIA, M. (1977). El cultivo del brevo o higuera (*Ficus carica* L.). Seminario de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Sede de Medellín. Facultad de Agronomía. Medellín, Colombia. 38 p.

AVILAN, L; LEAL, F; BAUTISTA, D (1992). Manual de Fruticultura; principios y manejo de la producción, segunda Edición. Editorial América.

BRAVERMAN, J. (1980); Bioquímica de los alimentos, Proteínas generalidades; Ed. El Manual Moderno; México D.F.

CALLEJO, M. 2002. Industrias de cereales y derivados, colección tecnología de alimentos, Mundi- Prensa, Madrid- España

CASP, A.; ABRIL, J. (2003). Procesos de Conservación de Alimentos, Segunda Edición, Mundi Prensa.

CHOUCAIR, K.(1962). Higuera. Fruticultura Colombiana; frutas tropicales, subtropicales y de clima templado y frío. Tomo II. Ed. Bedout. Medellín, Colombia p.874-882.

COLEMAN, C. (1998); Galletas su Elaboración paso a paso; Trillas

COSTA, G. Y. Ingeniera Técnica Agrícola (entrevista personal) 12/06/2008

FLORES, A. (1990). La Higuera; frutal mediterráneo para climas cálidos. Ed. Mundi Prensa, Madrid España.190 p.

GARCÉS, W.1993.Industrialización del higo pasa, Tesis de Grado de Ingeniería Química. Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional.

GARRIDO, M. 2001.Proyecto de prefactibilidad para el confitado de higo, Tesis de grado de ingeniería Agroindustrial, Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica de Norte.

GIANOLA, C. (1990), Repostería industrial Tomo I, editorial Paraninfo S.A., Madrid-España

GIANOLA, C. (1990). Repostería Industrial Tomo II., Ed. Paraninfo S.A., Madrid – España, p.32-34.

GIANOLA, C. (1990), Repostería Industrial Tomo III, Ed. Paraninfo S.A., Madrid – España , p.36-39.

GUTIÉRREZ, G. (1970). Género 13- Ficus. Manual Práctico de Botánica Taxonómica. Tomo II. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrícolas. Medellín, Colombia p. 18-21.

HERRERA, L. G; López, C. F. (1977). Apuntes sobre el cultivo del brevo. ICA Informa. Bogotá (Colombia) v. 11 No. 4, p. 9-20.

INTERNACIONAL COSTA BRAVA.(1976). El cultivo de la higuera breval. Hojas Divulgadoras. No. 23/24-76 HD. Ministerio de Agricultura. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, España.20 p.

KENAL, N.; (1971), Tecnología de Cereales, Tipos de harinas, Editorial Acribia, España.

LISCHKE, B. (1996). Higo. En: Guía de la naturaleza. Frutos exóticos. Ed. Everest, S.A, La Coruña (Esp), p.24-25.

LONDOÑO B. Tecnología para el cultivo del Brevo: cosecha y manejo poscosecha. Litomadrid, 2005.

MADRID, A.; CENZANO, I.; MADRID, J. (1994), Manual de pastelería y confitería, características de la harina, Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.

MADRID, A.; CENZANO, I.; MADRID, J. (1994), Manual de pastelería y confitería, elaboración de galletas, Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.

PEREIRA, M. 1990. Manejo y cuidados de huertos de higuera. Terra Natural. Bello horizonte, Brasil

PERERA, C. (2003) Horticulture and food Research Institute of New Zealand, Auckland, New Zeland

POPENOE, W. (1969). La higuera. En: Fruticultura. Secretaría de Agricultura de Antioquia. Sección Comunicaciones. Boletín Informativo No. 75. Medellín, Colombia p. 32-34.

RAMOS, J.; VÁSQUEZ, D (1975). La Higuera. Hojas Divulgadoras. No. 20-75 HD.

Ministerio de Agricultura. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, España.

RODRÍGUEZ, J. (2000). Frutos Silvestres Ibéricos. Natura, editorial Mundo Natura.

Madrid, España.

ROMERO, C. (1991). Frutas Silvestres de Colombia. Instituto Colombiano de

Cultura Hispánica. 2ª. Ed. Bogota, Colombia 661 p.

ROMOJARO, F.; REQUELME, F. (1996). Nuevas tecnologías para la conservación

de frutas y hortalizas, Mundi-Prensa. pag. 49-55.

SÁNCHEZ, J. (2003). Especies del Género *Ficus* cultivadas en España, Tomo II.

SHAFIUR, M; RAHMAN, M (2003). Manual de conservación de los alimentos,

Editorial Acribia, Zaragoza.

TABARES, G.; KOGSON, Q. (2002). Caracterización y evaluación Agronómica del

brevo (*Ficus carica* L), Volumen 10. Edición especial. Ed. Manizales, Colombia.

TEMAS DE ORIENTACIÓN AGROPECUARIA. (1983) Brevo. En: Manual

Práctico de Frutales, Bogotá (91-92): 37-45.

PÁGINAS WEB

BIBLIOTECA VIRTUAL en Salud de México El Higo, disponible:

http://www.geosalud.com/Climaterio_prof/osteoporosispostm.htm (2011-01-12).

FAO (2009) Cultivo del Brevo. Disponible: [www.fao.org/7DOCREP. htm](http://www.fao.org/7DOCREP.htm) Consulta (2009-03-12)

RIOBO, P. (2011) Medicina Endocrinología y nutrición. Disponible:

<http://www.seen.es/pdf/pacientes/frutas.pdf> (2011-01-12)

Propiedades nutritivas del higo. Disponible:

<http://adelgazarya.net/2010/12/propiedades-nutritivas-del-higo/>.Consulta: (2011-01-12)

El Higo, fruto completo. Disponible :[http://www.alimentacion-](http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/higos.htm)

[sana.com.ar/informaciones/novedades/higos.htm](http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/higos.htm) Consulta: 2011- 01-12

Diario de un copéodo. Disponible: <http://copeodo.wordpress.com/2008/01/17/de-higos-a-brevas/> Consulta : 2011-01-12

Fundación EROSKI. Guía práctica de frutas. Disponible: <http://frutas.consumer.es/documentos/frescas/higo/imprimir.php>. Consulta: 2011-01-12.

WIKIPEDIA (2009). El higo. Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/Uva%20Uva>
Documento en línea Consulta: (12/03/2009)

9. ANEXOS

ANEXO 1.

FORMULARIO DE ENCUESTA PARA LA DEGUSTACIÓN DE LA HARINA

GUIA INSTRUCTIVA PARA EVALUAR LA DETERMINACIÓN DEL PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE HIGO (*ficus carica* L.) DE DOS ESTADOS DE MADUREZ (VERDE Y NEGRA)”.

INSTRUCCIONES: Lea y analice detenidamente cada una de las características organolépticas de la harina descritas a continuación, para realizar la degustación de la misma.

COLOR: El color debe ser uniforme y característico al su tipo de origen.

SABOR: El sabor debe ser placentero, característico a su fruta de origen.

OLOR: El olor debe ser característico a su fruta de origen.

TEXTURA: Su textura debe ser similar a una harina integral que es a la que se asemeja este producto.

FICHA DE EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA

Producto: HARINA DE HIGO

NOMBRE:FICHA:.....

FECHA :..... HORA:

INSTRUCCIÓN: Coloque una X en la opción que usted considere, de acuerdo a las características organolépticas que se especifican a continuación:

1.-COLOR

ALTERNATIVA	MUESTRAS			
	T1	T2	T3	T4
MALO				
BUENO				
REGULAR				

2.-OLOR

ALTERNATIVA	MUESTRAS			
	T1	T2	T3	T4
NORMAL				
AGRADABLE				
NO PRESENTA OLOR				

3.-SABOR

ALTERNATIVA	MUESTRAS			
	T1	T2	T3	T4
AGRADABLE				
REGULAR				
DESAGRADABLE				

4.- TEXTURA

ALTERNATIVA	MUESTRAS			
	T1	T2	T3	T4
COMPACTA				
NORMAL				
DISPERSA				

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO 2

ENCUESTAS APLICADAS PARA LA DEGUSTACIÓN DE LA GALLETA

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

HOJA DE ENCUESTA

PRODUCTO: GALLETAS A BASE DE HARINA DE HIGO Y HARINA DE
TRIGO

NOMBRE:.....

FECHA: HORA:

INSTRUCCIONES: Lea y analice detenidamente cada una de las características organolépticas de la galleta descritas a continuación, para realizar la degustación de la misma, coloque una X en la opción que considere, de acuerdo a las características que se especifican.

La evaluación sensorial es una valiosa técnica para resolver problemas relativos a la aceptación de un alimento.

En esta prueba se evaluará color, olor, crocancia, crujencia, sabor y aceptabilidad, siguiendo estrictamente el orden para así facilitar la apreciación de las distintas características.

COLOR: El color debe ser uniforme y característico al de una galleta integral.

OLOR: El olor debe ser atractivo propio de una galleta recién horneada sin olores desagradables, ni extraños (rancio).

CROCANCIA o FRACTURABILIDAD: Es la fuerza con que la galleta se rompe o explota una vez mordida hasta que la muestra hasta que la muestra se disgregue en la boca.

Coloque la galleta entre los dientes incisivos, muerda suavemente en forma homogénea, perciba la fuerza que usted necesita para romper la galleta, siendo esta fuerza muy suave y delicada a muy fuerte o dura.

CRUJENCIA: Es el sonido percibido por el oído luego de dos a tres masticaciones del producto por los molares.

SABOR: El sabor debe ser placentero, característico a su fruta de origen, además no debe de tener sabores desagradables tales como amargo o rancio.

ACEPTABILIDAD: Mide el nivel de agrado o desagrado de las galletas por parte del panel degustador.

CARACTERISTICAS		MUESTRAS		
		T1	T2	T3
COLOR	Café claro			
	Café obscuro			
	negro			
OLOR	Agradable			
	Desagradable			
	Muy desagradable			
CROCANCIA	Delicada			
	Dura			
	Muy dura			
CRUGENCIA	Leve			
	Fuerte			
	Muy fuerte			
SABOR	Agradable			
	Desagradable			
	Amargo			
ACEPTABILIDAD	Gusta mucho			
	Gusta poco			
	No gusta			

OBSERVACIONES:

.....
.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO 3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 37 -2010

Ibarra, 21 de septiembre de 2010

Análisis solicitado por:

Número de muestras :

Tres, Harina de higo

Fecha de recepción de las muestras:

03 de septiembre de 2010

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Método de Referencia
		T2	T4	T8	
Sólidos Totales	%	95,4	93,65	96,19	AOAC 925.10
Cenizas	%	6,28	6,49	6,15	AOAC 923.03
Proteína (N x 6,25)	%	5,58	6,51	4,61	AOAC 920.87
Fibra	%	15,83	15,61	12,05	AOAC 985.29
Extracto etéreo	%	1,43	1,41	1,22	AOAC 920.85
Densidad	g/ml	0,787	0,806	0,905	Rel. Peso-vol
Azúcares Reductores libres	%	12,99	12,25	35,59	AOAC 920.85
Azúcares Totales	%	51,95	50,89	62,36	AOAC 920.64

Los resultados corresponden exclusivamente para las muestras analizadas.

Atentamente

Bloq. José Luis Moreno

ANALISTA



ANEXO 4



**OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS**



INF-LAB-AL-16181
ORDEN DE TRABAJO No 28636

SOLICITADO POR:	Cuasquer Digna
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	Las Orquideas
MUESTRA DE:	Galletas
DESCRIPCIÓN:	Galleta de harina de trigo y de trigo
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	14/09/10
HORA DE RECEPCIÓN:	15:48
FECHA DE ANÁLISIS:	16,17,20/09/10
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	21/09/10
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	Sólido
Contenido encontrado: 250 g	Contenido declarado: 250 g
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 5.7)	%	6.4	MAL-04 39.1.19 Método Oficial AOAC 981.10
Humedad	%	5.26	MAL-13 33.1.03 Método Oficial AOAC 925.10
Grasa	%	22.84	MAL-03 39.1.08 Método Oficial AOAC 991.36
Cenizas	%	1.06	MAL-02 32.1.05 Método Oficial AOAC 923.03
Grasa Saturada	%	7.34	Cálculo
Hierro	mg/Kg	55.22	MAL-23
*Carbohidratos	%	51.26	Cálculo
*Fibra	%	13.18	MAL-50
*Azúcares Totales	%	14.01	MAL-56
* Colesterol	mg/100g	0.00	MAL-15
* Vitamina A	UI/100g	456.70	HPLC
* Vitamina B3	mg/100g	0.20	HPLC
* Vitamina C	mg/100g	No detectable	HPLC



ENSAYOS

No OAE LE 1C 04-002

"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



Sandra Morales

Dra. Sandra Morales
JEFA ÁREA DE ALIMENTOS

RAL- 4.1-04

Dirección:
Web:

Francisco Viteri s/n y Gilberto Gato Sobral
www.facuquimica.edu.ec

Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext.15,18, 21, 33, 31 **Telifax:** 3216-740
e-mail: laboratoriososp@hotmail.com



**OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS**



INF-LAB-QAM-21040
ORDEN DE TRABAJO No 028637

SOLICITADO POR: CUASQUER DIGNA
DIRECCIÓN: LAS ORQUIDEAS
FECHA DE RECEPCION: 14/09/10
HORA DE RECEPCION: 09H28
MUESTRA DE: ALIMENTO
DESCRIPCION: GALLETA DE HARINA DE HIGO Y DE TRIGO
CÓDIGO: ****
LOTE: ****
FECHA DE ELABORACIÓN: ****
FECHA DE VENCIMIENTO: ****
FECHA DE ANALISIS: 21 Y 22/09/2010
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 07/10/10
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS: CARACTERISTICO
ESTADO: SÓLIDO
CONTENIDO: 250 g
MUESTREADO POR: CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
*SODIO	mg/kg	1417.3	ABSORCION ATOMICA
*CALCIO	mg/kg	439.1	ABSORCION ATOMICA



ENSAYOS

No OAE LE 1C 04-002

"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



Bioq. Darwin Roldán Robles

JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

1

RAM-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gato Sobral
Web: www.facquimuce.edu.ec

Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext,15,18, 21, 33, 31 **Telefax:** 3216-740
e-mail: laboratoriososp@hotmail.com