



UNIVERSIDAD DEL NORTE SANTO TOMÁS DE AQUINO
Facultad de Ciencias de la Salud
Licenciatura en Nutrición

Tesis de licenciatura

**“Evaluación sensorial y
aceptabilidad de productos
elaborados con harina de Teff”**



Alumno: Gómez, Rosa del Carmen
Director: Prof. Lic. López Lampa, Andrea
Asesor Metodológico: Prof. Lic. Montoya, Karina

Setiembre de 2015

Índice

<i>Agradecimientos</i>	4
Resumen.....	5
1. Introducción y justificación.....	6
2. Problema de Investigación.....	8
2.1 Objetivo General.....	8
2.1.1 Objetivos Específicos.....	8
2.2 Preguntas de investigación.....	8
3. Antecedentes.....	9
4. Marco Teórico.....	11
4.1 Origen del teff.....	11
4.2 Taxonomía y morfología.....	12
4.3 Características del teff.....	14
4.4 Información nutricional.....	15
4.5 Interés nutricional y aspectos benéficos del grano de teff.....	17
4.6 Formas tradicionales de uso.....	19
4.7 Caracterización física del almidón de teff.....	21
4.8 Influencia del teff en mezclas para panificación.....	22
4.9 Aceptabilidad.....	28
4.10 Evaluación Sensorial.....	29
4.11 Percepción sensorial.....	30
4.12 Clasificación y objetivos de la Evaluación Sensorial.....	31
4.13 Pruebas afectivas o hedónicas.....	31
4.14 Pruebas de Aceptabilidad y escalas hedónicas.....	32
5. Materiales y Métodos.....	34
5.1 Tipo de estudio.....	34
5. 2 Tipo de diseño.....	34

5.3 Población.....	34
5.4 Tipo y técnica de muestreo.....	34
5.5 Muestra.....	34
Recetas.....	35
Pan A.....	35
Galletitas Saladas.....	36
Pan B.....	36
5.6 Criterios de inclusión.....	36
5.7 Criterio de exclusión.....	37
5.8 Consideraciones éticas.....	37
5.9 Hipótesis de investigación.....	37
5.10 Definición de variable.....	37
6. Resultados.....	38
6.1 Características de la población encuestada.....	39
6.2 Evaluación sensorial de las preparaciones.....	39
6.3 Nivel de Aceptabilidad de las preparaciones.....	42
6.4 Incorporación del teff a la alimentación.....	44
6.5 Comprobación de Hipótesis.....	45
7. Discusión.....	46
8. Conclusión.....	48
9. Propuestas.....	50
Anexos.....	51
Anexo 1: Nota de autorización.....	51
Anexo 2: Consentimiento escrito informado.....	52
Anexo 3: Prueba de evaluación de calidad sensorial de productos elaborados con teff.....	54
Bibliografía.....	56

Agradecimientos

Gracias a Dios y a la Virgen por su infinito amor, por iluminarme en este camino y permitirme llegar hasta aquí, por haberme dado salud, paciencia y dejarme lograr este objetivo que creía no llegar nunca.

A mi gran Amor Julio, mi esposo que siempre me acompañó y estuvo a mi lado, motivándome y alentándome cuando ya me daba por vencida.

A mis tesoros, mis hijas Valentina, Anita y Julieta, que todo este esfuerzo se los debo a ellas, porque hicieron posible que se cumpla este sueño, regalándome días, horas de su tiempo.

A mis padres y a mi suegro por su gran amor y apoyo y en especial a mi suegra que está presente en mi corazón, que siempre me insistió en el estudio y sé que estaría feliz de que llegó este gran día.

A las personas que fueron un pilar muy importante también para lograr esta meta y que más que compañeras fueron grandes amigas.

Gracias a Todos!!!

Resumen

El teff (*Eragrostis tef*) es un cereal rico en carbohidratos y fibra, libre de gluten. Su harina puede ser utilizada como complemento para la elaboración de productos panificables. Este trabajo tuvo como:

Objetivos: determinar las características sensoriales y el nivel aceptabilidad de panes elaborados con harina de teff.

Metodología: se elaboraron tres productos, empleando para el desarrollo de los mismos, harina de trigo, harina de teff y harina de mandioca. Los productos que se elaboraron exitosamente fueron: Pan A (con el 100% de harina de trigo), Galletitas saladas (con el 20% de harina de teff, 50% de harina de trigo y 30% de harina de mandioca) y Pan B (con el 10% de harina de teff y 90% de harina de trigo). Los productos fueron sometidos a degustación por un grupo de 30 personas, las cuales dieron su opinión respecto al color, sabor, aroma y textura y aceptabilidad de los mismos.

Resultados: las preparaciones tuvieron en el caso del pan A un color de la corteza uniforme, típica y natural, una apariencia apropiada y agradable, un aroma muy fresco, fermentado, una textura apropiada y agradable y sabor muy apropiado y muy agradable. Las galletitas un color de la corteza uniforme, típica y natural, apariencia apropiada y agradable, aroma apropiado, agradable y fresco, textura apropiada y agradable y sabor apropiado y agradable. El Pan B un color de la corteza uniforme, típica y natural, apariencia apropiada y agradable, aroma muy fresco, fermentado y típico, textura apropiada y agradable y sabor muy apropiado y muy agradable.

Conclusión: Las preparaciones elaboradas resultaron de muy buena aceptabilidad y la totalidad demostró interés por incorporarlos a su alimentación habitual. La harina de teff es rica en minerales (calcio, hierro, magnesio, manganeso), proteínas de gran calidad comparables con las del huevo (Arguedas Gamboa y col., 2008) y constituye una opción para ser utilizado en la elaboración de diversos productos para la población.

1. Introducción y justificación

El teff, conocido científicamente como *Eragrotis tef*, es una planta cuyas semillas se utilizan como cereal. En Etiopía lo comen hacen 5.000 años. Se ha comenzado a cultivar y comercializar en otros países a nivel mundial, como Estados Unidos, Alemania, Francia, Inglaterra, España entre otros, debido a su fácil adaptación a terrenos áridos y su rapidez de crecimiento. Hoy Estados Unidos y Europa le otorgan el título de “nuevo superalimento”, debido a sus propiedades nutricionales. En Argentina, casi nadie habla del teff: el grano más pequeño del mundo, sin gluten, con elevado contenido de fibras, proteínas, calcio, vitaminas y minerales y que podría empezar a cultivarse en el país.

El teff es la base de la alimentación etíope y allí es tan popular como aquí lo son el trigo o el maíz. Se lo utiliza principalmente para producir injera, un pan plano muy fino. Desde 2006, las autoridades prohibieron su exportación por temor a que el aumento de la demanda externa, propiciada por la divulgación de sus beneficios, desabasteciera al mercado local. A partir del mes de julio del 2015, no obstante, el país africano podrá comercializar internacionalmente la harina de teff (no así el grano).

Durante la última década, el reconocimiento de que el teff es un grano libre de gluten ha despertado el interés mundial. Debido a esto se acentuaron los estudios sobre su composición nutricional, forma de procesar, y los beneficios que implica su consumo para la salud. Entre ellos unos de los más importantes es su composición de hidratos de carbono complejos con almidón de digestión lenta que disminuyen su índice glucémico, haciéndolo apto para diabéticos. Si bien su contenido de proteína es similar a otros cereales es más rico en el aminoácido esencial lisina. La harina integral proveniente del teff es una buena fuente de fibra, minerales (especialmente calcio y hierro) y compuestos fitoquímicos como los polifenoles y los fitatos.

Es un cereal que necesita un clima de montaña y temperaturas medias no muy elevadas para conseguir un buen rendimiento de cultivo. Actualmente, una empresa holandesa tiene la patente mundial para su cultivo ecológico, tras llegar a un acuerdo comercial con el gobierno de Etiopía.

Al mismo tiempo que se comienza con su cultivo, también se realizan investigaciones para desarrollar nuevos productos alimenticios, destinados fundamentalmente a la población celíaca y a los deportistas. Además, es interesante la elevada capacidad de retención de agua que tiene la harina de teff y que actúa como aglutinante de la masa, resolviendo los problemas derivados de la ausencia de gluten en otros cereales.

Debido a que este cereal, en la actualidad está sufriendo una rápida expansión dadas sus peculiares características; se pretende dar a conocer y brindar mayor información sobre las propiedades nutricionales del teff, para lograr una mayor valoración del mismo y ofrecer nuevas alternativas alimentarias, para la incorporación en la dieta diaria. Por ello la presente investigación aporta datos sobre las características sensoriales y evaluación de la aceptación de tres panificados (dos de ellos enriquecidos con harina de teff) en un grupo de personas de San Miguel de Tucumán, provincia de Tucumán.

2. Problema de Investigación

2.1 Objetivo General

- Conocer las características sensoriales y el nivel de aceptabilidad de productos elaborados con harina de teff.

2.1.1 Objetivos Específicos

- Describir las características sensoriales de productos elaborados con harina de teff.
- Valorar el nivel de aceptación de los productos elaborados con harina de teff.

2.2 Preguntas de investigación

- ¿Qué características sensoriales presentan los productos elaborados con harina de teff?
- ¿Qué nivel de aceptación tiene el grupo en estudio de los productos preparados con harina de teff?

3. Antecedentes

Tecnología e Ingeniería de Cereales: Calidad harino panadera de la harina de teff (Eragrostis tef (Zucc.)) Tesfaye, W., Diezma, B., Camps, M., Alonso, E. y Callejo, M. J. (2010)

Objetivos: fomentar la participación activa del estudiante en el proceso de aprendizaje y afianzar los conocimientos adquiridos en el aula, mediante la utilización de técnicas de análisis instrumental y sensorial para evaluar la calidad de los productos derivados de cereales.

Metodología: determinación de las propiedades reológicas de las mezclas, diseño un protocolo de panificación para cada mezcla de harinas, en función de los resultados del punto anterior, utilización de técnicas instrumentales para evaluar la calidad de los panes y utilización de pruebas de consumidores para evaluar la calidad sensorial de los panes.

Resultados y conclusiones: los resultados obtenidos aportan información sobre nuevas posibilidades de uso de un cereal, el teff, hasta ahora poco conocido y con una serie de aspectos muy interesantes a lo hora de tenerlo en cuenta para el desarrollo de nuevos productos cocidos derivados de cereales.

Caracterización de la harina de teff para su uso en panificación (España). Mínguez Díez, J. (2012)

Objetivos: evaluación del efecto de la adición de harina de teff de producción nacional a la harina de trigo sobre las principales propiedades de panificación de las mezclas resultantes.

Metodología: se prepararon 5 mezclas de harina de trigo con harina de teff blanca en la proporción de 10, 20, 30 y 40%. Se realizaron por triplicado los análisis de RVA, alveógrafo y reofermentómetro por duplicado y farinógrafo.

Resultados: los datos obtenidos en este trabajo reflejan que la harina de teff empeora las características típicas del pan de trigo sobre todo en altas adiciones, como el 40%. Las pequeñas adiciones hasta un 10 % aportan características interesantes nutricionales, sin perjudicar en exceso las características físicas y organolépticas del pan de trigo. La presencia de teff en la mezcla de harina provocó una disminución de la absorción de agua de las masas, a la vez que una disminución del tiempo de desarrollo y de la estabilidad, y un aumento del decaimiento.

Conclusiones: es interesante seguir trabajando en este campo ya que la harina de teff tiene unas propiedades nutritivas muy interesantes, además de ser libre de gluten.

Caracterización de harina de teff (*eragrostis teff*) como materia prima alternativa para panificados libres de gluten. Umaña G., J., Restrepo, L. I., Lopera C., S. M., Gallardo, C. C. (2012)

Objetivos: caracterizar la harina de teff, tanto en su composición como en algunas propiedades fisicoquímicas y funcionales.

Metodología: se emplearon harina de teff y harina integral de arroz. Ambas harinas fueron tamizadas en malla 60 serie Tyler y almacenadas en el laboratorio. Se realizaron análisis bromatológicos y de composición (métodos de AOAC de 1997), se calculó la capacidad de hinchamiento (CH) según Tosh y col., 2010, la capacidad de absorción de agua y el índice de capacidad de retención de agua (CRA) e índice de solubilidad, según Kaur y col., 2005. La concentración mínima de gelificación CMG se calculó según Kaur y col., 2005 y análisis térmico por barrido diferencial calorimétrico-DSC, utilizando un calorímetro diferencial de barrido (TA Instruments Q100) a 5 °C/min desde -20 °C a 120 °C.

Resultados: se encontró que su valor proteico ($11,79 \pm 0,10$) y de carbohidratos ($82,81 \pm 0,51$), son similares al trigo, y su contenido de hierro y zinc ($51,20 \pm 1,0$ y $8,75 \pm 0,1$; respectivamente), superan a otros cereales convencionales. Este estudio también aporta al conocimiento del comportamiento térmico y funcional de este cereal, encontrándolo como un material promisorio para la formulación de alimentos estructurados.

Conclusiones: la harina de teff tiene un gran potencial nutricional por su contenido de proteína, hierro y zinc, además las propiedades funcionales y térmicas permiten decir que su comportamiento es propio de los cereales que se utilizan en la formulación de productos libres de gluten, siendo un material promisorio para la formulación de éstos.

4. Marco Teórico

4.1 Origen del teff

El teff [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] es el principal cereal cultivado en Etiopía, donde representa el 28% de la superficie y el 19% de la producción total de cereales (*Central Statistical Agency of Ethiopia*, 2008). También conocido como *Tafi* en oromo o *Taf* en tigrina, dos lenguas etíopes, se cree que fue domesticado en el norte de este país entre los años 4000 y 1000 a.C. (Bai y col., 2000), donde se encuentra su centro de origen y diversificación (D'andrea, 2008). En la actualidad, aporta las 2/3 partes de la nutrición a la población etíope (Yigsaw, 2001; Arguedas Gamboa y col., 2008); gracias a su adaptación a las tierras que padecen sequía y al estrés hídrico, a distintos niveles de altitud, adaptación a distintos tipos de cultivo, resistencia a plagas y enfermedades (Bultosa, 2007), es conocido como "el trigo de Etiopía" y de su grano se obtiene la harina, con la que elabora la "Injera" un tipo de tortilla de gran tamaño que acompaña al "wot" un guiso típico de Etiopía.

También se cultiva en tierras altas de Eritrea y en el norte de Kenia (Tefera y col., 2006). A menor escala, se cultiva en Sudáfrica, Yemen y, fuera del continente africano, en Inglaterra, Estados Unidos, Canadá, América del Sur, Australia y Países Bajos (Ketema, 1997; Curtis y col., 2008; Debusho y col., 2008).

En España, la empresa holandesa *Eragrain*® introdujo su cultivo en Palencia en el año 2008. Dicha empresa ha suscrito un convenio con la organización de investigación agrícola etíope, por el cual se compromete a pagar por la utilización de las variedades de teff cedidas diez euros por hectárea de cultivo en todo el mundo, y un cinco por ciento de los beneficios de la venta de productos elaborados con *Eragrain*® (Eissing, 2008). *Eragrain*® es el nombre con el que han registrado los resultados del estudio del cultivo y mejora del teff llevados a cabo por los científicos holandeses con la mediación *Health and Performance Food International BV*. La cosecha 2010 de teff en España ha alcanzado la cifra de 1.000.000 de kilos (Prado, 2010), y se ha convertido en el primer exportador de teff para consumo humano y el tercer mayor productor del mundo.

En nuestro país aún no se produce teff, sin embargo existe la intención de traerlo para producirlo. Tal es así que desde España Egbert Sonneveld, un

ingeniero agrónomo holandés que se dedica al cultivo del grano en Castilla y León, tuvo intenciones de producir aquí teff, pero se encontró en la norma de cuarentena del Senasa un obstáculo. Esta norma implica que para ingresar la semilla, se deben cumplimentar una serie de pasos, dado que cuando se trata de productos nuevos o de orígenes nuevos hay que desarrollar un análisis de riesgo de plagas, que es un estudio técnico basado en una norma internacional que todos los países utilizan para establecer los requisitos de importación de productos vegetales; por la cual se le pide al país de origen del producto que provea toda la información sobre el mismo, sobre las condiciones de su cultivo y las plagas que lo afectan en el país de origen (Cunzolo, 2015).

Este proceso no tiene costo y se inicia una vez que un productor o un interesado presentan un pedido formal para ingresar el grano al país. Una vez concluido, se autoriza el cultivo solicitado.

4.2 Taxonomía y morfología

El teff es una planta tetraploide ($2n=40$) y constituye una de las aproximadamente 350 especies del género *Eragrostis*, siendo la única cultivada para consumo humano de sus granos (Arguedas Gamboa y col., 2008). El género *Eragrostis* es miembro de la Tribu *Eragrosteae*, subfamilia *Eragrostoideae*, familia *Poaceae* (*Gramineae*) (Assefa y col., 2011; Watson, 1992). Actualmente, la nomenclatura binomial más aceptada para este cultivo es *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter.

La planta (Fig. 1) se caracteriza por una larga corona, muchos vástagos y un sistema de raíces fibrosas poco profundas (Lovis, 2003; Stallknecht, 1993). Sus espigas tienen 2-12 floretes y la mayoría de las variedades llegan a medir entre 50-120 cm, pudiendo una sola planta de teff producir hasta 50.000 granos.



Figura 1. *Eragrostis tef* (Fuente: <http://www.prota4u.org/protav8.asp?h=M4,tef&p=Eragrostis%20tef>)

Su grano, el más pequeño del mundo, según afirman algunos autores, tiene menos de 1 mm de diámetro (aproximadamente 0,6-1mm de diámetro y 1-1,6 mm de longitud) (Arguedas Gamboa y col., 2008), y 150 granos de teff pesan lo mismo que 1 grano de trigo. Por ello, es imposible separar el salvado durante la molienda, con el consiguiente incremento de fibra y nutrientes en sus harinas.

Se cree que la palabra “teff” deriva del término amaharico “teffa” que significa “perdido” debido a que, por su reducido tamaño, se pierde fácilmente cuando se recoge (Lovis, 2003; Arguedas Gamboa y col., 2008).

Los granos de teff poseen una gama de colores que van desde el blanco lechoso al marrón oscuro, siendo los colores más comunes el blanco (a), el blanco cremoso (b), el marrón claro (c) y el marrón oscuro (d) (Fig. 2) (Bultosa y col., 2003).



Figura 2 Granos de diferentes variedades de teff (Bultosa y col., 2003)

4.3 Características del teff

El teff es una planta herbácea anual de estación templada (Davison, 2003). Sus semillas se adaptan muy bien a condiciones variables de suelo y clima (Arguedas Gamboa y col., 2008). Las producciones máximas se consiguen a altitudes de 1800 - 2.000 m, en estación con lluvias de 450-550 mm y temperaturas de 10-27 °C (Arguedas Gamboa y col., 2008).

Puede sufrir por heladas tempranas o tardías y es muy tolerante a la sequía, pero la producción sufre si no se aporta la adecuada humedad a la planta (Davison, 2003).

El grano germina rápidamente madurando, en función de la variedad, entre 95 -130 días (Arguedas Gamboa y col., 2008; Davison, 2003). En un estudio (Kreitschitz y col., 2009) se apunta que el elevado contenido en pectinas de las células epidérmicas modificadas que cubren el fruto del teff, podrían motivar su rápida germinación, debido a la capacidad de las pectinas de absorber y retener la humedad del grano en ambientes secos.

La dosis de siembra varía entre 2,3 y 9 kg/ha, siendo las recomendaciones medias de 5 a 8 kg/ha (Arguedas Gamboa y col., 2008). El

rendimiento promedio es de aproximadamente 9 t/ha, aunque las mejores variedades dan alrededor de 30 t/ha (Eissing, 2008).

En Etiopía, se cultiva de forma similar al trigo y a la cebada (Ketema, 1997), principalmente como monocultivo, ocasionalmente asociado a otros cultivos como colza (*Brassica napus*), cártamo (*Carthamus tinctorius*), girasol (*Helianthus annuus*), maíz (*Zea mays*) y sorgo (*Sorghum bicolor*).

Por ello el teff se caracteriza principalmente por:

- Resistencia a las sequías.
- Reducidas dimensiones de su semilla, que la hacen especialmente válida para formas de vida seminómada, al permitir que un puñado de semillas sea suficiente para sembrar un campo entero.
- Rápida maduración del grano.
- Capacidad de adaptación a diferentes sistemas de cultivo y bajo riesgo de enfermedades y plagas.
- Alto rendimiento en harina.
- Utilidad como forraje para el ganado y como aglutinante en las paredes de las casas locales (Etiopía).
- Color de la semilla variable desde blanco, pasando por el rojo hasta negro, dependiendo de la variedad (Lovis, 2003; Davison, 2003).
- Sabor variable de agradable (Eissing, 2008) a suave y a nuez con un ligero dulzor (para las variedades más claras), hasta un sabor más intenso a avellanas para las variedades oscuras (Lovis, 2003; Arguedas Gamboa y col., 2008).

4.4 Información nutricional

En comparación con otros cereales, tales como el trigo, la cebada y el sorgo, el teff tiene un valor nutricional superior (Mengesha, 1965). Su elevado valor nutricional se debe en buena parte al hecho de que la proporción de germen y salvado es grande en comparación con el resto de la semilla (endospermo). Otro motivo es que, debido al pequeño tamaño de la semilla, la harina se elabora principalmente a partir del grano completo, de modo que no se pierde ninguna parte (Bultosa y col., 2002). Es un cereal libre de gluten, lo que lo hace ideal para incluir en la alimentación de los celíacos (Mengesha, 1965).

Desde un punto de vista nutritivo tiene características interesantes ya que contiene gran cantidad de fibra alimentaria y hierro, además de proteínas y

calcio. Lo comparan con el mijo o la quínoa por su semejanza, aunque la semilla es más pequeña y con un gusto amargo (Bultosa y col., 2003). Tiene una gran proporción de almidón lentamente digerible que se hidroliza despacio, aunque lo hace en el intestino delgado y también una gran proporción de almidón resistente, que llega intacto al intestino grueso. Por lo que es muy adecuado para una estimulación de la flora natural actuando como si se tratara de un probiótico.

Es rico en minerales libres como el calcio, magnesio, manganeso y potasio que ayudan en la recuperación rápida después de un esfuerzo físico o desgaste mental. Destacándose su contenido en calcio, lo cual lo hace ideal para ser recomendado en procesos de descalcificación, osteoporosis y en el crecimiento infantil (Cabrera y col., 2008).

Sus proteínas de gran calidad son comparadas con las del huevo (Arguedas Gamboa y col., 2008). Es fuente de 8 aminoácidos esenciales, destacando la lisina, inexistente o escasa en algunos cereales como el trigo o la cebada. La lisina tiene un papel importante, ya que interviene en el proceso metabólico del calcio ayudando al mismo a que pase del torrente sanguíneo a la estructura ósea. Las proteínas del grano se presumen también de fácil digestión porque las prolaminas son muy pequeñas (Twidwell y col., 2002).

El valor nutricional del teff, por 100 g de harina se resume en el siguiente cuadro (Bultosa y col., 2002).

Cuadro 1. Composición Nutricional del teff	
Valor energético	330 Kcal/1399 kJ
Proteínas	13,3 g
Hidratos de carbono	65,4 g

Grasas totales	2,1 g
Grasas Saturadas	0,7 g
Grasas Monoinsaturadas	0,7 g
Grasas Polinsaturadas	0,7 g
Omega-3	135 mg
Omega-6	936 mg
Fibra	7,9 g
Calcio	170 mg
Potasio	480 mg
Hierro	5,4 mg
Vitamina C	0,2 mg
Manganeso	3,8 mg
Cobre	0,7 g
Zinc	4,4 mg
Magnesio	186 mg
Fuente: Bultosa y col., 2002	

4.5 Interés nutricional y aspectos benéficos del grano de teff

Entre los beneficios para la salud atribuibles al teff, se encuentra la posibilidad de ser consumido por quienes padecen la enfermedad celíaca. Este enfermedad se caracteriza por la intolerancia al gluten y el acortamiento o desaparición de las vellosidades intestinales (Morón y col., 2008) que resultan en una mala absorción de nutrientes. Las características de la enfermedad pueden variar de un paciente a otro, dependiendo de la severidad y grado de la misma (Wieser; Koehler, 2008). La teoría aceptada en la actualidad se basa en una respuesta inmune primaria a las proteínas del gluten (prolaminas) como antígenos y transglutaminasa tisular (TG), que ha sido identificado como un auto antígeno (Wieser; Koehler, 2008). En la actualidad se reconoce que está universalmente distribuida, con una prevalencia estimada del 1-2% en el la población en general (Cabrera y col., 2008). Debido a este aumento de diagnósticos de personas intolerantes al gluten es muy interesante investigar sobre el teff, que es un alimento libre de prolaminas tóxicas, y puede ser una alternativa de consumo importante para este colectivo.

El consumo de teff conlleva también efectos positivos contra la anemia. En estas personas, la sangre no lleva suficiente oxígeno al resto del cuerpo. Como resultado, se sienten cansadas, junto con otros síntomas, debido a que sus cuerpos no reciben suficiente oxígeno. La falta de ácido fólico o vitamina B12, también puede ser causa de la anemia. Los etíopes a pesar de ingerir gran cantidad de teff, que es rico en hierro (Zein y col., 1987; *Ministry of Health Ethiopia*, 1987; Foy y col., 1960; Larysse y col., 1964), siguen teniendo deficiencias. Marian (2010), realizó un estudio en niños y averiguó que sólo un

4% tenía una ingesta de hierro menor a la adecuada. Sus deficiencias eran debidas a que la ingesta de carne y otros alimentos ricos en ácido ascórbico (vitamina C), que mejoran la absorción del hierro no-hemo (Adish y col., 1998), no se consumían casi nunca. Se puede concluir que el teff contiene un alto nivel de hierro, pero debe ser acompañado de factores facilitadores de la absorción.

Asimismo, también se recomienda su consumo en deportistas, ya que su alto contenido en Fe aumenta el nivel de hemoglobina en sangre, con el consecuente aumento en la oxigenación durante el ejercicio físico (Arguedas Gamboa y col., 2008).

El teff, a su vez podría ser una influencia positiva sobre la osteoporosis, debido a su alto contenido de calcio, que previene esta enfermedad (Arguedas Gamboa y col., 2008).

Otra de las enfermedades que puede verse beneficiada por el consumo de teff es la diabetes (Ashenafi, 2006). El teff posee un bajo índice glucémico, ya que tiene una gran cantidad de hidratos de carbono de asimilación lenta. Esto puede ser positivo para los pacientes con diabetes, ya que al ingerir hidratos de carbono lentos, el azúcar en sangre es más constante. Aunque, depende extremadamente de la combinación de ingredientes, la cantidad y la preparación del alimento. Por este motivo el teff también es muy adecuado para deportistas de alto rendimiento que tienen una necesidad rápida y prolongada de hidratos de carbono. Proporciona una energía vital inmediata y duradera. Para personas con sobrepeso que quieren controlar su peso el teff también es interesante, ya que posee un alto poder saciante y regulador del apetito (Arguedas Gamboa y col., 2008).

4.6 Formas tradicionales de uso

En África, el teff se destina tanto a alimentación humana como animal. La forma más habitual para consumo humano es el Injera (Davison, 2003), que constituye un 70% de la dieta de la población etíope (Arguedas Gamboa y col., 2008). El Injera es un pan plano circular, similar a un crepe, y de estructura porosa que acompaña a toda clase de alimentos (Fig. 3). Este tipo de pan se deja fermentar durante 3 días, de esta forma aumenta su valor nutricional y

presenta un sabor agrio. Para su elaboración, primeramente se muele el teff y después se somete a una fermentación con masa ácida durante tres días. Este proceso fermentativo tiene un efecto fundamental en las características sensoriales del producto final, pero además incrementa su valor nutricional, al disminuir la relación fitatos/hierro (Arguedas Gamboa y col., 2008). El proceso fermentativo dura entre 24 y 72 horas dependiendo de la temperatura. Se ponen en contacto la harina de teff y agua en un recipiente al que se añade algo de *ersho*. El *ersho* consiste en un líquido amarillo sobrenadante que se acumula en el recipiente de fermentación de un proceso anterior que actúa como *starter* en la siguiente fermentación (Ashenafi, 2006). Diferentes especies de levaduras del género *Cándida* han sido las más abundantes que se han encontrado en diferentes masas de Injera analizadas en Etiopía (Arguedas Gamboa y col., 2008) y un estudio previo (Stewart y col. 1962) atribuye a *Candida guilliermondii* la hidrólisis del almidón y el incremento de azúcares reductores en la primera fase del proceso fermentativo del Injera.

En Etiopía, el Injera se puede elaborar también mezclando harina de teff con la de otros cereales como cebada, trigo, maíz o mijo, pero la calidad y el flavor que se obtiene es inferior que cuando se elabora a partir de teff exclusivamente (Arguedas Gamboa y col., 2008; Ashenafi, 2006).



Figura 3. Injera (Fuente: <http://cookingwithkids.org/recipe/injera/>)

El teff también es utilizado para la elaboración de bebidas alcohólicas fermentadas, tella y katikalla, y panes dulces no fermentados, kitta (Bultosa y col., 2002), así como para elaborar gachas, como espesante de sopas, guisos, salsas, etc. (Ketema, 1997; Zedwu, 2007; Arguedas Gamboa y col., 2008) y en platos salteados (Bultosa y col., 2002).

En Etiopía, la alta calidad de su paja comparada con la de otros cereales, lo hace muy valorado en la alimentación animal, debido a su elevado relación hoja:tallo (73:27), a su alta digestibilidad y a su relativamente elevado contenido en proteína (Davison, 2003).

En tanto que en Europa, este cereal se utiliza para la elaboración de panes, bizcochos, batidos dietéticos, barritas energéticas y todo tipo de aplicaciones vinculadas a los cereales y la harina (Roosjen, 2007).

En occidente, actualmente, se está empleando para la producción de alimentos libres de gluten, alimentos dietéticos y para deportistas, por su elevado valor nutricional.

4.7 Caracterización física del almidón de teff

Las características físicas de un alimento son el resultado de la concentración de sus macro-componentes, su relación y su comportamiento bajo diferentes condiciones ambientales. Bultosa (2007) estudió factores de calidad de granos y harinas de trece variedades de teff y comprobó que la superficie del gránulo es lisa, sin evidencia de poros, y que los gránulos son de pequeño tamaño, en comparación con el almidón de maíz.

Cuanto menor es el tamaño granular de almidón, mayor será su superficie específica y mayor su absorción de agua. Un estudio anatómico del grano de teff ha revelado que contiene gránulos de almidón compuestos, similares a los de arroz y amaranto. El pericarpio del grano también contiene gránulos de almidón como en el caso del sorgo. El tamaño de los gránulos es ligeramente mayor que el del amaranto, los cuales son de 1-2 micras de diámetro y comparables en tamaño a los gránulos individuales del almidón de arroz, que son 3-5 micras de diámetro. Los gránulos de almidón en las

diferentes variedades de teff son morfológicamente similares entre sí. La mayoría de los gránulos tienen un número elevado de lados, mientras que unos pocos presentan forma esencialmente cúbica (Bultosa y col., 2002). El análisis de rayos X del gránulo de almidón de teff da un almidón, aparentemente más amorfo que el almidón de maíz, pero similar al arroz y sorgo en el nivel de cristalinidad.

La temperatura de gelatinización es similar a la de otros cereales tropicales. El grado de cristalinidad en el almidón de teff es menor. El rango de temperaturas de gelatinización es 68,0-74,0-80,0 °C, típico de los almidones de cereales tropicales, y se asemeja a la gama de temperaturas de almidón de arroz. El almidón de teff tiene un mayor índice de absorción de agua (media 108%) y menor índice de solubilidad (media 0,34%) que el almidón de maíz (Bultosa y col., 2002). Estas propiedades junto con la considerable menor viscosidad de la pasta (pico, ruptura y retroceso), en comparación con el almidón de maíz, han sido relacionadas con el tamaño de los gránulos de almidón del teff que son más pequeños que los del maíz (Bultosa y col., 2002).

4.8 Influencia del teff en mezclas para panificación

En los últimos años se viene estudiando el empleo de harina de teff en panificación, generalmente en sustitución de una parte de la harina de trigo. Las dosis de sustitución estudiadas hasta ahora no han superado el 30%. Uno de los principales efectos observados como consecuencia de su adición está relacionado con su elevada capacidad de absorción de agua y su estabilidad y tolerancia al amasado, normalmente establecida mediante ensayos farinográficos. Ezpeleta y Callejo (2010) obtuvieron valores mayores de absorción de agua en las muestras con mayor adición de teff en trigo, en consecuencia obtuvieron panes con mayor peso. En cambio Marian (2009) encontró que la adición de harina de teff a la harina de trigo no causó un aumento significativo en la absorción de agua establecida mediante ensayos farinográficos, con excepción de las muestras con un 15% y un 20% de teff donde disminuyó. Esto puede ser debido a que la harina de teff es integral. Esta autora tampoco encontró diferencias significativas en el tiempo de desarrollo de la masa debido a la adición de teff. Pero el tiempo de estabilidad

de la masa y el número de calidad de farinógrafo (este número indica la fuerza de la harina), disminuyó a medida que el nivel de harina de teff aumentó. Se obtuvieron resultados similares por Khalil y col., (2000). Por otro lado los resultados revelaron que el tiempo de decaimiento ablandamiento aumentó con el porcentaje de harina de teff. Tiempo de desarrollo y valor de la estabilidad son indicadores de la fuerza de harina. Valores más altos, sugieren una masa más fuerte (Wang y col., 2002). Por lo que la adición de teff da masas con menor fuerza.

Alaunyte y col. (2012), realizaron un estudio para comprobar cómo afectaban las adiciones de teff de 0, 10, 20 y 30% a las masas y al pan, y cómo mejorarían estos panes con la adición de enzimas. Este autor encontró que en las harinas de trigo mezcladas con teff se incrementaba significativamente ($P<0,05$) la absorción de agua. Ben-Fayed y col. (2008) y Mohammed y col. (2009), encontraron una tendencia similar para las masas suplementadas con teff. Esto puede estar relacionado con el pequeño tamaño de gránulo de almidón de teff, y por tanto, con su mayor superficie para que el agua sea absorbida. La mayor absorción de agua (WA) probablemente afectó el tiempo de desarrollo de masa (DDT), que significativamente ($P<0,05$) aumentó con la adición de teff. Resultados similares se obtuvieron también con suplementación de harina de trigo por amaranto, que sugiere que la absorción de agua aumentó debido al pequeño tamaño de los granos de amaranto. La estabilidad de la masa (DST) disminuyó significativamente ($P<0,05$) cuando la adición de teff se encontraba en los niveles más altos (20 y 30%). El grado de decaimiento de la masa (DS) también disminuyó significativamente ($P<0,05$). Los valores de estabilidad de la masa y ablandamiento dan una indicación de la tolerancia y la tasa de descomposición, respectivamente. Esto sugiere que la masa que contiene mayor nivel de harina de teff tiene menos estabilidad durante la fase de mezcla y es más propensa a la descomposición temprana y rápida. La disminución de los valores de estabilidad de la masa y ablandamiento, podría ser explicada por la dilución de gluten formador de masa por la adición de harina de teff en los niveles de 10 a 30% basado en el peso de la harina. Resultados similares fueron obtenidos por Salehifar y Shahedi (2007) donde la harina de avena, que carece de gluten, se incorporó al trigo blanco del pan, lo

que aumentó el grado de ablandamiento y la disminución de la estabilidad de la masa.

En cuanto a las propiedades de empastado, Alaunyte y col. (2012) mostraron que hay un aumento gradual de las viscosidades de pico, de la pasta caliente y de retroceso a medida que se aumenta la cantidad de harina de teff. La mayor viscosidad máxima de teff comparada con mezclas de harina de trigo indican la mayor capacidad de unión del agua mezclada con harina (*Newport Scientific*, 2001), que también concuerda con una mayor lectura de absorción de agua de los valores del farinógrafo. El aumento de la viscosidad en caliente de la pasta de mezclas de harina de teff con trigo, muestra una mayor tolerancia al estrés de cizalladura. Sin embargo, altos valores de viscosidad de retroceso (retrogradación) de las mezclas complementadas con teff pueden indicar efectos negativos en la retrogradación del almidón durante la vida útil del producto en comparación con el pan hecho sólo de harina de trigo.

En cuanto a los parámetros obtenidos mediante ensayos alveográficos, Ezpeleta y Callejo (2010) realizaron un estudio en el cual mezclaron harina de de teff en dosis de 0, 15 y 30% con dos tipos de harinas comerciales de diferente fuerza. Estos autores observaron que las muestras con un menor contenido en harina de teff presentaron una mayor fuerza (W) y extensibilidad (L) lo que indica que la harina de teff confiere a la masa muy poca elasticidad y una gran firmeza lo que hace que su manejo sea muy difícil. Estos autores encontraron que las masas con un alto contenido en teff presentaban una gran consistencia no pudiéndose medir mediante el consistógrafo de Chopin.

El número de *Falling* es una indicación de la actividad α -amilásica. Ezpeleta y Callejo (2010) demostraron que los panes elaborados con menos teff y más trigo tienen una actividad α -amilásica mayor. Por lo tanto, los panes con un contenido mayor de teff, del 30%, y harina de trigo de alta fuerza tuvieron una actividad α -amilásica menor y un alto índice de caída. Como resultado dieron panes con volumen, longitud e índice de forma reducidos (panes poco desarrollados). Esto está de acuerdo con los datos aportados por Marian (2009) quién encontró un alto número de número de *Falling* en las masas con mayor contenido de teff, que indica una menor actividad α -amilásica. Este parámetro se puede corregir con la adición de harina de malta (Khalil y col., 2000).

En cuanto a los parámetros físicos, Ezpeleta y Callejo (2010) encontraron que los panes con un 30% de harina de teff presentaron una luminosidad, más baja ya que el teff da panes más oscuros. Los mismos resultados fueron aportados por Ben-Fayed y col., (2008) que encontraron que los panes que contenían de 10 a 30% de harina de teff tenían valores significativamente más bajos de brillo, pero mayor saturación que el pan de trigo control. Marian (2009) demostró que el peso, volumen y el volumen específico del pan aumentaron significativamente ($P < 0,05$) para pequeñas adiciones de teff, si bien, para dosis más elevadas volvían a disminuir. Se observó que el pan con el 5% de teff, dio el mayor volumen, mientras que el control y el de 20% de harina de teff dieron el menor volumen. Estos resultados están en un acuerdo parcial con los aportados por Ezpeleta y Callejo (2010) y por Talley y col., (1972) quienes encontraron que el 17% y la sustitución de 30% de harina de girasol en la harina de trigo producía panes densos y compactos, sin embargo, el 3% de enriquecimiento dio un pan atractivo. Alaunyte y col. (2012) también mostraron que la sustitución de harina de trigo con teff hasta el nivel de 10% no afectó el volumen del pan, mientras que la incorporación de 20 y 30% tenía un efecto perjudicial sobre el volumen. Una tendencia similar se observó en otros estudios (Ben-Fayed y col., 2008; Mohammed; Mustafa y col., 2009). La superficie de una rebanada disminuyó en los panes de masas complementadas con teff. Sin embargo, la disminución significativa se observó sólo en el nivel más alto de teff. Se podría sugerir que la disminución de volúmenes específicos de panes con teff ha contribuido a un área de la rebanada menor. Otros parámetros de la estructura de la miga, incluyendo espesor de la pared y el volumen de poros de la miga, aumentaron significativamente para adiciones del 20 y 30% de teff, mientras que el número de poros disminuyó notablemente (Alaunyte y col., 2012). Esto dio lugar a una miga más abierta y gruesa con una estructura con menos poros, más grandes, que tienen paredes más gruesas. También se observó que el brillo disminuyó significativamente con el aumento de los niveles de harina de teff ($P < 0,001$). Como la harina de teff es harina integral, las partículas de salvado causan una miga de color oscuro.

Los efectos del teff en la vida útil del pan fueron estudiados por Alaunyte y col. (2012) quienes encontraron que la firmeza inicial de la miga fue

significativamente mayor en pan con teff y el incremento fue gradual con la suplementación de teff. Se considera que la firmeza de la miga viene muy determinada por el volumen del pan (Axford y col., 1968). En este estudio, todos los panes con teff tenían volúmenes más bajos y mayores firmezas de la miga. Durante el periodo de 8 días de vida útil, todos los panes de teff presentaron mayor firmeza de la miga en comparación con el pan de trigo blanco. Se puede concluir, pues, que el teff aumentó la firmeza inicial de la miga y disminuyó la vida útil del pan.

En cuanto a los parámetros químicos, Marian (2009) realizó un estudio en masas de trigo con mezcla de teff para hacer pan de molde. Los resultados revelaron que el contenido de cenizas aumentó de 0,802 (p/p) para la harina de trigo sola a 0,993%, 1,153%, 1,28% y 1,47% en sustitución de harina de trigo con un 5%, 10%, 15% y 20% de harina de teff, respectivamente. Sin embargo, el contenido de proteína disminuyó del 11,87% al 11,67%, 10,77%, 10,43% y 10,10%. Estos resultados indican que la suplementación de harina de trigo con harina de teff causó importantes aumentos en las cenizas y una reducción poco significativa en el contenido de proteína. Esto puede ser debido al hecho de que la harina de teff es notablemente mayor en cenizas, en gran parte debido a que contiene más salvado, y más baja en proteínas en comparación con la harina de trigo. Bultosa (2007) informó que la proteína del grano de teff varió entre 11,1 y 8,7% con media de 10,4%, y el contenido de cenizas osciló entre 3,2 a 2 % con una media de 2,45%. La adición de harina de teff produjo una reducción significativa en los valores de gluten. Esta autora también encontró que el contenido de gluten disminuyó significativamente a medida que el porcentaje de harina de teff aumentó, lo que es atribuible a la ausencia de gluten en la harina de teff (Hopman y col., 2008). Alaunyte (2012) comprobó que la adición de teff enriqueció el contenido en hierro de los panes de trigo. El pan con adición de 30% de teff contenía más de dos veces la cantidad de hierro que el pan sólo con trigo. Esto está de acuerdo con la mayoría de los trabajos encontrados (Abebe y col., 2007; Areda y col., 1993; Mengesha, 1966). Otra de las propiedades nutricionales afectada significativamente por la adición de teff fue la capacidad antioxidante total, que aumentó significativamente con respecto al pan elaborado sólo con trigo. A pesar de que la investigación sobre los niveles de antioxidantes totales en el teff es muy escasa, algunos

investigadores aportaron que el contenido de compuestos fenólicos en el teff es comparable al del mijo integral McDonough y Rooney (1985). En general, los panes de trigo y de teff no difieren significativamente en su contenido de proteína cruda, grasa y fibra dietética total. En el estudio de McDonough y Rooney (1985) se afirma que el contenido de proteína cruda es similar en panes de trigo y de teff, aunque este valor no refleja la calidad de la proteína de panes enriquecidos con teff. El contenido en grasas y fibra total fue similar en todos los panes. El trigo tiene niveles similares de grasa al Teff (Bultosa, 2007; *National Research Council*, 1996; USDA, 2007), por lo tanto, esto corresponde a valores similares de grasa en panes. Estos resultados mostraron niveles similares de fibra dietética total en todos los panes, a pesar de que la harina de teff tiene un nivel significativamente mayor de fibra dietética total. Sin embargo, el teff no es tan rico en fibra como algunos de los otros cereales integrales, por lo que la incorporación en el nivel de 10% a 30% no crea una diferencia significativa. La diferencia más notable de la contribución entre panes de trigo y teff fue el contenido en hierro.

El efecto de la harina de Teff sobre las características sensoriales fue estudiado por Ezpeleta y Callejo (2010) quienes demostraron que, a grandes rasgos, los panes elaborados con un mayor contenido en harina de teff presentaron una menor aceptación por parte de los consumidores. De todos los panes, el pan con 30 % de teff y harina de trigo de baja fuerza es el que tuvo una menor puntuación. Haciendo una distinción por sexos, estos autores encontraron que los hombres puntuaron mejor a todos los panes. En cuanto a la frecuencia de consumo, observaron que las personas que comen pan más de una vez al día prefieren el pan con el 100 % de harina de trigo frente a todos los demás. Demostraron que los panes tienen una mayor aceptación por las personas de edades más avanzadas. Y las diferencias entre unos panes y otros se atenuaron en consumidores habituales de pan. Estos resultados están de acuerdo parcialmente con los aportados por Marian (2009). Esta autora observó que a medida que aumentaba el porcentaje de harina de teff disminuía significativamente la puntuación de color, aroma, sensación en la boca y la aceptabilidad global de los panes. Sin embargo, la puntuación máxima de sabor y textura se observó en el pan que contenía un 5% de harina de teff. Matthews y col. (1970) comprobaron que la sustitución de harina de trigo con

altos niveles de harina de girasol resultó en el deterioro de la miga, color y la textura del pan. El bajo volumen del pan y la firme textura de la miga se puede atribuir a la dilución del gluten (Dubois, 1978). Similares resultados fueron aportados por Alaunyte y col. (2012), quienes encontraron que el aumento del nivel de teff, hizo disminuir significativamente ($P < 0,05$) la ligereza de la miga, la suavidad y elasticidad, mientras que el sabor amargo y flavor aumentó significativamente ($P < 0,05$) para panes con 20 y 30% de harina de teff cuando se comparó con el control. La aceptabilidad general fue también significativamente ($P < 0,05$) más baja para los panes con el 20 y el 30% de teff. Esto tiene una fuerte correlación con el sabor amargo y el regusto. Similares hallazgos fueron reportados por Ben-Fayed y col. (2008) y Mahommed y col. (2009), ya que sólo los niveles de teff hasta 10 y 5%, respectivamente, fueron juzgados como aceptables. Estos resultados podrían variar dependiendo del tipo de teff que se utilice.

4.9 Aceptabilidad

Costell (2001) señala que básicamente, la aceptación de los alimentos es el resultado de la interacción entre el alimento y el hombre en un momento determinado. Por un lado, las características del alimento (composición química y nutritiva, estructura y propiedades físicas) y por otro, las de cada consumidor (genéticas, etarias, estado fisiológico y psicológico) y las del entorno que le rodea (hábitos familiares y geográficos, religión, educación, moda, precio o conveniencia de uso), influyen en su actitud en el momento de aceptar o rechazar un alimento. Continúa esta autora diciendo que, en la práctica, el principal problema que se presenta en el estudio del proceso que regula la elección e ingestión de los alimentos es que, en función del objetivo del estudio y de la especialidad de los autores, el planteamiento del problema suele tener un enfoque diferente y la metodología aplicada para registrar la respuesta humana, características distintas. Por ello no siempre es fácil analizar comparativamente la información disponible.

Costell (2001) afirma que varios autores han propuesto diferentes modelos teóricos para explicar el proceso de la aceptabilidad de los alimentos intentando incluir en los mismos los distintos factores que influyen y las

conexiones e interacciones que puede haber entre ellos. Desde que Pilgrim propuso su modelo en 1957 (Amerine y col., 1965) hasta el más reciente de Booth y Shepherd en 1988, ha habido distintas aportaciones de interés (Shepherd, 1989). Prácticamente en todas ellas se considera, más o menos implícitamente, que los factores que determinan la aceptabilidad de un alimento responden a tres orígenes: el alimento, el hombre y el entorno.

Las diferencias entre los distintos modelos residen, principalmente, en los factores que incluyen, en la importancia relativa que se les asigna y en la representación, más o menos complicada, de los nexos que existen entre ellos. De una forma simplificada, se puede considerar que la percepción que el hombre tiene de un alimento es el resultado conjunto de la sensación que éste le provoca y de cómo él la interpreta. La sensación que experimenta el hombre es la respuesta a los estímulos procedentes de los alimentos y el proceso de interpretación incluye referencias a informaciones o situaciones previas almacenadas en la memoria, que modulan la sensación percibida antes de decidir la aceptación o rechazo del alimento.

4.10 Evaluación Sensorial

La valoración o evaluación sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia y que le lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos. Estas sensaciones que motivan este rechazo o aceptación varían con el tiempo y el momento en que se perciben y dependen tanto de la persona como del entorno (Sancho, 2002).

Watts (2000) indica que, la evaluación sensorial de los alimentos, es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de productos alimenticios. Remarcando que el análisis sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos y microbiológicos. Si no se realiza un análisis sensorial de los alimentos y se confía únicamente en otro tipo de parámetros, puede incurrirse en errores muy graves; ya que la aceptación de los alimentos no solo depende de su calidad

nutritiva sino depende principalmente de sus características sensoriales (color, sabor, textura, etc.).

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), la define como la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Schutz, 1971).

En tanto que otras definiciones la describen como la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente.

4.11 Percepción sensorial

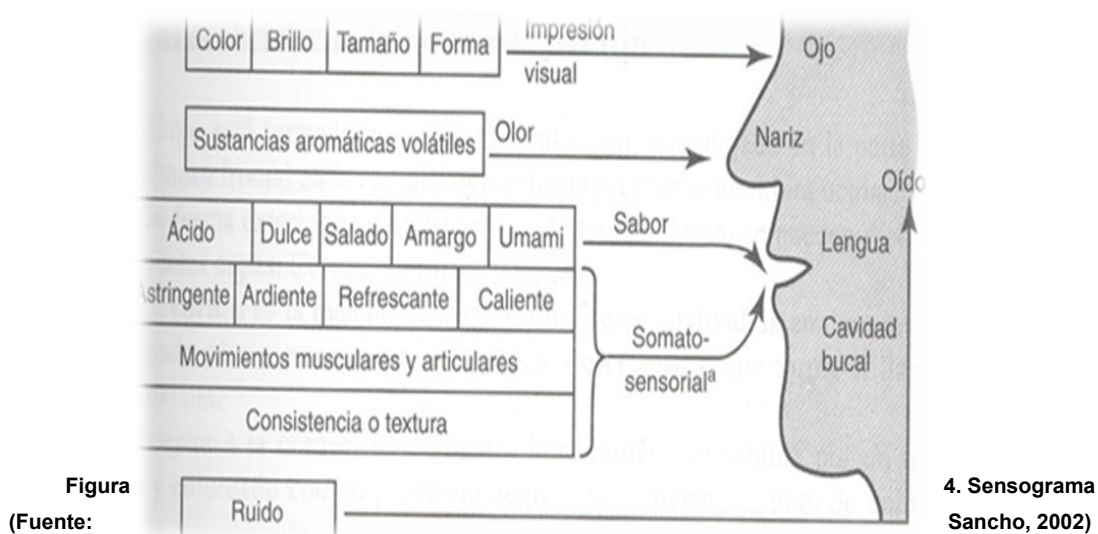
Se define a la percepción sensorial como a la interpretación de la sensación, es decir la toma de conciencia sensorial (Sancho, 2002). Es la capacidad de la mente para atribuir información sensorial a un objeto externo a medida que la produce (Carpenter, 2002).

Por ello la valoración de un producto alimenticio se percibe a través de uno o de dos o más sentidos. La percepción de cualquier estímulo ya sea físico o químico, se debe principalmente a la relación de la información recibida por los sentidos, denominados también como órganos receptores periféricos, los cuales codifican la información y dan respuesta o sensación, de acuerdo a la intensidad, duración y calidad del estímulo, percibiéndose su aceptación o rechazo.

La secuencia de percepción que tiene un consumidor hacia un alimento, es en primer lugar hacia el color, posteriormente el olor, siguiendo la textura percibida por el tacto, luego el sabor y por último el sonido al ser masticado e ingerido.

El catador o el consumidor final, emite un juicio espontáneo de lo que siente hacia una materia prima, producto en proceso o producto terminado, luego expresa la cualidad percibida y por último la intensidad.

Las diferentes percepciones de un producto alimenticio se resumen en la Fig. 4.



4.12 Clasificación y objetivos de la Evaluación Sensorial

Existen tres tipos de pruebas sensoriales, las cuales se aplican de acuerdo al objetivo o aspecto que queremos evaluar en el alimento o preparación (Anzaldúa Morales, 1994). Las mismas se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Clasificación de las pruebas de evaluación sensorial				
Clasificación	Objetivo	Pregunta de interés	Tipo de prueba	Características de panelistas
Discriminatoria	Determinar si dos productos son percibidos de manera diferente por el consumidor	¿Existen diferencias entre los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial, orientados al método usado, algunas veces entrenados
Descriptiva	Determinar la naturaleza de las diferencias sensoriales	¿En qué tipos de características específicas difieren los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial y motivación, entrenados o altamente entrenados
Afectiva	Determinar la	¿Qué	Hedónica	Reclutados por

aceptabilidad de consumo de un producto	productos gustan más y cuáles son los preferidos?	uso del producto, no entrenados
---	--	---------------------------------------

4.13 Pruebas afectivas o hedónicas

Este tipo de pruebas se refieren al grado de preferencia y aceptabilidad de un producto. Nos permiten no sólo establecer si hay diferencias entre muestras, sino el sentido o magnitud de la misma.

Dentro de las pruebas afectivas o hedónicas podemos encontrar pruebas de preferencia (preferencia pareada y categorías de preferencia) y pruebas de aceptabilidad.

La mayoría de las veces suelen confundirse los términos aceptabilidad y preferencia, sin embargo son terminologías diferentes. La aceptabilidad se refiere al grado de gusto o disgusto de una persona sobre un producto y se basa en una escala de medición de una persona y su comportamiento. En tanto que la preferencia se refiere a la elección entre varios productos sobre la base del gusto o disgusto. Se basa en la elección de una persona entre un conjunto de alternativas (dos o más productos).

Resulta común por lo tanto utilizar pruebas hedónicas para evaluar la preferencia o aceptabilidad de un producto.

4.14 Pruebas de Aceptabilidad y escalas hedónicas

Las pruebas de aceptabilidad se aplican para conocer la reacción de un consumidor frente a un alimento; este tipo de test es de carácter afectivo o subjetivo ya que miden el grado en que gustan o disgustan las preparaciones o productos, diciéndose por tanto que son pruebas de criterio personal.

La aceptabilidad se puede evaluar en escalas que se presentan en una ficha junto con el nombre de la preparación a evaluar, la fecha, y algunas veces el sexo, edad o lugar de origen del consumidor ya que esto servirá posteriormente cuando se realice tabulación de datos. Las escalas que se utilizan para evaluar la aceptabilidad se denominan escalas hedónicas, y pueden incluir las siguientes categorías (Reyes, 1996; Watts, 1992):

- Me gusta

- Ni me gusta ni me disgusta
- Me disgusta

Otras veces la escala puede dar un margen más amplio para determinar el nivel de aceptabilidad de un producto e incluir más categorías. En estos casos, cuando se utilizan escalas muy amplias suelen numerarse; siendo la más utilizada la siguiente escala hedónica (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 2001):

1= me disgusta extremadamente

2= me disgusta mucho

3= me gusta levemente

4= me disgusta levemente

5= no me gusta ni me disgusta

6= me gusta levemente

7= me gusta moderadamente

8= me gusta mucho

9= me gusta extremadamente

En tanto que, cuando se desea conocer la aceptabilidad de un producto infantil pueden elaborarse escalas como las siguientes (10):



Me gusta



Ni me gusta ni me disgusta



No me gusta

5. Materiales y Métodos

5.1 Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo descriptivo, dado que se pretende medir y evaluar datos sobre diversos aspectos del fenómeno a investigar. Busca especificar propiedades, características y rasgos importantes del fenómeno que se analiza, describiendo así tendencias de un grupo o población.

5. 2 Tipo de diseño

El diseño de investigación fue no experimental, de corte transversal. Se entiende como diseño a un plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación. En este caso se realizó un estudio con diseño no experimental, es decir, sin la manipulación deliberada de variables, en el que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos y los datos se recogen en un periodo único de tiempo.

5.3 Población

- Personas de ambos sexos, que trabajan en el Hipermercado Libertad de la Avda. Roca 3.450, en el mes de noviembre de 2014.

5.4 Tipo y técnica de muestreo

A- La muestra se obtuvo mediante la técnica no probabilística intencional, dado que la selección de los sujetos que la componen fue informal y arbitraria; y estuvo sujeta a la decisión del investigador.

5.5 Muestra

A- Se seleccionaron 30 personas de ambos sexos, que trabajaban en el sector de tesorería en el Hipermercado Libertad de la Avda. Roca 3.450, de San Miguel de Tucumán, durante el mes de noviembre de 2014.

B- Panificados elaborados durante el mes de noviembre de 2014:

1. Pan A (con el 100% de harina de trigo)
2. Galletas saladas (con el 20% de harina de teff, 50% de harina de trigo y 30% de harina de mandioca)
3. Pan B (con el 10% de harina de teff y 90% de harina de trigo)

Recetas

Se elaboraron exitosamente 3 preparaciones: el pan A (sin harina de teff), galletitas saladas y el pan B (estos dos últimos con harina de teff). El pan A se elaboró sin harina de teff con el fin de comparar el tiempo de desarrollo de la masa, absorción de agua y preferencia entre este pan y el elaborado con harina de teff. El pan elaborado con teff requirió del agregado de más agua y mayor tiempo para el desarrollo de la masa (Ezpeleta y Callejo, 2010; Alaunyte y col., 2012; Ben-Fayed y col., 2008; Mohammed y col., 2009).

Se empleó para la elaboración de los productos la harina de teff, de origen español, “Salutef” (Fig. 5). La misma fue adquirida en la ciudad de Castilla y León, España.



Figura 5. Harina de teff

Pan A

Ingredientes

- Harina de trigo 500 gr
- Levadura fresca 5 g ó 1 sobre de levadura seca instantánea
- Agua 320 cc
- Sal 5 gr (1 cda)

Preparación: sobre la mesada, hacer una corona con la harina y en el centro agregar el agua, la levadura y la sal. Amasar y dejar descansar. Luego dar forma de pan, colocar sobre una asadera y llevar al horno precalentado a 180 °C. Cocinar hasta que estén dorados.

Galletitas Saladas

Ingredientes

- Harina de trigo 125 gr
- Harina de teff 50 gr
- Harina de mandioca 75 gr
- Leche 150 cc
- Manteca 60 gr
- Sal 5 gr (1 cda)
- Polvo de hornear 5gr (1cda)

Preparación: sobre la mesada, hacer una corona con la harina de trigo y en el centro agregar la harina de teff, la harina de mandioca, la manteca pomada, la leche, la sal y el polvo de hornear. Amasar y luego estirar con un palo de amasar. Con un molde redondo, cortar las galletitas y disponer sobre una asadera. Llevar al horno precalentado a 150 °C. Cocinar hasta que adquieran color dorado.

Pan B

Ingredientes

- Harina de trigo 450 gr
- Harina de teff 50 gr
- Levadura fresca 5 g ó 1 sobre de levadura seca instantánea
- Agua 600 cc
- Sal 5 gr (1 cda)

Preparación: sobre la mesada, hacer una corona con la harina de trigo y en el centro agregar la harina de teff, la levadura y la sal. Agregar agua y amasar. Dejar descansar la masa y luego dar forma a los panes. Disponer en una asadera los panes y llevar al horno precalentado a 180 °C. Cocinar hasta que queden dorados.

5.6 Criterios de inclusión

Se incluyeron dentro de esta investigación a aquellos participantes que:

- ❖ manifestaron no tener alergias o intolerancias a ninguno de los ingredientes de los productos,
- ❖ estuvieran dispuestos a probar
- ❖ hayan confirmado su participación mediante la firma del consentimiento informado.

5.7 Criterio de exclusión

Se excluyeron a:

- ❖ personas que padezcan alguna enfermedad gastrointestinal u otra que afecte sus capacidades para participar de la prueba de calidad sensorial
- ❖ no se encuentren presentes el día en que se administró el instrumento para la recolección de datos.

5.8 Consideraciones éticas

Nota dirigida al Jefe del Hipermercado Libertad, Avda. Roca 3.450, para solicitarle autorización para realizar el trabajo de campo en dicho lugar. (Anexo 1) y nota de consentimiento informado por escrito, que después se entregó a los participantes cuando se realizó la prueba de calidad sensorial. (Anexo 2)

5.9 Hipótesis de investigación

“La preparación elaborada con el 10% de harina de teff y 90% de harina de trigo (pan B), tiene muy buena aceptabilidad”

5.10 Definición de variable

Variable: Aceptabilidad

- *Definición conceptual:* la conducta frente al alimento; la disposición del individuo a aceptar un alimentos o bebida en circunstancias definidas y en un momento dado; el grado en el que le gusta un alimento, como sinónimo de preferencia.

- *Definición operativa:* para medir el nivel de aceptabilidad en el grupo en estudio se administró una encuesta (Anexo 3). Se presentó a los voluntarios tres preparaciones:

1. Pan A (con el 100% de harina de trigo)

2. Galletas saladas (con el 20% de harina de teff, 50% de harina de trigo y 30% de harina de mandioca)

3. Pan B (con el 10% de harina de teff y 90% de harina de trigo)

Luego de degustar cada producto elaborado con harina de teff, cada comensal valoró cuánto le gustó el mismo, y lo expresó marcando su opción.

Se consideró la aceptación de cada producto de la siguiente manera:

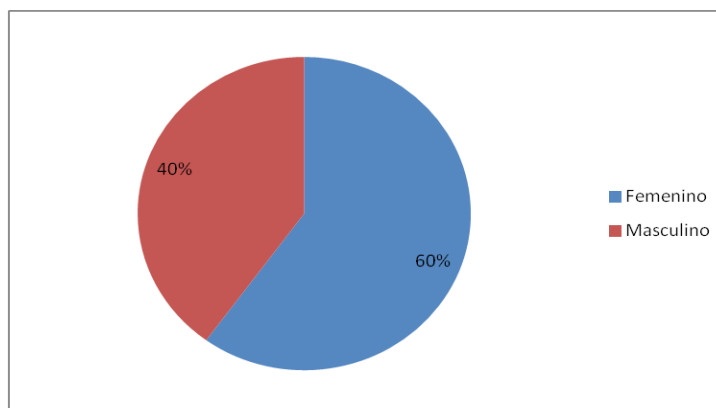
- Muy buena: si responde *Me gusta mucho* o *Me gusta*.
- Regular: si responde *Indiferente*.
- Mala: si responde *No me gusta* - *No me gusta para nada*.

6. Resultados

El análisis de los datos obtenidos mediante las encuestas aplicadas a los participantes de la investigación revelaron los siguientes resultados.

6.1 Características de la población encuestada

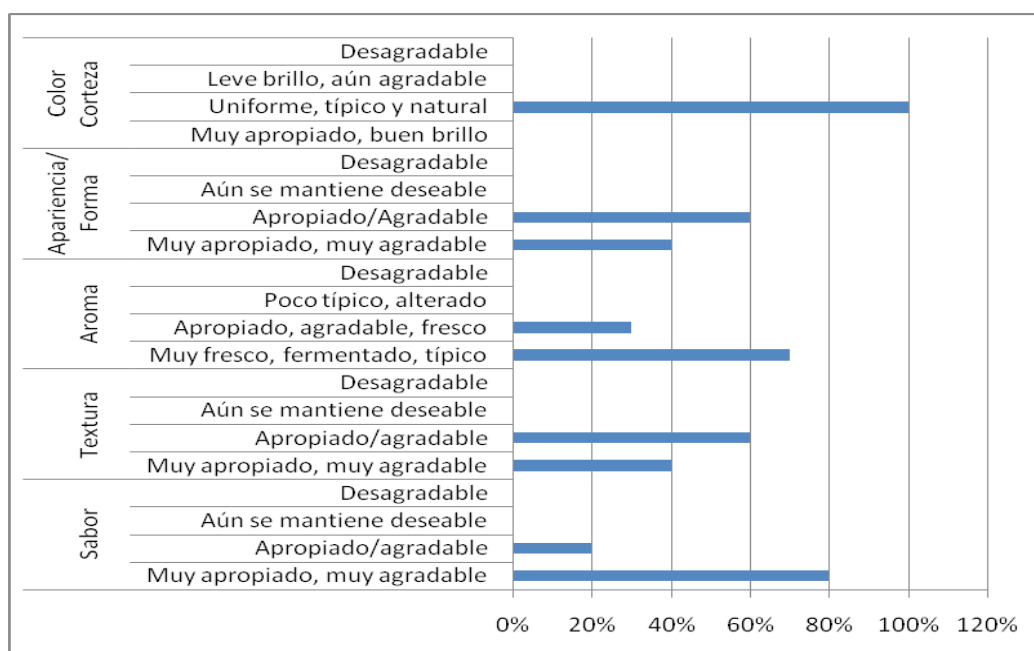
Gráfico 1. Distribución porcentual de los casos según sexo (N=30)



Las edades de los entrevistados fueron de $34 \pm 7,3$ años. El 60% fue de sexo femenino y el 40% sexo masculino, como lo muestra el gráfico 1.

6.2 Evaluación sensorial de las preparaciones

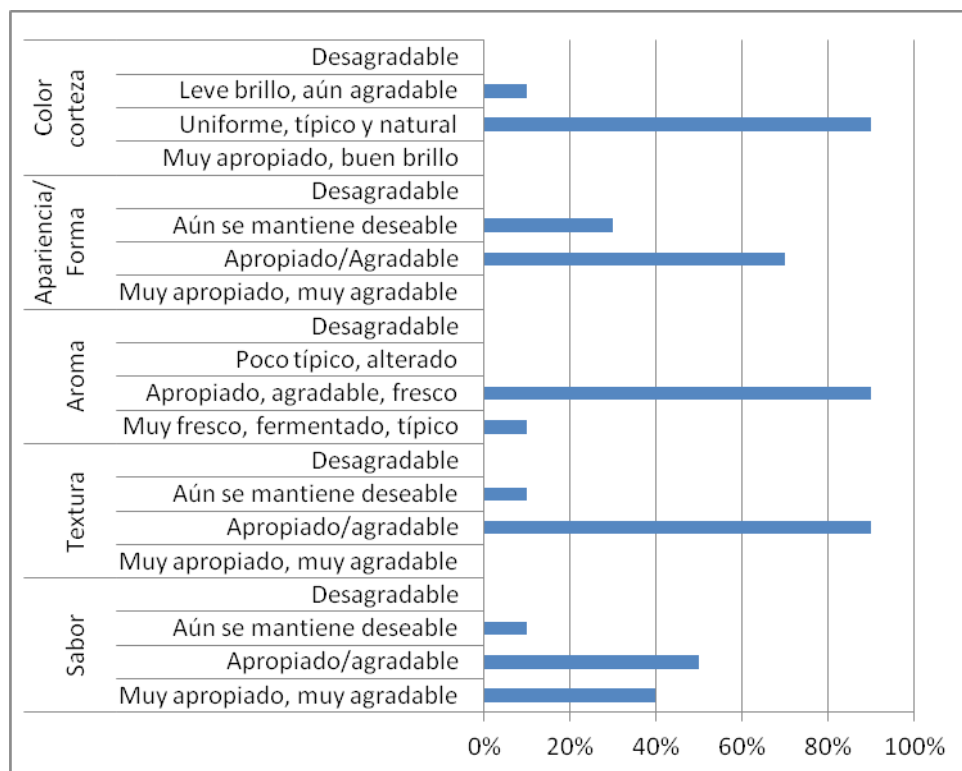
Gráfico 2. Distribución porcentual de los casos, según evaluación sensorial del Pan A (N=30)



El gráfico 2 muestra, en cuanto al pan A, las respuestas que los entrevistados señalaron, en cuanto a la evaluación sensorial del mismo:

- *Color de la corteza*: la totalidad de encuestados señaló que la corteza del pan A era uniforme, típica y natural.
- *Apariencia/forma*: el 60% de los participantes de la investigación señalaron que era apropiada y agradable y el 40% muy apropiada y muy agradable.
- *Aroma*: el 70% señaló que presentaba un aroma muy fresco, fermentado y el 30% restante señaló que era apropiado, agradable y fresco.
- *Textura*: el 60% de los encuestados describió que era apropiada y agradable y el 40% muy apropiado, muy agradable.
- *Sabor*: para el 80% de los degustadores el sabor del pan fue muy apropiado y muy agradable y el otro 20% apropiado y agradable.

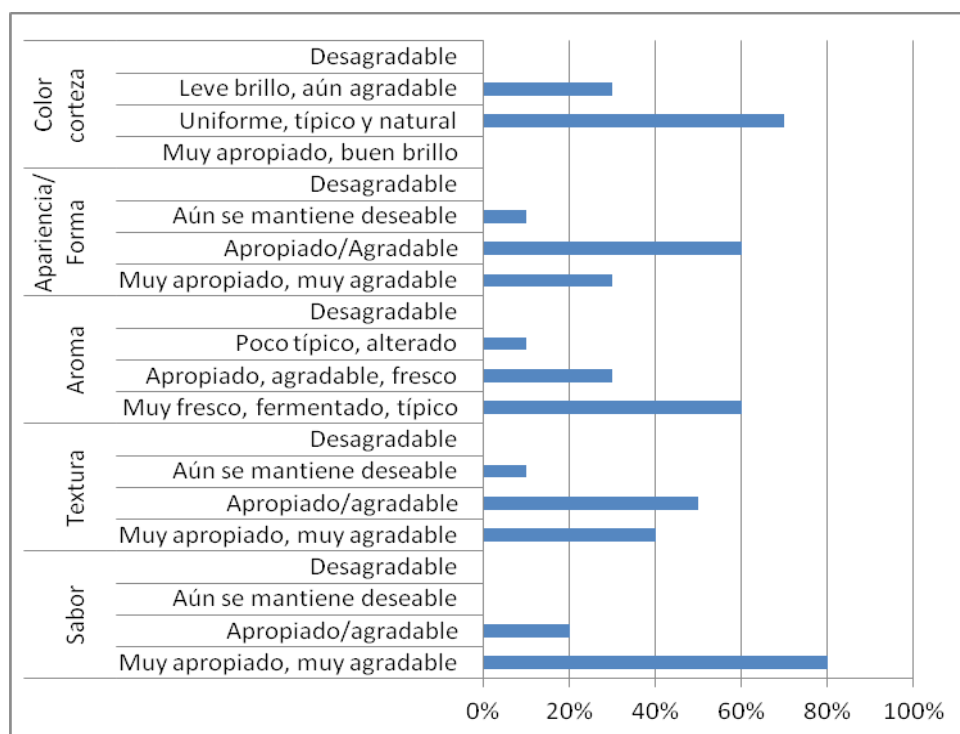
Gráfico 3. Distribución porcentual de los casos según evaluación sensorial de las galletas (N=30)



Los participantes de la investigación señalaron que las galletitas reunían las siguientes características:

- *Color de la corteza*: el 90% de los encuestados refirió que las galletas presentaban un color de la corteza uniforme, típica y natural y el 10% que presentaba una corteza con leve brillo, aún agradable.
- *Apariencia/forma*: el 70% describió que la apariencia de las galletas era apropiada y agradable y el 30% restante que la apariencia aún se mantenía estable.
- *Aroma*: el 90% de los entrevistados reportó que el aroma de las galletas era apropiado, agradable, fresco y el otro 10% que presentaba un aroma muy fresco, fermentado y típico.
- *Textura*: el 90% señaló que las galletas presentaban una textura apropiada y agradable y el 10% restante que aún se mantiene deseable.
- *Sabor*: el 50% de los participantes indicó que el sabor de las galletas es apropiado y agradable, otro 10% que aún se mantiene deseable y el 40% restante que era muy apropiado y muy agradable.

Gráfico 4. Distribución porcentual de los casos según evaluación sensorial del Pan B (N=30)

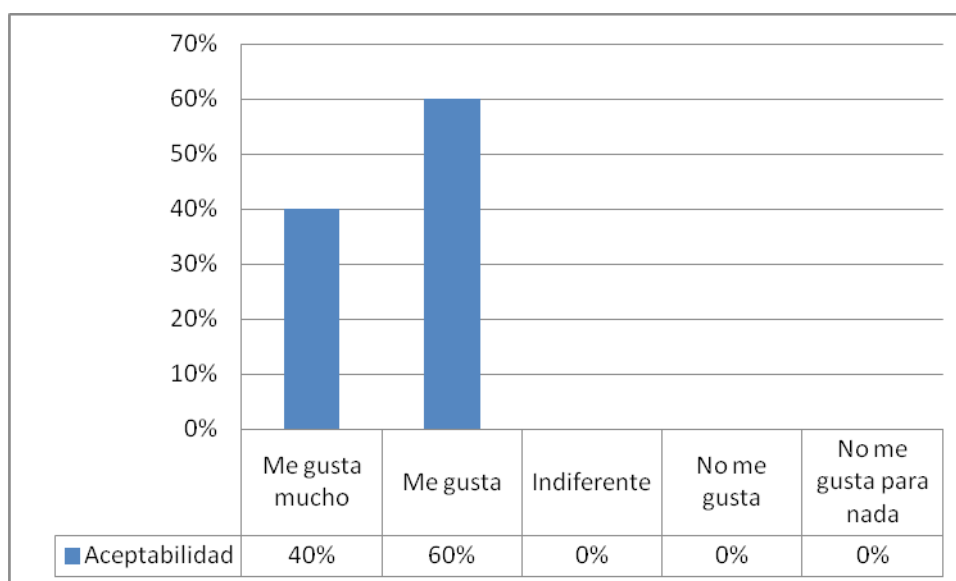


Los datos obtenidos a partir de la degustación del pan B revelaron que el pan B presenta los siguientes atributos:

- *Color de la corteza:* 70% de los participantes del estudio señalaron que el pan B presentaba un color de corteza uniforme, típica y natural, en tanto que el 30% restante señaló que presentaba un color con leve brillo, aún agradable.
- *Apariencia/forma:* el 60% de los degustadores indicaron que la apariencia y forma del pan B era apropiada y agradable; el otro 30% que era muy apropiado y muy agradable y el 10% restante que aún se mantiene deseable.
- *Aroma:* el 60% de los encuestados describió que el aroma del pan era muy fresco, fermentado y típico; el 30% que era apropiado, agradable y fresco y el 10% poco típico, alterado.
- *Textura:* el 50% de los entrevistados reportó que la textura del pan B era apropiada y agradable; el 30% muy apropiada y muy agradable y el 10% restante señaló que aún se mantiene deseable.
- *Sabor:* el 80% de los participantes señaló que el sabor del pan B era muy apropiado y muy agradable, en tanto que el otro 20% señaló que era apropiado y agradable.

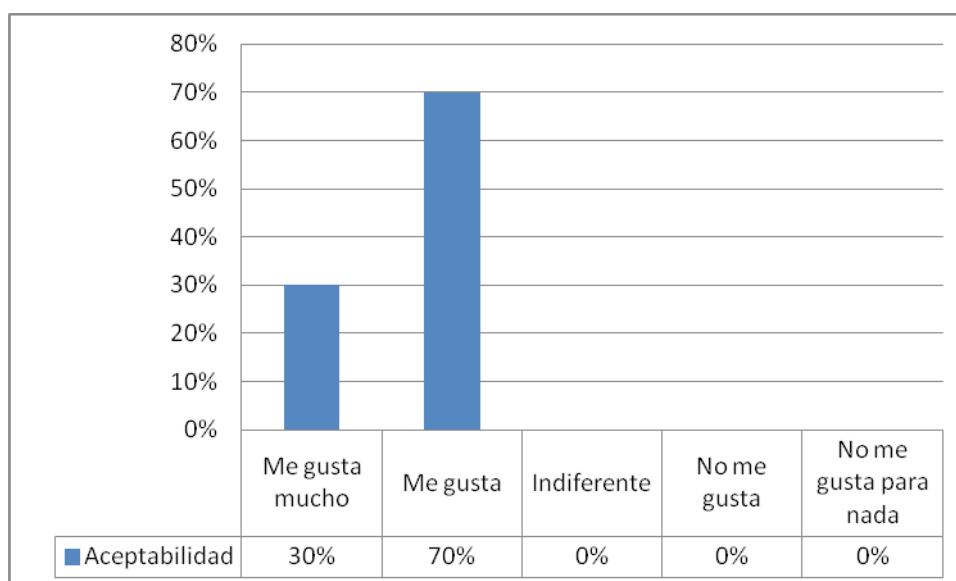
6.3 Nivel de Aceptabilidad de las preparaciones

Gráfico 5. Nivel de Aceptabilidad Pan A (N=30)



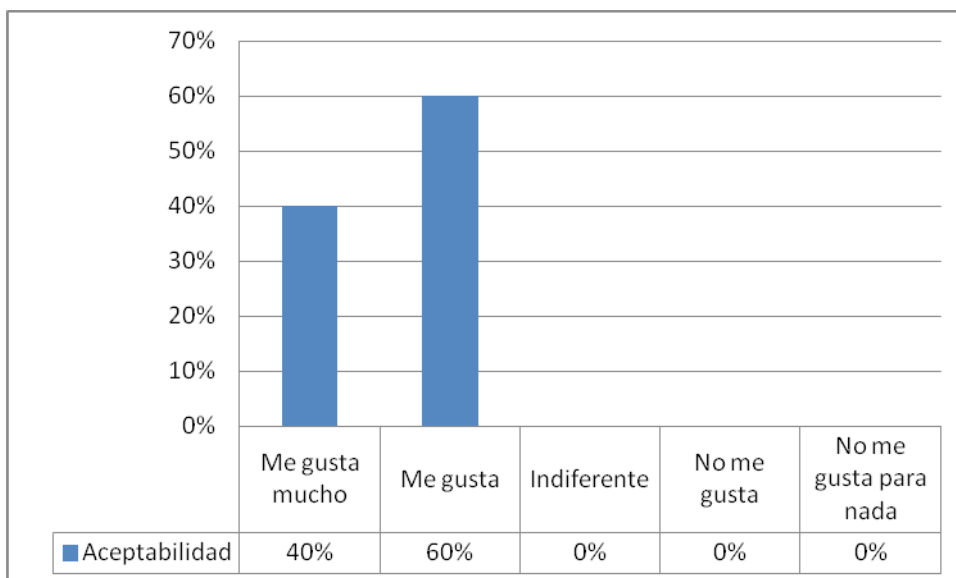
En el caso del pan A, el 40% señaló que le gusto mucho y el 60% restante que le gusto.

Gráfico 6. Nivel de Aceptabilidad Galletitas (N=30)



En lo referente a las galletitas, el 30% de los participantes de la investigación indicaron que les gustaron mucho y el 70% que les gustaron.

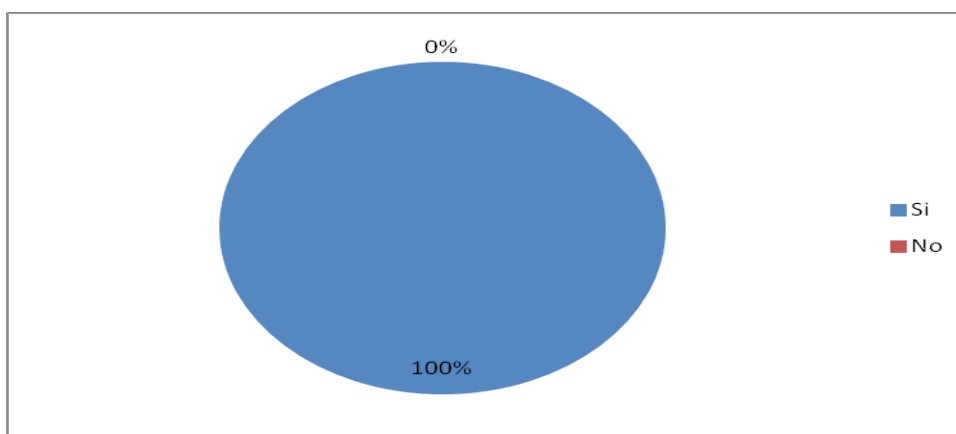
Gráfico 7. Nivel de Aceptabilidad Pan B (N=30)



En el caso del pan B, los entrevistados indicaron que les gusto mucho en 40% de los casos y que les gusto en el 60% de los casos.

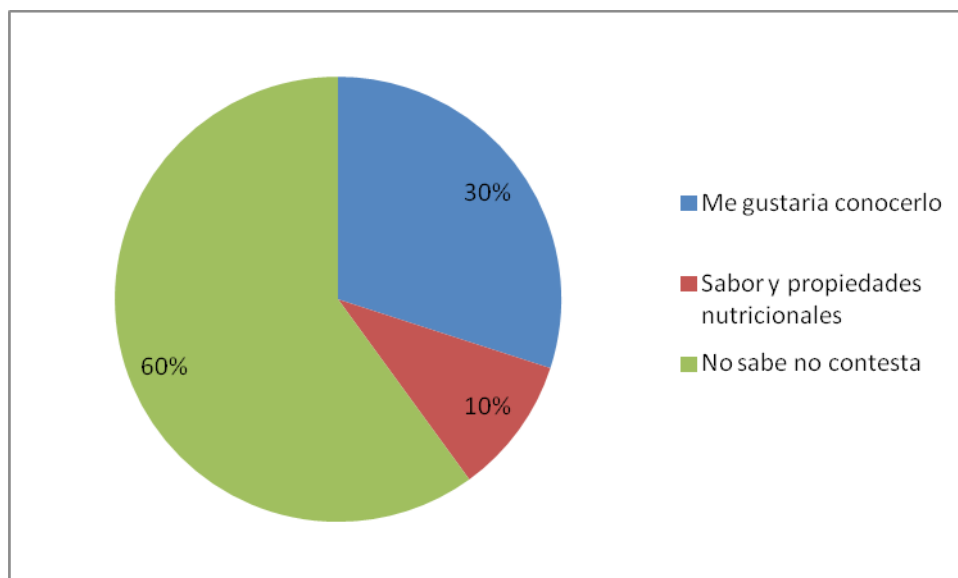
6.4 Incorporación del teff a la alimentación

Gráfico 8. Incorporación del teff a la alimentación habitual (N=30)



Al ser consultados acerca de si incorporarían el teff a su alimentación habitual, el 100% de los encuestados respondió en forma afirmativa.

Gráfico 9. Razones por las cuales incorporarían el teff a la alimentación (N=30)



Al ser consultados sobre las razones por las cuales lo incorporarían, el 30% lo haría porque le gustaría conocerlo, el 10% por su sabor y propiedades y el 60% no saben/no contestan.

6.5 Comprobación de Hipótesis

Se empleó como método de comprobación de la hipótesis de investigación planteada la prueba de Chi cuadrada (χ^2), cuya fórmula es:

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

En la cual:

\sum = sumatoria

f_o = frecuencias observadas en cada celda

f_e = frecuencias esperadas en cada celda

El criterio para la comprobación de las hipótesis se define así: si χ^2_c (calculada) es mayor que χ^2_t (tabla) según el nivel de significación elegido, se acepta la hipótesis de trabajo y se rechaza la hipótesis nula; en caso contrario de que χ^2_t fuese mayor que χ^2_c se acepta la hipótesis de nulidad y se rechaza la de trabajo.

Hipótesis: “La preparación elaborada con el 10% de harina de teff y 90% de harina de trigo (pan B), tiene muy buena aceptabilidad”

Nivel de Aceptabilidad	Fo	Fe	Fo-Fe	(Fo-Fe) ²	(Fo-Fe) ²
Pan B					
Muy buena	30	10	20	400	40
Regular	0	10	-10	100	10
Mala	0	10	-10	100	10
Total	30				60

El valor obtenido de X^2 60 para el pan B se compara con el valor de X^2 según tabla correspondiente a un grado de libertad 2 y nivel de confianza de 0.05, resultando el valor crítico de X^2 de 5.99. Considerando que el valor calculado es mayor que el valor crítico se rechaza la hipótesis de nulidad y se acepta la de investigación. Por lo tanto, se concluye que la preparación elaborada con el 10% de harina de teff y 90% de harina de trigo (pan B), tiene muy buena aceptabilidad, con un 95% de confiabilidad.

7. Discusión

Se elaboraron exitosamente 3 preparaciones: el pan A (sin harina de teff), galletitas saladas y el pan B (estos dos últimos con harina de teff). Al igual que en otros estudios realizados por Ezpeleta y Callejo (2010), Alaunyte y col. (2012), Ben-Fayed y col. (2008) y Mohammed y col. (2009) se encontró que la adición de teff a la masa aumenta la absorción de agua, el tiempo de desarrollo de la masa y disminuye la estabilidad de la masa. Observándose también que adiciones de teff, para la elaboración de panes, superiores al 15% generan una masa poco agradable y de difícil manejo. En tanto que para elaborar galletas podemos utilizar hasta adiciones del 20% de harina de teff en combinación con otras harinas.

Contrariamente a los resultados obtenidos por Ezpeleta y Callejo (2010), quienes señalaron que los panes elaborados con harina de teff presentaron una menor aceptación por parte de los consumidores; nuestra investigación reveló que la totalidad de la población aceptó los productos elaborados con el agregado de harina de teff (Galletitas= 70% me gusta y 30% me gusta mucho/ Pan B=60% me gusta y 40% me gusta mucho).

En comparación con otros cereales, tales como el trigo o la cebada, el teff se presenta como una excelente alternativa para utilizar en la elaboración de productos panificados. Además constituye una excelente fuente de fibra, especialmente hidratos de carbono de asimilación lenta (Alaunyte y col., 2012; Arguedas Gamboa y col., 2008) y posee un elevado contenido en minerales, particularmente hierro y calcio y buenos niveles de fósforo, cobre, aluminio, bario (Alaunyte y col., 2012; Yigsaw, 2001; Arguedas Gamboa y col., 2008; Eissing, 2008) y zinc (Alaunyte y col., 2012). Por otro lado, no contiene gluten (Arguedas Gamboa y col., 2008; Assefa y col., 2011; Eissing, 2008; Hopman y col., 2008) y la composición aminoacídica de su proteína es comparable a la del huevo, excepto por su bajo contenido en lisina (Arguedas Gamboa y col., 2008).

Todo esto, hace que la harina que se obtiene de grano de teff no sólo sea de excelentes cualidades para el consumo de la población en general sino que también lo sea para grupos poblacionales muy concretos como ser las personas con anemia (por su alto contenido en hierro), los deportistas, diabéticos y obesos (por su bajo índice glucémico) y los celíacos, por la ausencia de gluten.

Al igual que Tesfaye y col. (2010), Mínguez Díez (2012) y Umaña y col. (2012), se observó en este estudio que la harina de teff presenta excelentes cualidades para ser empleada en la elaboración de productos panificados ya que estos presentan buen aspecto, sabor, aroma y son aceptados por la población.

8. Conclusión

Los objetivos de este trabajo fueron describir las características sensoriales de productos elaborados con teff y valorar el nivel de aceptabilidad de los mismos.

- La presencia de teff en la mezclas de harina incrementó el agregado de agua y requirió de mayor tiempo para el desarrollo de la masa.
- El pan A se caracterizó por tener un color de la corteza uniforme, típica y natural, una apariencia apropiada y agradable, un aroma muy fresco, fermentado, una textura apropiada y agradable y sabor muy apropiado y muy agradable.
- Las galletitas presentaron un color de la corteza uniforme, típica y natural, apariencia apropiada y agradable, aroma apropiado, agradable y fresco, textura apropiada y agradable y sabor apropiado y agradable.
- El Pan B presento un color de la corteza uniforme, típica y natural, apariencia apropiada y agradable, aroma muy fresco, fermentado y típico, textura apropiada y agradable y sabor muy apropiado y muy agradable.
- Las preparaciones realizadas con las proporciones mostradas en el presente trabajo, resultaron de muy buena aceptabilidad. Ninguno de los encuestados refirió disgusto por las mismas y la totalidad de ellos mostró interés por incorporarlos a su alimentación habitual.
- El 30% de los encuestados incorporarían al teff a su alimentación porque les gustaría conocerlo y el 10% por su sabor y propiedades. El 60% no sabe/no contestan.

En Argentina y en la provincia de Tucumán el teff, aún es desconocido y no cuenta con mucha difusión, tal es así que es muy difícil encontrarlo en dietéticas.

Este cereal, aún no se cultiva en nuestro país y para poder hacerlo, debe superar aún las barreras de producción impuestas por el Senasa, organismo que regula la entrada de nuevos cultivos en nuestro país. Es de esperar que una vez solicitados los permisos se logre incentivar la producción de este cereal a gran escala, ya que Argentina cuenta con zonas con climas ideales para el desarrollo del mismo. Asimismo, se debe acompañar a la producción con difusiones de los beneficios y propiedades del teff a través de los medios masivos de comunicación y profesionales de la salud.

Hasta que se logre la producción del cereal, podemos conseguir teff a través de una empresa denominada teff en Argentina, que por medio de su página web (<http://www.teff-argentina.com>) permite solicitar de manera online productos derivados de este cereal como ser harina, granos o copos del mismo.

9. Propuestas

- Difundir los resultados obtenidos en la presente investigación con el fin de que se desarrollen nuevas investigaciones.

- Difundir los resultados obtenidos con el fin de incrementar la comercialización y consumo de teff y sus productos derivados.
- Promover la utilización de teff para la preparación y elaboración de productos panificados.
- Incentivar a la población a la elaboración de productos panificados con teff.
- Informar a los Licenciados en Nutrición sobre los beneficios a la salud que brinda el consumo de teff y la importancia de incluirlo a él y a sus preparaciones derivadas en planes aptos para celíacos.

Anexos

Anexo 1: Nota de autorización

San Miguel de Tucumán, 25 de julio de 2014

Al Jefe del Hipermercado Libertad

Gómez Graciela

La Capital

S _____ / _____ D

La que suscribe, **Rosa del Carmen Gómez, DNI: 28292244**, alumna de la carrera de Licenciatura en Nutrición de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad Santo Tomás de Aquino, tiene el agrado de dirigirse a Ud. a los fines de solicitarle autorización para realizar una prueba de calidad sensorial en un grupo de personas que trabajan en su Empresa en el sector de Tesorería. Esto se dará en el marco de una investigación que estoy realizando para concluir mi carrera de grado. El tema de la misma trata sobre las *Propiedades nutricionales del teff y evaluación de su calidad sensorial*.

Deseo garantizarle respeto y resguardo por la información recabada en los pacientes. Los datos sólo serán empleados para llevar a cabo este trabajo de investigación.

Sin otro particular y a la espera de una respuesta favorable, saluda a Ud. con distinguida consideración y agradecimiento.

Rosa del Carmen Gómez

Anexo 2: Consentimiento escrito informado

Notificación

El presente trabajo de Tesis de Licenciatura titulado "*Evaluación sensorial y aceptabilidad de productos elaborados con harina de teff*", elaborado por **Rosa del Carmen Gómez, DNI: 28292244**, alumna de la

Carrera de Licenciatura en Nutrición de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la UNSTA.

Los objetivos de este trabajo son:

- Describir las características sensoriales de productos elaborados con teff.
- Valorar el nivel de aceptación de los productos elaborados con harina de teff.

La participación en este trabajo de investigación es estrictamente voluntaria. La información proporcionada será confidencial y no se usará para ningún propósito fuera de este trabajo.

En caso de tener duda al respecto, puede hacer la consulta que sea necesaria para completar su información. En caso de que algunas de las preguntas del cuestionario le resultaran incómodas o inconvenientes tiene el derecho de hacérselo saber al/la Sr/a., o, directamente negarse a responder

Desde ya agradezco su participación.

Cordialmente.

Firma:

.....
Rosa del Carmen Gómez

ACEPTACIÓN

ACEPTO PARTICIPAR VOLUNTARIAMENTE en este Trabajo de Investigación, conducido por Rosa del Carmen Gómez. He sido informado/a que los fines de este trabajo son:

- Describir las características sensoriales de productos elaborados con teff.
- Valorar el nivel de aceptación de los productos elaborados con harina de teff.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y exclusivo para este trabajo. Se prohíbe utilizarla para cualquier otro propósito. He sido informado/a que puedo hacer preguntas sobre el trabajo en cualquier momento y que puedo no responder a las preguntas que me incomoden. De tener preguntas sobre mi participación en este trabajo, puedo contactar al/la Sra. Rosa del Carmen Gómez en los siguientes números telefónicos: 0381-4977507/ 0381-156904709.

Apellido y nombre del participante:

Firma:

Fecha:

Anexo 3: Prueba de evaluación de calidad sensorial de productos elaborados con teff

Edad: ____ Sexo: _____ Fecha: _____

Por favor marque con una X lo que UD. considere para cada preparación:

Atributo	Muestra	Muy apropiado, buen brillo.	Uniforme, típico y natural.	Leve brillo, aun agradable.	Desagradable
Color corteza	Pan A				
	Galletas				
	Pan B				
Atributo	Muestra	Muy apropiado, muy agradable.	Apropiado / agradable	Aún se mantiene deseable	Desagradable
Apariencia/ forma	Pan A				
	Galletas				
	Pan B				
Atributo	Muestra	Muy fresco, fermentado, típico.	Apropiado , agradable, fresco.	Poco típico, alterado.	Desagradable
Aroma	Pan A				
	Galletas				
	Pan B				
Atributo	Muestra	Muy apropiado, muy agradable.	Apropiado / agradable	Aún se mantiene deseable	Desagradable
Textura	Pan A				
	Galletas				
	Pan B				
Atributo	Muestra	Muy apropiado, muy agradable.	Apropiado / agradable	Aún se mantiene deseable	Desagradable
Sabor	Pan A				
	Galletas				
	Pan B				

Le agradeceré indique con una X, en cada preparación su opinión.

1. Pan A

Me gusta mucho

Me gusta



- Indiferente
- No me gusta
- No me gusta para nada

2. Galletas saladas

- Me gusta mucho
- Me gusta
- Indiferente
- No me gusta
- No me gusta para nada



3. Pan B

- Me gusta mucho
- Me gusta
- Indiferente
- No me gusta
- No me gusta para nada



¿Incorporaría estos productos en su dieta alimentaria?.....

¿Por qué?.....

¡Muchas gracias por su colaboración!

Bibliografía

1. Abebe, y., Bogale, A., Hambidge, K.M., Stoecker, B.J., Bailey, K., Gibson, R.S. (2007). Phytate, zinc, iron and calcium content of selected raw and prepared foods consumed in rural Sidama, Southern Ethiopia, and

- implications for bioavailability. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 161-168.
2. Adish A.A., y col. (1998). Risk factors for iron deficiency anemia in preschool children in Northern Ethiopia. *Public Health Nutrition*, 2(3), 243–252.
 3. Alaunyte, I., Stojceska, V., Plunkett, A., Ainsworth, P., Derbyshire, E. (2012). Improving the quality of nutrient-rich Teff (*Eragrostis tef*) breads by combination of enzymes in straight dough and sourdough bread making. *Journal of Cereal Science*, 55, 22-30.
 4. Anzaldúa Morales A (1994) La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Acribia Editorial.
 5. Areda A., Ketema S., Ingram, J., Davis R.H.D. (1993). The iron content of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) trotter] and its controversy. *Ethiopian Journal of Science*, 16, 5-13.
 6. Arguedas Gamboa, P., Ekris L. V. (2008). Teff “Survey on the nutritional and e lath aspects of Teff (*Eragrostis Tef*)”. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Central. Hoge school van Hall-Larenstein Student Food science and technology. Memorias Red-alfalagrotech Comunidad Europea Cartagena: 319-382.
 7. Ashenafi M. A review on the microbiology of indigenous fermented foods and beverages of Ethiopia. *Ethiop. Journal of Biological Sciences*, 5(2): 189-245. 2006.
 8. Assefa, K., Yu, J.K., Zeid, M., Belay, G., Tefera, H., Sorrells, E. Breeding tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) trotter]: conventional and molecular approaches. *Plant Breeding* 130, 1: 1-9. 2011.
 9. Axford, D.W.E., Colwell, K.H., Cornford, S.J., Elton, G.A.H. (1968). Effect of loaf specific volume on the rate and extent of staling in bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 19, 95-101.
 10. Bai G., Teferaa, H., Ayele, M., Nguyen, H.T. Genetic Diversity in Teff [*Eragrostis tef* (Zucc) Trotter] and its Relatives as Revealed by Random Amplified Polymorphic DNAs. *Euphytica*. 112: 15–22. 2000.
 11. Ben-Fayed, E., Ainsworth, P., Stojceska, V. (2008). The incorporation of Teff (*Eragrostis tef*) in bread-making technology. *Cereal Food World*, 53, 84.
 12. Bultosa, G., et.al. (2002). Physico-chemical Characterization of Grain Tef [*Eragrostistef* (Zucc.)Trotter] Starch. *Starch/Stärke*, 54, 461–468.

13. Bultosa, G. and Taylor, J.R.N. (2003). Chemical and Physical Characterisation of Grain Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] Starch Granule Composition. *Starch/Stärke*, 55, 304–312.
14. Bultosa, G. (2007). Physicochemical characteristics of grain and flour in 13 tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) trotter] grain Varietis. *Journal of Applied Science Research*, 3, 2042-2051.
15. Cabrera F., y col. (2008). Transglutaminase Treatment of Wheat and Maize Prolamins of Bread Increases the Serum IgA Reactivity of Celiac Disease Patients. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, 56, 1387–1391.
16. Carpenter, R. P. (2002) *Análisis Sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos*. Editorial Acribia.
17. Central Statistical Agency of Ethiopia (CSA) (2008) *Statistical abstract of Ethiopia*. Ethiopian Agricultural Research Organization, Addis Ababa, Ethiopia.
18. Costell, E. (2001). La aceptabilidad de los alimentos: nutrición y placer. *Arbor* CLXVIII, 661, pp. 65-85. Recuperado de <http://www.arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/download/823/830>
19. Cuarto Seminario Centroamericano de Análisis Sensorial (2000) Ciudad de Guatemala, Guatemala) 2000. Metodología para la selección y entrenamiento de paneles sensoriales y para la generación y selección de descriptores aplicables a la industria alimentaria: Informe. Guatemala, INCAP/OPS. pp. 1-10.
20. Cunzolo F (2015) Teff, el superalimento que seduce a Europa y EE.UU. y es considerado la “nueva quinoa”. *Diario Clarin*. Argentina. Recuperado de http://www.clarin.com/buena-vida/nutricion/Teff-superalimento-considerado-nueva-quinoa_0_1374462858.html
21. Curtis, K.R., Entsminger, J.S., Cowee, M.W., Davison, J., Harris, T.R. Market potential for Nevada Teff products. University Center for Economic Development in the Department of Resource Economics at the University of Nevada, Reno. Technical Report UCED 09-02. 2008.
22. Davison, J. (2003) Tef demonstration planting results for 2003. University of Nevada Cooperative Extension. Reno, Nevada.
23. D’andrea, A.C. (2008) Tef (*Eragrostis tef*) in ancient agricultural systems of Highland Ethiopia. *Economic Botany*, 62(4): 547–566.

24. Debusho, L.K. (2008) Ridge regression technique to determine the environmental influences on Teff (*Eragrostis tef*) grain yield. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 25(3): 135-138.
25. Dubois, D.K. (1978). The practical applications of fiber materials in bread production. *The Bakers Digest*, 52, 30-33.
26. Eissing, S., Thora, A. El desarrollo requiere diversidad: Ser humano, recursos naturales y cooperación internacional. Ideas procedentes de los países del Sur. En: *La sostenibilidad tiene muchos rostros*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn. Kasperek Verlag Ed., Heidelberg. 2008.
27. Ezpeleta, J. I., Callejo, M. J. (2010). Calidad harino panadera de la harina de Teff (*Eragrostis Tef (Zucc.)Trotter*). Departamento de Tecnología de Alimentos. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Libro de actas, 87-90.
28. Hernández Sampieri, C. R. y col.(2010). Metodología de la investigación. 5ª ed. Buenos Aires: McGraw-Hill.
29. Hopman, E., Liesbeth, D., Marie-Loes, B., Maud, W., Walter, Z., Frits, K. and Joachim, S. (2008). Tef in the diet of celiac patients in The Netherlands. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 43, 277- 282.
30. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) (2001) Unidades de Apoyo y análisis sensorial. Guatemala. Recuperado de www.incap.org.gt/analisis_sensorial.htm.
31. Khalil, A.H., Mansour, E.H., and Dawoud, F.M. (2000). Influence of Malt on Rheological and Baking Properties of Wheat - Cassava Composite Flours. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol*, 33, 159-164.
32. Ketema, S. (1997). Teff *Eragrostis tef (Zucc.) Trotter*. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. 12. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetics Resources Institute, Rome, Italy.
33. Kreitschitz, A., Tadele, Z., Gola, E.M. Slime cells on the surface of *Eragrostis* seeds maintain a level of moisture around the grain to enhance germination. *Seed Science Research*, 19: 27-35. 2009.
34. Lovis, L.J. Alternatives to wheat flour in baked goods. *Cereal Foods World*. 48 (2): 61-63. 2003.

35. McDonough, C.M., Rooney, L.W. (1985). Structure and phenol content of six species of millets using fluorescence microscopy and HPLC. *Cereal Foods World*, 30, 550.
36. Mariam, I.O., Mohammed Abdelmoneim I. Mustafa., and Gammaa, A.M. Osman.(2009). Evaluation of wheat breads supplemented with Teff (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) Grain flour. *Australian Journal of Crop Science*, 3(4), 207-212.
37. Marian, K., Malde, Legesse Zerihun., Kjell Bjorvatn., and KareJulshamn. (2010). Intake of iron, zinc and iodine in 28 Ethiopian children living in Wonji Shoa Sugar Estate, assessed by duplicate portion technique *Scientific. Academic Journals. Research and Essays*, Vol. 5(8), 730-736.
38. Matthews, R.H., Sharpe, E.J., and Clark, W.M. (1970). The use of some oilseed flours in bread. *Cereal Chemistry*, 47, 181-185.
39. Mengesha, M.H. (1965). Chemical composition of Teff (*Eragrostis tef*) compared with that of wheat, barley and grain sorghum. *EconBot*, 19, 268-273. Recuperado de <http://cerro.cpd.uva.es/bitstream/10324/2030/1/TFM-L%2029.pdf>
40. Mínguez Díez, J. (2012): Caracterización de la harina de Teff para su uso en panificación.
41. Mohammed, M.I.O., Mustafa, A.I., Osman, G.A.M. (2009). Evaluation of wheat breads supplemented with Teff (*Eragrostis tef* (ZUCC.) Trotter) Grain flour. *Australian Journal of Crop Science*, 3, 207-212.
42. Morón, B., y col. (2008). Sensitive detection of cereal fractions that are toxic to celiac diseasepatients by using monoclonal antibodies to a main immunogenic wheat peptide. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87, 405–414.
43. National Research Council, (1996). *Lost Crops of Africa Grains*. National Academy Press, Washington DC, pp. 215-534.
44. Newport Scientific, (2001). *Interpreting Test Results Rapid Visco Analyser: Instalation and Operation Manual*. Newport Scientific Pty Limited, Warriewood, Australia, pp. 37-40.
45. Prado, Y. Presentación de los resultados y de las producciones actuales de Teff en España. Dpto de Comunicación de Prograin International en España. Jornada de trabajo sobre las propiedades del Teff. Frómista, 21 de Septiembre, España. 2010.

46. Reyes H. (1996) Métodos afectivos-pruebas con consumidores. Curso taller de evaluación sensorial para las redes de Centroamérica, Guatemala. pp.5-20.
47. Rodriguez P (2010) Pan artesano. Receta básica de pan casero. Recuperado de: <http://www.unododos.com/recetario-de-cocina/pan-artesano-receta-basica-de-pan/>
48. Roosjen, J. (2007). Procesamiento de harina de Teff. Oficina española de patentes y marcas, 2281011.
49. Salehifar, M., Shahedi, M. (2007). Effects of oat flour on dough rheology, texture and Organoleptic properties of Taftoon bread. Journal of Agriculture Science and Technology, 9, 227-234.
50. Schutz, H.G. (1971) Sources invalidity in the Sensory Evaluation of Food. Food Technology 25: 53–57
51. Sistema de Bibliotecas Universidad Andrés Bello. (2014). Normas APA. Chile. Recuperado de www.slideshare.net/BibliotecasUNAB/sistema-bibliotecas-unab-citas-y-repositorio
52. Stallknecht, G. F., Gilbertson, K.M., and Eckoff, J.L. (1993). Teff: Food Crop for Humans and Animals. J. Jamick and J.E. Simon (eds.), New Crops. Wiley, New York. USA, 231-234.
53. Stallknecht, G.F. (1997). Teff. New Crop Fact SHEET. Purdue Univ. Center for New Crops and Plant Products.
54. Stewart, B.R., Asnake, G. (1962) Investigation of the nature of injera. Econ. Bot. 16: 127-130.
55. Talley, L.J., Brummett, B.J., and Burns, E.E. (1972). Sunflower food products. Texas & University, the Texas Agricultural Experiment Station, MP 1026.
56. Tefera, H. & Belay, G. (2006). *Eragrostis tef (Zuccagni) Trotter* In: Brink, M. & Belay, G. (Editors). PROTA 1: Cereals and pulses/Céréales et légumes secs. [CD-Rom]. PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <http://database.prota.org/search.htm>.
57. Tesfaye, W., Diezma, B., Camps, M., Alonso, E. y Callejo, M. J. (2010). Técnicas de investigación como metodología docente en Ciencia, Tecnología e Ingeniería de Cereales: Calidad harino panadera de la harina de Teff (*Eragrostis tef* (Zucc.)). Recuperado de http://oa.upm.es/8176/1/INVE_MEM_2010_81856.pdf

58. Twidwell, E.K., Boe, A., and Casper, D.P. (2002). Teff: A New Annual Forage Grass for South Dakota. South Dakota State University. Brookings, SD. Coop. Ext. Serv. Bul. Ex 8071.
59. Umaña G., J., Restrepo, L. I., Lopera C., S. M., Gallardo, C. C. (2012). Caracterización de harina de Teff (*Eragrostis Tef*) como materia prima alternativa para panificados libres de gluten. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169823914067>
60. USDA, (2007). National Nutrient Database for Standard Reference. Release 20. USDA. Zegeye, A. (1997) Acceptability of injera with stewed chicken. Food Quality and Preference, 8, 293-295
61. Wang, J., Cristina, M.R., and Carmen, B. (2002). Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. Food Chemistry, 79, 221– 226.
62. Watson, L., Dallwitz, M.J. (1992) The grass genus of the world. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
63. Watts, B. et. al. (1992). Métodos Sensoriales Básicos para la evaluación de alimentos. Centro internacional de investigadores para el desarrollo; Uruguay, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. pp 51-78
64. Watts, B. et. al. (2000). Métodos Sensoriales Básicos para la evaluación de alimentos. Centro internacional de investigadores para el desarrollo; Uruguay, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. pp 51-78
65. Wieser, H., and Koehler, P. (2008). Celiac disease; In vitro and in vivo safety and palatability of wheat-free sorghum food products. Cereal Chemistry, 85(1), 1–13.
66. Wittig de Penna, E. (2001). Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Recuperado de http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/
67. Yigzaw, Y., Gorton, L., Akalu, G., Solomon, T. Fermentation of Teff (*Eragrostis tef*), grasspea (*Lathyrus sativus*), and their mixtures: Aspects of Nutrition and Food Safety. Lathyrism Newsletter 2: 8-10. 2001.
68. Yu, J.K., y col. (2006). Expressed sequence tag analysis in tef (*Eragrostis tef* (Zucc) Trotter). Genome, 49, 365–372.
69. Zewdu, A. D., and Solomon, W.K., (2007). Moisture-Dependent Physical Properties of Tef Seed. Biosystems Engineering, 96, 57–63.