

1. INTRODUCCIÓN

El güisquil, *Sechium edule*, es un cultivo altamente rentable ya que se utiliza en su totalidad para consumo humano o animal: retoños, flor, raíz y fruto; cultivo que es fuente de trabajo en la agricultura, comercialización y exportación.

Como la mayoría de frutas y verduras cultivadas en Guatemala su consumo y comercio es específicamente fresco, incluso en la Industria de Alimentos se utiliza de esta forma en formulación de productos para bebés y salsas.

En esta investigación de tres tipos de *Sechium edule*: el blanco, el verde periforme y el verde redondo, se obtiene una harina de la deshidratación del fruto sin cáscara y otra harina en la cual se ha sometido a un escaldado el fruto; con la finalidad principal de determinar su composición proximal y características funcionales de estas harinas.

Se pretende que esta harina de güisquil se utilice como un subproducto en el desarrollo de productos alimenticios, actuando principalmente como un aditivo que contribuya a mejorar consistencia, viscosidad, u otra característica que permita sustituir aditivos o materias primas que se comercializan con el fin de presentar una alternativa económica en la industria de alimentos.

2. ANTECEDENTES

2.1 Taxonomía de *Sechium edule*.

Esta planta se clasifica de la siguiente manera:

- División: *Magnoliophyta*
- Clase: *Magnoliopsida*
- Subclase: *Dillinidae*
- Orden: *Cucurbitales*
- Familia: *Cucurbitacea*
- Genero: *Sechium*
- Especie: *edule* (5)

2.2 Sinónimos

Chayote edulis, Jacq.; *Sechium americanum*, Lam.; *Sicyus edulis*, Jacq.; *Cucumis acutangulus*, Descourt; *Sechium chayata*, Hemsley. (5)

2.2.1 Nombres comunes

- **México**

Tipos silvestres: **Veracruz:** Chayote de monte, Erizo de monte. **Oaxaca:** nombres **chinaltecos** ññ, rin cua. **Mixteco:** itú-tse, jit-jiap, yape. **Tlacolula:** aj-shá. **Oaxaca;** **Chinateco:** mishi, cal-mishi. **Oaxaca;** **Chontal:** tzihu, tzihub. **San Luis Potosí;** **Huasteco:** mú-u. **Mazagua:** shamú, xamú. **Hidalgo:** chayoj, chahojtli. **Puebla y Morelos:** maclucún, multucún, huisquitl. (5)

Tipos cultivados: chayote, apupo, nitkin, naña, ajsha, shamú, xamú, chayoj, espinoso, crizo, huisquil, güisquil. (5)

- **Estados Unidos:** mirliton, chouchou (Louisiana), mango aplastado (en el sur). (17)
- **Centro América**
Chintla, chinta y alchonchas (17)

Guatemala y El Salvador: Güisquil, huisquil, bisquilchuma, chima, chimaa, huisayote, güisayote, perulero. **Alta Verapaz:** rasi cimá. (5)

Honduras: huisquil, ñame, patasté, patastilla; **Nicaragua:** chaya; **Costa Rica:** pís, pog-pog-iku, seuak, surú, tsua-uá. (5)

- **América del Sur:** chayote en toda la región

Argentina: papa del aire, cayota.

Bolivia: zapayo japonés.

Brasil: chocho, chuchu, xuxú, machiche, machucho, chuchuzerizo cayota.

Colombia: cidra, cidrayota, guatila, chayota, papa de pobre, huisquila.

Perú: siciliano, gayota.

Venezuela: chayota, chayoto.

Guayana Francesa: chistophine. (5,17)

- **Antillas**

Cuba, Puerto Rico, República Dominicana y Jamaica: cahyote, tayo, tayón, chocho, chiete, cidrayota, chayota, chote.

Haití: christophine.

Guadalupe, Bermudas, Trinidad y Tobago: christophine, mirliton. (5)

- **Viejo Mundo**

España: chocho

Portugal: chowchow, chaiota, cahiota, caiota, pepinella, pipinella.

Italia, Roma: zucca

Italia, Sicilia: zucca centenaria

Rusia: cajot (5)

- **Otras partes del mundo**

Madagascar, Mauricio, Reunión, Inglaterra, Australia: chouchou, chouchoute, chocho, chowchow.

India: Vilaiti vanga.

Indonesia: Leongsiam.

Australia: Chocho, choko

Malasia: Labooh selyem.

Java: Labooh tjena.

Kampuchea y Vietnam: su-suu.

Laos: savëëx, nooyth'ai.

Tailandia: ma-kheua-kreua, aeng-kariang.

Indias británicas del Oeste: pera vegetal

Japón: hayoto -uri

China: Mano de buda. (5,17)

- **África:** soso. (17)

2.3 Origen

Según crónicas de Francisco Hernández que estuvo en México de 1550 a 1560, indica que el Chayote ha sido cultivado desde la época pre-Colombina, pero la siembra del chayote no fue introducida en la parte sur del continente hasta la llegada de los conquistadores españoles. (5)

El origen lingüístico de los nombres comunes son principalmente nativos de México y de Centro América, del Náhuatl. El nombre de chayote, adquiere sus modificaciones en las distintas partes del mundo donde has sido introducido. (5)

Estudios realizados en la Universidad de Berkley, California, indican que México y Guatemala son el centro del origen y domesticación de este cultivo, Guatemala se propone como el límite en el sur de la distribución *S. edule*. (5)

En Costa Rica el cultivo del güisquil fue introducido por los españoles y en la región norte se debe a los mayas y a los aztecas; en las regiones de Antillas y América del Sur se introdujo entre los siglos XVIII y XIX, donde las primeras descripciones botánicas hechas por P. Brown en 1756 y Jacquin en 1703 fueron realizadas de plantas cultivadas en Jamaica. (5)

La introducción del güisquil en Europa, de donde se llevó a África, Asia y Australia fue en la misma época. En Estados Unidos se introdujo hasta final del siglo XIX, de donde se tienen datos de su cultivo en los estados del sur de Louisiana, California, Texas y Florida. (5,17)

2.4 Ecología del güisquil

Se sabe que el cultivo del güisquil se desarrolla entre 500 a 1200 m.s.n.m. en un clima húmedo en la que la vegetación está representada por bosque mesófilo de montaña y ecotonos de este con selvas altas y medias subperennifolias, en regiones cercanas a caídas de agua y arroyos. (5)

También se ha logrado que crezcan especies locales en regiones a nivel del mar como Río de Janeiro en Brasil y la Península de Yucatán en México; en regiones arriba de los 2000 m.s.n.m como en Bolivia, Perú y los estados de Oaxaca y Chihuahua en México. (5)

En Costa Rica crece entre los 50 a 2800 m.s.n.m, pero su desarrollo óptimo es desde los 330 metros, el güisquil de exportación se cultiva entre los 1000 a 2000 m.s.n.m. En Colombia se encuentra a los 1000 m.s.n.m., pero también en climas secos. (5)

2.4.1Clima. Se prefiere climas moderadamente lluviosos, aunque crece en regiones secas, se desarrolla mejor a temperaturas de 12 – 24 °C. (14)

2.4.2 Suelos. El tipo de suelo apropiado es el franco, franco-arenoso, franco – arenoso-arcilloso, con alto contenido de materia orgánica y buen drenaje con un pH de 6.5 – 7.5. (14)

2.5 Cultivo del güisquil

El fruto del güisquil es vivíparo, eso quiere decir que la semilla germina dentro del fruto, aún cuando estos están todavía en la planta, característica que no se presenta en las especies silvestres de *Sechium*. (16)

2.5.1 Reproducción sexual. Al ser vivíparo, los agricultores no permiten que germine el fruto destinado para consumo haciendo una pequeña punción o corte en los embriones, el güisquil destinado para semilla simplemente se deja madurar, cuando ha empezado a germinar se siembra con el brote hacia abajo y se cubre con 5 cm. ó 6 cm. de tierra. (5,16)

La siembra se puede realizar en cualquier época, aunque se prefiere el inicio de la época lluviosa, además se debe construir un tapesco o un enramado de madera por las condiciones de planta trepadora que tiene la planta. (16)

2.5.2 Reproducción asexual. Se corta una ramificación del tallo llamada “esqueje” con su respectiva hoja basal, en horas de la mañana, se somete a una mezcla de agua, funguicida y adherente; luego se pasa al área de enraizamiento, una mezcla de arena tratada con bromuro de metilo. (5)

Los brotes o retoños que nacen se cortan y se colocan en almácigos, hasta que desarrollan su sistema radicular, produciendo entonces su transplante. (5)

Se producen alrededor de 7000 cajas de 19 Kg. (48 frutos c/u) por hectárea por el método de propagación vegetativa vrs. Las 4000 cajas que se obtienen por la siembra de la semilla. (5)

La siembra se realiza principalmente en la época lluviosa, aunque se puede llevar cabo en cualquier temporada del año; la duración del ciclo productivo de la planta dura un promedio de tres años y en casos excepcionales hasta ocho. (16)

2.5.3 Cultivo del güisquil en Guatemala. Las áreas de Guatemala donde se cultiva más este fruto son:

- **Sacatepéquez:** Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez.
- **Guatemala:** Palencia, San José Pinula, Chinautla, San Pedro Ayampuc, Fraijanes, San Raymundo, Villa Canales, San Pedro Sacatepéquez. (14)

2.6 Cosecha del güisquil

Los frutos tienen un período de 120 días hasta madurar, las guías se muestran secas, al igual que las hojas. (14)

El crecimiento de la planta del güisquil muestra dos períodos de reducción en el peso total; el primero se da durante el inicio de la primera floración (75 a 105 días) y el segundo durante el período de fructificación (120 a 150 días). (9)

Hay una gran diversidad entre los frutos cultivados por agricultores tradicionales con los que se producen en plantas comerciales que deben llenar las siguientes **características para cumplir con las normas del mercado:**

- Piriformes
- Color verde claro
- Superficie lisa
- Largo de 15 cm. aproximadamente
- Peso de 450 g. En promedio
- Sin daños físicos, manchas provocadas por patógenos
- Textura y sabor (suave y agradable). (16)

2.7 Aspectos botánicos

2.7.1 Habito. *Sechium edule* es una planta perenne, trepadora o rastrera con varios tallos y bejucos con muchas ramificaciones. (5)

2.7.2 Tallo. Los tallos son blancos, jóvenes y verdes con aristas más o menos cilíndricos tienen zarcillos de tres ramas que brotan opuestas a las ramas. (5)

2.7.3 Hojas. Alternas, pecioladas, trianguladas de borde aserrado, tienen un recorte profundo en la inserción del pecíolo y dos lóbulos laterales agudos, miden entre 10 y 30 cm. de ancho y están cubiertas de pelos viscosos. (5)

- 2.7.4 Flor.** Las inflorescencias son estaminadas o pistiladas y salen de la misma axila. Las flores son estaminadas y colocadas en ejes de 8 a 30 cm. de largo, con 2 a 6 verticilos de 4 a 6 flores cada uno. (5)

La flor tiene un pedúnculo corto, con 5 sépalos verdes y agudos que alternan con 5 pétalos amarillentos de 8 a 10 mm. de largo. Los estambres son 5 unidos a la base y hay 10 rectarios bien desarrollados. (5)

La inflorescencia pistilada consta normalmente de una flor, el pistilo tiene el ovario cónico, carnoso y blancuzco que se angosta en el ápice e un eje fino sobre el que están colocadas el cáliz y la corola, similares a la flor estaminada, el estilo corto termina en un estilo discoide. (5)

- 2.7.5 Fruto.** El fruto es una baya piriforme u ovoide cuya superficie puede estar dividida por 5 ó más surcos longitudinales o lisa. Generalmente se aplana con un surco profundo en el ápice, siguiendo el eje transversal. Miden hasta 20 cm. de largo por 12 cm. de ancho y por 8 cm de grosor. (5)

El color es blanco o verde, y la superficie es lisa o con espinas, las cuales son más numerosas en la zona apical. El mesocarpio es blanco o verde formado por un parénquima rico en almidón y agua, en la parte interna hay una porción fibrosa cuyo grosor varia según la forma de cultivar. El endocarpio es un tejido compacto de parénquima. (5)

El fruto contiene una sola semilla que está envuelta en una cápsula fibrosa unida al fruto, es grande aplanada y contiene dos cotiledones blancos. (5)

- 2.7.6 Raíz.** La raíz es gruesa, carnuda y feculenta, de buen sabor, de color blanco. Una planta puede producir de 5 a 7 tubérculos de diferentes tamaño, de 150 a 500 g, que se principian a formar entre el 2º al 3er año de sembrado el güisquil. (17)

Después de la cosecha del fruto se obtiene la raíz, conocida como ichíntal (17).

2.8 Diversidad genética

Son pocas las especies que despliegan una gran variedad de formas, tamaños y colores como los que despliega el güisquil, lo cual ha dificultado la definición de los cultivos, al hablar de los diferentes tipos de güisquil, más bien se hace referencia a “razas o variantes locales”. (16)

También hay variantes en la fructificación, como en Oxaca y Chiapas donde hay variantes locales que rinden de una a cuatro cosechas por año. (16)

Los parientes silvestres más cercanos del güisquil son *Sechium compositum* y *Sechium hintonnii* que se distribuyen en el área de México y Guatemala. (16)

2.9 Valor nutritivo

2.9.1 Carbohidratos

2.9.1.1 Raíz. Los carbohidratos predominantes en el fruto fueron glucosa, fructosa, sucrosa y almidón, según Zinsou *et al* (1983); Cook (1901) que analizó tubérculos de güisquil Mexicano reporta un 20% de almidón y 0.3% de azúcares solubles en peso de base fresca. (15)

Cook (1901) analizó raíces comestibles almacenadas de güisquil y encontró los siguientes resultados: 71% de agua, 20% de almidón, 0.3 % de azúcares, 0.2% de material resinoso soluble en éter, 0.4% de albumen (probablemente material proteínaceo), 5.6% de celulosa y 2.3% de minerales. (15)

Aung *et al.* (1991) en raíces almacenadas de güisquil verde indica que tiene 0.6% de azúcares solubles en base de peso húmedo (o 35 +/- 4 ug/mg en peso seco) y 13.6% de almidón (o 804 +/- 31ug de almidón/mg en peso seco, donde el carbohidrato predominante en la raíz fue el almidón, donde la relación de almidón/ azúcar en la raíz fue de 23:1; las variaciones en los resultados respecto a Cook (1901) es el uso tubérculos de güisquil Brasileño inmaduros. (3)

2.9.1.2 Brotes tiernos. En los brotes activamente en crecimiento que distan de 10 a 12 cm. del retoño apical tierno hay 0.3% de azúcares solubles en base de peso húmedo (o 54 +/-4 ug/mg en peso seco) y 0.7% de almidón (o 122 +/- 17 ug/mg en peso seco). (3)

Con respecto a los tipos de azúcares solubles la cantidad combinada de glucosa y fructosa, es seis veces más grande que la de glucosa y sorbitol en los retoños. (4)

2.9.1.3 Fruto. El análisis del fruto fresco posee los siguientes carbohidratos: 3.3% de azúcares solubles en base de peso húmedo (o 556 +/- 3 g/mg en base seca), 0.2% de almidón (33 +/- 3 ug/mg en base seca); en la semilla, 4.2% de azúcares solubles (266 +/- 26 ug/mg en base seca) y 1.9% de almidón (122 +/- 4 ug/mg peso seco). (3)

Cuando se comparan los azúcares solubles contenidos en fruto, brotes y tubérculo, se tiene que el fruto completo contiene 15 veces más azúcares solubles que las raíces almacenadas y 25 veces más que los brotes tiernos. En contraste, el contenido de almidón en el fruto completo es solamente 1/8 de lo que tiene la raíz tuberosa. (7)

La mayor cantidad de azúcares que se encuentran en el güisquil son la glucosa, fructosa, sorbitol y sucrosa; en menor cantidad rafinosa y estaquiosa. (4)

Composición de nutrientes de los órganos comestibles del güisquil por cada 100 g de porción.

COMPOSICIÓN	FRUTO	RAÍZ TUBÉRCULO	BROTE TIERNO
Humedad %	88.8-95.1	69.8-84.5	88.4-98.1
Ceniza %	0.2-0.6	0.8-1.2	0.29-1.3
Fibra Cruda %	0.36-0.91	0.5-0.37	0.8-1.4
Grasas %	0.12-0.47	0.03-0.39	0.2-3.3
Proteínas %	0.64-1.2	1.3-3.1	1.10
Carbohidratos totales %	4.4-8.6	24-26.1	6.2
Nitrógeno (g)	0.16-0.95	0.33	0.49-0.78
Fósforo (mg)	15.0-36.0	34.3-75.0	47.0-122.9
Potasio (mg)	290.00	---	---
Magnesio (mg)	7.70	---	---
Sodio (mg)	0.9-4.0	---	1.0-4.0
Calcio (mg)	6.1-19.0	6.1-17.5	21.7-69.5
Hierro (mg)	0.29-2.1	0.54-2.3	1.4-8.2
Cobre (mg)	0.04	---	---
Zinc (mg)	0.03	---	---
Caroteno (mg)	0.001-0.27	0.18	4.6
Tiamina (mg)	0.03-0.33	0.04-0.08	0.04-0.12
Riboflavina (mg)	0.03-0.37	0.03-0.05	0.12-0.21
Niacina (mg)	0.35-1.1	0.78-1.0	0.92-1.2
Ácido Ascórbico (mg)	11.5-29.0	17.5-25.7	10.5-33.0
Ácido Nicotínico (mg)	0.40	---	---
Valor energético (Kcal.)	30.70	104.5	43.20

El güisquil es una planta de la que se consume la flor, las guías vegetativas tiernas, el fruto y la raíz. (15)

La raíz se consume cocida en agua como las papas, pero tiene una textura y sabor diferente. Es una fuente de energía de carbohidratos, aparentemente bastante digerible. Es bastante popular y gusta a las personas. (15)

Las guías vegetativas tiernas exceden en contenido de nutrientes a los tejidos del fruto, con un mayor contenido de minerales, vitaminas y minerales, contiene ácido ascórbico por lo que puede ser considerado un suplemento nutricional. (5)

Composición del güisquil en fruto, cáscara y pulpa; humedad, sólidos totales y pectina

Tejido	% de Humedad	%de Sólidos totales	% de Pectina
Fruto completo	94.71	5.29	1.47
Pulpa solamente	94.70	5.30	1.46
Cáscara solamente	94.08	5.92	1.88

(8)

2.9.2 Enzimas. Las enzimas están relacionadas con el desarrollo, almacenaje y proceso. Durante el desarrollo incrementan las actividades de alfa-glucosidasa, alfa-galactosidasa, beta-galactosidasa, beta-fructosidasa, hexoquinasa y fosfoglucoisomerasa, en las hojas que precede a la floración y desarrollo del fruto. (15)

Las fosfatasas ácidas que se encuentran en el fruto tienen un papel en la senescencia del güisquil. (15,8)

Los niveles de lipoxigenasa y polifenoloxidasa no se encuentran en cantidades significativas en los tejidos del fruto. (8)

Hay un contenido significativo de giberalininas en la semilla, el cual tiene una estrecha relación con el desarrollo de la planta. (11)

En el endospermo de la semilla es donde se encuentran el mayor contenido de giberalininas, en la semilla de un fruto inmaduro el contenido de giberalininas es mínimo, el cual está aumentado en el fruto maduro. (11)

2.9.3 Aminoácidos. La semilla posee mayor cantidad de aminoácidos que la pulpa, tal es el caso de la metionina con una concentración de 0.270 mg/g en base seca, la cual no se detecta en la pulpa. (8)

El ácido glutámico es el aminoácido que se encuentra en mayor proporción en la pulpa y semilla (1.973 mg/g y 5.274 mg/g respectivamente en base seca), seguido de leucina, arginina, ácido aspártico, fenilalanina, lisina y alanina. (8)

2.10 Plagas

2.10.1 Plagas que atacan la raíz. La raíz del güisquil puede ser atacado por los nemátodos: *Heterodera radicolica*, *Pratylenchus sp.*, *Rotylenchus sp.*; por los gusanos: Gallina ciega (*Melolontha sp.*), Gusano alambre (*Agrotis sp.*), Gusano nochero (*Prodenia sp.*).(14)

2.10.2 Plagas del follaje. El follaje es dañado por la mariquita aplanada *Epilachna borealis* y por la abeja manchada del pepino *Diabrotica duodecimpunctata*. (15)

En Florida, el gusano del melón *Diaphania hyalinata* ataca follaje, flores y frutos; las moscas del melón *Bactrocera spp* en Hawai dañan los frutos. En la India se reportan las siguientes pestes: los insectos escamosos *Aonidiella orientalis* y *Sassatia spp.*, el escarabajo harinoso *Ferrisiana virgata*. (15)

Otras plagas de follaje que se les llama chupadoras son: Pulgón (*Aphis sp.*), Mosca blanca (*Aleurodes sp.*), Chinche (*Loxa virididis*), Chicharritas (*Empoasca sp.*), Ácaros (*Tetranychus sp.*) (16).

2.11 Enfermedades

Dentro de los **hongos patógenos** que atacan el güisquil post-cosecha encontramos: *Botryodiplodia theobromae*, *Fusariella concinna*, *Myrothecium roridum*, *Geotricum candidum* y *Chlamydomices palmarum*; donde el frío y la humedad favorecen el crecimiento del microorganismo, reportándose una pérdida del 8 al 10%. (15)

La pudrición poma es causada por *Poma cucurbitacearium*, el follaje puede ser atacado por *Didymella bryoniae* que causa la plaga de enfermedad de tallo gomoso. (15)

Dentro del grupo de los **virus** se encuentra el del Mosaico del chayote que pertenece a los timovirus y que infecta a los miembros de la familia *Cucurbitaceae* el cual fue asilado de los cultivos de güisquil en Costa Rica. (7)

En Brasil, se encontró que hay un phytoplasma asociado con la enfermedad de “escoba de bruja” que está relacionada con poco crecimiento; con base en los estudios de restricción del fragmento largo de poliformismo y el análisis de la secuencia de nucleótidos del 16S rADN, se logró clasificar este phytoplasma en un nuevo grupo, el subgrupo III-J. (13)

Otras enfermedades que atacan el cultivo del güisquil son:

- Mal del talluelo (*Phytium debarium*),
- Fusarium (*Fusarium sp.*)
- Sarna del Fruto (*Cladosporium cucurbitaceum*),
- Mildiú (*Pseudoperonospera cuberis*)
- Mildiú Velloso (*Ericiphe cichoracearum*)

- Antracosis (*Colletotrichum lagenarium*)
- Virosis (*Cirus*). (4)

2.12 Cambios que ocurren en el producto durante el secado

- **Encogimiento:** Las células de los tejidos vegetales, presentan turgencia, están distendidas por su contenido acuoso, lo cual les confiere una estructura rígida, ésta se pierde al eliminar el agua, además se da concentración de los componentes químicos.
- **Rehidratación:** Por el encogimiento y la distorsión de las células y otros factores bioquímicos, se pierde la capacidad de rehidratación.
- **Endurecimiento superficial:** Ocurre cuando se somete el producto a deshidratar a temperatura muy alta en la superficie, secándose la pieza de manera desigual, quedando la piel seca y dura antes que la mayor parte de la humedad del interior sea removida.
- **Perdida del sabor:** Al eliminar el agua se pueden perder componentes característicos del sabor del fruto.

2.13 Factores físicos que se deben considerar en el proceso de deshidratación

2.13.1 Área de superficie. Los alimentos al someterse al proceso de deshidratación se deben dividir en piezas pequeñas o capas delgadas para aumentar la transferencia de calor y masa; esto se debe por dos factores: a) a mayor superficie del alimento mayor superficie de contacto con la fuente de calor y mayor superficie por donde se elimina la humedad, b) cuando las partículas son más pequeñas o más delgadas se reduce la distancia que debe recorrer el calor hacia el centro del alimento y reduce también la distancia que debe recorrer la humedad para alcanzar la superficie y escapar. (6)

2.13.2 Temperatura. A mayor temperatura entre el medio de calentamiento y el alimento, mayor es la tasa de transferencia de calor hacia el alimento, lo que provee la fuerza motriz para la remoción de agua. (6)

Si el proceso de deshidratación se combina con aire, la temperatura sigue siendo un factor importante, mientras más caliente sea el aire, abrigará una mayor cantidad de humedad antes de saturarse. (6)

2.13.3 Humedad. En el proceso de deshidratación se reduce la actividad de agua del alimento a deshidratar, es importante el almacenaje del producto deshidratado en recipientes o empaques que no permitan que el producto adquiera humedad del ambiente. (6)

2.14 Uso del escaldado para inactivar la actividad enzimática

El proceso de escaldado en un fruto ayuda a disminuir la población microbiana, evita el encogimiento del producto, estabiliza el color especialmente y ayuda a la inactivación o disminución de la actividad enzimática. (6)

Enzimas como la lipoxigenasa, envuelta en la pérdida del aroma y deterioro, la peroxidasa pérdida del color; se han logrado inactivar con tiempos de escaldado de 1 a 2 minutos a 93 – 100 °C respectivamente; con el fin de mantener las características del fruto y evitar el deterioro de un producto alargando la vida de anaquel. (6)

2.15 Consumo del güisquil para alimento

Este fruto se consume fresco de muchas maneras: en mantequilla, con crema, frito, horneado, cocido, en puré, en ensaladas, pasteles o jugos. (5)

El güisquil por su suavidad y digestibilidad industrialmente se han empleado en la formulación de productos para niños, jugos, salsas y pastas. (9)

En México, se ha intentado aumentar la vida útil del fruto mediante la deshidratación obteniéndose buenos resultados, lo que ha hecho posible la elaboración de mermeladas, dulces, e incluso la utilización del fruto deshidratado como verdura hasta cierto tiempo. (9)

3. JUSTIFICACIÓN

Guatemala es un país con una gran diversidad de cultivos, los cuales en su mayoría se comercializan sin ningún tipo de procesamiento, esto disminuye el potencial agrícola ya que el mercado interno no consume todo lo que se produce.

Es necesario buscar nuevas alternativas de procesamiento a los productos perecederos, para disminuir la cantidad de cultivos que se pierden por falta de colocación en el mercado nacional e internacional, por eso, es importante el desarrollo de productos intermedios que permitan la elaboración de productos con materias primas de menor costo y con propiedades similares o superiores a la amplia gama de aditivos y especias que se distribuyen en el país.

El fruto de *Sechium edule*, conocido como güisquil o chayote, se cultiva en varias regiones del país, crece en casi cualquier temperatura y distintas alturas, habiendo una gran diversidad de variedades, cultivo que esta ganando una gran importancia y que es fuente de trabajo para miles de guatemaltecos, pero actualmente sólo se comercializa en forma fresca o en algunos casos con un mínimo de procesamiento, pero siempre en forma fresca.

Es importante producir harina de güisquil y caracterizar sus propiedades para poder utilizar este fruto como un producto intermedio que sirva de base para la elaboración de alimentos para bebés, sopas, salsas o cualquier rama de la industria de alimentos con el fin de diversificar y aumentar el potencial del cultivo de este fruto, además de generar nuevas fuentes de trabajo para la elaboración del mismo.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Producir harina de güisquil (*Sechium edule*) de tres variedades distintas

4.2 Objetivo específico

4.2.1 Determinar el análisis proximal de la harina del güisquil.

4.2.2 Determinar las características funcionales de la harina del güisquil como posible aditivo en la industria de alimentos.

4.2.3 Desarrollar un producto que lleve en su elaboración harina de güisquil.

5. HIPÓTESIS

H_{o1} : Las harinas de las variedades de güisquil (*Sechium edule*) blanca, verde periforme, verde redonda poseen características diferentes para poder ser utilizadas como producto intermedio.

H_{o2} : El procedimiento de escaldado no cambia las características funcionales de la harina de güisquil.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Materiales

- Güisquil blanco
- Güisquil verde periforme
- Güisquil verde redondo
- Pelador
- Cortador
- Charolas de aluminio
- Horno
- Tamices

6.2 Métodos

De tres variedades de güisquil: el blanco, verde periforme y verde redondo se obtienen por deshidratar dos harinas de cada variedad, una en la cual la harina se obtiene de deshidratar el fruto sin escaldar y otra harina donde previo a deshidratar el fruto, éste es escaldado.

A cada harina se le hace un análisis proximal y una caracterización físico - química

6.2.1 Preparación de la harina de *S. edule* (güisquil). Para obtener la harina de güisquil se procede de la siguiente manera:

- Pelado del fruto
- Rodajeado
- Deshidratado
- Molido
- Granulometría

Para obtener la harina de güisquil con escaldado del fruto:

- Pelado del fruto
- Escaldado a 95 °C por 5 minutos
- Rodajeado
- Deshidratado
- Molido
- Granulometría

6.2.2 Análisis Proximal de la Harina de Güisquil

6.2.2.1 Ceniza. Método 942.05 AOAC, Cáp. 4, Pág. 5, 17th ed.

6.2.2.2 Humedad. Método 930.15 AOAC, Cáp. 4, Pág. 2, 17th ed.

6.2.2.3 Grasa. Método 920.39 AOAC, Cáp. 4, Pág. 33, 17th ed.

6.2.2.4 Proteína. Método AOAC, Cáp. 4, Pág. 33, 17th ed.

6.2.2.5 Fibra cruda. Método AOCS Ba 6-84

6.2.2.6 Carbohidratos. Por diferencia

6.2.3 Caracterización de la harina del güisquil

6.2.3.1 Determinación de densidad (12)

- Pesar una probeta vacía en una balanza analítica.
- Colocar una cantidad determinada de harina de güisquil en la probeta, para determinar el volumen que ocupa.
- Pesar la probeta junto con la harina.
- Dividir el peso de la harina dentro del volumen de la probeta que se utilizó.

Cálculos: Densidad = masa/ volumen

6.2.3.2 Tiempo de sedimentación

- Pesar 3 gramos de la harina
- Agregar a un beaker con 100 ml. de agua
- Tomar el tiempo hasta que la mayoría de partículas caen al fondo

6.2.3.3 Solubilidad en agua fría (12)

- Pesar 1 gramo de harina (base seca) y colocarlo en una licuadora.
- Añadir 100 mL de agua destilada y mezclar a baja velocidad, durante dos minutos.
- Colocar la solución en los tubos de la centrífuga y centrifugar a 1220 rpm por 15 minutos.
- Colocar una alícuota de 25 mL del sobrenadante a una caja de Petri previamente pesada.
- Secar hasta peso constante a 110°C por 4 horas.
- Enfriar y pesar.

Calcular la solubilidad en agua fría por diferencia de peso (%)

6.2.3.4 Absorción de agua (10)

- Pesar 0.5 gramos de harina en un tubo cónico de centrífuga de 15 ml.
- Agregar 4 ml de agua
- Agitar la muestra vigorosamente durante 30 segundos
- Luego la suspensión se deja asentar por 10 minutos y se centrifuga por 25 minutos
 - a 2300 rev/min
- Extraer con una pipeta graduada, el líquido sobrenadante, y se anota la lectura para obtener el volumen del líquido absorbido por el almidón.

6.2.3.5 Absorción de grasa (10)

- Pesar 0.5 gramos de harina en un tubo cónico de centrífuga de 15 ml
- Agregar 3 ml de aceite de maíz
- Agitar durante un minuto la muestra para dispersar la muestra de aceite
- Dejar reposar 30 minutos
- Centrifugar a 2300 rev/min por 25 minutos
- Se determina la grasa absorbida por la diferencia de volumen de la lectura de aceite agregado con la del volumen extraído con una pipeta graduada después de centrifugar.

6.2.3.6 Formación y estabilidad de espuma (2)

- Preparar una solución de harina de güisquil al 5% (p/v)
- Agitar durante 6 minutos y luego se vierte en una probeta graduada
- Se mide el volumen y se anotan las variaciones de éste a los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos.
- Calcular el Incremento de Volumen (%)

Cálculo:

Incremento de Volumen %: $(VD - VA) * 100 / VA$

VD: volumen después del batido

VA: volumen antes del batido

6.2.3.7 Granulometría (tamaño del gránulo) (12)

Procedimiento:

- Pesar 15 gramos de muestra y se hace pasar por una serie de sarandas con diferentes mesh.
- Se pesa la cantidad de almidón que ha pasado por cada saranda.
- Cuando se tenga el 90% del peso inicial se determina la medida de mesh.

7. DISEÑO EXPERIMENTAL

7.1 Análisis estadístico para los parámetros del análisis proximal

Análisis de varianza de dos factores

$$Y_j = \mu + \beta_i + \tau_j + (\beta\tau)_{ij} + \sigma E$$

Y_j: parámetro del análisis proximal

μ: promedio de de la medida global

β_i: efecto del tipo de güisquil

τ_j: efecto del escaldado

βτ: interacción

σE: error estándar

Donde:

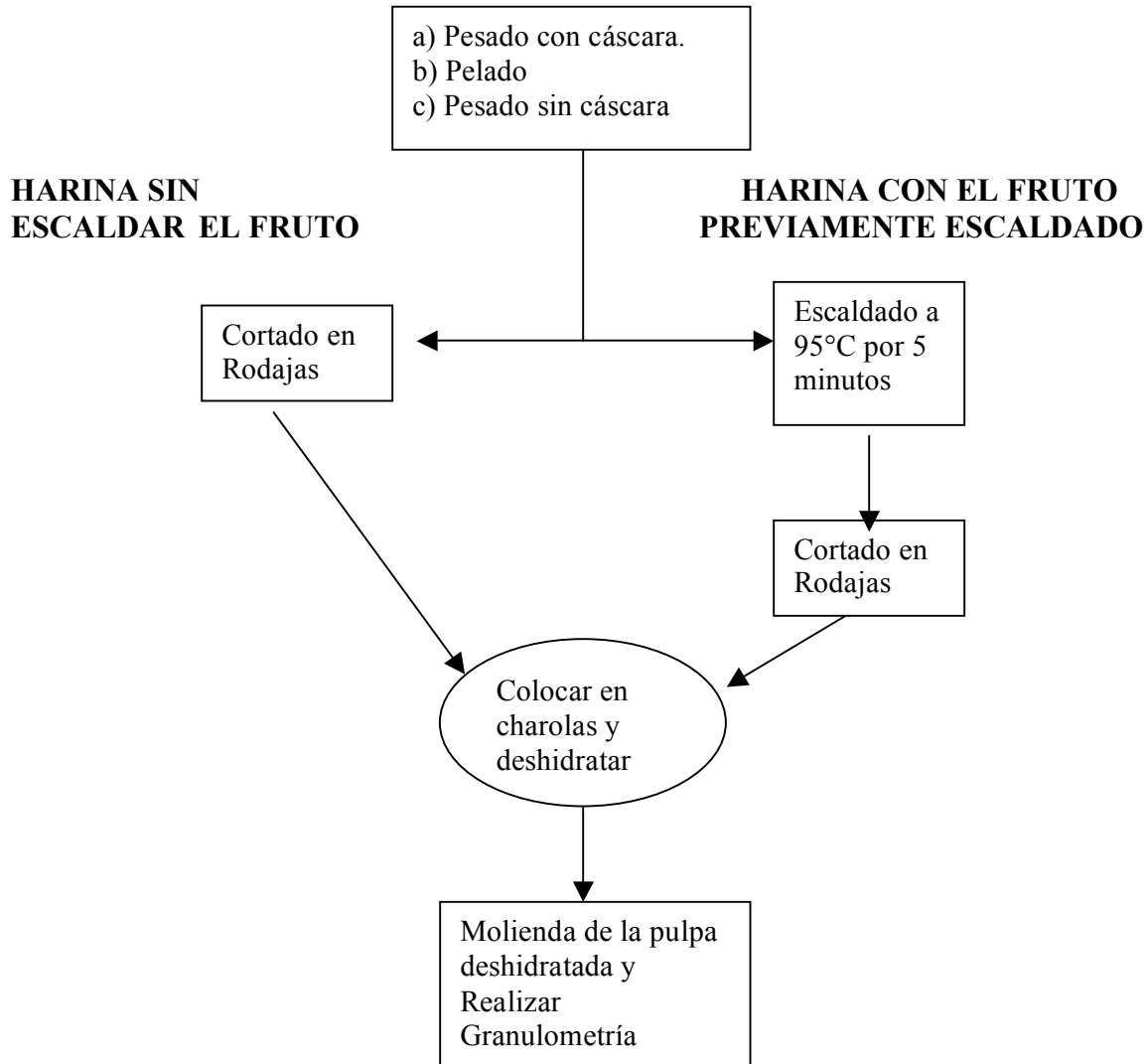
H₀: β_i = 0, el tipo de güisquil no tiene efecto sobre el parámetro medido

H₀: τ_j = 0, no hay efecto sobre la harina de güisquil al escaldar o no.

H₀: (βτ)_{ij} = 0, no hay efecto de interacción

7.2 Unidad experimental

Güisquiles de tres tipos: blanco, verde periforme y verde redondo.
Provenientes del municipio de Palencia y Santa Maria de Jesús



7.3 Desarrollo de un producto a base de harina de güisquil

7.3.1 Ingredientes de postre a base de harina

- 2 tazas de harina de güisquil (270.1g)
- 3 ½ tazas de agua
- ½ taza de miga de pan dulce tostado (74.7 g)
- 230 g. de azúcar.
- 100 g. de leche condensada.
- 1 cucharada de margarina derretida (1/2 onza)
- 3 g. de canela en polvo

7.3.2 Preparación

- Se pone el agua en una casuela a hervir, se agrega la harina y se cocina por 5 minutos, revolver constantemente.
- Se retira la casuela de la estufa y se agrega la mantequilla derretida; mezclar.
- Agregar el azúcar, la miga de pan dulce, la canela y la leche condensada; mezclar hasta que los componentes estén adecuadamente homogenizados.

7.3.3 Evaluación sensorial. Se establecen diferencias del postre o relleno elaborado con harina de güisquil contra uno elaborado con pulpa fresca de güisquil cocido, donde se compara las siguientes propiedades con su respectiva escala de 10 cm.

- Color (de verde a café)
- Olor (de suave a intenso)
- Textura (de fina a granulosa)
- Sabor (de dulce a amargo)

Además se evalúa como un relleno en una empanada por medio de una escala hedónica con los siguientes cinco puntos:

- Me disgusta mucho
- Me disgusta poco
- Ni me disgusta ni me gusta
- Me gusta poco
- Me gusta mucho

8. RESULTADOS

8.1 MEDIDAS FÍSICAS DE LAS TRES VARIEDADES DE *Sechium edule*

El peso de cada fruto presenta una gran variabilidad entre los tipos de güisquil periforme y del güisquil redondo, donde el rango de peso es de 430 a 750 g., en cambio en el perulero el rango de peso es de 112 a 324 g. (Tabla No.1)

El güisquil posee una semilla por fruto con rangos de peso que son muy variables, en el redondo el rango de peso de la semilla es 6.85 - 11.02 g., en el periforme es 7.1 - 11.4 g. y en el perulero es 2.84 g. a 9.17 g. esta variabilidad de peso depende del tamaño del güisquil y del grado de madurez del fruto, ya que una semilla o pepa de un güisquil inmaduro presenta un interior gelatinoso, la cual se convierte en una estructura firme e incluso con una radícula cuando el güisquil está totalmente maduro (Tabla No.1).

El periforme resulta tener el mayor largo desde su base a la punta, mientras que el redondo y el perulero son similares; el güisquil redondo es el de mayor circunferencia, seguido del periforme y el perulero. (Tabla No.1)

De acuerdo al peso de cáscara, de pulpa y de semilla hay una relación porcentual similar que se mantiene en las tres variedades con un promedio de 8.98% de peso para la cáscara, 85.58% de peso para la pulpa y 2.08% del peso para la semilla, siendo la pulpa el mayor componente del peso total del fruto. (Tabla No.2).

Se estableció una relación porcentual del peso de la cáscara, pulpa y semilla donde se obtuvo un promedio de los tres tipos, 12.32% de cáscara, 85.58% de pulpa y 2.10 % de semilla. (Tabla No. 2)

Tabla No. 1
Medidas físicas del güisquil periforme, güisquil redondo y perulero;
principales municipios de origen.

VARIEDAD / MEDIDA	G. PERIFORME		G. REDONDO		PERULERO	
	Promedio	D.S.	Promedio	D.S.	Promedio	D.S.
Peso total g.	580	90	548	95	194	14
Peso cáscara g.	84	18	59	9	22	2
Peso pulpa g.	487	2	479	88	167	1
Peso semilla g.	9	79	10	2	5	13
Circunferencia cm.	29	2	30	6	19	3
Largo cm.	14	1	9	0.5	8	0.6
Largo semilla cm.	4.5	0.5	3.43	0.6	3.36	0.3
Origen	Palencia /Guatemala		Sta. María de Jesús/Sacatepéquez		Sta. María de Jesús/Sacatepéquez	

Tabla No. 2
Relación porcentual de cáscara, pulpa y semilla en el güisquil con base en su peso.

%	G. PERIFORME	G. REDONDO	PERULERO
CÁSCARA	10.82	14.57	11.54
PULPA	87.34	83.86	85.54
SEMILLA	1.84	1.57	2.82

Tabla No.3
Análisis proximal de harina de pulpa de güisquil periforme, g. redondo y perulero vrs. pulpa sin deshidratar.

VARIEDAD	G. Periforme		G. Redondo		Perulero		Pulpa fresca
	S ^{&}	E ^{&}	S	E	S	E	
TRATAMIENTO	S ^{&}	E ^{&}	S	E	S	E	S
PROTEÍNA %	11.4*	10.9*	10.5	13.8	10.0*	10.2*	0.9
GRASA %	6.2*	6.5*	4.5*	5.4*	6.2*	5.9*	0.3
HUMEDAD %	11.9	14.6	5.1	7.1	14.2	7.9	91.3
CENIZA %	5.2	5.9	6.4	5.5	5.3	5.8	0.4
FIBRA CRUDA %	6.7	6.3	5.8	8.2	7.4	10.1	0.6
CARBOHIDRATOS %	58.6	55.8	67.7	60.0	56.9	60.1	6.5

S[&]: sin escaldar

E[&]: escaldado

Gráfica No. 1

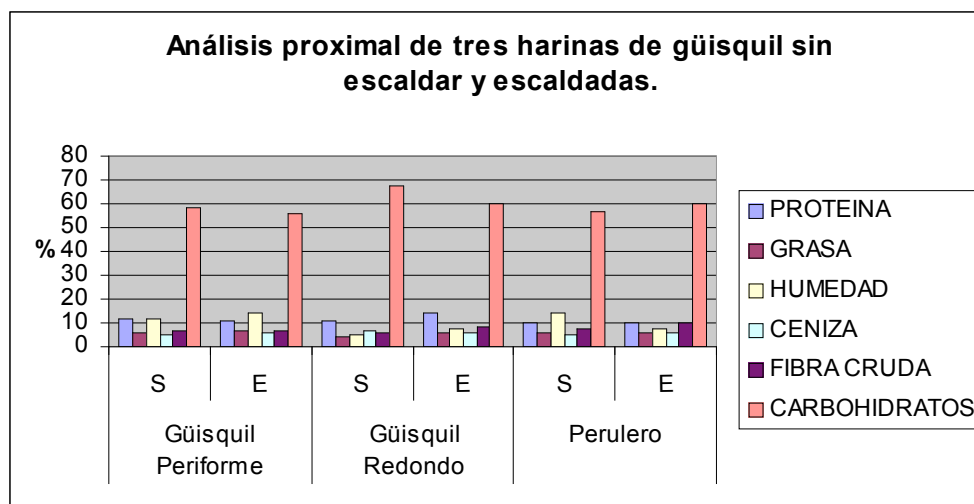


Tabla No.4
Análisis proximal de semilla deshidratada de güisquil periforme, g. redondo y perulero

S & VARIEDAD	S. Güisquil periforme		S. Güisquil redondo		S. perulero	
	S ^{&}	E ^{&}	S	E	S	E
TRATAMIENTO						
PROTEÍNA %	23.7*	23.2*	24.2	24.5	20.3*	19.4*
GRASA %	8.2*	8.5*	7.7	12.8	9.8*	9.7*
HUMEDAD %	12.6	14.5	4.3	5.6	10.6	6.0
CENIZA %	6.3	5.9	7.8	5.5	5.3	5.0
FIBRA CRUDA %	5.6*	6.3*	3.5	7.1	5.7*	6.3*
CARBOHIDRATOS %	43.6	41.6	52.5	44.5	48.3	53.6

e

scaldar

E[&]: escaldado

Tabla. No. 5
Caracterización física de las harinas deshidratadas de güisquil periforme, g. redondo y perulero

Variedad	G. periforme		G. redondo		Perulero	
	S*	E*	S	E	S	E
Tratamiento / Prueba						
Densidad (g / ml)	0.56	0.67	0.67	0.75	0.62	0.73
Tiempo de Sedimentación (min.)	5.83	1.29	3.62	1.26	3.24	1.28
Solubilidad en Agua (%)	1.21	1.46	1.48	1.35	1.64	1.03
Absorción de Agua (g. de agua /g .harina)	1.85	2.65	2.80	2.65	2.85	2.85
Absorción de Aceite (ml. De aceite /g. de harina)	0.60	0.25	0.10	0.25	0.35	0.45

*S: sin escaldar

E: escaldado

Rendimiento de harina por peso 4.5%

Tabla No. 6
Granulometría de las harinas deshidratadas de güisquil periforme, g. redondo y perulero (%).

Tamaño (%) / Variedad	G. periforme		G. redondo		Perulero	
	S*	E*	S	E	S	E
850 um	0.08	0.16	0.05	0.11	0.35	0.01
600 um	0.48	2.99	0.45	1.05	1.80	0.95
355 um	9.53	17.03	7.13	15.10	20.93	15.23
250 um	15.41	16.08	14.23	17.59	24.60	17.34
180 um	12.20	11.39	11.78	12.27	17.39	12.19
150 um	49.88	44.47	60.61	44.56	34.24	46.2
>150 um	12.44	7.89	5.75	9.31	0.68	8.07

*S: sin escaldar

E: escaldado

Tabla No.7
Resultados de NPR y digestibilidad aparente en tres dietas distintas de güisquil comparado con una dieta de maíz con soya.

DIETA	NPR	D.S.	D. APARENTE	D.S.
Güisquil	2.18	0.58	80.71	6.35
Güisquil + Lacto albúmina	4.13	0.39	86.37	0.25
Güisquil + Soya	2.00	0.31	86.20	3.01
Maíz + Soya	3.06	0.23	88.46	2.43
Caseína	4.72	0.24	90.85	1.57

Tabla No. 8
Promedio del aumento de peso (g.) de las ratas machos y hembras durante la determinación de NPR y digestibilidad aparente.

DIETA	RATAS	No. DE DÍAS			Alimento ingerido (g.)	D.S ^a .	Aumento peso (g.)	D.S.
		0*	7*	14*				
Güisquil	Machos	48	50	57	76	6.73	9	5.83
	Hembras	48	50	62	85	10.34	14	7
Güisquil Lacto albúmina	Machos	47	72	103	153	4.5	56	7.04
	Hembras	48	74	108	160	7.85	60	1.83
Güisquil Soya	Machos	46	50	55	78	7.12	9	4.08
	Hembras	46	50	56	84	7.18	10	2.22
Maíz Soya	Machos	46	63	82	137	5.07	36	4.43
	Hembras	46	62	84	138	9.68	38	1.89
Caseína	Machos	47	85	129	170	11.39	82	6.13
	Hembras	46	80	117	160	18.64	71	10.11

*: Peso promedio de ratas machos y hembras en el día 0, 7 y 14 en g.

^a: Desviación estándar

Gráfica No.2

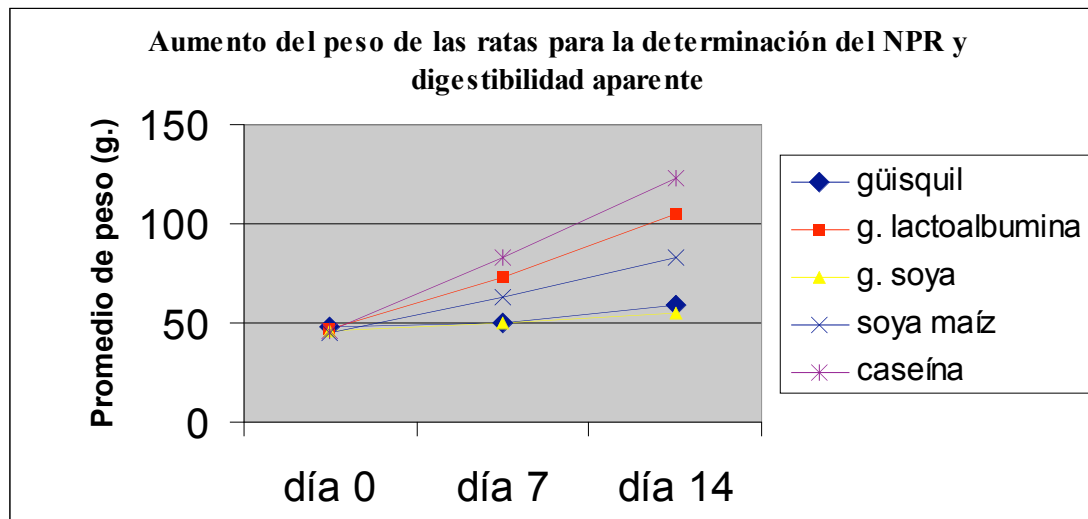


Tabla No. 9
Promedio de sensorial de postre elaborado con güisquil fresco vrs. el de
harina de güisquil, n* = 29, escala de 10 cm.&

PROPIEDAD	COLOR		OLOR		TEXTURA		SABOR	
	Fresca	Harina	Fresca	Harina	Fresca	Harina	Fresca	Harina
PULPA								
PROMEDIO	2.7	8.3	3.9	6.3	3.2	8.0	3.6	5.7
DES.EST.	1.6	1.5	1.9	2.6	1.9	1.9	4.1	3.0

*: Número de panelistas en un rango de edad de: 21 –29 años (promedio 23 años)
 &: Escala de Color: de verde a café Escala de Olor: de suave a intenso
 Escala de Textura: de fina a granulosa Escala de Sabor: de dulce a amargo

Gráfica No.3

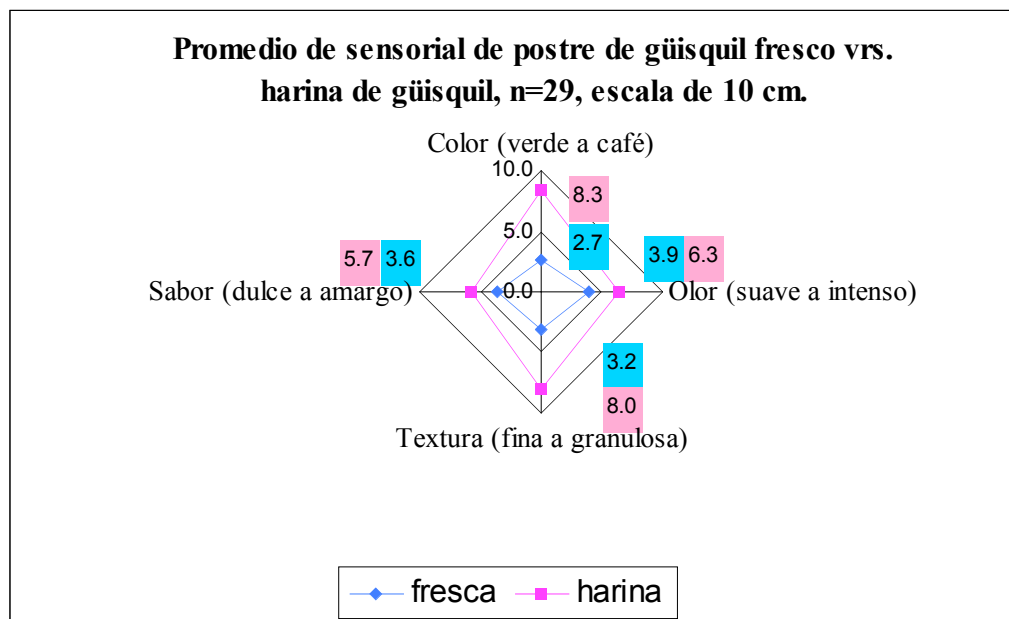
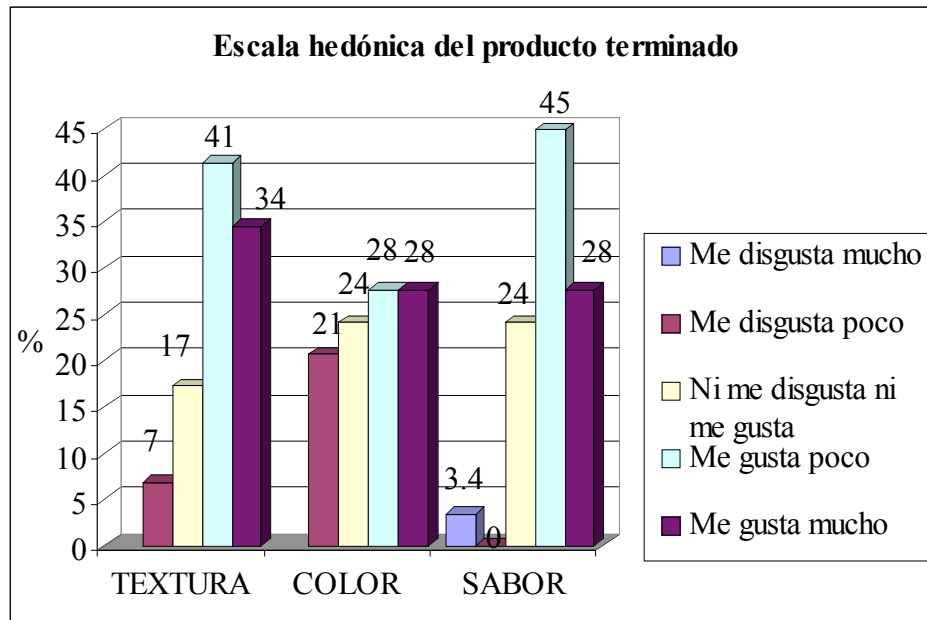


Tabla No.10
Escala hedónica de empanada rellena con postre de harina de güisquil
n= 29 *

ESCALA	TEXTURA %	COLOR %	SABOR %
Me disgusta mucho			3.45
Me disgusta poco	6.90	20.69	0.00
Ni me disgusta ni me gusta	17.24	24.14	24.14
Me gusta poco	41.38	27.59	44.83
Me gusta mucho	34.48	27.59	27.59

***: Rango de edad de los panelistas: 21 – 29 años (promedio 23 años)**

Gráfica No.4



9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

9.1 ANÁLISIS PROXIMAL

Al deshidratar la pulpa de güisquil y convertirla en harina se obtuvo un **rendimiento** aproximado del 4.5% sobre el peso total del güisquil; se concentran todos los componentes analizados en el proximal ya que se logra disminuir de un 77 a 86% la humedad y por lo cual los valores obtenidos de proteína, grasa, ceniza, fibra y carbohidratos son de un 10 a 12% mayores con respecto a la pulpa fresca. (Tabla No.3).

El güisquil redondo tiene el valor más alto de proteína, seguido por el periforme y el perulero, los tres tipos estadísticamente poseen porcentajes de proteína diferentes con una diferencia marcada entre los tipos, con respecto a los tratamientos no hay diferencia estadística entre la harina sin y con escaldado previo. (Tabla No.3, Anexo No.1)

Los valores de grasa de los tres tipos de güisquil son similares y de un rango de 4.49 a 6.22% ya que no presentaron una variabilidad estadística significativa con respecto a los tratamientos y a los tipos de güisquil. (Tabla No.3, Anexo No. 2)

En los tres tipos de güisquil los porcentajes de humedad, ceniza, fibra cruda y carbohidratos son diferentes estadísticamente entre tipos y dentro los tratamientos, es importante resaltar que el deshidratado y molido de la pulpa da un valor agregado al güisquil por la concentración de sus componentes nutricionales y una forma alternativa de utilizar este fruto percedero. (Tabla No.3, Anexos 3- 6)

La pulpa fresca contiene apenas un 6.5% de carbohidratos de los cuales sólo el 0.2% es almidón y 3.3% de azúcares solubles (Aung, 1991), comparado con las harinas sin escaldar que poseen valores de 58.6% para el güisquil periforme, 67.7% para el redondo y 56.9% para el perulero.

En la semilla es notable que el porcentaje proteína encontrada en los tres tipos está arriba del 20%, siendo el güisquil redondo el que posee el mayor porcentaje, seguido del tipo periforme y perulero, pero solamente hay una semilla o pepa por fruto; aunque el análisis estadístico nos indica que los tres tipos poseen concentraciones de proteína similares, y no se ven afectadas por el proceso de escaldado; el porcentaje de proteína de la semilla del güisquil es comparable al que posee el frijol. (Tabla No. 4, Anexo No.7)

Al realizar el análisis de varianza los porcentajes de grasa, humedad, ceniza, fibra cruda y carbohidratos nos indican que hay una diferencia significativa entre los tres tipos; estos porcentajes son mayores que en la pulpa, evidenciando a la semilla como el principal reservorio nutricional del fruto respecto a la pulpa. (Tabla No.5, Anexos 8 – 12)

9.2 CARACTERIZACIÓN

La harina de pulpa escaldada posee una **densidad** mayor que la harina de pulpa no escaldada, con valores similares para las tres variedades, esto se ve reflejado en el **tiempo de sedimentación** donde las harinas con escaldado sedimentaron más rápido que las no escaldadas, lo que nos indica que el escaldado permite una mayor retención de los componentes sólidos en la harina; además al poseer una mayor densidad, la harina de pulpa escaldada por g. de peso, ocuparía un mayor volumen por cm^3 al momento de determinar la capacidad de volumen del empaque donde será contenida. (Tabla No. 5)

La **solubilidad** está determinada por carbohidratos insolubles en agua como celulosa, hemicelulosa, lignina, pectinas que forman parte de los componentes de la pared celular; lo cual confiere ese porcentaje de insolubilidad que al someterse la pulpa deshidratada hecha harina a procesos acuosos permite que mantenga sus características físicas similares a la pulpa fresca. (Tabla No. 5)

La **absorción de agua** nos indica que la pulpa deshidratada tiene una capacidad de rehidratación de g. de agua/ g. de harina de 1.85 (46.25%) para el güisquil periforme, 2.80 (70%) para el redondo y 2.85 (71.25%) para el perulero propiedad que puede ser de utilidad en productos listos para comer que sólo necesiten agregar agua y ligeros cocimientos como sopas o papillas; también influye en el tamaño o hinchamiento del producto como las aplicaciones en panadería; también influye en la viscosidad; la harina de güisquil tiene una mayor capacidad de absorber agua si se le compara a la de maíz la cual es de 1.96 g. de agua/ g. de almidón (Medina, 2004).

La capacidad de **absorción de aceite** es distinta entre las tres variedades siendo el güisquil periforme el de mayor capacidad para absorber aceite, seguido del perulero y del güisquil redondo al referirse a la harina sin escaldado; ésta es importante en procesos de fritura, ya que si un producto absorbe mucho aceite elevaría los costos, sería más susceptible a procesos de oxidación y rancidez; mientras que si absorbe menos aceite menos aceite absorba el producto tendría más propiedad crocante. (Tabla No. 5)

Las harinas de güisquil tienen una **granulometría** diferente aún siendo sometidas al mismo proceso de molienda, el mayor porcentaje de partículas está conformada en el tamaño de 150 μm con un promedio de 46.66%, seguido de las de 250 μm con 17.54% y con un promedio del 7.36% para partículas de $> 150\mu\text{m}$.; siendo el güisquil redondo el que tiene mayor % en partículas de 150 μm y el periforme en partículas $> 150 \mu\text{m}$, esto nos indica que estas harinas poseen una mezcla heterogénea de tamaño de partículas; mientras más homogénea y fina sea la partícula se puede homogenizar de mejor manera al mezclar con otros ingredientes, como en la producción de sopas, aderezos, papillas, o en productos que se necesite que la textura sea totalmente homogénea. (Tabla No. 6).

9.3 DIGESTIBILIDAD APARENTE Y NPR

La dieta de güisquil que es la de menor digestibilidad posee una diferencia estadística significativa, respecto a las dietas de güisquil soya y güisquil lacto-albúmina, estas dos últimas dietas poseen el mismo comportamiento de **digestibilidad** sin importar el origen animal o vegetal de la proteína. (Anexos 13 - 14)

La dieta de güisquil soya posee una digestibilidad aparente menor comparado con la dieta de maíz soya, pero estadísticamente poseen el mismo comportamiento, lo que nos indica que el güisquil no disminuye la digestibilidad de la soya y se puede utilizar como un vehículo más económico que el maíz en la formulación de un producto.

Al comparar la digestibilidad de las dietas de güisquil contra la de caseína, la de güisquil lacto-albúmina y la de güisquil soya poseen una digestibilidad estadísticamente comparable a la dieta de caseína; en cambio, la dieta que tenía sólo güisquil posee una menor digestibilidad que la caseína, lo que significa que el nitrógeno de origen proteico contenido en esta harina tiene menor absorción en relación al que se ingirió al aplicarse al sistema biológico.

En la elaboración de las dietas se utilizó güisquil en distintas cantidades, excepto en la de maíz soya y la de caseína, además se utilizaron otros elementos como minerales, vitaminas, aceite vegetal y almidón de maíz. (Anexo 15)

La **razón proteica neta (NPR)** de la dieta güisquil lacto-albúmina fue la más alta seguidas por los NPR de güisquil con soya y güisquil, estas dos dietas poseen la misma calidad proteica y el comportamiento del aumento del peso de las ratas es similar. (Tabla 7, Gráfica 2)

La dieta con lacto-albúmina incrementó el peso de las ratas en una proporción similar a la de la caseína, aunque estadísticamente son diferentes, el NPR es muy similar al de la caseína, esto correlaciona por el alto % de proteína que posee la lacto-albúmina utilizada (71.05%). (Anexo 15)

La dieta de güisquil soya comparada con la de maíz soya posee un NPR menor y son estadísticamente diferentes, ya que la dieta de güisquil soya probablemente no aporta el balance de aminoácidos esenciales en la dieta, como la de maíz soya, esto se ve reflejado en un aumento de peso promedio en las ratas de 9.4 g. y 36.8 g. respectivamente para cada dieta; a pesar que los valores de digestibilidad aparente son parecidos. (Tabla 7)

9.4 DESARROLLO DE PRODUCTO

La mezcla de todos los ingredientes junto con la harina de güisquil se puede utilizar como un relleno para elaborar pasteles, empanadas o simplemente consumirse como un postre con las características de un puré.

El total de panelistas es de 29 personas distribuidas en 6 (21%) hombres y 23 (79%) mujeres, en un rango de edad de 21 – 29 años (promedio 23 años). (Anexo 16)

El producto elaborado con harina y el de pulpa fresca resultaron ser estadísticamente diferentes en el análisis sensorial de cada uno de los parámetros evaluados (color, olor, textura y sabor).

El color, olor y sabor son diferentes en el producto elaborado a base de harina respecto al elaborado con pulpa fresca ya que estudios preliminares demostraron que el % de acidez en harinas frescas, se reduce con el tiempo de almacenamiento a los niveles que posee la harina utilizada en la elaboración de este producto; el color de la harina tiene una tonalidad más cercano a café en la escala lo cual puede ser debido al proceso de degradación de la clorofila por la luz, ya que en una harina recién preparada la tonalidad del color es un verde claro muy parecido a la pulpa fresca.

La textura del producto con harina fue más granulosa que la pulpa fresca, ya que la capacidad de absorción de agua de las partículas de la harina es de 1.85 – 2.85 g de agua /g de harina lo cual equivale entre un 46.25% y 71.25%, por lo tanto no hay una total rehidratación, lo que se traduce en una partícula más gruesa que en la pulpa fresca, dando una sensación granulosa.

Al ser evaluada la harina preparada como un relleno de empanada en la escala hedónica se puede considerarse como un producto bueno sensorialmente por los panelistas ya que calificaron el 34.48% para la textura, el 27.59% para el color y el 27.59% para el sabor en la categoría “Me gusta mucho”, el resto en las demás categorías.

Solamente una persona (3.45%) calificó de “me disgusta mucho” el sabor del relleno debido a que le sintió un regusto ligeramente amargo, el cual puede deberse al sabor vegetal intensificado por envejecimiento de la fibra vegetal o al proceso de deshidratado que podría quemar algunas fibras vegetales dándole ese sabor amargo reportado.

ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE GÜISQUIL

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total en Q.
I. COSTO DIRECTO				26,105.75
1. RENTA DE LA BODEGA				8.000
2. MANO DE OBRA				4,323.20
a) Pelado	Jornal	32	38.60	1235.20
b) Cortado	Jornal	16	38.60	617.60
c) Colocado en Bandejas	Jornal	16	38.60	617.60
d) Molido	Jornal	16	38.60	617.60
e) Empacado	Jornal	16	38.60	617.60
f) Séptimos días				617.60
3. ELECTRICIDAD POR EQUIPOS MENSUAL	BATCH	80(4/Día)	86.65	6932.00
a) Horno Corbelt Ind. EC404-6	Kw/batch (4 horas)	28 Kw	3.00	84.00
b) Cortadora de cuchillas Chin Ying Fa	Kw/ 100 Güisquiles	0.3 Kw/h	3.00	0.90
c) Molino	Kw/Batch (30 min)	0.5 Kw	3.00	1.5
d) Empacadora al vacío	Kw/Batch (10 min.)	0.083Kw/ min	3.00	0.25
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total en Q.
4. GÜISQUIL	BATCH (58 Kg.)	80	53.46	4276.80
Costal de Güisquil	Güisquil	100 unidades	0.53	53.46
Peso promedio de c/Güisquil 580 g.				
100 Güisquiles =58 Kg.				
Cantidad obtenida harina 2.61 Kg (5.74 lbs), rendimiento del 4.5%				
5. MANTENIMIENTO EQUIPO		4	500.00	2000.00
6. EMPAQUE	Bolsa para 1 Kg.	209	1.25	261.25
II. COSTO INDIRECTO				781.51
1. Administración (1% s/C.D.)				261.06
2. Cuota del I.G.S.S. (6% s/M.O.)				259.39
3. Imprevistos (1% s/C.D.)				261.06
III. COSTO TOTAL POR MES				26,574.76
IV. COSTO POR Kg. DE HARINA DE GUISQUIL	PRECIO = Q.127.27		GANANCIA (25%)= Q.31.82	Q.159.69
V. COSTO DE LA LB. DE HARINA DE GUISQUIL	PRECIO = Q.57.85		GANANCIA (25%)= Q.14.46	Q.72.31

10. CONCLUSIONES

- 10.1 Los tres tipos de güisquil poseen una relación porcentual de peso de 12.32% de cáscara, 85.58% de pulpa y 2.10% de semilla por fruto.
- 10.2 Los valores de proteína, humedad, ceniza, fibra, carbohidratos, exceptuando la grasa son estadísticamente diferentes para las tres variedades.
- 10.3 La pulpa convertida en harina con un rendimiento del 4.5% del peso total del güisquil.
- 10.4 El proceso de escaldado ayuda a una mayor retención de los componentes sólidos de la harina.
- 10.5 El güisquil posee una digestibilidad similar al maíz.
- 10.6 La formulación del postre de güisquil es adecuada para considerarla como un producto que se puede consumir solo o como relleno en pastelería.

11. RECOMENDACIONES

- 11.1 Para evitar cambios de color y sabor en la harina de güisquil se debe preservar de su exposición al aire y a la luz.
- 11.2 Es necesario establecer qué diferencias de los componentes nutricionales del güisquil se ven alterados con el grado de madurez de este fruto ya que la madurez podría hacer variar alguno de los componentes de la pulpa.
- 11.3 Debe considerarse el aprovechamiento de la cáscara y de la pulpa de güisquil como fuente de pectinas.
- 11.4 Investigar el porcentaje de los distintos tipos de carbohidratos presentes en la harina del güisquil y su posible aplicabilidad en la industria alimentos.
- 11.5 Utilizar otros sistemas de aprovechamiento del güisquil como la elaboración de concentrados de pulpa u productos de humedad intermedia.
- 11.6 Mejorar las condiciones tecnológicas de conversión para obtener harina de güisquil con la finalidad de disminuir costos

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Abbey, B.W.; G.O. Ibeh. 1988. *Fuctional properties of raw and heat processed cowpea (Vigna unguiculata, Walp) flour*. Journal of Food of Science. 53(6): 1775 - 1778.
2. AOAC Official Methods of Analysis. 2001. 17th.
3. Aung, L.H.; A. Ball. 1990. *Developmental and nutritional aspects of chayote (Sechium edule, Cucurbitaceae)*. Economic Botany. 44: 157-164
4. Aung, L.H., D.C. Fouse. 1991. *The distribution of carbohydrates in the organs of Sechium edule Sw*. Journal of Horticultural Science. 66 (2): 253-257.
5. Barrera, Nancy. 2000. *La cidra papa, chayote o juatila. Sechium edule (Jacq.) Swartz*. Universidad Nacional de Colombia. Pp 1-12.
6. Barrent, DM; CH. Theerakulkait. 1995. *Quality indicators in blanched, frozen, stored vegetables*. Food Technology. Jan: 62-65.
7. Bernal, J.J. 2000. *Chayote mosaic virus, a new tymovirus infecting Cucurbitaceae*. Phytopatology. 90(10): 1098-1104.
8. Flick, G.J.; L.H. Aung. 1977. *Nutrient composition and selected enzyme activities in Sechium edule, Sw, the mirliton*. Journal of Food Science. 42: 11, 13.
9. Hernández, J.E.; León, J. 1992. *Cultivos marginados, otras perspectivas de 1492*. FAO.
10. Lemus M. 2004. *Extracción del almidón de la raíz tuberosa de la yuca (Manihot esculenta) y su caracterización físico-química*. Universidad del Valle de Guatemala.
11. Lorenzi, R., N. Ceccarelli. 1983. *Endogenous gibberelins in endosperms and cotyledons of Sechium edule during seed growth and maturation*. Phytochemistry. 22 (10): 2189 – 2191.
12. Medina, Ma. 2004. *Extracción y caracterización del almidón de la malanga (Colocasia esculenta)*. Universidad del Valle de Guatemala.
13. Montano, H.G., R.E. Davis. 2000. *Identification and phylogenetic analysis of a new phytoplasma from diseased chayote in Brazil*. Plant Didease. 84 (4): 429-436.
14. Rojas, Adolfo Nery. 1985. *Cultivo del güisquil*. Ministerio de agricultura y ganadería –MAGA, Unidad de Comunicación Social. Guatemala.
15. Snau, P.E.; Chau, H.T. 1998. *Tropical and subtropical fruits*. Agscience, Inc. Florida.

16. Valverde, A., M.V. Saenz. 1985. *Análisis del crecimiento del chayote*. Turrialba. 35 (4): 395 – 402.
17. Recuperado de internet en Febrero del 2004
www.ric.fao.org/prior/segolim7prodalen/prodseg/cdron7contenido/libro/libro11/ca/p3.htm

13. ANEXOS

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ANÁLISIS PROXIMAL DE LA PULPA

Anexo No.1

ANOVA de Proteína de las tres variedades de güisquil

PROTEINA

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo

RESUMEN	Sin	Escaldado	total			
	<i>GP</i>					
Cuenta	2	2	4			
Suma	22.75	21.7	44.45			
Promedio	11.375	10.85	11.1125			
Varianza	0.06125	0.245	0.193958			
	<i>GR</i>					
Cuenta	2	2	4			
Suma	21	27.65	48.65			
Promedio	10.5	13.825	12.1625			
Varianza	0.98	0.06125	4.032292			
	<i>Perulero</i>					
Cuenta	2	2	4			
Suma	19.95	20.45	40.4			
Promedio	9.975	10.225	10.1			
Varianza	0.06125	0.01125	0.045			
	<i>Total</i>					
Cuenta	6	6				
Suma	63.7	69.8				
Promedio	10.6167	11.63333				
Varianza	0.62067	3.023667				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	8.50875	2	4.254375	17.9762324	0.002925373	5.143249382
Columnas	3.10083	1	3.100833	13.1021127	0.011101371	5.987374152
Interacción	8.29292	2	4.146458	17.5202465	0.003124756	5.143249382
Dentro del grupo	1.42	6	0.236667			
Total	21.3225	11				
		ErrEst	0.343996	0.24324199		

Anexo No. 2

ANOVA de Grasa de las tres variedades de güisquil

GRASA

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo

RESUMEN	Sin	Escaldado	total			
<i>GP</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	12.32	12.94	25.26			
Promedio	6.16	6.47	6.315			
Varianza	0.125	0.7938	0.3383			
<i>GR</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	8.98	10.87	19.85			
Promedio	4.49	5.435	4.9625			
Varianza	0.0008	0.03645	0.310092			
<i>Perulero</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	12.43	11.69	24.12			
Promedio	6.215	5.845	6.03			
Varianza	3.61805	0.00605	1.253667			
<i>Total</i>						
Cuenta	6	6				
Suma	33.73	35.5				
Promedio	5.62167	5.916667				
Varianza	1.51778	0.384587				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Muestra	4.06672	2	2.033358	2.66370097	0.148615059	5.143249382
Columnas	0.26108	1	0.261075	0.34200845	0.579982833	5.987374152
Interacción	0.86495	2	0.432475	0.56654258	0.595143266	5.143249382
Dentro del grupo	4.58015	6	0.763358			
Total	9.77289	11				
		ErrStd	0.617802			

Anexo No. 3

ANOVA de Humedad de las tres variedades de güisquil

HUMEDAD

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo

RESUMEN	Sin	Escaldado	total			
<i>GP</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	23.9	29.1	53			
Promedio	11.95	14.55	13.25			
Varianza	0.0578	0.0578	2.291867			
<i>GR</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	10.18	14.28	24.46			
Promedio	5.09	7.14	6.115			
Varianza	0.02	0.0002	1.407567			
<i>Perulero</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	28.34	15.75	44.09			
Promedio	14.17	7.875	11.0225			
Varianza	0.0242	0.01125	13.22083			
<i>Total</i>						
Cuenta	6	6				
Suma	62.42	59.13				
Promedio	10.4033	9.855				
Varianza	17.945	13.34771				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Muestra	106.605	2	53.30236	1867.52788	4.12545E-09	5.143249382
Columnas	0.90201	1	0.902008	31.6032117	0.001353638	5.987374152
Interacción	49.6875	2	24.84376	870.438248	4.05198E-08	5.143249382
Dentro del grupo	0.17125	6	0.028542			
Total	157.365	11				
		ErrStd	0.119461			

Anexo No. 4
ANOVA de Fibra cruda de las tres variedades de güisquil
FIBRA CRUDA
 Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo

RESUMEN	Sin	Escaldado	total				
<i>GP</i>							
Cuenta	2	2	4				
Suma	13.34	12.62	25.96				
Promedio	6.67	6.31	6.49				
Varianza	0	0	0.0432				
<i>GR</i>							
Cuenta	2	2	4				
Suma	11.69	16.41	28.1				
Promedio	5.845	8.205	7.025				
Varianza	0.06845	0.11045	1.916167				
<i>Perulero</i>							
Cuenta	2	2	4				
Suma	14.82	20.26	35.08				
Promedio	7.41	10.13	8.77				
Varianza	0.0242	0.0072	2.4766				
<i>Total</i>							
Cuenta	6	6					
Suma	39.85	49.29					
Promedio	6.641667	8.215					
Varianza	0.508857	2.94207					
ANÁLISIS DE VARIANZA							
<i>Origen de variaciones</i>	<i>ss</i>	<i>df</i>	<i>ms</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>fcrit</i>	
Muestra	11.37287	2	5.686433	162.2378	5.98E-06	5.143249382	
Columnas	7.426133	1	7.426133	211.8726	6.6E-06	5.987374152	
Interacción	5.671467	2	2.835733	80.90537	4.57E-05	5.143249382	
Dentro del grupo	0.2103	6	0.03505				
Total	24.68077	11					
		ErrStd	0.132382				
SS	Suma de cuadrados						
Df	Grados de libertad						
MS	Promedio de los cuadrados						
F	F						
P	Probabilidad						
Fcritic	Valor crítico de F						

Anexo No.5

ANOVA de Ceniza de las tres variedades de güisquil

CENIZA

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo

RESUMEN	Sin	Escaldado	total			
<i>GP</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	10.42	11.8	22.22			
Promedio	5.21	5.9	5.555			
Varianza	0	0	0.1587			
<i>GR</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	12.75	10.91	23.66			
Promedio	6.375	5.455	5.915			
Varianza	0.00245	0.01445	0.287767			
<i>Perulero</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	10.54	11.58	22.12			
Promedio	5.27	5.79	5.53			
Varianza	0	0	0.090133			
<i>Total</i>						
Cuenta	6	6				
Suma	33.71	34.29				
Promedio	5.618333	5.715				
Varianza	0.344737	0.04587				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Muestra	0.371267	2	0.185633	65.90533	8.25E-05	5.143249382
Columnas	0.028033	1	0.028033	9.952663	0.019695	5.987374152
Interacción	1.564867	2	0.782433	277.787	1.22E-06	5.143249382
Dentro del grupo	0.0169	6	0.002817			
Total	1.981067	11				
		ErrStd	0.037528			

Anexo No. 6

ANOVA de los Carbohidratos para las tres variedades de güisquil

CARBOHIDRATOS

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo

RESUMEN	sin	Escaldado	total			
<i>GP</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	117.27	111.84	229.11			
Promedio	58.635	55.92	57.2775			
Varianza	0.12005	1.3122	2.934492			
<i>GR</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	135.4	119.88	255.28			
Promedio	67.7	59.94	63.82			
Varianza	0.7938	0.0008	20.3374			
<i>Perulero</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	113.92	120.27	234.19			
Promedio	56.96	60.135	58.5475			
Varianza	4.6208	0.04805	4.916492			
<i>Total</i>						
Cuenta	6	6				
Suma	366.59	351.99				
Promedio	61.09833	58.665				
Varianza	27.81726	4.80083				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Muestra	96.28862	2	48.14431	41.89072	0.000298	5.143249382
Columnas	17.76333	1	17.76333	15.45601	0.0077	5.987374152
Interacción	59.90612	2	29.95306	26.06238	0.0011	5.143249382
Dentro del grupo	6.8957	6	1.149283			
Total	180.8538	11				
			0.758051			

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PROXIMAL DE LA SEMILLA DEL GÜISQUIL

Anexo No. 7

Análisis de varianza de la proteína de la semilla de tres variedades de güisquil.

PROTEINA

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo

RESUMEN	Sin	Escaldado	total
<i>SGP</i>			
Cuenta	2	2	4
Suma	47.3	46.4	93.7
Promedio	23.65	23.2	23.425
Varianza	0.045	0.08	0.1091667
<i>SGR</i>			
Cuenta	2	2	4
Suma	48.3	49	97.3
Promedio	24.15	24.5	24.325
Varianza	0.245	0	0.1225
<i>S/Perulero</i>			
Cuenta	2	2	4
Suma	40.6	38.85	79.45
Promedio	20.3	19.425	19.8625
Varianza	0	1.53125	0.765625
<i>Total</i>			
Cuenta	6	6	
Suma	136.2	134.25	
Promedio	22.7	22.375	
Varianza	3.564	5.88175	

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	SS	Df	MS	F	p	F crit
Muestra	44.55375	2	22.276875	70.3017751	6.8552E-05	5.143249382
Columnas	0.316875	1	0.316875	1	0.355917684	5.987374152
Interacción	0.77375	2	0.386875	1.2209073	0.359042883	5.143249382
Dentro del grupo	1.90125	6	0.316875			
Total	47.545625	11				
			0.3980421			

Anexo No. 8**Análisis de varianza de la grasa de la semilla de tres variedades de güisquil****GRASA**

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo

RESUMEN	Sin	Escaldado	total			
<i>SGP</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	16.26	17.01	33.27			
Promedio	8.13	8.505	8.3175			
Varianza	0.0008	0.31205	0.1511583			
<i>SGR</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	15.42	25.6	41.02			
Promedio	7.71	12.8	10.255			
Varianza	0	0	8.6360333			
<i>S/Perulero</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	19.59	19.3	38.89			
Promedio	9.795	9.65	9.7225			
Varianza	0.70805	0.1152	0.281425			
<i>Total</i>						
Cuenta	6	6				
Suma	51.27	61.91				
Promedio	8.545	10.31833				
Varianza	1.11455	4.042857				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F crit</i>
Muestra	8.0153167	2	4.0076583	21.1653464	0.001913307	5.143249382
Columnas	9.4341333	1	9.4341333	49.8237831	0.000404742	5.987374152
Interacción	16.635617	2	8.3178083	43.9282193	0.000261253	5.143249382
Dentro del grupo	1.1361	6	0.18935			
Total	35.221167	11				
			0.307693			

Anexo No. 9

Análisis de varianza de la humedad de la semilla de tres variedades de güisquil

HUMEDAD

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo

RESUMEN	Sin	Escaldado	total			
<i>SGP</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	25.2	29	54.2			
Promedio	12.6	14.5	13.55			
Varianza	0.045	0.045	1.2333333			
<i>SGR</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	8.51	11.23	19.74			
Promedio	4.255	5.615	4.935			
Varianza	0.22445	5E-05	0.6913667			
<i>S/Perulero</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	21.24	11.95	33.19			
Promedio	10.62	5.975	8.2975			
Varianza	0.2048	0.01805	7.2662917			
<i>Total</i>						
Cuenta	6	6				
Suma	54.95	52.18				
Promedio	9.1583333	8.696667				
Varianza	15.304537	20.24575				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F crit</i>
Muestra	150.81785	2	75.408925	842.009026	4.47486E-08	5.143249382
Columnas	0.6394083	1	0.6394083	7.13957383	0.036928028	5.987374152
Interacción	26.396217	2	13.198108	147.368847	7.94127E-06	5.143249382
Dentro del grupo	0.53735	6	0.0895583			
Total	178.39083	11				

Anexo No. 10

Análisis de varianza de la fibra cruda de la semilla de tres variedades de güisquil

FIBRA

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo

RESUMEN	Sin	Escaldado	total			
<i>SGP</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	11.28	12.6	23.88			
Promedio	5.64	6.3	5.97			
Varianza	0.0512	0.08	0.18893333			
<i>SGR</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	6.94	14.11	21.05			
Promedio	3.47	7.055	5.2625			
Varianza	0	7.41125	6.75449167			
<i>S/Perulero</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	11.41	12.5	23.91			
Promedio	5.705	6.25	5.9775			
Varianza	0.02645	0.0722	0.13189167			
<i>Total</i>						
Cuenta	6	6				
Suma	29.63	39.21				
Promedio	4.9383333	6.535				
Varianza	1.3099767	1.67543				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>O. de V.</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F crit</i>
Muestra	1.3491167	2	0.67455833	0.52968159	0.61398417	5.14324938
Columnas	7.6480333	1	7.64803333	6.00544424	0.04975015	5.98737415
Interacción	5.9368167	2	2.96840833	2.33087514	0.17822484	5.14324938
Dentro del grupo	7.6411	6	1.27351667			
Total	22.575067	11				
			0.79797139			

Anexo No. 11**Análisis de varianza de la ceniza de la semilla de tres variedades de güisquil****CENIZA**

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo

RESUMEN	Sin	Escaldado	total			
<i>SGP</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	12.5	11.75	24.25			
Promedio	6.25	5.875	6.0625			
Varianza	0.005	0.00125	0.04895833			
<i>SGR</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	15.58	10.91	26.49			
Promedio	7.79	5.455	6.6225			
Varianza	0.0002	0.02645	1.82629167			
<i>S/Perulero</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	10.53	10.02	20.55			
Promedio	5.265	5.01	5.1375			
Varianza	0.03645	0.0128	0.03809167			
<i>Total</i>						
Cuenta	6	6				
Suma	38.61	32.68				
Promedio	6.435	5.44666667				
Varianza	1.30399	0.15778667				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F crit</i>
Muestra	4.4992667		22.24963333	164.306756	5.7653E-06	5.14324938
Columnas	2.9304083		12.93040833	214.028606	6.4026E-06	5.98737415
Interacción	2.7274667		21.36373333	99.6031649	2.4997E-05	5.14324938
Dentro del grupo	0.08215		60.01369167			
Total	10.239292	11				
		Err std	0.08273955			

Anexo No. 12

Análisis de varianza de los carbohidratos de la semilla de tres variedades de güisquil

CARBOHIDRATOS

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo

RESUMEN	Sin	Escaldado	total			
<i>SGP</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	87.46	83.24	170.7			
Promedio	43.73	41.62	42.675			
Varianza	0.0162	0.1458	1.53803333			
<i>SGR</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	105.25	89.15	194.4			
Promedio	52.625	44.575	48.6			
Varianza	5E-05	8.36405	24.3888667			
<i>S/Perulero</i>						
Cuenta	2	2	4			
Suma	96.63	107.38	204.01			
Promedio	48.315	53.69	51.0025			
Varianza	0.17405	1.3122	10.125625			
<i>Total</i>						
Cuenta	6	6				
Suma	289.34	279.77				
Promedio	48.2233333	46.6283333				
Varianza	15.8673067	33.6310967				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F crit</i>
Muestra	146.966517	2	73.4832583	44.0355711	0.00025947	5.14324938
Columnas	7.632075	1	7.632075	4.57359661	0.07629806	5.98737415
Interacción	90.51315	2	45.256575	27.1204512	0.00098805	5.14324938
Dentro del grupo	10.01235	6	1.668725			
Total	255.124092	11				

Anexo No. 13

Análisis de varianza y valor de "Z" de las dietas en NPR

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo				
RESUMEN	Machos	hembras	total	
<i>Guisquil</i>				
Cuenta	4	4	8	
Suma	8.197047623	9.22601822	17.4230658	
Promedio	2.049261906	2.30650455	2.17788323	
Varianza	0.387515804	0.35303219	0.33628451	
<i>Lacto.</i>				
Cuenta	4	4	8	
Suma	16.4240981	16.6391166	33.0632147	
Promedio	4.106024524	4.15977914	4.13290183	
Varianza	0.311495181	0.03417086	0.14896818	
<i>Soya</i>				
Cuenta	4	4	8	
Suma	8.086153412	7.90306126	15.9892147	
Promedio	2.021538353	1.97576532	1.99865183	
Varianza	0.150359039	0.07219824	0.09598031	
<i>Maiz-soya</i>				
Cuenta	4	4	8	
Suma	12.01570804	12.4725369	24.4882449	
Promedio	3.00392701	3.11813422	3.06103061	
Varianza	0.1144984	0.00249503	0.05386669	
<i>Caseina</i>				
Cuenta	4	4	8	
Suma	19.66244957	18.1250853	37.7875349	
Promedio	4.915612392	4.53127132	4.72344186	
Varianza	0.024879751	0.01551508	0.05951723	
<i>Total</i>				
Cuenta	20	20		
Suma	64.38545674	64.3658182		
Promedio	3.219272837	3.21829091		
Varianza	1.527436815	1.12708038		
ANÁLISIS DE VARIANZA				
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
Muestra	45.57351784	4	11.3933795	77.7090001
Columnas	9.6418E-06	1	9.6418E-06	6.5762E-05
Interacción	0.463830064	4	0.11595752	0.79089287
Dentro del grupo	4.398478727	30	0.14661596	

			ErrStd	Z
CASEINA	4.72			
G. Lacto	4.13	0.59	0.19145232	3.08452797
Maiz-soya	3.06	1.07	0.19145232	5.59863282
Guisquil	2.18	0.88	0.19145232	4.6128843
G.Soya	2.00	0.18	0.19145232	0.93616729
G.Lato-Guis		1.96	0.19145232	10.2115171
Maiz-soya/G.Soya		1.06	0.19145232	5.54905158

Anexo No. 14 Análisis de varianza de la digestibilidad aparente y valor de "Z"

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Guis	4	322.851944	80.712986	40.3259507		
Guislacto	4	345.460245	86.3650612	0.06160594		
Guissoya	4	344.823332	86.2058331	9.08664888		
Maizsoya	4	353.835524	88.4588811	5.89207405		
Caseina	4	363.413489	90.8533724	2.43720999		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	P	F crit
Entre grupos	225.525967	4	56.3814917	4.87699723	0.01012999	3.05556824
Dentro de los grupos	173.410469	15	11.5606979			
Total	398.936436	19				
			3.40010263			
			1.70005132			
Caseina	90.8533724			z		
Maizsoya	88.4588811	2.39449128	1.70797118	1.40195063		
Guislacto	86.3650612	2.0938199	1.70797118	1.22591056		
Guissoya	86.2058331	0.15922808	1.70797118	0.09322644		
Guis	80.712986	5.49284713	1.70797118	3.21600691		
Maizsoya	Guissoya	2.25304798	1.70797118	1.319137		
Guislacto	Guis	5.65207521	1.70797118	3.30923336		

Anexo No. 15

Formulación de las dietas para las pruebas de digestibilidad aparente y NPR en gramos

Componente	Güisquil	Güisquil lacto albúmina	Güisquil soya	Maíz soya
Harina de güisquil	1680	843	713	-----
Lacto albúmina	-----	137	-----	-----
Harina de soya	-----	-----	277	321
Harina de maíz	-----	-----	-----	756
Minerales	80	80	80	80
Vitaminas	20	20	20	20
Aceite	100	100	100	100
Almidón de maíz	120	820	810	720
TOTAL	2000	2000	2000	2000

Anexo No. 16 Encuesta sensorial postre de güisquil

FECHA: _____ **EDAD:** _____ **SEXO:** M: ___ F: ___

COLOR

Verde

Café

OLOR

Suave

Intenso

TEXTURA

Fina

Granulosa

SABOR

Dulce

Amargo

COMENTARIOS:

ESCALA HEDÓNICA PARA PRODUCTO TERMINADO

ESCALA	TEXTURA	COLOR	SABOR
Me disgusta mucho			
Me disgusta poco			
Ni me disgusta ni me gusta			
Me gusta poco			
Me gusta mucho			

COMENTARIOS: _____

Anexo No. 17 Análisis de varianza del sensorial del postre de harina de güisquil**COLOR**

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
FRESCA	29	77.4	2.668965517	2.44221675		
HARINA	29	241.7	8.334482759	2.21519704		

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico F</i>
Entre grupos	465.422241	1	465.4222414	199.862955	4.0043E-20	4.0129748
Dentro de los grupos	130.407586	56	2.328706897			
Total	595.829828	57				

OLOR

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
FRESCA	29	112.4	3.875862069	3.65046798		
HARINA	29	183.3	6.320689655	6.66741379		

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critic</i>
Entre grupos	86.6691379	1	86.66913793	16.7997928	0.00013544	4.0129748
Dentro de los grupos	288.90069	56	5.158940887			
Total	375.569828	57				

TEXTURA

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
FRESCA	29	91.7	3.162068966	3.483867		
HARINA	29	232.9	8.031034483	3.48507389		

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critic</i>
Entre grupos	343.748966	1	343.7489655	98.6517094	5.844E-14	4.0129748
Dentro de los grupos	195.130345	56	3.484470443			
Total	538.87931	57				

Anexo No. 17 Metodologías análisis proximal

DETERMINACIÓN DE CENIZA

Según método oficial de la AOAC 942.05, capítulo 4, Página 5, 17ª. Edición.

Equipo y materiales requeridos

- Mufla
- Balanza analítica
- Crisoles de porcelana
- Desecadora

Metodología

- Precalentar la mufla a 600 °C
- Pesar 2 gr de muestra en un crisol de porcelana previamente tarado, registrar la tara.
- En una estufa, bajo una campana de flujo laminar, colocar el crisol con la muestra y quemarla hasta que dejen de salir humos blancos.
- Blanquear las cenizas con Ácido Nítrico (unas gotas) si fuera necesario.
- Colocar el crisol en la mufla a 600 +/-1 °C por 2 horas +/- 5 min.
- Transferir el crisol al desecador y dejar enfriar.
- Pesar inmediatamente y reportar el % de ceniza

Cálculos de ceniza

% Ceniza:

peso inicial en gr - peso final en gr * 100 / gr de la muestra

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Según método oficial de la AOAC 930.15 Capítulo 4, Página 2, 17ª. Edición

Equipo

- Horno
- Cajitas de aluminio
- Desecadora

Metodología

- Precalentar el horno a 135 +/- 2° C.
- Pesar 2 gr de pulpa deshidratada de T. bicolor en caja de aluminio y agitar suavemente para distribuir la muestra en la caja.
- Colocar la caja y muestra sin tapadera en el horno durante 2 horas +/- 5 minutos.
- Tapar la caja y colocarla en el desecador para enfriar.
- Pesar y calcular la pérdida de peso (LOD) como pérdida de agua

Cálculos de la humedad

% LOD= % Humedad=

peso inicial en gr - peso final en gr * 100 /gr de la muestra.

% de Materia seca: 100 - %LOD

DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA

Según método oficial AOCS Ba 6 -84

Reactivos

- Solución de ácido sulfúrico conteniendo 1.25 g. de ácido por 100 ml de agua (1.25% o 0.255 N).
- Solución de hidróxido de sodio conteniendo 1.25 g. de Hidróxido de Sodio por 100 ml de agua (1.25% o 0.313 N).
- Alcohol metílico al 95%.
- Antiespumante A, si fuere necesario.

Equipo

- Beakers de 600 ml diseñados para colocar en el aparato digestor.
- Desecador.
- Kitasatos
- Aparato digestor
- Plato caliente eléctrico
- Filtros de goosh
- Balanza analítica
- Perlas de ebullición
- Mufla
- Bomba de vacío

Metodología

- Pesar 2 g. de muestra
- Transferirlos a los beakers de 600 ml
- Agregar 200 ml de solución de ácido sulfúrico 0.255N
- Agregar una gota de antiespumante y unas perlas de ebullición.
- Colocar en el aparato digestor y digerir por 30 minutos, rotando el beaker periódicamente.
- Filtrar, lavando tres veces con agua caliente de 50 ml cada una aproximadamente.
- Colocar la muestra nuevamente en el beaker, lavar el filtro con un poco de la solución de hidróxido y colocar este residuo junto en el beaker
- Agregar 200 ml de solución de hidróxido de sodio 0.313 N, colocar en el digestor, digerir la muestra por 30 minutos y rotarlo periódicamente.
- Filtrar al vacío lavar con 25 ml de ácido sulfúrico 0.255 N caliente y luego con 25 ml de alcohol
- Colocar los vasos de Goosh en un horno a 130°C por 1 hora. Enfriar en un desecador y pesar.

- Colocar en un incinerador a 600 +/- 15°C por 30 minutos, enfriar y pesar.

Cálculos

$$\% \text{ de Fibra Cruda} = (A - B) \times 100 / W$$

A: pérdida en peso de la muestra incinerada

B: pérdida en peso del blanco incinerado

W: peso inicial de la muestra

DETERMINACIÓN DE PROTEINAS

Materiales y reactivos

- Balanza analítica
- Unidad de destilación
- Digestor
- Manta calefactora o baño termoregulado
- Pipetas volumétricas de 1,2,5 y 25 ml
- Buretas de 50 ml
- Solución de hidróxido de sodio al 15 % p/v
- Solución de hidróxido de sodio al 30 % p/v
- Sulfato cúprico
- Sulfato de potasio
- Solución de ácido bórico al 4 %
- Solución de ácido sulfúrico 0.1 N
- Ácido sulfúrico concentrado
- Solución de hidróxido de sodio al 0.1 N
- Rojo de metilo al 1 %
- Solución de ácido clorhídrico 0.1 N

Procedimiento

- Pesar al 0.1 mg alrededor de 1 g de muestra homogeneizada en un matraz de digestión Kjeldahl
- Agregar 3 perlas de ebullición, 10 g de sulfato de potasio, 0.5 g de sulfato de cobre y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- Conectar el matraz a la trampa de absorción que contiene 250 ml de hidróxido de sodio al 15 %.
- Calentar en manta calefactora y una vez que la solución esté transparente, dejar a ebullición 15 – 20 minutos más.
- Enfriar y agregar 200 ml de agua
- Conectar el matraz al aparato de destilación, agregar 100 ml de NaOH al 30 % por el embudo y cerrarla llave.
- Destilar no menos de 150 ml en un matraz que lleve sumergido el extremo del refrigerante o tubo conector en:

- a) 50 ml de una solución de ácido sulfúrico 0.1N, 4-5 gotas de rojo de metilo y 50 ml de agua destilada. Titular el exceso de ácido con NaOH 0.1 N hasta obtener un color amarillo
- b) 50 ml de ácido bórico al 4 %. Titular con HCl 0.1 N hasta pH 4.6

- **Expresión de resultados**

$$\text{Proteína} = \frac{14 \times N \times V \times 100 \times \text{factor}}{m \times 1000}$$

donde V= gasto de HCl 0.1 N
m= masa de la muestra

factor: 6.25 para carne, pescado, leguminosas, huevo
5.7 para cereales y derivados de soya

DETERMINACIÓN DE GRASA

Materiales y reactivos

- Balanza analítica
- Unidad de destilación
- Digestor
- Manta calefactora o baño termoregulado
- Pipetas volumétricas de 1,2,5 y 25 ml
- Buretas de 50 ml
- Estufa a 103 °C
- Embudos
- Etanol al 95 %
- HCl (25 + 11)
- Éter etílico
- Éter de petróleo

Procedimiento

- Pesar 2 g de muestra en un beaker de 50 ml
- Agregar 2 ml de etanol y agitar
- Adicionar 10 ml de HCl (25 + 11), mezclar bien y poner en baño de María termoregulado a 70° C durante 30-40 minutos
- Agregar 10 ml de etanol y enfriar
- Transferir mezcla a aparato de extracción
- Tapar con tapón de vidrio
- Agregar 25 ml de éter de petróleo redistilado y agitar por un minuto
- Decantar hasta que el líquido esté claro
- Extraer la grasa a través de un filtro que permita pasar el éter a un balón tarado que contenga perlas de vidrio. Registrar masa

- Repetir extracción dos veces más con 15 ml de éter cada vez. Recibir en el mismo balón.
- Evaporar lentamente el baño de vapor y secar la grasa a 100 °C por 30 minutos
- Retirar el balón de la estufa, enfriar y pesar “**m2**”.
- Realizar análisis con un blanco de reactivo

EXPRESIÓN DE RESULTADOS

$$\% \text{ GRASA} = \frac{m2 - m1}{m} \times 100$$

Donde: **m1** = masa matraz vacío
 m2 = masa del matraz más el contenido después de secado
 m = masa inicial de muestra