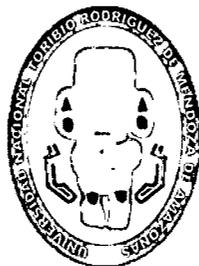


UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFECIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL

**ELABORACIÓN DE UN SUCEDÁNEO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) A BASE
DE HABA (*Vicia faba* L.) Y PAJURO (*Erythrina edulis* Triana.), PROVENIENTE
DEL DISTRITO DE LUYA, REGIÓN AMAZONAS.**

Tesis para optar el Título profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Autor: Br. OSCAR VIGO CAMAN

Asesor: MSc. CARLOS EDUARDO MILLONES CHANAME

CHACHAPOYAS – PERU

2012

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia por su apoyo incondicional durante todo este tiempo.

A MIS QUERIDOS PADRES

LINO A. VIGO GUTIERREZ y CARINA CAMAN MORI

A MIS HERMANOS

YRMA, CONRRADO, CELIN y ROMULO.

Oscar Vigo Camàn

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por manifestarme su sabiduría durante el transcurso de mi vida para que yo pueda organizarme y desarrollar nuevos proyectos.

A mi asesor MSc. Carlos E. Millones Chaname, por transmitirme sus conocimientos para así plasmarlos en esta investigación.

A la UNTRM-A, alma mater de la Región la cual me acogió y a sus docentes los que me formaron académicamente durante cinco años lo que me ha permitido desarrollarme como profesional, al laboratorio de biología, tecnología y al personal que labora en él los que me facilitaron los equipos para el desarrollo de la parte experimental.

A la empresa procesadora de café Rainsforens Trading. S.A.C. (Bagua Grande, provincia de Utcubamba), a la ingeniero Katty por su apoyo en el proceso de tostado, y a todas las personas que de alguna forma formaron parte del equipo de investigación, ayudando a culminar este trabajo de investigación

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. D., Dr. Hab. Vicente Marino Castañeda Chávez

RECTOR

MSc. Roberto José Nervi Chacón

VICERECTOR ACADÉMICO (e)

MSc. Zoila Rosa Guevara Muñoz

VICERECTORA ADMINISTRATIVA (e)

Dr. Miguel Angel Barrena Gurbillon

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

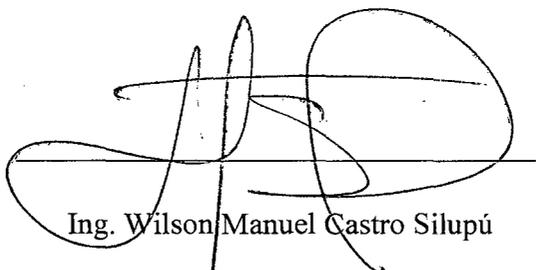
LA PRESENTE TESIS HA SIDO ASESORADA POR:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Millones', is positioned above a horizontal line. The signature is stylized with loops and flourishes.

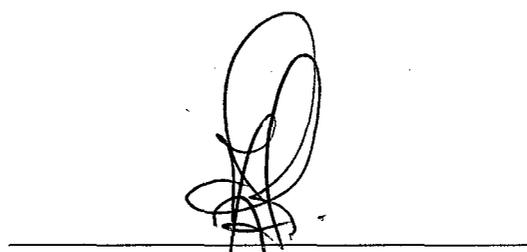
Vº. Bº Mgs. CARLOS EDUARDO MILLONES CHANAME

ASESOR

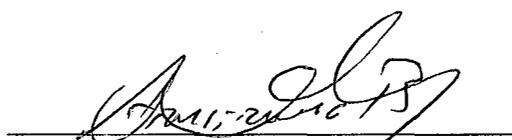
LA PRESENTE TESIS HA SIDO APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:



Ing. Wilson Manuel Castro Silupú
PRESIDENTE



Ing. Erik Aldo Auquiñivin Silva
SECRETARIO



Ing. Armstrong Barnard Fernández Jerí
VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL

TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE Ingeniería y Construcción

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 11 de JULIO del año 2012, siendo las 5:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Ing. Wilson Manuel Castro Ordoñez

Secretario: Ing. Erick Aldo Auguinián Silva

Vocal: Ing. Armstrong Barnard Fernández Teri

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Oscar Vigo Caman

titulado "Elaboración de un secedáneo de Café (Coffea arabica L.) a base de naba (Naba faba L.) y Pajuro (Erythrina edulis Trin) Proveniente del distrito de Luya, Región Amazonas".

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACION (X), DESAPROBACION () por mayoría () por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 6:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

Form6- T

INDICE GENERAL	Pag.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	iv
Vo. Bo. DEL ASESOR	v
Vo. Bo. DEL JURADO	vi
COPIA DE ACTA DE SUSTENTACION	vii
INDICE	viii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xvi

	Pag.
I. INTRODUCCION	2
II. MATERIALES Y METODOS	20
2.1. MATERIA PRIMA	20
2.2. MATERIALES	20
2.3. EQUIPOS	20
2.4. REACTIVOS	21
2.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	22
2.6. METODOLOGIA EXPERIMENTAL	34
2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS	36
III. RESULTADOS	39
3.1. DETERMINACION DE COLOR DE LA HARINA TOSTADA DE DE HABA Y PAJURO	39
3.2. ANÁLISIS SENSORIAL CUANTITATIVO DESCRIPTIVO DEL SUCEDÁNEO DE CAFÉ HECHO A BASE DE HARINA TOSTADA DE HABA Y PAJURO.	41
3.3. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DEL SUCEDÁNEO DE CAFÉ.	50
3.3.1. Determinación de humedad del sucedáneo de café	50
3.3.2. Determinación de proteína del sucedáneo de café	51
3.3.3. Determinación cenizas del sucedáneo de café	52
3.3.4. Determinación de fibra bruta del sucedáneo de café	53
3.3.5. Análisis microbiológico de los mejores tratamientos obtenidos del sucedáneo de café.	53

	Pag.
IV. DISCUCIONES	54
V. CONCLUSIONES	63
VI. RECOMENDACIONES	65
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	66

INDICE DE TABLAS	Pag.
Tabla 1. Adaptación y producción del chachafruto (<i>Eryhtrina edulis</i>).	4
Tabla 2. Valor nutricional de la semilla de pajuro (<i>Eryhtrina edulis</i>).	6
Tabla 3. Valor nutritivo del haba comparada con otras legumbres y alimentos.	9
Tabla 4. Lecturas de absorbancia a 400 nm de las semillas de pajuro y haba tostadas para la elaboración del sucedáneo de café	39
Tabla 5. Categorización del color del tostado de las semillas de pajuro y habas tostadas para la elaboración del sucedáneo de café.	39
Tabla 6. Valores promedio de los resultados obtenidos en la cuantificación del análisis sensorial del sucedáneo de café, puntuación total y por característica sensorial.	42
Tabla 7. Fragancia de la bebida calificación de acuerdo a la escala según NTC4883	44
Tabla 8. Aroma de la bebida calificación de acuerdo a la escala según NTC4883.	45
Tabla 9. Sabor de la bebida calificación de acuerdo a la escala según NTC4883.	46
Tabla 10. Cuerpo de la bebida calificación de acuerdo a la escala según NTC4883.	47
Tabla 11. Acidez de la bebida calificación de acuerdo a la escala según NTC4883	48
Tabla 12. Amargo de la bebida calificación de acuerdo a la escala según NTC4883	49
Tabla 13. Porcentaje de humedad en los mejores tratamientos del sucedáneo de café.	50
Tabla 14. Porcentaje de proteína en los mejores tratamientos del sucedáneo de café.	51
Tabla 15. Porcentaje de cenizas en los mejores tratamientos del sucedáneo de café.	52
Tabla 16. Porcentaje de fibra en los mejores tratamientos del sucedáneo de café.	53

INDICE DE GRAFICOS	Pag.
Figura 1. Diagrama de flujo para el secado de las semillas de pajuro (<i>Erythrina edulis</i> T.)	23
Figura 2. Diagrama flujo para el tostado de las semillas de pajuro (<i>Erythrina edulis</i> T.).	25
Figura 3. Diagrama de flujo para el tostado de las semillas de haba (<i>Vicia faba</i> L.).	27
Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de un sucedáneo de café en base a semillas tostadas de haba (<i>Vicia faba</i> L.) y pajuro (<i>Erythrina edulis</i> T.).	29
Figura 5. Metodología experimental para la elaboración de un sucedáneo de café en base a semillas tostadas de haba (<i>Vicia faba</i> L.) y pajuro (<i>Erythrina edulis</i> T.).	35
Figura 6. Valores promedio de la intensidad de luz absorbida (absorbancia) en función de los tratamientos estudiados (infusiones de harina tostada)	40
Figura 7. Representación grafica del ANOVA para la absorbancia en función del tiempo y tipo de semilla tostada.	41
Figura 8. Representación grafica de los valores promedio de la puntuación total para cada tratamiento evaluado en el análisis sensorial del sucedáneo de café	43
Figura 9. Representación de los valores promedio de la característica sensorial fragancia en función de la puntuación de los panelistas para cada tratamiento	44
Figura 10. Representación de los valores promedio de la característica sensorial aroma en función de la puntuación de los panelistas para cada tratamiento	45
Figura 11. Representación de los valores promedio de la característica sensorial sabor en función de la puntuación de los panelistas para cada tratamiento	46

Figura 12. Representación de los valores promedio de la característica sensorial cuerpo en función de la puntuación de los panelistas para cada tratamiento	47
Figura 13. Representación de los valores promedio de la característica sensorial acidez en función de la puntuación de los panelistas para cada tratamiento	48
Figura 14. Representación de los valores promedio de la característica sensorial amargo en función de la puntuación de los panelistas para cada tratamiento	49
Figura 15. Representación de los valores promedio del % humedad en función de los mejores tratamientos obtenidos a partir del análisis estadístico de cada una de las características sensoriales evaluadas	50
Figura 16. Representación de los valores promedio del % proteína en función de los mejores tratamientos.	51
Figura 17. Representación de los valores promedio de la % cenizas en función de los mejores tratamientos.	52
Figura 18. Representación del % fibra en función de los mejores tratamientos	53

	Pag.
ÍNDICE DE ANEXOS	
ANEXO A: ALEATORIZACIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.	71
ANEXO B: ANALISIS DE DATOS PARA LA CUANTIFICACION DE LA ABSORBANCIA EN LAS MUESTRAS DE HARINA TOSTADAS DE SEMILLAS (haba y pajuro) ESTUDIADAS.	72
ANEXO C: FORMATO PARA LA EVALUACION SENSORIAL.	92
ANEXO D: BALANCE DE MATERIA.	93

RESUMEN

La presente investigación consistió en la formulación, preparación, evaluación de color, sensorial, caracterización fisicoquímica y microbiológico de un sucedáneo de café a partir de harina tostada de semillas de haba (*Vicia faba* L.) y pajuro (*Erythrina edulis* T.). La metodología experimental consistió en la recolección de los frutos de pajuro y haba en su madurez fisiológica. Las semillas de pajuro fueron cortadas de 4 mm de diámetro x 6 mm de largo, escaldadas con ácido cítrico al 0,1% por 10 minutos para evitar el pardeamiento enzimático y posteriormente fueron secadas a 50°C por 18 horas hasta alcanzar una humedad constante del 12%; posteriormente fueron tostadas a una temperatura de fija de 170- 180°C. Las semillas de haba se recolectaron en estado seco, luego fueron tostadas a una temperatura de 220- 230°C. Se estableció dos tiempos de tostión (10 y 15 minutos), se molieron las semillas tostadas de forma independiente para obtener la harina tostada y determinar el color por absorbancia de solución, usando el método espectrofotométrico, realizando un barrido (400- 600nm) de longitud de onda.

Para la elaboración del sucedáneo de café se formularon porcentajes de harina tostada de pajuro y harina tostada de haba, las cuales se mezclaron de acuerdo a los tratamientos establecidos y se preparó una bebida realizando análisis sensorial cuantitativo descriptivo de ocho características sensoriales: fragancia, aroma, sabor, acidez, amargo, cuerpo, post- gusto y apreciación del catador. Para el análisis de datos se empleó un experimento DBCA con 12 panelistas semi- entrenados. El procesamiento de los datos empleó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) for Window V8. Los resultados mostraron que en la evaluación del color de la harina tostada de pajuro la mayor lectura fue de 2250 para T2 (harina tostada de semillas de pajuro a 15 minutos), categorizada como color oscuro y la menor lectura obtuvo el T3: 1383 (harina tostada de semillas de haba a 10 minutos), color ligero. El análisis sensorial de las formulaciones del sucedáneo de café a base de harina tostada de pajuro y harina tostada de haba en el T10 (100% haba) y en el T8 (25% pajuro y 75% haba), formuladas con semillas tostadas a 15 minutos presentaron la mayor aceptación por parte de los panelistas en cuanto a fragancia, sabor, acidez obteniendo una mayor puntuación. La caracterización fisicoquímica en los mejores tratamientos (T8, T10) fue para el T8 humedad 2,990%, proteína bruta 17,753%, fibra 0,760%,

cenizas 3,926%; en el T10 fue de 1,727 humedad, 20,36 proteína bruta, 0,827 fibra, 4,313 cenizas.

El análisis microbiológico, recuento de mohos y levaduras en el sucedáneo de café en ambos tratamientos fue menor a 10ufc/g.

La evaluación sensorial en taza del sucedáneo de café a base de harina tostada de haba y pajuro, demostró que puede sustituir al café tradicional.

Palabras claves: Sucédáneo de café; tostado; *Eritrina edulis*; *Vicia faba*.

ABSTRACT

This research involved the design, preparation, evaluation of color, sensory, physicochemical and microbiological characterization of a coffee substitute from roasted flour of bean seeds (*Vicia faba* L.) and pajuro (*Erythrina edulis* T.). The experimental methodology consisted of collecting the fruits of pajuro and bean in its physiological maturity. Pajuro seeds were cut to 4 mm diameter x 6 mm long, scalded with 0.1% citric acid for 10 minutes to prevent enzymatic browning and were subsequently dried at 50 ° C for 18 hours until a constant humidity of 12 % were then roasted at a fixed temperature of 170 to 180 ° C. Bean seeds were collected in the dry state were then roasted at a temperature of 220 to 230 ° C. Was established two roasting times (10 and 15 minutes), the roasted seeds are ground separately to obtain the roasted flour and determine the color of solution by absorbance, using the spectrophotometric method, performing a scanning (400 - 600nm) of length wave.

For the preparation of coffee substitute made from roasted flour rates pajuro bean and toasted flour, which mesclaron according to established treatments and prepared a drink made quantitative descriptive sensory analysis of eight sensory characteristics: fragrance, aroma, flavor, acidity, bitterness, body, aftertaste and appreciation of the taster. For data analysis used a RCBD experiment with 12 semi-trained panelists. The data processing used the SAS statistical package (statistical Analysis System) for Window V8. The results showed that in evaluating the color of toasted flour pajuro the highest reading was 2250 for T2 (toasted flour pajuro seed to 15 minutes), categorized as dark and the lowest reading obtained T3: 1383 (flour bean seeds toasted 10 minutes), light color. Sensory analysis of the formulations of ersatz coffee made from flour and flour pajuro toast roasted bean in the T10 (100% bean) and T8 (25% and 75% pajuro bean), made with roasted seeds to 15 minutes had the highest acceptance by panelists in fragrance, flavor, acidity getting a higher score. Physicochemical on the best treatments (T8, T10) was for moisture T8 2.990% 17.753% crude protein, fiber, 0.760%, 3.926% ash, in the T10 was 1.727 moisture, crude protein 20.36, fiber 0.827, 4.313 ash.

The microbiological counts of molds and yeasts in the ersatz coffee in both treatments was less than 10⁶cfu / g.

The sensory evaluation of ersatz coffee cup from flour and bean tostada pajuro proved that it can replace the traditional coffee.

Keywords: Substitute coffee roasting; *Erythrina edulis*, *Vicia faba*.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se oferta en el mercado una variedad de tipos de cafés al cual, según investigaciones realizadas, se le aduce que consumirlo en exceso es perjudicial para la salud. Una taza de café contiene entre 50 y 150 mg de cafeína y consumirlo a diario produce una dependencia y tolerancia, y su interrupción produce un síndrome de abstinencia caracterizado por cefaléa, somnolencia, fatiga, depresión, pérdida de rendimiento intelectual y motor, dificultad de concentración y compulsión (Martínez y Valladolid, 2002). Además, el consumo en grandes dosis de café puede elevar el humor, causar insomnio, aumentar la irritabilidad, inducir ansiedad, la ingesta crónica o intensa y causa intoxicación que se manifiesta con nerviosismo, insomnio, hiperacidez gástrica, contracciones musculares, confusión, taquicardia o arritmia cardíaca y agitación psicomotriz (Valle, 2011).

El café comercial que actualmente se consume tiene elevado costo de adquisición, por lo cual las personas, de bajos recursos, económicos no pueden adquirirlo. E ahí que teniendo en cuenta que en las zonas altoandinas de la región Amazonas existe gran potencial de producción de leguminosas nativas siendo éstas haba y pajuro, en particular el pajuro el cual no se aprovecha industrialmente, por el desconocimiento de una tecnología apropiada para darle un valor agregado a esta materia prima.

Por las consideraciones antes vertidas se planteó la presente investigación, para la elaboración de un sucedáneo de café en base a haba y pajuro, estableciendo fundamentos para la aceptación y consumo de personas que bajo prescripción médica no pueden consumir un café tradicional y de consumidores actuales, en procura de promover la producción de un derivado de leguminosas exento de cafeína, rico en minerales e isoflavonas con agradables atributos sensoriales, agradables que sean semejantes al café.

En la presente investigación se procedió a desarrollar una tecnología para dar valor agregado a ésta materia prima con la finalidad de ofrecer este producto a mercados nacionales e internacionales, generar ingresos económicos y mejorar el nivel de vida de los pobladores de las zonas rurales del departamento de Amazonas.

1.1. El pajuro (*Erythrina edulis* L.)

1.1.1. Descripción general

El chachafruto es un árbol de 8 a 14 m de altura; su tronco, ramas y hojas presentan espinas. Las flores son de rojo carmín, van dispuestas en racimos de 40 cm de largo. Sus vainas, de 30 cm de largo, van agrupadas en racimos de hasta 10 legumbres cada uno; una legumbre puede tener hasta 11 semillas. Las semillas tienen forma de fríjol y son de color marrón, morado o amarillo (Toral y Wencomo, 1998).

Es un árbol de sombra para el café. No se recomienda en monocultivo por posible ataque de insectos y enfermedades. Las flores atraen una variada fauna de aves e insectos. Es ideal para mejorar el suelo por la hojarasca que produce, porque fija nitrógeno atmosférico y moviliza el fósforo en los suelos ácidos que no está disponible para las plantas de otras especies forrajeras, como nacedero y morera (Moreno y Molina, 2007).

La *E. edulis* normalmente es conocido como fríjol mompás en Venezuela, chachafruto, balú, balu y/o sachaporoto en Colombia, guato en Ecuador y pashuro, pajuro, sachaporoto del basul o poroto del sacha en Perú, Bolivia y Argentina. Su distribución se reporta desde la cordillera de Mérida, Venezuela, hasta la frontera Bolívio-Argentina, pasando por las cordilleras andinas de Colombia, Ecuador y Perú (Ruskin, 1989). Sin embargo, se ha documentado su existencia en los pisos altos de la cordillera de la Costa en Venezuela (Hoyos, 1989; Citado por Roa, 2003).

1.1.2. Producción y cosecha del pajuro

Tabla 1. Adaptación y producción del chachafruto (*Erythrina edulis*)

Nombres: chachafruto, sachafuto, poroto, balú						
Adaptación						
Precipitación	Altura msnm	Zona de vida	Tolerancia a:			
			Sequia	Inundación	Sombra	Quema
1.500 a 2.500	1.800 a 2700	bh-T	Media	No	No	No
Suelos		Prefiere suelos fértiles y profundos				
Producción	ha/año	Producción/ árbol	Densidad (árboles/ha)		Cortes/año	
	30-40 ton	2,6 a 6 kg	5.000 a 10.000		3	
Valor nutricional	Proteína	Calcio	Fósforo	Degradación rumial 48 h.	Proteína sobre pasante	Metabolito secundario
	21-23	1,28	0,31	60	Si	Alcaloides

Fuente: Sanchez y Álvarez (2003).

El número promedio de semillas de “chachafruto” o “balu” por kilogramo es de 62. En el Perú se le encuentra en alturas de 1.500 a 3.000 metros sobre el nivel del mar, en Colombia de 1400-2400 metros sobre el nivel del mar. Este árbol requiere de lluvias anuales superiores a 1400mm, prefiriendo climas templados y templado-fríos, suelos sueltos, negros y bien aireados, aplicando cal en suelos ácidos. (Acero, 2002)

1.1.3. Composición y utilidad del pajuro

La utilidad de este árbol radica principalmente como alimento humano y animal. Las hojas y ramas tiernas pueden darse como alimento forrajero a las cabras, caballos, cerdos y conejos. Las hojas contienen 24% de proteína, 29% de fibra cruda (en peso seco) y 21% de hidratos de carbono. Son ricas en potasio, pero pobres en calcio (Surco, 1987). Las vainas contienen 21% de proteína, 23% de fibra cruda (en peso seco), 24% de hidratos de carbono y 91% de humedad. La semilla cocinada puede reemplazarse un 60% el alimento concentrado para pollos y ganado vacuno (Martín y Falla, 1991; Citado por: Roa, 2003).

Otras utilidades de este árbol las encontramos en la fácil implementación en sistemas agroforestales, como sombra de cafetales y cercos vivos lo cual resulta igualmente en un efectivo método de protección de cuencas hidrográficas (Roa, 2003).

Las vainas cocidas se utilizan para alimentar gallinas y pollos, las hojas para el ganado y los tallos en cercas vivas. Las semillas cocidas con sal y otras preparaciones, así como las semillas cocidas y molidas solamente, se usan para el consumo humano (Barrera, 1989). También ha sido utilizada como árbol de sombra en la zona cafetalera, por ser semicaducifolia, es decir, que deja caer sus hojas periódicamente, enriqueciendo el suelo (Barrera y Pérez, citados por Murgueitio, 1990 y Rodríguez, 1992). Acero (1985) observó, en el Valle Jamundi (1 700 msnm), que los árboles de *E. edulis* manejados en cultivo asociado con café, a una distancia de 6m x 6 m, comenzaron a producir frutos a los 16 meses.

El sabor color, textura y manejo en la cocina de la semilla la hacen comparable al maíz y la papa los puede sustituir casi por completo o complementarlos, por lo cual el campesino la usa y la acoge con facilidad. Las semillas cocidas y luego molidas pueden usarse como el maíz o combinadas con éste u otras harinas para elaborar tortas, purés, coladas y variados platos con sal y dulce (Barrera, 1998).

Las semillas sin tegumentos se usan para comer cocida con sal, en conserva, en encurtido o fritas. La harina obtenida de los cotiledones. Cortadas en hojas delgadas y secadas al sol o a 40°C y tratadas con antioxidantes (p.e. ácido cítrico). Puede ser usada en la agroindustria para elaborar panes, tortas, croquetas, fuentes de sólidos para yogur y aglutinantes para helados (Barrera, 1998).

1.1.4. Vaina

La cáscara o vaina equivale a la mitad del peso total del fruto y es un excelente forraje, el cual es muy aceptado y nutritivo para animales rumiantes como cebras y vacas: además. Es útil como abono verde para incorporar y mejorarlos suelos.

Para ilustrar mejor la relación vaina- semilla, se puede decir que de 1 kilo de fruto, la mitad corresponde a semilla o grano y la otra mitad a "cáscara o vaina. Por su alto contenido de humedad, no se debe almacenar la cáscara por más de 4 días (Acero, 2002).

1.1.5. Semilla y valor nutricional

La semilla o grano del chachafruto o balú al igual que la de la arveja, el frejol, el garbanzo, la lenteja, y el haba; deben cocinarse antes de su consumo.

Tabla 2. Valor nutricional de la semilla de pajuro (*Erythrina edulis*).

Semilla y/o grano	Unidad	Proteína	Utilización neta de proteína	Eficiencia proteica	Valor biológico
Pajuro	%	21	37,4	1,15	70,9
Lenteja	%	-	-	-	44,6
Frijol	%	-	38,4	0,88	58
Arveja	%	-	-	-	63,7
Lenteja	%	-	29,7	0,91	-
Habas	%	-	-	-	54,8

Fuente: Acero, 2002.

Preparación del grano o semilla: En todas las formas de preparación es necesario retirar la cascarilla o cutícula colorada que envuelve la semilla, esto debido a que es poco digerible y también porque suelta un colorante rojizo que le quita presentación a las preparaciones.

Cuando la semilla está tierna y recién recolectada, la cascarilla o cutícula puede ser retirada fácilmente con la uña; cuando está reposada o sobremadura se debe colocar en agua hirviendo por 3 minutos. Se sacan y entonces es fácil quitarles la cascarilla.

Al cocinar las semillas, sobre la superficie del agua se forma una espuma de color blanco, conocida como saponinas. La cual debe ser retirada con un

cucharón, ya que si se deja otorga un sabor característico no muy agradable a las preparaciones (Acero, 2002).

Varias especies de *Erythrina* generalmente poseen bajos contenidos de compuestos polifenólicos solubles y lignina, y por ello se descomponen más rápidamente en el suelo que otras leguminosas tropicales como *Inga edulis* y *Cajanus cajan* (Salazar y Palm, 1987). El bajo nivel de polifenoles en la *Erythrina* es una característica positiva desde el punto de vista de la nutrición animal (Torralba y Wencomo 1998).

1.2. Haba (*Vicia faba* L.)

1.2.1. Descripción general del haba

El haba (*Vicia faba* L.) es la séptima legumbre de grano en importancia en el mundo y la típica leguminosa de doble utilización (tanto para alimentación humana como animal), constituyendo en muchos países la mayor fuente de proteína en alimentación humana. En Europa, con el 17% de la producción mundial (FAO, 2006), su principal utilización es en la alimentación animal (Rees *et al*, 2000).

La denominación botánica de las habas es *Vicia faba* L. Se considera que es una especie dividida en cuatro variedades botánicas: *paucijuga*, una forma primitiva; *major*, de semilla grande; *equina*, con semilla de tamaño intermedio *yminor*, con semilla de tamaño pequeño (Cubero, 1974). Sin embargo, algunos autores agrupan la primera y las tres últimas en dos subespecies: *paucijuga yeu-faba* (Waite, 1983). Dentro de ellas hay tipos de invierno y primavera, y también tipos mediterráneos y del norte de Europa (Bond *et al.*, 1985; Citado por Confalone, 2008).

Las habas (*Vicia faba* L.) son originarios del Asia Central, donde se encuentran las mayores variedades de esta especie. La existencia de este gran alimento data desde 5000 años A.C. En la región del cercano oriente, Israel Turquía y Grecia (Sánchez, 1983). El haba actualmente se cultiva ampliamente en las regiones templadas y subtropicales, mayores áreas de cultivo de haba son: Egipto, Etiopía, Marruecos, Túnez, Turquía, Brasil, Ecuador, Perú y México (Rosas, 1983). Existen muchos tipos de habas en

los países donde se cultiva. En el Perú reciben comúnmente el nombre de variedades y casi siempre se les relaciona y al color de la semilla, tamaño y lugar donde se cultiva. La variedades nacionales más conocidas son: Jaspeadas o Jilguereo de Sicuani, Pacae Blanco de Mantaro. Existen alrededor de 725 variedades en los Departamentos de Huancavelica, Ayacucho, Cajamarca y Junín (Sánchez, 1983; Citado por Gutiérrez y Matos, 2011).

1.2.2. Producción y cosecha de haba

El cultivo del haba es de gran importancia económica tanto en verde (vainas) como en grano seco; ocupa el cuarto lugar a nivel mundial entre las leguminosas de grano, ya que es muy apreciada por sus cualidades alimentarias y nutritivas.

El producto de este cultivo puede ser consumido en grano verde (vainas), grano seco como menestra, grano partido; en harina, frita y tostada, el follaje como forraje para el ganado y como abono verde (fuente de materia orgánica) para incorporarse al suelo, cortando o picando el follaje e introduciendo en el momento de preparar el terreno. No olvidar que esta planta cumple una función importante en la rotación de cultivos ya que deja incorporado nitrógeno del aire al suelo por medio de sus raíces en forma de bolitas o nudos de color rojizo o amarillo (Vidal, 2005).

1.2.3. Propiedades nutricionales

En relación a otras especies de leguminosas de grano el haba se considera de alta calidad nutritiva, principalmente por su elevado contenido proteico y por su tenor en grasas (Moreira y Henson, 1994). Su riqueza en lisina, permite complementar la proteína contenida en aquellos alimentos carentes de este aminoácido, como los cereales.

Tabla 3. Valor nutritivo del haba comparada con otras legumbres y alimentos

Alimentos	Calorías (por 100g)	Proteína (%)	Calcio (mg/ 100g)	Hierro (mg/ 100g)
Frijol	341	22,1	137	6,7
Haba	343	23,4	90	3,6
Garbanzo	358	20,1	149	7,2
Caupí	342	23,4	76	5,7
Guandú	343	20,9	129	5,8
Lentejas	346	24,2	56	6,1
Trigo (harina)	370	10,9	16	1,0
Arroz (elaborado)	360	6,7	10	0,9
Maíz (harina)	360	9,3	6	1,8
Yuca	338	1,5	12	1,0
Carne	198	19,0	11	2,3
Huevos	163	12,4	50	2,5
Leche	360	36,0	1235	0,9

Fuente: FAO, 2001

1.2.4. Productos tradicionales derivados del haba

El uso del haba seca en la alimentación es muy diverso. En los países donde la proteína animal es escasa y costosa, las habas proporcionan a la dieta humana grandes cantidades de proteína llegando a aportar el 23% de ésta así como de carbohidratos. Las habas pueden prepararse en casa remojando en agua, retirando la cáscara exterior y luego cocinando por más de una hora, también pueden ser molidas o trituradas, cocidas y finalmente secadas para obtener harina. En el Perú el consumo de haba como semilla, se realiza de diversas formas, se pueden consumir tostadas (con toda la cáscara) o fritas, esta última se expende en bolsitas de polietileno siendo así una forma de consumo. El autor señala además que la harina de habas es de gran valor nutritivo, sirviendo al hombre en diversas maneras, en puré, sopas, incluso adicionada al trigo en cierta proporción puede ser procesada a fin de obtener productos horneados (Cerrate, 1981; Citado por Gutiérrez y Matos, 2011).

El haba es un excelente alimento; se puede consumir tanto sus vainas tiernas como el grano seco tostado o molido. En Guatemala se acostumbra consumir el grano tostado observándose su venta en las calles de los lugares

donde se cultiva. El grano tostado se puede moler para producir una harina a la que se agrega agua y se prepare el famoso atol de habas, rico en proteínas. En algunos países del oriente media la semilla de haba se usa para alimentar animales utilizando un 30% en la ración de bovinos y 15% en cerdos (Kay, 1979; Citado por Alemán, 1997).

1.2.5. Efectos de tratamientos tecnológicos sobre el valor nutritivo

El calentamiento aumenta el valor de las proteínas de las leguminosas, debido a la destrucción de los factores dañinos que se encuentran en la semilla cruda (Aykroy, 1970). Muchos de los factores antinutricionales en leguminosas pueden ser eliminados o inactivados por un apropiado procesamiento y calentamiento en la preparación de los alimentos, como por ejemplo los inhibidores de tripsina y los cianógenos, estos tratamientos pueden incluir descascarado, remojo y difusión, esterilización, evaporación y cocción (Elkowicz, 1982).

El estudio de los efectos del calor sobre las características nutritivas de las habas concluye que un tratamiento 120°C durante 60 segundos elimina la actividad de los inhibidores de tripsina (Cubero, 1983; Citado por Gutierrez y Matos, 2011).

1.2.6. Factores antinutricionales

La mayoría de los granos de leguminosas se caracterizan por la presencia de algunos factores anti nutricionales los cuales causan problemas cuando se consumen leguminosas crudas. Los principales factores adversos presentes en leguminosas tienen un carácter termolábil que desaparece luego de un adecuado tratamiento térmico. Otras son termoestables, los que pueden ser inhibidos o eliminados por lavado, por descascarillado u otra operación unitaria (Cubero *et al*, 1983). Los anti nutricionales más comunes son los siguientes: Inhibidores de tripsina: inhiben la acción de enzimas digestivas como tripsina y quimiotripsina se les considera como uno de los principales responsables del bajo valor nutritivo de las semillas crudas, valor que aumenta mediante el procesamiento térmico, ya sea con el cocimiento ordinario o con elevado tratamiento térmico. La actividad de los inhibidores

de tripsina en habas es mínima si se compara con la de la soya, donde se encontró un valor de 1/5 con respecto a esta última (Cubero, 1983)

Cianógenos: Varias leguminosas por hidrólisis de sus glucósidos liberan CNH (ácido cianhídrico), esta reacción se produce por la acción de una enzima presente en los tejidos vegetales (Cubero, 1983). En las semillas crudas de habas, soya, porotos y otros se encuentran valores que fluctúan entre 0,42 a 1,83 mg de ácido cianhídrico (CNH)/100g de nuestra seca (Gutiérrez y Matos, 2011).

1.3. SUCEDÁNEOS DEL CAFÉ

Las propiedades farmacológicas de la cafeína del café (*Coffea sp.*) en algunos casos son indeseadas, lo que provoca la demanda del café descafeinado y sucedáneos del café. Estos son obtenidos de cereales como cebada (*Hordeum vulgare*) y centeno (*Secale cereale*), de maltas de cereales, o también, de leguminosas como soja (*Glycine max*). La producción de sucedáneos de café logró reducir el consumo de cerca de un cuarto del café genuino (Belitz y Grosch, 1997). En Francia, el café contiene como ingrediente adicional la raíz tostada de achicoria. A pesar de que ésta no posee cafeína aporta un sabor amargo, así como un color oscuro resultante de la caramelización producida durante el tostado. La razón de añadir achicoria al café es que es mucho más barata, pero legalmente la mezcla debe contener cuanto menos 51% de café (Fox y Cameron, 1992). En Polonia, se produce un sucedáneo de café instantáneo, conocido como café Inka, mediante la evaporación del extracto acuoso de remolacha dulce termolizada (*Beta vulgaris* sub especie *cycla*), endibia (*Chicorium endivia*), centeno y cebada. En Rusia, se elabora un sucedáneo del café combinando extracto de achicoria y jugo de manzana (*Malus silvestres*) en proporción. La bebida es marrón oscuro y de gusto dulce-amargo, con agradable sabor a manzana. Contiene azúcares fácilmente digeribles, especialmente fructosa. El valor nutricional es elevado por la adición de pectina (Nachmedov y Kuljasova, 1990). Recientemente, algunas pequeñas fábricas en Perú comenzaron a elaborar nuevos productos alimenticios de vainas de *Phaseolus pallida*. Por ejemplo, sucedáneos de café o “café de algarroba” se producen y comercializan con buen resultado en el mercado peruano

envasados en bolsas plásticas de 250g a un precio conveniente, bajo nombres comerciales registrados (Cruz, 1999; Citado por Basilio, 2004).

Los sucedáneos de café son productos de origen vegetal, tostados, destinados a efectuar preparaciones que reemplacen a la infusión del café como bebida frutiva. Dichos productos que pueden comercializarse en grano o molidos con textura de sémola, polvos granulados o prensados son los siguientes: Achicoria tostada: Es el producto elaborado con la raíz de la planta "*Cichori umintybus* L.", convenientemente lavada, limpia, troceada, desecada, tostada y molida. Se excluyen aquellas plantas que se utilicen para la producción de endibias (*Achicoria witloof*). Malta de cebada tostada: Es el producto de color uniforme obtenido por el tostado de la malta verde procedente de cebada en grano de germinación apropiado. Cebada tostada: Es el producto obtenido por el tueste de los frutos sanos y secos procedentes de la especie botánica *Hordeum vulgare*, Extractos solubles de sucedáneos de café: son los productos solubles en agua obtenidos por la deshidratación parcial o total de las infusiones acuosas de los sucedáneos de café tostado (achicoria, malta y cebada), solas o mezcladas entre sí. También pueden incluirse como materia prima de la infusión acuosa los frutos maduros, sanos, secos, tostados y molidos de trigo (*Triticum aestivum* L.), centeno (*Secale cereale* L.) y avena (*Avena sativa* L.). Se utilizará únicamente el agua como medio de extracción, con exclusión de todo proceso de hidrólisis por adición de un ácido base (Astiasarán y Martínez, 2000).

Desde un punto de vista económico y del cuidado de la salud, estudios previos han sido llevados a cabo para la elaboración de productos para la preparación de bebidas sustitutas del café (*Coffea arabica*), entre ellos se encuentran los basados en raíces de achicoria (*Cichorium intybus*) y muchos otros en base a cereales como la cebada (*Hordeum vulgare*), el trigo (*Triticum aestivum*), el maíz (*Zea mays*) y el centeno (*Secale cereale*) (Fadel *et al*, 2008; Citado por Otálora y Rubio, 2010).

Muy popular fue el "Postum" (descontinuado en el año 2007), manufacturado por KraftFoods, Inc. en Estados Unidos y elaborado a base de afrecho de trigo, trigo, melaza y maltodextrina de maíz, el cual era un polvo marrón oscuro que cuando se mezclaba con cantidades apropiadas de agua caliente se asemejaba al

café (Matz, 1991) y gozó de gran popularidad en la comunidad mormona. Café sustituto instantáneo es producido en Polonia comercialmente (“Inkanaturalis”) a base de centeno, cebada y raíces de remolacha (*Beta vulgaris*) y achicoria (Tomasik y Zawadzki, 1998; Citado por Otálora y Rubio, 2010).

Las habas son las leguminosas más antiguas que se conocen. Su consumo es popular en todo el país y en América del Sur. El contenido en proteína va del 20% al 25% en grano seco; Las habas son una de las legumbres más consumidas en Occidente. Aporta al organismo agua, proteínas (alrededor de 24 gramos por cada 100 gramos consumidos), vitaminas (B, C y caroteno fundamentalmente), sales minerales, fibra, hidratos de carbono (de los cuales entre 41 y 53 gramos son de almidones y entre 3 y 7 gramos son azúcares solubles por cada 100 gramos consumidos) y en pequeña cantidad ácidos grasos (Aspiazu y Navarro, 2009).

1.4. CAFÉ

1.4.1. Generalidades

El café es una bebida preparada por extracción de materia soluble en agua caliente de los granos tostados y molidos de un arbusto tropical (sp.) que se cultiva principalmente en los Trópicos de Cáncer y Capricornio a una altitud de 610 a 1830 msnm y a una temperatura aproximada de 21°C con precipitaciones anuales del orden de 1270 mm. El género *Coffea* incluye 40 especies de plantas, pero solamente tres son comercialmente cultivadas para producción de café, *Coffea arabica* L, *Coffea canephora* Pierre ex Foechner (robusta) y *Coffea iberica*. El comercio internacional anual es de alrededor de 55 millones de bolsas (de 60 kg) de café verde con un valor cercano a los 2,5 billones de dólares. En la actualidad, Brasil es el principal productor mundial (25,4%), seguido por Vietnam (9,9%), Costa Rica (9,4%). Indonesia (9%), Colombia (8,9%), y México (4%). Los Estados Unidos y Europa consumen el 85% de las exportaciones, casi por partes iguales. La bebida de café no tiene valor nutritivo y se consume por su sabor y sus efectos estimulantes, debido principalmente al contenido de cafeína. El arbusto del café arábica es nativo de Abisinia, (hoy Etiopía), donde se cultiva silvestre en los bosques y sus semillas fueron utilizadas por los nativos desde antes de que existieran registros históricos. El arbusto del café

robusta es nativo del Congo. En los años 900 D.C., los árabes introdujeron el arbusto del café etíope en Yemen y durante 700 años la propagación del café estuvo limitada a esa área.

Los árabes hicieron de este fruto y de su bebida un motivo de atracción para los viajeros y comerciantes europeos. Los peregrinos de la Meca regresaban con granos de café a sus tierras nativas India y Sri Lanka. Uno de los primeros usos del café fue medicinal, también para mantener despiertos a los fieles en las mezquitas. El café llenó las necesidades de un estimulante útil ya que los musulmanes no pueden consumir alcohol. Durante el siglo XVII el café se introdujo a los países europeos y se vendió en las salas de café, que se hicieron lugares de reunión muy populares para mercaderes y artistas. Los holandeses iniciaron los plantíos comerciales en Java y Sri Lanka por el año 1696, y hacia 1714 trajeron las primeras semillas de café a América, más precisamente a la Guyana holandesa (hoy Surinam). Los franceses, ingleses y españoles empezaron a estimular el cultivo en las Indias Occidentales desde 1715 hasta 1750. Los jesuitas fueron los primeros en cultivar café en Colombia, hacia 1730. México y Centroamérica comenzaron a cultivarlo en 1800, y Hawai en 1825. En África el cultivo comercial del café se inició después de la Segunda Guerra Mundial (Sivetz, 1983; Citado por Basilio, 2004).

1.4.2. El tostado

La calidad del café es muy influenciada por el proceso de tostado (CCI, 1992). El tostado es un proceso que depende del tiempo y temperatura; en este proceso, suceden una serie de cambios en el café verde, tales como pérdida de materia seca, principalmente como dióxido de carbono y otros compuestos volátiles producto de la pirólisis (Clarke, 1985). El grado de tostado es valorado cualitativamente por el color, resultando en una simple categorización de ligero, medio, oscuro como indica (Clarke, 1985). En general, los tostados oscuros tienden a realzar el cuerpo y disminuir los atributos del sabor (CCI, 1992). Tostados ligeros o claros realzan la acidez pero producen una bebida más ligera. Los tostados claros son más útiles para definir la calidad de un café por un experto catador (CCI, 1992). Como

es de esperarse, el nivel de tostado puede asociarse con el porcentaje de pérdida de materia seca por el grano de café verde; en general un tostado oscuro significa una pérdida del 8 – 14 % de peso seco, un tostado medio un 5 – 8 % y un tostado ligero un 3 – 5 %. De igual manera se puede asociar, la pérdida de compuestos volátiles y no volátiles al nivel de tostado (Clarke, 1985). El ácido clorogénico y trigonelina son destruidos total o parcialmente según la intensidad del tostado (Bertrand *et al.* 2003; Clifford 2000; Clifford 1999; Clarke 1985, Clifford 1985, Taguchi *et al.* 1985). Otros cambios físicos producidos por el tostado son la expansión, el reventado y una considerable disminución de la densidad del grano, todo ello como una función de la intensidad y velocidad de tostado (Clarke 1985; Citado por Lara, 2005).

El grado de tueste variará de acuerdo al tipo de café que se esté procesando; sin embargo, el sistema se sugiere el grado “claro” y “claro- medio”, que aproximadamente equivale entre 58 y 63 en escala Agtron para grano tostado. El proceso de tueste deberá efectuarse en no menos de 8 minutos y no más de 12 minutos. El tiempo exacto en este rango dependerá de la densidad del café que se esté tostando. Inmediatamente después del tueste, deberá enfriarse lo más rápido posible, sin utilizar agua durante este proceso. Si las muestras son almacenadas para ser catadas el día siguiente de su tueste, deberán almacenarse en un área oscura, seca y con baja humedad. Nunca se debe almacenar una muestra más allá de 24 horas para ser catada (USAID, 2005).

1.4.2.1. Tostado claro

Suele llamarse light, cinnamon roast, canela, half city o New England, este tono se crea después del primer tronido, cuando ya ha doblado su tamaño, la superficie es seca AMCCE (2007). Tostados ligeros o claros realzan la acidez pero producen una bebida más ligera CCI (1992). Los tuestes claros desarrollan mejores sabores y aromas dulces del café (Murillo, 2003).

1.4.2.2. Tostado medio

También llamado Full City, americano o regular, es el favorito de muchos catadores y de muchos tostadores pues se pueden determinar los orígenes geográficos y la personalidad del grano. Tiene un aspecto seco, sabor más dulce, cuerpo desarrollado y acidez agradable (AMCCE, 2007).

1.4.2.3. Tostado oscuro

Conocido como Vienés, Italiano o Continental y se produce a los 12 o 13 minutos, cuando los granos empiezan a sisear y están tronando por segunda vez. Empiezan a liberarse los aceites por lo que tienen un poco de brillo, se desarrolla el cuerpo y se pierden los aceites, se pierde en aroma pero se gana en dulzor AMCCE (2007). En algunos casos desarrollan sabores y aromas amargos (Murillo, 2003).

1.4.3. Dosificación

Se recomienda utilizar 5,5% de café molido en relación al agua. Se deberá hacer la conversión la siguiente formula.

La dosificación óptima para la infusión por la catación del café, se usa como base la siguiente formula:

$$M=V \times K$$

Dónde: V: Volumen de agua
K: 5,5%
M: Gramos de café molido

Multiplique la cantidad de agua que sostiene el vaso por 5,5% y obtendrá la cantidad de gramos que debe utilizar para esa taza.

Hay dos maneras para efectuar la dosificación de café, cada una con función diferente, el peso de granos enteros y luego moler, o bien, moler y luego dosificar (USAID, 2005).

1.4.4. Café en infusión

La bebida se obtiene por infusión del café molido en agua caliente. Idealmente, para conservar su sabor, el café debe molerse justo antes de la infusión. Por deseo práctico, frecuentemente se comercializa ya molido y al vacío (Cazorla, 2011).

1.4.5. Catación

La catación es la prueba organoléptica o sensorial aceptada internacionalmente para la comercialización del café. Esta prueba de evaluación es realizada por un especialista llamado Catador. Este posee amplios conocimientos, experiencia y habilidades naturales para poder percibir cada uno de los atributos y defectos que pueda tener el café. (Lingle 1999 ; Barrios *et al.*, 1998). Todos los aspectos evaluados en la catación son subjetivos, ya que la actividad es meramente empírica, puesto que cada individuo puede formar una opinión diferente sobre la calidad y la aceptación de una infusión o licor en particular (Geel *et al.* 2005; Barrios *et al.* 1998; CCI 1992). Los atributos y defectos pueden dividirse tanto para el aspecto físico del grano como también para la bebida, y están basados en las exigencias del consumidor. Al final, la presencia y gravedad de los defectos físicos y de taza dan el concepto global de la calidad (Vaast *et al.* 2003). De esta manera, la catación determina el verdadero valor y utilidad del café en el mercado (CCI 1992; Citado por Lara, 2005).

1.4.6. Características sensoriales del café

Fragancia

Sensación que produce los compuestos volátiles del café cuando son percibidos por el sentido del olfato sin la adición de agua. Se puede detectar algunos defectos o notas particulares, se califica con intensidad y calidad (Lingle, 1999; Citado por Banegas, 2009).

Aroma

El aroma es el segundo paso de evaluación, primero se deben vaciar a punto de hervir sobre el café recién molido y se deja reposar por aproximadamente

tres minutos las partículas de café formaran una capa en la superficie de la bebida. Cuando esta capa se rompe, al moverla con una cuchara, los gases que se formaron como resultado de la elevada temperatura del agua se deben absorber vigorosamente por la nariz. Esta acción nos permite detectar el amplio rango de carácter aromático de fruta a hierba, o nuez de la muestra que está siendo catada. En general, el rango del carácter aromático del café depende de su origen Katzeff (2001). Así mismo, el café de zonas altas, generalmente, tiene características aromáticas más intensas e interesantes (La Torre, 2003).

Acidez

Castañeda (2007) manifiesta que la acidez es la sensación ácida captada por el sentido del gusto. La acidez en el café permite percibir todas las demás características, pero también es cierto que puede arruinar un café. Los tostadores han determinado que entre más alta la acidez, el sabor del café dura más tiempo en el estado de café verde. Pero la acidez debe ser acompañada de sabor, entre mas acidez tengas mas sabor necesitas (Katzeff, 2001).

Sabor

El Sabor es la propiedad que describe la combinación de los atributos y defectos que se hacen presentes en una taza de café, regularmente se unifican a un criterio considerando las propiedades: fragancia/aroma, acidez y cuerpo. El catador tiene la potestad de definir si la taza es agradable o desagradable otorgándole una calificación alta o baja respectivamente de acuerdo a los estándares para la cual la muestra está siendo analizada (USAID, 2005).

Cuerpo

El cuerpo es el grosor del sabor, consistencia o espesor del líquido (USAID, 2005).

El cual se determina por la densidad o peso de la bebida en la boca. Para lograr evaluar el cuerpo, la bebida se debe pasear por la boca y con la lengua

subirla hasta tocar el paladar Katzeff (2001). El cuerpo es influido por el grado de tostado y el pesaje, entre más oscuro sea el grado de tostado, mas cuerpo se percibe durante la cata (La Torre, 2003).

Post Gusto/Sabor Residual

El sabor residual es la permanencia del sabor en el paladar después de haber expulsado el café de la boca. Este puede ser agradable dejando un sabor dulce y refrescante o desagradable dejando un sabor amargo o áspero (USAID, 2005).

Impresión global

La preferencia permite valorar una muestra de café por su calidad, teniendo en cuenta las características de aroma, sabor y cuerpo (Vaast y Bertrand 2005; Puerta 2000; Citado por Lara, 2005).

Apreciación del catador

Se basa en la experiencia y preferencia del catador (PROMECAFE, 2010).

Por lo antes vertido, la presente investigación evaluó la posibilidad de una elaboración de un sucedáneo de café a base a harina tostada de haba y pajuro, con la finalidad de desarrollar una tecnología para el uso industrial de estas leguminosas nativas de Amazonas; en tal sentido, se plantearon los siguientes objetivos:

Evaluar el tiempo de tostado en semillas de haba y pajuro para la obtención de harina tostada.

Evaluar la formulación de harina tostada de haba y pajuro en infusiones para determinar el grado de aceptabilidad del sucedáneo de café.

Realizar la caracterización fisicoquímica y microbiológica de los mejores tratamientos de sucedáneo de café.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. MATERIA PRIMA

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó como materia prima semillas de pajuro (*Erythrina edulis* T.) y haba (*Vicia faba*. L) provenientes del distrito de Luya, región Amazonas.

El secado de las semillas de pajuro, análisis sensorial y fisicoquímico se realizó en los laboratorios de Biología y Tecnología Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

El tostado de las leguminosas se realizó en la empresa procesadora de café Rainsforens Trading S.A.C., distrito de Bagua Grande, región Amazonas.

2.2. MATERIALES

- Bandejas de plástico
- Bolsas de polipropileno 2x5x10
- Crisoles de porcelana forma alta diámetro 2.5 cm
- Cuchillo de metal con mango de madera
- Espátula de metal
- Fiola con tapa de vidrio de 1L
- Gradilla
- Matraz erlenmeyer de 100mL
- Molino manual
- Ollas
- Pinzas
- Probeta de 20mL
- Tubos de precipitación de 20mL
- Tabla de picar de madera
- Tazones de acero inoxidable
- Vasos de precipitación de 50; 100; 200;250; 500mL

2.3. EQUIPOS

- Balanza de precisión marca DIGITAL, (precisión 0,01g; modelo ES - 300)
- Balanza comercial. Capacidad máx. 7kg, aprox. +-1kg

- Balanza de platillos Kavy de 15kg.+1g,
- Balanza de humedad. Modelo AMB MOISTURE BALANCE. Rango 50g aprox. +- 1g
- Bomba de vacio capacidad 0-30 plg de Hg.(sistema de filtración al vacio)
- Cocina semi – industrial 3 hornillas
- Destilador semiautomático para determinar nitrógeno y proteína. Marca RAYPA DNP 2000
- Digestor: Sistema completo de digestión. Marca RAIPA
- Estufa, Nahita DRYNG OVEN MODELO 623/13
- Estufa. Rango de 30-200°C
- Espectrofotómetro Jenway-640uv/vis Spectrophotometer.
- Equipo FIBERSTHET. Marca RAYPA para extracción de fibra bruta
- Estufa. Rango 30 – 200 °C. Aprox. 1°C
- Mufla Temperatura rango de 0 – 1200°C. Capacidad 5L
- Molino mecánico de tornillo sin fin (Marca Corona)
- Sistema de extracción de fibras FIBERTEST
- Tamiz semi-industrial ZONYTEST de malla N° 50 (diámetro 297)
- Tostadora semi-industrial a gas (tostadora para café IMSA, modelo E-2, capacidad de 140 g por muestra)
- Termómetro escala externa -10 – 200°C, Aprox. 1°C

2.4. REACTIVOS

- Acido clorhídrico
- Acido sulfúrico concentrado
- Acido sulfúrico al 0,128M
- Agua destilada
- Hidróxido de potasio al 0,248M
- Antiespumante (n-octanol)
- Catalizador
- Acido bórico

2.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El procedimiento que se siguió para la elaboración del sucedáneo de café a base de haba y pajuro en el desarrollo de la presente investigación fue secado de la materia prima pajuro, tostado independiente de las semillas de haba y pajuro, elaboración del sucedáneo de café, catación, análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras del sucedáneo de café.

2.5.1. Secado de las semillas de pajuro

El secado de las semillas de pajuro se realizó según la secuencia mostrada en la Figura 1, cuyas actividades realizadas se describen a continuación.

La recolección de las vainas de pajuro (*E. edulis*) se realizó teniendo en cuenta la madurez fisiológica y se hizo de forma manual tomando los frutos que presentaban un color amarillento de árboles provenientes del distrito de Luya (provincia de Luya, región Amazonas). Las vainas recolectadas se pesaron en una balanza de platillos Kavory, con la finalidad de determinar el rendimiento. Se seleccionaron las vainas de pajuros maduras, separando las vainas que presentaban mala apariencia física y/o síntomas de ataque de patógenos. Las vainas seleccionadas se partieron longitudinalmente, empleando un cuchillo, para separar las semillas de las vainas, se separaron las semillas con defectos y las que morfológicamente no presentaban un tamaño homogéneo. Las semillas seleccionadas se pelaron, eliminando el epispermo (cáscara fina de la semilla de pajuro); estas se picaron de forma mecánica cortando las semillas de pajuro con aproximadamente 4 mm de diámetro y 6 mm de largo para facilitar el proceso de secado y se escaldaron en una solución de ácido cítrico al 0,1% por 10 minutos empleando 1g de ácido cítrico/L de agua, sometiéndolas a temperatura de ebullición por 3 minutos para eliminar la espuma que confiere un sabor desagradable a la semilla. Las semillas de pajuro picadas, escaldadas y crudas se secaron en una estufa de convección de aire forzado, Nahita DRYNG OVEN MODELO 623/13 a 50°C por 18h hasta alcanzar una humedad del 12%.

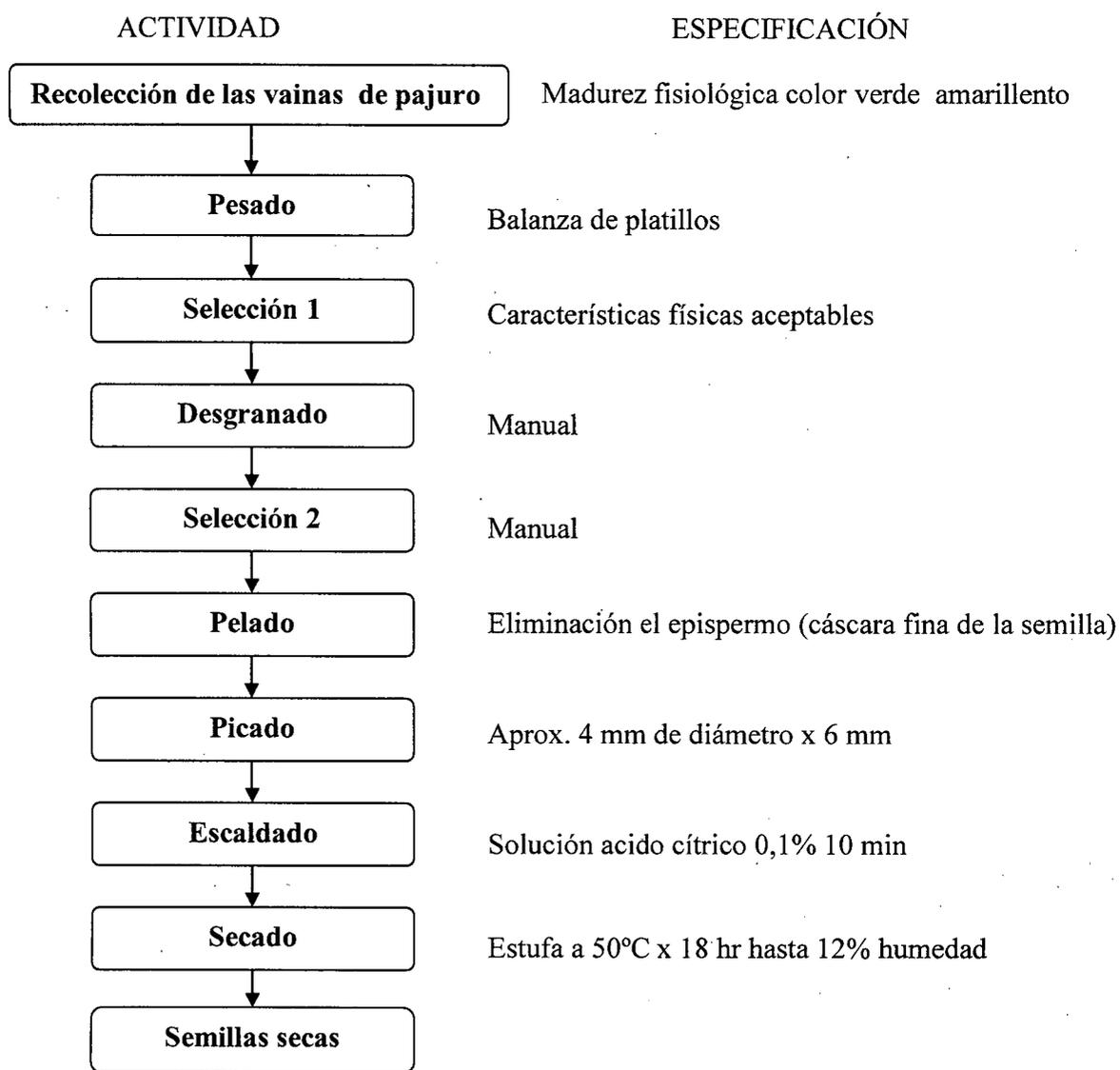


Figura 1. Diagrama de flujo para el secado de las semillas de pajuro (*Erytrina edulis* Triana).

Fuente: Elaboración propia.

2.5.2. Preparación de las muestras para el tostado de las semillas de pajuro

El tostado de la semilla de pajuro se realizó según la secuencia que se encuentra en la Figura 2.

Las actividades realizadas en cada etapa se describen a continuación:

Las muestras de pajuro seco antes del proceso de tostado se pesaron de cantidades de 140 g empleando una balanza de precisión marca DIGITAL y se tostaron en una tostadora semi-industrial a gas (tostadora para café IMSA, modelo E-2, capacidad de 140 g por muestra), la cual estaba provista de dos tambores rotatorios con 60 rpm en el área de control de calidad de la empresa procesadora de café Rainsforens Trading. S.A.C. (Bagua Grande, provincia de Utcubamba), se trabajó a temperatura (170-180°C). A dos tiempos cada una de ellas (10 y 15 minutos), luego del tostado se procedió a pesar las muestras en una balanza de precisión marca DIGITAL. Las semillas tostadas se envasaron en bolsas de polipropileno de baja densidad (2x7x10) y capacidad 200g. Hasta la hora de molido.

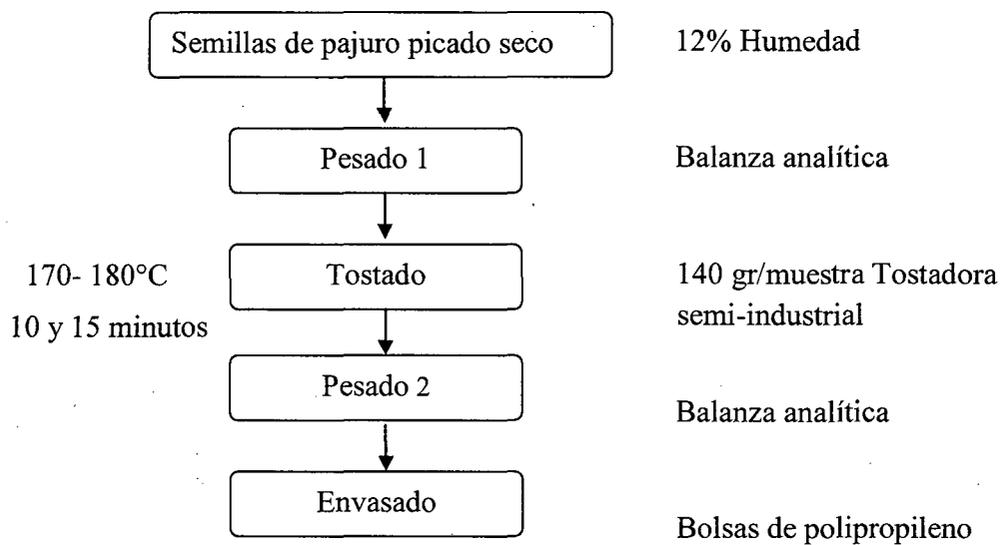


Figura 2. Diagrama flujo para el tostado de las semillas de pajuro (*Erythrina edulis* Triana).

Fuente: Elaboración propia.

2.5.3. Preparación de las muestras para el tostado de las semillas de haba

El tostado de las semillas de haba se realizó según la secuencia que se muestra en la Figura 3.

Las actividades realizadas en cada etapa se describen a continuación:

La recolección de las vainas de haba (*Vicia faba*) se realizó de forma manual, teniendo en cuenta el estado maduro seco en los campos de cultivo, de plantas seleccionadas en el distrito de Luya (provincia de Luya, región Amazonas); estas se pesaron en una balanza de platillos Kavory, con la finalidad de determinar el rendimiento, se separaron las vainas que presentaban mala apariencia física. Las vainas seleccionadas se desgranaron, separando manualmente a las semillas. Con la finalidad de determinar el rendimiento las semillas de haba se pesaron en una balanza de platillos Kavory, seleccionando las semillas de buena apariencia física y morfología homogénea, previamente al tostado se pesaron las semillas de cantidades de 140g empleando una balanza de precisión marca DIGITAL. El tostado de las semillas de haba secas se realizó en una tostadora semi-industrial a gas (tostadora para café IMSA, modelo E-2, capacidad de 140 g por muestra), la cual estaba provista de dos tambores rotatorios de 60 rpm en el área de control de calidad de la empresa procesadora de café Rainsforens Tradng. S.A.C. (Bagua Grande, provincia de Utcubamba), Se trabajó a temperatura (220-230°C). A dos tiempos cada una de ellas (10 y 15 minutos). Las semillas tostadas se pesaron en una balanza de precisión marca DIGITAL. Las semillas tostadas se envasaron en bolsas de polipropileno de baja densidad (2x7x10) y capacidad 200g, hasta la hora de molido.

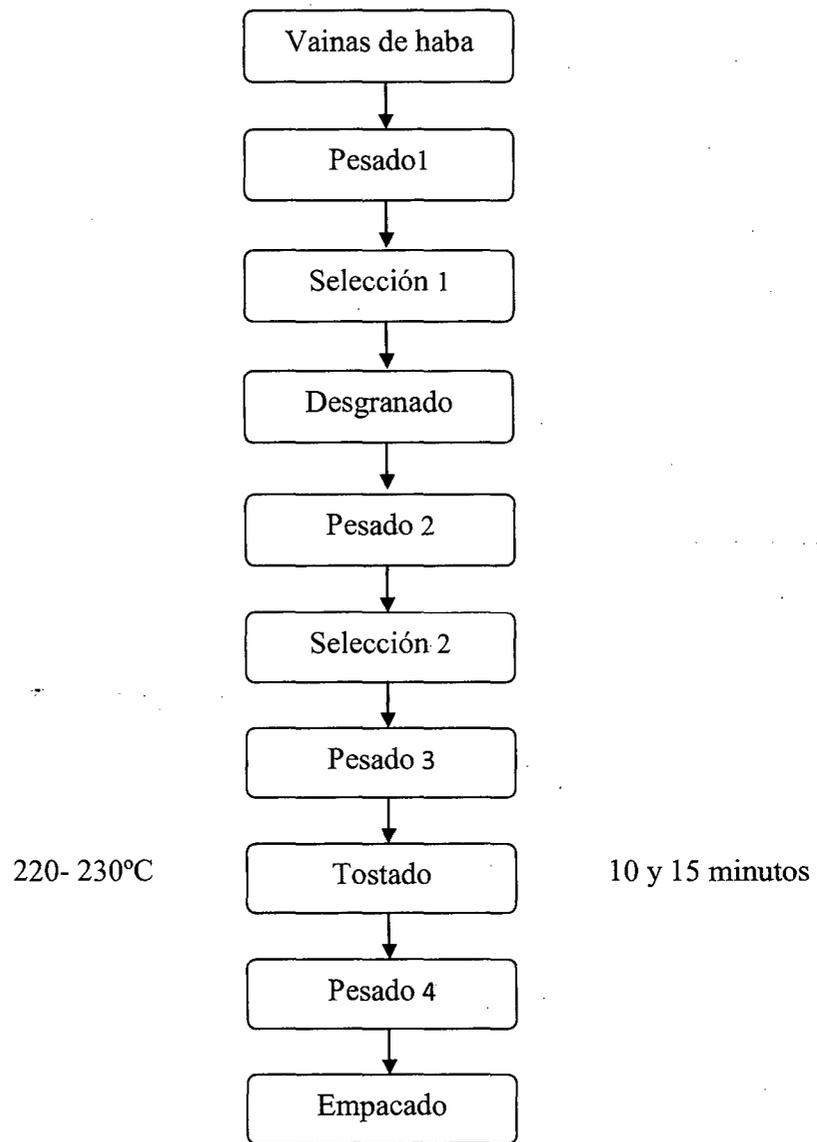


Figura 3. Diagrama de flujo para el tostado de las semillas de haba (*Vicia faba* L.).

Fuente: Elaboración propia.

2.5.4. Elaboración del sucedáneo de café a base de harina tostada de haba y pajuro

La elaboración del sucedáneo de café se realizó siguiendo la secuencia de pasos mostrados en la Figura 4.

Las actividades realizadas en cada etapa se describen a continuación:

Las semillas tostadas de haba y pajuro se pesaron de forma independiente, teniendo en cuenta una base de 100g y formulación con intervalos de 25 g de diferencia para cada semilla de acuerdo al tratamiento establecido, mezclándose en bandejas de acero inoxidable de capacidad 500g fondo plano, realizando movimientos vibratorios de las mismas, se molieron las muestras tostadas de semillas de haba y pajuro, en un molino mecánico de tornillo sin fin (Marca Corona) acero inoxidable en el Laboratorio de Ingeniería Agroindustrial UNTRM-A. El tamizado se realizó en un tamiz semi-industrial ZONYTEST de malla N° 50 (diámetro 297) con la finalidad de separar las partículas de tamaño heterogéneo. La harina obtenida se empaco en bolsas de polipropileno hasta el momento de la evaluación sensorial del sucedáneo de café.

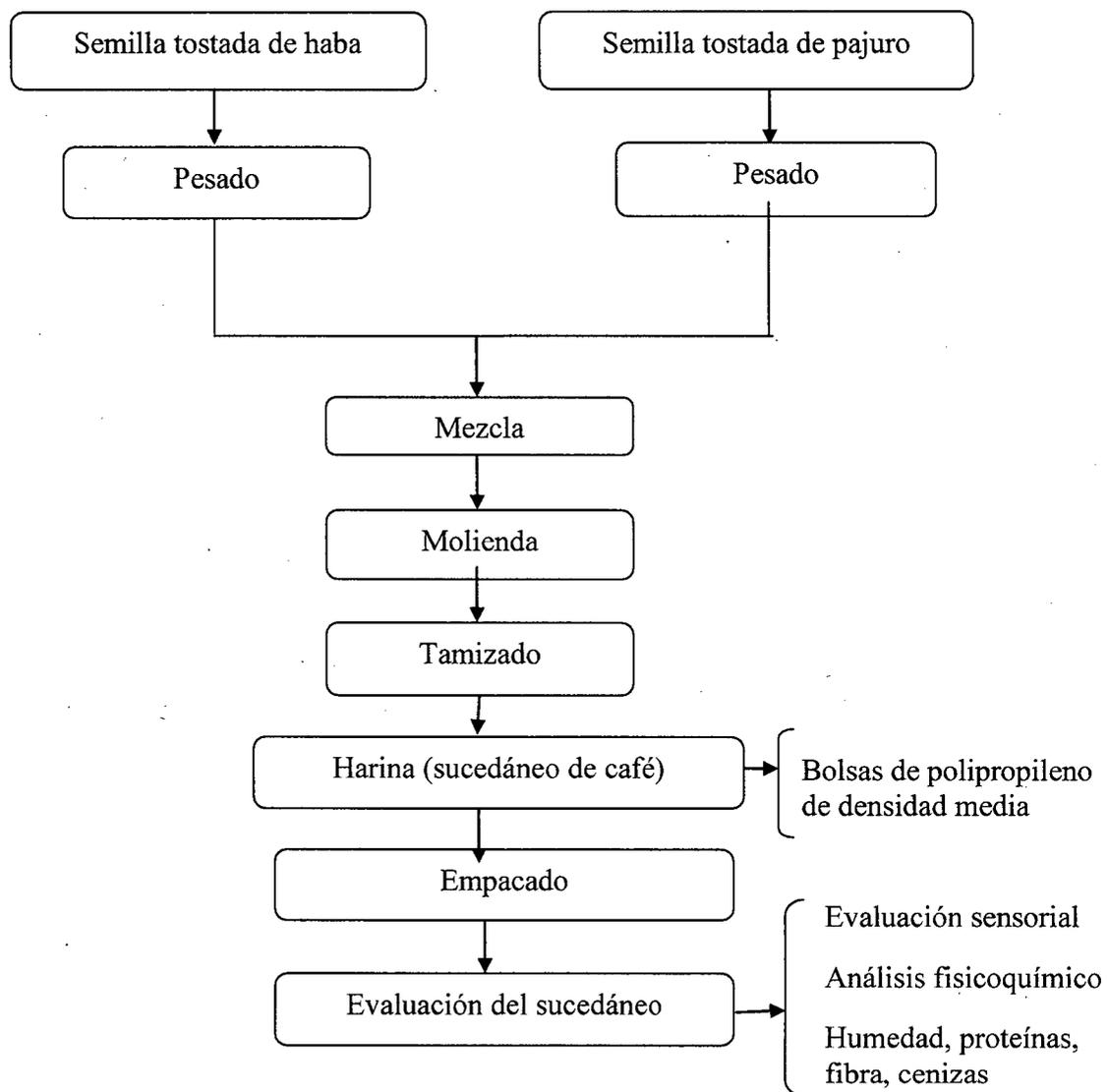


Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de un sucedáneo de café en base a semillas tostadas de haba (*Vicia faba* L.) y pajuro (*Erythrina edulis* Triana.).

Fuente: Elaboración propia.

2.5.5. Evaluación sensorial del sucedáneo de café a base de haba y pajuro (en tasa)

2.5.5.1. Entrenamiento de los panelistas

Los panelistas fueron entrenados por el especialista en cata de café. Ing. Elias Coronel Alarcón con Q-grade en análisis sensorial de café “catador CENFROCAFE”.

Realizando el siguiente procedimiento:

Se organizaron dos sesiones (2 días) y procedió a entrenar a los panelistas para lograr que estos estén en condiciones de formular juicios validos y confiables, libres de preferencias personales;

En la primera sesión el especialista impartió una clase teórica “metodología de análisis sensorial de café” desarrollando un protocolo de cata. Seguidamente se hizo una degustación de frutas, y soluciones de ácido cítrico con la finalidad de encontrar las diferencias entre las características organolépticas e intensidad con la que se pronuncian estas en el paladar de los panelistas, se realizaron pruebas pilotos de cata con la bebida de café para identificar, encontrar en la bebida de café alguna característica similar a la fruta e intensidad de ésta.

En la segunda sesión se realizaron catas con diferentes calidades de cafés (bueno, regular, malo), los panelistas describieron las características sensoriales de cada bebida. Se realizaron pruebas triangulares para diferenciar las muestras.

Con los conocimientos adquiridos y ejecución de ensayos los jueces estaban totalmente instruidos y aptos para iniciar la prueba definitiva programada para el proyecto de evaluación sensorial “análisis sensorial del sucedáneo de café”.

2.5.5.2. Organización de la sesión de cata

La sesión de cata se organizó en un horario donde el gusto estaba libre de contaminantes, para apreciar y degustar con mayor claridad los atributos y/o defectos que el sucedaneo de café posee, la hora de catación se planificó en un tiempo intermedio entre las dos comidas de la tarde 4:00 pm.

2.5.5.3. Preparación de las muestras para la cata

Se trabajó con todas las muestras (formulaciones % haba y pajuro) de sucedaneo de café, pesadas en grano entero y molidas una hora antes de la cata.

Dosis

Se realizaron infusiones al 8,25g de muestra/150 mL agua usando agua potable hervida en vasos descartables de tecnopor de volumen cinco onzas

Se prepararon 3 tazas para cada muestra y poder evaluar su uniformidad.

Vertido del agua

Se usó agua corriente a temperatura de ebullición para preparar las Infusiones, el agua fue vertida hasta el borde de la taza y directamente sobre la dosis de sucedaneo de café molido.

2.5.5.4. Metodología para el análisis sensorial cuantitativo descriptivo del sucedáneo de café hecho a base de harina tostada de haba y pajuro

La metodología de ensayo del análisis sensorial cuantitativo descriptivo (ACD), se basó en la Norma Técnica Colombiana NTC 4883, que regula el procedimiento para panel sensorial cuantitativo descriptivo de café tostado y molido (ICONTEC, 2000). Donde se evaluaron fragancia, aroma, sabor, amargo, acidez, cuerpo impresión global, apreciación del catador.

2.5.5.5. Procedimiento de Catación

La catación se realizó en el Laboratorio de Biología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

La harina (sucedáneo de café) obtenida después del tostado, molido y tamizado. Se pesó y agregó 5,5% (g. producto/100mL agua) molido por taza de cinco onzas, se prepararon tres tazas por muestra.

Seguidamente se determinó la fragancia, después de la determinación de la fragancia a cada taza se le agregó 150 mL de agua a temperatura de ebullición.

Se esperó por un lapso de 3– 4 minutos y se realizó lo que los catadores denominan “limpieza de taza” que consiste en quitar con un par de cucharas la espuma que se forma en la superficie de la bebida. Luego se esperó otro par de minutos a que se asienten las partículas en suspensión y se inició la determinación del aroma, sabor, acidez, cuerpo, amargo, impresión global y apreciación del catador, en ese orden para cada una de las muestras.

La escala de evaluación de las características organolépticas fue de 1 a 10, donde 1 es el valor mínimo y 10 el máximo valor posible donde se evaluó la fragancia, aroma, sabor, amargo, acidez, impresión global y apreciación del catador.

Las cataciones se llevaron a cabo por los doce catadores semi-entrenados, usando 2 mesas con 5 muestras c/u (3 tazas por muestra), toda la sesión duro 30 minutos en promedio.

Cada catador dio su nota sobre cada una de las características mencionadas. La nota final utilizada para los análisis estadísticos es un promedio de las calificaciones dadas por los doce catadores.

2.5.6. Caracterización fisicoquímica del sucedáneo de café a base de harina de haba y pajuro tostada

Las determinaciones analíticas se realizaron sobre los mejores tratamientos del sucedáneo de café; fracciones de harina de haba y pajuros tostadas y molidas.

2.5.6.1. Caracterización del grado de tueste

El grado de tueste se evaluó a través de las medidas de color. El color de la harina obtenida de las semillas tostadas de haba y pajuros se midió por triplicado, usando un Espectrofotómetro Jenway-640uv/vis Spectrophotometer.

2.5.6.2. Humedad

El contenido de humedad de los mejores tratamientos del sucedáneo de café hecho a base de haba y pajuro se determinó por el método de secado automático en una balanza de humedad (Adam Equipment, 2004) a 121°C, hasta peso constante.

2.5.6.3. Determinación de proteínas

El contenido de nitrógeno de los mejores tratamientos del sucedáneo de café hecho a base de haba y pajuro se determinó por el método Kjeldahl y el contenido en proteína se calculó aplicando el factor general $N \times 5,71$. Norma AOAC 960.52 (1995).

2.5.6.4. Determinación de Cenizas.

La determinación de cenizas del sucedáneo de café hecho a base de haba y pajuro se realizó por triplicado mediante el método de calcinación en mufla por 6 horas a 550°C. Norma AOAC 923.03 (1995).

2.5.6.5. Determinación de fibra

El contenido de fibra bruta de los mejores tratamientos del sucedáneo de café hecho a base de haba y pajuro se determinó por el método del equipo de Fibersthet Trade Raypa.

2.5.7. Análisis microbiológico del sucedaneo de café a base de harina de haba y pajuro tostada

Las determinaciones analíticas se realizaron sobre los mejores tratamientos del sucedaneo de café; fracciones de harina de haba y pajuros tostadas y molidas.

2.5.7.1. Recuento de mohos y levaduras

Recuento de mohos y levaduras: Método de la AOAC 997.02 (18ª Ed.).

2.6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El esquema experimental de la investigación se muestra en la Figura 5, en el cual se describe el desarrollo de las actividades en la fase experimental.

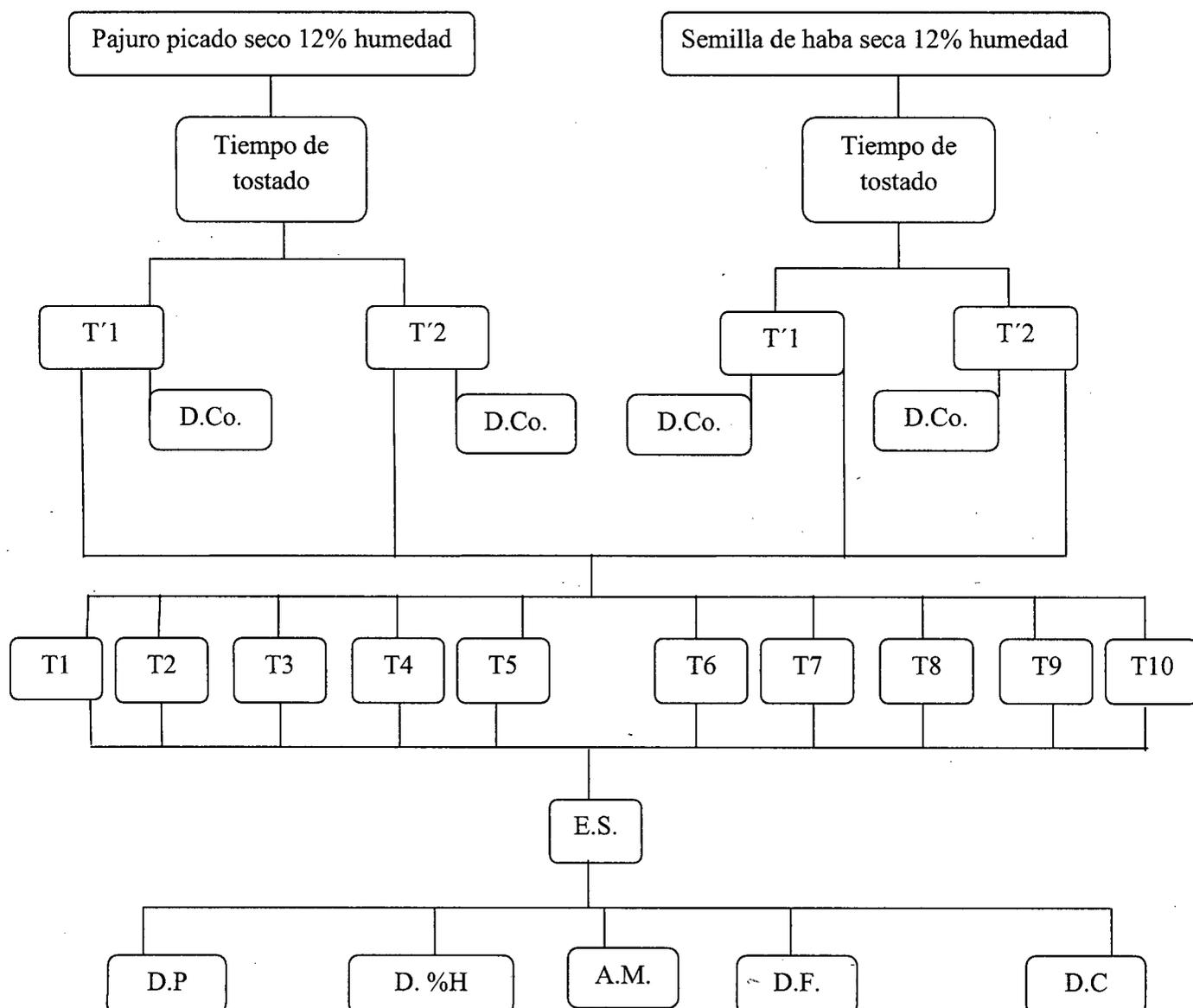


Figura 5. Metodología experimental para la elaboración de un sucedaneo de café en base a semillas tostadas de haba (*Vicia faba* L.) y pajuro (*Erythrina edulis* Triana).

DONDE:

T'1= Tiempo 10 minutos

D.P. = Determinación de proteína

T'2= Tiempo 15 minutos

D. Co. = Determinación de color

E.S. = Evaluación sensorial

D. %H. = Determinación de humedad

A.M. = Análisis Microbiológico

D.C. = Determinación de cenizas

2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las distintas etapas fueron procesados empleando el soporte estadístico SAS (Statistical Analysis System) por Window V8.

Análisis de datos:

Para el análisis de los datos en la elaboración de harina de pajuro y haba se empleó un experimento bifactorial 2AX2B bajo un diseño completamente al azar (DCA) con 3 repeticiones; donde el factor A: tipo de semilla (a1, pajuro y a2 haba) y el factor B: tiempo de tostado (b1, 10 minutos y b2 15 minutos). Variable respuesta: Color de la harina tostada.

Elaboración de harina tostada de pajuro y haba

FACTORES:	NIVELES:
A: Tipo de semilla	a1: Pajuro a2: Haba
B: Tiempo de tostado	b1: 10 minutos b2: 15 minutos

Variable respuesta: Color de la harina tostada.

Modelo aditivo lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Color de la harina tostada obtenida a partir del i-ésimo tipo de semilla, j-ésimo tiempo de tostado, k-ésimo unidad experimental.

μ = Efecto de la media poblacional.

A_i = Efecto de la i-ésima semilla tostada durante la evaluación del color de la harina tostada.

B_j = Efecto del j-ésimo tiempo de tostado en la evaluación del color de la harina tostada.

AB_{ij} = Efecto de la interacción de la i-ésima semilla y del j-ésimo tiempo de tostado en la evaluación del color de la harina tostada.

ϵ_{ijk} = Error experimental.

Comparaciones múltiples:

Las comparaciones de medias de los tratamientos a evaluar fue realizado mediante la prueba Tukey con un nivel de significancia del 0,05.

Evaluación sensorial:

En la evaluación se realizó las formulaciones de harina tostada de pajuro y harina tostada de haba, se detalla a continuación los siguientes tratamientos:

T1= 100% harina de pajuro tostada 10 min

T2= 100% harina de pajuro tostada 15 min

T3= 75% harina de pajuro + 25% de harina de haba tostada 10 min

T4= 75% harina de pajuro + 25% de harina de haba tostada 15 min

T5= 50% harina de pajuro + 50% de harina de haba tostada 10 min

T6= 50% harina de pajuro + 50% de harina de haba tostada 15 min

T7= 25% harina de pajuro + 75% de harina de haba tostada 10 min

T8= 25% harina de pajuro + 75% de harina de haba tostada 15 min

T9=100% harina de haba tostada 10 min

T10=100% harina de haba tostada 15 min

Análisis de datos para la evaluación sensorial cuantitativa descriptiva del sucedáneo de café:

Para el análisis de los datos de la evaluación sensorial del sucedáneo de café en base a haba y pajuro se empleó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA); Cuyos tratamientos estuvieron constituidos por las formulaciones de harina tostada de haba y pajuro con 12 panelistas semi-entrenados. Variable respuesta: Características sensoriales (perfil tasa); Usando el método de análisis sensorial cuantitativo descriptivo (ACD). Basado en la norma técnica Colombiana NTC 4883, que regula el procedimiento para panel sensorial cuantitativo descriptivo de café tostado y molido (ICONTEC, 2000).

Modelo aditivo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Características sensoriales del sucedáneo de café en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.

μ = Efecto de la media poblacional.

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento en la evaluación sensorial del sucedáneo de café

B_j = Efecto del j-ésimo bloque en la evaluación sensorial del sucedáneo de café.

ε_{ij} = Error experimental en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque durante la evaluación sensorial del sucedáneo de café.

Comparaciones múltiples:

Las comparaciones de medias de los tratamientos evaluados dentro del análisis sensorial, fueron realizadas mediante la prueba Tùkey con un nivel de significancia del 0,05.

III. RESULTADOS

3.1. DETERMINACIÓN DEL COLOR EN LA HARINA TOSTADA DE HABA Y PAJURO

En la Tabla 4 se muestra la determinación del color de las semillas tostadas de haba y pajuro el cual se realizó a través del método espectrofotométrico cuantificando la absorbancia de las infusiones de la harina tostada de haba y pajuro, realizando un barrido de (400-600nm).

Tabla 4. Lecturas de absorbancia a 400nm de las semillas de pajuro y haba tostadas para la elaboración del sucedáneo de café

Tratamiento	Tipo de semilla	Tiempo de tostado	Temperatura de tostado	Abs. Promedio
T1: a1b1	Pajuro	10	170- 180°C	1,900.00
T2: a1b2	Pajuro	15	170- 180°C	2,250.00
T3: a2b1	Haba	10	220- 230°C	1,383.30
T4: a2b2	Haba	15	220- 230°C	1,933.30

Fuente: Elaboración propia

La medición de la absorbancia en todas las muestras de harina tostada de haba y pajuro presentaban un comportamiento similar en cuanto a la longitud de onda, la lectura de la longitud de onda fue de 400 nm para todos los tratamientos.

Mostrándose la variación solo en la intensidad de la luz absorbida (absorbancia).

En la Tabla 5. Se muestra la categorización del color del tostado de las semillas de haba y pajuro, encontrando que las semillas de pajuro tostadas por 15 minutos se registró un tostado oscuro, mientras que las semillas de pajuro tostadas por 10 minutos y semillas de habas tostadas por 15 minutos registro un tostado medio.

Tabla 5. Categorización del color del tostado de las semillas de pajuro y habas tostadas para la elaboración del sucedáneo de café.

Tratamiento	Tipo de semilla	Tiempo de tostado	Temperatura de tostado	Categorizacion de Tostado
T1: a1b1	Pajuro	10	170- 180°C	Medio
T2: a1b2	Pajuro	15	170- 180°C	Oscuro
T3: a2b1	Haba	10	220- 230°C	Ligero
T4: a2b2	Haba	15	220- 230°C	Medio

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la cuantificación de la absorbancia de las infusiones de harina tostada de cada tratamiento se encuentran en la tabla B.1, (anexo) y la representación grafica de los tratamientos estudiados en la Figura 6; donde se muestra la diferencia de las absorbancias para la interrelación de los factores: Tipo de semilla y tiempo de tostado. Teniendo puntuación más alta T2 (harina tostada de pajuro a 15 minutos) y más baja T3 (harina tostada de haba 10min). Tal como nos indica el ANOVA (Tabla B.2, anexo) que existe diferencia estadística significativa para la interrelación de los factores estudiados.

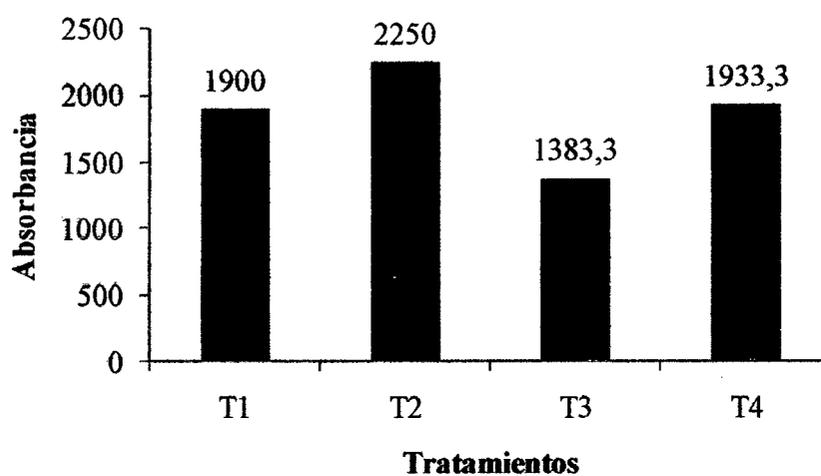


Figura 6. Valores promedio de la intensidad de luz absorbida (absorbancia) en función de los tratamientos estudiados (infusiones de harina tostada).

En la Figura 7, se puede apreciar que la variabilidad observada en los residuos es indicativa de la variabilidad que existe entre tipo de semilla y tiempo de tostado.

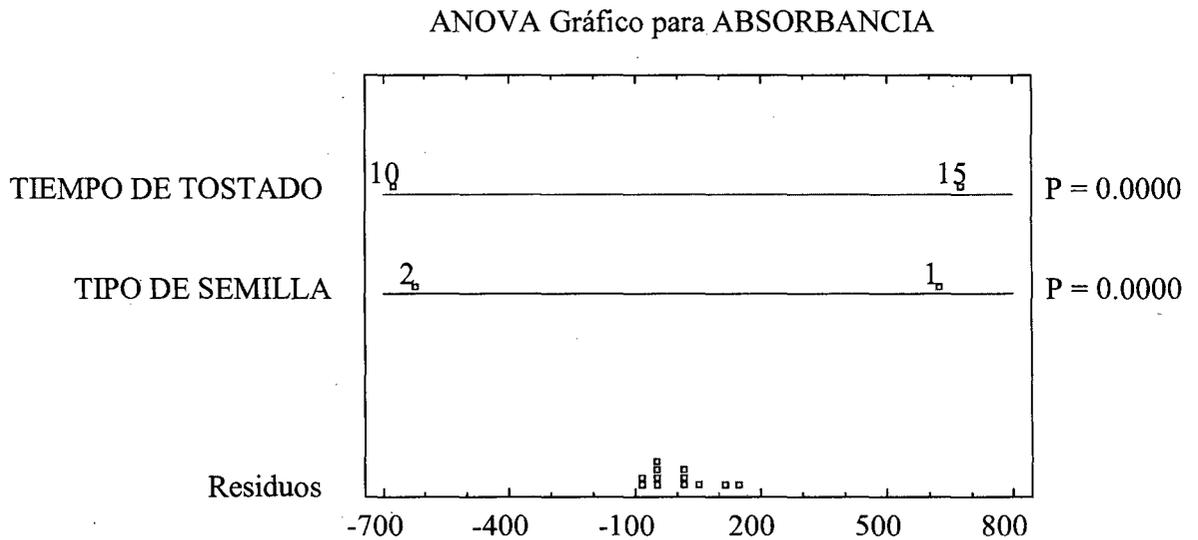


Figura 7. Representación gráfica del ANOVA para la absorbancia en función del tiempo y tipo de semilla tostada.

3.2. ANÁLISIS SENSORIAL CUANTITATIVO DESCRIPTIVO DEL SUCEDÁNEO DE CAFÉ HECHO A BASE DE HARINA TOSTADA DE HABA Y PAJURO; BASADO EN LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4883, QUE REGULA EL PROCEDIMIENTO PARA PANEL SENSORIAL CUANTITATIVO DESCRIPTIVO DE CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO (ICONTEC, 2000).

En la Tabla 6 se muestran los resultados del análisis sensorial del sucedáneo de café, empleando formulaciones de harina tostada de pajuro y harina tostada de haba; donde se aprecia que en el atributo acidez no se halló diferencias significativas entre los tratamientos evaluados; en tanto, en el atributo fragancia se encontró diferencias significativas en los tratamientos sobresaliendo con las mejores puntuaciones por los panelistas el grupo homogéneo constituido por los tratamientos T2, T3, T4, T9; en cuanto al sabor las mayores puntuaciones se registraron en T9 y T10 cuando se empleó 100% harina tostada de habas no hallando influencia en el tiempo de tostado.

Tabla 6. Valores promedio de los resultados obtenidos en la cuantificación del análisis sensorial del sucedáneo de café, puntuación total y por característica sensorial.

Tratamiento	Harina		Tiempo de tostado(min)	Apreciación								
	Pajuro %	Haba %		Global	Fragancia	Aroma	Sabor	Acidez	Amargo	Cuerpo	Post gusto	Catador
T1	100	0	10	43,67 a	5,67 ab	6 abcd	6 abc	5,17 a	5,5 abcd	5,5 a	5,5 ab	6 bc
T2	100	0	15	50,17 d	6,33 bc	7,17 e	6,17 abc	5,17 a	6,83 d	6,33 bc	6,33 cd	6 bc
T3	75	25	10	46 abc	6,17 bc	6,33 c	5,83 ab	5 a	5,33 abc	5,67 ab	5,83 abcd	5,83 ab
T4	75	25	15	48 bcd	6,33 bc	6,67 e	5,67 a	5 a	5,83 cd	6,67 c	5,83 abcd	6 b c
T5	50	50	10	44,17 ab	5,83 ab	5,33 a	5,67 a	4,83 a	5 abc	5,5 a	5,5 ab	6,50 cd
T6	50	50	15	44,17 ab	5 a	6,33cd	5,67 a	4,83 a	5,17 abc	5,5 a	5,67 abc	6 bc
T7	25	75	10	42,83 a	5,83 ab	5,5 ab	5,83 ab	5 a	4,33 ab	5,67 ab	5,33 a	5,33 a
T8	25	75	15	49,33 cd	7 c	7,17 e	6,5 bc	5,17 a	5,67 bc d	6,67 c	6,17 bcd	6,67 d
T9	0	100	10	45,67 abc	5,5 ab	5,67 ab	6,67 cd	4,67 a	4,17 a	5,67 ab	6,33 cd	7 d
T10	0	100	15	50,33d	6 b	6,17 b	7,33 d	5,33 a	4,83 abc	6,33 bc	6,5 d	7 d

Los resultados de la evaluación sensorial se presentan en la Tabla B.5, (anexo) y la representación gráfica de los tratamientos evaluados en la catación del sucedáneo de café en la Figura 8; el gráfico muestra el comportamiento de los tratamientos en función de la puntuación promedio total de los panelistas en donde podemos identificar los tratamientos que obtuvieron las mayores puntuaciones, así como la diferencia que existe entre cada tratamiento tal como nos muestra el ANOVA en la Tabla (anexo B.6). Que existe a lo menos un tratamiento que es significativamente diferente a los demás, para la puntuación total de los tratamientos estudiados.

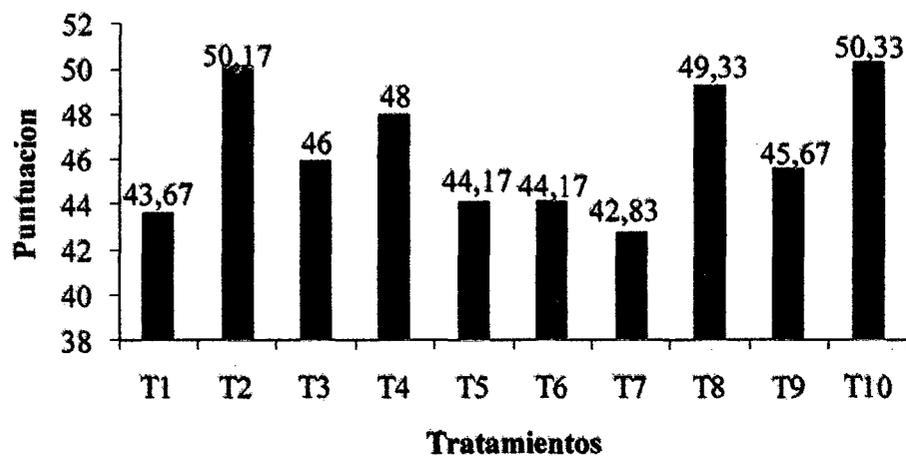


Figura 8. Representación gráfica de los valores promedio de la puntuación total para cada tratamiento evaluado en el análisis sensorial del sucedáneo de café.

Representación gráfica de las características sensoriales más influyentes en el análisis sensorial del sucedáneo de café.

3.2.1. Fragancia. Los resultados de la puntuación para esta característica sensorial se muestra en la Tabla B.8, (anexo) y Figura 9; donde se aprecia que el tratamiento T8 (Pajuro 25% y Haba 75%, 15min de tostado) tiene la mayor puntuación; Analizando los puntajes para cada tratamiento se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (Tabla B.9, anexo). En la tabla 7 se muestra que el T8 alcanzo la mayor calificación (ALTO), según la escala NTC 4883.

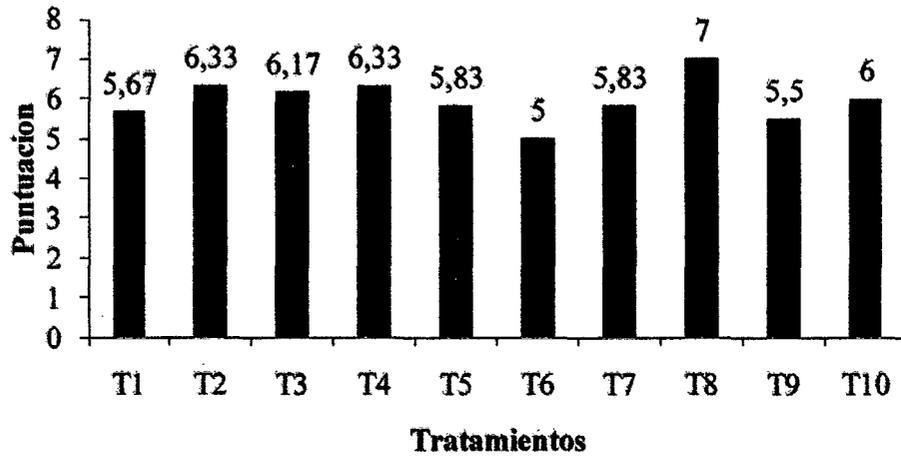


Figura 9. Representación de los valores promedio de la característica sensorial fragancia en función de la puntuación de los panelistas para cada tratamiento.

Tabla 7. Fragancia de la bebida calificación de acuerdo a la escala según NTC4883

Tratamiento	Promedio	
T1	5,67	Medio
T2	6,33	Medio Alto
T3	6,17	Medio Alto
T4	6,33	Medio Alto
T5	5,83	Medio
T6	5	Medio
T7	5,83	Medio
T8	7	Alto
T9	5,5	Medio
T10	6	Medio Alto

3.2.2. **Aroma.** Los resultados para esta característica sensorial se muestran en el Tabla B.11, (anexo) y Figura 10. En la cual se aprecia claramente que el T2 y T8 obtuvieron la mayor puntuación seguidos por una menor puntuación en los tratamientos T4 y el T5. Analizando los puntajes se encontró que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos tabla B.12, (anexo). En la Tabla 8 se muestra que los T2 y T8 alcanzaron la mayor calificación (ALTO), según la escala NTC 4883.

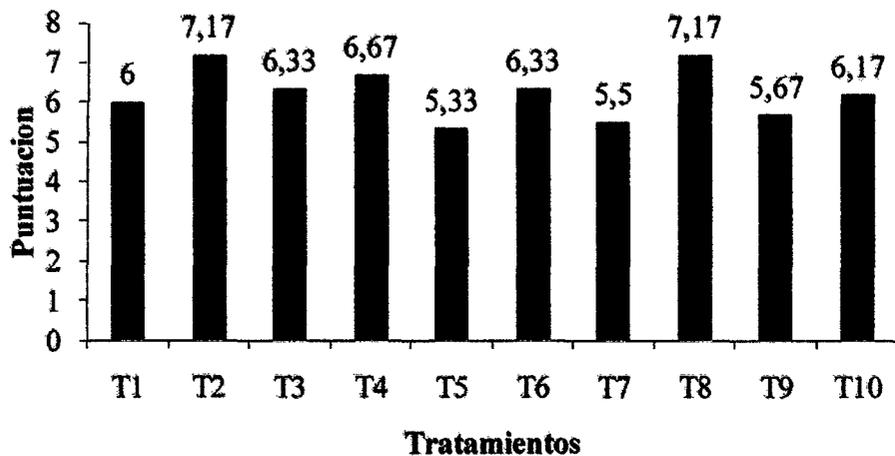


Figura 10. Representación de los valores promedio de la característica sensorial aroma en función de la puntuación de los panelistas para cada tratamiento.

Tabla 8. Aroma de la bebida calificación de acuerdo a la escala según NTC4883

Tratamiento	Promedio	
T1	6	Medio
T2	7,17	Alto
T3	6,33	Medio Alto
T4	6,67	Medio Alto
T5	5,33	Medio
T6	6,33	Medio Alto
T7	5,5	Medio
T8	7,17	Alto
T9	5,67	Medio
T10	6,17	Medio Alto

3.2.3. Sabor. Los resultados para la característica sensorial sabor se muestra en el Tabla B.14, (anexo) y Figura 11, donde se muestra que el sabor esta más influenciada por el tipo de semilla (pajuro, haba), en comparación con el tiempo de tostado donde no influencio para este atributo; los tratamientos que tienden al acercamiento 100% harina tostada de haba son los que tienen mayor sabor, por lo que recibieron una mayores puntuaciones por parte de los panelistas.

Analizando los puntajes se encontró que hay diferencia estadística significativa entre tratamientos así nos muestra (Tabla B.15, anexo). En la

tabla 9 se muestra que el T10 alcanzo el mayor puntaje (ALTO), según la escala NTC 4883.

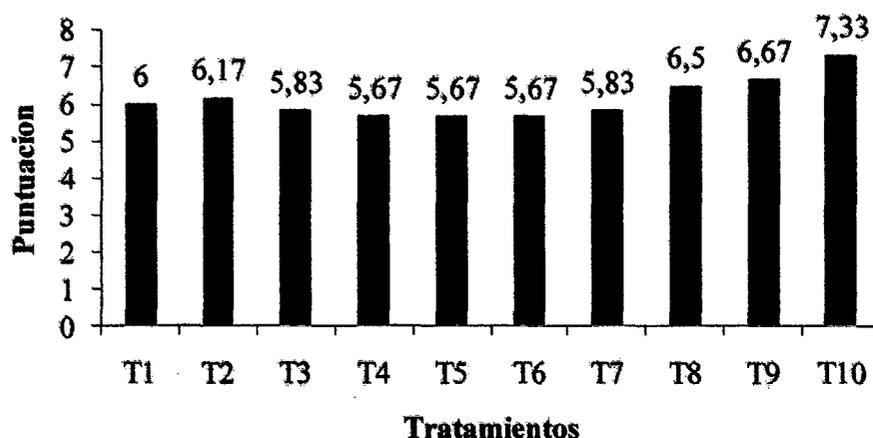


Figura 11. Representación de los valores promedio de la característica sensorial sabor en función de la puntuación de los panelistas para cada tratamiento.

Tabla 9. Sabor de la bebida calificación de acuerdo a la escala según NTC4883

Tratamiento	Promedio	
T1	6	Medio
T2	6.17	Medio Alto
T3	5.83	Medio
T4	5.67	Medio
T5	5.67	Medio
T6	5.67	Medio
T7	5.83	Medio
T8	6.5	Medio Alto
T9	6.67	Medio Alto
T10	7.33	Alto

3.2.4. **Cuerpo.** Los resultados para la característica sensorial cuerpo se muestra en la Tabla B.17, (anexo) y Figura 12. En la cual se puede apreciar que una concentración de 25% Haba T4 y 75% Haba T8 con un tiempo de tostado 15 minutos en las infusiones del sucedáneo de café son adecuadas para obtener un aceptable cuerpo en el paladar. Analizando los puntajes se encontró que hay diferencia estadística significativa entre tratamientos (Tabla B.18, anexo). En la Tabla 10 se muestra que el T2, T4, T8 y T10 alcanzaron la mayor puntuación (MEDIO ALTO), según la NTC 4883.

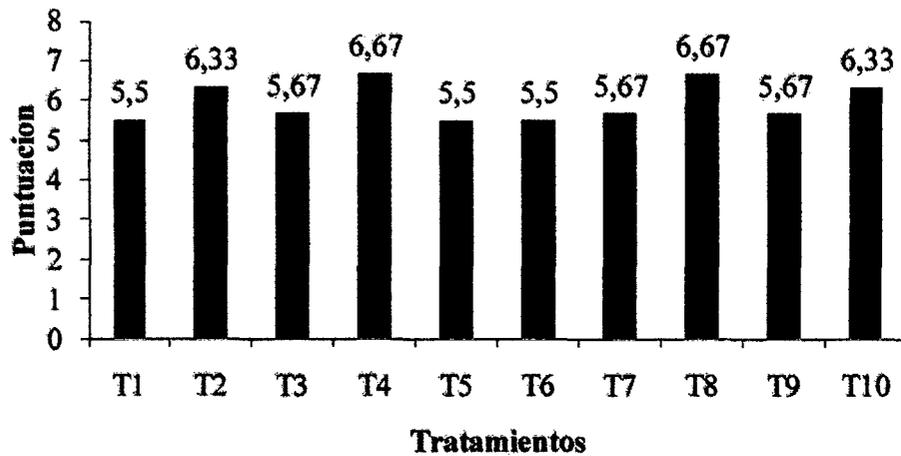


Figura 12. Representación de los valores promedio de la característica sensorial cuerpo en función de la puntuación de los panelistas para cada tratamiento.

Tabla 10. Cuerpo de la bebida calificación de acuerdo a la escala según NTC4883

Tratamiento	Promedio	
T1	5.5	Medio
T2	6.33	Medio Alto
T3	5.67	Medio
T4	6.67	Medio Alto
T5	5.5	Medio
T6	5.5	Medio
T7	5.67	Medio
T8	6.67	Medio Alto
T9	5.67	Medio
T10	6.33	Medio Alto

3.2.5. Acidez. Los resultados para la característica sensorial acidez se muestra en la Tabla B.20, (anexo) y Figura 13. En la cual se aprecia que conforme aumentamos la concentración del porcentaje de harina tostada de haba hasta encontrar la equivalencia con la harina tostada de pajuro en los tratamientos T5 y T6 (50% Pajuro y 50% Haba) para 10 y 15 minutos de tostado la acidez va disminuyendo; también se observa que el tiempo de tostado no es un factor que determina la acidez. En concentraciones mayores del 50% de harina tostada (T7; T8; T9; T10) el tiempo de 15 minutos y la concentración de harina tostada de haba determinan el grado de acidez en la evaluación sensorial del sucedáneo de café en taza, el

tratamiento que obtuvo mayor calificación fue T10: 5,33 seguido por T10: 5,17. Analizando los puntajes se encontró que no hay diferencia estadística significativa entre Tratamientos (Tabla B.21, anexo). En la Tabla 11 se muestra que todos los tratamientos alcanzaron un puntaje MEDIO, según la escala NTC 4883.

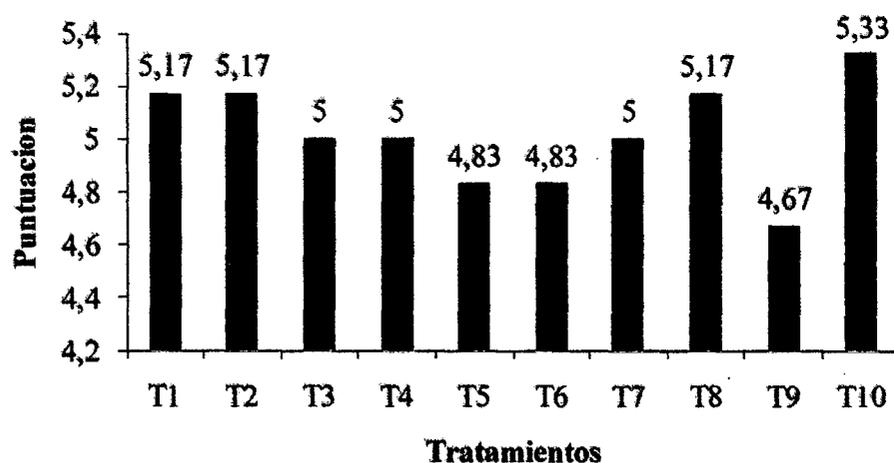


Figura 13. Representación de los valores promedio de la característica sensorial acidez en función de la puntuación de los panelistas para cada tratamiento.

Tabla 11. Acidez de la bebida calificación de acuerdo a la escala según NTC4883

Tratamiento	Promedio	
T1	5,17	Medio
T2	5,17	Medio
T3	5	Medio
T4	5	Medio
T5	4,83	Medio
T6	4,83	Medio
T7	5	Medio
T8	5,17	Medio
T9	4,67	Medio
T10	5,33	Medio

3.2.6. Amargo. Los resultados para la característica sensorial amargo se muestran en la Tabla B.23, (anexo) y Figura 14, en la cual se puede apreciar que tanto el tipo de semilla como el tiempo de tostado son los que determinan el amargo en taza de las infusiones de sucedáneo de café.

A tiempos de tostion 15 minutos y conforme aumentan las concentraciones de harina tostada de pajuro 100% T2. El amargor en taza del sucedaneo de café obtuvo la máxima calificación durante la evaluación sensorial por parte de los panelistas. Analizando los puntajes se encontró que hay diferencia estadística significativa entre tratamientos (Tabla B.24, anexo). En la Tabla 12 se muestra que el T2 alcanzó el mayor puntaje (MEDIO ALTO), según la escala NTC 4883.

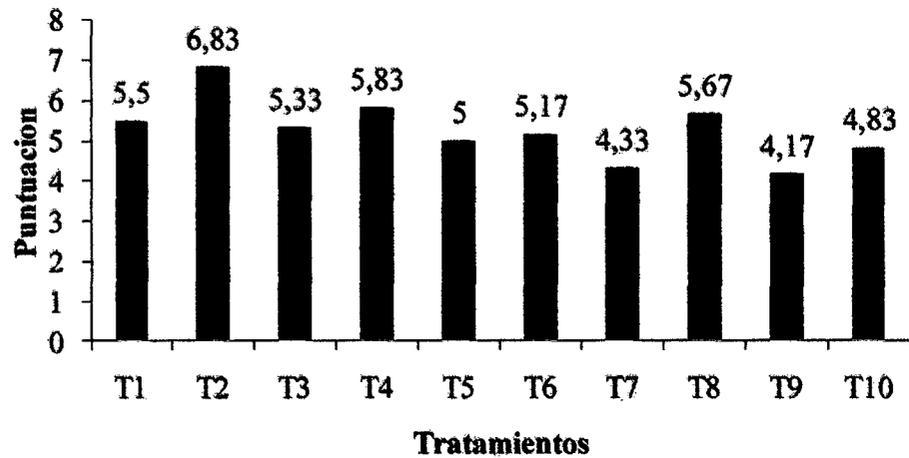


Figura 14. Representación de los valores promedio de la característica sensorial amargo en función de la puntuación de los panelistas para cada tratamiento.

Tabla 12. Amargo de la bebida calificación de acuerdo a la escala según NTC4883

Tratamiento	Promedio	
T1	5.5	Medio
T2	6.83	Medio Alto
T3	5.33	Medio
T4	5.83	Medio
T5	5	Medio
T6	5.17	Medio
T7	4.33	Medio
T8	5.67	Medio
T9	4.17	Medio
T10	4.83	Medio

3.3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DEL SUCEDÁNEO DE CAFÉ.

3.3.1. Determinación del contenido de humedad del sucedáneo de café.

El % humedad se muestra en la tabla B.32, (anexo) y Figura 15, donde se muestra que el % humedad muestra una Interrelación entre el tipo de semilla y tiempo de tostado (T10; 100% haba y T8; 75% haba, 25% pajuro). Analizando los resultados se encontró que hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Tabla B.33, anexo).

Tabla 13. Porcentaje de humedad en los mejores tratamientos del sucedáneo de café.

Harina tostada de semilla				
Tratamiento	Haba	Pajuro	Tiempo de tostado (min)	% Humedad
T8	75%	25%	15	2,990
T10	0%	100%	15	1,727

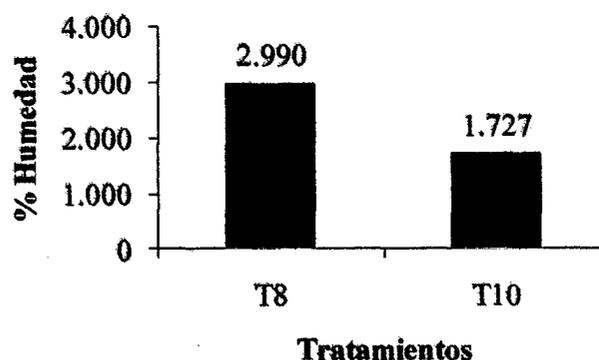


Figura 15. Representación de los valores promedio del porcentaje de humedad en los mejores tratamientos obtenidos del sucedáneo de café.

3.3.2. Determinación de proteínas del sucedáneo de café.

En la Figura 16, se muestra el comportamiento del porcentaje de proteína de los mejores tratamientos del sucedáneo de café T8 y T10 cuyas semillas fueron tostados empleando un tiempo de 15 minutos, encontrando mayor contenido al emplear 100% de harina tostada de haba.

Tabla 14. Porcentaje de proteína en los mejores tratamientos del sucedáneo de café.

Harina tostada de semilla				
Tratamiento	Haba	Pajuro	Tiempo de tostado (min)	% Proteína
T8	75%	25%	15	17,753
T10	0%	100%	15	20,36

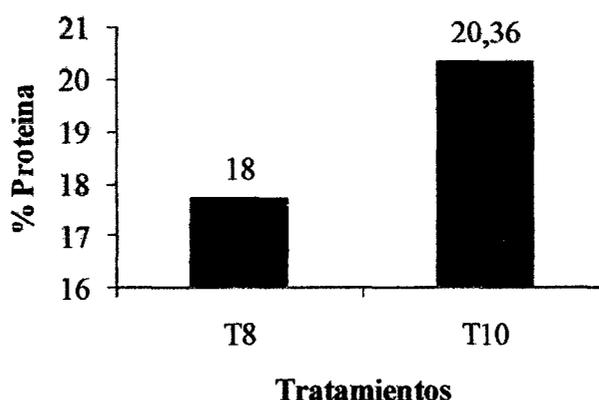


Figura 16. Representación de los valores promedio del porcentaje de proteína de los mejores tratamientos obtenidos del sucedáneo de café.

3.3.3. Determinación de cenizas del sucedáneo de café.

El porcentaje de cenizas se muestran en la tabla B.38, (anexo) y Figura 17, donde se muestra que el % cenizas esta influenciado por el tipo de semilla para un tiempo de tostado 15min (T10; 100% haba y T8; 75% haba, 25% pajuro). Analizando los resultados se encontró que hay diferencia estadística significativa (Tabla B.39, anexo).

Tabla 15. Porcentaje de cenizas en los mejores tratamientos del sucedáneo de café.

Harina tostada de semilla				
Tratamiento	Haba	Pajuro	Tiempo de tostado (min)	% Cenizas
T8	75%	25%	15	3,483
T10	0%	100%	15	4,478

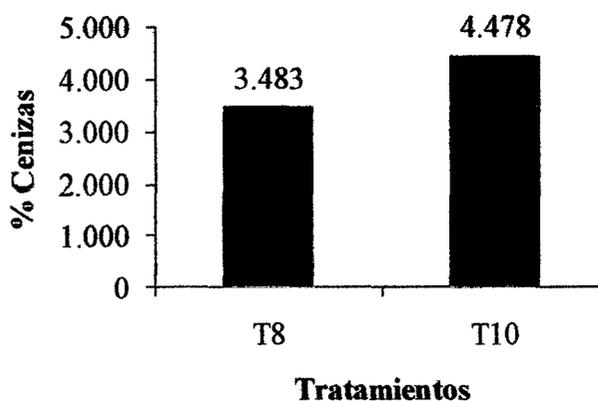


Figura 17. Representación de los valores promedio del porcentaje de cenizas de los mejores tratamientos obtenidos del sucedáneo de café.

3.3.4. Determinación de fibra del sucedáneo de café.

En la Figura 18, se muestra el comportamiento del porcentaje de fibra en los tratamientos T8 y T10, no encontrando una variación significativa, tal como se demuestra en la prueba Túkey (Tabla B.37, anexo)

Tabla 16. Porcentaje de fibra en los mejores tratamientos del sucedáneo de café

Harina tostada de semilla				
Tratamiento	Haba	Pajuro	Tiempo de tostado (min)	% Fibra
T8	75%	25%	15	0,760
T10	0%	100%	15	0,827

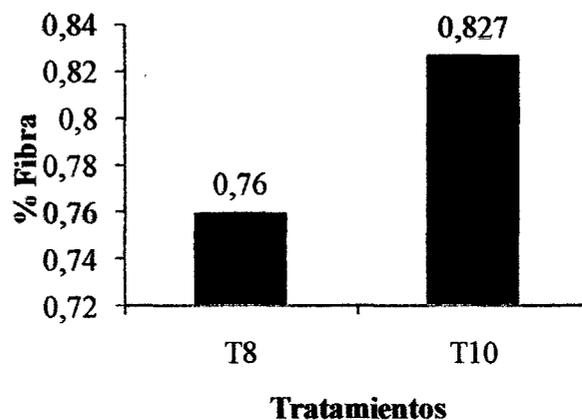


Figura 18. Representación del porcentaje de fibra de mejores tratamientos obtenidos del sucedáneo de café.

3.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN LOS MEJORES TRATAMIENTOS OBTENIDOS DEL SUCEDÁNEO DE CAFÉ.

El recuento de mohos y levaduras en el sucedáneo de café en ambos tratamientos fue menor a 10ufc/g.

IV. DISCUSIÓN

En base a los resultados presentados en la presente investigación, se procede a presentar las siguientes discusiones, para cada objetivo planteado.

Para el tostado de las muestras en la presente investigación se tomaron criterios técnicos de acuerdo a las características físicas (morfología, textura) de las muestras (semillas de haba y pajuro) en estudio, así las semillas de pajuro fueron peladas picadas, escaldadas con 0,1% ácido cítrico, secadas a 50°C hasta 12% humedad y empacadas, para luego ser sometidas a una temperatura de tostión que oscila entre 170-180°C. Basilio (2004). Elaboro un sucedáneo de café a partir de algarroba (*Prosopis alba* Griseb), donde empleo una temperatura de tostado de 160°C durante 60 minutos cuyos parametros permitió obtener una bebida con aroma más parecido al de café genuino. La temperatura de tostión de las semillas de haba fue de 220 - 230°C considerándose como un parámetro fijo al evaluar los tiempos de tostión de 10 y 15 minutos, estos parámetros muestran similitud con los usados por Lara (2005), el cual uso un tiempo de 8 – 10 minutos a una temperatura de 200 – 220°C para el tostado de café.

El color puede estar influenciado y relacionado a muchas propiedades. A menudo el color y el sabor están directamente relacionados. También lo están la variación de color y el contenido de humedad (Good, 2002; Citado por Basilio, 2004). En la presente investigación el color está más relacionado con el aroma (Tabla B.11, anexo) y el amargo (Tabla B.23, anexo) de la bebida, más no con el sabor (Tabla B.14, anexo), en donde la cuantificación de la absorbancia demostró que la mayor intensidad de color está en las muestras de pajuro (Tabla B.1, anexo). Asimismo el color no se muestra influenciado con el contenido de humedad (Tabla B.32, anexo).

Empleando un tiempo de tostión de 15 minutos se obtuvo harinas tostadas de haba y pajuro de un color más oscuras que aquellas que fueron tostadas a 10 minutos, corroborándose con las lecturas de absorbancia (Tabla B.1, anexo) los cuales demostraron mayor intensidad de absorbancia, esto es debido a muchos factores entre los que destaca: Temperatura, tiempo de tostión, morfología de los trozos de las semillas picadas, estructura física, lo que permitió obtener un color oscuro intenso.

Lara (2005), afirma que el grado de tostado es valorado cualitativamente por el color, resultando en una simple categorización de ligero, medio y oscuro. En la siguiente investigación los tratamientos de haba T3; (semillas de haba tostadas por 10 minutos) y T4; (semillas de haba tostadas por 15 minutos) mostraron mayor resistencia al proceso de tostado (220-230°C) siendo ligero para el tiempo de 10 minutos y medio para 15 minutos (Tabla 5), datos reportados por los panelistas durante el análisis sensorial. Así mismo las lecturas de absorbancia para estos tratamientos nos demuestran que tenían una baja intensidad de color en promedio 1383; T3 y 1933; T4, con respecto a las lecturas obtenidas por el tostado de pajuro (170- 180)°C T1; 1900 y T2; 2250 con un color medio para 10 minutos y oscuro para 15 minutos (Tabla 7). Lara (2005) indica que los tostados ligeros o claros realzan la acidez pero producen una bebida más ligera, los tostados claros son más útiles para definir la calidad de un café por un experto catador.

La prueba Túkey (Tabla B.3, anexo), muestra dos grupos homogéneos a y b tanto para tipo de semilla como para el tiempo de tostado, siendo la harina tostada de pajuro y tiempo de tostado de 15 minutos los que determinan una mayor intensidad del color, lecturas de la absorbancia (Tabla B.1, anexo). El ANVA (Tabla B.2, anexo), muestra la diferencia significativa que existe con un nivel de confianza 95% para tipo de semilla y tiempo de tostado.

En la realización del análisis sensorial de las infusiones del sucedáneo de café, se tomó como referencia la investigación de Otálora y Rubio (2010), en la cual prepararon una bebida sustituta de café a base de soya, realizando un análisis sensorial cuantitativo descriptivo de ocho características sensoriales basados en la NTC 4883. La evaluación sensorial (Cuantitativa descriptiva) de la bebida realizada en la presente investigación, presentó claramente que los tratamientos con mayor aceptación fueron el T8 (25% pajuro y 75% haba) y T10 (100% haba) para un tiempo de tostado de 15 minutos así nos lo muestra el análisis estadístico para la puntuación total y c/u de las características evaluadas de los tratamientos estudiados (Tabla 6).

Las características organolépticas o sensoriales del café se refieren a la fragancia o aroma, sabor, acidez, post-gusto, balance, cuerpo, taza limpia, apreciación del catador y el dulzor del café, percibidas por el consumidor al probar la bebida de café (Lingle Ted, 2001). En la siguiente investigación se representa la puntuación total en

promedio del análisis sensorial (Figura 8), donde los tratamientos con mayor puntuación fueron T10; T2; T8; T4, en ese orden claramente podemos notar que existió una interrelación entre los dos factores estudiados en el proceso de tostado tipo de semilla y tiempo de tostado; en concentraciones cercanas al 100% de harina de alguno de los tipos de semilla y con un tiempo de tostado de 15 minutos; asimismo, las calificaciones por parte de los panelistas fueron mayores (Tabla B.5, anexo).

La característica sensorial fragancia (Figura 9), se muestra que entre los tratamientos T2; T3; T4 y T10 la variabilidad entre los promedios de las puntuaciones es escasa y la NTC4883 (Tabla 7) a estos tratamientos los calificó como MEDIO ALTO; T1; T5; T6; T9 MEDIO y como ALTO T8 (25% pajuro y 75% haba) con concentraciones de harina tostada para un tiempo de 15 minutos de tostión. Tal como con indica la prueba Túkey (Tabla B.10, anexo); el cual muestra la formación de tres grupos homogéneos donde el T5 es el que mayor fragancia tuvo en el primer grupo; en el segundo grupo el T2 y en el tercer grupo el T8. En legumbres y cereales los principales compuestos fenólicos son los flavonoides, ácidos fenólicos y taninos (Bravo, 1998). El tipo de semilla, tiempo de tostado y concentraciones de harina en la formulación del sucedáneo de café, son los que permitieron el desarrollo de los compuestos fenolicos, intensidad y determinaron la fragancia del sucedaneo de café T8.

Las características sensoriales que determinaron la aceptación del sucedáneo de café en taza por parte de los panelistas fueron fragancia, sabor y acidez, teniendo en cuenta los resultados del análisis estadístico claramente podemos apreciar en la prueba Túkey en las Tablas 10; 16; 22, las figuras 9; 11; 13 y las tablas 7; 9; 11 en donde T8 (25% pajuro y 75% haba) y T10 (100% haba) son los que mejor calificación obtuvieron. Dentro de las características organolépticas importantes se encuentran: fragancia, aroma, sabor cuerpo acidez post gusto y balance (Barrios et al. 1998, Geel *et al.*2005; Citado por Banegas, 2009).

Para la característica sensorial aroma (Figura 10), se aprecia que existe una interrelación entre tipo de semilla y tiempo de tostado. Así todos los tratamientos T2; T4; T6; T8 T10 (harina tostada) que tuvieron un tiempo de tostado de 15 minutos, son los que durante la evaluación sensorial del sucedaneo de café en taza, recibieron puntuaciones más altas que las que fueron tostadas a 10 minutos. La Figura 10, muestra un aroma muy pronunciado para el T2 (100% Pajuro), desde que empezamos

a aumentar las concentraciones de harina tostada de semilla de haba (T3 hasta T6) se observa en la misma figura que las calificaciones por parte de los panelistas disminuye progresivamente, luego, al disminuir las concentraciones de harina tostada de pajuro al 25% se obtiene la máxima puntuación para este atributo en T8.

Una de las características que determinó el mejor tratamiento y aceptación del sucedáneo de café en taza fue el sabor (Figura 11), la cual muestra, que cuando la concentración de harina tostada de haba es mayor al 50% (T7; T8; T9; T10) las calificaciones por parte de los panelistas aumenta, lo cual demuestra que los tiempos de tostado fueron adecuados para el tostado de las semillas de haba (220- 230°C), desarrollando un color ligero y medio para 10 y 15 minutos (Tabla 5), con baja intensidad (Tabla 4). Según NTC4883 (Tabla 9), el T10 califico como alto, T9; T8; T2 medio alto y medio, T1; T3; T4; T5; T6; T7. Rojas (2005). Menciona la posible contribución de pirazinas y dihidroxipirazinas en el sabor de alimentos tostados. Al respecto Katzeff (2001) indica que se puede tostar el café a varios colores en cada color se nota un grupo de sabores distintos. En general, los tostados más claros tienen características de dulce, acidez y cuerpo. Los tostados más oscuros pierden estos sabores pero ganan complejidad y un sabor a carbón. Queda demostrado que los tratamientos con harina tostada de pajuro (170- 180°C), obtuvieron un grado de color más intenso (Tabla 5), por ello perdió sabores característicos que eran determinantes en la evaluación de la bebida sucedáneo de café en taza. Así mismo Lara (2005), indica que los tostados oscuros tienden a realzar el cuerpo y disminuir los atributos del sabor. Los compuestos fenólicos en abundancia que se encuentran en las frutas y vegetales, están estrechamente asociados con el color y sabor de los alimentos de origen vegetal, así como con su calidad nutricional por sus propiedades antioxidantes comprobados Martínez-Valverde *et al.* (2000).

La prueba Tùkey (Tabla B.16, anexo), para la característica sabor, muestra cuatro grupos homogéneos en el primer grupo T2: 6,17 obtuvo la máxima puntuación T8: 6,5 en el segundo, T9: 6,67 en el tercero y T10: 7,33 en el cuarto grupo.

En la (Figura 14), se puede apreciar que hay una interrelación entre tipo de semilla y tiempo de tosti3n para la característica sensorial amargo; los tratamientos T2; T4; T6; T8; T10, con tiempo de tostado 15 minutos recibieron calificaciones mayores referente

a los de 10 minutos T1; T3; T5; T7; T9, en el análisis sensorial del sucedáneo de café en taza.

La harina tostada de pajuro tiene una relación directa con el amargor de la bebida cuando bajamos la concentración de harina tostada de habas en el T2 (0%) donde el amargo se siente más pronunciado, esto debido al tostado oscuro. Según NTC4883 (Tabla 12), el T2 califico como MEDIO ALTO. Aún cuando las semillas componentes de la bebida sucedaneo de café evaluado en taza no tienen cafeína en su composición química. Clifford (1985) menciona que no existe asociación real entre la cafeína y el amargo de la bebida, ya que se ha encontrado persistencia en el amargo de la bebida en cafés descafeinados. Vaast *et al.* (2005) en un estudio realizado en Nicaragua no encontró diferencias entre el contenido de cafeína de cafés de alta y baja calidad de taza. De forma similar, Avelino *et al.* (2005) no encontró ninguna relación entre cafeína con el amargo y las demás características organolépticas de taza en la zona del Valle Central de Costa Rica.

El tratamiento que calificó como mayor amargo fue el T2 en la Tabla B.23, (anexo). Esto es debido a que el grado de tostado según los valores de la prueba de intensidad de color (Tabla B.1, anexo), y categorización de color (Tabla 5), el tratamiento con semilla de pajuro tostada a 15 minutos demostró ser mayor referente a los demás tratamientos en la evaluación de color. Murillo (2003) refiere que los tuestes claros desarrollan mejores sabores y aromas dulces del café. Los tuestes oscuros desarrollan sabores y aromas amargos, por lo que se recomiendan tostados claros para la catación para poder apreciar mejor los atributos o defectos con que cuenta la muestra. El amargo se debe a que durante el proceso de tostado, los ácidos clorogénicos sufren un proceso de hidrólisis que libera residuos de ácidos quínicos y compuestos fenólicos. Dichos compuestos son precursores del amargo y astrigencia de la bebida (Bertrand *et al.* 2003; Clifford 2000 y 1999 Citado por Lara 2005).

La característica sensorial cuerpo (Figura 12), se aprecia que se encuentra mayormente influenciada por la interrelación tipo de semilla y tiempo de tostado, es muy determinante para ubicarnos en los mejores tratamientos y discriminar aquellos que no guardan ninguna relación de aceptación de acuerdo a las calificaciones por parte de los panelistas. La Figura 12 muestra que el T8 y T4 fueron los tratamientos mejor calificados por los jueces (panelistas), esto nos demuestra que la harina tostada de

pajuro y haba con un tiempo de tostado 15 minutos tienen una estrecha relación para formular un sucedáneo de café. Así como el T2 y T10 obtuvieron calificaciones similares aquí notamos que el tiempo de tostado es el que determinó el cuerpo de la bebida de acuerdo a las calificaciones reportadas por los panelistas en la evaluación sensorial cuantitativa descriptiva del sucedáneo de café en taza. La prueba Tukey (Tabla B.19, anexo), muestra la formación de tres grupos homogéneos, el primer grupo tiene valores comprendidos entre (5,5- 5,67), el segundo (5,67- 6,33) y el tercero (6,3- 6,6).

La acidez puede clasificarse a los de mayor grado como acidez aguda y penetrante, los intermedios como ligeros, hasta escasa o falta absoluta de acidez (Menchú 1967; Citado por Lara 2005). La calificación para este atributo en la evaluación sensorial del sucedáneo de café fue media según la NTC 4883 (Tabla 11), estando entre los rangos de 4,6- 5,3 para los tratamientos en estudio donde realizando la prueba Tukey (Tabla B.22, anexo), obteniéndose un solo grupo homogéneo, lo que confirma que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con un nivel de confianza del 95%.

La acidez se ha asociado a la acción de ácidos orgánicos, se considera que el ácido fosfórico puede ser uno de los responsables de la acidez (Clifford 1985; Citado por Lara 2005). La representación gráfica de los promedios de la característica sensorial acidez (Figura 13), muestra que la acidez lo determina el tipo de semilla, siendo la semilla tostada de haba (T10) el que mayores calificaciones obtuvo, esto es debido a que el tiempo y temperatura de tostado fueron adecuados para que se desarrollen los ácidos orgánicos.

Doroch (2002). Realizó una sustitución parcial de la harina de pescado por harina de haba (*Vicia faba* var. minor (Harz) Beck) en la formulación de alimento para salmónidos, en donde obtuvo cenizas 2,70%. Sosulski y Mccurdy (1987), quienes encontraron un valor de 2,69% de harina de haba con cáscara (*Vicia faba* var. minor). Rubio *et al.* (1990), registro valores de aproximadamente 3,5%. En la presente investigación se obtuvo un valor similar en promedio para T8 (25% pajuro y 75% haba); 3,483%, siendo mayor en T10 (100% harina tostada de haba); 4,478% de cenizas.

En los resultados de análisis de varianza ANVA (Tabla B.39, anexo), muestra que los tratamientos T8 y T10 no tienen significación estadística significativa sobre el porcentaje de cenizas; así mismo, la prueba Túkey (Tabla B.40, anexo), se observa un solo grupo homogéneo por lo que le complementa que no existe significancia entre los tratamientos a un nivel de confianza del 95%.

Los cereales y derivados tienen un bajo contenido en fibra dietética, 0,6-2,7%, siendo un poco mayor en verduras y hortalizas, 1,0-3,5%, o en frutas frescas, 0,1-3,3%. Sin embargo, son las legumbres las que tienen el mayor contenido 9,0-18,7%. Las recomendaciones sobre el consumo de fibra dietética son de entre 30 y 45 g diarios (Cummings y Frolich, 1993; Citado por Basilio 2004). En la presente investigación los tratamientos muestran un bajo contenido de fibra T10; 0,827 y T8; 0,760 esto es debido a las altas temperaturas que sufrieron las muestras en el proceso de tostado. El tratamiento térmico también reduce el contenido de fibra a la quinta parte y provoca una destrucción de la actividad antitriptica en un 20% (Cubero y Moreno, 1983; Citado por Daroch 2002).

En la presente investigación (Tabla 16), se observa que el contenido promedio de porcentaje de fibra del sucedáneo de café para T10; 0,827 y T8; 0,760. Estos valores son bajos en comparación con el porcentaje de fibra en semillas de haba con cáscara. Doroch (2002). Obtuvo en promedio 8,14% fibra; Marquardt *et al.* (1975), quienes encontraron un valor de 8,10% de harina de haba con cáscara (*Vicia faba* var. minor). Otros autores han registrado valores más altos en la misma especie de haba, entre los que destaca Marquardt *et al.* (1975), quienes registraron valores entre 8,6% a 9,3%. Los resultados obtenidos del sucedáneo de café guardan una estrecha relación con los valores de fibra para semillas de haba sin cáscara; Rubio *et al.* (1990), encontraron un valor de 0,08% a 1,2% en harina de haba descascarada (*Vicia faba* var. minor), Doroch (2002), obtuvo 1,34%. Otros autores han registrado valores más altos en la misma especie de haba, entre ellos destaca Sosulski y Mccurdy (1987), quienes registraron valores entre 1,6% a 1,9%.

Los resultados del ANVA (Tabla B.42, anexo), se observa que los tratamientos aplicados a las semillas de haba y pajuro tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de proteína para el T8 y T10. Así en el Tabla B.41, (anexo) apreciamos que el contenido en promedio de proteína para T8; 17,753 y T10;

20,36. Doroch (2002). Obtuvo en promedio 19,54%, Tyler *et al.* (1981), encontraron un valor de 19,60% en la harina de haba entera (*Vicia faba* var. minor), Khare y Singh (1991), encontraron un valor de 18,0% y 17,6%. Los valores encontrados por los autores antes descritos se muestran similares a los obtenidos en la presente investigación, por lo tanto afirmamos que la semilla de haba no sufrió muchos cambios con respecto a la estructura química.

Según Lerici *et al.* (1990; Citado por Sanchez *et al.*, 2007) consideran de 11 a 12% a 1,2 a 2% de pérdida de agua para los granos de café durante el tostado. Los valores obtenidos en la presente investigación para pérdida de agua fue de 12% a 1,73% T10, lo cual indica que está dentro del rango establecido y T8 de 12% a 2,99. El contenido de humedad es uno de los factores más relevantes el cual determina la calidad del alimento. El contenido de humedad de un producto, en relación a la temperatura, puede ejercer una influencia sobre la estabilidad química, microbiológica y enzimática (Labuza, 1980; Citado por Basilio 2004).

La proteína presente en la harina tostada fue T8: 17,75%; T10: 20,36%, lo que nos da a conocer la disminución con respecto al valor determinado para las semillas de haba sin tostar 24,3%, de 6,55% y 3,94%, esta disminución se atribuye a la desnaturalización proteica durante el proceso de tostado provocado por reacciones pirolíticas que suceden. Los grupos amino suministran gran parte del nitrógeno que se incorpora a los volátiles que confieren el aroma. En estos casos los aminoácidos o cadenas de aminoácidos tienden a desplegarse arbitrariamente perdiendo su estructura tridimensional y pasando a ser un conjunto de cadenas deshilachadas por el rompimiento de cadenas carbonadas y formación de intermedios radicalarios, Otálora y Rubio, (2010).

Por los valores obtenidos de la evaluación sensorial de las ocho características (fragancia aroma, sabor, acidez, cuerpo, amargo, impresión global, apreciación del catador) que regula la NTC4883 en una escala de 0- 10, siendo entre 4- 6 un café medio y entre 7- 9 un café con calificación alta, referente a esto y a las calificaciones de los panelistas, catalogamos al sucedáneo de café elaborado en base a harina de semillas tostadas de haba y pajuro como medio, y los tratamientos que presentaron mayor aceptación de acuerdo a sus atributos fue T8 y T10 los cuales procedieron de la

formulación de harina de pajuro y haba los cuales fueron tostadas usando un tiempo de 15 minutos.

V. CONCLUSIONES

Las harinas tostadas obtenidas usando un tiempo de tostado de 15 minutos, fueron categorizadas en color como oscuro en semillas de pajuro, color medio en semillas de haba y para 10 minutos de tostado se categorizo con color medio a semillas de pajuro y color ligero a semillas de haba.

Las formulaciones de T10 (100% harina de semillas tostada de haba a 15 minutos) y T8 (25% harina de semilla pajuro y 75% harina de semillas de haba tostadas a 15 minutos). Calificaron con la máxima puntuación en las características mas influyentes durante el análisis sensorial del sucedaneo de café y son experimentalmente los que pueden sustituir al café genuino por su mayor aceptación.

Los valores obtenidos en el análisis fisicoquímico de los mejores tratamientos del sucedáneo de café fueron: Porcentaje de humedad de T8: 2,990 y en T10: 1,727. El porcentaje de proteína obtenida fue de 17,753 en T8 y en T10: 20,36. El porcentaje de cenizas obtenido fue en T8: 3,483 y en el T10: 4,478. El porcentaje de fibra obtenida fue de 0,760 en T8 y en T10: 0,827.

El recuento de mohos y levaduras en el sucedáneo de café en ambos tratamientos fue menor a 10ufc/g.

El empleo de un tiempo de 15 minutos a una temperatura de 170- 180°C y con tipo de semilla pajuro en el proceso de tostado fueron los que mayor intensidad en color presentaron T2: 2500 de absorbancia categorizada como oscuro.

Empleando un tiempo de 10 minutos a una temperatura de 220- 230°C de tosti3n con tipo de semilla haba, presentaron menor intensidad en color T3: 1383 de absorbancia, categorizado como ligero.

En la evaluaci3n en taza del sucedaneo de caf3, los panelistas dieron una calificaci3n alta a atributos como aroma, cuerpo y amargo a los tratamientos que en su formulaci3n contenfan mayor % de harina de semillas de pajuro tostadas a 15 minutos.

El sabor se sinti3 m3s durante la evaluaci3n sensorial del suced3neo de caf3 en relaci3n a sus dem3s caracter3sticas sensoriales que calificaron con bajas puntuaciones, los tratamientos que en su formulaci3n presentaban alto % de harina de semillas de haba tostadas con un tiempo de 10 minutos.

Las características sensoriales que determinaron los mejores tratamientos fueron fragancia sabor y acidez y los tratamientos que obtuvieron mayor aceptación durante la evaluación sensorial fueron T10 (100% harina de semillas tostada de haba a 15 minutos) y T8 (25% harina de semilla pajuro y 75% harina de semillas de haba tostadas a 15 minutos).

VI. RECOMENDACIONES

Realizar diagnósticos de producción, productividad de las materias primas usadas en esta investigación en la Región ya que tienen múltiples propiedades y aplicaciones, y juegan un rol importante en la alimentación del hombre y animales.

Realizar estudios de investigación en elaboración de sucedáneos de café teniendo en cuenta el análisis sensorial como control de calidad de las bebidas, y usando como materia prima otras semillas o granos.

Realizar estudios de investigación en tostado de semillas de haba usando diferentes temperaturas y tiempos; así mismo para el pajuro.

Hacer estudios de factibilidad para instalar plantas procesadoras de cafés sucedáneos en las zonas altoandinas de la Región Amazonas.

Realizar investigaciones en pruebas de aceptación de diferentes sucedáneos de café.

VII. BIBLIOGRAFIA

- L. Acero. 2002. Guía para el cultivo y aprovechamiento del "chachafruto" o "balu" *Erythrina edulis*. Ciencia y Tecnología convenio Andres Bello (SECABE). España. Segunda edición.
- C.J. Arevalo y H. Catucuamba. 2007. "Mejoramiento de la calidad de las galletas de harina de trigo mediante la adición de harina de haba (*vicia faba L.*) y de panela como edulcorante." Tesis para optar el título de Ingeniero agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador.
- ASOCIACION MEXICANA DE CAFES Y CAFETERIAS DE ESPECIALIDAD A.C. (AMCCE). 2007. Introducción al tueste de café. México D.F. Boletín informativo N° 7. 6 p.
- K. A. Aspiazu y J. Navarro. 2009. "Proyecto de comercialización del café de habas (café orgánico), actuando como intermediarios, para el consumo local en la ciudad de Guayaquil y como una opción de exportación". Guayaquil – Ecuador Facultad de Economía y Negocios, Escuela Superior Politécnica del Litoral. pg 40.
- N. Barrera y M. Mejía, 1990. Pasado presente y futuro del chachafruto, balú o sachaporoto. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira 3ª edición.
- D. Basilio, 2004. Sucedáneo del café a partir de algarroba (*Prosopis alba* Griseb), Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- L. Bravo. 1998. Poliphenol: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. Nutr Rev. 56 (11): 317-333.
- C, Cazorla. 2011. Estudio comparativo de café de cápsulas. Química Industrial
- Confalone. 2008. Crecimiento y desarrollo del cultivo del haba (*Vicia faba L.*). parametrización del sub modelo de fenología de cropgro-fababean. Tesis Doctoral Ingeniera Agrónoma Universidad de Santiago de Compostela (USC) Escuela Politécnica Superior Departamento de Producción Vegetal.
- E.S. Daroch . 2002. Sustitución parcial de la harina de pescado por harina de haba (*Vicia faba* var. minor (Harz) Beck) en la formulación de alimento para

- salmónidos. Tesis para optar el título de ingeniero en alimentos. Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Ingeniería en Alimentos. Valdivia. Chile 2002.
- K. T. Gutierrez y A. Matos. 2011. Propiedades nutricionales y funcionales de la harina de habas “Primer congreso nacional de investigación Iglesia adventista del séptimo día” .Universidad Peruana Unión. UPeU- Lima
- ICONTEC. 2000. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Análisis sensorial. Café. Metodología para análisis sensorial cuantitativo descriptivo del café. Norma Técnica Colombiana NTC 4883.
- G.M.E, Rojas M. 2005. Caracterización del aroma del café molido de puerto rico mediante la técnica de microextracción en fase sólida (spme) y cromatografía de gas acoplada a espectrometría de masas (gc/ms). Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de Maestro en Ciencias Universidad de Puerto Rico.
- I, Astiasarán y J, Martínez. 2000. Alimentos composición y propiedades; Segunda Edición. Editorial Mc Graw – Hill. Interamericana de España S.A.U. España. pg. 249.
- J,G. Roa. 2003. Evaluación de impacto ambiental de un proyecto agroforestal. Caso: siembra de 150.000 árboles de *Eritrina edulis*. Revista Geográfica Venezolana, Vol. 45(2) 2004, 247-277.
- J. Sanchez et al, 2007. Estudio de la hidrodinamica del café tostado (*Coffea arabica L.*) en lecho fluidizado. Revista mexicana de ingeniería química universidad metropolitana – iztapalapa distrito federal mexico. Pp 185- 192.
- P. Katzeff. 2001. El manifiesto de los catadores de café. 1 ed. April Pojman. 84 p.
- K. Y, Benegas. 2009. Identificación de las fuentes de variación que tienen efecto sobre la calidad del café (*Coffea arabica*) en los municipios de El Paraíso y Arauca, Honduras. Escuela de Post Grado CATIE. Turrialba Costa Rica.
- E. Murillo. 2003. Desarrollo de perfiles de tostado de café. Centro de desarrollo de agronegocios. FINTRAC – Honduras. 2 p.

- I. Martínez-Valverde, M. Periago, G. Ros. 2000. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. Archivos Latinoamericanos de nutrición. Órgano oficial de la sociedad latinoamericana de nutrición. 50(1):5-15.
- E. Murillo. 2003. Desarrollo de perfiles de tostado de café. Centro de desarrollo de agronegocios. FINTRAC – Honduras. 2 p.
- Moreno y Molina, 2007. Manual técnico buenas prácticas agropecuarias (BPA) en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento, con caña panelera como parte de la dieta. “Proyecto de Seguridad Alimentaria y Buenas Prácticas Agrícolas para el Sector Rural en Antioquia”. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –CORPOICA; Centro de Investigación La Selva.
- C. La Torre. 2003. Cosecha y procesos del beneficio de café. 1 ed. Charles de Weck. 31 p.
- T. Lingle. 1999. Fundamentos para la catación de café. ABECAFE Abril-Mayo-Junio. p 21-22.
- L. D. Lara. 2005. Efectos de la altitud, sombra, producción y fertilización sobre la calidad del café (*Coffea arabica* L. var. Caturra) producido en sistemas agroforestales de la zona cafetalera nor central de nicaragua. Turrialba, Costa Rica
- M. C. Otálora y Y. Rubio. 2010. Elaboración de un sucedáneo de café (*coffea arabica* L.) a base de soya (*Glycine max* L.). EVCTA. Boyacá, Colombia, pg. 13.
- PROMECAFE. 2010. Proyecto: Protección de la Calidad del Café Vinculada con su Origen”Protocolo de calidad análisis de calidad de café”. Guatemala.
- Toral y Wencomo. 1999. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” Matanzas, Cuba;
- USAID. 2005. NORMAS Y ESTANDARES DE CATAACION PARA LA REGIÓN DE CENTROAMÉRICA.
- N. Vidal. 2005. Guía Agronómica cultivo de haba”Recomendaciones técnicas para siembra en la sierra Peruana”. Churín.

P. Vaast, J. Perriot, C. Cilas. 2003. Mejoramiento y Fortalecimiento en los Procesos de Certificación de Calidades y Comercialización del Café. Reporte. CIRADUNICAFE. 40 p.

A. Valle. 2011."Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales". UPC. Barcelona. España.pg 156.

FAO/SMLA - Perspectivas Alimentarias No. 4, octubre 2001 p. 14

Visitada el 30-03-12, disponible en

<http://www.fao.org/docrep/005/y6027s/y6027s06.htm>

R. Aleman. Centro Internacional de información sobre Cultivos de Cobertura

(CIDICCO), con el apoyo de Fundación Foro y el grupo MOIST / CIIFAD- Cornell.

ANEXOS

ANEXO A

ALEATORIZACIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

Tabla A.1. Aleatorización de las unidades experimentales para el proceso de tostado.

Tipo de semila Tiempo	Pajuro		Haba	
	10min	15min	10min	15min
R1	2	3	4	1
R2	2	1	4	3
R3	4	1	2	3

R: Repetición

ANEXO B

ANÁLISIS DE DATOS PARA LA CUANTIFICACION DE LA ABSORBANCIA EN LAS MUESTRAS DE HARINA TOSTADAS DE SEMILLAS (haba y pajuro) ESTUDIADAS

Tabla B.1. Base de datos de la absorbancia para las infusiones de harina tostada, de los diferentes tratamientos estudiados a 400nm y con 3 repeticiones.

Rep.	Tipo de semilla			
	Pajuro		Habas	
	10min	15min	10min	15min
1	1800	2250	1350	1900
2	1900	2250	1450	2000
3	2000	2250	1350	1900
Promedio	1900	2250	1383.3	1933.3

Tabla B.2. Análisis de varianza del DCA con arreglo factorial (2Ax2B).

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Tipo de semilla	520833	1	520833	74.01	0
B: Tiempo de tostado	607500	1	607500	86.33	0
RESIDUOS	63333.3	9	7037.04		
TOTAL (CORREGIDO)	1.19E+06	11			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre ABSORBANCIA con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla B.3. Prueba Tukey aplicadas a la cuantificación de la absorbancia para cada tipo de semilla.

Método: 95.0 % LSD				
<i>TIPO DE SEMILLA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Haba: 2	6	1658.33	34.2467	a
Pajuro: 1	6	2075	34.2467	b

Tabla B.4. Prueba Tukey aplicadas a la cuantificación de la absorbancia para cada tiempo de tostado.

Método: 95.0 % LSD				
<i>TIEMPO DE TOSTADO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
10min	6	1641.67	34.2467	a
15min	6	2091.67	34.2467	b

**ANALISIS DE DATOS PARA LA EVALUACION SENSORIAL CUANTITATIVO
DESCRIPTIVO DEL SUCEDANEO DE CAFÉ**

Tabla B.5. Base de datos de la puntuación total según las calificaciones de los panelistas, del análisis sensorial para cada uno de los tratamientos estudiados (sucedáneo de café).

PUNTUACION TOTAL										
Bloque	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	45	51	43	44	48	47	47	50	48	51
2	46	56	54	56	56	53	50	49	51	50
3	47	49	46	48	43	50	47	46	49	50
4	41	48	48	52	46	40	40	52	40	53
5	42	47	47	52	36	38	35	48	47	48
6	41	50	38	36	36	37	38	51	39	50
7	42	47	47	52	36	38	35	48	47	48
8	46	56	54	56	56	53	50	49	51	50
9	41	50	38	36	36	37	38	51	39	50
10	45	51	43	44	48	47	47	50	48	51
11	47	49	46	48	43	50	47	46	49	50
12	41	48	48	52	46	40	40	52	40	53
Prom	43,67	50,17	46	48	44,17	44,17	42,83	49,33	45,67	50,33

Tabla B.6. Análisis de varianza del DBCA de la evaluación sensorial (puntuación total) del sucedáneo de café para cada tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	860.133	9	95.5704	3.91	0.0002
Intra grupos	2685.33	110	24.4121		
Total (Corr.)	3545.47	119			

La tabla ANOVA descompone la varianza de CARACTERISTICAS SENSORIALES en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 3.91487, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de CARACTERISTICAS SENSORIALES entre un nivel de TRATAMIENTO y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla B.7. Prueba Tukey aplicadas a la puntuación total de la evaluación sensorial del sucedáneo de café, según los tratamientos estudiados.

Método: 95.0 % LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
7	12	42.83	a
1	12	43.67	a
6	12	44.17	a b
5	12	44.17	a b
9	12	45.67	a b c
3	12	46	a b c
4	12	48	b c d
8	12	49.33	c d
2	12	50.17	d
10	12	50.33	d

Tabla B.8. Cuantificación de la característica sensorial FRAGANCIA de los tratamientos estudiados (sucedáneo de café)

CARACTERISTICA SENSORIAL FRAGANCIA										
Bloque	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	5	5	6	5	7	7	6	7	6	6
2	7	6	7	6	7	7	7	7	7	7
3	6	7	6	5	6	6	6	6	6	7
4	6	6	8	8	6	4	6	7	5	6
5	5	7	6	8	5	3	6	8	6	5
6	5	7	4	6	4	3	4	7	3	5
7	5	7	6	8	5	3	6	8	6	5
8	7	6	7	6	7	7	7	7	7	7
9	5	7	4	6	4	3	4	7	3	5
10	5	5	6	5	7	7	6	7	6	6
11	6	7	6	5	6	6	6	6	6	7
12	6	6	8	8	6	4	6	7	5	6
Prom.	5,67	6,33	6,17	6,33	5,83	5	5,83	7	5,5	6

Tabla B.9. Análisis de varianza del DBCA de la evaluación sensorial (característica sensorial FRAGANCIA), del sucedáneo de café para cada tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	31.8667	9	3.54074	2.78	0.0056
Intra grupos	140	110	1.27273		
Total (Corr.)	171.867	119			

La tabla ANOVA descompone la varianza de FRAGANCIA en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 2.78201, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de FRAGANCIA entre un nivel de TRATAMIENTO y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla B.10. Prueba Túkey aplicadas a la puntuación de la característica sensorial FRAGANCIA en la evaluación sensorial del sucedáneo de café, según los tratamientos estudiados.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
6	12	5	a
9	12	5.5	a b
1	12	5.67	a b
7	12	5.83	a b
5	12	5.83	a b
10	12	6	b
3	12	6.17	b c
4	12	6.33	b c
2	12	6.33	b c
8	12	7	c

Tabla B.11. Cuantificación de la característica sensorial AROMA de los tratamientos estudiados (sucedáneo de café)

CARACTERISTICA SENSORIAL AROMA										
Bloque	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	5	6	5	5	6	6	6	7	6	6
2	7	7	7	7	7	7	6	7	6	6
3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
4	6	9	7	8	4	7	5	9	5	8
5	6	7	6	8	4	6	4	7	4	6
6	6	8	7	6	5	6	6	7	7	5
7	6	7	6	8	4	6	4	7	4	6
8	7	7	7	7	7	7	6	7	6	6
9	6	8	7	6	5	6	6	7	7	5
10	5	6	5	5	6	6	6	7	6	6
11	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
12	6	9	7	8	4	7	5	9	5	8
Promedio	6	7.17	6.33	6.67	5.33	6.33	5.5	7.17	5.67	6.17

Tabla B.12. Análisis de varianza del DBCA de la evaluación sensorial (característica sensorial AROMA), del sucedaneo de café para cada tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	44.1333	9	4.9037	5.78	0
Intra grupos	93.3333	110	0.848485		
Total (Corr.)	137.467	119			

La tabla ANOVA descompone la varianza de AROMA en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 5.77937, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de AROMA entre un nivel de TRATAMIENTO y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla B.13. Prueba Tukey aplicadas a la puntuación de la característica sensorial AROMA en la evaluación sensorial del sucedáneo de café, según los tratamientos estudiados.

Método: 95.0 % LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	12	5.33	a
7	12	5.5	a b
9	12	5.67	a b c
1	12	6	a b c d
10	12	6.17	b c d
6	12	6.33	c d
3	12	6.33	c d
4	12	6.67	d e
8	12	7.17	e
2	12	7.17	e

Tabla B.14. Cuantificación de la característica sensorial SABOR de los tratamientos estudiados (sucedáneo de café)

CARACTERISTICA SENSORIAL SABOR										
Bloque	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	6	7	5	5	6	6	6	6	6	7
2	7	6	7	6	7	7	7	7	7	8
3	6	6	6	6	5	6	6	6	7	7
4	6	6	6	6	7	6	6	6	5	8
5	6	6	7	7	5	5	6	7	9	8
6	5	6	4	4	4	4	4	7	6	6
7	6	6	7	7	5	5	6	7	9	8
8	7	6	7	6	7	7	7	7	7	8
9	5	6	4	4	4	4	4	7	6	6
10	6	7	5	5	6	6	6	6	6	7
11	6	6	6	6	5	6	6	6	7	7
12	6	6	6	6	7	6	6	6	5	8
Promedio	6	6.17	5.83	5.67	5.67	5.67	5.83	6.5	6.67	7.33

Tabla B.15. Análisis de varianza del DBCA de la evaluación sensorial (característica sensorial SABOR), del sucedaneo de café para cada tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	32.5333	9	3.61481	4.26	0.0001
Intra grupos	93.3333	110	0.848485		
Total (Corr.)	125.867	119			

La tabla ANOVA descompone la varianza de SABOR en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 4.26032, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de SABOR entre un nivel de TRATAMIENTOS y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla B.16. Prueba Túkey aplicadas a la puntuación de la característica sensorial SABOR en la evaluación sensorial del sucedaneo de café, según los tratamientos estudiados.

Método: 95.0 % LSD

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
6	12	5.67	a
4	12	5.67	a
5	12	5.67	a
3	12	5.83	a b
7	12	5.83	a b
1	12	6	a b c
2	12	6.17	a b c
8	12	6.5	b c
9	12	6.67	c d
10	12	7.33	d

Tabla B.17. Cuantificación de la característica sensorial CUERPO de los tratamientos estudiados (sucedáneo de café)

CARACTERISTICA SENSORIAL CUERPO										
Bloque	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	5	7	5	7	6	5	7	7	5	5
2	7	8	7	8	7	7	6	9	6	7
3	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6
4	4	6	5	7	6	4	5	6	5	7
5	5	6	6	7	4	6	5	6	6	6
6	6	5	5	5	5	5	5	7	6	7
7	5	6	6	7	4	6	5	6	6	6
8	7	8	7	8	7	7	6	9	6	7
9	6	5	5	5	5	5	5	7	6	7
10	5	7	5	7	6	5	7	7	5	5
11	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6
12	4	6	5	7	6	4	5	6	5	7
Promedio	5.5	6.33	5.67	6.67	5.5	5.5	5.67	6.67	5.67	6.33

Tabla B.18. Análisis de varianza del DBCA de la evaluación sensorial (característica sensorial CUERPO), del sucedáneo de café para cada tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	26.0333	9	2.89259	3.33	0.0013
Intra grupos	95.6667	110	0.869697		
Total (Corr.)	121.7	119			

La tabla ANOVA descompone la varianza de CUERPO en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 3.32598, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de CUERPO entre un nivel de TRATAMIENTOS y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla B.19. Prueba Tukey aplicadas a la puntuación de la característica sensorial CUERPO en la evaluación sensorial del sucedaneo de café, según los tratamientos estudiados.

Método: 95.0 % LSD

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
6	12	5.5	a
5	12	5.5	a
1	12	5.5	a
3	12	5.67	a b
9	12	5.67	a b
7	12	5.67	a b
10	12	6.33	b c
2	12	6.33	b c
8	12	6.67	c
4	12	6.67	c

Tabla B.20. Cuantificación de la característica sensorial ACIDEZ de los tratamientos estudiados (sucedáneo de café)

CARACTERISTICA SENSORIAL ACIDEZ										
Bloque	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	6	5	6	5	5	5	5	5	5	6
2	7	7	6	7	7	6	6	7	6	6
3	5	6	5	7	5	7	6	6	6	6
4	4	3	4	3	5	3	5	4	4	5
5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	6
6	4	6	4	3	3	3	4	5	3	3
7	5	4	5	5	4	5	4	4	4	6
8	7	7	6	7	7	6	6	7	6	6
9	4	6	4	3	3	3	4	5	3	3
10	6	5	6	5	5	5	5	5	5	6
11	5	6	5	7	5	7	6	6	6	6
12	4	3	4	3	5	3	5	4	4	5
Promedio	5.17	5.17	5	5	4.83	4.83	5	5.17	4.67	5.33

Tabla B.21. Análisis de varianza del DBCA de la evaluación sensorial (característica sensorial ACIDEZ), del sucedáneo de café para cada tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	4.3	9	0.477778	0.31	0.9703
Intra grupos	169.667	110	1.54242		
Total (Corr.)	173.967	119			

La tabla ANOVA descompone la varianza de ACIDEZ en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0.309758, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de ACIDEZ entre un nivel de TRATAMIENTOS y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla B.22. Prueba Tukey aplicadas a la puntuación de la característica sensorial ACIDEZ en la evaluación sensorial del sucedáneo de café, según los tratamientos estudiados.

Método: 95.0 % LSD

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
9	12	4.67	a
6	12	4.83	a
5	12	4.83	a
3	12	5	a
4	12	5	a
7	12	5	a
2	12	5.17	a
8	12	5.17	a
1	12	5.17	a
10	12	5.33	a

Tabla B.23. Cuantificación de la característica sensorial AMARGO de los tratamientos estudiados (sucedáneo de café)

CARACTERISTICA SENSORIAL AMARGO										
Bloque	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	6	7	6	7	5	5	6	6	6	5
2	7	8	6	8	7	6	6	8	6	6
3	6	7	5	6	5	7	6	6	6	6
4	6	8	7	8	5	7	3	6	3	5
5	4	4	4	3	4	2	1	2	2	5
6	4	7	4	3	4	4	4	6	2	2
7	4	4	4	3	4	2	1	2	2	5
8	7	8	6	8	7	6	6	8	6	6
9	4	7	4	3	4	4	4	6	2	2
10	6	7	6	7	5	5	6	6	6	5
11	6	7	5	6	5	7	6	6	6	6
12	6	8	7	8	5	7	3	6	3	5
Promedio	5.5	6.83	5.33	5.83	5	5.17	4.33	5.67	4.17	4.83

Tabla B.24. Análisis de varianza del DBCA de la evaluación sensorial (característica sensorial AMARGO), del sucedaneo de café para cada tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	64.1333	9	7.12593	2.62	0.0088
Intra grupos	299.333	110	2.72121		
Total (Corr.)	363.467	119			

La tabla ANOVA descompone la varianza de AMARGO en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 2.61866, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de AMARGO entre un nivel de TRATAMIENTOS y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla B.25. Prueba Tukey aplicadas a la puntuación de la característica sensorial AMARGO en la evaluación sensorial del sucedáneo de café, según los tratamientos estudiados.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
9	12	4.17	a
7	12	4.33	a b
10	12	4.83	a b c
5	12	5	a b c
6	12	5.17	a b c
3	12	5.33	a b c
1	12	5.5	a b c d
8	12	5.67	b c d
4	12	5.83	c d
2	12	6.83	d

Tabla B.26. Cuantificación de la característica sensorial POST GUSTO de los tratamientos estudiados (sucedáneo de café)

CARACTERISTICA SENSORIAL POST GUSTO										
Bloque	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	6	7	5	5	6	6	5	6	7	8
2	7	7	7	7	7	6	6	7	6	7
3	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6
4	4	5	5	6	6	4	5	7	6	7
5	5	7	7	7	4	6	5	7	8	6
6	5	6	5	4	5	6	5	5	5	5
7	5	7	7	7	4	6	5	7	8	6
8	7	7	7	7	7	6	6	7	6	7
9	5	6	5	4	5	6	5	5	5	5
10	6	7	5	5	6	6	5	6	7	8
11	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6
12	4	5	5	6	6	4	5	7	6	7
Promedio	5.5	6.33	5.83	5.83	5.5	5.67	5.33	6.17	6.33	6.5

Tabla B.27. Análisis de varianza del DBCA de la evaluación sensorial (característica sensorial POST-GUSTO), del sucedáneo de café para cada tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	18.1333	9	2.01481	2.39	0.0163
Intra grupos	92.6667	110	0.842424		
Total (Corr.)	110.8	119			

La tabla ANOVA descompone la varianza de POST GUSTO en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 2.39169, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de POST GUSTO entre un nivel de TRATAMIENTOS y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla B.28. Prueba Tukey aplicadas a la puntuación de la característica sensorial POST-GUSTO en la evaluación sensorial del sucedáneo de café, según los tratamientos estudiados.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
7	12	5.3	a
5	12	5.5	a b
1	12	5.5	a b
6	12	5.67	a b c
3	12	5.83	a b c d
4	12	5.83	a b c d
8	12	6.17	b c d
2	12	6.33	c d
9	12	6.33	c d
10	12	6.5	d

Tabla B.29. Cuantificación de la característica sensorial APRECIACION DEL CATADOR de los tratamientos estudiados (sucedáneo de café)

APRECIACION DEL CATADOR										
Bloque	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	6	7	5	5	7	7	6	6	7	8
2	7	7	7	7	7	7	6	7	7	8
3	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6
4	5	5	6	6	7	5	5	7	7	7
5	6	6	6	7	6	5	4	7	8	6
6	6	5	5	5	6	6	6	7	7	7
7	6	6	6	7	6	5	4	7	8	6
8	7	7	7	7	7	7	6	7	7	8
9	6	5	5	5	6	6	6	7	7	7
10	6	7	5	5	7	7	6	6	7	8
11	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6
12	5	5	6	6	7	5	5	7	7	7
Promedio	6	6	5.83	6	6.5	6	5.33	6.67	7	7

Tabla B.30. Análisis de varianza del DBCA de la evaluación sensorial (APECIACION DEL CATADOR), del sucedaneo de café para cada tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	31.4667	9	3.4963	6.63	0
Intra grupos	58	110	0.527273		
Total (Corr.)	89.4667	119			

La tabla ANOVA descompone la varianza de APRECIACION DEL CATADOR en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 6.63091, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de APRECIACION DEL CATADOR entre un nivel de TRATAMIENTOS y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla B.31. Prueba Tukey aplicadas a la puntuación de “APRECIACION DEL CATADOR” en la evaluación sensorial del sucedaneo de café, según los tratamientos estudiados.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
7	12	5.33	a
3	12	5.83	a b
6	12	6	b c
4	12	6	b c
1	12	6	b c
2	12	6	b c
5	12	6.5	c d
8	12	6.67	d
10	12	7	d
9	12	7	d

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DEL
SUCEDÁNEO DE CAFÉ.**

Tabla B.32. Base de datos del porcentaje de humedad del sucedáneo de café.

Repeticiones	% humedad	
	T8	T10
R1	3,490	1,600
R2	3,090	1,890
R3	2,390	1,690
Promedio	2,990	1,727

Tabla B.33. Análisis de varianza del DBCA del análisis físicoquímico (% HUMEDAD), del sucedáneo de café para T8 y T10.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2.39402E6	1	2.39E6	14.42	0.0191
Intra grupos	664067.	4	166017.		
Total (Corr.)	3.05808E6	5			

La tabla ANOVA descompone la varianza de %Humedad en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 14.4203, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de %Humedad entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla B.34. Prueba Tukey aplicadas al análisis físicoquímico (%HUMEDAD), del sucedáneo de café para T8 y T10.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
10	3	1727	a
8	3	2990	a

Tabla B.35. Base de datos del porcentaje de fibra del sucedáneo de café.

Repeticiones	% Fibra	
	T8	T10
R1	0,769	0,800
R2	0,842	0,842
R3	0,670	0,840

Tabla B.36. Análisis de varianza del DBCA del análisis fisicoquímico (% FIBRA), del sucedáneo de café para T8 y T10 cada tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	6733.5	1	6733.5	1.68	0.2646
Intra grupos	16027.3	4	4006.83		
Total (Corr.)	22760.8	5			

La tabla ANOVA descompone la varianza de %Fibra en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1.6805, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de %Fibra entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla B.37. Prueba Tukey aplicadas al análisis fisicoquímico (% FIBRA), del sucedáneo de café para T8 y T10.

Método: 95.0 porcentaje LSD			
<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
8	3	760.3	a
10	3	827.3	a

Tabla B.38. Base de datos del % de Cenizas del sucedáneo de café.

Repeticiones	% Cenizas	
	T8	T10
R1	3,483	4,478
R2	3,846	3,960
R3	4,450	4,500
Promedio	3,926	4,313

Tabla B.39. Análisis de varianza del DBCA del análisis fisicoquímico (% CENIZAS), del sucedáneo de café para T8 y T10.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	385147	2	192574	1.15	0.4261
Intra grupos	502761	3	167587		
Total (Corr.)	887908	5			

La tabla ANOVA descompone la varianza de %Cenizas en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1.1491, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de %Cenizas entre un nivel de Repeticion y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla B.40. Prueba Tukey aplicadas al análisis fisicoquímico (% CENIZAS), del sucedáneo de café para T8 y T10.

Método: 95.0 % LSD			
<i>Repeticion</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	2	3903	a
1	2	3981	a
3	2	4475	a

Tabla B.41. Base de datos del % de Proteína del sucedáneo de café.

Repeticiones	% Proteína	
	T8	T10
R1	17.92	19.69
R2	16.84	20.72
R3	18.5	20.67
Promedio	17.753	20.36

Tabla B.42. Análisis de varianza del DBCA del análisis fisicoquímico (% PROTEINA), del sucedáneo de café para T8 y T10.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	10.1921	1	10.1921	19.47	0.0116
Intra grupos	2.09407	4	0.523517		
Total (Corr.)	12.2861	5			

La tabla ANOVA descompone la varianza de % Proteína en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 19.4685, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de % Proteína entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla B.43. Prueba Tùkey aplicadas al análisis fisicoquímico (% PROTEINA), del sucedáneo de café para T8 y T10.

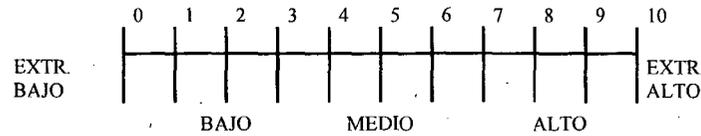
Método: 95.0 % LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
8	3	17.753	a
10	3	20.36	b

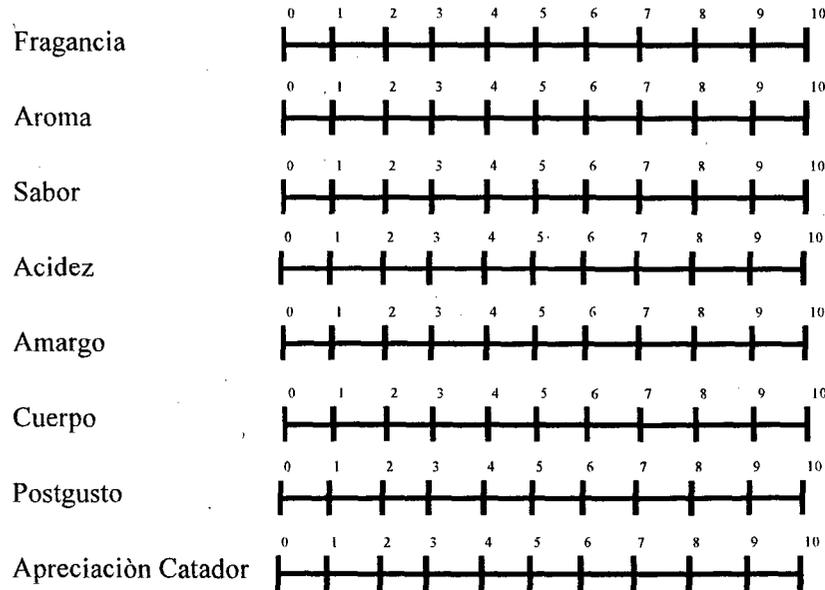
ANEXO C: FORMATO PARA LA EVALUACION SENSORIAL NTC.

ANALISIS SENSORIAL CUANTITATIVO DESCRIPTIVO DE UN SUCEDANEO DE CAFÈ

NOMBRE:..... **FECHA:**..... **AM:**..... **PM:**..... **HOJA N°**.....



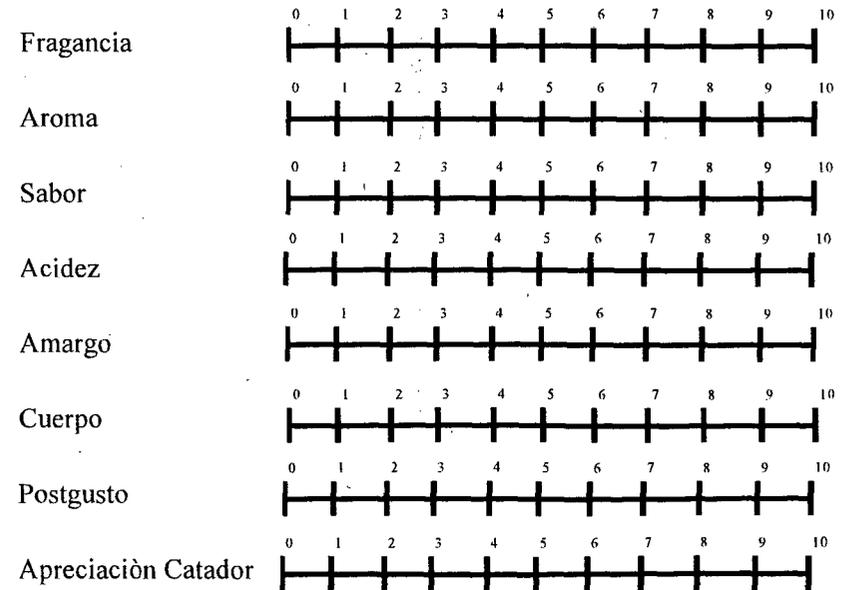
MUESTRA N°:.....



Observaciones:.....

TOTAL PUNTUACIÓN:.....

MUESTRA N°:.....

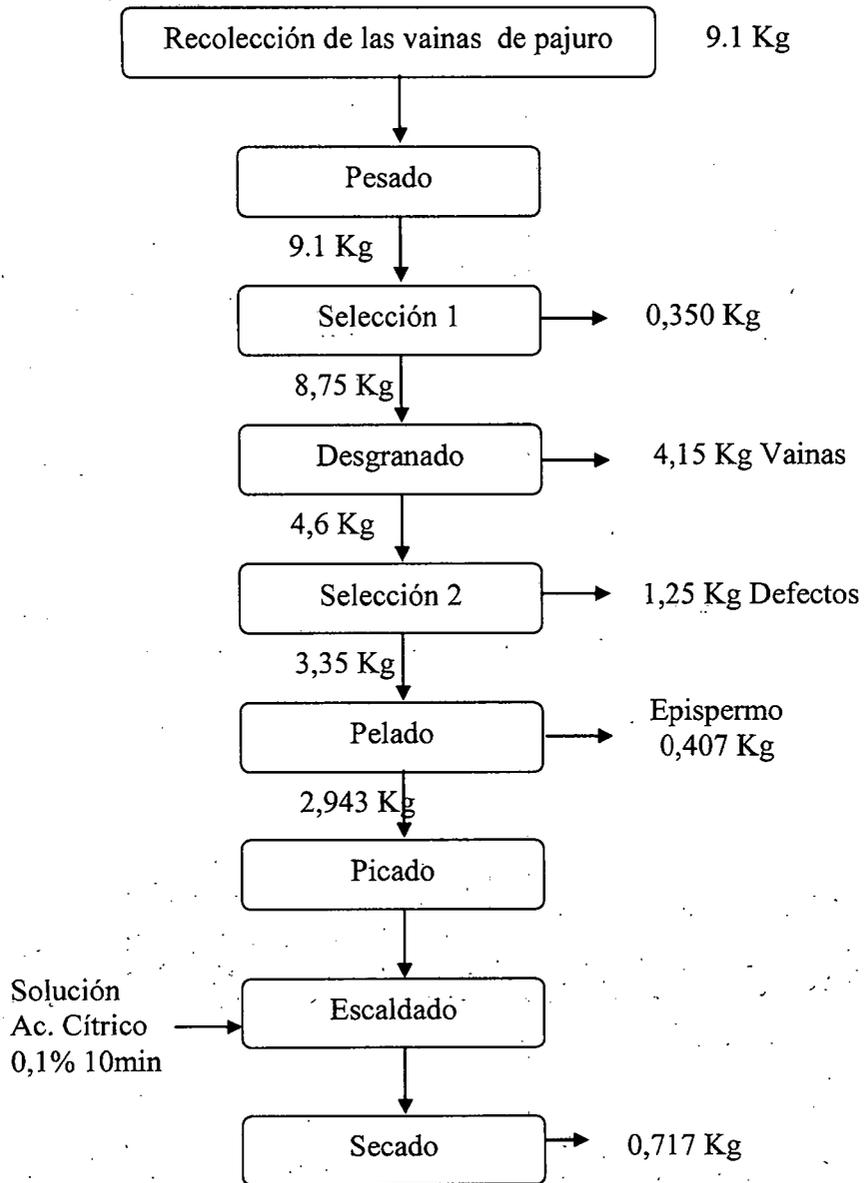


Observaciones:.....

TOTAL PUNTUACIÓN:.....

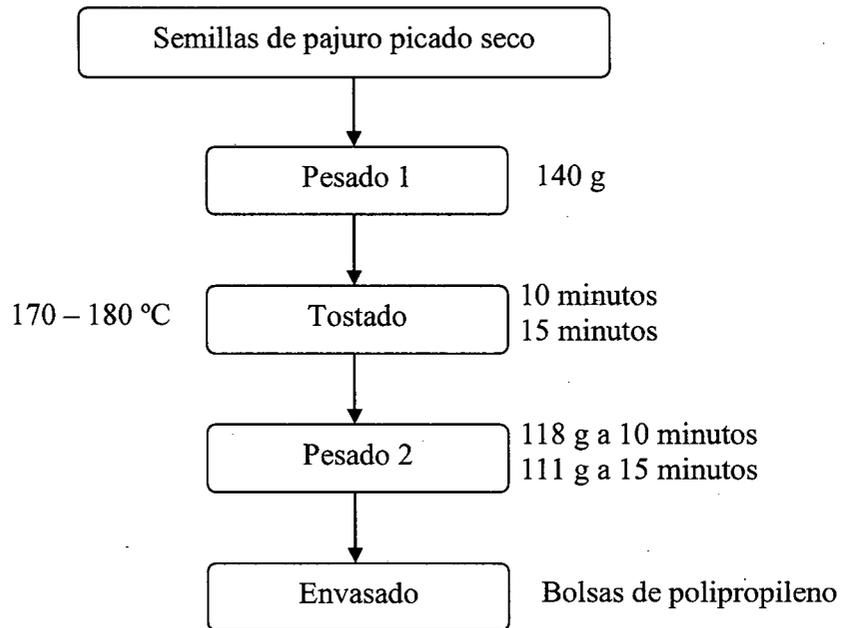
ANEXO D: BALANCE DE MATERIA

Balance de materia para el secado de las semillas de pajuro (*E. edulis*. L)



$$\text{Rendimiento} = 100(0,717/9,1) = 7,8\%$$

Balance de materia para el tostado de las semillas de pajuro (*E. edulis*. L)

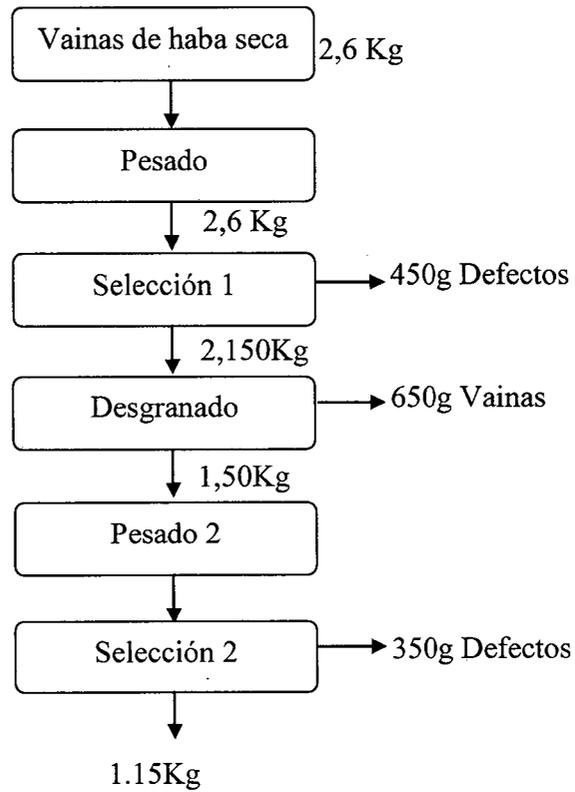


Pérdidas de peso del tostado de semillas de pajuro: $100(pi-pf)/pi$

Tostado a 10 minutos = $100(140-118)/140 = 15,5\%$

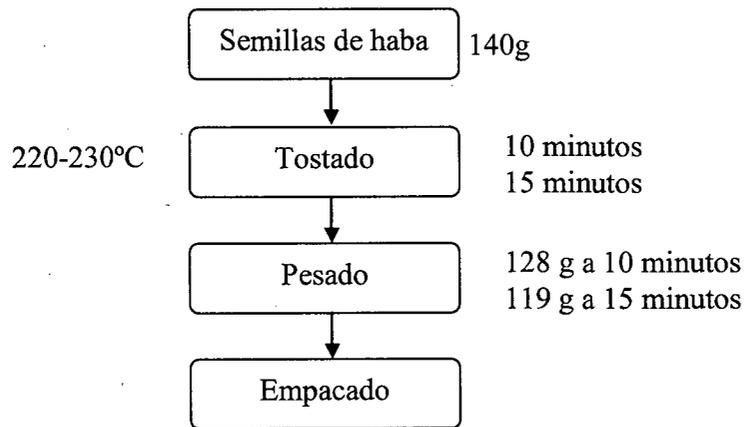
Tostado a 15 minutos = $100(140-111)/140 = 20,5\%$

Balance de materia para la selección de las semillas de haba (*V. fava*. L)



$$\text{Rendimiento} = 100(1.15/2.6) = 44.23\%$$

Balance de materia para el tostado de las semillas de haba (*V. fava*. L)



Pérdidas de peso del tostado de semillas de haba $100(pi-pf)/pi$

$$\text{Tostado a 10 minutos} = 100(140-128)/140 = 8,57\%$$

$$\text{Tostado a 15 minutos} = 100(140-119)/140 = 15\%$$