



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN,  
RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL**

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**

**CENTRO DE ESTUDIOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS  
ALIMENTOS**

**CENTRO DE INVESTIGACION EN NUTRICION, TECNOLOGIAS  
DE ALIMENTOS Y SUSTENTABILIDAD**



## **MAESTRIA EN ALIMENTOS**

**TESIS DE GRADO, PREVIO A LA OBTENCION DEL GRADO DE  
MAGISTER EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**

**TEMA:**

**Determinación de aceptabilidad de panela de caña de azúcar  
(*Saccharum officinarum*) producida artesanalmente en las Flores,  
Cantón 24 de Mayo y comparación con marcas del mercado.**

**AUTOR**

**George Adalberto García Mera**

**DIRECTOR DE TESIS: Ing. Hebert Vera Delgado, Mg.**

**MANTA- MANABÍ- ECUADOR**

**2012**



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO, INVESTIGACION,**

**RELACIONES Y COOPERACION INTERNACIONAL**

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**



**CENTRO DE ESTUDIOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS**

**ALIMENTOS**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN, TECNOLOGÍA DE  
ALIMENTOS Y SUSTENTABILIDAD**



## **CERTIFICACIÓN**

**Certifican que el Ingeniero GEORGE ADALBERTO GARCIA MERA, ha culminado con el trabajo de investigación, organización, ejecución e informe final previo la obtención del Título de Magister en Ciencias y Tecnología de Alimentos, cuyo tema versa sobre:**

**Determinación de aceptabilidad de panela de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) producida artesanalmente en las Flores, Cantón 24 de Mayo y comparación con marcas del mercado.**

**Manta, Junio del 2012**

**Ing. Hebert Vera Delgado, Mg.  
DIRECTOR DE TESIS**



## UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN,  
RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL

## UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

CENTRO DE ESTUDIOS EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LOS  
ALIMENTOS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN, TECNOLOGÍA DE  
ALIMENTOS Y SUSTENTABILIDAD

### TRIBUNAL EXAMINADOR

Los Honorables Miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación sobre el tema:

**Determinación de aceptabilidad de la panela de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) producida artesanalmente en las Flores, Cantón 24 de Mayo y comparación con marcas del mercado.**

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL \_\_\_\_\_

MIEMBRO DEL TRIBUNAL \_\_\_\_\_

MIEMBRO DEL TRIBUNAL \_\_\_\_\_

MIEMBRO DEL TRIBUNAL \_\_\_\_\_





**Esta tesis contó con el soporte científico del “CIEN AUSTRAL” de la Universidad de Santiago de Chile, bajo la supervisión del Dr. Osvaldo Rubilar Jiménez, PhD. y del Ing. Hebert Vera Delgado, Mg., Director de Tesis.**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, y a su Centro de Estudios de Posgrado, por el valioso y permanente apoyo en mi formación académica.

A mis profesores de la Universidad de Santiago de Chile, por su ayuda y brillantes conocimientos entregados en los respectivos módulos.

Al Ing. Hebert Vera Delgado, Mg. Director de Tesis, por su amistad, confianza y dirección; con su apoyo hizo posible la culminación del presente trabajo.

Al Ing. Javier Reyes Solórzano, Mg. Compañero catedrático, por su orientación referente al tema de mi investigación.

**Ing. George García Mera**

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser mi guía y haber iluminado el camino en la culminación de mis proyectos académicos y recorrer juntos, instantes duros de la vida.

A mis padres: George García y Ángela Mera, por darme la confianza, seguridad y su valioso amor incalculable, que me dieron la fuerza para culminar todos mis proyectos anhelados hasta la actualidad.

A mi esposa Yolanda, una mujer que me ha dado todo su apoyo incondicional, combinado con persistencia, amor y comprensión.

A Jennifer, Ricardo, Galo, George, Jack y Jean Luis, mis hijos.

Mis hermanos, familiares y amigos.

**Ing. George García Mera**

## INDICE

<b>CONTENIDOS</b>	<b>Páginas</b>
<b>I. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.2. Objetivos .....	5
1.3. Objetivo General .....	5
1.4. Objetivos Específicos.....	5
<b>II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>6</b>
2.1.1 Generalidades Agronómicas.....	6
2.1.2 Cultivo.....	7
2.1.3 Adventicias e insectos.....	7
2.1.4 Recolección de la caña de azúcar.....	7
2.1.5 La caña de azúcar como materia prima y composición.....	8
2.1.6 La panela como alimento y posibilidades de industrialización.....	9
<b>2.2 Composición de la panela.....</b>	<b>9</b>
2.2.1 Los azucares.....	9
2.2.2 Las vitaminas.....	10
2.2.3 Los minerales.....	11
2.2.4 Propiedades medicinales de la panela.....	13
2.2.5 El jugo de la caña de azúcar.....	15
2.2.6 Limpieza de los jugos.....	17
2.2.7 Mucílagos vegetales.....	19
2.2.8 El balso.....	20
2.2.9 Polímeros Químicos.....	21
<b>2.3 Grados de Acidez de los Jugos.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4 Manejo Del Jugo De La Caña De Azúcar.....</b>	<b>26</b>
2.4.1 Tarea de corte.....	26
2.4.2 El apronte.....	27

2.4.3. Clarificación.....	28
2.4.4 Evaporación.....	28
2.4.4.1 Inversión.....	28
2.4.4.2 Calidad de cal.....	28
2.4.4.3 Dosis y forma de aplicación de la cal.....	28
2.4.5 Concentración.....	28
2.4.5.1 Inversión.....	28
2.4.5.2 Lubricante.....	28
2.4.5.3 Temperatura de punteo.....	29
<b>2.5 Procesos de la elaboración de la panela.....</b>	<b>29</b>
2.5.1 Selección de proceso.....	29
2.5.2 Descripción.....	30
2.5.2.1 Recepción de la caña.....	30
2.5.2.2 Extracción del jugo.....	30
2.5.2.3 Limpieza de los jugos.....	30
2.5.2.4 Descachase.....	30
2.5.2.5 Concentración del jugo.....	31
2.5.2.6 Batido y moldeo.....	32
2.5.3. Diagrama de flujo para la elaboración de la panela.....	33
<b>2.6 Control de puntos críticos.....</b>	<b>34</b>
2.6.1 Apronte.....	34
2.6.2 Pre limpieza.....	34
2.6.3 Gradiente de clarificación.....	34
2.6.4 Evaporación.....	34
2.6.4.1 Inversión.....	35
2.6.4.2 Calidad de la cal.....	35
2.6.4.3 Dosis y forma de aplicación de la cal.....	35
2.6.5 Concentración.....	35
2.6.5.1 Inversión.....	35
2.6.5.2 Lubricante.....	35



2.4.5.3. Temperatura.....	36
<b>2.7 Descripción del proceso para la tecnología de la panela granulada.....</b>	<b>36</b>
2.7.1 Tratamiento.....	36
<b>2.8 Análisis sensorial.....</b>	<b>37</b>
2.8.1 Sentidos y receptores sensoriales.....	37
2.8.2 Los receptores sensoriales.....	38
2.8.2.1 Mecánicos.....	38
2.8.2.2 Termorreceptores.....	38
2.8.2.3 Electromagnéticos.....	38
2.8.2.4 Quimiorreceptores.....	38
2.8.2.5 Acústicos.....	38
2.8.3 Color.....	38
2.8.4 Olor.....	39
2.8.5 Aroma.....	39
2.8.6 Sabor.....	40
2.8.7 Textura.....	40
<b>2.9 Pruebas discriminativas.....</b>	<b>41</b>
2.9.1 Pruebas de comparación múltiples.....	42
2.9.2 Escala hedónica verbal.....	42
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>44</b>
3.1. Ubicación.....	44
3.2. Características agroecológicas de la zona.....	44
<b>3.3. Factores en estudio.....</b>	<b>44</b>
3.3.1 Materia prima.....	44
<b>3.4 Información de las panelas utilizadas en esta investigación.....</b>	<b>45</b>
3.4.1 Panela testigo.....	45
3.4.2 Panela la guajira.....	45
3.4.3 Panela Valdez.....	45
3.5 Equipos.....	45

3.4.4. Panela kapira.....	45
3.6 Materiales.....	45
3.7. Reactivos.....	46
<b>3.8 Hipótesis de trabajo.....</b>	<b>46</b>
3.8.1 Hipótesis nula.....	46
3.8.2 Hipótesis alternativa.....	46
<b>3.9 Procedimientos.....</b>	<b>46</b>
3.9.1 Diseño experimental.....	46
3.9.2 Respuesta experimental.....	47
3.9.3 Características de las unidades experimentales.....	47
3.9.4 Análisis sensorial.....	47
3.9.5 Prueba DMS.....	48
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>49</b>
4.1. La materia prima.....	49
4.2. Elaboración de la panela artesanal.....	49
4.3 Métodos de análisis y costos.....	52
4.3.1 Obtención del jugo de la caña de azúcar.....	52
4.3.2 Determinación del porcentaje de sólidos solubles.....	53
4.3.3. Determinación de la acidez titulable.....	53
4.3.4. Determinación del potencial de Hidrógeno.....	53
4.3.5. Análisis sensorial.....	53
4.3.6. Análisis económico.....	54
4.4. Resultado del análisis sensorial .....	56
4.4.1. Sistematización de la información.....	56
4.4.2. Método de evaluación.....	66
4.5. Composición físico – químico de la materia prima y el producto terminado...85	
4.5.1. pH.....	85
4.5.2. Acidez.....	85

4.5.3. ° Brix.....	86
4.5.4. Humedad (trozos de caña de azúcar).....	86
4.6. Análisis microbiológico de la materia prima.....	86
4.6.1. Mohos.....	86
4.6.2. Bacterias.....	86
4.6.3. Levaduras.....	87
4.7. Análisis sensorial del producto terminado .....	87
4.7.1. Significado de los códigos en las muestras testigos.....	87
4.7.2. Significado de los códigos de la hoja de catación.....	88
4.7.3. Apariencia .....	88
4.7.4. Aroma.....	88
4.7.5. Textura .....	88
4.7.6. Sabor .....	88
4.7.7. Calidad general.....	88
4.8. Ingredientes de las panelas .....	89
4.8.1. Clases de panelas utilizadas en el ensayo.....	89
4.8.2. Información de la panela utilizada en la investigación.....	89
4.8.2.1. Panela testigo .....	89
4.8.2.2. Panela comercial guajira .....	89
4.8.2.3. Panela comercial Valdez.....	89
4.8.2.4. Panela comercial abeja kapira.....	90
<b>V. DISCUSIONES.....</b>	<b>91</b>
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>95</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>98</b>

## **ANEXOS**

## RESUMEN

La investigación consistió en la elaboración de panela en forma artesanal del jugo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), materia prima cosechada con características orgánicas, sin tratamiento químico de suelo, ni mantenimiento del cultivo con pesticidas de índole químico, provenientes del cantón 24 de Mayo, provincia de Manabí.

En la elaboración de la panela se incorporaron otros ingredientes, mismos que no alteraron los nutrientes esenciales ni los factores organolépticos contemplados para este estudio.

La panela en estudio se sometió a pruebas organolépticas de análisis sensorial, comparándosela con tres marcas comerciales nacionales; además, se realizaron caracterizaciones físico-químicas de la materia prima y producto terminado en el Laboratorio de Análisis de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la ULEAM.

Para determinar el índice de aceptabilidad de la panela elaborada artesanalmente se realizó un análisis sensorial, utilizando un panel de 50 analistas, los resultados fueron sometidos a un análisis estadístico ADEVA, el cual permitió determinar que no existen efectos significativos entre los tratamientos o muestras para los atributos: “aroma” y “textura” y a su vez existen efectos significativos para los atributos: “apariencia”, “sabor” y “calidad general”, con ligeras ventajas para las del mercado.

Los efectos significativos entre los diferentes tratamientos, según las pruebas DMS, aunque existe un efecto significativo para el atributo “Apariencia” la diferencia es mínima, y para el caso de los atributos “Sabor” y “Calidad general” existieron dos marcas de panela muy diferenciadas, con respecto al testigo, los cuales influyeron notoriamente sobre la decisión de los jueces.

La caracterización físico-química de la materia prima se basó en normas INEN y los parámetros de la panela elaborada artesanalmente se encuentran dentro de los valores normales; así mismo, se estableció que la panela elaborada con materia prima semi-orgánica mantiene los mismos rendimientos que las otras marcas referentes a las materias primas, y que el costo de producción de la panela artesanal, es competitivo con el de las otras marcas comerciales.

Finalmente, se concluyó que la panela elaborada para el estudio es competitiva tanto en costos, características organolépticas con las demás marcas comerciales, adicionando un factor primordial al consumidor, como es la inocuidad en un producto alimenticio sano, con materia prima orgánica y con todos los nutrientes esenciales necesarios para sus actividades cotidianas.

**Palabras claves:** Jugo de caña de azúcar, panela, organoléptico, inocuidad, análisis sensorial.

## ABSTRACT

The was performed in the elaboration and production of the bowl which was elaborated in an artisanal matter by extracting the juice of the sugar cane (*Saccharum officinarum*), which is the primary ingredients organically grown, without any chemical soil treatment, nor chemical pesticides. The origins of the bowl studied is from the canton 24 de Mayo of the province of Manabí.

In the production of the bowl, other ingredients were incorporated which did not alter the essential nutrients or the organoleptic factors contemplated in this study.

The bowl elaborated was submitted to organoleptic testing by sensorial analysis, and it was compared to three commercial national brand names, in addition to the respective physical-chemical characteristics of the raw material and the final product, in the Analysis Laboratory of the Faculty of Agricultural Science of the University Laica Eloy Alfaro de Manabí.

To determine the acceptability index of the bowl elaborated in an handmade way, a sensorial analysis was performed, using a panel of 50 analysts. The results were submitted to ANOVA, statistical analysis, same of which allow to determine the No significant effects exists between the treatments or samples for the attributes of “fragrance” and “viscosity” where as, significant effects exists in the attributes of “appearance”, “flavor” and “general quality”

Tests were performed and findings of significant effects existed different treatments; Tukey and DMS tests were applied, which determined that even though significant effects were observed in the attribute of “appearance”, the difference is minimum, whereas, in the case of the attributes of “flavor”, and “General Quality”, 2 brands of bowl were very different , with positive and negative results with respect to the witness, same of which had great influence on the decision made by the judges.

The physical-chemical characteristic of the raw material was based on INEN norms and the parameters of the bowl elaborated in handmade way are found to be within the normal values indicated in the respective norms. In addition, it was established that the bowl elaborated with semi - organic raw material maintain the same performance as the other brands in reference to the primary ingredients and that the cost of production of the handmade bowl is competitive with the other commercial brands.

It was concluded that the bowl elaborated for the respective study is competitive in cost and organoleptic characteristics with the other commercial brands. In addition, a primary factor to the consumer, as is the safety of a healthy food product, with an organic primary ingredient and with all the essential nutrients necessary to perform daily activities.

**Key words:** Juice of the sugarcane, bowl, Organoleptic, Sensorial Analysis, safety.

## I. ANTECEDENTES

La panela es un producto obtenido por la evaporación de jugos de la caña (*Saccharum officinarum*) y la consiguiente cristalización de la sacarosa, que contiene minerales y vitaminas. Los principales componentes nutricionales de la panela son los azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa), las vitaminas (A, algunas del complejo B, C, D y E) y los minerales (potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre, zinc y manganeso, entre otros).

La vitamina A es indispensable para el crecimiento del esqueleto y del tejido conjuntivo y forma parte de la púrpura visual. Las vitaminas del complejo B como la B1, intervienen en el metabolismo de los ácidos y de los lípidos; la B6 participa en el metabolismo de los ácidos grasos esenciales y es fundamental en la síntesis de hemoglobina y citocromos; la vitamina D, incrementa la absorción del calcio y fósforo en el intestino y la vitamina C, cumple con mantener el material intercelular del cartílago, dentina y huesos.

(<http:// analisisdepanela.galeon/aficiones2068198.html>)

En Ecuador la agroindustria panelera se encuentra diseminada a lo largo del territorio nacional y está dirigida por cañicultores, se identifica por su producto tradicional la panela en bloque, la cual se produce en forma artesanal y tiene un alto consumo en todos los estratos sociales del país.

Las Provincias más destacadas en esta actividad son: Imbabura, Bolívar (Santo Domingo, Nanegalito, Pacto, El Paraíso, etc.), Pastaza (Tarqui, Pichincha, Las Américas), Manabí, Guayas, Napo, Morona Santiago y otras en menor cantidad.

Es ampliamente reconocido el atraso del sector panelero en el Ecuador, considerado más como una producción artesanal que técnica. La nula competencia que presentan los derivados de la agroindustria panelera en el mercado los mantiene en condiciones desfavorables frente a su principal



competidor, el azúcar de mesa producida en los ingenios azucareros. La falta de tecnologías adecuadas para la producción, pocas investigaciones sobre nuevos usos, presentaciones y la ausencia de normas de calidad.

Cabe señalar que la Provincia de Pichincha en los últimos años ha logrado un gran adelanto en relación al resto del país. Aquí el sector panelero se ha agrupado con la finalidad de producir y exportar panela granulada completamente natural y orgánica, la cual se está posicionando en el mercado europeo, principalmente en remplazo del azúcar.

En esta Provincia la exportación a Europa la realizan por medio de la Fundación Maquita Cushunchic (MCCH), en donde participan 21 fincas integrales que poco a poco van innovando la maquinaria y condiciones de proceso con la finalidad de obtener producto orgánico y de mejor calidad, para ello cumplen con la certificación Consorcio para el Control de Productos Biológicos (VE) y la Regulación Europea 2092/91 de Italia. (La panela, un producto de élite europea, s. p., Consulta: 2006-09-01).

La panela es un producto alimenticio con excelentes características organolépticas y nutricionales, estando a la altura de las exigencias para los productos alimenticios en el nuevo milenio, de tal manera que la investigación a más de obtener parámetros de aceptabilidad, tiene la convicción de culturizar su consumo y procurar generalizar su utilización en el cantón y los mercados del medio.

La panela se puede utilizar en la industria de los alimentos, en la fabricación de productos alimenticios; además, como proveedora de insumos para otras industrias, incluida la farmacéutica.

Actualmente la industria está elaborando productos con mayores técnicas, procurando medidas higiénicas que eviten las alteraciones organolépticas del producto (estructura, sabor, color, textura, etc.), induciendo a tener una calidad general.

El propósito de la investigación, es comparar la panela fabricada artesanalmente por los productores del Recinto “Las Flores”, cantón 24 de Mayo, con tres marcas que se expenden en el mercado de consumo y encontrar indicadores sobre el grado de aceptabilidad que tendrían en el mercado si estuvieran en competencia comercial.

La panela en nuestro medio es un producto de consumo moderado y que no se ha podido generalizar, debido a la escasa socialización sobre las ventajas de utilizar edulcorantes con menor grado de afectación para la salud.

Otro de los factores que limita su consumo, es la presentación que tiene la panela, en relación a la facilidad que presenta la azúcar blanca, que es la más utilizada por la mayoría de los consumidores de todas las edades.

Las pruebas sensoriales discriminativas, son muy usadas en Control de Calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con una calidad uniforme, si son comparables a estándares, etc.

Esta prueba resulta muy útil para evaluar el efecto de variaciones en una formulación, la sustitución de un ingrediente, la influencia del material de empaque, las condiciones del procesamiento, etc. (Anzaldúa 1994)

Por los motivos expuestos, el objetivo de este estudio es realizar el respectivo análisis sensorial de la panela elaborada artesanalmente en el Recinto las Flores del Cantón 24 de Mayo, con tres marcas de panela que se comercializan en el mercado con cierto grado de industrialización y evaluar el índice de aceptabilidad.

Adicionalmente, conocer las bondades y virtudes, así como la importancia del caso sobre la elaboración de la panela artesanal, haciendo hincapié en los parámetros propuestos en la investigación, con el propósito de presentar un producto elaborado, resaltando que el proceso y la materia prima son higiénicas y 100% naturales respectivamente.

Con los antecedentes expuestos en la investigación, se plantean los siguientes objetivos:

## **1.2. OBJETIVOS:**

### **1.3. Objetivo general.**

Conocer los grados de aceptabilidad y variabilidad de los tres tipos de panela industrializada comparada con la panela artesanal; tanto en sus características físicas, químicas y organolépticas.

### **1.4. Objetivos específicos.**

- Determinar el grado de aceptabilidad de la panela en el mercado de consumo.
- Comparar parámetros de costos de elaboración entre la panela artesanal y las tres marcas de panela que se comercializan en el mercado, y.
- Realizar la caracterización fisicoquímica, microbiológica de la materia prima y productos terminados.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA.

### 2.1. Aspectos generales.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es un cultivo extensivo muy importante, ya que de ella se extrae la sacarosa, el azúcar básicamente empleado en la alimentación humana, así como también en la fabricación de la panela.

#### 2.1.1. Generalidades Agronómicas.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), es una planta perenne de la familia de las gramíneas. El aparato radicular es un rizoma grueso, de donde parten diversos tallos que pueden medir de 2 a 6 m de altura y de 2 a 8 cm. de diámetro, estos tallos están formado por un tejido jugoso, azucarado y esponjoso, del cual se extrae el azúcar. Sus hojas son más estrechas y largas que las de la caña común, y estas dispuestas más densamente.

Su panícula terminal, de forma piramidal, está compuesta por flores púrpuras o rojizas.

Esta planta se conoce sólo en esta forma cultivada y se extrae de ella el azúcar. Los historiadores sitúan el origen de su cultivo en la India, donde según datos ya era cultivada hace más de tres mil años. De allí pasó a Egipto (641 d.C.), a la península ibérica (755 d. C), y después a las zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo. (Biblioteca de la Agricultura. Principales Cultivos Extensivos, pág. 525, 526)

Los principales productores mundiales de caña de azúcar, por orden de importancia en su producción: Brasil, India, Cuba, China, México y Pakistán. (Biblioteca de la Agricultura. Principales Cultivos Extensivos, pág. 525, 526).

### **2.1.2.El Cultivo.**

Para su cultivo se necesitan climas cálidos y húmedos. Son preferibles los suelos llanos de aluvión próximo al mar, profundo y húmedo, especialmente los limosos, ricos en humus y calcio. La multiplicación vegetativa es por estacas. La plantación se realiza de julio a septiembre, dependiendo de la climatología de cada región.

El abono principal para su cultivo es la potasa, elemento responsable de la producción de sacarosa. La maduración de las cañas se obtiene unos tres meses después de la floración, y al cabo de diez o quince meses de su plantación. Cuando la planta alcanza su madurez fisiológica, los tallos se vuelven de color dorado o violeta, y el jugo o savia de la planta aparece sumamente pegajoso. (Biblioteca de la Agricultura. Principales Cultivos Extensivos. Pág. 526)

### **2.1.3. Arvenses e insectos.**

Contra las diversas malas hierbas comunes en los cultivos de la caña de azúcar (Rumex, digitaria, echinochloa, etc.), es apropiada la materia activa Asulam. Se trata de un herbicida de translocación, bien absorbido por vía foliar y radicular, y que debe ser apropiado en pre y pos emergencia del cultivo.

Por lo general, las leguminosas son sensibles a este pesticida, que es selectivo para la caña de azúcar.

Son frecuentes los ataques de pulgones en este cultivo. Contra ellos pueden emplearse las distintas formulaciones comerciales del insecticida sistémico Etiofencarb, el cual actúa por contacto e ingestión. (Biblioteca de la Agricultura. Técnicas Agrícolas en Cultivos Extensivos. Pág. 526)

### **2.1.4. Recolección de la caña de azúcar.**

Para su recolección, se cortan las cañas a ras de tierra antes de enviarlas al molino donde serán exprimidas. Las cañas de azúcar contienen un 80% de jugo, en el cual se encuentra por término medio, un 20% de azúcar. Los tallos rebrotan

en la siguiente vegetación y las plantas pueden permanecer en el terreno durante cuatro o cinco años, permitiendo varias cosechas durante este periodo.

Pasado este tiempo, debe ser levantado el cultivo, puesto que su producción de tallos disminuye. Hoy muchas variedades de caña de azúcar, pero suelen reunirse en cuatro grupos, según el color de sus hojas y de sus tallos. Así, encontramos cañas verdes, blancas o amarillas, veteadas y rojas. (Biblioteca de la Agricultura. Técnicas Agrícolas en Cultivos Extensivos. Pág. 526)

### **2.1.5. La caña de azúcar como materia prima.**

La materia prima para la elaboración de panela es la caña de azúcar, planta que se siembra en diferentes regiones del país y que gracias a las condiciones climáticas del mismo se puede cosechar durante todo el año.

Es necesario al iniciar el cultivo tener en cuenta las variedades que más se adapten a la zona, de acuerdo al tipo de suelo y condiciones climáticas, para así obtener los mayores rendimientos por hectárea.

El beneficio en sí, se inicia con el corte de la caña. Hay dos formas de realizar esta tarea: Una es por parejo, que es el más usado y recomendado, la otra por entresaque o desguíe. En el primer caso, el corte es general, mientras en el segundo sólo se cortan los tallos maduros, dejando los tiernos en el lote.

Una vez cortada la caña debe ser alzada y transportada al molino, generalmente en mulas, debido a las condiciones topográficas de las zonas paneleras.

El apronte o almacenamiento de caña previo a la iniciación de la molienda, se hace con el propósito de mantener abastecido de caña al molino. En algunas regiones es superior a cinco días.

La caña debe permanecer almacenada en menor tiempo posible, pues se ha observado que aprontes prolongados influyen tanto en la cantidad de panela

recuperada, como la calidad de la misma; por la dificultad de la limpieza y por la aceleración de la inversión de la cacharaza.

### **2.1.6. La panela como alimento y posibilidades de industrialización.**

Se la puede utilizar en la industria alimenticia, en la fabricación de productos alimenticios de nueva generación y naturales, además como proveedora de insumos para otras industrias, como la farmacéutica.

La chancaca o panela se la puede utilizar en la preparación de: bebidas refrescantes (con limón y naranja dulce y agria), bebidas calientes (café, chocolate, aromáticas, y té, etc.), salsa para carnes y repostería, conservas de frutas y verduras.

Edulcorar jugos, elaborar tortas, biscochos, galletas y postres, conservas de frutas y verduras, fabricación de dulces y mermeladas. En la cocina se la utiliza para la elaboración de platos típicos.

**Otros usos de la panela o chancaca:** Cicatrizante, malestares de resfriados y gripes. (Tomado de la Panela Biológica, recomendaciones para su obtención. Corpoica).

## **2.2. Composición de la panela.**

### **2.2.1. Los azúcares.**

Entre los carbohidratos, el azúcar sacarosa es el principal constituyente de la panela, con un contenido que varía entre 75 y 85% del peso seco. Por su parte, los azúcares reductores (entre 6 y 15%), poseen una disponibilidad de uso Inmediato para el organismo, lo cual representa una gran ventaja energética, estos



son fácilmente metabolizados por el cuerpo, transformándose en energía necesaria requerida por nuestro cuerpo.

Desde el punto de vista nutricional, el aporte energético de la panela oscila entre 310 y 350 calorías por cada 100 gramos. Adulto que ingiera 70 gramos diarios de panela (que es consumo diario por habitante a nivel nacional), obtendrá un aporte energético equivalente al 9% de sus necesidades.

La inversión de la sacarosa es un proceso natural de partición de esta sustancia, del cual se origina la glucosa y la fructosa (que también se conoce como "azúcares reductores" (Tomado del Boletín Técnico, Programa De Desarrollo Empresarial Por Sector Productivo. Pág. 4. 2005).

## 2.2.2. Las vitaminas.

Las vitaminas son sustancias muy importantes para el funcionamiento diario y el crecimiento del organismo, el cual no es capaz de sintetizarlas y, por lo tanto debe ingerirlas de manera regular y balanceada en los alimentos. La panela aporta un conjunto de vitaminas esenciales que complementan el balance nutricional de otros alimentos. (Proyecto ASO. Panela y afines. Pág. 5, 2005)

**Tabla 1.1 contenido vitamínico de la panela**

Vitamina	Función	Recomendación Diaria (mg/día)	Aporte por 70g de Panela diarios (mg.)*	Aporte a la recomendación Diaria (%)
A Retinol, axeroftol	Mejora la visión nocturna, participa en el crecimiento y restaura la calidad de la piel; mejora la absorción de hierro en el organismo.	06-10	1,4	1,5
B1 Tiamina	Nutre y protege el sistema nervioso; indispensable en el metabolismo energético de azúcares	2	0,0084	0,42
B2 Riboflavina	Es la vitamina de la energía; previene los calambres musculares y mejora la visión.	2	0,046	2,3

B5	Es la vitamina de la piel y de cabello; aumenta la resistencia ante el estrés y la infecciones.	10	0,007	0,35
B6 Piridoxina	Participa en la construcción de tejidos y contribuye al metabolismo de proteínas. Importante para dientes y encías; previene una clase de anemia.	2	0,007	0,35
C Ácido ascórbico	Ayuda poderosa para todos los mecanismos de defensa del cuerpo; vitamina anti estrés.	40-60	5	10
D2 Ergo calciferol	Participa en la asimilación de calcio por parte de los huesos. Actúa en la formación del conjunto de tejidos.	10-30	0,046	0,23
E Tocoferoles	Protege el organismo del envejecimiento. Interviene en el metabolismo de las grasas.	1-30	0,08	0,27

**\*Calculado con base en un consumo de 25 Kg./habitante/año. (Fuente Instituto Anboisse de Francia).**

### **2.2.3. Los minerales.**

Los minerales que necesita el organismo juegan un importante rol en la conformación de la estructura de los huesos, de otros tejidos y de algunas secreciones del organismo como la leche. Por lo tanto, se trata de compuestos irremplazables durante el crecimiento del cuerpo.

Los minerales intervienen en múltiples actividades metabólicas: activan importantes sistemas enzimáticos, controlan el pH, la neutralidad eléctrica y los gradientes de potencial electroquímico.

También participan en la conformación bioquímica de algunos compuestos de gran importancia fisiológica: el cloro del ácido clorhídrico propio de la secreción gástrica, el yodo de las hormonas tiroideas, el hierro de la hemoglobina, entre otros. (Proyecto. Aso. Panela y afines. Pág. 5, 2005).

**Tabla 1.2. Contenido mineral de la panela.**

<b>Minerales</b>	<b>Función</b>	<b>Recomendación diaria(mg/día)</b>	<b>Aporte por 70g de Panela diarios (mg)*</b>	<b>Aporte diario aportado por la Panela (%)</b>
Potasio	Indispensable en la utilización de las proteínas en metabolismo de los carbohidratos y el control de la glicemia.	3000-4000	7-9	0,23
Magnesio	Asegura la comunicación neuromuscular; junto con el potasio, son los cationes más importantes del líquido intracelular.	100-400	49-63	22,4
Calcio	Regula los intercambios de membrana en las células. Participa en formación del sistema óseo.	2	0,046	2,3
Fósforo	Participa en la asimilación del calcio por parte de los huesos.	600-1000	28-70	6,13
Hierro	Es anti anémico. Participa en la formación de los glóbulos rojos (eritropoyesis).	15-20	7-9	45,71
Cobre	Refuerza el sistema inmunológico, es anti anémico.	2-3	0,07-0,63	14
Zinc	Regula el azúcar en la sangre (glicemia).	10-15	0,14-0,28	1,68
Manganeso	Es antialérgico y ayuda a la asimilación de azúcares. Participa en la absorción de compuestos aminos nitrogenados como las proteínas.	3-9	0.14-0.35	4.08

\*Calculado con base en un consumo de 25 Kg./habitante/año. (Fuente: Instituto Anboisse de Francia).

**Tabla 1.3.Composición química de la panela / (100 gr. Panela)**

<b>Carbohidratos en mg</b>		<b>Vitaminas en mg</b>	
Sacarosa	72 a 78	Pro vitamina	2.00
Fructosa	1.5 a 7	Vitamina A	3.80
Glucosa	1.5 a 7	Vitamina B1	0.01
<b>Minerales en mg</b>		Vitamina B2	0.06
Calcio	40 a 100	Vitamina B5	0.01
Magnesio	70 a 90	Vitamina B6	0.01
Fósforo	20 a 90	Vitamina C	7.00
Sodio	19 a 30	Vitamina D2	6.50

Hierro	10 a 13	Vitamina E	111.30
Manganeso	0.2 a 0.5	Vitamina PP	7.00
Zinc	0.2 a 0.4	Proteínas	280mg
Flúor	5.3 a 6.0	Agua	1.5 a 7.0 g
Cobre	0.1 a 0.9	Calorías	312

Fuente: Instituto Anboisse de Francia.

**Tabla 1.4. Producción mundial de la panela**

PAÍS	PRODUCCIÓN (Miles ton.)	Participación en la Producción	Consumo Per cápita (Kg/año)
1. India	9.857	71.3	10.0
2.Colombia	1.276	9.2	31.2
3. Pakistán	743	5.4	5.0
4. China	458	3.3	0.4
5. Bangladesh	440	3.2	3.5
6. Myanmar	354	2.6	8.0
7. Brasil	240	1.7	1.4
8. Filipinas	108	0.8	1.5
9. Guatemala	56	0.4	5.2
10. México	51	0.4	0.5
11. Indonesia	39	0.3	0.2
12. Honduras	27	0.2	4.4
Otros países	172	1.2	N.D
TOTAL MUNDIAL	13.821	100.0	71.3

Fuente Instituto Anboisse de Francia

#### **2.2.4. Propiedades medicinales de la panela.**

La panela, además de utilizársela para la industria alimenticia en la fabricación de productos alimenticios, o para ser proveedora de insumos para otras industrias como la farmacéuticas, que la utilizan como cicatrizante, así como también para hacer infusiones para los malestares de gripas o resfriados. etc. (Manual del Proyecto Aso. Panelas y afines. Pág. 3, 2005).

El Calcio contenido en la panela contribuye a la formación de una buena dentadura y unos huesos más fuertes, así como en la prevención de las caries,

especialmente en los niños. En poblaciones infantiles donde la dieta incluye panela, la incidencia de las caries es significativamente baja; esto se explica por la presencia de Fósforo y Calcio que entran a formar parte de la estructura dental y al mismo tiempo contienen cationes alcalinos (Potasio, magnesio y calcio) capaces de neutralizar la excesiva acidez, una de las principales causas de las caries.

Es además esencial para regular la contracción muscular, el ritmo cardíaco, la excitabilidad nerviosa y ayuda también a corregir deficiencias óseas como la osteoporosis que se presenta en la edad adulta.  
<http:// analisisdepanela.galeón.com/index.html>

El hierro contenido en la panela previene la anemia. El porcentaje de este mineral en el recién nacido se consume a los pocos meses, razón por la cual se requiere una dieta rica en hierro, para que el nivel de hemoglobina permanezca estable. Este nutriente fortalece también el sistema inmunológico del infante y previene enfermedades del sistema respiratorio y urinario.

Otro elemento que aporta la panela es el Fósforo, pilar importante de huesos y dientes, participante en el metabolismo de las grasas, carbohidratos e intercambio de energía a través de las reacciones oxidativas de fosforilación. Su déficit en forma inorgánica acarrea una desmineralización de los huesos, crecimiento escaso en la edad infantil, raquitismo y osteomalacia.

El magnesio es fortificante del sistema nervioso, actúa en la excitabilidad muscular y sirve como activador de varias enzimas como la fosfatasa de la sangre. Los niños que tienen un nivel normal de este elemento son más activos.

El potasio es indispensable en el mantenimiento del equilibrio del líquido intracelular, favorece el ritmo del corazón y participa en la regulación de la excitabilidad nerviosa y muscular.

(<http:// analisisdepanela.galeon.com/aficiones2068198.html>).

### **2.2.5. El jugo de la caña de azúcar.**

En esta operación se obtienen dos productos: el jugo crudo como producto principal y el bagazo húmedo.

El nivel de extracción y la concentración de sólidos solubles de los jugos afectan directamente el rendimiento en la producción. El porcentaje de extracción (peso del jugo/peso de la caña) depende de las condiciones de operación del molino y tiene efectos marcados sobre la calidad y cantidad de jugo que se obtiene.

En términos generales para molinos de 3 mazas, una extracción óptima está en 58-60% y para molinos de 6 mazas uno detrás de otro hasta el 68%, para extracciones mayores hasta 75% debe usarse una lixiviación o adicionar un solvente al bagazo para remover azúcares.

El jugo obtenido directamente del molino, fisicoquímicamente es un dispersoide compuesto por materiales en todos los tamaños, desde partículas gruesas hasta iones y coloides. El material grueso consiste principalmente de tierra, Partículas de bagazo y cera.

Los coloides en el jugo incluyen tanto los derivados del suelo como los de la caña y están constituidos principalmente por partículas de tierra, ceras, grasas, proteínas, vitaminas, gomas, pectinas, taninos y material colorante. Su porcentaje es pequeño y fluctúa entre 0,05 a 0,3%.

Las dispersiones iónicas y moleculares, corresponden básicamente a azúcares y constituyentes minerales. (Tomado de Documento de la Dra. Luz Esperanza Prado Forero, Ing. Química, Investigador, CORPOICA-CIMPA).

**Cuadro. N° 1. Promedio de la composición de los tallos y de los jugos de la caña de azúcar**

<b>Constituyente químico</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>En los tallos</b>	
Agua	73 - 76
Sólidos	24 - 27
Sólidos Solubles (°Brix)	10 - 16
Fibra (seca)	11 - 16
<b>En el jugo</b>	
Azúcares	75 - 92
Sacarosa	70 - 88
Glucosa	2 - 4
Fructosa	2 - 4
<b>Sales</b>	
- Inorgánicas	3.0 - 3.4
- Orgánicas	1.5 - 4.5
Ácidos orgánicos	1 - 3
Aminoácidos	1.5 - 5.5
Otros azúcares	1.5 - 2.5
- Proteínas	0.5 - 0.6
- Almidones	0.001 - 0.050
- Gomas	0.3 - 0.6
- Ceras, grasas, etc.	0.15 - 0.50
- Compuestos fenólicos	0.10 - 0.80

**El cuadro N°1, indica la composición química de los tallos y de los jugos de la caña azúcar (Fuente: Meade y Chen, 1977).**

El bagazo o remanente de los tallos de la caña de azúcar después de extraerse el Jugo es utilizado en la generación de calor mediante su combustión en las hornillas o calderas.

En los trapiches CIMPA se utiliza el bagazo como sale del molino, con 45% de humedad, en los tradicionales se requiere someterlo a un proceso de secado

natural previo, el cual tiene una duración promedio de 20 - 40 días en cobertizos llamados bagaceras, hasta conseguir una humedad de menos del 30%.

El tiempo de secado depende de algunos factores como son: dimensiones del arrume, condiciones climáticas del sitio, humedad con la que sale el bagazo del molino y características de construcción de la bagacera. (Fuente: Aso. Panela y afines. Pág. 9, 2005)

### **2.2.6. Limpieza de los Jugos**

La limpieza de los jugos es indispensable para obtener panelas libres de sólidos insolubles e impurezas y menor color. La limpieza de los jugos se divide en dos etapas, el de pre limpieza y la clarificación.

El pre limpieza de los jugos en el proceso de producción de panela, consiste en eliminar por medios físicos y a temperatura ambiente el material grueso con el que sale el jugo de caña del molino. Este material consiste principalmente en tierra, partículas de bagazo y cera, para su separación se usa el pozuelo, las mallas y los sistemas de pre limpieza diseñados por CIMPA, denominados pre limpiadores uno y dos.

Cualquiera de estos equipos de pre limpieza requiere para su buen funcionamiento un adecuado mantenimiento y limpieza, mínimo cada 6 horas, con el fin de evitar la fermentación de los jugos y como consecuencia un aumento de la acidez de los jugos, y de los azúcares reductores. Se recomienda utilizar en su construcción acero inoxidable, material resistente a la corrosión y fácil de limpiar.

Los pre - limpiadores usan la diferencia de densidad de las partículas como principio para su separación. Deben estar cubiertos para evitar la caída de impurezas mayores, como hojas las cuales dificultan el buen funcionamiento del equipo y durante la molienda las impurezas que flotan se deben retirar varias veces al día, este material puede pasarse nuevamente por el molino, con el fin de recuperar parte del jugo retenido.



La diferencia entre la altura del nivel del jugo y la altura total debe ser mayor a 15 cm para evitar su saturación rápida y el desborde de las impurezas (Fuente: Boletín Aso. Panela y Afines. Pág. 9, 2005)

La clarificación, tiene como fin eliminar los sólidos en suspensión, sustancias coloidales y algunos compuestos colorantes presentes en los jugos durante la producción de panela mediante la aglomeración de dichas partículas.

Terminada la pre-limpieza se pasa el jugo directamente a la paila recibidora a una temperatura cercana a la del ambiente para iniciar su calentamiento hasta 50-55°C. El calentamiento del jugo acelera su velocidad de movimiento, lo que permite la coagulación o formación de partículas de mayor tamaño y densidad. Estas partículas son más fácilmente removibles por medios físicos.

Parte de las sustancias precursoras y generadoras de color e impurezas en el producto final, permanecen en solución, sin poder ser removidas debido a su tamaño y requieren la adición de otras sustancias que permitan su eliminación manual.

El jugo precalentado se pasa a la paila clarificadora donde se adiciona un agente clarificante para aumentar la coagulación de las impurezas presentes en el jugo.

La coagulación consiste en una serie de reacciones fisicoquímicas entre la sustancia adicionada (coagulante) y la solución (jugos) que dan como resultado la remoción o desestabilización de las fuerzas que mantienen unidas las partículas.

Los agentes clarificantes o coagulantes son de dos tipos; los poli-electrolitos y los coagulantes metálicos. Los primeros son polímeros de alto peso molecular naturales o químicos, conformados por uno o varios tipos de monómeros unidos en cadenas lineales o ramificadas que poseen un gran número de sitios activos por cadena y forman macromoléculas de tamaño coloidal.

Un exceso de mucílago es perjudicial, la panela presentará problemas al tener una consistencia blanda y babosa.

Los coagulantes metálicos se pueden clasificar en tres grupos: sales de aluminio, sales de hierro y compuestos varios, de los cuales los más importantes son la cal, el carbonato de sodio, el carbonato de magnesio, el ácido fosfórico, el fosfato mono cálcico y el bióxido de carbono entre otros.

Las impurezas que flotan, se denominadas cachaza, se retiran manualmente con un remellón y se depositan en unos recipientes llamados cachaceras.

En estas se separan los jugos que pudieron salir en la remoción de la cachaza quedando en el fondo del recipiente, de donde son devueltos al proceso en la paila clarificadora y la cachaza se lleva a la paila cachacera donde se concentra hasta formar el melote.

### **2.2.7. Mucílagos vegetales**

El mucílago es un producto orgánico de origen vegetal, de peso molecular elevado, superior a 200.000 g/mol, cuya estructura molecular completa es desconocida. Están conformados por polisacáridos celulósicos que contienen el mismo número de azúcares que las gomas y pectinas.

Los mucílagos se suelen confundir con las gomas y pectinas, diferenciándose de estas sólo en las propiedades físicas. Mientras que las gomas se hinchan en el agua para dar dispersiones coloidales gruesas y las pectinas se gelifican; los mucílagos producen coloides muy poco viscosos, que presentan actividad óptica y pueden ser hidrolizados y fermentados. Se forma en el interior de las plantas durante su crecimiento.

Se asocian en ocasiones con otras sustancias como los taninos. Se cree que almacena agua, facilita la dispersión y germinación de las semillas, espesa las membranas y sirve de reserva alimenticia. En el país los mucílagos más empleados son los obtenidos del balso, cadillo y el guácimo.

Su uso depende de la disponibilidad y costumbres de la zona. Una de ellas es la del Valle del Cauca y Risaralda (Colombia), donde para remover la cachaza negra se usa guácimo y para la cachaza blanca se emplea cadillo. Además existen otras plantas o productos vegetales de uso no tan generalizado como la "escoba babosa", el "Juan Blanco", la corteza del fruto del cacao, o el fique.

El Cadillo pertenece a la familia de las Tiliáceas, *Triumfetta lappula* L, es conocida vulgarmente como pega-pega, el mucílago se encuentra en el tallo y las hojas.

Para su utilización se construye una escoba con las ramas la cual se introduce en los jugos cuando estos alcanzan aproximadamente 50-55°C, se agita durante 3 minutos, se deja calentar, y se retira la cachaza negra cuando se alcanza una temperatura de 85°C aproximadamente. Esta escobilla tiene una vida útil de aproximadamente 6 horas.

El Guácimo, cuyo nombre científico es *Guásumaulmifolia* Lamarck, es un árbol frecuente de las llanuras cálidas ecuatoriales por debajo de los 1.200 metros sobre el nivel del mar. Se utiliza comúnmente las cortezas de aproximadamente 10 ramas, las cuales se maceran para ser retiradas de las ramas y facilitar la liberación de los aglutinantes. Con estas cortezas se forma una escoba la cual se trabaja como el cadillo.

#### **2.2.8. El Balso**

Es un árbol muy común en los climas templados del país, como la Hoya del Río Suárez. Esta planta es del orden de las Malvales, familia de las *Sterculiaceae*, su nombre científico es *Helicarpus popayanensis*.

Para su utilización se retira la corteza del árbol teniendo cuidado de cortarlo por cuadros estilo domino, nunca todo el contorno ya que el árbol se muere. Estos cuadros de corteza se maceran o machaca con un mazo con el propósito de liberar los mucílagos.

Se dejan en remojo hasta que forme una solución con una viscosidad de 6 cent poise (similar a la clara del huevo). Se emplea de esta solución, un volumen igual al 2,5% en volumen de jugo, dividido en dos aplicaciones.

La primera cuando los jugos han alcanzado una temperatura de 50-55°C, y la segunda cuando los jugos alcanzan 75-85°C. Se retira la cachaza de la misma forma que en los anteriores.

Para obtener los mejores resultados, la velocidad de calentamiento debe ser superior a 1,5°C por minuto, y el pH de los jugos en el momento de adicionar el aglutinante de 5,8.

### **2.2.9. Polímeros Químicos**

Existe la alternativa de remplazar los mucílagos vegetales por compuestos químicos que realizan la misma función, pero en las investigaciones realizadas hasta el momento por el CIMPA no han mejorado los resultados obtenidos con los mucílagos naturales, y en algunos de los casos presentan residuales.

De los polímeros se han evaluado las poliacrilamidas aniónicas, catiónicas y no iónicas. De estas sólo las primeras, especialmente el Mafloc 975, presentaron resultados comparables a los del balso en la clarificación.

El Mafloc 975 se debe disolver en agua o jugo clarificado a una temperatura entre 30 y 40°C para asegurar la dispersión del polímero y la formación de la baba gelatinosa. Se prepara en soluciones hasta de 2.000 ppm se agrega al jugo, con pH de clarificación de 5,4 -6,4 en una dosis de 2 a 10 ppm.

### **2.3. Grados de Acidez de los Jugos**

Es uno de los factores importantes de controlar en el proceso de elaboración de la panela, se debe trabajar con un pH que evite el desdoblamiento de la sacarosa, pero que a la vez no destruya los azúcares reductores presentes, pues esto da origen a compuestos que oscurecen la panela.

Si el pH inicial de los jugos es de 5,2 no requiere ser elevado en el momento de adicionar el aglutinante natural puesto que este se encontrara en 5,8 valor ideal para el óptimo desempeño del Balso, y con el cual el porcentaje máximo de azúcares reductores no exceder el 6 a 9%, trabajando el proceso a las temperaturas adecuadas.

Cuando el manejo agronómico no ha sido el óptimo y el pH inicial es inferior a 5,2 se recurre al encalado de los jugos con el propósito de ajustar el pH a las condiciones ideales.

Un exceso de cal es perjudicial pues cuando se encala a pH superiores a 6,0 se presenta un marcado oscurecimiento de la panela.

Encalado se debe hacer en forma de lechada de cal, es decir una suspensión de cal apagada en agua o en el mismo jugo en concentraciones de 12-15 grados Baumé (100 a 150 gramos de cal por litro de agua). Al agregar cal en frío, según estudios que realiza actualmente CIMPA, la acción de los floculantes vegetales mejora, y se obtienen jugos más limpios.

Pero presenta el inconveniente de formar una cachaza menos densa e incrementar el tiempo de separación del jugo en la cachacera por la poca diferencia de densidades del jugo y la cachaza.

La calidad de la cal es un factor importante a tener en cuenta en el proceso de producción de panela pues si la cal no es grado alimenticio, su adición aporta impurezas al producto final.

La calidad de la cal se determina por análisis de laboratorio, los más importantes, el porcentaje de óxidos de calcio (CaO) aprovechable, prueba de asentamiento, insolubles en ácido clorhídrico, humedad, porcentaje de azufre y de algunas otras impurezas.

El porcentaje de (CaO) aprovechable en una cal de primera clase debe estar entre 85 y 90%. Sin embargo los porcentajes de impurezas y de (CaO) aprovechable no son suficientes para clasificar una cal de un modo completo.

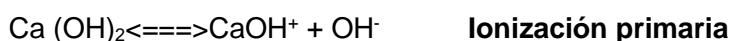
Si se observa un incremento gradual del pH del jugo alcalinizado y el asentamiento de materiales lodosos en el agua de panela, es indicio de que se está usando cal de mala calidad, sobre calcinada o muerta, cuyas partículas se hidratan muy lentamente.

Reacciones fundamental de la clarificación y el encalamiento con los constituyentes del jugo la cal produce reacciones de formación de sustancias insolubles, sustancias que permanecen en solución, sustancias de coagulación, sustancias de suspensiones coloidales y sustancias de suspensiones dispersas.

El calcio forma con muchos ácidos orgánicos, tales como el glicólico y málico, sales que se disocian débilmente. Tiende a asociarse con aminoácidos como el aspártico para formar estructuras de quelatos poco ionizadas e iones complejos.

El jugo de caña contiene muchas sustancias orgánicas e inorgánicas, que tienden a aumentar la solubilidad de los 11 compuestos de calcio. Debido a lo anterior el contenido de calcio en el jugo aumenta, siendo este aumento independiente del contenido inicial de calcio. (Fuente: Documento de la Dra. Luz Esperanza Prado Forero. Ing. Química, Investigador CORPOICA- CIMPA. Páginas 9, 10,11)

El Hidróxido de calcio es una base relativamente fuerte, por ser un hidróxido de un metal bivalente cuya ionización tiene lugar en dos fases.



La actividad química del hidróxido de calcio depende de la concentración efectiva o actividad de los iones,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{OH}^-$  y  $\text{CaOH}$ . Debido a que la ionización secundaria es mínima, es también baja la concentración de  $\text{Ca}^{++}$ .

La sílice está presente principalmente como  $\text{SiO}_2$  disuelto, coloidal y en suspensión y en forma de silicatos. La mayor parte de la sílice se elimina en el proceso de clarificación. La solubilidad es extremadamente baja.

El magnesio algunas veces se encuentra en el jugo de la caña en más altas concentraciones que el calcio. El grado en el cual se precipita el magnesio como óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ ) en el proceso de clarificación depende del pH de los jugos.

En el jugo, el hierro y aluminio pueden estar en suspensión en grandes cantidades, formando parte de las partículas férricas. Sin embargo, sólo en un grado muy limitado se presentan en solución.

Las sustancias inorgánicas potasio, sodio y cloro se encuentran en forma iónica, en el jugo de la caña y la mayor parte permanecen en el, sin sufrir ningún cambio durante el proceso de clarificación.

La precipitación del fosfato, sílice, sulfato, magnesio, hierro y aluminio tienden a reducir el contenido de cenizas. Sin embargo, el incremento en calcio y alguna disminución de los constituyentes orgánicos balancea este efecto, de tal manera que el cambio total es muy pequeño.

El nitrógeno presente en el jugo de la caña se encuentra principalmente formando aminoácidos y amidas y en menor proporción proteínas. Durante el proceso de clarificación las proteínas son casi completamente precipitadas; en cambio los aminoácidos simples permanecen en solución.

Entre los aminoácidos presentes en el jugo de la caña se tienen: ácido aspártico, ácido glutámico, valina, alanina, glicina, serina, lisina y leucina. Los aminoácidos se combinan con los azúcares reductores para dar lugar a la reacción de Maillard o "Pardeante" originando compuestos precursores de color.

La glicina es uno de los aminoácidos más activos a este respecto. Además al tener, tanto ácido carboxílico como grupos básicos amino, los aminoácidos son anfotéricos por naturaleza y por eso actúan como estabilizadores de pH.

Entre las amidas presentes en el jugo de la caña se pueden mencionar la glutamina y la asparraguina. Las proteínas tienen un peso molecular elevado y forman soluciones coloidales; al combinarse complejas de los aminoácidos, tienen el carácter de anfólitos, con características tanto ácidas como básicas.

Por lo tanto el comportamiento químico de las proteínas depende en alto grado del pH.

Cada proteína tiene un punto isoeléctrico definido en el cual no dominan ni los grupos ácidos ni los básicos. Un gran porcentaje de las proteínas presentes en el jugo de la caña lo constituyen las albúminas.

La albúmina es una proteína que se encuentra en el jugo, tiene su punto isoeléctrico a un pH de 5,5 donde la proteína muestra un mínimo de hidratación y turgencia y donde la solución coloidal tiene la menor estabilidad. La precipitación ocurre más fácilmente a este pH si la proteína se desnaturaliza por el calentamiento.

Se entiende por desnaturalización un cambio molecular interno en el cual la proteína pierde su estructura primaria que la identifica. Debido a que el jugo crudo tiene un pH situado en el nivel del punto isoeléctrico, la albúmina deberá ser efectivamente removida por el calentamiento.

Según Honig, la precipitación de la albúmina, durante la clarificación es ventajosa ya que este material ocluye otros compuestos ayudando así a la separación de las impurezas.

Las gomas se componen principalmente de pentosanas, polisacáridos que por hidrólisis dan azúcares del grupo de la pentosa. Las pentosanas son sustancias



coloidales hidrofílicas que incrementan marcadamente la viscosidad de las soluciones.

El contenido de pentosana en el jugo crudo oscila entre 0,02 y 0,05% permaneciendo como tal después del proceso de clarificación.

Las pectinas son carbohidratos de composición compleja y al igual que las gomas, son sustancias coloidales hidrofílicas que tienen la propiedad de aumentar considerablemente la viscosidad de las soluciones.

El contenido de pectina en el jugo de la caña no excede el 0,1% y su valor depende en grado considerable de la molienda, ya que se encuentra principalmente, haciendo parte de la pared celular de la caña. (Fuente: Aso. Panela y Afines. Documento de la Dra. Luz Esperanza Prado Forero, Ing. Química, Investigador. CORPOICA-CIMPA. Páginas 11, 12, 2005).

## **2.4. Manejo Del Jugo De La Caña De Azúcar**

La materia prima para la elaboración de panela es la caña de azúcar, planta que se siembra en diferentes regiones del país y que gracias a las condiciones climáticas del mismo se puede cosechar durante todo el año.

Es necesario al iniciar el cultivo tener en cuenta las variedades que más se adapten a la zona, de acuerdo al tipo de suelo y condiciones climáticas, para así obtener los mayores rendimientos por hectárea. Se recomienda cumplir con los siguientes puntos.

### **2.4.1. Tarea de Corte**

Existen dos formas de corte, la primera es por parejo que es el más usado y recomendado, la otra por entresaque o des guíe.

En el primer caso el corte es general, mientras en el segundo sólo se cortan los tallos maduros, dejando los tiernos en el lote. Una vez cortada la caña debe ser

alzada y transportada al molino, generalmente en mulas debido a las condiciones topográficas de las zonas paneleras.

### **2.4.2. El Apronte**

O almacenamiento de caña, previo a la iniciación de la molienda, se hace con el propósito de mantener abastecido de caña al molino. En algunas regiones es superior a cinco días.

La caña debe permanecer almacenada en menor tiempo posible, pues se ha observado que aprontes prolongados influyen tanto en la cantidad de panela recuperada, como la calidad de la misma; por la dificultad de la limpieza y por la aceleración de la inversión de la cachaza.

En la (Figura 1) se presenta un diagrama del proceso de elaboración de la panela. Una vez iniciada la molienda la caña pasa a través del molino en el cual por presión física se le extrae el jugo, obteniéndose además el bagazo. La cantidad de jugo depende de las condiciones de operación del molino.

El bagazo se denomina "bagazo verde" y su humedad depende del grado de extracción del molino, fluctuando entre 50 y 60%. Este bagazo se lleva las bagaceras donde se almacena hasta alcanzar una humedad inferior al 30%, valor necesario en la mayoría de las cámaras de combustión de las hornillas para poder utilizarlo.

El bagazo adicionalmente se puede hidrolizar y usarse como fuente de fibra en Nutrición animal.

**Limpieza:** Selección adecuada del pre limpiador es, de acuerdo a la capacidad del molino. Un sistema de pre limpieza inadecuado ocasiona pérdidas de jugo por derrame, limpieza más frecuente de lo normal y tiempos de resistencia prolongados de los jugos en el mismo.

### **2.4.3. Clarificación**

Es importante que el tiempo de contacto del mucílago con el jugo sea el adecuado para que la torta de cachaza que se forma sea de excelente consistencia. Una vez adicionado el mucílago se debe evitar la agitación.

### **2.4.4. Evaporación**

**2.4.4.1 Inversión:** Fenómeno que se acentúa en la medida que se incrementa la temperatura. Se puede atenuar con adición de cal o con la disminución de los tiempos de resistencia.

**2.4.4.2. Calidad de la cal:** Se debe asegurar la pureza y disolución en agua de la cal con el fin de no incrementar el porcentaje de sólidos insolubles en la panela.

#### **2.4.4.3. Dosis y forma de aplicación de la cal**

Es conveniente hacerlo en forma fraccionada, la mitad en la paila clarificadora y el resto en forma proporcional de acuerdo al número de puntos. Su dosis depende del pH inicial del jugo. Un exceso de cal ocasiona coloraciones oscuras de la panela y una deficiencia contribuye al mal "grano" o textura de la misma.

### **2.4.5. Concentración.**

**2.4.5.1. Inversión:** Se acentúa debido a las altas temperaturas. Es conveniente entonces, que la concentración se realice en el menor tiempo posible.

**2.4.5.2. Lubricante:** Se debe adicionar entre 102 y 105°C, el no hacerlo ocasiona la caramelización de la panela.

**2.4.5.3. Temperatura De Punteo:** Debe ser la adecuada para asegurar que la humedad de la panela sea inferior al 10%. A mayor temperatura de punteo, menor contenido de humedad e incremento del tiempo de vida útil de la panela.

## **2.5. Procesos De La Elaboración De La Panela**

La tecnología de la producción de panela no ha variado sustancialmente a través de los años, ya que el producto se obtiene como resultado de la evaporación del jugo de caña, sin mayor tratamiento. El proceso en general consiste en moler la caña, separar las impurezas, calentar el jugo, descachazar, evaporar hasta el punto de panela, realizar el batido y finalmente el moldeo.

Para la tecnología de panela granulada, se exige el mismo tratamiento, pero con un mayor cuidado en lo que se refiere a tiempo de proceso, pH limpieza y punto de panela.

Además se ha incorporado en vez del moldeo, un desgranado y cernido de la panela.

### **2.5.1. Selección del Proceso**

Con la finalidad de ir mejorando calidad, color y presentación de panela granulada el sistema de producción más adecuado para la obtención de la panela, es el calentamiento directo de los jugos en pailas de acero inoxidable, por combustión de bagazo. Este sistema utiliza por regla general, 6 personas para todo el proceso, hasta obtener panela granulada o en bloque o en ladrillos.

- Atizador
- Mete caña
- Área de proceso
- Dos personas en el área de batido moldeo
- Bagacero

## **2.5.2. Descripción**

El proceso consiste en las siguientes etapas: Recepción de la caña; extracción del jugo; limpieza del jugo (pre limpiadores); descachase; concentración del jugo; y batido y moldeo.

### **2.5.2.1. Recepción de la caña**

La fábrica panelera debe tener un sitio específico para la recepción de la caña, la misma que se lo hace a través de mulas o por medio de vehículos.

### **2.5.2.2. Extracción del jugo**

La extracción del jugo se realizará en un trapiche de tres a cinco masas N°. 3, N°. 4, y/o N°.5, lo cual permitirá ganar puntos de extracción. Se debe buscar llegar al 60-65% de extracción, lo que generará una mayor rentabilidad económica en panela.

### **2.5.2.3. Limpieza de los jugos**

Por gravedad y mediante tubería será conducido el guarapo a dos pre-limpiadores. Los cuáles serán considerados como tanques sedimentadores que retienen lodos, tierras, bagacillo liviano y demás impurezas que arrastra el jugo; estos aparatos fueron diseñados y estudiados en CIMPA de Colombia e introducidos en la provincia de Pastaza a partir de 1988, con gran éxito, lo cual permitirá obtener panela de mejor calidad.

### **2.5.2.4. Descachase**

De los pre limpiadores por gravedad, los jugos son llevados a las pailas, los cuales son depositados sobre lo que constituye la hornilla panelera.

El guarapo es recibido en la primera paila llamada recibidora, donde adquiere una temperatura de 40 a 60 °C; en este tanque se añade una lechada de cal antes de

que llegue a hervir el jugo, además de la suspensión del balso (clarificante vegetal). El pH debe llegar a 5,8, si llegará a sobrepasar se formaría sacarato de calcio, dañándose completamente el guarapo.

La función de la cal es doble, pues a más de subir, el pH actúa como fluctuante permitiendo que flote el material en suspensión del jugo, comúnmente conocido como cachaza. Con una especie de cuchara se va retirando continuamente hasta que el jugo quede relativamente limpio. El clarificante vegetal ayuda a una mejor limpieza de la cachaza.

La cachaza que tiene una buena cantidad de jugo, se deposita en un tanque para separarlo por decantación. El guarapo separado retorna al proceso, en cambio, la cachaza pasa a ser cocinada para posterior utilización en alimento del ganado.

#### **2.5.2.5. Concentración del jugo**

El jugo descachazado es trasvasado a otra paila, ya sea por gravedad o utilizando una cuchara grande, llamada comúnmente "remellón". Así sucesivamente hasta una cuarta y quinta paila llamada evaporadora, donde el jugo irá adquiriendo la forma de meladura, la cuarta y quinta paila, la espuma llega a rebasar el borde de las pailas, lo que es controlado adicionando al jugo pequeñas cantidades de cebo, cera de laurel y/o aceite.

Una vez que el jugo está bastante concentrado se pasa a la tercera paila para lograr el calentamiento final más efectivo y rápido, luego la meladura llega al "punto de panea" concentración precisa para la elaboración de panela, sea granulada, ladrillos o bloques, en nuestro caso el punto de panela granulada es el más alto, el "conejo" término vulgar al que se denomina que debe romperse como un cristal delgado.

### **2.5.2.6. Batido y moldeo**

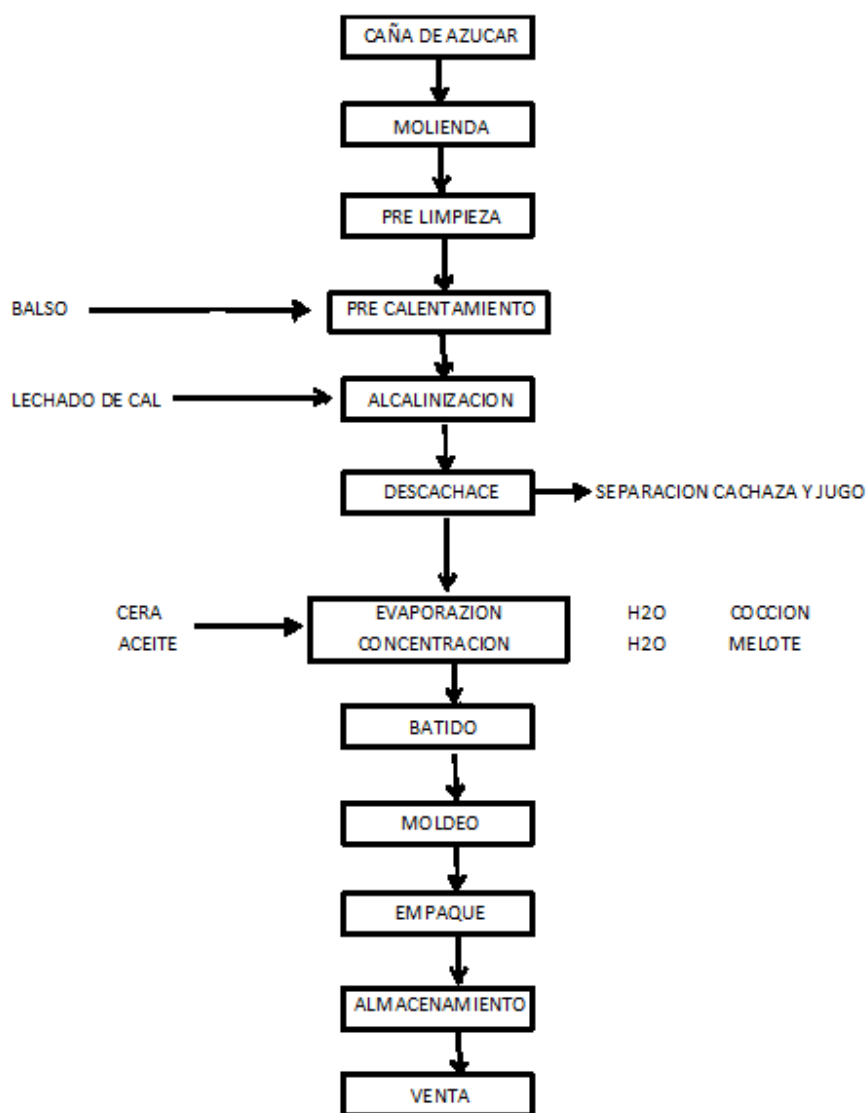
Cuando la miel ha llegado al punto de panela granulada a ser batida en artesas de madera (batea), operación que se efectúa manualmente con paletas de madera y sirve para enfriar la miel, darle el color, la consistencia y textura requerida.

Para granular es necesario llegar a un punto que permita un buen batido y luego un buen desgranado, luego de los cuales serán cernidos de acuerdo al diámetro que se desee dar. Este producto en los últimos tiempos va adquiriendo una aceptación muy expectante.

El bagazo que sale del trapiche y es almacenado durante algunos días, período en el que se seca (bagacera) para ofrecer un mayor rendimiento al combustionarlo en el horno.

Figura N° 1

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE PANELA





## **2.6. Control de puntos críticos**

### **2.6.1. Apronte**

Esta debe llegar al molino libre de hoja y cogollo, materiales que contienen compuestos que generan coloraciones indeseables en los jugos y azúcares reductores en el cogollo que contribuyen a desmejorar la dureza y textura de la panela.

Tiempo transcurrido entre el corte y la molienda, debe ser el más corto posible dado la susceptibilidad de la cacharraza a hidrolizarse en glucosa y fructosa (azúcares reductores).

### **2.6.2. Pre limpieza**

Selección adecuada del pre limpiador es, de acuerdo a la capacidad del molino. Un sistema de pre limpieza inadecuado ocasiona pérdidas de jugo por derrame, limpieza más frecuente de lo normal y tiempos de resistencia prolongados de los jugos en el mismo.

### **2.6.3. Gradiente de clarificación**

Es importante que el tiempo de contacto del mucílago con el jugo sea el adecuado para que la torta de cachaza que se forma sea de excelente consistencia. Una vez adicionado el mucílago se debe evitar la agitación.

### **2.6.4. Evaporación**

Se evapora la parte líquida del jugo de caña de azúcar y se obtiene una meladura o jarabe, con una concentración aproximada de sólidos solubles del 55 al 60 %. La

meladura es purificada en el clarificador. La operación es similar a la clarificación del jugo filtrado.

#### **2.6.4.1. Inversión**

Fenómeno que se acentúa en la medida que se incrementa la temperatura. Se puede atenuar con adición de cal o con la disminución de los tiempos de resistencias.

#### **2.6.4.2. Calidad de la cal**

Se debe asegurar la pureza y disolución en agua de la cal con el fin de no incrementar el porcentaje de sólidos insolubles en la panela.

#### **2.6.4.3. Dosis y forma de aplicación de la cal**

Es conveniente hacerlo en forma fraccionada, la mitad en la paila clarificadora y el resto en forma proporcional de acuerdo al número de puntos. Su dosis depende del pH inicial del jugo. Un exceso de cal ocasiona coloraciones oscuras de la panela y una deficiencia contribuye al mal "grano" o textura de la misma.

#### **2.6.5. Concentración**

##### **2.6.5.1. Inversión**

Se acentúa debido a las altas temperaturas. Es conveniente entonces, que la concentración se realice en el menor tiempo posible.

##### **2.6.5.2. Lubricante**

Se debe adicionar entre 102 y 105°C, el no hacerlo ocasiona la caramelización de la panela.

### **2.6.5.3. Temperatura de punteo**

Debe ser la adecuada para asegurar que la humedad de la panela sea inferior al 10%. A mayor temperatura de punteo, menor contenido de humedad e incremento del tiempo de vida útil de la panela.

## **2.7. Descripción Del Proceso Para La Tecnología De La panela Granulada**

La tecnología de la producción de panela no ha variado sustancialmente a través de los años, ya que el producto se obtiene como resultado de la evaporación del jugo de caña, sin mayor tratamiento. El proceso en general consiste en moler la caña, separar las impurezas, calentar el jugo, descachazar, evaporar hasta el punto de panela, realizar el batido y finalmente el moldeo.

Para tecnología de panela granulada, se exige el mismo tratamiento, pero con un mayor cuidado en lo que se refiere a; tiempo de proceso, pH, limpieza y punto de panela. Además se ha incorporado en vez del moldeo, un desgranado y cernido de la panela.

### **2.7.1. Tratamiento**

Con la finalidad de ir mejorando calidad, color y presentación de panela granulada el sistema de producción más adecuado para Pastaza, es el calentamiento directo de los jugos en pailas de acero inoxidable, por combustión de bagazo. Este sistema utiliza por regla general, 6 personas para todo el proceso, hasta obtener panela granulada o en bloque o en ladrillos:

- Un Atizador
- Un mete caña
- Uno para el área de proceso
- Dos personas para el batido y moldeo
- Un bagacero.

## 2.8. Análisis Sensorial

El análisis sensorial en la ciencia por medio de la cual se mide o cuantifican las características sensoriales de los alimentos empleando los sentidos como instrumentos de análisis.

- **Color:** El color de un objeto tiene tres características, el tono, la intensidad y el brillo.
- **Gusto:** Amargo, ácido, amargo salado, metálico, astringente.
- **Textura:** Dureza, viscosidad (espeso, fluido), granuloso, laminar, fibrosa, pulposa, esponjoso, cremoso.
- **Sonido:** Crujido, efervescente.
- **Tacto:** Pesado, liviano, esponjoso, frío, caliente, húmedo, seco, irregular, liso.
- **Fundamento:** El ser humano se comporta como un receptor de estímulos externos (fuentes de energía) a través del empleo de los sentidos.

Estos estímulos llegan a los centros receptores y son transformados en corriente eléctrica que al alcanzar el cerebro son convertidos en percepciones, siempre y cuando alcance un nivel mínimo de energía, llamado umbral absoluto. Si la energía es suficiente para percibir una diferencia en la intensidad del estímulo, estamos frente al umbral de diferenciación.

Por otro lado si llegado cierto nivel energético no somos capaces de diferenciar, llegamos el umbral de saturación. (Anzaldúa, 1994)

### 2.8.1. Sentidos y Receptores Sensoriales

Los atributos sensoriales son de fundamental importancia en la evaluación sensorial para determinar la calidad de un alimento que es un atributo no legislado y que puede ser manejado a fin de aumentar la aceptabilidad o preferencia por un determinado artículo.

La evaluación sensorial utiliza técnicas basadas en la fisiología y psicología de la percepción. Entendiéndose por percepción la capacidad que tienen las personas para responder frente a las características de los recursos alimentarios. (Anzaldúa, 1994).

## **2.8.2. Los Receptores Sensoriales**

**2.8.2.1. Mecánicos:** Responden a la deformación mecánica del receptor a nivel de la lengua o de la piel.

**2.8.2.2. Termorreceptores:** Reconocen cambios o modificaciones de la temperatura de los objetos, como frío, calor.

**2.8.2.3. Electromagnéticos:** Responden a la variación de la luz cuando ésta choca con la retina.

**2.8.2.4. Quimiorreceptores:** Están básicamente localizados en la lengua, nariz.

Pueden ser gases, líquidos. Dependen en muchos casos a la estructura química de los estímulos.

**2.8.2.5. Acústicos:** Decibeles.(Anzaldúa,1994)

## **2.8.3. Color**

Es la propiedad de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. El color de un objeto tiene tres características:

- **El tono:** Está determinado por el valor exacto de la longitud de onda de la luz reflejada.
- **La intensidad:** Depende de la concentración de las sustancias colorantes dentro del alimento.
- **El Brillo:** depende de la cantidad de luz que es reflejada por el cuerpo en comparación con la luz que incide sobre él.

Cuando el color puede influir en la evaluación sensorial se suele enmascarar:

- Usando una luz artificial.
- Usando un colorante en todas las muestras.
- Usando vasos de vidrio coloreado.
- Botecillo de rollos de película fotográfica.

#### **2.8.4 Olor**

Es la percepción, por medio de la nariz, de sustancias volátiles liberadas por los objetos. En el caso de los alimentos esta propiedad es diferente para cada alimento y no ha sido posible establecer clasificaciones ni taxonomías completamente adecuada para los olores.

Dentro del olor característico de un alimento existen otros olores (v.g. en una manzana, además del olor a manzana, se encontrarán olores a éter, olor ácido, olor dulce).

Otras características del olor con su intensidad o potencia, su persistencia (relacionada con el tiempo de percepción) y la fatiga olfatoria (por lo que se debe realizar esta evaluación lo más rápido posible). (Anzaldúa, 1994)

#### **2.8.5. Aroma**

Es la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberse puesto en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe y llegan a través de las trompas de Eustaquio a los centros sensores del olfato.

El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos y esto lo podemos comprobar al probar una patata, una manzana y una cebolla estando resfriado, pues las tres sabrán igual.

Los catadores de vino, té o café, más que el sabor de las muestras, evalúan el aroma de estas, apretando la muestra con la lengua contra el paladar y aspirando el olor de las sustancias que se volatizan en la boca. Generalmente, ellos no degluten las muestras sino que las escupen. (Anzaldúa, 1994)

### **2.8.6. Sabor**

Este atributo de los alimentos es muy complejo, ya que combina tres propiedades:

- Olor
- Aroma
- Gusto

El sabor es lo que diferencia de un alimento de otro y no el gusto, ya que si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada solamente se podrá juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido.

Los jueces para pruebas de sabor no deben de haberse puesto perfume antes de participar en las degustaciones, ya que el olor del perfume puede interferir con el sabor de las muestras. El sabor se ve influido por el color natural y la textura del alimento.

Otra característica del sabor es su persistencia, también llamada dejo o regusto. Por ejemplo, la sacarina, la cual sustituye al azúcar en cuanto al sabor dulce, deja un regusto amargo o metálico. (Anzaldúa, 1994)

### **2.8.7. Textura**

Es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. La textura no puede ser percibida si el alimento no ha sido deformado.

El tacto podrá indicarnos el peso y la temperatura indicarnos el peso y la temperatura de un alimento, la vista podrá indicarnos su color y brillo, pero solo cuando deformamos el alimento empezaremos a tener noción de su textura. El tacto nos dará información de si es blando o duro el alimento, la vista percibirá la deformación y dará una idea de sus atributos de textura.

Al masticar el alimento más atributo de textura comenzaran a aparecer, tales como el crujido (participa el oído y el tacto). Surgen atributos de textura como: cohesividad, adhesividad, dureza, resistencia, si es crujiente, jugosa, fibrosidad, granulosidad, harinosidad, tersura.

No solo los alimentos sólidos tienen textura, sino también los semi-sólidos y los líquidos. En el caso de los líquidos la deformación corresponde a un flujo: la viscosidad. En cambio, en los semi-líquidos en vez de textura se habla de consistencia. En algunos alimentos en vez de textura o consistencia suele aplicarse otro término: cuerpo. (Anzaldúa, 1994)

## **2.9. Pruebas discriminativas**

Son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos, la magnitud o importancia de esa diferencia. Son muy usadas en Control de Calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con una calidad uniforme, si son comparables a estándares, etc.

Permiten determinar el efecto de modificaciones en las condiciones del proceso sobre la calidad la calidad sensorial del producto, las alteraciones introducidas por la sustitución de un ingrediente por otro. (v.g: saborizantes y otros aditivos).

En ellas pueden usarse jueces semi-entrenados cuando las pruebas son sencillas, v.g: de la comparación apareada simple, el dúo-trío o la triangular. (Anzaldúa, 1994)



### **2.9.1. Pruebas De Comparación Múltiples**

Se realiza cuando se tiene que analizar un número grande de muestras y no se desea realizar muchas comparaciones apareadas o pruebas triangulares. Es posible efectuar la comparación simultánea de varias muestras defiriéndose a un estándar, patrón o muestra de referencia.

Esta prueba resulta muy útil para evaluar el efecto de variaciones en una formulación, la sustitución de un ingrediente, la influencia del material de empaque, las condiciones del proceso, etc. (Anzaldúa, 1994)

### **2.9.2. Escala Hedónica Verbal**

Estas escalas presentan a los jueces una descripción verbal de la sensación que les produce la muestra. Deben contener siempre un número impar de puntos, y se debe incluir siempre el punto central “ni me gusta ni me disgusta” que corresponde al valor de indiferencia. A este punto se le asigna generalmente la calificación de cero.

A los puntos por encima del valor de indiferencia se les otorga valores numéricos positivos, indicando que las muestras son agradables; en cambio, a los puntos por debajo de este valor se les asignan valores negativos, correspondiendo a calificaciones de disgusto.

Esta forma de asignar el valor numérico tiene la ventaja de que facilita mucho los cálculos y es posible conocer al primer vistazo si una muestra es agradable o desagradable. Cuando se evalúa una a dos muestras deben usarse pequeñas puntuaciones, mayor número de muestras requieren una puntuación mayor.

En el cuestionario no se indican los valores numéricos, sino sólo las descripciones. Cuando se tienen más de dos muestras, o cuando es muy probable que dos o más muestras sean agradables (o las dos sean desagradables) para los jueces, es necesario utilizar escalas de más de tres puntos

La escala puede ampliarse a cinco, siete o nueve puntos, simplemente añadiendo diversos grados de gusto o disgusto, como, por ejemplo:

- ✓ “me gusta (o me disgusta) ligeramente”
- ✓ “me gusta moderadamente”, etc.

### **Escala hedónica verbal.**

Escala hedónica de nueve puntos

---

Descripción	valor
Me gusta muchísimo	+4
Me gusta mucho	+3
Me gusta bastante	+2
Me gusta ligeramente	+1
Ni me gusta ni me disgusta	0
Me disgusta ligeramente	-1
Me disgusta bastante	-2
Me disgusta mucho	-3
Me disgusta muchísimo	-4

**Fuente: (Anzaldúa, 1994, “evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica”)**

## III. MATERIALES Y METODOS

### 3.1. Ubicación

La investigación se realizó en la finca productora de caña de azúcar y panela del Sr. Juan Baque, ubicada en el Recinto “Las Flores”, cantón 24 de mayo, en donde se elabora la panela modelo a investigar, siguiendo los pasos de fabricación para obtener conclusiones cualitativas y cuantitativas.

### 3.2. Características agroecológicas de la zona

El Cantón 24 de Mayo, es un cantón completamente agrícola, rodeado de montañas que son aprovechadas para el cultivo de varios productos.

Posee una buena época lluviosa, con un clima cálido donde predomina la humedad, teniendo una temperatura promedio de 25° C.

En su hidrografía sobresale el río Guineal, que nace en las montañas de Paján, que es navegable en épocas de invierno, al norte hay otros ríos como Andrecillo, Plátano y Naranjal.

### 3.3. Factores en estudio

#### 3.3.1. Materia prima

Se utilizó el jugo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), el mismo que fue obtenido de las cañas maduras de la propiedad del Sr. Juan Baque, del recinto “Las Flores” cantón 24 de mayo.

### **3.4. Información de las panelas utilizadas en esta investigación**

#### **1. Panela testigo**

La materia prima como el producto terminado fue obtenido en el recinto “Las Flores” del cantón 24 de mayo provincia de Manabí.

#### **2. Panela La Guajira**

Elaborado por La Guajira cancelen, calle, La Josefina N89-103 Quito Ecuador.

#### **3. Panela Valdez**

Elaborado por Cía. Azucarera Valdez S.A. Milagro – Ecuador.

#### **4. Panela kapira**

Elaborado por Hacienda El Rosario El Pacto-Quito-Ecuador.

### **3.5. Equipos**

Un trapiche convencional movido por mulares

Tanque receptor del jugo

pH – metro (Marca INOLAB 720, Modelo 06200391)

Refractómetro (Marca ATAGO, Modelo HSR – 500)

### **3.6. Materiales**

Caldero artesanal.

Paila de bronce.

Baldes.

Machete.

Palas de palo.

Moldes de madera.

### **3.7. Reactivos**

Alcohol neutro. 25 ml. (+ 4 gotas de fenoltaleina)

Fenoltaleina + 1gr – 100 ml de solución alcohólica.

### **3.8. Hipótesis de Trabajo**

#### **1. Hipótesis nula**

No existe efecto significativo de las características de la materia prima, comparado con las panelas comerciales con relación de características organolépticas de: apariencia, aroma, sabor, textura y calidad general.

#### **2. Hipótesis alternativa**

Existen efectos significativos de las características de la materia prima (panela artesanal), comparados con las marcas comerciales con relación a las características organolépticas de: apariencia, aroma, sabor, textura y calidad general.

### **3.9. Procedimientos**

#### **3.9.1. Diseño Experimental**

Se aplicó un cálculo de análisis de varianza determinando diferencias significativas entre los tratamientos (panelas), a los resultados del análisis sensorial y se aplicó

una prueba de diferencia mínima significativas (DMS) para los casos donde se encontró una diferencia significativa.

### 3.9.2. Respuesta experimental:

Calificación numérica a las propiedades organolépticas de la panela artesanal mediante un análisis sensorial.

### 3.9.3 Características de las unidades experimentales

### 3.9.4. Análisis Sensorial

En el análisis sensorial se realizaron pruebas organolépticas con cuatro muestras; tres de las cuales eran las muestras comerciales identificadas con códigos numéricos y una era la muestra testigo, la panela elaborada artesanalmente, marcada con código alfabético (R). Se trabajó con cincuenta estudiantes de la carrera de Agroindustrias de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, en calidad de jueces.

Los atributos organolépticos que se tomaron en cuenta para este trabajo fueron: Apariencia, aroma, sabor, textura y calidad general.

3	{	Muchísima = 9
		Mucha = 8
		Moderada = 7
		Ligera = 6

2	{	Nada = 5
1	{	Ligera = 4
		Moderada = 4
		Mucha = 3
		Muchísima = 2

Para el método de evaluación sensorial, se utilizaron los siguientes materiales:

Platos y cucharas descartables, vasos plásticos, mesas, sillas, muestras, instructivos de desarrollo de las pruebas y lapiceros.

El método que se empleó es el de la Evaluación Sensorial, con 50 panelistas de diferente sexo, mayores de edad, sin ninguna experiencia en determinaciones sensoriales, aplicando un diseño estadístico de *análisis de varianza* de dos factores con una muestra por grupo.

Posteriormente se aplicó un diseño experimental, para determinar efecto significativo entre los tratamientos de las panelas en estudio.

### 3.9.5. Prueba DMS

Se aplica cuando los valores del ADEVA, reportan diferencias significativas.

## **IV RESULTADOS**

### **4.1. La materia prima**

La panela artesanal testigo (R), en esta investigación se elaboró con materia prima casi orgánica, ya que muy pocas veces utilizan agroquímicos en los cultivos de la caña de azúcar cosechadas en el recinto “Las Flores” del cantón 24 de Mayo, y al observar el rendimiento obtenido en el balance de la materia de la panela reportados en las matrices de datos numéricos y análisis, se puede concluir que esta panela es parecida a las comparadas con otras marcas de panela comercial.

### **4.2. Elaboración de la panela artesanal**

#### **1. Recepción**

Se escogió la caña de azúcar que cumpliera con su estado de madurez, limpias y que no presenten rasgos de enfermedad, que son enviadas al molino para ser exprimidas.

#### **2. Selección**

Se seleccionó rigurosamente la caña de azúcar, evitando que vayan a ser molidas las cañas tiernas, o que hayan sido atacadas por plagas o enfermedades.

#### **3. Eliminación de hojas y cogollos**

Antes de ser molidas las cañas deben limpiarse con un machete, las hojas y los cogollos, para evitar algún cambio organoléptico en el jugo y evitar que se pierda la calidad de la panela.



#### **4. Lavado**

Se realiza un lavado rápido en un tanque con agua.

#### **5. Extracción del jugo de caña**

Una vez que se ha cumplido con las medidas antes mencionadas, se trituran en el molino para extraerle el jugo de la caña de azúcar; molino que es movido por mulares.

#### **6. Filtrado pre-limpieza**

El jugo recuperado se conoce como "jugo crudo" o "sin clarificar" y es pasado a través de sistemas de pre-limpieza, con el fin de retener la mayor cantidad de impurezas y así facilitar el proceso de clarificación. Este jugo pasa a un tanque de almacenamiento o directamente a la paila recibidora.

#### **7. Precalentamiento**

Se realiza un precalentamiento del jugo de la caña de azúcar, cerca de los 60° C, con la finalidad de ir limpiando ciertas impurezas y gomas.

#### **8. Alcalinización**

Se disuelve una lechada de cal y se le incorpora al jugo antes de que comience a hervir entre los 55° y 60° C.

#### **9. Descachace**

De los pre-limpiadores por gravedad, los jugos son llevados a las pailas, los cuales son depositados sobre lo que constituye la hornilla panelera.

El guarapo es recibido en la primera paila llamada recibidora, donde adquiere una temperatura de 40 a 60 °C; en este tanque se añade una lechada de cal antes de que llegue a hervir el jugo, además de la suspensión del balso (clarificante vegetal).

El pH debe llegar a 5,8 si llegará a sobrepasar se formaría sacarato de calcio, dañándose completamente el guarapo.

La función de la cal es doble, pues a más de subir, el pH actúa como fluctuante permitiendo que flote el material en suspensión del jugo, comúnmente conocido como cachaza, con una especie de cuchara se va retirando continuamente hasta que el jugo quede relativamente limpio. El clarificante vegetal ayuda a una mejor limpieza de la cachaza.

La cachaza que tiene una buena cantidad de jugo, se deposita en un tanque para separarlo por decantación, el guarapo separado retorna al proceso, en cambio, la cachaza pasa a ser cocinada para posterior utilización en alimento del ganado.

## **10. Evaporación Concentración**

El jugo descachazado es trasvasado a otra paila, ya sea por gravedad o utilizando una cuchara grande, llamada comúnmente "remellón", así sucesivamente hasta una cuarta y quinta paila llamada evaporadora, donde el jugo irá adquiriendo la forma de meladura, en la cuarta y quinta paila la espuma llega a rebasar el borde de las pailas, lo que es controlado adicionando al jugo pequeñas cantidades de cebo, cera de laurel y/o aceite.

Una vez que el jugo está bastante concentrado, se pasa a la tercera paila para lograr el calentamiento final más efectivo y rápido, luego la meladura llega al "punto de panea", concentración precisa para la elaboración de panela, sea granulada ladrillos o bloques, en el presente caso el punto de panela granulada es el más alto, el "conejo"; término vulgar al que se denomina que debe romperse como un cristal delgado.

## **11. Moldeo**

Cuando la miel ha llegado al punto de panela granulada, es batida en artesas de madera (batea), operación que se efectúa manualmente con paletas de madera y sirve para enfriar la miel, darle el color, la consistencia y textura requerida.

Para granular es necesario llegar a un punto que permita un buen batido y luego un buen desgranado, luego de los cuales serán cernidos de acuerdo al diámetro que se desee dar.

El bagazo que sale del trapiche es almacenado durante algunos días, período en el que se seca (bagacera), para ofrecer un mayor rendimiento al combustionarlo en el horno.

## **12. Empaque y almacenamiento**

En la finca donde se elaboró la panela artesanal se dan dos tipos de embalaje, se lo hace envolviéndola en hojas secas de plátano y enfundándola en bolsas de polietileno, dependiendo del porte, molde y peso que se elabore.

### **4.3. Métodos de análisis y costos**

Para el ensayo se analizó los siguientes pasos:

#### **4.3.1. Obtención del jugo de caña**

En esta etapa se analizó los grados Brix y la coloración, limpieza del mismo.

### **4.3.2. Determinación del porcentaje de sólidos solubles**

Se procedió a determinar el porcentaje de sólidos solubles expresados como grados °Brix por duplicado, mediante un refractómetro marca ATAGO serie HSR 500 del jugo de la caña de azúcar, dando los siguientes resultados:

Primera prueba 26.5 °Brix.

Segunda prueba 25.4 °Brix.

Promedio 25.95 °Brix.

### **4.3.3. Determinación de acidez titulable**

Se procedió a determinar la acidez titulable expresada como gramos de ácido cítricos por 100ml de jugo de caña, mediante norma INEN 381 (anexos), por duplicado, tanto el jugo de caña sin pasteurizar y luego el jugo pasteurizado.

### **4.3.4. Determinación del potencial de hidrógeno**

Se determinó el pH mediante un pH-metro marca INOLAB 720 serie 06200391, expresada como moles de hidrógeno / litro, utilizando la solución buffer de pH 4.01 muy cercana al pH del jugo de caña, por duplicado, tanto del jugo de la caña sin pasteurizar como pasteurizada.

### **4.3.5. Análisis sensorial**

En el análisis sensorial se realizaron pruebas organolépticas con cuatro muestras, tres de las cuales eran de las marcas comerciales enumeradas con código numéricos; una era la muestra testigo de la panela artesanal marcada con código alfabético ( R ), se trabajó con 50 panelistas o jueces, estudiantes de los primeros años de la carrera Agroindustrias.

Las condiciones organolépticas que se tomaron en cuenta en esta investigación son: apariencia, aroma, sabor, textura y calidad general.

Posteriormente se aplicó el diseño experimental para determinar los efectos significativos entre los tratamientos o panelas (anexos).

#### **4.3.6. Análisis Económico**

Se basa en la determinación de los costos de elaboración a nivel de ensayo experimental en la finca de la familia Baque en el Recinto Las Flores del cantón 24 de Mayo, con el fin de llevar a cabo la investigación y no con la proyección económica para establecer costos referenciales de una posible producción en serie de la panela artesanal.

Por lo expuesto, los costos operativos para elaborar una panela artesanal de 400gr. son los siguientes:

Costos operativos (USD)	\$ 0.20
-------------------------	---------

#### **Costos de materiales:**

4 litros de jugo de caña de azúcar	\$ 0.30
------------------------------------	---------

Grasa	\$ 0.05
-------	---------

Funda plástica embalaje	\$ 0.01
-------------------------	---------

Total:	\$ 0.56
--------	---------

En condiciones artesanales, la experiencia de los productores de la zona y habiendo incurrido en el mínimo de costos fijos, la rentabilidad es de un 14 %, con un PVP de \$ 0.70 USD, que resulta competitivo en el mercado local, comparado con los costos de las panelas utilizadas en la investigación, que oscilan entre \$ 0.56 para la panela “La Guajira”, \$ 0.60 para la panela “Valdez” y \$ 0,96 para la panela la “Abeja kapira”.

## 4.4. Resultados del Análisis Sensorial

### 4.4.1. Sistematización de la información

Tabla N°1

Datos del análisis sensorial en panelas para la característica de “Apariencia”

#### MUESTRAS

JUECES	111	222	333
--------	-----	-----	-----

1	2	6	1
2	5	4	5
3	4	8	9
4	4	3	4
5	8	4	5
6	3	5	2
7	2	2	5
8	5	4	5
9	4	5	4
10	4	4	5
11	5	4	3
12	4	5	8
13	4	3	7
14	4	6	5
15	2	9	9
16	2	3	4
17	9	9	9
18	9	6	6
19	3	6	7
20	4	8	3
21	4	5	1

22	2	7	7
23	4	8	5
24	9	8	6
25	8	6	8
26	3	4	2
27	1	7	5
28	2	5	5
29	2	2	2
30	4	8	3
31	5	5	1
32	9	9	9
33	3	4	7
34	7	8	4
35	5	5	5
36	2	1	9
37	3	5	4
38	2	2	4
39	2	2	5
40	5	5	5
41	3	3	4
42	5	5	8
43	9	9	9
44	3	8	8
45	5	5	5
46	1	7	6
47	4	3	3
48	4	7	5
49	9	9	9
50	8	3	4



Tabla N°2

Datos del análisis sensorial en panelas para la característica de “Aroma”

MUESTRAS

JUECES	1111	222	333
1	1	6	1
2	8	4	5
3	4	8	9
4	5	3	4
5	5	5	4
6	3	5	4
7	4	8	6
8	4	8	5
9	3	5	4
10	4	5	5
11	4	3	5
12	4	6	8
13	4	8	4
14	2	7	5
15	5	5	5
16	2	3	3
17	4	5	5
18	9	6	9
19	3	5	5
20	4	5	5
21	5	5	9
22	3	5	5
23	5	5	5
24	5	5	5
25	8	1	9
26	2	3	1
27	4	7	5

28	2	5	5
29	5	4	5
30	4	5	4
31	3	1	4
32	5	5	5
33	2	8	4
34	3	4	5
35	5	5	5
36	4	5	9
37	3	5	4
38	4	6	6
39	7	5	9
40	3	5	5
41	3	4	8
42	7	8	9
43	3	5	6
44	2	1	3
45	4	5	5
46	9	2	8
47	2	3	3
48	5	6	5
49	1	5	5
50	4	9	8

Tabla N°3

Datos del análisis sensorial en panelas para la característica de "Textura"

MUESTRAS			
JUECES	111	222	333
1	1	6	3
2	4	8	5
3	4	8	9
4	4	5	7
5	7	5	4
6	3	6	5
7	5	6	5
8	5	8	5
9	2	7	5
10	4	4	3
11	5	6	4
12	4	2	9
13	7	8	8
14	4	8	2
15	2	3	9
16	1	2	5
17	2	5	5
18	5	5	6
19	7	5	1
20	3	8	5
21	5	8	5
22	1	7	8
23	5	9	4
24	5	5	5
25	8	5	9
26	2	4	3
27	2	7	4
28	2	3	5
29	2	2	6
30	5	4	2
31	2	5	1

32	6	6	5
33	3	8	8
34	4	4	2
35	8	8	9
36	4	2	9
37	3	5	5
38	3	5	4
39	2	9	9
40	1	8	8
41	2	4	3
42	5	5	5
43	5	4	9
44	4	9	8
45	2	2	5
46	4	7	7
47	3	2	4
48	5	5	2
49	5	5	4
50	4	4	4

**Tabla N° 4**

**Datos del análisis sensorial en panelas para la característica de “sabor”**

JUECES	MUESTRAS		
	111	222	333
1	5	5	2
2	9	4	9
3	5	3	5
4	5	5	3
5	1	5	3
6	3	6	8
7	4	6	4
8	6	4	5
9	2	4	4
10	1	5	5
11	3	4	4
12	3	2	9
13	3	8	9
14	5	8	5
15	8	2	5
16	2	3	4
17	3	5	5
18	9	6	5
19	4	5	4
20	5	9	8
21	9	8	9
22	2	7	5
23	3	9	8
24	9	5	5
25	1	4	5
26	1	5	2
27	3	8	6
28	3	5	5
29	1	1	5
30	4	4	2

31	1	6	1
32	7	8	7
33	2	3	6
34	3	8	5
35	8	5	5
36	3	2	9
37	3	4	5
38	7	8	4
39	3	3	8
40	8	9	9
41	4	6	3
42	5	5	5
43	8	9	5
44	4	8	7
45	5	5	5
46	2	7	2
47	2	4	3
48	2	5	3
49	2	5	4
50	4	9	4

**Tabla N°5**

**Datos del análisis sensorial en panelas para la característica de “Calidad General”**

**MUESTRAS**

JUECES	111	222	333
--------	-----	-----	-----

1	1	3	1
2	1	3	1
3	1	3	1
4	2	2	1
5	3	2	1
6	1	2	1
7	1	1	3
8	1	3	2
9	1	1	1
10	1	2	2
11	1	2	1
12	1	3	3
13	2	2	3
14	2	3	2
15	2	2	2
16	1	1	1
17	1	2	2
18	3	3	2
19	1	3	1
20	2	3	3
21	2	2	2
22	1	3	3
23	1	3	3
24	2	2	2
25	1	1	2
26	1	2	2

27	1	3	1
28	1	2	2
29	1	1	1
30	1	3	1
31	3	1	2
32	3	3	2
33	1	1	3
34	1	3	3
35	1	2	1
36	1	1	3
37	1	1	1
38	1	2	1
39	1	1	3
40	1	2	3
41	1	3	1
42	3	3	3
43	3	3	1
44	1	1	3
45	2	2	3
46	3	1	3
47	1	1	1
48	1	2	1
49	1	2	1
50	1	3	1



#### 4.4.2. Método de evaluación

**TABLA # 1.1** Tabla de análisis de Varianza para el atributo de “Apariencia“

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo.

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Juez 1	3	9	3,00	7,00
Juez 2	3	14	4,67	0,33
Juez 3	3	21	7,00	7,00
Juez 4	3	11	3,67	0,33
Juez 5	3	17	5,67	4,33
Juez 6	3	10	3,33	2,33
Juez 7	3	9	3,00	3,00
Juez 8	3	14	4,67	0,33
Juez 9	3	13	4,33	0,33
Juez 10	3	13	4,33	0,33
Juez 11	3	12	4,00	1,00
Juez 12	3	17	5,67	4,33
Juez 13	3	14	4,67	4,33
Juez 14	3	15	5,00	1,00
Juez 15	3	20	6,67	16,33
Juez 16	3	9	3,00	1,00
Juez 17	3	27	9,00	0,00
Juez 18	3	21	7,00	3,00
Juez 19	3	16	5,33	4,33
Juez 20	3	15	5,00	7,00
Juez 21	3	10	3,33	4,33
Juez 22	3	16	5,33	8,33
Juez 23	3	17	5,67	4,33
Juez 24	3	23	7,67	2,33
Juez 25	3	22	7,33	1,33
Juez 26	3	9	3,00	1,00
Juez 27	3	13	4,33	9,33
Juez 28	3	12	4,00	3,00
Juez 29	3	6	2,00	0,00
Juez 30	3	15	5,00	7,00
Juez 31	3	11	3,67	5,33

Juez 32	3	27	9,00	0,00
Juez 33	3	14	4,67	4,33
Juez 34	3	19	6,33	4,33
Juez 35	3	15	5,00	0,00
Juez 36	3	12	4,00	19,00
Juez 37	3	12	4,00	1,00
Juez 38	3	8	2,67	1,33
Juez 39	3	9	3,00	3,00
Juez 40	3	15	5,00	0,00
Juez 41	3	10	3,33	0,33
Juez 42	3	18	6,00	3,00
Juez 43	3	27	9,00	0,00
Juez 44	3	19	6,33	8,33
Juez 45	3	15	5,00	0,00
Juez 46	3	14	4,67	10,33
Juez 47	3	10	3,33	0,33
Juez 48	3	16	5,33	2,33
Juez 49	3	27	9,00	0,00
Juez 50	3	15	5,00	7,00
Columna 111	50	220	4,40	5,55
Columna 222	50	269	5,38	4,89
Columna 333	50	264	5,28	5,35

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	445,61	49	9,09	2,72	1,34E-05	1,48
Columnas	29,08	2	14,54	4,34	1,56E-02	3,09
Error	328,25	98	3,35			
Total	802,94	149				

F Calculado < F tablas = No hay efecto significativo

F Calculado > F tablas = Hay efecto significativo

En este caso, para el 5% de significancia, se tiene :

$$4,34 > 3,09$$

Tratamientos

Si hay efecto significativo para los tratamientos.

#### PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Promedios
Muestra 111	4,40
Muestra 222	5,38
Muestra 333	5,28

Se ordenan de mayor a menor los promedios :

Tratamientos	Promedios
Muestra 222	5,38
Muestra 333	5,28
Muestra 111	4,40

Se calcula el error estándar :

Error estándar :  $\sqrt{\text{Varianza estimada residual} / \# \text{ Jueces}}$

Error estándar :  $\sqrt{3,25/50}$

**Error estándar : 0,258**

Se consulta la tabla de rangos estudentizados significativos:

# tratamientos : 3

grados de libertad error : 98

**RES tablas : 3,37**

Se obtiene la Diferencia Mínima Significativa (DMS) :

DMS : Error estándar \* RES tablas

**DMS : 0,869**

	<b>222</b>	<b>333</b>	<b>111</b>
	5,38	5,28	4,40
5,38	0,00	0,10	0,98
5,28	-0,10	0,00	0,88
4,40	-0,98	-0,88	0,00

Se comparan las diferencias entre los promedios y aquellas diferencias que sean mayores a DMS se consideran significativas :

Muestras (333-222) :	$5,38 - 5,28 = 0,01 < 0,869$	<b>no significativas</b>
Muestras (333-111) :	$5,28 - 4,40 = 0,88 > 0,869$	<b>No significativa</b>
Muestras (222 - 111) :	$5,38 - 4,40 = 0,98 > 0,869$	<b>Significativa</b>

**TABLA # 2.2. Tabla de análisis de Varianza para el atributo de “Aroma”****Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo.**

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Jueces 1	3	8	2,67	8,33
Jueces 2	3	14	4,67	0,33
Jueces 3	3	21	7,00	7,00
Jueces 4	3	11	3,67	0,33
Jueces 5	3	16	5,33	2,33
Jueces 6	3	11	3,67	2,33
Jueces 7	3	18	6,00	4,00
Jueces 8	3	17	5,67	4,33
Jueces 9	3	12	4,00	1,00
Jueces 10	3	14	4,67	0,33
Jueces 11	3	12	4,00	1,00
Jueces 12	3	18	6,00	4,00
Jueces 13	3	16	5,33	5,33
Jueces 14	3	14	4,67	6,33
Jueces 15	3	15	5,00	0,00
Jueces 16	3	8	2,67	0,33
Jueces 17	3	14	4,67	0,33
Jueces 18	3	24	8,00	3,00
Jueces 19	3	13	4,33	1,33
Jueces 20	3	14	4,67	0,33
Jueces 21	3	19	6,33	5,33
Jueces 22	3	13	4,33	1,33
Jueces 23	3	15	5,00	0,00
Jueces 24	3	15	5,00	0,00
Jueces 25	3	18	6,00	19,00
Jueces 26	3	6	2,00	1,00
Jueces 27	3	16	5,33	2,33
Jueces 28	3	12	4,00	3,00
Jueces 29	3	14	4,67	0,33
Jueces 30	3	13	4,33	0,33
Jueces 31	3	8	2,67	2,33
Jueces 32	3	15	5,00	0,00

Jueces 33	3	14	4,67	9,33
Jueces 34	3	12	4,00	1,00
Jueces 35	3	15	5,00	0,00
Jueces 36	3	18	6,00	7,00
Jueces 37	3	12	4,00	1,00
Jueces 38	3	16	5,33	1,33
Jueces 39	3	21	7,00	4,00
Jueces 40	3	13	4,33	1,33
Jueces 41	3	15	5,00	7,00
Jueces 42	3	24	8,00	1,00
Jueces 43	3	14	4,67	2,33
Jueces 44	3	6	2,00	1,00
Jueces 45	3	14	4,67	0,33
Jueces 46	3	19	6,33	14,33
Jueces 47	3	8	2,67	0,33
Jueces 48	3	16	5,33	0,33
Jueces 49	3	11	3,67	5,33
Jueces 50	3	21	7,00	7,00
Columna 111	50	201	4,02	3,29
Columna 222	50	252	5,04	3,35
Columna 333	50	270	5,40	4,00

### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	269,47	49	5,50	2,14	6,97E-04	1,48
Columnas	51,24	2	25,62	9,99	1,13E-04	3,09
Error	251,43	98	2,57			
Total	572,14	149				

F Calculado < F tablas = No hay efecto significativo

F Calculado > F tablas = Hay efecto significativo

En este caso, para el 5% de significancia, se tiene :

**9,99 > 3,09      Tratamientos**

Si hay efecto significativo para los tratamientos.

**PRUEBA DE TUKEY**

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios</b>
<b>Muestra 111</b>	4,02
<b>Muestra 222</b>	5,04
<b>Muestra 333</b>	5,40

Se ordenan de mayor a menor los promedios :

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios</b>
<b>Muestra 333</b>	5,40
<b>Muestra 222</b>	5,04
<b>Muestra 111</b>	4,02

Se calcula el error estándar :

Error estándar :  $\sqrt{\text{(Varianza estimada residual / \# Jueces )}}$

Error estándar :  $\sqrt{(2,57 / 50)}$

**Error estándar : 0,2267**

Se consulta la tabla de rangos estudentizados significativos:

# tratamientos : 3

grados de libertad error : 98

**RES tablas : 3,37**

Se obtiene la Diferencia Mínima Significativa (DMS) :

DMS : Error estándar \* RES tablas

**DMS : 0,76**

		<b>333</b>	<b>222</b>	<b>111</b>
		5,40	5,04	4,02
<b>333</b>	5,40	0,00	0,36	1,38
<b>222</b>	5,04		0,00	1,02
<b>111</b>	4,02			0,00

Se comparan las diferencias entre los promedios y aquellas diferencias que sean mayores a DMS se consideran significativas :

Muestras (333-222) :	$5,40 - 5,04 = 0,36 < 0,76$	<b>no significativas</b>
Muestras (333-111) :	$5,40 - 4,02 = 1,38 > 0,76$	<b>Significativa</b>
Muestras (222 - 111) :	$5,04 - 4,02 = 1,02 > 0,76$	<b>Significativa</b>



**TABLA # 3.3. Tabla de análisis de Varianza para el atributo "Textura"**

**Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo.**

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Jueces 1	3	12	4,00	5,00
Jueces 2	3	22	7,33	8,33
Jueces 3	3	13	4,33	5,33
Jueces 4	3	13	4,33	5,33
Jueces 5	3	9	3,00	4,00
Jueces 6	3	17	5,67	6,66
Jueces 7	3	14	4,67	5,67
Jueces 8	3	15	5,00	6,00
Jueces 9	3	10	3,33	4,33
Jueces 10	3	11	3,67	4,66
Jueces 11	3	11	3,67	4,66
Jueces 12	3	14	4,67	5,67
Jueces 13	3	20	6,67	7,66
Jueces 14	3	18	6,00	7,00
Jueces 15	3	15	5,00	9,00
Jueces 16	3	9	3,00	4,00
Jueces 17	3	13	4,33	5,33
Jueces 18	3	20	6,67	7,66
Jueces 19	3	13	4,33	5,33
Jueces 20	3	22	7,33	8,33
Jueces 21	3	26	8,67	9,66
Jueces 22	3	14	4,67	6,33
Jueces 23	3	20	6,67	7,66
Jueces 24	3	19	6,33	7,33
Jueces 25	3	10	3,33	4,33
Jueces 26	3	8	2,67	3,66
Jueces 27	3	17	5,67	6,66
Jueces 28	3	13	4,33	5,33
Jueces 29	3	7	2,33	3,33
Jueces 30	3	10	3,33	4,33
Jueces 31	3	8	2,67	3,66
Jueces 32	3	22	7,33	8,33
Jueces 33	3	11	3,67	4,66

Jueces 34	3	16	5,33	6,33
Jueces 35	3	18	6,00	7,00
Jueces 36	3	14	4,67	5,67
Jueces 37	3	12	4,00	5,00
Jueces 38	3	19	6,33	7,33
Jueces 39	3	14	4,67	5,66
Jueces 40	3	26	8,67	9,66
Jueces 41	3	13	4,33	5,33
Jueces 42	3	15	5,00	6,00
Jueces 43	3	22	7,33	8,33
Jueces 44	3	19	6,33	7,33
Jueces 45	3	15	5,00	6,00
Jueces 46	3	11	3,67	4,66
Jueces 47	3	9	3,00	4,00
Jueces 48	3	10	3,33	4,33
Jueces 49	3	11	3,67	4,66
Jueces 50	3	17	5,67	6,66
Columna 111	50	205	4,10	5,93
Columna 222	50	274	5,48	4,50
Columna 333	50	258	5,16	4,50

---

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	361,87	49	7,39	1,96	2,47E-03	1,48
Columnas	52,17	2	26,09	6,91	1,55E-03	3,09
Error	369,83	98	3,77			
Total	783,87	149				

F Calculado < F tablas = No hay efecto significativo

F Calculado > F tablas = Hay efecto significativo

Para este caso, para 5% de significancia, se tiene :

**6,91 > 3,09    Tratamientos**

**Si hay efecto significativo para los tratamientos.**

### PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Promedios
Muestra 111	4,10
Muestra 222	5,48
Muestra 333	5,16

Se ordenan de mayor a menor los promedios :

Tratamientos	Promedios
Muestra 222	5,48
Muestra 333	5,16
Muestra 111	4,10

Se calcula el error estándar :

Error estándar :  $\sqrt{\text{Varianza estimada residual} / \# \text{ Jueces}}$   
Error estándar :  $\sqrt{3,77 / 50}$   
**Error estándar : 0,2747**

Se consulta la tabla de rangos estudentizados significativos:

# tratamientos : 3  
grados de libertad error : 98  
**RES tablas : 3,37**

Se obtiene la Diferencia Mínima Significativa (DMS) :

DMS : Error estándar \* RES tablas  
**DMS : 0,93**

		<b>222</b>	<b>333</b>	<b>111</b>
		5,48	5,16	4,10
<b>222</b>	5,48	0,00	0,32	1,38
<b>333</b>	5,16		0,00	1,06
<b>111</b>	4,10			0,00

Se comparan las diferencias entre los promedios y aquellas diferencias que sean mayores a DMS se consideran significativas :

Muestras (222-333) :	$5,48 - 5,16 = 0,32 < 0,93$	<b>no significativas</b>
Muestras (222-111) :	$5,48 - 4,10 = 1,38 > 0,93$	<b>Significativa</b>
Muestras (333 - 111) :	$5,16 - 4,10 = 1,06 > 0,93$	<b>Significativa</b>

**TABLA # 4.4. Tabla de análisis de Varianza para el atributo de “Sabor”**

**Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo.**

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Jueces 1	3	10	3,33	6,33
Jueces 2	3	17	5,67	4,33
Jueces 3	3	21	7,00	7,00
Jueces 4	3	16	5,33	2,33
Jueces 5	3	16	5,33	2,33
Jueces 6	3	14	4,67	2,33
Jueces 7	3	16	5,33	0,33
Jueces 8	3	18	6,00	3,00
Jueces 9	3	14	4,67	6,33
Jueces 10	3	11	3,67	0,33
Jueces 11	3	15	5,00	1,00
Jueces 12	3	15	5,00	13,00
Jueces 13	3	23	7,67	0,33
Jueces 14	3	14	4,67	9,33
Jueces 15	3	14	4,67	14,33
Jueces 16	3	8	2,67	4,33
Jueces 17	3	12	4,00	3,00
Jueces 18	3	16	5,33	0,33
Jueces 19	3	13	4,33	9,33
Jueces 20	3	16	5,33	6,33
Jueces 21	3	18	6,00	3,00
Jueces 22	3	16	5,33	14,33
Jueces 23	3	18	6,00	7,00
Jueces 24	3	15	5,00	0,00
Jueces 25	3	22	7,33	4,33
Jueces 26	3	9	3,00	1,00
Jueces 27	3	13	4,33	6,33
Jueces 28	3	10	3,33	2,33
Jueces 29	3	10	3,33	5,33
Jueces 30	3	11	3,67	2,33

Jueces 31	3	8	2,67	4,33
Jueces 32	3	17	5,67	0,33
Jueces 33	3	19	6,33	8,33
Jueces 34	3	10	3,33	1,33
Jueces 35	3	25	8,33	0,33
Jueces 36	3	15	5,00	13,00
Jueces 37	3	13	4,33	1,33
Jueces 38	3	12	4,00	1,00
Jueces 39	3	20	6,67	16,33
Jueces 40	3	17	5,67	16,33
Jueces 41	3	9	3,00	1,00
Jueces 42	3	15	5,00	0,00
Jueces 43	3	18	6,00	7,00
Jueces 44	3	21	7,00	7,00
Jueces 45	3	9	3,00	3,00
Jueces 46	3	18	6,00	3,00
Jueces 47	3	9	3,00	1,00
Jueces 48	3	12	4,00	3,00
Jueces 49	3	14	4,67	0,33
Jueces 50	3	12	4,00	0,00
Columna 111	50	191	3,82	3,25
Columna 222	50	276	5,52	4,38
Columna 333	50	267	5,34	5,49

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad para F</i>	<i>Valor crítico</i>
Filas	270,29	49	5,52	1,45	6,04E-02	1,48
Columnas	87,21	2	43,61	11,46	3,36E-05	3,09
Error	372,79	98	3,80			
Total	730,29	149				

F Calculado < F tablas = No hay efecto significativo

F Calculado > F tablas = Hay efecto significativo

**En este caso, para el 5% de significancia, se tiene :**

$$11,46 > 3,09$$

**Tratamientos**

Si hay efecto significativo para los tratamientos.

**PRUEBA DE TUKEY**

Tratamientos	Promedios
Muestra 222	(5,48)
Muestra 333	(5,16)
Muestra 111	(4,1)

Se ordenan de mayor a menor los promedios :

Tratamientos	Promedios
Muestra 222	5,52
Muestra 333	5,34
Muestra 111	3,82

Se calcula el error estándar :

Error estándar :  $\sqrt{\text{Varianza estimada residual} / \# \text{Jueces}}$   
Error estándar :  $\sqrt{3,80 / 50}$   
**Error estándar : 0,2758**

Se consulta la tabla de rangos estudentizados significativos:

# tratamientos : 3  
grados de libertad error : 98  
**RES tablas : 3,37**

Se obtiene la Diferencia Mínima Significativa (DMS) :

DMS : Error estándar \* RES tablas  
**DMS : 0,93**

		<b>222</b>	<b>333</b>	<b>111</b>
		5,52	5,34	3,82
<b>222</b>	5,52	0,00	0,18	1,70
<b>333</b>	5,34		0,00	1,52
<b>111</b>	3,82			0,00

Se comparan las diferencias entre los promedios y aquellas diferencias que sean mayores a DMS se consideran significativas :

Muestras (222-333) :	$5,52 - 5,34 = 0,18 < 0,93$	<b>no significativas</b>
Muestras (222-111) :	$5,52 - 3,82 = 1,70 > 0,93$	<b>Significativa</b>
Muestras (333 - 111) :	$5,34 - 3,82 = 1,52 > 0,93$	<b>Significativa</b>



**TABLA # 5.5. Tabla de análisis de Varianza para el atributo “Calidad General”**

**Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo**

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Jueces 1	3	10	3,33	10,33
Jueces 2	3	15	5,00	7,00
Jueces 3	3	16	5,33	5,33
Jueces 4	3	13	4,33	1,33
Jueces 5	3	17	5,67	9,33
Jueces 6	3	12	4,00	1,00
Jueces 7	3	11	3,67	9,33
Jueces 8	3	17	5,67	4,33
Jueces 9	3	10	3,33	1,33
Jueces 10	3	14	4,67	0,33
Jueces 11	3	12	4,00	1,00
Jueces 12	3	19	6,33	6,33
Jueces 13	3	19	6,33	5,33
Jueces 14	3	19	6,33	5,33
Jueces 15	3	15	5,00	0,00
Jueces 16	3	8	2,67	2,33
Jueces 17	3	14	4,67	0,33
Jueces 18	3	17	5,67	0,33
Jueces 19	3	15	5,00	3,00
Jueces 20	3	22	7,33	4,33
Jueces 21	3	15	5,00	0,00
Jueces 22	3	16	5,33	14,33
Jueces 23	3	21	7,00	7,00
Jueces 24	3	15	5,00	0,00
Jueces 25	3	11	3,67	2,33
Jueces 26	3	14	4,67	0,33
Jueces 27	3	12	4,00	7,00
Jueces 28	3	11	3,67	5,33
Jueces 29	3	7	2,33	0,33
Jueces 30	3	13	4,33	6,33
Jueces 31	3	12	4,00	7,00
Jueces 32	3	20	6,67	2,33

Jueces 33	3	12	4,00	4,00
Jueces 34	3	19	6,33	4,33
Jueces 35	3	13	4,33	0,33
Jueces 36	3	15	5,00	7,00
Jueces 37	3	8	2,67	0,33
Jueces 38	3	13	4,33	0,33
Jueces 39	3	10	3,33	16,33
Jueces 40	3	18	6,00	7,00
Jueces 41	3	15	5,00	13,00
Jueces 42	3	19	6,33	0,33
Jueces 43	3	18	6,00	7,00
Jueces 44	3	12	4,00	9,00
Jueces 45	3	17	5,67	1,33
Jueces 46	3	18	6,00	4,00
Jueces 47	3	9	3,00	1,00
Jueces 48	3	12	4,00	1,00
Jueces 49	3	10	3,33	4,33
Jueces 50	3	16	5,33	5,33
Columna 111	50	196	3,92	3,26
Columna 222	50	269	5,38	4,77
Columna 333	50	251	5,02	3,98

### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>de Grados libertad</i>	<i>de Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	213,63	49	4,36	1,14	2,88E-01	1,48
Columnas	57,85	2	28,93	7,56	8,82E-04	3,09
Error	374,81	98	3,82			
Total	646,29	149				

F Calculado < F tablas = No hay efecto significativo

F Calculado > F tablas = Hay efecto significativo

**En este caso, para el 5% de significancia, se tiene :**

**7,56 > 3,09    Tratamientos**

Si hay efecto significativo para los tratamientos.

**PRUEBA DE TUKEY**

Tratamientos	Promedios
Muestra 222	(5,52)
Muestra 333	(5,34)
Muestra 333	(3,82)

Se ordenan de mayor a menor los promedios :

Tratamientos	Promedios
Muestra 222	5,38
Muestra 333	5,02
Muestra 111	3,92

Se calcula el error estándar :

Error estándar :  $\sqrt{\text{Varianza estimada residual} / \# \text{ Jueces}}$   
Error estándar :  $\sqrt{3,82 / 50}$   
**Error estándar : 0,2766**

Se consulta la tabla de rangos estudentizados significativos:

# tratamientos : 3  
grados de libertad error : 98  
**RES tablas : 3,37**

Se obtiene la Diferencia Mínima Significativa (DMS) :

DMS : Error estándar \* RES tablas  
**DMS : 0,93**

		<b>222</b>	<b>333</b>	<b>111</b>
		5,38	5,02	3,92
<b>222</b>	5,38	0,00	0,36	1,46
<b>333</b>	5,02		0,00	1,10
<b>111</b>	3,92			0,00

Se comparan las diferencias entre los promedios y aquellas diferencias que sean mayores a DMS se consideran significativas :

Muestras (222-333) :	$5,38 - 5,02 = 0,36 < 0,93$	<b>no significativas</b>
Muestras (222-111) :	$5,38 - 3,92 = 1,46 > 0,93$	<b>Significativa</b>
Muestras (333 - 111) :	$5,02 - 3,92 = 1,10 > 0,93$	<b>Significativa</b>

#### 4.5. Composición físico-química de la materia prima y el producto terminado

**4.5.1. pH:** El valor del pH fue de 5.29, prueba realizada en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, con un Pehachimetro modelo pH 720, Marca INOLAB.

**4.5.2. Acidez:** El resultado de la acidez fue de 1 a 1.5 %. Los productos microbianos del metabolismo, principalmente ácidos orgánicos de cadena corta favorecen la generación de compuestos coloreados. Cepas de *Leuconostoc mesenteroides* al consumir la sacarosa producen largas cadenas de glucosa (dextranas) y fermentan la fructosa para producir ácidos orgánicos. Cepas de otras especies de lacto bacterias heterofermentativas y homofermentativas encontradas

en los jugos de caña son productoras de ácido láctico, ácido acético y ácido succínico (Britz y Tracey, 1990; Dicks, 1990; Calderón-Pérez, 2007).

#### **4.5.3. °Brix**

Se utilizó jugo fresco de la caña de azúcar, obteniendo los siguientes valores:

Primera prueba	26.5
Segunda prueba	25.4
Promedio	25.95

#### **4.5.4. Humedad (trozos de caña de azúcar)**

Se empleó 5.05 gramos de caña de azúcar en trocitos, colocándolos en la estufa, para determinar el análisis de la humedad, con el siguiente resultado de 67.17 %.

Estufa modelo MA45, marca SARTORIUS.

### **4.6. Análisis microbiológico de la materia y el producto terminado**

Recuento total Aerobios en placas < 250 UFC/ g

#### **4.6.1. Mohos**

18 UFC/g.

#### **4.6.2. Bacterias**

Coliformes Totales < 3NMP/g

Coliformes Fecales Ausencia

### **4.6.3. Levaduras**

< 10 UFC/g

## **4.7. Análisis sensorial del producto terminado**

El análisis sensorial se constituye en el pilar fundamental de la investigación, mediante esta prueba se evalúan los efectos de variaciones en cualquier formulación, la sustitución de un ingrediente la influencia del material de empaque, las condiciones del proceso etc.

En el estudio se evaluó el efecto significativo de la panela fabricada artesanalmente y el carácter orgánico del jugo de la caña de azúcar para la elaboración de la misma.

En el análisis sensorial se utilizaron 50 panelista no entrenados, estructurando paneles de todos los medios propicios para los fines y además las muestras representadas por códigos, para evitar en los panelistas resultados subjetivos por el nombre del producto, marca o tipo de envases.

Para mayor comprensión se describe el significado de los códigos utilizados en las muestras, y la ponderación de los códigos de la cartilla, conocida también como hoja de catación del análisis sensorial de las panelas.

### **4.7.1. Significados de los códigos en las muestras y testigo**

R= panela elaborada artesanalmente.

111= panela comercial “La Guajira”

22= panela comercial “Valdez”

333= panela comercial la “Abeja kapira”

#### **4.7.2. Significado de los códigos de la hoja de catación**

1= “**MENOS**” calidad que R

2= “**NADA**” de diferencia comparada con R y tiene una valoración de 5

3= “**MAYOR**” cualidad que R

#### **4.7.3. Apariencia.**

Tamaño, forma, volumen, uniformidad, brillantes, opaco, contorno de superficies.

#### **4.7.4. Gusto.**

Amargo, salado, ácido, metálico, dulce, astringente.

#### **4.7.5. Textura.**

Dureza, viscosidad (espeso, fluido), granulosa, laminar, fibrosa, pulposa, esponjosa, cremosa.

#### **4.7.6. Sabor.**

Este atributo de los alimentos es muy complejo, ya que combina 3 propiedades: olor, aroma y gusto.

#### **4.7.7. Calidad General**

















Los datos obtenidos de las cataciones con respecto al atributo “Calidad General” de las panelas se encuentran tabulados en la tabla.

## 4.8. Ingredientes De Las Panelas

### 4.8.1. Clases de panelas Utilizadas en el Ensayo

Código	R	111	222	333
Peso (400g )	Testigo	La Guajira	Valdez	Kapira
Precio (\$)	0.70 / Unidad	0,56 / Unidad	0,60 / Unidad	0,96 / Unidad

#### Ingredientes

Jugo de caña				
Agentes clarificantes				
Cal				
Agente antiespumante				

### 4.8.2. Información de las panelas utilizadas en esta Investigación

**4.8.2.1. *Panela testigo:*** La materia prima como el producto terminado fue obtenido en el Recinto “Las Flores” del cantón 24 de Mayo, provincia de Manabí.

**4.8.2.2. *Panela comercial Guajira:*** Elaborada por La Guajira, Carcelén, calle La Josefina No. 89-103 / Quito – Ecuador.



**4.8.2.3. Panela comercial Valdez:** Elaborada por Cía. Azucarera Valdez S.A / Milagro – Ecuador.

**4.8.2.4. Panela comercial Abeja Kapira:** Elaborado por Hacienda El Rosario / El Pacto, Quito – Ecuador.

## V. DISCUSION

1.- Con los datos obtenidos de las cataciones con respecto al atributo "Apariencia" de las panelas que se encuentran en la tabla 1.1, la sumatoria de puntuación otorgada por los panelistas, la marca comercial panela "Valdez" presenta un valor de 269, siendo el valor más alto; y, el valor más bajo 220, lo obtuvo la panela La "Guajira", considerando que el valor de 250 significa una igualdad exacta de los atributos estudiados, entre la panela testigo y las marcas de panelas comerciales.

En el análisis de varianza reportado en la Tabla 2.1 indica que existe efecto significativo para los tratamientos o muestras con el 5% de significancia, pero la diferencia es mínima. Al realizar la prueba de Tukey se puede anotar las siguientes definiciones:

- No hay diferencia significativa entre la panela comercial Abeja kapira con la panela comercial la Guajira.
- No hay diferencia significativa entre la panela Abeja kapira y la panela comercial la Guajira.
- La panela comercial Valdez presenta significativamente mejor apariencia significativa que la panela Guajira.
- Las panelas comerciales "Abeja Kappira", "Valdez" y la Guajira, no tienen diferencia significativa en cuanto a apariencia con la panela testigo.

2.- Los datos obtenidos de las cataciones con respecto al atributo Aroma de las panelas, que se encuentran tabulados en la Tabla 2.2, se observa que la puntuación otorgada por los panelistas, la panela comercial Abeja "kapira", presenta un valor de 270 siendo este valor el más alto, y el valor más bajo 201, lo obtuvo la panela comercial La "Guajira", considerando que el valor de 250

significa una igualdad exacta de los atributos estudiados, entre la panela testigo y las marcas de las panelas comerciales.

En el análisis de varianza reportado en la Tabla 2.2 indica que existe efecto significativo para los tratamientos o muestras con el 5% de significancia, pero la diferencia es mínima. Al realizar la prueba de Tukey se puede anotar las siguientes definiciones:

- La panela comercial Abeja Kapira, no es significativamente diferente a la panela comercial Valdez.
- La panela comercial Abeja kapira presenta significativamente mejor Aroma que la panela comercial Guajira.
- La panela Valdez presenta diferencia significativamente mejor Aroma que la panela Guajira.
- Las panelas comerciales “Abeja kapira y “Valdez” no presentan diferencia significativa en cuanto al aroma con la panela testigo.

**3.-** Los datos obtenidos de las cataciones con respecto al atributo Textura de las panelas, que se encuentran tabulados en la Tabla 2.3, se observa que la puntuación otorgada por los panelistas, para la panela comercial “Valdez”, presenta un valor de 274, siendo este valor el más alto, y el valor más bajo 205, lo obtuvo la panela comercial panela “Guajira”, considerando que el valor de 250 significa una igualdad exacta de los atributos estudiados, entre la panela testigo y las marcas de las panelas comerciales.

En el análisis de varianza reportado en la Tabla 2.3 indica que existe efecto significativo para los tratamientos o muestras con el 5% de significancia, pero la diferencia es mínima. Al realizar la prueba de Tukey se puede anotar las siguientes definiciones:

- La panela comercial Valdez, no es significativamente diferente a la panela comercial Abeja kapira.
- La panela Valdez presenta diferencia significativamente mejor Textura que la panela Guajira.
- La panela comercial Abeja kapira también presenta significativamente mejor Textura que la panela comercial la Guajira.
- Las panelas comerciales “Abeja kapira y “Valdez” no presentan diferencia significativa en cuanto a la Textura con la panela testigo.

4.- Los datos obtenidos de las cataciones con respecto al atributo Textura de las panelas que se encuentran tabulados en la Tabla 2.4, se observa que la puntuación otorgada por los panelistas, para la panela comercial “Valdez”, presenta un valor de 276, siendo este valor el más alto, y el valor más bajo 191, lo obtuvo la panela comercial panela “Guajira”, considerando que el valor de 250 significa una igualdad exacta de los atributos estudiados, entre la panela testigo y las marcas de las panelas comerciales.

En el análisis de varianza reportado en la Tabla 2.4 indica que existe efecto significativo para los tratamientos o muestras con el 5% de significancia, pero la diferencia es mínima. Al realizar la prueba de Tukey se puede anotar las siguientes definiciones:

- La panela comercial Valdez, no es significativamente diferente a la panela comercial Abeja kapira.
- La panela comercial Valdez presenta diferencia significativamente mejor Sabor que la panela Guajira.
- La panela comercial Abeja kapira también presenta significativamente mejor Sabor que la panela comercial la Guajira.

- Las panelas comerciales “Abeja kapira y “Valdez” no presentan diferencia significativa en cuanto a la Sabor con la panela testigo.

5.-Los datos obtenidos de las cataciones con respecto al atributo Calidad General de las panelas, que se encuentran tabulados en la Tabla 2.5, se observa que la puntuación otorgada por los panelistas, para la panela comercial “Valdez”, presenta un valor de 269, siendo este valor el más alto; y, el valor más bajo 196, lo obtuvo la panela comercial panela “Guajira”, considerando que el valor de 250 significa una igualdad exacta de los atributos estudiados, entre la panela testigo y las marcas de las panelas comerciales.

En el análisis de varianza reportado en la Tabla 2.5 indica que existe efecto significativo para los tratamientos o muestras con el 5% de significancia, pero la diferencia es mínima. Al realizar la prueba de Tukey se puede anotar las siguientes definiciones:

- La panela comercial Valdez, no es significativamente diferente a la panela comercial Abeja kapira
- La panela comercial Valdez presenta diferencia significativamente mejor Calidad General que la panela comercial la Guajira.
- La panela comercial Abeja kapira también presenta significativamente mejor Calidad General que la panela comercial la Guajira.
- Las panelas comerciales “Abeja kapira y “Valdez” no presentan diferencia significativa en cuanto a la Calidad General con la panela testigo.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

1.- En el diseño experimental se determinó que para el atributo Apariencia existió diferencia significativa entre las muestras de estudio con el testigo ( R ), existiendo diferencias significativas entre la muestra (222) panela “Valdez” y la muestra (111) panela “Guajira” y al referirnos a los respectivos promedios las muestras Valdez y Kapira, no presentan diferencias con la muestra testigo, mientras que la muestra panela Guajira al compararse con la muestra testigo o artesanal los jueces determinaron que presenta una calidad ligeramente desagradable.

2.- Para el atributo Aroma existió diferencia muy significativa entre las muestras de estudio con el testigo ( R ), existiendo diferencias significativas entre la muestra (222) panela “Valdez” y la muestra (111) panela “Guajira” y la muestra (333) panela “Kapira” y la muestra (111) panela “Guajira” y al referirnos a los respectivos promedios las muestras Valdez y Kapira, no presentan diferencias con la muestra testigo, mientras que la muestra panela “Guajira” al compararse con la muestra testigo o artesanal los jueces determinaron que presenta una calidad ligeramente desagradable.

3.- Para el atributo Textura existió diferencia significativa entre las muestras de estudio con el testigo ( R ), existiendo diferencias significativas entre la muestra (222) panela “Valdez” y la muestra (111) panela “Guajira” y la muestra (333) panela “Kapira” y la muestra (111) panela “Guajira” y al referirnos a los respectivos promedios las muestras Valdez y Kapira, no presentan diferencias con la muestra testigo, mientras que la muestra panela “Guajira” al compararse con la muestra testigo o artesanal los jueces determinaron que presenta una calidad ligeramente desagradable.

4.- Para el atributo Sabor existió diferencia muy significativa entre las muestras de estudio con el testigo ( R ), existiendo diferencias significativas entre la muestra (222) panela “Valdez” y la muestra (111) panela “Guajira” y la muestra (333) panela “Kapira” y la muestra (111) panela “Guajira” y al referirnos a los respectivos promedios la muestra “Kapira”, no presenta diferencia con la muestra testigo, mientras que la muestra panela “Guajira” al compararse con la muestra testigo o artesanal los jueces determinaron que presenta una cualidad ligeramente desagradable, y para el caso de la panela “Valdez”, determinaron que presentó una cualidad ligeramente agradable comparada con el testigo.

5.- Para el atributo Calidad General existió diferencia significativa entre las muestras de estudio con el testigo ( R ), existiendo diferencias significativas entre la muestra 222 panela “Valdez” y la muestra (111) panela “Guajira” y la muestra (333) panela “Kapira” y la muestra (111) panela “Guajira” y al referirnos a los respectivos promedios las muestras Valdez y Kapira, no presentan diferencias con la muestra testigo, mientras que la muestra panela “Guajira” al compararse con la muestra testigo o artesanal los jueces determinaron que presenta una cualidad ligeramente desagradable.

6.- Por lo tanto se concluye que el mejor tratamiento, corresponde a la muestra (222) que es la panela “Valdez”, en donde al compararse con la muestra testigo (R) que es la panela artesanal tiene mejor aceptación para los atributos, Apariencia, Textura, Sabor, y Calidad General, mientras que en aroma la muestra (333) que es la Abeja “Kapira” tuvo mejor aceptabilidad comparada con la panela testigo o artesanal, en donde se observa comparando precios que la panela “Valdez” posee un bajo costo comparado con la panela “Kapira”.

7.- La panela testigo o artesanal presenta cualidades organolépticas similares con las marcas de competencia “Valdez” y “Kapira” que obtuvieron excelentes cualidades sensoriales y se destaca con su competidora la panela “Guajira”, y su precio es inferior al de la panela “Kapira”.

8.- Por lo expuesto y demostrado en el estudio de investigación que se ha realizado, se recomienda su producción a escala industrial para aprovechar sus características sensoriales y sus propiedades nutricionales como excelente fuente de energía para los consumidores de este producto.

9.- Se recomienda a los organismos públicos, hacer contantes capacitaciones al sector panicultor, en lo referente a las variedades de caña de azúcar, desarrollo comunitario y organizacional, y darles mayores facilidades crediticias, para que pueda competir con las demás empresas dedicadas a esta actividad agroindustrial.



## VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anzaldúa 1994. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Ed. Acribia. Zaragoza – España.
- 2.- Aso. Panela y Afines. Documento de la Dra. Luz Esperanza Prado Forero, Ing. Química, Investigador. CORPOICA-CIMPA. Páginas 11, 12, 2005.
- 3.- Biblioteca de la Agricultura. Principales Cultivos Extensivos, pág. 525, 526.
- 4.- Boletín Aso. Panela y Afines. Pág. 9, 2005.
- 5.- Britz y Tracey, 1990; Dicks, 1990; Calderón-Pérez, 2007.
- 6.- Documento de la Dra. Luz Esperanza Prado Forero. Ing. Química, Investigador CORPOICA- CIMPA. Páginas 9, 10, 11.
- 7.- Fuente Instituto Anboisse de Francia.
- 8.- La panela, un producto de élite europea, s. p., Consulta: 2006-09-01.
- 9.- Manual del Proyecto Aso. Panelas y afines. Pág. 3, 2005.
- 10.- Meade y Chen, 1977.
- 11.- Proyecto ASO. Panela y afines. Pág. 5, 2005.
- 12.- Tomado del Boletín Técnico, Programa De Desarrollo Empresarial Por Sector Productivo. Pág. 4. 2005.
- 13.- Tomado de Documento de la Dra. Luz Esperanza Prado Forero, Ing. Química, Investigador, CORPOICA-CIMPA.

14.- Tomado de la Panela Biológica, recomendaciones para su obtención.  
Corpoica.

15.- Normas INEN

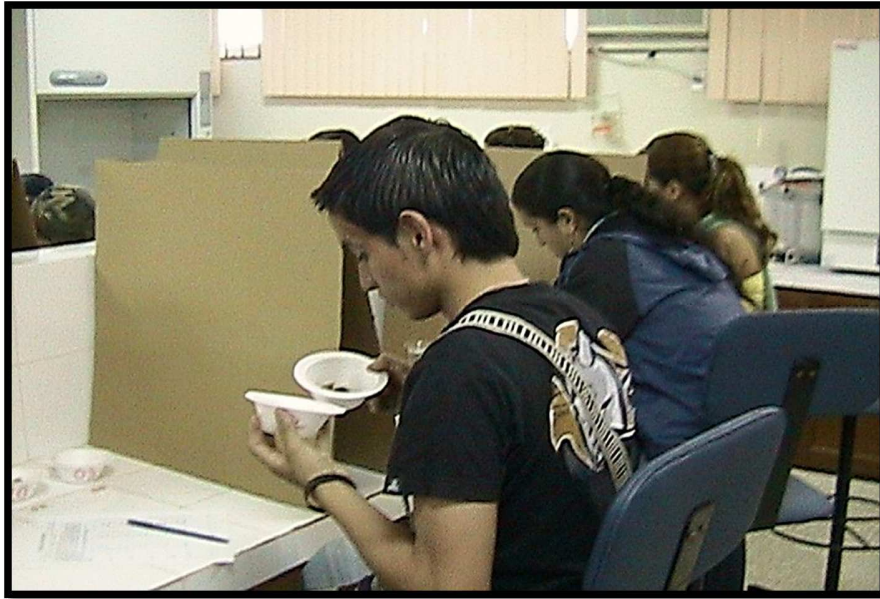
16.- <http:// analisisdepanela.galeon/aficiones2068198.html>.

17.- <http:// analisisdepanela.galeon.com/index.html>.

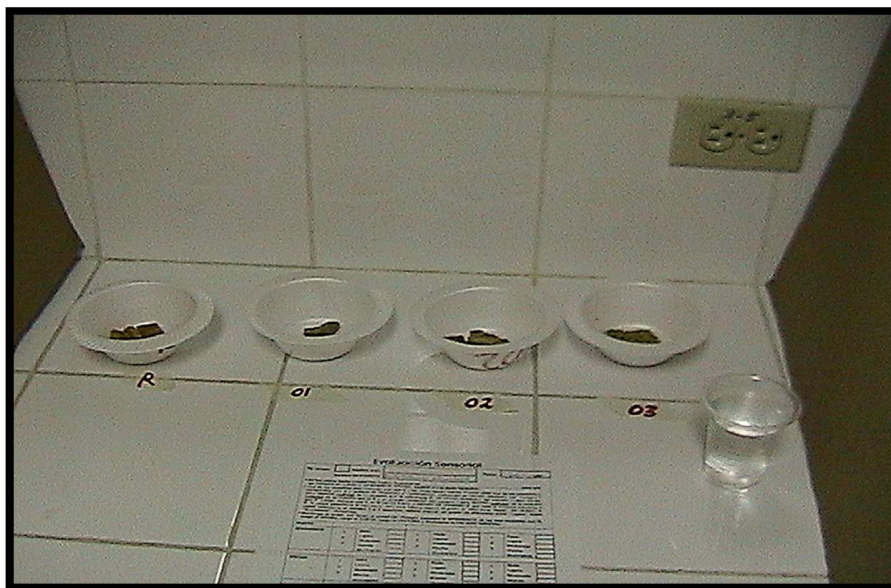
18.- <http:// analisisdepanela.galeon.com/aficiones2068198.html>

## ANEXOS A

**Fig. N° 1** -Estudiantes jueces haciendo las cataciones del testigo de los tres tipos de panelas en estudio.



**Fig. N° 2** - Panel donde están las muestras y el testigo con sus respectivos códigos



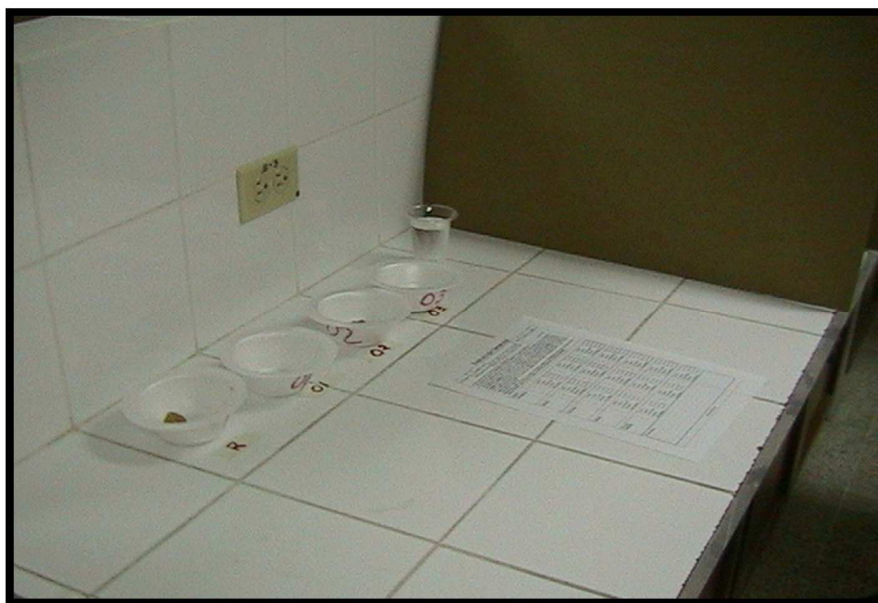
**Fig. N° 3** -Panelistas llenando las características organolépticas en la respectiva matriz utilizada para este estudio.



**Fig. N° 4** -Panelista revisando la matriz que se utilizó para este estudio.



**Fig. N° 5** -Mesa de trabajo donde se realizó el análisis sensorial Facultad de CC. Agropecuarias.



**Fig. N° 6** -Las muestras preparadas previamente con la respectiva matriz del ensayo realizado.



**ANEXO A. CARTILLA DEL ANALISIS SENSORIAL**  
**Evaluación Sensorial**

No. Grupo:	<input style="width:90%;" type="text"/>	Nombre Juez:	<input style="width:98%;" type="text"/>	Fecha:	<input style="width:98%;" type="text" value="/ Julio / 2007"/>
Nombre del Producto:		<input style="width:98%;" type="text"/>			

- En los vasos frente a usted hay cinco muestras de \_\_\_\_\_ para que las compare en cuanto a: **APARIENCIA, AROMA, SABOR, TEXTURA Y CALIDAD GENERAL.**
- Una de las muestras está marcada con una R y las otras tienen claves. Pruebe cada una de las muestras y compárelas con R e indique su respuesta a continuación, marcando un círculo alrededor del número 1 para **MENOS calidad** de la muestra que la referencia R, un círculo alrededor del número 2 para **IGUAL calidad** de la muestra que la R y un círculo alrededor del número 3 para **MAYOR calidad** de la muestra que R. Luego, marque una X en la casilla frente a **GRADO DE DIFERENTE** que nota la muestra respecto a R. Si usted selecciona el número 2, entonces deberá marcar el grado de diferencia “Nada”. En cambio, si usted selecciona el número 1 ó 3 entonces deberá marcar un grado de diferencia entre “Ligera” hasta “Muchísima”, inclusive.
- Mantenga el orden, por favor, al comparar: Primero compare la **APARIENCIA** de las cuatro muestras con R, luego el **AROMA**, luego el **SABOR**, luego la **TEXTURA** y finalmente la **CALIDAD GENERAL.**

<b>Muestra</b>									
<b>APARIENCIA</b>	1	Nada	<input type="checkbox"/>	1	Nada	<input type="checkbox"/>	1	Nada	<input type="checkbox"/>
		Ligera	<input type="checkbox"/>		Ligera	<input type="checkbox"/>		Ligera	<input type="checkbox"/>
	2	Moderada	<input type="checkbox"/>	2	Moderada	<input type="checkbox"/>	2	Moderada	<input type="checkbox"/>
	Mucha	<input type="checkbox"/>		Mucha	<input type="checkbox"/>		Mucha	<input type="checkbox"/>	
	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>
<b>AROMA</b>	1	Nada	<input type="checkbox"/>	1	Nada	<input type="checkbox"/>	1	Nada	<input type="checkbox"/>
		Ligera	<input type="checkbox"/>		Ligera	<input type="checkbox"/>		Ligera	<input type="checkbox"/>
	2	Moderada	<input type="checkbox"/>	2	Moderada	<input type="checkbox"/>	2	Moderada	<input type="checkbox"/>
	Mucha	<input type="checkbox"/>		Mucha	<input type="checkbox"/>		Mucha	<input type="checkbox"/>	
	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>
<b>SABOR</b>	1	Nada	<input type="checkbox"/>	1	Nada	<input type="checkbox"/>	1	Nada	<input type="checkbox"/>
		Ligera	<input type="checkbox"/>		Ligera	<input type="checkbox"/>		Ligera	<input type="checkbox"/>
	2	Moderada	<input type="checkbox"/>	2	Moderada	<input type="checkbox"/>	2	Moderada	<input type="checkbox"/>
	Mucha	<input type="checkbox"/>		Mucha	<input type="checkbox"/>		Mucha	<input type="checkbox"/>	
	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>
<b>VISCOSIDAD</b>	1	Nada	<input type="checkbox"/>	1	Nada	<input type="checkbox"/>	1	Nada	<input type="checkbox"/>
		Ligera	<input type="checkbox"/>		Ligera	<input type="checkbox"/>		Ligera	<input type="checkbox"/>
	2	Moderada	<input type="checkbox"/>	2	Moderada	<input type="checkbox"/>	2	Moderada	<input type="checkbox"/>
	Mucha	<input type="checkbox"/>		Mucha	<input type="checkbox"/>		Mucha	<input type="checkbox"/>	
	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>
<b>CALIDAD GENERAL</b>	1	Nada	<input type="checkbox"/>	1	Nada	<input type="checkbox"/>	1	Nada	<input type="checkbox"/>
		Ligera	<input type="checkbox"/>		Ligera	<input type="checkbox"/>		Ligera	<input type="checkbox"/>
	2	Moderada	<input type="checkbox"/>	2	Moderada	<input type="checkbox"/>	2	Moderada	<input type="checkbox"/>
	Mucha	<input type="checkbox"/>		Mucha	<input type="checkbox"/>		Mucha	<input type="checkbox"/>	
	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>	3	Muchísima	<input type="checkbox"/>
<b>Comentarios:</b> .....									
.....									
.....									
.....									
.....									
<b>Muchas Gracias</b>									

# **ANEXOS B**

## **NORMAS INEN**

CDU664.

ALO3.c-3O3

Norma Ecuatoriana CONSERVAS VEGETALES INEN 381 DETERMINACION DE ACIDEZ TITULABLE, primera revisión. METODO POTENCIOMETRICO DE REFERENCIA 1985 - 12

## **OBLIGATORIA**

### **1. OBJETO**

1.1 Esta norma establece el método potenciométrico para determinar la acidez titulable en conserva vegetales y jugos de fruta.

### **2. RESUMEN**

2.1 Determinar la acidez titulable mediante un potenciómetro y utilizando hidróxido de sodio.

### **3. INSTRUMENTAL**

- 3.1 Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.
- 3.2 Potenciómetro, con electrodos de vidrio
- 3.3 Agitador mecánico o electromagnético.
- 3.4 Mortero.
- 3.5 Matraz Erlenmeyer de 250 cm<sup>3</sup>.
- 3.6 Condensador de reflujo.
- 3.7 Matraz volumétrico de 250 cm<sup>3</sup>.
- 3.8 Baño de agua. 3.9 Embudo para filtración.

## **4. REACTIVOS**

**4.1** Solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

**4.2** Solución reguladora, de pH conocido. Se recomienda pH = 9.

## **5. PREPARACION DE LA MUESTRA.**

**5.1** Productos líquidos o fácilmente filtrables (jugos, jarabes, líquidos de encurtido y productos fermentados).

**5.1.1** Mezclar convenientemente la muestra y filtrar utilizando algodón o papel filtro.

**5.1.2** Colocar 25 cm<sup>3</sup> del líquido filtrado en un matraz volumétrico de 250 cm<sup>3</sup> y diluir a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada, mezclando luego perfectamente la solución.

**5.2** Productos densos o difíciles de filtrar. (Salsas en conserva, mermeladas, jaleas).

**5.2.1** Mezclar y ablandar la muestra en un mortero.

**5.2.2** Pesar 25 g de muestra, con aproximación al 0,01 g, y transferir a un matraz Erlenmeyer, añadiendo luego 50 cm<sup>3</sup> de agua destilada caliente; mezclar convenientemente hasta obtener un líquido de aspecto uniforme.

**5.2.3** Acoplar el condensador de reflujo en el matraz Erlenmeyer y calentar en el baño de agua hirviente durante 30 mm; enfriar y transferir el contenido a un matraz volumétrico de 250 cm<sup>3</sup>, diluyendo a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada.

**5.2.4** Mezclar perfectamente y filtrar.

**5.3** Productos sólidos, secos y congelados.

**5.3.1** Fraccionar en partes pequeñas la muestra que previamente deberá descongelarse, si es necesario; limpiar la muestra de tallos, semillas y otros cuerpos extraños.

**5.3.2** Triturar la muestra en el mortero y pesar, con aproximación al 0,01 g, aproximadamente 25 g de la misma, continuando luego como se indica en 5.2.2.



## 6. PROCEDIMIENTO.

**6.1** La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

**6.2** Comprobar el funcionamiento correcto del potenciómetro utilizando la solución reguladora de pH conocido.

**6.3** Lavar el electrodo de vidrio varias veces con agua destilada hasta que la lectura del pH sea de aproximadamente.

**6.4** Colocar en un matraz volumétrico de 25 a 100 cm<sup>3</sup> de la *muestra* preparada, según la acidez esperada, y sumergir los electrodos en la muestra.

**6.5** Añadir rápidamente de 10 a 50 cm<sup>3</sup> de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, agitando hasta alcanzar pH 6, determinado con el potenciómetro.

**6.6** Continuar añadiendo lentamente solución 0,1 N de hidróxido de sodio hasta obtener pH 7; luego, adicionar la solución 0,1 N de hidróxido de sodio en cuatro gotas por vez, registrando el volumen de la misma y el pH obtenido después de cada adición, hasta alcanzar pH 8,3 aproximadamente.

**6.7** Por interpolación, establecer el volumen exacto de solución 0,1 N de hidróxido de sodio añadido, correspondiente al pH 8,1.

## 7. CÁLCULOS.

**7.1** La acidez titulable se determina mediante la ecuación siguiente:

**7.1.1** Para productos líquidos:

Siendo:

A = g de ácido en 1000 cm<sup>3</sup> de producto

v1 = cm<sup>3</sup> de NaOH usados para la titulación de la alícuota

N1 = normalidad de la solución de NaOH.

M = peso molecular del ácido considerado como referencia.

V2 = volumen de la alícuota tomada para el análisis en 6.4.

**7.1.2** Para productos sólidos:

$$A = \frac{V_1 N_1 M}{10}$$

t1: /fZ/ 4cc; - C

**CA.2** Cí' -, (

Siendo:

A= g de ácido por 100 g de producto.

V1= = cm<sup>3</sup> de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

N1= normalidad de la solución de NaOH.

M= = peso molecular del ácido considerado como referencia.

V2= = volumen de la alícuota tomada para el análisis en 6.4.

## **8. ERRORES DE METODO**

**8.1** La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 20/o del promedio aritmético de los resultados; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

## **9. INFORME DE RESULTADOS**

**9.1** Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación, con una cifra decimal.

**9.2** La acidez titulable se expresa en gramos del ácido predominante en el producto analizado por 100 g .O1 000 cm<sup>3</sup> de la muestra. En este caso, debe considerarse lo indicado en el Anexo A.

**9.3** En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

**9.4** Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

## **ANEXO C**

### **ACIDOS PRESENTES EN CONSERVAS VEGETALES**

<i>ACIDOS</i>	<i>PRODUCTOS</i>	<i>GRAMOS POR EQUIVALENTE</i>
Málico	derivados de frutas con semilla	0.067
Cítrico anhídrido	derivados de bayas y frutas cítricas	0.064
Cítrico monohidratado	derivados de bayas y frutas cítricas	0.070
Tartárico	derivados de la vid	0.075
Oxálico	derivados de espinaca y tallo	0.045
Acético	productos encurtidos y adobados	0.060

## APENDICE Z

### Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Official Methods of Analysis of the AOAC; 22061: *Titra table Acidity-Glass electrode Method*, 1 2 Edition, Washington, 1975.
- Recommendation 150 R 750: *Fruit and vegetable products. Determination of titratable acidity*. International Organization for Standardization. Ginebra, 1968.
- Norma Argentina 1 RAM 15735: *Jugos y néctares de fruta. Método de determinación de la acidez total*. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires, 1968.
- Norma Hindú 4939: *Methods of test for products derived from fruits and vegetables*. Indian Standards Institution. Nueva Delhi, 1968.
- Norma Sanitaria Panamericana OFSANPAN.IALUTZ A 008. *Norma Técnica General de Métodos Físicos y Químicos para análisis de Alimentos OPS/OMS*. Oficina Panamericana, Washington, 1968.
- Norma Francesa V 05.101. *Produits dérivés des fruits et légumes. Détermination de l'acidité titrable*. Association Française de Normalisation. París, 1967.

## APENDICE Z

### Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

- **Z.2 BASES DE ESTUDIO**  
Norma Internacional 150 2173. *Fruit and vegetable product. Determination of soluble solids content. Refractometric method.* International Organization for Standardization. Ginebra, 1978.
  
- Norma Panamericana COPANT 934. *Productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Método de determinación de los sólidos solubles.* Comisión Panamericana de Normas Técnicas, Buenos Aires, 1978.
  
- Métodos de laboratorio del Departamento de Investigación de la Corporación FMC, División de Floricía, T962.

## INFORMACION COMPLEMENTARIA

La Norma INEN 38 fue aprobada por el Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Normalización en sesión de 1978-06-01.

Posteriormente, para aprovechar la asistencia técnica prestada al INEN por organismos internacionales y para actualizar el texto de la norma de acuerdo a nueva bibliografía, la Dirección General dispuso la revisión de la norma, la que estuvo a cargo del personal técnico del INEN con asesoría de expertos internacionales. Por esta razón no se consideró necesario convocar de nuevo al Subcomité Técnico.

La Norma Técnica INEN 381 (Primera Revisión) fue aprobada por el Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, en sesión de 1985-12-26.

El señor Ministro de Industrias, Comercio e Integración, autorizó y oficializó esta norma, con el carácter de OBLIGATORIA, mediante Acuerdo Ministerial No. 79 de 1986-02-04, publicado en el Registro Oficial No. 379 de 1986-02-20.



PV.P. S/.100, 00

## ANEXOS D

Trapiche manual de dos martillos



Sembrío de caña de azúcar en la provincia de El Oro



Zafra artesanal o corte de caña manual



Zafra mecanizada o corte mecanizado





Imagen relativa a la floración de la caña de azúcar

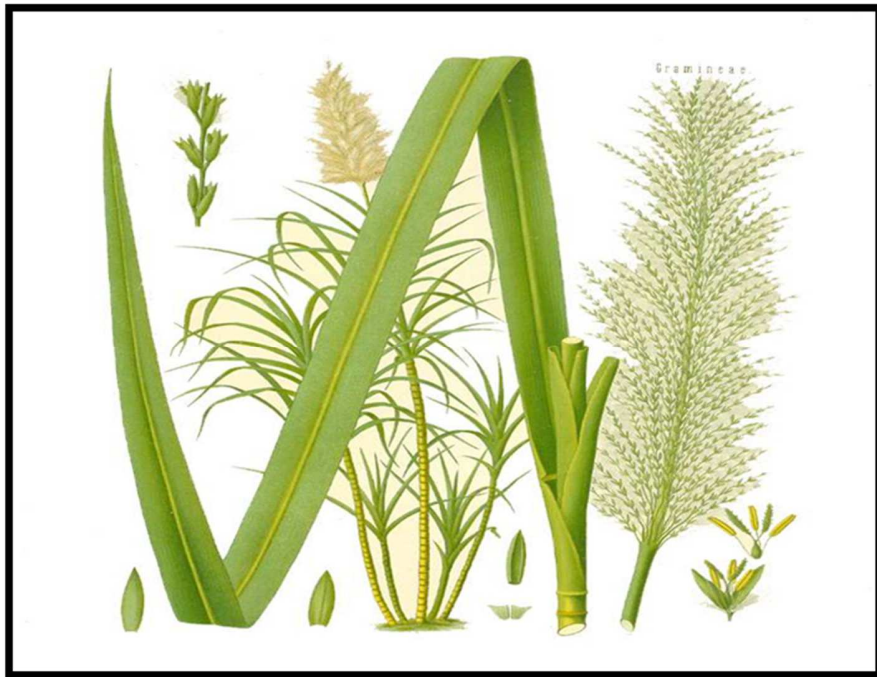


Imagen ilustrativa de los derivados de la caña



## DETERMINACION pH, ° BRUX Y ACIDEZ

