

## **CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1 RESULTADOS SOBRE LA PRIMERA FASE: RECOLECCION DE MUESTRAS EN LAS PANELERAS DE LA PROVINCIA DE IMBABURA**

Los análisis de resultados son importantes para establecer criterios técnicos y estadísticos del ensayo y/o estudio desarrollado, para finalmente concluir y dar recomendaciones.

A continuación se muestra un cuadro con los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los paneleros en la Provincia de Imbabura encuesta que tuvo como objetivo obtener información directa de los paneleros acerca de sus condiciones de proceso en la obtención de productos, a la vez nos ayudan a contestar algunas preguntas planteadas.

**Cuadro 13: Resumen de resultados sobre encuesta realizada a productores paneleros de los diferentes cantones de la Provincia de Imbabura**

Cantón	Paneleros	Código	Producto	Sustancias clarificantes (blanqueadores)	Calidad mercado
ANTONIO ANTE	Eriberto Ruíz	P1	Panela, Azúcar	Yausabara, Sulfoclarol, cementina.	Color, Peso
		A	Azúcar	Yausabara, Sulfoclarol, cementina.	Color, Peso
IBARRA	Vicente Gordillo	P2	Panela	Yausabara sulfoclarol cal	Color, Forma
	Emiliano Suárez	P3	Panela	Yausabara, sulfoclarol, cal, cementina.	Color, Forma
	Leonardo Díaz	P4	Panela, Azúcar	Yausabara, balso sulfoclarol, cal, profol	Color
COTACACHI	Raúl Paredes	P5	Panela	Yausabara, sulfoclarol, cal, cementina.	Color, Peso, Forma
	Medardo Garcés	P5I	Panela	Yausabara, Sulfoclarol, cementina.	Color, Peso, Forma
	Humberto Lara	P5II	Panela	Yausabara	Forma, Peso
URCUQUÍ	Hugo Yépez	P6	Panela	Yausabara, sulfoclarol, cal, cementina.	Color
	Antonio Montalvo	P7	Panela, Azúcar	Yausabara, sulfoclarol, cal, cementina.	Color
	Marco Montalvo	P7I	Panela, Azúcar	Yausabara, sulfoclarol, cal, cementina.	Color
	Fernando Yépez	P8	Panela	Yausabara, sulfoclarol, cal, cementina.	Color, Peso

P : muestra de panela

A : muestra de azúcar

Es necesario señalar que las muestras: P5I, P5II y P7I se recolectaron al final ya que estos trapiches no se encontraban produciendo en el momento de recolección de las muestras por lo que dichas muestras no formaron parte del panel de

degustación, pero si fueron tomadas en cuenta en la elaboración de la tabla colorimétrica.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, en la Provincia de Imbabura el producto de preferencia en la producción y consumo es la panela. Para el caso de azúcar la producción es mínima y esporádica mientras que no existe producción de miel de caña por falta de costumbre y conocimiento.

Por lo tanto, para el desarrollo del estudio no se contempló miel de caña producida en los trapiches, sino únicamente las elaboradas bajo diversas condiciones en el Laboratorio de Industria Azucarera.

El mismo cuadro indica que en todas las paneleras utilizan sustancias químicas no permitidas (cementina, cal, sulfoclarol, profol) como clarificantes, sin dosificación ni control alguno. La cementina es utilizada como adherente en construcción, la cal para pintar y blanquear casas; estas tienen diferentes porcentajes de pureza con una gran cantidad de arena y piedra que afectan la calidad del producto. Por otro lado el sulfoclarol, químicamente conocido como hidrosulfito, hiposulfito o metabisulfito de sodio constituido por azufre, es un aditivo químico nocivo para la salud que se va acumulando en el organismo, ya que éste no está en capacidad de asimilarlo o metabolizarlo.

También se puede determinar que el mercado consumidor de panela en la Provincia de Imbabura se guía básicamente por el color de la misma y en menor proporción por la forma y el peso. El consumidor no está consiente que un producto más claro no siempre es el de mejor calidad.

Al no existir regulación sobre el uso de clarificantes químicos se encuentran en el mercado una infinidad de colores que van desde el más oscuro hasta el más claro siendo el color directamente proporcional a la cantidad de sustancias químicas incorporadas en la fábrica.

Los diferentes colores y pesos dependen de la calidad ética del productor y de los operarios. El peso de la panela en bloque va desde 180 a 220g., es decir no hay estandarización de pesos, también el sistema de empaque y almacenamiento no cumple con ninguna consideración técnica y se lo realiza en hojas de caña y costales almacenados a humedades relativas no adecuadas.

Lo anteriormente dicho es argumentado toda vez que la mayoría de productores paneleros especialmente los trabajadores tienen un bajo nivel de conocimiento técnico.

Es necesario señalar que en la zona de Ambuquí existe una agroindustria panelera que trabaja según condiciones de producción establecidas en Colombia, esto es uso de un prelimpiador y con un área de producción establecida (fija).

#### 4.2 RESULTADOS SOBRE LA SEGUNDA FASE : OBTENCIÓN DE PRODUCTOS

El siguiente cuadro es el resultado de una serie de pruebas de clarificación de jugo de caña, realizado a diferentes temperaturas y dosis de clarificante natural, misma que se llevó a cabo en el laboratorio de Industria Azucarera.

**Cuadro 14: Turbidez obtenida en jugo de caña clarificado. EMAPA. 2006.**

Dosis de clarificante natural	T1 Ebullición	T2 90°C	T3 80°C	T4 70 °C	T5 60°C	T6 50°C	T7 FRIO
S1 0.5l.Sol.Y./ 20l. J	272.5	76.33	229.5	145.5	176.75	236	369
S2 1l.Sol.Y./ 20l.J	422.5	61.9	129.5	114	143	190.5	297.5
S3 1.5 l.Sol.Y./ 20l. J	472	51.87	119.5	91.63	103	136	229.75

Turbidez en Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU)

Los resultados de la medición de turbidez indicados en el cuadro anterior muestran que la mejor clarificación fue de 51.87 NTU, obtenida aplicando 1.5 lt de solución clarificante de yausabara en 20 lt. de jugo a una temperatura de 90°C.

Se puede apreciar que a la temperatura de 90°C aplicando las tres dosis de solución de yausabara se obtienen valores bajos de turbidez, tomando en cuenta que la turbidez inicial del jugo es de 5810 NTU, con la consideración de que el

grado de clarificación es directamente proporcional a la cantidad de solución clarificadora. Además, se logra una buena clarificación del jugo a una temperatura de 70 ° C y 1.5 l. de solución de yausabara por cada 20 l. de jugo.

De las visitas se pudo constatar que la mayoría de paneleras no utilizan ningún tipo de limpieza del jugo antes del proceso, que ayude a obtener un jugo más claro y sin residuos de impurezas en el producto final.

Para la producción de panela, azúcar natural y miel hidrolizada en el laboratorio de Industria Azucarera se tomaron en consideración las siguientes condiciones de producción:

**Cuadro 15: Condiciones de producción que se emplearon para la elaboración de panela natural. UTN. FICAYA. 2006.**

PANELA	CODIGO	pH JUGO	SOL. YAUSABARA (lt y. /20 lt J)	T° (°C) ADICIÓN DE YAUSABARA	BRIX JUGO	°T (°C) FINAL
NATURAL	P9	5.3	1.5	90 ° C	19	118
	P10	5.5	1.5	90 ° C	20	118

En las condiciones de producción de laboratorio indicados en el cuadro anterior se observa que se empleó solución clarificadora de yausabara en una cantidad de 1.5 l. por cada 20 l. de jugo, aplicado a 90°C y se llevó el producto hasta una temperatura de 118°C que corresponde a 88° Brix. Además de un control de pH, grados brix, temperatura e higiene, obteniéndose un producto limpio.

**Cuadro 16: Condiciones de producción para azúcar natural y con clarificante químico. UTN. FICAYA.2006.**

AZUCAR	CODIGO	pH i - pHf	T° (°C) ADICIÓN DE YAUSABARA (1.5lt y. / 20 lt J)	°BRIX JUGO	° T (°C) FINAL
NATURAL	A1G	5.5 - 7	90	19.2	125
	A1F	5.5 - 7	90	19.2	125
	A2F	5.5 - 7	90	21.0	125
	A3F	5.5 - 7	90	19.9	125
	A3G	5.5 - 7	90	19.9	125
	AQF	5.5 - 7	90	19.00	128
CON QUIMI CO	A4F	5.3 - 7	80	19.0	124
	A4G	5.3 - 7	80	19.0	124

En el cuadro anterior se indican las condiciones de producción empleadas para la obtención de azúcar en el laboratorio y en la panelera del sector de Ambuquí. En el laboratorio se controló pH, grados brix, solución clarificadora, temperaturas y se maneja con asepsia. Para la obtención de los productos A4F y A4G las condiciones de proceso se sujetaron a la panelera del Sr. Leonardo Díaz.

De igual manera para la producción de miel hidrolizada las condiciones de producción en el laboratorio fueron las siguientes:

**Cuadro 17: Condiciones de producción para miel hidrolizada natural. UTN. FICAYA. 2006.**

<b>CODIGO</b>	<b>PH<sub>i</sub>J - PH<sub>f</sub>J</b>	<b>T° (°C) ADICIÓN YAUSABARA (1.5lt y. / 20 lt J)</b>	<b>T° (°C) ADICIÓN ÁCIDO CÍTRICO</b>	<b>°BRIX JUGO</b>	<b>T°(°C) FINAL</b>
M1	5.5 - 4	90	70	18.23	107
M2	5.3 - 4	90	70	19	107
M3	5.5 - 4	90	37	18.23	107
M4	5.0 - 4.39	90	95	18	107
M5	5.0 - 4.64	90	95 – 100	18	107
M6	5.4 - 4.06	90	94.6 – 95	18.67	107
M7	5.4 - 4.15	90	94.6 – 95	18.67	107
M8	5.42 - 4.2	90	95	18.67	107
M9	5.42 - 4.24	90	95	18.67	107
M10	5.5 - 4.13	90	94.5	23	107
M11	5.19 - 4.18	90	95	20.3	107
M12	5.5 - 4.23	90	95	19.1	107
M13	5.5 - 3.87	90	94.6	19	107

La cantidad de productos obtenidos en miel fue necesaria ya que en el mercado éste no existe. Para obtener miel se llevó controles de: pH, grados brix, solución clarificadora, temperatura y condiciones de asepsia.

Con la finalidad de mostrar de manera más clara la codificación utilizada para los productos recolectados en el muestreo y los elaborados en forma natural, se elaboró el siguiente cuadro de resumen de todos los productos:

**Cuadro 18: Resumen de codificación para panela, azúcar y miel hidrolizada UTN. FICAYA. 2006.**

Producto	CODIFICACION												
Panela	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10			
Azúcar	A	A1G	A1F	A2F	A3F	A3G	AQF	A4F	A4G				
Miel hidrolizada	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13

En el cuadro anterior se observa los productos elaborados en forma natural marcados con color azul y los restantes corresponden a muestras recolectadas en los trapiches de la Provincia de Imbabura.

Como la producción de panela es mayoritaria la elaboración de panela natural contempló únicamente dos muestras. Sin embargo, para el caso de azúcar tomando en cuenta que existe un sólo productor que elabora dicho producto fue necesario producir diversos tipos de azúcar natural. Para el caso de miel hidrolizada al no existir en el mercado todas las muestras corresponden a miel natural.

El significado de la codificación utilizada se señala a continuación:

**Para panela:**

**P:** Muestra de panela

**1:** Número de muestra de acuerdo al orden de recolección o producción.

**Para azúcar:**

**A :** Muestra de azúcar recolectada o producida

**1:** Número de acuerdo al orden de producción y granulometría

**F:** Granulometría fina

**G:** Granulometría gruesa

**Q:** Azúcar quemada

**Para Miel Hidrolizada**

**M:** Muestra de miel hidrolizada producida en forma natural

**1:** Número de muestra de acuerdo al orden de producción

### 4.3 RESULTADOS SOBRE LA TERCERA FASE: ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

#### 4.3.1 Resultados de calidad tecnológica para panela

Para la determinación de la calidad tecnológica de panela se realizó un análisis físico, químico y microbiológico cuyos resultados se indican a continuación:

**Cuadro 19: Resultados de análisis físico de panela con químico y panela natural.**

Característica	Método	MUESTRAS	
		P8	P9
Humedad (%)	ICUMSA GS2/1/3-15(1994)	6.94	6.31
Sólidos solubles (grados Brix)	TECNICAÑA	93.06	93.68
Sólidos insolubles (ppm)	ICUMSA GS 2/3-19 (2002)	5300	5080
Acidez (mequiv/100g)	AOAC 962.19	59	58.2
Polarización a 20°C (°Z)	ICUMSA GS2/3-1(1994)	75.83	71.5
Pureza (%)	ICUMSA GS2/3-1(1994)	80.24	76.63
Absorbancia (%) a 550 nm	ICUMSA GS2/3-10(2004)	1.06	1.24
Transmitancia (%) a 550 nm	ICUMSA GS2/3-10(2004)	8.6	5.7
Color (UMA) a 550 nm	ICUMSA GS2/3-10(2004)	784	901
Turbiedad (UMA) a 550 nm	ICUMSA GS2/3-10(2004)	1143	1125
Impurezas (%)	Método interno	0.45	0.48
Sólidos sedimentables (g/100g panela)	TECNICAÑA	0.82	0.85

Los resultados del análisis físico indican que la panela tiene un rango de humedad de 6.3 a 6.9. Es necesario señalar que, la panela por ser un producto higroscópico requiere de condiciones adecuadas de empaque y almacenamiento mismas que no

se cumplen en la panela con químico por ello presenta un mayor contenido de humedad.

Con respecto al contenido de sólidos insolubles que son estéticamente desagradables y de naturaleza orgánica, se aprecia un menor valor para la panela sin químico. En cuanto a pureza y transmitancia se observa un valor menor para la panela sin químico pero un mayor contenido de sólidos sedimentables e impurezas debido a que el clarificante químico actuó retirando mayor cantidad de gomas, ceras e impurezas del jugo.

**Cuadro 20: Resultados de análisis químico de panela con químico y panela natural.**

Característica	Método	MUESTRAS	
		P8	P9
Azúcares reductores (%)	ICUMSA GS 2/3-5 (2001)	6.70	5.90
Azúcares totales (%)	Método interno	86.94	87.48
Sacarosa (%)	TECNICAÑA	80.24	81.58
Proteína (%)	Keldhal	0.7	0.7
Cenizas Totales (%)	AOAC 920.181A	2.73	2.13
Cenizas Sulfatadas (%)	TECNICAÑA	0.19	0.01
Cenizas por conductividad (µs)	ICUMSA GS2/3-17(2002)	2.95	1.96
Calcio (ppm)	TECNICAÑA	100	57
Fósforo (ppm)	HACCH 8178	7.07	6.00
Hierro (ppm)	HACCH 8008	47.50	55.00
Sulfito (ppm)	DC LAB 06	400.00	00.00
Energía (calorías)	TECNICAÑA	345	345.5

En el cuadro podemos observar que la cantidad de azúcares totales es mayor en la panela natural destacándose el producto por ser altamente energético y nutritivo por sus minerales presentes (hierro y fósforo). La cantidad de cenizas totales es menor en la panela natural. En cuanto a cenizas sulfatadas son mínimas de 0.19% en panela con químico y 0.01% en panela natural donde se considera despreciable.

Sin embargo en la panela con químico existe un alto contenido de sulfitos debido a la adición de sulfo clarol y otros durante el proceso de clarificación del jugo, mientras en la panela sin químico es nula cumpliendo con la norma colombiana ICONTEC 1311 la cual indica que el producto debe estar exento de azufre añadido.

En lo que se refiere al contenido de calcio en la panela con químico se aprecia que es más elevado debido a la adición de cal, cementina y bicarbonato en la clarificación del jugo.

**Cuadro 21: Resultados de análisis microbiológico de panela con químico y panela natural.**

Característica	Método	Muestras	
		P8	P9
Recuento de Mohos y levaduras (UFC/10g)	AOAC 997.02	0.00	0.00
Recuento de E. Coli y Coliformes Totales(UFC/10g)	AOAC990.12	30	0.00
Recuento de aerobios totales (UFC/10g)	AOAC 991.14	670	180

De los resultados microbiológicos se determina que la panela con químico presenta contaminación con E. Coli debido principalmente a las condiciones poco higiénica en el proceso de manipulación del producto hasta la comercialización por falta de un empaque que podría ser plástico o de cartón.

#### 4.3.2 Resultados de la calidad estética para panela

La calidad estética se refiere al análisis sensorial. Este análisis se realizó mediante la prueba no paramétrica de Friedman al 1% y 5%, mediante un panel de degustación en la que participaron veinte y cinco degustadores: quince estudiantes de quinto año de la escuela de Ingeniería Agroindustrial, cinco profesionales de la misma escuela y cinco madres de familia. La fórmula de Friedman empleada fue la siguiente:

$$X^2 = \frac{12}{r \cdot t(t+1)} \sum R^2 - 3r(t+1)$$

Donde:

$X^2$  = Chi – cuadrado;  $R$  = rangos;  $t$  = tratamientos ;  $r$  = número de degustadores

En el análisis organoléptico de la panela se evaluaron características como: color, forma, textura, sabor, aroma y empaque; para lo cual se formó un sólo panel de degustación que comprendió tanto panela producida en los trapiches de la

Provincia de Imbabura así como de panela natural sin químico. De todas estas características se procedió a aceptar o rechazar las panelas en estudio.

#### 4.3.2.1 Prueba de Friedman para color

**Cuadro 22: Rango de puntaje para color en panela.**

PANELAS											
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Σ
Σ X	84.5	102.5	164.5	72.5	102	115.5	132	171	215	215.5	1375
Σ X <sup>2</sup>	7140.25	10506.3	27060.3	5256.25	10404	13340.3	17424	29241	46225	46440.3	213038
X <sup>-</sup>	3.38	4.1	6.58	2.9	4.08	4.62	5.28	6.84	8.6	8.62	55
%	6.14545	7.45455	11.9636	5.27273	7.41818	8.4	9.6	12.436	15.636	15.6727	99.9993

Al analizar los valores de puntaje para la característica color, se observa que la panela que tuvo mayor aceptación fue la P10 seguida de P9 que corresponden a panelas producidas en forma natural sin químico, seguido de P8, P3 y P7 que corresponden a panelas producidas con clarificantes químicos.

#### Valor tabulado

$$G. L = (T - 1)$$

$$G. L = (10 - 1) \quad G. L = 9$$

$$X_{\alpha}^2 = 1\% = 21.7$$

$$5\% = 16.9$$

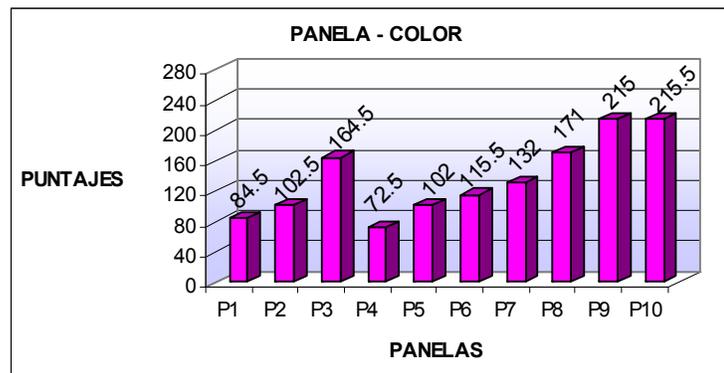
### Valor calculado

$$X^2c = \frac{12}{25 \cdot 10 (10 + 1)} 213038 - 3 \cdot 25 (10 + 1)$$

**$X^2c = 104.618$  \*\* Altamente significativo**

Al realizar la prueba de Friedman en la característica color para panela encontramos que existe una alta significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que existe diferencia de color entre las panelas presentadas en el panel.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



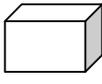
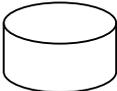
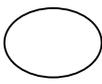
**Gráfico 1: Análisis de color para panela**

De los resultados obtenidos se puede apreciar que los colores de mayor aceptación en panela corresponden a los N° 8 y 6 que se muestran en el abanico colorimétrico de panela del presente capítulo.

Sin embargo, otro grupo de degustadores prefiere el color N° 5, 1 y 11. De acuerdo a este resultado se señala como rango para que el productor guíe su producción hacia la obtención de panela cuyos colores varíen entre el N° 5 hasta al N° 10 según la tabla colorimétrica. Señalando que los mejores colores para panela son N° 8, 6 y 7. Panelas cuyos colores salgan del rango indicado tendrán menor acogida por los consumidores.

#### 4.3.2.2 Prueba de Friedman para forma

**Cuadro 23: Rango de puntaje para forma en panela**

	FORMAS				
	 PANELIN	 BLOQUE	 CILINDRO	 PLATO	$\Sigma$
$\Sigma X$	86.5	78.5	42	43	250
$\Sigma X^2$	7482.25	6162.25	1764	1849	17257.5
$\bar{X}$	3.46	3.14	1.68	1.72	10
%	34.6	31.4	16.8	17.2	100

Al analizar los valores de puntaje de la característica forma, se observa que la más apreciada fue la de panelín que corresponde a panela producida en forma natural sin químico, seguida de la forma en bloque que se encuentran actualmente en el mercado. La forma menos atractiva a los degustadores es la de plato y por último la de cilindro.

**Valor tabulado**

$$G. L = (T - 1)$$
$$G. L = (10 - 1) \quad G. L = 9$$
$$X^2_{t=1\%} = 21.7$$
$$5\% = 16.9$$

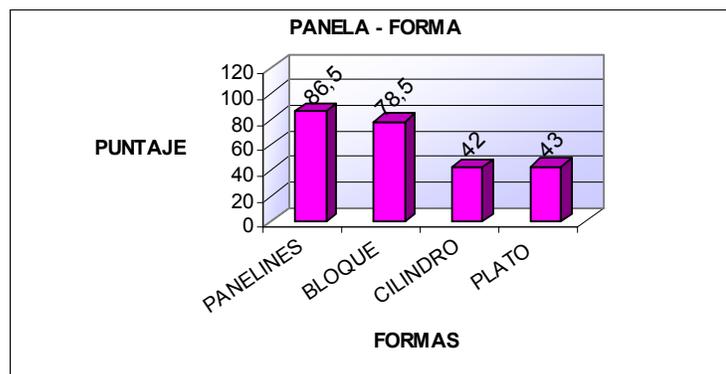
**Valor calculado**

$$X^2_c = \frac{12}{25 \cdot 10 (10 + 1)} \quad 17257.5 \quad - 3 \cdot 25 (10 + 1)$$

$X^2_c = - 749.694^{NS}$  No significativo

Al realizar la prueba de Friedman en la característica forma para panela encontramos que no existe significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que no hay diferencia entre las formas presentadas en el panel.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 2: Análisis de forma para panela**

### 4.3.2.3 Prueba de Friedman para textura

**Cuadro 24: Rango de puntaje para textura en panela**

	PANELAS										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Σ
Σ X	108	112	143.5	68	128.5	131	142.5	154.5	189	198	1375
Σ X <sup>2</sup>	11664	12544	20592.3	4624	1651.3	17161	20306.3	23870.3	35721	39204	202199
X̄	4.32	4.48	5.74	2.72	5.14	5.24	5.7	6.18	7.56	7.92	55
%	7.855	8.145	10.4364	4.94545	9.3455	9.527	10.3636	11.2364	13.75	14.4	100.004

Al analizar los valores de puntaje para la característica textura, se observa que la panela que tuvo mayor aceptación fue la P10, seguida de P9 ambas producidas en forma natural sin químico y que presentan textura firme, no desmenuzable pero tampoco dura al morder. Las panelas que siguen según el orden de aceptación: P8, P3 y P7 que corresponden a panelas producidas con clarificantes químicos.

#### Valor tabulado

$$G. L = (T - 1)$$

$$G. L = (10 - 1) \quad G. L = 9$$

$$X^2_{t=1\%} = 21.7$$

$$5\% = 16.9$$

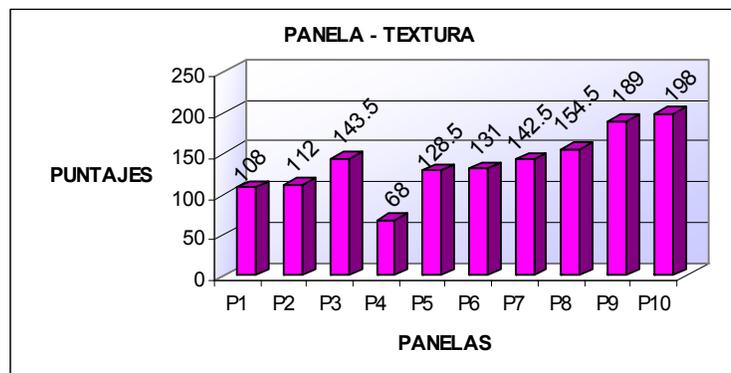
#### Valor calculado

$$X^2_c = \frac{12}{25 \cdot 10(10 + 1)} (202199 - 3 \cdot 25(10 + 1))$$

$$X^2_c = 57.322 \quad ** \text{ Altamente significativo}$$

Al realizar la prueba de Friedman en la característica textura para panela encontramos que existe una alta significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que existe diferencia de textura entre las panelas presentadas en el panel.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 3: Análisis de textura para panela**

#### 4.3.2.4 Prueba de Friedman para sabor

**Cuadro 25: Rango de puntaje para sabor en panela**

	PANELAS										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	$\Sigma$
$\Sigma X$	127.5	132.5	127.5	67.5	152.5	152.5	152.5	137.5	162.5	162.5	1375
$\Sigma X^2$	16256.3	17556.3	16256.3	4556.25	23256.3	23256.3	23256.3	18906.3	26406.3	26406.3	196113
$\bar{X}$	5.1	5.3	5.1	2.7	6.1	6.1	6.1	5.5	6.5	6.5	55
%	9.27273	9.63636	9.27273	4.90909	11.0909	11.0909	11.0909	10	11.8182	11.8182	100

Al analizar los valores de puntaje para la característica sabor, se observa que las panelas que tuvieron mayor aceptación fueron P10 y P9 que corresponden a panela producida en forma natural sin químico y que presentan sabor característico a jugo de caña concentrado, seguidas de P5, P6 y P7 que corresponden a panelas producidas con clarificantes químicos que conservan el sabor característico en menor proporción. Finalmente se encuentran panelas con clarificante químico que tienen sabor menos dulce y regusto al químico adicionado.

**Valor tabulado**

$$G. L = (T - 1)$$

$$G. L = (10 - 1) \quad G. L = 9$$

$$X^2_t = 1\% = 21.7$$

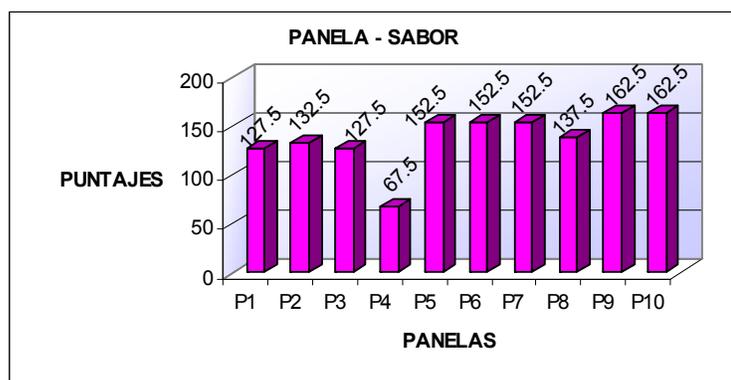
$$5\% = 16.9$$

**Valor calculado**

$$X^2_c = \frac{12}{25 \cdot 10 (10 + 1)} \quad 196113 - 3 \cdot 25 (10 + 1)$$

**$X^2_c = 30.766$  \*\* Altamente significativo**

Al realizar la prueba de Friedman en la característica sabor para panela encontramos que existe una alta significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que existe diferencia de sabor entre las panelas presentadas en el panel. Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 4: Análisis de sabor para panela**

#### 4.3.2.5 Prueba de Friedman para aroma

**Cuadro 26: Rango de puntaje para aroma en panela**

	PANELAS										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Σ
Σ X	102.5	142.5	117.5	102.5	157.5	147.5	147.5	132.5	162.5	162.5	1375
ΣX <sup>2</sup>	10506.3	20306.3	13806.3	10506.3	24806.3	21756.3	21756.3	17556.3	26406.3	26406.3	193813
X <sup>-</sup>	4.1	5.7	4.7	4.1	6.3	5.9	5.9	5.3	6.5	6.5	55
%	7.45455	10.3636	8.54546	7.45455	11.4546	10.7273	10.7273	9.63636	11.8182	11.8182	100

Al analizar los valores de puntaje para la característica aroma, se observa que las panelas que tuvieron mayor aceptación fueron la P10 y P9 que corresponden a panela producida en forma natural sin químico y que conservan el aroma característico, seguidas en el siguiente orden de P5, P6 y P7 que corresponden a panelas producidas con clarificantes químicos.

### Valor tabulado

$$G. L = (T - 1)$$

$$G. L = (10 - 1) \quad G. L = 9$$

$$X^2_{t=1\%} = 21.7$$

$$5\% = 16.9$$

### Valor calculado

$$X^2_c = \frac{12}{25 \cdot 10 (10 + 1)} \quad 193813 - 3 \cdot 25 (10 + 1)$$

$$X^2_c = 20.727 \quad ** \text{ Altamente significativo}$$

Al realizar la prueba de Friedman en la característica aroma para panela encontramos que existe una alta significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que existe diferencia de aroma entre las panelas presentadas en el panel.

Para visualizar mejor se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.

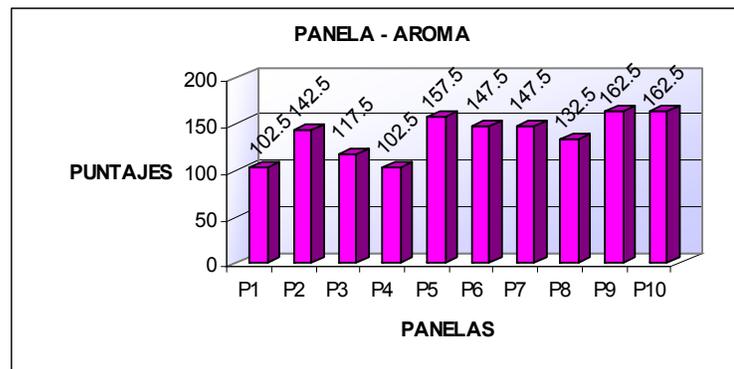


Gráfico 5: Análisis de aroma para panela

#### 4.3.2.6 Prueba de Friedman para empaque

**Cuadro 27: Rango de puntaje para empaque en panela**

	EMPAQUES		
	E1	E2	Σ
Σ X	26	49	75
Σ X <sup>2</sup>	676	2401	3077
X <sup>-</sup>	1,04	1,96	3
%	34,6666667	65,3333333	100

Al analizar los valores de puntaje para panela sin empaque que se expende en el mercado (E1) frente a panela con empaque transparente de polietileno (E2), se observa que la panela con empaque tuvo mayor aceptación por el panel de degustadores y en menor proporción la panela sin empaque.

Es obvio lo indicado ya que, el interés del consumidor es que un producto tenga mejor presentación y un empaque que evite el deterioro, afecte la calidad del producto y la pérdida del aroma.

#### Valor tabulado

$$G. L = (T - 1)$$

$$G. L = (10 - 1) \quad G. L = 9$$

$$X_{\alpha}^2 = 1\% = 21.7$$

$$5\% = 16.9$$

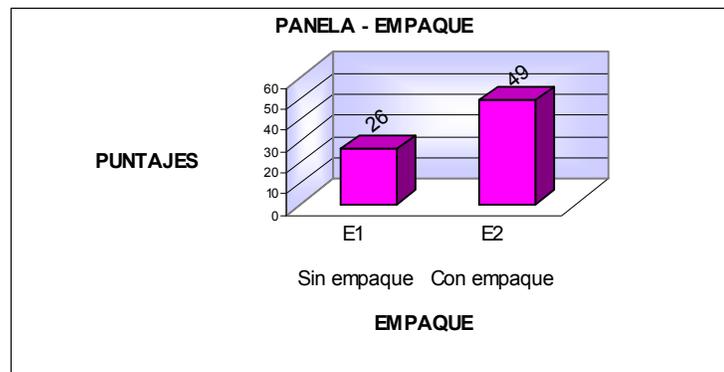
### Valor calculado

$$X^2_c = \frac{12}{25 \cdot 10 (10 + 1)} \quad 3077 - 3 \cdot 25 (10 + 1)$$

$X^2_c = -811.573^{NS}$  No significativo

Al realizar la prueba para empaque en panela encontramos que no existe significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que no hay diferencia entre el gusto del catador por una panela con empaque y otra sin empaque, presentadas en el panel; a pesar de que la mayoría de catadores expresan su agrado por un producto con empaque.

El gráfico siguiente muestra el grado de aceptación entre un producto con y sin empaque.



**Gráfico 6: Análisis de empaque para panela**

#### 4.3.2.7 Prueba de aceptabilidad

La aceptabilidad de panela se determinó por cada una de las valoraciones dadas a las características organolépticas que presenta, en base a esto se procedió a realizar un cuadro de resumen organoléptico que nos permite apreciar el grado de aceptabilidad. Se calculó las medias para cada atributo con los valores de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores a cada panela.

**Cuadro N° 28: Rango de puntaje para aceptabilidad en panela**

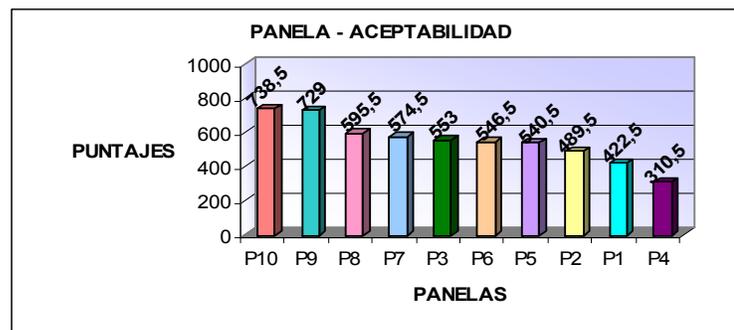
CARACTERISTICA ORGANOLEPTICA	PANELAS										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Σ
<b>COLOR</b>	84,5	102,5	164,5	72,5	102	115,5	132	171	215	215,5	1375
<b>TEXTURA</b>	108	112	143,5	68	128,5	131	142,5	154,5	189	198	1375
<b>SABOR</b>	127,5	132,5	127,5	67,5	152,5	152,5	152,5	137,5	162,5	162,5	1375
<b>AROMA</b>	102,5	142,5	117,5	102,5	157,5	147,5	147,5	132,5	162,5	162,5	1375
<b>Σ</b>	422,5	489,5	553	310,5	540,5	546,5	574,5	595,5	729	738,5	5500
<b>X<sup>-</sup></b>	70,417	81,583	92,167	51,75	90,083	91,083	95,75	99,25	121,5	123,08	916,67
<b>%</b>	7,6818	8,9	10,055	5,6455	9,8273	9,9364	10,445	10,827	13,255	13,427	100

Tomando en cuenta las características: color, textura, sabor y aroma, las mejores panelas fueron P10 y P9 que corresponde a panela producida en forma natural sin químico, que presentan un color café (golden rondelle de acuerdo al pantone de

pinturas c6ndor) y que en la tabla colorim6trica de panela corresponde al color N8 y 6 respectivamente. Este producto adem6s tuvo una textura dura y firme, sabor dulce caracter6stico y aroma suave de los az6cares del jugo de ca6a concentrado. Significa que se acepta el P10 y P9 en mayor grado por sus caracter6sticas naturales especialmente.

Les siguen en el siguiente orden P8, P3 y P7 que corresponden a panelas producidas con clarificantes qu6micos y que presentan un color amarillo (Heart of gold de acuerdo al mismo pantone) y N6 5, 1 y 11 respectivamente en la tabla colorim6trica de panela. Asimismo tuvieron textura dura y firme calificada por los degustadores como panela con sabor menos dulce y con regusto que ha sido a6adido sustancias qu6micas y aroma no caracter6stico.

De acuerdo al resultado obtenido podemos apreciar que la mayor6a de degustadores prefieren un producto natural sin qu6micos pero que presente caracter6sticas organol6pticas no alteradas en cuanto a color, sabor y aroma. El grado de aceptaci6n de P10 y P9 (productos naturales obtenidos en laboratorio), se indica en el siguiente gr6fico.



**Gr6fico 7: An6lisis de aceptaci6n para panela**

### 4.3.3 Resultados de análisis de calidad tecnológica de azúcar

Para la determinación de la calidad tecnológica de azúcar se realizó análisis físico, químico y microbiológico cuyos resultados se indican en los siguientes cuadros:

#### 4.3.3.1 Resultados de análisis físico de azúcar con químico y azúcar natural

**Cuadro 29: Resultados de análisis físico de azúcar con químico y azúcar natural**

Característica	Método	Muestras	
		A3F	A4G
Sólidos solubles (Grados Brix)	Refractométrico escala de 58-92°	92.00	90.00
Impurezas (%)	Método Interno	0.51	0.46
Humedad (%)	ICUMSA GS2/1/3-15(1994)	1.88	2.30
Sólidos insolubles (ppm)	ICUMSA GS 2/3-19 (2002)	36680	2220
Acidez (mequiv/100g)	AOAC 962.19	35.30	36.1
Polarización a 20°C ( °Z)	ICUMSA GS2/3-1(1994)	53.40	80.80
Pureza (%)	ICUMSA GS2/3-1(1994)	56.86	82.11
Absorbancia (%) a 550 nm	ICUMSA GS2/3-10(2004)	0.59	0.38
Transmitancia (%) a 550 nm	ICUMSA GS2/3-10(2004)	25.3	41.2
Color (UMA) a 550 nm	ICUMSA GS2/3-10(2004)	2440	1539
Turbiedad (UMA) a 550 nm	ICUMSA GS2/3-10(2004)	7629	3550
Sólidos sedimentables (g/100g panela)	TECNICAÑA	1.2	1
Granulometría (CV % retención)	ICUMSA GS2/37(1994) M. Butler <sup>8</sup>	96.00	69.00

	N° Tamiz	% de Retención	
		> 14	6.29
14	1.168 mm.	29.2	46.365
20	0.833 mm.	41.64	6.26
28	0.589 mm.	22.87	10.025

Los resultados del análisis físico indican que el azúcar tiene un valor máximo de humedad de 2.3%. Es necesario señalar que el azúcar es un producto higroscópico requiere de condiciones adecuadas de empaque y almacenamiento. Con respecto al contenido de sólidos insolubles se aprecia un menor valor para el azúcar con químico debido a que el clarificante sintético actúa retirando mayor cantidad de impurezas del jugo.

En lo que se refiere a impurezas es similar en las dos muestras el azúcar con químico presenta un valor ligeramente menor con respecto a la natural por efecto del clarificante químico.

De igual manera la cantidad de sólidos sedimentables es mayor en azúcar natural debido también a la mayor acción del clarificante químico sobre las gomas y ceras del jugo, por ello el azúcar con químico presenta una mayor transmitancia y por ende un color más claro, mayor pureza y menor turbiedad.

En cuanto a granulometría, el azúcar fina natural (A3F) esta formada en su mayor parte por grano fino (41.64%) y sólo un 6.29% de grano mayor a 1.169 mm., lo cual indica que la granulometría es bastante homogénea y tienen mayor facilidad

para disolverse en función del tiempo. El azúcar gruesa (A4G) presenta un 46.36% de grano de 1.168 mm. (grano grueso) y el 37.34% de azúcar con granulometría mayor, lo cual hace que tenga una solubilidad menos rápida que la anterior.

#### 4.3.3.2 Resultados de análisis químico de azúcar con químico y azúcar natural

**Cuadro 30: Resultados de análisis químico de azúcar con químico y azúcar natural**

Característica	Método	MUESTRAS	
		A3F	A4G
Sacarosa (%)	TECNICAÑA	81.40	83.00
Azúcares reductores (%)	ICUMSA GS 2/3-5 (2001)	2.30	3.90
Azúcares totales (%)	Método interno	95.14	96.3
Proteína (%)	Método Keldhal	0.6	0.6
Cenizas Totales (%)	AOAC 920.181A	3.36	2.12
Cenizas Sulfatadas (%)	TECNICAÑA	0.01	0.20
Cenizas por conductividad (µs)	ICUMSA GS2/3-17(2002)	4.84	3.08
Calcio (ppm)	TECNICAÑA	50.20	80.00
Fósforo (ppm)	HACCH 8178	2.34	2.97
Hierro (ppm)	HACCH 8008	55.00	42.50
Sulfito (ppm)	DC LAB 06	0.00	150.0
Energía (calorías)	TECNICAÑA	312.0	315.0

En el cuadro podemos observar que la cantidad de azúcares totales es alto destacándose el producto por ser altamente energético y con alto contenido de hierro y fósforo.

El cuadro además señala que el producto es altamente nutritivo por sus minerales presentes, la cantidad de cenizas sulfatadas es mínima 0.20 en azúcar con químico y de 0.01% en azúcar natural. Sin embargo en el azúcar con químico existe un alto contenido de sulfitos y calcio debido a la adición de sulfo clarol y otros clarificantes durante el proceso de clarificación del jugo.

#### **4.3.3.3 Resultados de análisis microbiológico de azúcar con químico y azúcar natural.**

**Cuadro 31: Resultados de análisis microbiológico de azúcar con químico y azúcar natural.**

Característica	Método	Muestras	
		A3F	A4G
Recuento de Mohos y levaduras (UFC/10g)	AOAC 997.02	0.00	0.00
Recuento de E. Coli y Coliformes Totales (UFC/10g)	AOAC990.12	0.00	0.00
Recuento de aerobios totales (UFC/10g)	AOAC 991.14	410	710

De los resultados microbiológicos se determina que tanto el azúcar con químico como el azúcar natural no presentan ningún grado de contaminación, esto debido a que el proceso de manipulación se realizó en condiciones higiénicas.

#### 4.3.4 Resultado de análisis de calidad estética para azúcar

Este análisis se realizó mediante la prueba no paramétrica de Friedman al 1% y 5%, mediante un panel de degustación en la que participaron veinte y cinco degustadores: quince estudiantes de quinto año de la escuela de Ingeniería Agroindustrial, cinco profesionales de la misma escuela y cinco madres de familia.

En el análisis organoléptico de azúcar se evaluaron características como: color, granulometría, sabor, aroma y empaque; para lo cual se formó un panel de degustación que comprendió tanto azúcar con clarificante químico como azúcar natural. De todas estas características se procedió a aceptar o rechazar cada tipo de azúcar en estudio.

##### 4.3.4.1 Prueba de Friedman para color

**Cuadro 32: Rango de puntaje para color en azúcar**

	AZUCAR									
	A1G	A1F	A2F	A3F	A3G	A4F	A4G	AQF	A	$\Sigma$
$\Sigma X$	127	134	147.5	166	148.5	98	115	81.5	107.5	1125
$\Sigma X^2$	16129	17956	21756.3	27556	22052.3	9604	13225	6642.25	11556.3	146477
$\bar{X}$	5.08	5.36	5.9	6.64	5.94	3.92	4.6	3.26	4.3	45
%	11.2889	11.9111	13.1111	14.7556	13.2	8.71111	10.2222	7.24444	9.55556	100

Al analizar los valores de puntaje para la característica color, se observa que el azúcar que tuvo mayor aceptación fue A3F seguida de A3G y a continuación en el siguiente orden A2F, A1F y A1G todas ellas corresponden a azúcar producida en forma natural en el laboratorio.

**Valor tabulado**

$$\begin{aligned}
 G.L &= (T - 1) \\
 G.L &= (9 - 1) \quad G.L = 8 \\
 X^2_{1\%} &= 20.1 \\
 X^2_{5\%} &= 15.5
 \end{aligned}$$

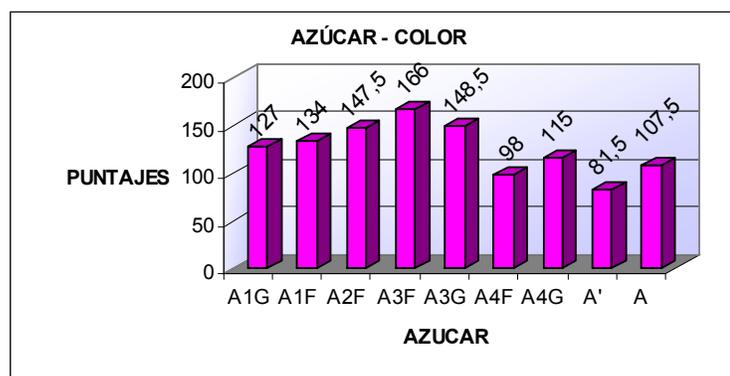
**Valor calculado**

$$X^2_c = \frac{12}{25 \cdot 9(9 + 1)} \quad 146477 - 3 \cdot 25(9 + 1)$$

**X<sup>2</sup>c = 31.210 \*\* Altamente significativo**

Al realizar la prueba de Friedman en la característica color para azúcar encontramos que existe una alta significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que existe diferencia de color entre cada azúcar presentada en el panel.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 8: Análisis de color para azúcar**

Se aprecia que los colores de mayor aceptación en azúcar corresponden a los N° 6 y 8 seguidos de los colores N° 10,12 y 11, que se muestran en el abanico colorimétrico de azúcar del presente capítulo. Sin embargo, una minoría de degustadores prefiere el color N° 4, 5 y 1. De acuerdo a ello se señala como rango para que el productor guíe su producción hacia la obtención de azúcar natural cuyos colores varíen entre el N° 5 y el N° 8 según la tabla colorimétrica.

#### 4.3.4.2 Prueba de Friedman para granulometría

**Cuadro 33: Rango de puntaje para granulometría en azúcar**

	AZUCAR									
	A1G	A1F	A2F	A3F	A3G	A4F	A4G	AQF	A	$\Sigma$
$\Sigma X$	127.5	132.5	145.5	162	145.5	100	108.5	102.5	101	1125
$\Sigma X^2$	16256.3	17556.3	21170.3	26244	21170	10000	11772.3	10506.3	10201	144877
$\bar{X}$	5.1	5.3	5.82	6.48	5.82	4	4.34	4.1	4.04	45
%	11.3333	11.7778	12.9333	14.4	12.933	8.88889	9.64444	9.11111	8.97778	100

Al analizar los valores de puntaje para la característica granulometría, se observa que el azúcar que tuvo mayor aceptación fue A3F, seguida de A3G y A2F, a continuación en el siguiente orden A1F y A1G; cabe señalar que todas corresponden a azúcar natural que fue producida en el laboratorio.

**Valor tabulado**

$$\begin{aligned}
 G.L &= (T - 1) \\
 G.L &= (9 - 1) \quad G.L = 8 \\
 X^2_{1\%} &= 20.1 \\
 X^2_{5\%} &= 15.5
 \end{aligned}$$

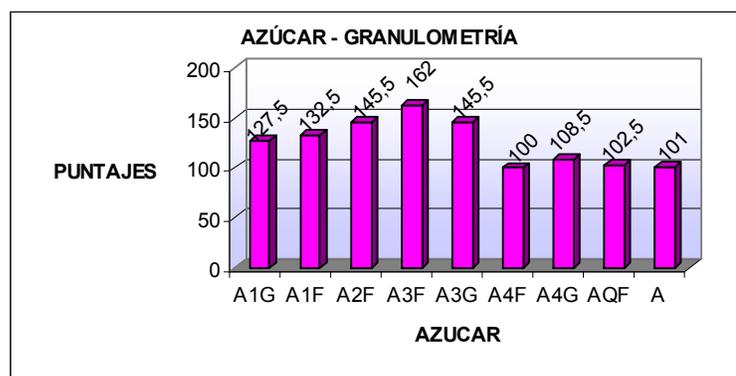
**Valor calculado**

$$X^2_c = \frac{12}{25 \cdot 9(9 + 1)} \quad 144877 - 3 \cdot 25(9 + 1)$$

**$X^2_c = 22.674^{**}$  Altamente significativo**

Al realizar la prueba de Friedman en la característica granulometría para azúcar encontramos que existe una alta significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que existe diferencia en la granulometría que presenta cada tipo de azúcar.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 9: Análisis de granulometría para azúcar**

#### 4.3.4.3 Prueba de Friedman para sabor

**Cuadro 34: Rango de puntaje para sabor en azúcar**

	AZUCAR									
	A1G	A1F	A2F	A3F	A3G	A4F	A4G	AQF	A	$\Sigma$
$\Sigma X$	128.5	133.5	133	164	142	112	111.5	81	119.5	1125
$\Sigma X^2$	16512	17822.3	17689	26896	20164	12544	12432.3	6561	14280.3	144901
$\bar{X}$	5.14	5.34	5.32	6.56	5.68	4.48	4.46	3.24	4.78	45
%	11.422	11.8667	11.8222	14.578	12.6222	9.95556	9.91111	7.2	10.6222	100

Al analizar los valores de puntaje para la característica sabor, se observa que el azúcar que tuvo mayor aceptación fue A3F, seguida de A3G y luego en el siguiente orden A2F, A1F y A1G que corresponden a azúcar natural que conservan el sabor característico del jugo de caña concentrado.

### Valor tabulado

$$G. L = (T - 1)$$

$$G. L = (9 - 1) \quad G. L = 8$$

$$X^2_{t=1\%} = 20.1$$

$$5\% = 15.5$$

### Valor calculado

$$X^2_c = \frac{12}{25.9(9+1)} \quad 144877 - 3*25(9+1)$$

$$X^2_c = 22.674 \quad ** \text{ Altamente significativo}$$

Al realizar la prueba de Friedman en la característica sabor para azúcar encontramos que existe una alta significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que existe diferencia de sabor entre cada azúcar presentada en el panel.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.

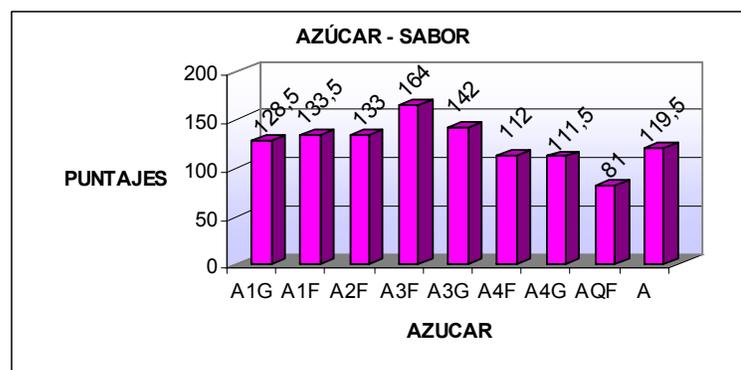


Gráfico 10: Análisis de sabor para azúcar

#### 4.3.4.4 Prueba de Friedman para aroma

**Cuadro 35: Rango de puntaje para aroma en azúcar**

	AZUCAR									
	A1G	A1F	A2F	A3F	A3G	A4F	A4G	AQF	A	Σ
Σ X	146	146	150.5	168	168	85.5	103.5	49.5	112	1129
Σ X <sup>2</sup>	21316	21316	22650.3	28224	28224	7310.25	10712.3	2450.25	12544	154747
X <sup>-</sup>	5.84	5.84	6.02	6.72	6.72	3.42	4.14	1.98	4.48	45.16
%	12.9318	12.9318	13.3304	14.8804	14.8804	7.57307	9.1674	4.38441	9.92028	100

Al analizar los valores de puntaje para la característica aroma, se observa que los tipos de azúcar que tuvieron mayor aceptación fueron A3F y A3G seguidas de A2F luego en el siguiente orden A1F y A1G que corresponden a azúcar natural y que conservan el aroma natural del jugo de caña.

#### Valor tabulado

$$G. L = (T - 1)$$

$$G. L = (9 - 1) \quad G. L = 8$$

$$X^{2t} = 1\% = 20.1$$

$$5\% = 15.5$$

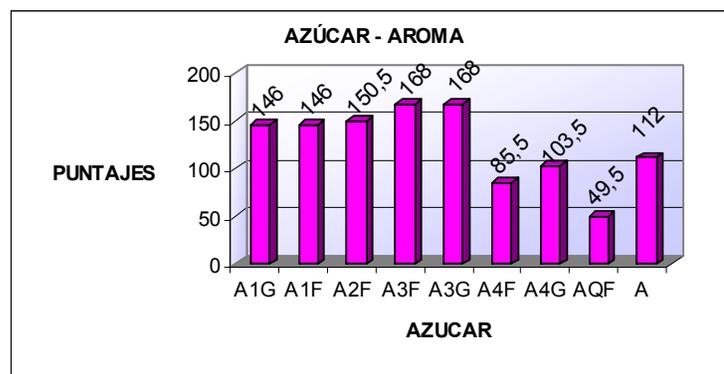
#### Valor calculado

$$X^{2c} = \frac{12}{25 \cdot 9(9 + 1)} \quad 144877 - 3 \cdot 25(9 + 1)$$

$$X^{2c} = 22.674 \quad ** \text{ Altamente significativo}$$

Al realizar la prueba de Friedman en la característica aroma para azúcar encontramos que existe una alta significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que existe diferencia de aroma entre cada azúcar presentada en el panel.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 11: Análisis de aroma para azúcar**

#### 4.3.4.5 Prueba de Friedman para empaque

**Cuadro 36: Rango de puntaje para empaque en azúcar**

	EMPAQUES		
	E1	E2	$\Sigma$
$\Sigma X$	32,5	42,5	75
$\Sigma X^2$	1056,25	1806,25	2862,5
$\bar{X}$	1,3	1,7	3
%	43,33333333	56,66666667	100

Al analizar los valores de puntaje para azúcar con químico empacada en plástico de polietileno y debidamente sellada y etiquetada que se expende en el mercado (E1) frente a azúcar natural empacada en plástico de polietileno transparente con sellado sencillo(E2) propuesta en la investigación. Se observa que el azúcar con empaque del mercado tuvo mayor aceptación por el panel de degustadores. Esto demuestra el interés del catador por un producto que tenga mejor presentación y a la vez protegido de factores que deterioren o afecten la calidad del producto.

**Valor tabulado**

$$G.L = (T - 1)$$

$$G.L = (9 - 1) \quad G.L = 8$$

$$X^2_t = 1\% = 20.1$$

$$5\% = 15.5$$

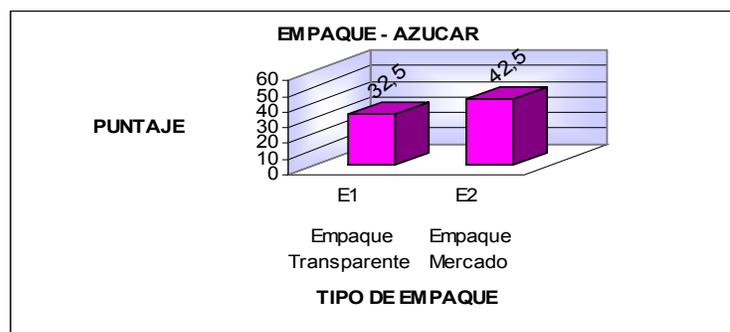
**Valor calculado**

$$X^2_c = \frac{12}{25 \cdot 9 (9 + 1)} \quad 2862,5 - 3 \cdot 25 (9 + 1)$$

**$X^2_c = -734,733^{NS}$  No significativo**

Al realizar la prueba de Friedman para empaque en azúcar encontramos que no existe significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que no existe diferencia entre los dos empaques propuestos; a pesar de que la mayoría de catadores expresan su agrado por un producto con empaque automatizado.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 12: Análisis de empaque para azúcar**

#### 4.3.4.6 Prueba de aceptabilidad para azúcar

La aceptabilidad para azúcar se determinó por cada una de las valoraciones dadas a las características organolépticas que presenta, en base a esto se procedió a realizar un cuadro de resumen organoléptico que nos permite apreciar el grado de aceptabilidad. Se calculó las medias para cada atributo con los valores de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores a cada azúcar presentada en el panel.

**Cuadro 37: Rango de puntaje para aceptabilidad en azúcar**

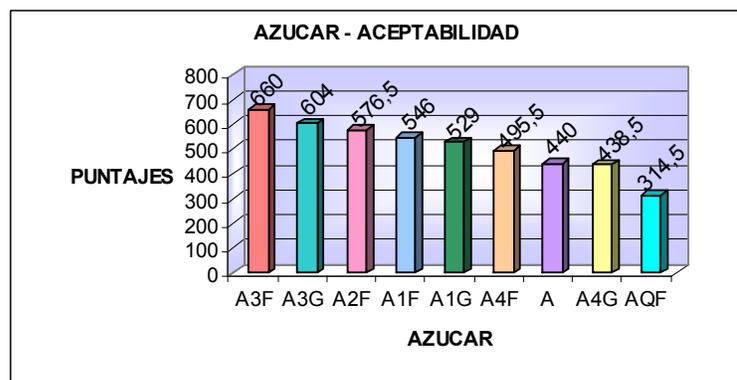
CARACTERISTICA	AZUCAR									
	A1G	A1F	A2F	A3F	A3G	A4F	A4G	AQF	A	Σ
COLOR	127	134	147,5	166	148,5	98	115	81,5	107,5	1125
GRANULOMETRÍA	127,5	132,5	145,5	162	145,5	100	108,5	102,5	101	1125
SABOR	128,5	133,5	133	164	142	112	111,5	81	119,5	1125
AROMA	146	146	150,5	168	168	85,5	103,5	49,5	112	1129
Σ	529	546	576,5	660	604	395,5	438,5	314,5	440	4504
$\bar{x}$	88,167	91	96,083	110	100,67	65,917	73,083	52,417	73,333	750,67
%	11,745	12,123	12,8	14,654	13,41	8,7811	9,7358	6,9827	9,7691	100

Tomando en cuenta todas las características: color, granulometría, sabor y aroma la mejor azúcar es A3F, que presenta un color marrón (sienna subset de acuerdo al pantone de pinturas cóndor), granulometría mediana y homogénea, sabor dulce característico y aroma suave de los azúcares del jugo de caña concentrado.

Seguida en el siguiente orden de A3G, A2F, A1F y A1G que presentan un color que va desde café (hunting lodge, autumn canyon, sydney hasta sienna sunset de acuerdo al mismo pantone), granulometría mediana y gruesa, sabor y aroma característico. Todas corresponden a azúcar producida en forma natural sin químico.

De acuerdo al resultado obtenido podemos apreciar que la mayoría de degustadores prefieren un producto natural sin químicos pero que presente características organolépticas en cuanto a color, sabor y aroma.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 13: Análisis de aceptabilidad para azúcar**

#### 4.3.5 Resultados de análisis de calidad tecnológica de Miel hidrolizada

Para la determinación de la calidad tecnológica de miel hidrolizada se realizó análisis físico, químico y microbiológico cuyos resultados fueron:

##### 4.3.5.1 Resultados de análisis físico de miel hidrolizada natural

**Cuadro 38: Resultados de análisis físico de miel hidrolizada natural**

Característica	Método	Muestra
		M9
Densidad	Densímetro	1.45
% Transmitancia	ICUMSA GS2/3-10(2004)	91
Sólidos soluble (Grados Brix)	Refractométrico	78
Turbidez (% T)	Método de ensayo	92
Impurezas	Método Interno	0.35
Humedad (%)	ICUMSA GS2/1/3-15(1994)	17
Sólidos insolubles (ppm)	ICUMSA GS 2/3-19 (2002)	11632
Acidez (mequiv/100g)	AOAC 962.19	202.2
pH	PH METRO DIGITAL	4.00
Polarización a 20°C ( °Z)	ICUMSA GS2/3-1(1994)	33.11
Pureza (%)	ICUMSA GS2/3-1(1994)	39.97
Absorbancia (%) a 550 nm	ICUMSA GS2/3-10(2004)	0.040
Color (UMA) a 550 nm	ICUMSA GS2/3-10(2004)	196
Turbiedad (UMA) a 550 nm	ICUMSA GS2/3-10(2004)	25.72
Sólidos sedimentables (%)	TECNICAÑA	0.3

De acuerdo a los resultados del análisis físico para miel hidrolizada se puede señalar que es un producto con el 17% de humedad y con una densidad de 1.45 lo cual permite que tenga una consistencia muy parecida a la miel de abeja.

La cantidad de sólidos solubles es similar a lo obtenido según el punteo esto de 78°Brix  $\pm$  0.5 que corresponde a una temperatura de 107 – 108 °C. La cantidad de impurezas es mínima ya que es de 0.35%.

A pH de 3.8 a 4, con 78 °Brix permite tener una cantidad de azúcares reductores 30.41 e invertidos de 48.48 lo cual permite que el producto se mantenga sin cristalizar por largo tiempo.

Es necesario señalar que el producto se mantiene al ambiente en perfecto estado sin perder sus características desde la fecha de elaboración que fue el 29 de agosto del 2006 hasta Julio del 2007. La durabilidad del producto se debe a la concentración de sólidos solubles, baja acidez y envasado aséptico en caliente.

#### **4.3.5.2 Resultados de análisis químico de miel hidrolizada natural**

**Cuadro 39: Resultados de análisis químico de miel hidrolizada natural**

Característica	Método	MUESTRAS
		M9
Sacarosa (%)	TECNICAÑA	4.2
Azúcares totales (%)	INEN 380	81.1
Azúcares reductores (%)	ICUMSA GS 2/3-5 (2001)	30.41
Azúcares invertidos (%)	Método interno	48.48
Proteína(%)	KELDHALT	0.6
Energía (calorías)	TECNICAÑA	328
Cenizas Totales (%)	AOAC 920.181A	3.30
Cenizas Sulfatadas (%)	TECNICAÑA	0.00
Cenizas por conductividad ( $\mu$ s)	ICUMSA GS2/3-17(2002)	3.86
Calcio (ppm)	TECNICAÑA	325
Fósforo (ppm)	HACCH 8178	3.843
Hierro (ppm)	HACCH 8008	15.25
Sulfito (%)	DC LAB 06	0.00

En el cuadro podemos observar que la cantidad de azúcares totales es de 81.1 destacándose el producto por ser altamente energético y nutritivo por el alto contenido de hierro y fósforo. Con relación a la cantidad de cenizas sulfatadas y sulfitos presentes y cuyo contenido de acuerdo a la norma colombiana ICONTEC 1311 debe ser despreciable o exenta de estos el producto cumple con lo dicho.

Se puede apreciar que el contenido de cenizas totales es mayor con respecto al contenido de éstas en la miel de abeja.

#### 4.3.5.3 Resultados de análisis microbiológico de miel hidrolizada natural

**Cuadro N° 40: Resultados de análisis microbiológico de miel hidrolizada natural**

Característica	Método	Muestras
		M9
Recuento de Mohos y levaduras (UFC/10g)	AOAC 997.02	0.00
Recuento de E. Coli y Coliformes Totales (UFC/10g)	AOAC990.12	0.00
Recuento de aerobios totales (UFC/10g)	AOAC 991.14	0.00

De acuerdo a los resultados microbiológicos se determina que la miel hidrolizada no presenta ningún tipo de agentes microbiológicos contaminantes esto debido a que el proceso de manipulación se realizó en condiciones higiénicas y el envasado se realizó cuando el producto estuvo a altas temperaturas lo que permite que no exista ningún grado de contaminación, aseveración confirmada según resultados del cuadro.

#### 4.3.6 Resultados de análisis de calidad estética para Miel hidrolizada natural

Para el análisis organoléptico de miel hidrolizada se evaluaron características como: color, brillo, textura, defectos visuales, sabor, aroma y envase. Estas características se evaluaron en ocho muestras de miel hidrolizada producidas en el laboratorio. De todas estas características se procedió a aceptar o rechazar las mieles en estudio.

Este análisis se realizó mediante la prueba no paramétrica de Friedman, en la que participaron quince estudiantes de quinto año de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, cinco profesionales y madres de familia.

Resultados de la prueba de Friedman de miel hidrolizada natural elaborada en el laboratorio de industria azucarera.

#### 4.3.6.1 Prueba de Friedman para color

**Cuadro 41: Rango de puntaje para color en miel hidrolizada**

	MIEL HIDROLIZADA								
	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	$\Sigma$
$\Sigma X$	134	121	118.5	116.5	121	128	82.5	78.5	900
$\Sigma X^2$	17956	14641	14042.25	13572.25	14641	16384	6806.25	6162.25	104205
$\bar{X}$	5.36	4.84	4.74	4.66	4.84	5.12	3.3	3.14	36
%	14.88889	13.44444	13.16667	12.94444	13.44444	14.22222	9.166667	8.722222	100

Al analizar los valores de puntaje para la característica color, se observa que el tratamiento que tuvo mayor aceptación fue el M5 seguida de M10 y luego M9 y M6 todas corresponden a mieles producidas en forma natural.

#### Valor tabulado

$$G. L = (T - 1)$$

$$G. L = (8 - 1) \quad G. L = 7$$

$$X^2_{\alpha} = 1\% = 18.5$$

$$5\% = 14.1$$

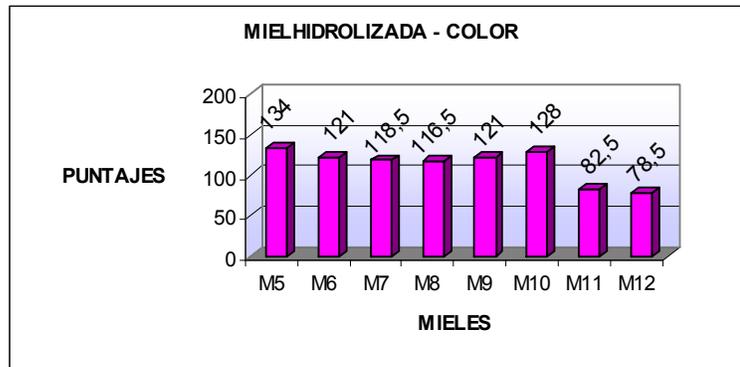
**Valor calculado**

$$X^2c = \frac{12}{25 \cdot 8 (8 + 1)} \quad 104205 - 3 \cdot 25 (8 + 1)$$

**X<sup>2c</sup> = 19.7\*\* Altamente significativo**

Al realizar la prueba de Friedman en la característica color para miel hidrolizada encontramos que existe una alta significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que existe diferencia de color entre las mieles presentadas en el panel.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 14: Análisis de color para miel hidrolizada**

De los resultados obtenidos se puede apreciar que los colores de mayor aceptación en miel hidrolizada corresponden a los N° 3 y 8 seguidos de los colores N° 9 y 13 que se muestran en el abanico colorimétrico de azúcar del presente capítulo. Sin embargo, una minoría de degustadores prefiere el color N° 5, 7, 6 y 11. De acuerdo a ello se señala como rango para que el productor guíe su producción

hacia la obtención de miel natural cuyos colores varíen entre el N° 3 y el N° 9 según la tabla colorimétrica. Señalando que los mejores colores para miel son N° 3 y 8.

#### 4.3.6.2 Prueba de Friedman para brillo

**Cuadro 42: Rango de puntaje para brillo en miel hidrolizada**

	MIEL HIDROLIZADA								
	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	∑
∑ X	134	119.5	112	119	122	133	78.5	82	900
∑ X <sup>2</sup>	17956	14280.25	12544	14161	14884	17689	6162.25	6724	104400.5
X̄	5.36	4.78	4.48	4.76	4.88	5.32	3.14	3.28	36
%	14.88889	13.27778	12.44444	13.22222	13.55556	14.77778	8.722222	9.111111	100

Al analizar los valores de puntaje para la característica brillo, se observa que la miel que tuvo mayor aceptación fue M5 seguida de M10 y luego M9, a continuación M6 y M8 en el orden indicado; todas corresponden a mieles producidas en forma natural.

#### Valor tabulado

$$G.L = (T - 1)$$

$$G.L = (8 - 1) \quad G.L = 7$$

$$X_{\alpha}^2 = 1\% = 18.5$$

$$5\% = 14.1$$

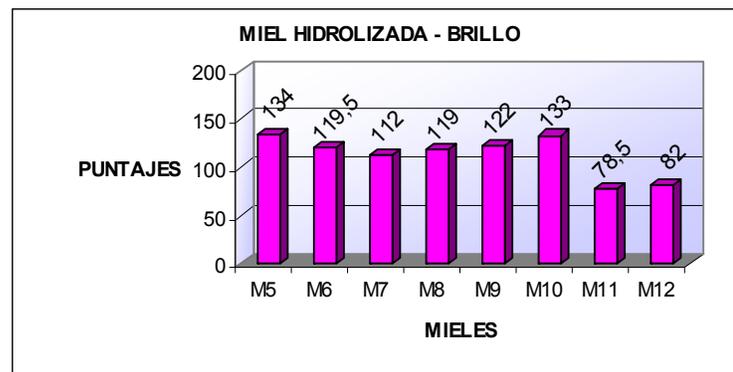
#### Valor calculado

$$X^2_c = \frac{12}{25 \cdot 8 (8 + 1)} 104400.5 - 3 \cdot 25 (8 + 1)$$

**$X^2_c = 21.00^{**}$  Altamente significativo**

Al realizar la prueba de Friedman en la característica brillo para miel hidrolizada encontramos que existe una alta significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que existe diferencia de brillo entre las mieles presentadas en el panel.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 15: Análisis de brillo para miel hidrolizada**

#### 4.3.6.3 Prueba de Friedman para textura

**Cuadro N° 43:Rango de puntaje para textura en miel hidrolizada**

	MIEL HIDROLIZADA								
	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Σ
Σ X	122.5	133.5	120	116	119.5	104	105	74.5	895
ΣX <sup>2</sup>	15006.25	17822.25	14400	13456	14280.25	10816	11025	5550.25	102356
X <sup>-</sup>	4.9	5.34	4.8	4.64	4.78	4.16	4.2	2.98	35.8
%	13.68715	14.9162	13.40782	12.96089	13.35196	11.62011	11.73184	8.324022	100

Al analizar los valores de puntaje para la característica textura, se observa que la miel que tuvo mayor aceptación fue M6 seguida de M5 y a continuación en el orden indicado M7, M9 y M8, todas corresponden a mieles producidas en forma natural y que presentan una consistencia medianamente viscosa.

**Valor tabulado**

$$G. L = (T - 1)$$

$$G. L = (8 - 1) \quad G. L = 7$$

$$X^{2t} = 1\% = 18.5$$

$$5\% = 14.1$$

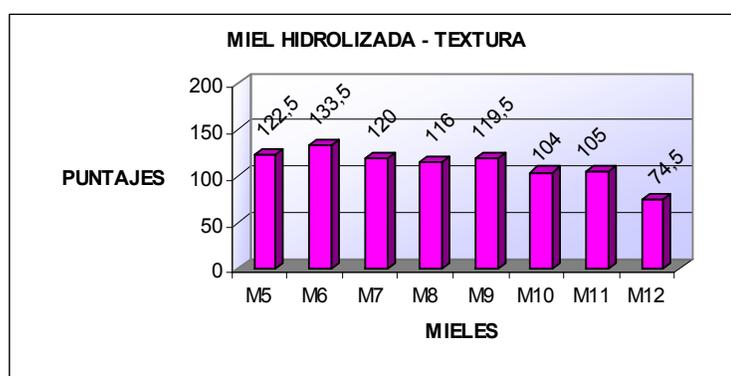
**Valor calculado**

$$X^{2c} = \frac{12}{25.8(8 + 1)} \quad 102356 - 3*25(8 + 1)$$

**X<sup>2c</sup> = 7.37<sup>NS</sup> No significativo**

Al realizar la prueba de Friedman en la característica textura para miel hidrolizada encontramos que no existe significación estadística al 1% y 5%, demostrando que indica no existe diferencia de densidades entre las mieles presentadas en el panel.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 16: Análisis de textura para miel hidrolizada**

#### 4.3.6.4 Prueba de Friedman para defectos visuales

**Cuadro N° 44: Rango de puntaje para defectos visuales en miel hidrolizada**

MIEL HIDROLIZADA									
	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Σ
Σ X	138.5	130	116	106.5	141	115	81.5	67.5	896
Σ X <sup>2</sup>	19182.25	16900	13456	11342.25	19881	13225	6642.25	4556.25	105185
X̄	5.54	5.2	4.64	4.26	5.64	4.6	3.26	2.7	35.84
%	15.45759	14.50893	12.94643	11.88616	15.73661	12.83482	9.095982	7.533482	100

Al analizar los valores de puntaje para la característica defectos visuales, se observa que la miel que tuvo mayor aceptación fue M9 seguida de M5 y a continuación en el orden indicado M6, M7 y M10, todas corresponden a mieles producidas en forma natural.

**Valor tabulado**

$$\begin{aligned}
 G.L &= (T - 1) \\
 G.L &= (8 - 1) \quad G.L = 7 \\
 X^2_{1\%} &= 18.5 \\
 &5\% = 14.1
 \end{aligned}$$

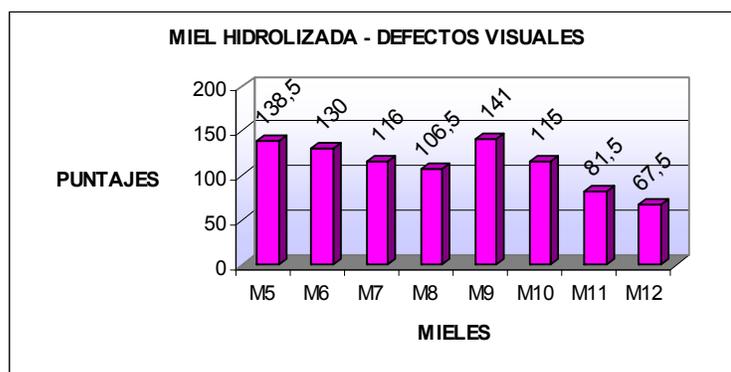
**Valor calculado**

$$X^2_c = \frac{12}{25 \cdot 8 (8 + 1)} \quad 105185 - 3 \cdot 25 (8 + 1)$$

**$X^2_c = 23.23^{**}$  Altamente significativo**

Al realizar la prueba de Friedman en la característica defectos visuales para miel hidrolizada encontramos que existe alta significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que existe diferencia entre la cantidad de defectos presentes en cada una de las mieles del panel.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 17: Análisis de defectos visuales para miel hidrolizada**

#### 4.3.6.5 Prueba de Friedman para aroma

**Cuadro 45: Rango de puntaje para aroma en miel hidrolizada**

MIEL HIDROLIZADA									
	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	$\Sigma$
$\Sigma X$	118.5	114.5	114.5	114.5	114.5	118.5	110.5	94.5	900
$\Sigma X^2$	14042.25	13110.25	13110.25	13110.25	13110.25	14042.25	12210.25	8930.25	101666
$\bar{X}$	4.74	4.58	4.58	4.58	4.58	4.74	4.42	3.78	36
%	13.16667	12.72222	12.72222	12.72222	12.72222	13.16667	12.27778	10.5	100

Al analizar los valores de puntaje para la característica aroma, se observa que las mieles que tuvieron mayor aceptación fueron M10 y M5 seguidas de M6, M7, M8 y M9 todas corresponden a mieles producidas en forma natural y que presentan un aroma característico al jugo de caña concentrado.

**Valor tabulado**

**G. L = (T -1)**

G. L = (8 -1)      G. L = 7

X<sup>2</sup>t = 1% = 18.5

5% = 14.1

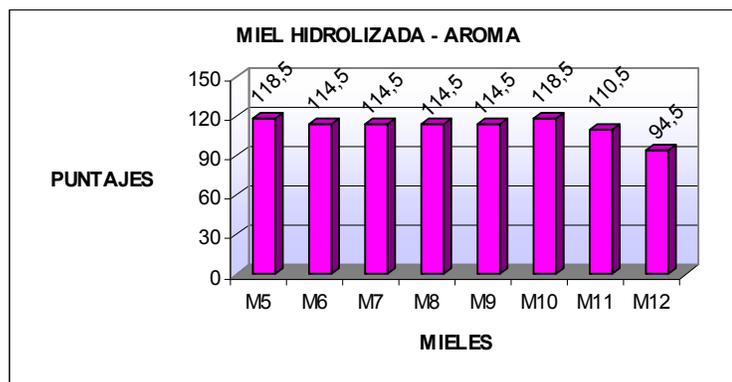
**Valor calculado**

$$X^{2c} = \frac{12}{25.8(8+1)} \cdot 101666 - 3 \cdot 25(8+1)$$

**X<sup>2c</sup> = 2.77<sup>NS</sup> No significativo**

Al realizar la prueba de Friedman en la característica aroma para miel hidrolizada encontramos que no existe significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que no existe diferencia de aroma entre las diversas mieles presentadas en el panel.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 18: Análisis de aroma para miel hidrolizada**

#### 4.3.6.6 Prueba de Friedman para sabor

**Cuadro 46: Rango de puntaje para sabor en miel hidrolizada**

	MIELHIDROLIZADA								
	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Σ
Σ X	133.5	121.5	117.5	117.5	121.5	121.5	89.5	77.5	900
Σ X <sup>2</sup>	17822.25	14762.25	13806.25	13806.25	14762.25	14762.25	8010.25	6006.25	103738
X̄	5.34	4.86	4.7	4.7	4.86	4.86	3.58	3.1	36
%	14.83333	13.5	13.05556	13.05556	13.5	13.5	9.944444	8.611111	100

Al analizar los valores de puntaje para la característica sabor, se observa que la miel que tuvo mayor aceptación fue M5 seguida de M6, M9 y M10 que corresponden a mieles producidas en forma natural con sabor característico.

#### Valor tabulado

$$G. L = (T - 1)$$

$$G. L = (8 - 1) \quad G. L = 7$$

$$X^2_{\alpha} = 1\% = 18.5$$

$$5\% = 14.1$$

#### Valor calculado

$$X^2_c = \frac{12}{25 \cdot 8 (8 + 1)} (103738 - 3 \cdot 25 (8 + 1))$$

$$X^2_c = 16.58^* \text{ Significativo al } 5\%$$

Al realizar la prueba de Friedman en la característica sabor para miel hidrolizada encontramos que existe significación estadística al 5%, lo que indica que existe diferencia de sabor al 5% entre las mieles presentadas en el panel.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.

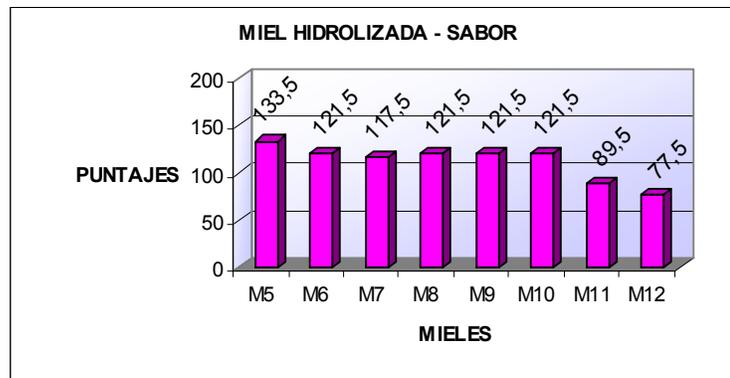


Gráfico 19: Análisis de sabor para miel hidrolizada

#### 4.3.6.7 Prueba de Friedman para envase

Cuadro 47: Rango de puntaje para envase

	ENVASES		
	E1	E2	$\Sigma$
$\Sigma X$	44	31	75
$\Sigma X^2$	1936	961	2897
$\bar{X}$	1,76	1,24	3
%	58,6666667	41,3333333	100

Al analizar los valores de puntaje para miel hidrolizada envasada en frasco de vidrio transparente de 250g. (E1) frente a miel hidrolizada envasada en frasco transparente plástico de polietileno de 250g. azúcar (E2), se observa que la miel hidrolizada envasada en frasco de vidrio transparente tuvo mayor aceptación frente al envasado en frascos de plástico. Esto demuestra el interés del catador por un producto que tenga mejor presentación y a la vez que esté protegido de factores que deterioren o afecten la calidad del producto.

**Valor tabulado**

$$G. L = (T - 1)$$

$$G. L = (9 - 1) \quad G. L = 8$$

$$X^2_{t} = 1\% = 20.1$$

$$5\% = 15.5$$

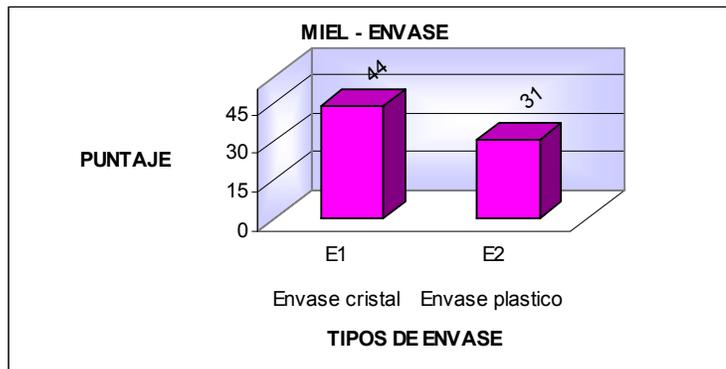
**Valor calculado**

$$X^2_c = \frac{12}{25.8 (8 + 1)} \quad 2897 - 3 * 25 (8 + 1)$$

**$X^2_c = -655.68^{NS}$  No significativo**

Al realizar la prueba de Friedman para envase en miel hidrolizada encontramos que no existe significación estadística al 1% y 5%, lo que indica que no existe diferencia entre el gusto del catador por miel hidrolizada con envases diferentes presentadas en el panel; a pesar de que la mayoría de catadores expresan su agrado por un producto con envase de vidrio transparente de 250g.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 20: Análisis de envase para miel hidrolizada**

#### **4.3.6.8 Prueba de aceptabilidad para miel hidrolizada**

La aceptabilidad de miel hidrolizada se determinó por cada una de las valoraciones dadas a las características organolépticas que presenta, en base a esto se procedió a realizar un cuadro de resumen organoléptico que nos permite apreciar el grado de aceptabilidad.

Se calculó las medias para cada atributo con los valores de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores a cada miel.

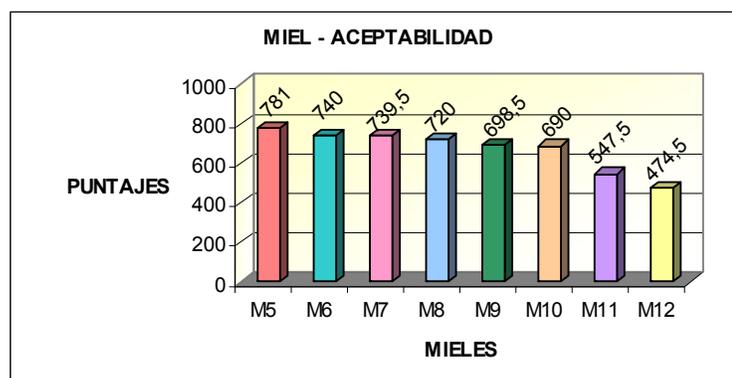
**Cuadro 48: Rango de puntaje para aceptabilidad en miel hidrolizada**

CARACTERISTICA ORGANOLEPTICA	TRATAMIENTOS								
	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Σ
Color	134	121	118,5	116,5	121	128	82,5	78,5	900
Brillo	134	119,5	112	119	122	133	78,5	82	900
Defectos visuales	138,5	130	116	106,5	141	115	81,5	67,5	896
Textura	122,5	133,5	120	116	119,5	104	105	74,5	895
Sabor	133,5	121,5	117,5	117,5	121,5	121,5	89,5	77,5	900
Aroma	118,5	114,5	114,5	114,5	114,5	118,5	110,5	94,5	900
Σ	781	740	698,5	690	739,5	720	547,5	474,5	5391
$\bar{x}$	130,17	123,33	116,42	115	123,25	120	91,25	79,083	9882
%	14,487	13,727	12,957	12,799	13,717	13,356	10,156	8,8017	100

Tomando en cuenta todos los aspectos: color, brillo, defectos visuales, textura, sabor y aroma, la mejor miel hidrolizada fue M5, que presenta un color (Herat of gold de acuerdo al pantone de pinturas cóndor) con lustre o brillo natural, libre de residuos como bagazo, tierra, cristales, etc. Con una textura medianamente viscosa de sabor dulce y aroma característico. Seguida en el siguiente orden los tratamientos M6, M9 y M10 que corresponden a mieles caracterizadas por su diferente viscosidad, brillo, sabor y con un color muy similar a M5.

De acuerdo al resultado obtenido podemos apreciar que la mayoría de degustadores prefieren un producto natural sin químicos pero que presente características organolépticas en cuanto a color, sabor y aroma.

Para argumentar lo señalado se realizó un gráfico con los resultados de la sumatoria de la valoración proporcionada por cada uno de los degustadores.



**Gráfico 21: Análisis de aceptabilidad para miel hidrolizada**

#### **4.4 RESULTADOS DE LA CUARTA FASE: ESTABLECIMIENTO DE REQUISITOS MÍNIMOS DE CALIDAD**

Esta fase consiste principalmente en la determinación de requisitos mínimos de calidad en base a los análisis de calidad tecnológica, ética y estética, es decir, resultados de los análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales. Además, según información obtenida del marco teórico y con el criterio de profesionales entendidos en la materia.

Se estableció los requisitos mínimos de calidad y los parámetros de control para panela y azúcar orgánico mediante la comparación y análisis de los resultados obtenidos de cada producto con la norma ICONTEC 1311 para panela sólida, para azúcar orgánico con los requisitos que debe cumplir esta para ser exportada a

Europa. Para el caso de la miel los requisitos se establecieron en base a los exigidos para miel de abeja según Bianchi, la Comisión del codex alimentarius y la realizada en una investigación sobre miel hidrolizada anteriormente, ya que no existe producción de miel hidrolizada en el país.

Al comparar la panela natural y panela con químico con la norma colombiana ICONTEC 1311, se puede apreciar que los dos productos cumplen con dicha norma en cuanto a sacarosa, azúcares reductores y color, pero presentan un mayor contenido de cenizas totales y la panela con químico una considerable cantidad de sulfitos.

Sin embargo, es necesario señalar que la panela con químico tiene incluida la adición de sustancias blanqueadoras que no son permitidas en dicha norma y a pesar de contenerlas no cumple con la cantidad de cenizas establecidas. Por esta razón se puede decir que la utilización de aditivos químicos (clarificantes sintéticos) no asegura una buena limpieza del jugo.

Una vez realizada la comparación de la composición química de azúcar natural y con químico con los requisitos exigidos en el continente europeo para exportar dicho producto, se determina lo siguiente:

El azúcar natural y con químico cumplen con la mayoría de requisitos para exportar a excepción del contenido de cenizas, impurezas, sólidos sedimentables y color. Sin embargo, tomando en cuenta que el azúcar con químico no es orgánico

ni en materia prima ni en proceso y siendo esto un impedimento para exportar, se establecen como requisitos mínimos de calidad para azúcar en la Provincia de Imbabura los elementos básicos de la composición química de azúcar natural.

También al comparar con la norma ICONTEC 1311, el azúcar con químico no estaría cumpliendo con una norma de calidad, mientras el azúcar natural si lo hace ya que indica que el producto debe estar exento de azufre añadido.

Las diferencias con relación a la norma ICONTEC se producen en el contenido de cenizas y sulfito, debido a que la industria panelera en Colombia ha dado mayor énfasis en el proceso de clarificación natural y limpieza física del jugo de caña, con la finalidad de lograr un producto con mejor color y menor contenido de impurezas. Además, las agroindustrias paneleras de Colombia cuentan con todos los requisitos para la producción de alimentos y son prácticamente industrias bastante sofisticadas.

Luego de comparar la composición química de la miel hidrolizada con los componentes básicos de la miel de abeja y con similares investigaciones realizadas anteriormente respecto a miel hidrolizada indicados en, se puede señalar lo siguiente:

La miel natural en cuanto a humedad, azúcares totales y densidad es similar a la miel de abeja y miel hidrolizada de otra investigación, y al no contar con ninguna

norma para este producto se establece los siguientes requisitos mínimos de calidad en la Provincia de Imbabura en base a características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales que presenta la miel hidrolizada obtenida de manera natural. De igual manera los requisitos mínimos de calidad para panela y azúcar se realizaron en base al producto elaborado de manera natural.

Es necesario señalar que quedan abiertas algunas consideraciones para investigaciones futuras con el fin de disminuir el contenido de cenizas y cuerpos extraños en azúcar natural si la finalidad es exportar, esto se lo deberá hacer tomando en cuenta minuciosamente aspectos como: equipos de acero inoxidable, mayor control de manejo de jugos, limpieza y descachazado.

Establecer requisitos mínimos de calidad para miel hidrolizada, panela y azúcar natural, para nuestro país es importante ya que permitirá contar con información base para la producción y control de estos productos.

Estos requisitos para miel hidrolizada, panela y azúcar natural, contemplan características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales que se muestran a continuación:

**Cuadro 49: Requisitos mínimos de calidad para panela, azúcar orgánico y miel hidrolizada en la Provincia de Imbabura.**

<b>Característica</b>	<b>Panela</b>	<b>Azúcar</b>	<b>Miel hidrolizada</b>
Azúcares totales (%)	Mínimo 88.0	Mínimo 95.0	Máximo 81.0
Azúcares invertidos (%)			Mínimo 48.0
Sacarosa (%)	Mínimo 82.0	Mínimo 82.0	Máximo 5.0
Humedad (%)	Máximo 7.0	Máximo 2.0	Mínimo 17.0 Máx. 23.0
Sólidos solubles (%)	-	-	77.0 -78.0
Cenizas Totales (%)	Máximo 3.0	Máximo 3.0	Máximo 3.0
Anhidrido sulfuroso (ppm)	Negativo	Negativo	Negativo
Impurezas (%)	Máximo 0.4	Máximo 0.4	Máximo 0.4
Transmitancia (%) a 620 nm	Máximo 72.0	Máximo 72.0	Máximo 72.0
Tamaño de partícula	-	Máximo 2 mm.	-
Color (abanico colorimétrico)	5 a 10	5 a 8	3 a 9
pH	-	-	3.8 - 4
Coniformes totales (NMP/g)	< 3	< 3	< 3

#### **4.5 RESULTADOS DE LA QUINTA FASE: DISEÑO DE TABLA COLORIMÉTRICA.**

Una tabla colorimétrica sirve para identificar los colores con mayor rapidez y certeza según los gustos del consumidor, considerando que para muchos productos el color juega un papel determinante para la aceptación o rechazo del mismo. El diccionario conceptualiza a una tabla como una lista o catálogo de cosas puestas por orden sucesivo o relacionado entre sí, (Océano Uno.s.p).

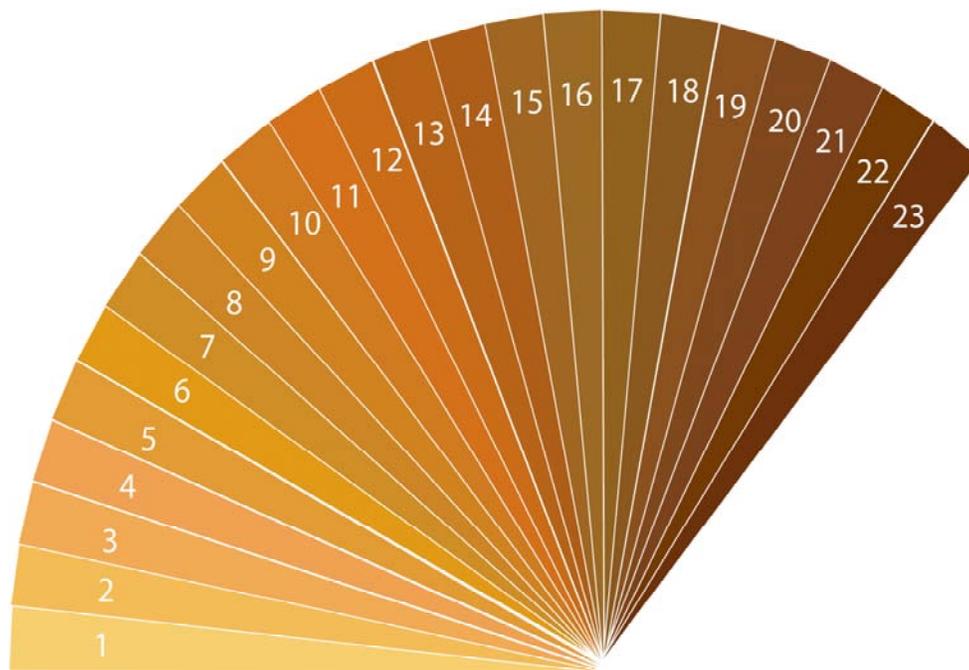
Las tablas colorimétricas se realizó mediante la recopilación de los diferentes colores que presentan los productos en el mercado debido principalmente a la variación que existe de un trapiche a otro en el proceso de producción específicamente en la limpieza y clarificación del jugo.

El excesivo uso de clarificantes químicos y naturales en diferentes dosis y en combinación de mucílagos vegetales (yausabara, cáscara de balso y otros) son utilizados para mejorar el color del producto. Hay que señalar que por desconocimiento de los productores abusan del uso de sustancias químicas no permitidas.

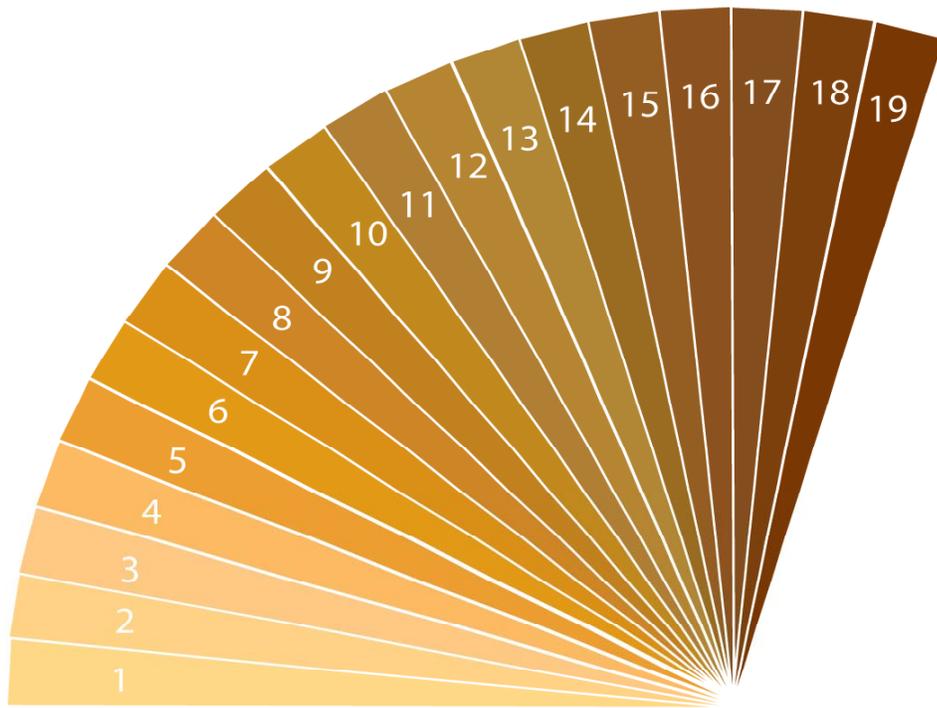
Con estos antecedentes y tomando en cuenta la heterogeneidad existente en los productos de la agroindustria panelera que afectan la calidad de los productos principalmente en el color, se elaboró una tabla colorimétrica para panela, azúcar y miel hidrolizada de todos los productos existentes en el mercado y los

producidos en el Laboratorio de Industria Azucarera. La misma que va a ser de gran importancia para el sector panero, ya que va a servir de guía técnica para estandarizar los colores de los diferentes productos que aquí se elaboran y así mejorar la calidad de los mismos.

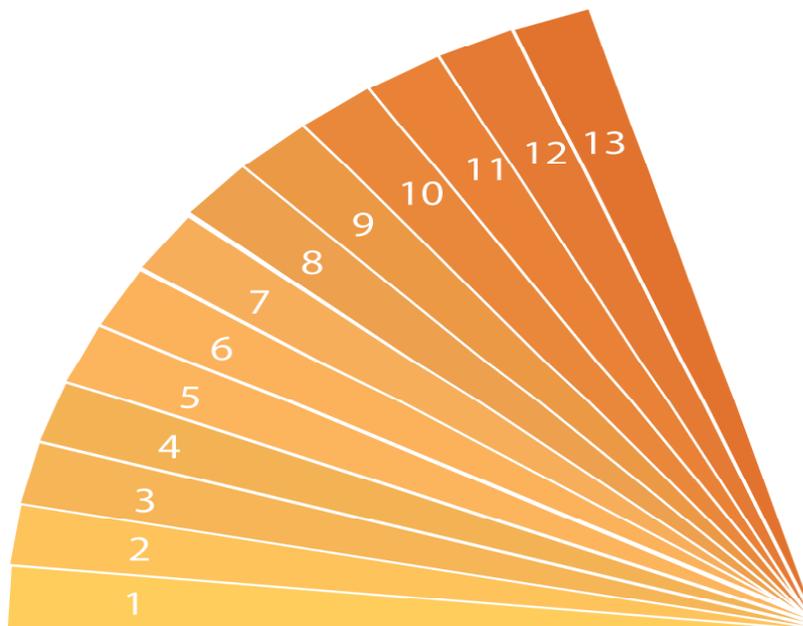
La tabla colorimétrica contiene colores que representan a los productos y van desde el más oscuro hasta el más claro. A continuación se indican las tablas colorimétricas para panela, azúcar y miel hidrolizada.



**Gráfico 22: Tabla colorimétrica para panela**



**Gráfico 23: Tabla colorimétrica para azúcar**



**Gráfico 24: Tabla colorimétrica para miel hidrolizada**

De acuerdo a los resultados físicos, químicos, microbiológicos y organolépticos de cada uno de los productos, los colores de mayor preferencia fueron: para panela los N° 8 y 6, para azúcar N° 6 y 8 y para miel hidrolizada los N° 3 y 8 que corresponden a panela, azúcar y miel hidrolizada naturales indicadas en las tablas colorimétricas respectivas.

También se ha podido establecer un rango de aceptabilidad de color en panela, azúcar y miel hidrolizada que comprenden colores hacia arriba y colores hacia abajo tomando como referencia los colores de preferidos por los catadores. Es decir, los productores deberán guiar su producción tomando como base los colores de los productos obtenidos de manera natural.

El rango de variación de color para panela es del color 5 hasta el color 10, para azúcar del color 5 al 8 y para miel hidrolizada del color 3 al color 9.

Según este resultado se puede deducir que el consumidor guía su adquisición principalmente en base al color pero también desempeñan un papel importante las características como sabor, aroma, etc. Por tanto es importante obtener un producto natural producido asépticamente y que conserve las características propias del producto.

#### **4.6 RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN**

Al momento de la recolección de las muestras, se aprovechó para realizar encuestas a los productores paneleros con la finalidad de obtener información directa sobre productos que elaboran, control de parámetros de producción (dosis de clarificantes utilizados, temperaturas, pH, grados brix), control de calidad, comercialización y problemas que enfrenta el sector panelero de la provincia de Imbabura, esto para dar respuestas a las preguntas planteadas al inicio de la presente investigación.

**1.- ¿Existe diferencias significativas de calidad entre los productos derivados de la Agroindustria panelera: que se expenden en los mercados de la Provincia de Imbabura, con respecto a los productos elaborados en el laboratorio de Industria Azucarera de la Universidad Técnica del Norte?**

Si existen diferencias significativas de calidad entre los productos que se expenden en los mercados de la Provincia de Imbabura, con respecto a los productos elaborados de manera natural en el laboratorio. Esto de acuerdo a los resultados de análisis físicos, químicos, microbiológicos y organolépticos de ambos productos. Pues a pesar de tener ambos una composición química similar, los productos que contienen clarificantes químicos han perdido características organolépticas como color, sabor y aroma que se conservan en un producto natural.

Además, desde el punto de vista físico y microbiológico la panela natural presenta una garantía higiénica y nutritiva al consumidor por ser elaborado bajo condiciones de proceso controladas y sobre todo sin empleo de sustancias nocivas para la salud.

**2.- ¿Cuáles son los parámetros técnicos que se controlan durante el proceso de producción en el Laboratorio de Industria Azucarera, con el fin de obtener un producto de calidad?**

Los parámetros técnicos que se controlaron y se llevaron a cabo durante todo el proceso de producción en el Laboratorio de Industria Azucarera, con el fin de obtener un producto de calidad fueron:

En los equipos, lugar de producción y personal:

- Que todos los materiales y equipos así como superficies y piso estén limpios y desinfectados antes y después del proceso.
- El personal de producción tenga en cuenta aspectos éticos durante su trabajo (higiene personal, ropa adecuada y responsabilidad que implica el control en cada etapa de proceso).

En la materia prima:

- Caña limpia, índice de madurez y grados brix.

- Durante el proceso de producción: Control de temperaturas, pH, dosis de clarificante natural, grados brix, moldeo (peso justo), empaque y almacenamiento.

Todo el proceso se realiza con asepsia de tal manera que no existan focos de contaminación que afecten a la calidad del producto.

En el producto final

- Análisis básicos de: contenido de azúcares, impurezas, m/o, etc.

### **3.- ¿Qué controles se practican en las agroindustrias paneleras de la Provincia de Imbabura en la elaboración de panela y azúcar?**

En la agroindustria panelera de la Provincia de Imbabura se lleva únicamente un control subjetivo y en base a la experiencia.

En la materia prima:

- Color de la caña.

Durante el proceso de producción

- A simple vista el punteo en base a la consistencia del jarabe.

### **4.- ¿En qué condiciones higiénicas se elaboran los productos en las agroindustrias paneleras de la Provincia de Imbabura, en relación con los cuidados esenciales que se deben tener para la elaboración de un producto en condiciones aptas para el consumo humano?**

Las condiciones higiénicas en las cuales se elaboran los productos en los trapiches de la Provincia de Imbabura son desagradables, ya que no existe ningún tipo de limpieza antes, durante y después del proceso, además, no cuentan con agua potable esencial para el procesamiento de alimentos, baterías sanitarias, infraestructura adecuada, el producto final se encuentra a la intemperie y en contacto con el suelo sujeto a contaminación.

De acuerdo a las condiciones de trabajo el producto obtenido tendría un alto grado de contaminación microbiológica especialmente, lo cual en cierta manera se evita únicamente porque en el proceso se manejan altas temperaturas y la contaminación apreciada es la que se produce debido a que no se utilizan empaques, por manipulación y transporte.

**5.- ¿Actualmente las condiciones de empaque y almacenamiento de los productos derivados de la agroindustria panelera garantiza un producto inocuo?**

Las condiciones actuales de empaque y almacenamiento de los productos paneleros no garantizan un producto inocuo, pues en todos los trapiches la panela no tiene un empaque adecuado (costales y hojas de caña) y el almacenamiento se lo realiza a la intemperie.

Los productos paneleros por ser higroscópicos (absorben o pierden humedad del ambiente) se recomienda que sean empacados en fundas plásticas de polietileno o

en cajas de cartón y sobre todo que se los mantenga en lugares secos y a humedades relativas controladas.

**6.- ¿Existe control de calidad del producto terminado en las agroindustrias paneleras de la provincia de Imbabura?**

En las agroindustrias paneleras no existe ningún tipo de control de calidad ni durante el proceso de producción, peor aún del producto terminado.

**7.- ¿Desde el punto de vista físico, químico, organoléptico y microbiológico cuáles son los requisitos que deben cumplir la panela, azúcar y miel hidrolizada para considerarse aptos para el consumo humano?**

Desde el punto de vista físico, químico, organoléptico y microbiológico los requisitos que deben cumplir la panela, azúcar y miel hidrolizada para considerarse apto para el consumo humano son:

Deben tener una concentración de sacarosa alrededor del 82% y una humedad máxima del 7% en panela, para azúcar, alrededor del 82% de sacarosa y una humedad de 2% y para miel hidrolizada sacarosa alrededor del 5% y una humedad de 17%. Bajo contenido de impurezas y materias extrañas alrededor del 0.48 % en panela, azúcar 0.51% y para miel hidrolizada 0.35%, exentos de sulfitos y cualquier sustancia química blanqueadora, sin presencia de E. Coli u otros que puedan afectar la salud del consumidor.

Organolépticamente la panela debe ser de color café claro a pardo oscuro, sabor y aroma característicos y contener un empaque plástico que la proteja de cualquier factor que afecte su calidad.

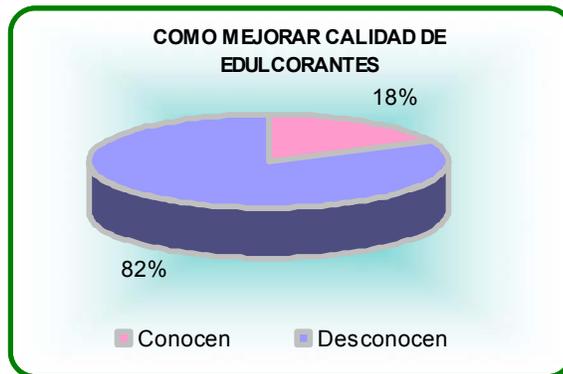
El azúcar debe presentar color café claro a pardo claro, sabor y aroma característicos. Estar debidamente empacada con la finalidad de evitar que agentes externos afecten la calidad de la misma.

La Miel hidrolizada debe ser de color amarillo ámbar al hacerla chorrear y color vino cuando se encuentra en volumen, sabor y aroma característicos. Envasada y esterilizada en frasco de vidrio para conservar mejor el producto.

#### **8.- ¿Qué conoce el sector panelero de la provincia sobre el mejoramiento de la calidad de productos edulcorantes?**

De las encuestas realizadas un 82% de productores paneleros afirman que no conocen como podrían mejorar la calidad de sus productos, pues desconocen los verdaderos factores que afectan la calidad de los mismos, así como el daño que produce en la salud el utilizar aditivos sintéticos no permitidos. El 18% afirman que si conocen como mejorar la calidad pero que les resulta difícil ya que esto implica una inversión.

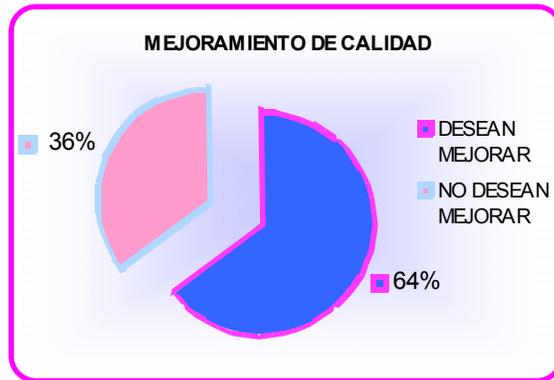
Para analizar el grado de conocimiento que tienen los paneleros sobre como mejorar la calidad en edulcorantes producidos en los trapiches de la Provincia de Imbabura se realizó el siguiente gráfico estadístico.



**Gráfico 25: Grado de conocimiento sobre mejoramiento de calidad de Edulcorantes**

**9.- ¿El sector panelero está dispuesto a mejorar los procesos?**

De un total de once encuestados un 64% aseveran que si están dispuestos a mejorar la calidad siempre y cuando cuenten con la tecnología apropiada, con un apoyo de organismos gubernamentales pero sobre todo con una base técnica o normas que regulen la calidad de sus productos; mientras que otro sector (36%) afirma que no están dispuestos a mejorar porque prefieren conservar la tradicional forma de elaborar panela. Para expresar los resultados obtenidos sobre la apertura del sector panelero hacia la mejora de calidad en sus productos se realizó el siguiente gráfico.

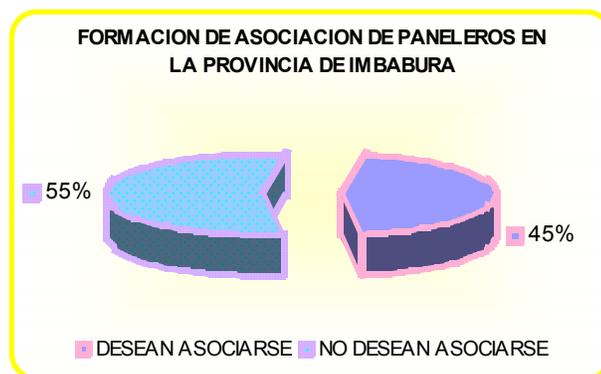


**Gráfico 26 : Grado de apertura del productor para mejorar la calidad en edulcorantes**

**10.-¿Qué posibilidad hay de que el sector panelero forme la asociación de paneleros de la provincia de Imbabura?**

De las encuestas realizadas un 45% afirman que si estarían dispuestos a formar una asociación de paneleros en la provincia de Imbabura para juntar recursos y formar una buena industria. Sin embargo, otro sector (55%) dicen que no estarían dispuestos a asociarse por la falta de recursos y otros porque prefieren trabajar independiente.

Para expresar los resultados obtenidos sobre la posibilidad que hay para que el sector panelero de la Provincia de Imbabura se asocie se realizó el siguiente gráfico.



**Gráfico 27: Posibilidad para formar la asociación de paneleros en la Provincia de Imbabura**