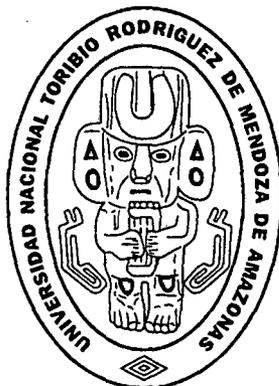


UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA
DE AMAZONAS

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE CAFÉ (*Coffea arabica*) Y DE CÁSCARA DE CACAO (*Theobroma cacao L*) EN EL AJUSTE ADECUADO DE pH EN JUGO DE CAÑA (*Saccharum officinarum*) PARA LA MEJORA DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIAL DE PANELA GRANULADA”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

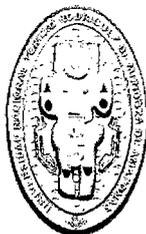
BACHILLER : MANUEL ROSAS GARCÍA

ASESOR: : ING. SONIA EDITH SÁNCHEZ DÍAZ

CHACHAPOYAS - AMAZONAS - PERÚ

2008

**“UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE
AMAZONAS”**



CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE CAFÉ (*Coffea arabica*) Y DE
CÁSCARA DE CACAO (*Theobroma cacao L*) EN EL AJUSTE ADECUADO DE
pH EN JUGO DE CAÑA (*Saccharum officinarum*) PARA LA MEJORA DE LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIAL DE PANELA
GRANULADA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

BACHILLER : MANUEL ROSAS GARCÍA

ASESOR : ING. SONIA EDITH SÁNCHEZ DÍAZ

CHACHAPOYAS – AMAZONAS – PERÚ

2008

**“UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE
AMAZONAS”**



CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE CAFÉ (*Coffea arabica*) Y DE
CÁSCARA DE CACAO (*Theobroma cacao L*) EN EL AJUSTE ADECUADO DE
pH EN JUGO DE CAÑA (*Saccharum officinarum*) PARA LA MEJORA DE LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIAL DE PANELA
GRANULADA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

BACHILLER : MANUEL ROSAS GARCÍA

ASESOR : ING. SONIA EDITH SÁNCHEZ DÍAZ

CHACHAPOYAS – AMAZONAS – PERÚ

2008

A mi madre (Sonia García Vera) que en paz descansa, a mi padre, por su apoyo incansable (Gregorio Rosas Montenegro) y a mi hijo (Manuel Alessandro Rosas Campojo).

Agradezco a todas las personas involucradas en la elaboración de este proyecto y en una forma muy especial a todos mis hermanos y a Mily por estar siempre a mi lado.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ORGANIZADORA

Dr. MANUEL ALEJANDRO BORJA ALCALDE

VICEPRESIDENTE ADMINISTRATIVO

Dr. FEDERICO RAÚL SÁNCHEZ MERINO

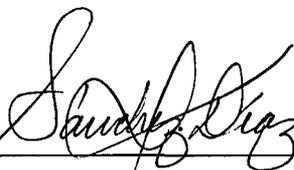
VICEPRESIDENTE ACADÉMICO

Dr. VÍCTOR HUGO CHANDUVÍ CORNEJO

RESPONSABLE DE LA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Ing. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLÓN.

PAGINA DEL VISTO BUENO DEL ASESOR Y COASESOR



Ing. Sonia Edith Sánchez Díaz

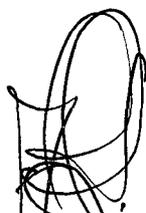
ASESORA



Biolog. Carlos Eduardo Millones Chanamé

COASESOR

PÁGINA DEL VISTO BUENO DEL JURADO



Ing. Erick Aldo Auquiñivin Silva

PRESIDENTE



Ing. Heli Humberto Aguirre Zaquinaula

SECRETARIO



Ing. Elena Victoria Torres Mamani

VOCAL

COPIA DE ACTA DE SUSTENTACIÓN

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	v
Vo. Bo. DEL ASESOR Y COASESOR	vi
Vo. Bo. DEL JURADO	vii
COPIA DE ACTA DE SUSTENTACIÓN	viii
ÍNDICE	ix
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1. MATERIA PRIMA	4
2.2. INSUMOS	4
2.3. EQUIPOS	5
2.4. MATERIALES	5
2.5. REACTIVOS	6
2.6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	7
2.6.1. OBTENCIÓN DE INSUMOS	7
A. Obtención de ceniza de cáscara de café	7
B. Obtención de ceniza de cáscara de cacao	9
2.6.2. OBTENCIÓN DE JUGO DE CAÑA	11
2.6.3. OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE PANELA GRANULADA	12
A. Obtención de muestras de panela granulada	12

2.6.4. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE PANELA GRANULADA	17
A. DETERMINACIÓN DE CENIZAS – MÉTODO GRAVIMÉTRICO	17
B. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	18
C. DETERMINACIÓN DEL COLOR	18
2.6.5. ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS SEIS TRATAMIENTOS APLICADOS EN LA LOCALIDAD DE SARGENTO	18
2.7. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	20
2.7.1. APLICACIÓN DE LEJÍA DE CENIZA Y AUMENTO DE pH EN JUGO DE CAÑA	21
2.7.2. APLICACIÓN DE BICARBONATO DE SODIO EN JUGO DE CAÑA	21
2.8. ANALISIS ESTADÍSTICO	21
1. Análisis estadístico para las características físico-químicas	21
2. Análisis estadístico para la característica sensorial (sabor)	23
III. RESULTADOS	25
3.1. BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ	25
3.2. BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE CACAO	26
3.3. BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE JUGO DE CAÑA	26
3.4. BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE PANELA	27

3.5. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA PANELA GRANULADA CON LOS TRATAMIENTOS APLICADOS EN ESTUDIO	28
3.6. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE EL PORCENTAJE DE SACAROSA DE LA PANELA GRANULADA	30
3.7. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE EL COLOR DE LA PANELA GRANULADA	31
3.8. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE EL PORCENTAJE DE CENIZAS DE LA PANELA GRANULADA	32
3.9. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE EL PORCENTAJE DE SÓLIDOS INSOLUBLES DE LA PANELA GRANULADA	33
3.10. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE EL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LA PANELA GRANULADA	34
3.11. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE EL PORCENTAJE DE AZUCARES REDUCTORES DE LA PANELA GRANULADA	35
3.12. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE LA CARACTERÍSTICA SENSORIAL (SABOR) DE LA PANELA GRANULADA	36
IV. DISCUSIONES	37
V. CONCLUSIONES	40
VI. RECOMENDACIONES	41
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42
VIII. ANEXOS	44

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 01: Flujo de proceso para la obtención de ceniza de cáscara de café	7
Gráfico N° 02: Flujo de proceso para la obtención de ceniza de cáscara de cacao	9
Gráfico N° 03: Flujo de proceso para la obtención de jugo de caña	11
Gráfico N° 04: Flujo de proceso para la obtención de muestras de panela granulada	12
Gráfico N° 05: Diagrama de operaciones y proceso de elaboración de panela	14
Gráfico N° 06: Metodología experimental	20
Gráfico N° 07: Comportamiento del % de sacarosa promedio teniendo en cuenta los tratamientos y la localidad (bloques)	30
Gráfico N° 08: Comportamiento del color promedio teniendo en cuenta los tratamientos y la localidad (bloques)	31
Gráfico N° 09: Comportamiento del % de cenizas promedio teniendo en cuenta los tratamientos y la localidad (bloques)	32
Gráfico N° 10: Comportamiento del % de sólidos insolubles promedio teniendo en cuenta los tratamientos y la localidad (bloques)	33
Gráfico N° 11: Comportamiento del % de humedad promedio teniendo en cuenta los tratamientos y la localidad (bloques)	34
Gráfico N° 12: Comportamiento del % de azúcares reductores promedio teniendo en cuenta los tratamientos y la localidad (bloques)	35
Gráfico N° 13: Comportamiento de la característica sensorial (sabor) teniendo en cuenta los tratamientos y los promedios de preferencia de los panelistas según la escala hedónica	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro A : Tiempo diario estimado para la fabricación de panela	15
Cuadro B : Relación de los tratamientos en estudio	23
Cuadro C: Balance de materia para la obtención de ceniza de cáscara de café	25
Cuadro D: Balance de materia para la obtención de ceniza de cáscara de cacao	26
Cuadro E: Balance de materia para la obtención de jugo de caña	26
Cuadro F: Balance de materia a partir de tres litros de jugo de caña	27
Cuadro G: Promedio de las características físico-químicas de la panela granulada con los tratamientos aplicados en estudio	29
Cuadro N° 01: Tabla para color- Método Icumsa	48
Cuadro N° 02: Formulación de la cantidad en ml de. Bicarbonato de sodio en 3 litros de jugo de caña	48
Cuadro N° 03: Formulación de la cantidad en ml de lejía agregada en 3 litros de jugo de caña	49
Cuadro N° 04: Requisitos físico-químicos de panela	53
Cuadro N° 05: Análisis de azúcar reductores	55
Cuadro N° 06: Análisis de varianza para azúcares reductores	57
Cuadro N° 07: Análisis de color	58
Cuadro N° 08: Análisis de varianza para color	61
Cuadro N° 09: Análisis de sólidos insolubles	62
Cuadro N° 10: Análisis de varianza para sólidos insolubles	64
Cuadro N° 11: Análisis de cenizas	65

Cuadro N° 12: Análisis de varianza para cenizas	68
Cuadro N° 13: Análisis de humedad	69
Cuadro N° 14: Análisis de varianza para humedad	71
Cuadro N° 15: Análisis de sacarosa	72
Cuadro N° 16: Análisis de varianza para sacarosa	75
Cuadro N° 17: Análisis del comportamiento de azúcares reductores	76
Cuadro N° 18: Análisis de varianza del comportamiento de azúcares reductores	76
Cuadro N° 19: Comparaciones entre tratamientos	78
Cuadro N° 20: Representación de las comparaciones	79
Cuadro N° 21: Análisis del comportamiento del color	79
Cuadro N° 22: Análisis de varianza del comportamiento del color	80
Cuadro N° 23: Comparaciones entre tratamientos	81
Cuadro N° 24: Representación de las comparaciones	82
Cuadro N° 25: Análisis del comportamiento de sólidos insolubles	82
Cuadro N° 26: Análisis de varianza del comportamiento de sólidos insolubles	83
Cuadro N° 27: Comparaciones entre tratamientos	84
Cuadro N° 28: Representación de las comparaciones	85
Cuadro N° 29: Análisis del comportamiento de cenizas	85
Cuadro N° 30: Análisis de varianza del comportamiento de cenizas	86
Cuadro N° 31: Comparaciones entre tratamientos	87
Cuadro N° 32: Representación de las comparaciones	88

Cuadro N° 33: Análisis del comportamiento de la humedad	89
Cuadro N° 34: Análisis de varianza del comportamiento de la humedad	89
Cuadro N° 35: Comparaciones entre tratamientos	91
Cuadro N° 36: Representación de las comparaciones	92
Cuadro N° 37: Análisis del comportamiento de la sacarosa	92
Cuadro N° 38: Análisis de varianza del comportamiento de la sacarosa	93
Cuadro N° 39: Comparaciones entre tratamientos	93
Cuadro N° 40: Representación de las comparaciones	94
Cuadro N° 41: Puntaje de acuerdo a la posición	95
Cuadro N° 42: Posiciones de los seis tratamientos de panela granulada	95
Cuadro N° 43: Resultados obtenidos según la preferencia de los panelistas	96
Cuadro N° 44: Análisis de varianza de los resultados obtenidos según la referencia de los panelistas	97
Cuadro N° 45: Promedio de los tratamientos teniendo en cuenta la prueba de comparaciones múltiples de Tuckey	98
Cuadro N° 46: Análisis de varianza para la prueba de comparaciones múltiples de Tuckey	98
Cuadro N° 47: Promedios y repeticiones de los tratamientos	99
Cuadro N° 48: Comparaciones entre tratamientos	99

RESUMEN

La investigación, tuvo como objetivo general determinar el ajuste adecuado de ph en jugo de caña, sobre las características físico-químicas de panela granulada, utilizando ceniza de cáscara de café y cáscara de cacao.

El segundo objetivo fue determinar la diferencia de la característica sensorial (sabor) de panela granulada, utilizando ceniza de cáscara de café y cáscara de cacao.

El flujo experimental consistió en la extracción del jugo de caña, filtrado, regulación de pH (con ceniza de cáscara de café y ceniza de cáscara de cacao), clarificación (bicarbonato de sodio), descachase, evaporación, punteo y batido hasta la cristalización.

Las variaciones de pH que comprendieron incremento de contenido de ceniza produjeron aumento de ceniza y color en el producto final (panela). Por lo que la utilización de ceniza de cacao para la regulación de jugo de caña a pH 6.0 presentó mejores características físico-químicas.

La evaluación sensorial señaló, que la panela tuvo mayor aceptación con el tratamiento de ceniza de cacao a regulación de pH de jugo de caña de 6.5 y tratamiento con ceniza de café a regulación de pH de jugo de caña de 6.0. Pero no tuvieron diferencia significativa entre ellas.

Palabra clave: Ajuste adecuado del pH en jugo de caña para la obtención de mejor calidad de panela granulada.

ABSTRACT

The investigation , Aimed to determine the overall adjustment proper pH in cane juice on the physical and chemical characteristics of granulated using ash shell coffee and cocoa shell.

The second objective was to determine the difference in the characteristic sensory (taste) of granulated using ash shell coffee and cocoa shell.

The pilot was the flow Sugarcane juice extraction, filtering, regulating pH (with ash husk of coffee and cocoa husk ash), clarification (sodium bicarbonate), descachase, evaporation, models and beaten until crystallization.

Variations in pH that included increasing ash content produced increased ash and color in the final product (panela). As far as the use of ash cocoa for regulating cane juice at pH 6.0 presented best physical and chemical characteristics.

The sensory evaluation noted that the panela had greater acceptance to the treatment of ash cocoa regulating pH 6.5 cane juice and coffee ash treatment to regulate pH of 6.0 cane juice. but had no significant difference between them.

Key word: Set proper pH in cane juice for obtaining better quality of granulated panela.

I. INTRODUCCIÓN

La Región Amazonas cuenta con una diversidad de climas y suelos apropiados lo que ha permitido el desarrollo de muchos cultivos de transformación agroindustrial e importancia económica, entre los que destacan la caña de azúcar siendo la Provincia de Rodríguez de Mendoza la que cuenta con la mayor superficie cultivada, las que están distribuidas en los diversos distritos y caseríos de la provincia, siendo éstas de propiedad de los mismos agricultores o asociaciones de productores, organizados como pequeña y microempresa.

Las diversas utilizaciones que los agricultores le dan a la caña de azúcar es para la obtención de aguardiente, chancaca y actualmente para la producción de panela, esta última está teniendo una gran acogida por ser un producto que se está exportando a mercados Europeos.

La panela es producida artesanalmente por los productores agropecuarios de la provincia de Rodríguez de Mendoza, las cuáles son elaboradas de manera empírica, con prácticas inadecuadas del manejo del cultivo, deficiente tecnología para la producción de panela, mal manejo de las diversas etapas en el proceso de elaboración de la panela, falta de capacitación y financiamiento, a esto se suma el desconocimiento de los estándares de calidad aceptables para su comercialización en mercados nacionales e internacionales, lo que se traduce en bajos rendimientos, baja calidad y deficiente presentación del producto para el mercado; razón por la cual la presente investigación pretende desarrollar una metodología que permita mejorar las características físico-

químicas y sensorial (color) de la panela granulada y poder darle un mayor valor agregado.

A la panela se le conoce con diversos nombres tales como “chancaca”, “papelón”, “jaggery”, y la FAO la registra en sus estadísticas como “azúcar no centrifugado” proviene de la India, luego se hizo conocida en Colombia y Ecuador para luego extenderse también a Centroamérica y México. En el mundo cerca de veintiséis países producen panela, según cifras de la FAO (2000), Colombia ocupa el segundo lugar en producción después de la India, con un volumen que representa el 11% de la producción mundial. Sin embargo, en términos de consumo por habitante, Colombia ocupa el primer lugar con un consumo promedio de 31.2 kg de panela por persona al año, cantidad que supera en más de dos veces a otros consumidores importantes (Segura, 2004).

En la producción de panela granulada se utiliza normalmente la cal (Prada, 2000), pero puede ser reemplazada por cenizas vegetales como cenizas de cáscara de café y cacao, obteniéndose de esta manera un producto natural. Por otro lado, la tendencia del mercado mundial hacia el consumo de productos ecológicos se nos presenta como una interesante alternativa para la exportación de panela granulada.

La panela granulada se destaca por su valor nutricional frente a otras fuentes de productos calóricos, siendo la base alimenticia de carácter energético de las zonas rurales de algunos países, por poseer un valor alimenticio superior al azúcar (Aguirre, 1997; Duran *et al.*, 1992). Contiene los minerales fundamentales para una alimentación balanceada, durante el crecimiento de los niños.

Uno de los objetivos propuestos en la presente investigación es determinar el ajuste adecuado de pH sobre las características físico – químicas de panela granulada, utilizando cenizas de cáscara de café y cáscara de cacao.

El otro objetivo es determinar las diferencias de la característica sensorial (sabor) de panela granulada, utilizando cenizas de cáscara de café y cáscara de cacao, en el Distrito de Cochamal y en el anexo de Sargento localidades que se encuentran en la Provincia de Rodríguez de Mendoza las cuales presentan el mayor índice de producción y la mayor producción per cápita respectivamente.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIA PRIMA

En la presente investigación se utilizó como materia prima plantas de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*) de la variedad CH-32, proveniente del Distrito de Cochamal y del Anexo de Sargento en la provincia de Rodríguez de Mendoza, las cuales tenían una altura de 2.35 m a 3,45m y un diámetro de 3.22 cm a 3.42 cm de una edad de 18 meses.

La elaboración para la obtención de panela se realizó tanto en el Distrito de Cochamal, en el Anexo de sargento, en el laboratorio de tecnología agroindustrial y en un pequeño laboratorio instalado en la Avenida Argentina cuadra 2 lote 9 “Pedro Castro Alva”.

Los análisis físico-químicos tales como color y humedad se realizaron en los laboratorios de microbiología y tecnología agroindustrial respectivamente, el análisis de cenizas se realizó en el laboratorio instalado en la Avenida Argentina cuadra 2 lote 9 “Pedro Castro Alva”. Los análisis para la obtención de sacarosa, azúcares reductores y sólidos insolubles se realizó en el laboratorio de control de calidad de la Empresa Agroindustrial Pomalca (Lambayeque).

2.2. INSUMOS

Los insumos utilizados para la obtención de panela fueron: ceniza de cáscara de cacao proveniente en su gran mayoría del Distrito de Camporredondo y ceniza de cáscara de café procedente en gran parte de la Provincia de Rodríguez de Mendoza.

Para la clarificación se utilizó bicarbonato de sodio (95 % de pureza).

2.3. EQUIPOS

- Cocina casera marca superior. 2 hornillas.
- Paila (capacidad 180 L)
- Cocina semi-industrial. 3 hornillas.
- Balanza analítica. Capacidad máx. 210g, aprox. ± 0.1 g.
- Balanza Comercial. Capacidad de 0 - 10 Kg.
- Balanza de precisión.
- Balanza de determinación de humedad Modelo AMB MOISTURE BALANCE.
- Espectrofotómetro. Modelo Genesys 10 VIS. Rango 0–20 A. Aprox. 1nm.
- Refractómetro de mesa. Rango 0 – 90 °Bx, aprox. 0.01
- pH metro. Rango 0 – 14, aprox. 0.01.
- Refrigeradora casera.
- Termómetro escala externa. Rango -10 a 150 °C, aprox. 1°C.
- Mechero de bunsen.
- Balón de gas.

2.4. MATERIALES

- Crisol de porcelana forma alta 24 ml.
- Ollas de aluminio.
- Cinta de pH.
- Cucharón de madera mediana y grande.
- Cucharas de acero inoxidable, pequeñas y grandes.
- Bolsas de polipropileno, capacidad 500 g.
- Bolsas de polipropileno, capacidad 100 g.
- Probeta graduada de 50 ml.
- Probeta graduada de 100 ml.
- Probeta graduada de 500 ml
- Probeta graduada de 1000 ml
- Coladores de plástico y cobre.
- Papel filtro cualitativo de velocidad lenta.
- Embudo de plástico de tallo corto 75mm.
- Vaso de precipitación graduado de 50ml.

- Vaso de precipitación graduado de 250ml.
- Vaso de precipitación graduado de 500ml.
- Vaso de precipitación graduado de 1000ml.
- Paleta de madera.
- Mortero de porcelana de 250 ml.
- Recipientes de acero inoxidable de 3 L.
- Fósforo marca llama.
- Botellas plásticas de 150 ml.
- Botellas plásticas 650 ml.
- Jarra graduada de plástico. Capacidad 1L.
- Zaranda de 2 mm

2.5. REACTIVOS

- Agua destilada.
- Acido sulfúrico.
- Bicarbonato de sodio (marca Lucerito), lote 051118125.

2.6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Los pasos utilizados para realizar la presente investigación, es como sigue:

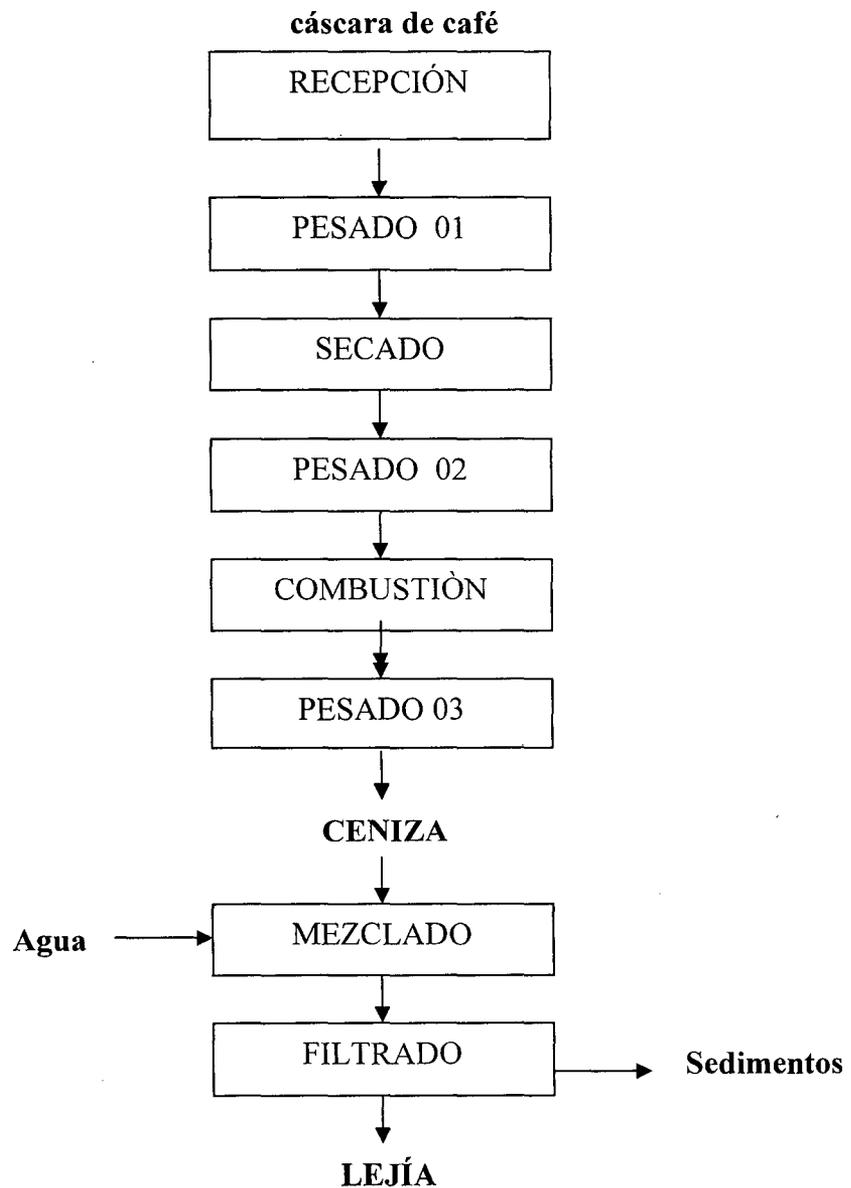
- Obtención de insumos (Cenizas de cáscara de café y cáscara de cacao).
- Obtención de jugo de caña.
- Obtención de muestras de panela granulada.
- Análisis físico-químicos de las muestras de panela granulada (cenizas, color y humedad) el resto de análisis se realizó en la Empresa Agroindustrial Pomalca (sacarosa, azúcares reductores y sólidos insolubles).
- Análisis sensorial (sabor) de los 6 tratamientos aplicados en jugo de caña del Anexo de Sargento.

2.6.1. OBTENCIÓN DE INSUMOS

A. Obtención de ceniza de cáscara de café

La obtención de ceniza de cáscara de café se realizó según la secuencia que se indica en el gráfico N° 01.

Gráfico N° 01: Flujo de proceso para la obtención de ceniza de



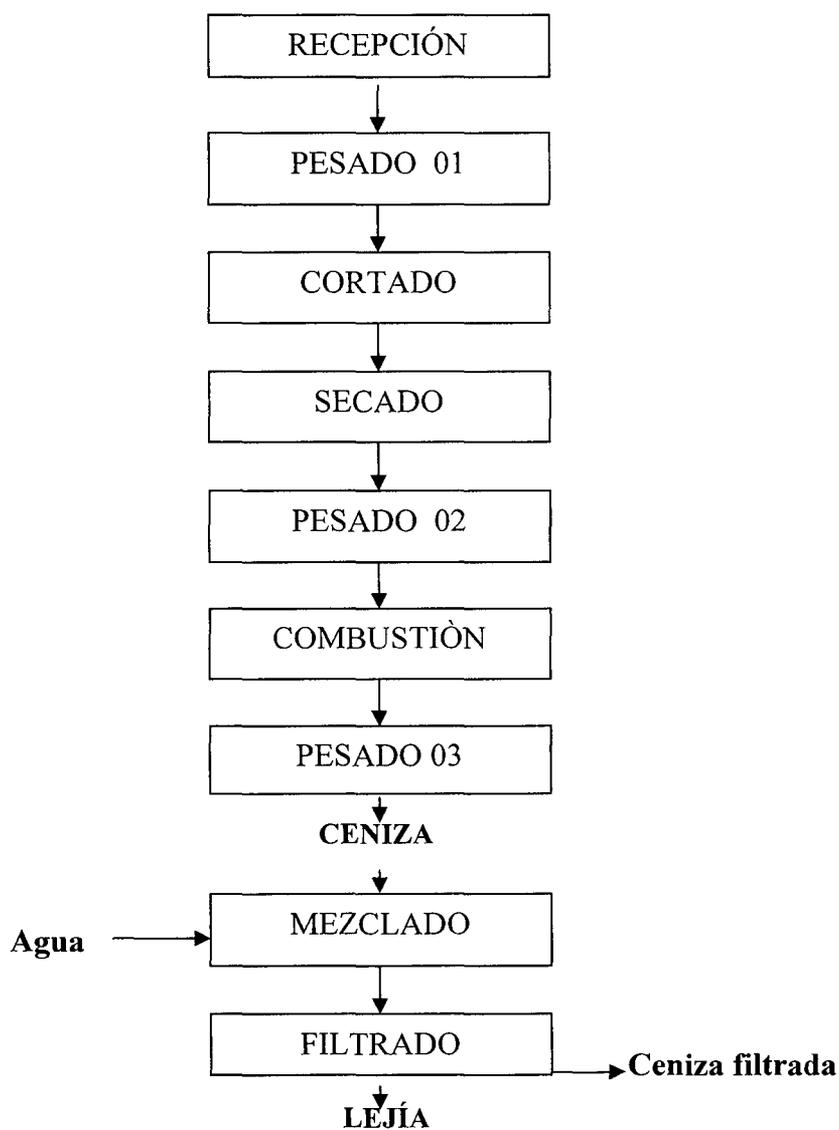
- **Recepción.-** Se recepcionó la cáscara de café de la variedad *Coffea arabica*, se tuvo en cuenta la presencia de otras partículas extrañas para su eliminación.
- **Pesado 01.-** Se pesó en una balanza comercial, de 10 kg.
- **Secado.-** Se realizó con los rayos del sol de 8 a 15 días dependiendo de la T° del medio ambiente.
- **Pesado 02.-** Se pesó en una balanza comercial obteniendo un rendimiento de 52.5% de materia seca.
- **Combustión.-** Se realizó en un horno artesanal a una T° de 280 a 320 °C por 3 horas.
- **Pesado 03.-** La ceniza que se obtuvo se pesó en la balanza de precisión, donde se obtuvo un rendimiento de 6.74% a partir de cáscara seca de café.
- **Mezclado.-** La ceniza obtenida se mezcló con agua de la red pública en una solución de 200g de ceniza y 1L de agua hervida, se agitó y se dejó reposar de 24 a 48 horas.

- **Filtrado.-** La mezcla se filtró en papel filtro de velocidad rápida, para obtener la lejía de cáscara de café, produciendo un pH de 10.7 a 10.95 dependiendo del tiempo de reposo y del lugar donde se obtuvo la cáscara de café.

B. Obtención de ceniza de cáscara de cacao

La obtención de ceniza de cáscara de cacao se realizó según la secuencia que se indica en el gráfico N° 02.

Gráfico N° 02: Flujo de proceso para la obtención de ceniza de cáscara de cacao

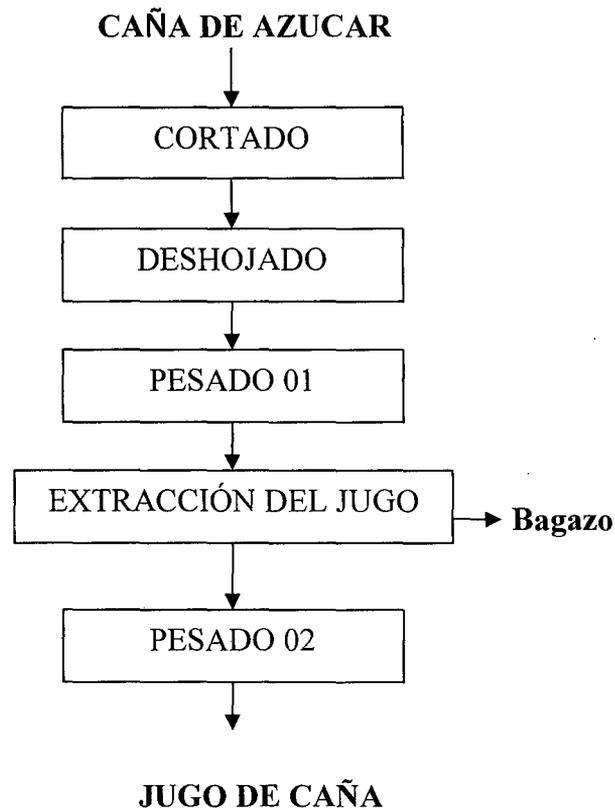


- **Recepción.-** Se recepcionó la cáscara de cacao de la variedad *Theobroma cacao L*, se tuvo en cuenta la presencia de otras partículas extrañas para su eliminación.
- **Pesado 01.-** Se pesó en una balanza comercial, de 10 kg.
- **Cortado.-** Consistió en cortar en partes pequeñas de aproximadamente 2.5×2.5 cm. la cáscara de cacao (coco).
- **Secado.-** Se realizó con los rayos del sol de 15 a 20 días dependiendo de la T° del medio ambiente.
- **Pesado 02.-** Se pesó en una balanza comercial obteniendo un rendimiento de 54.5% de materia seca.
- **Combustión.-** Se realizó en un horno artesanal a una T° de 280 a 320 °C por 3 horas.
- **Pesado 03.-** La ceniza que se obtuvo se pesó en la balanza de precisión, alcanzando un rendimiento de 6.97% a partir de cáscara seca de cacao.
- **Mezclado.-** La ceniza obtenida se mezcló con agua de la red pública en una solución de 200g de ceniza y 1L de agua hervida, se agitó y se dejó reposar de 24 a 48 horas.
- **Filtrado.-** La mezcla se filtró en papel filtro de velocidad rápida, para obtener la lejía de cáscara de cacao, produciendo un pH de 11.37 a 11.45 dependiendo del tiempo de reposo y del lugar donde se obtuvo la cáscara de café.

2.6.2. OBTENCIÓN DE JUGO DE CAÑA

La obtención de jugo de caña se realizó según la secuencia que se indica en el gráfico N° 03.

Gráfico N° 03: Flujo de proceso para la obtención de jugo de caña



- **Cortado.-** En esta etapa se obtuvo caña del Distrito de Cochamal y el Anexo de Sargento en la Provincia de Rodríguez de Mendoza, las que se cosecharon selectivamente teniendo en cuenta la edad (18 meses), ° Brix (20) y pH (5.51), los cuales se llevaron a cabo en los laboratorios de química de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAT- Amazonas.
- **Deshojado.-** En su totalidad se hizo manualmente.
- **Pesado 01.-** Las cañas se pesaron en una balanza comercial.

- **Extracción del jugo.-** Se realizó en molinos artesanales tanto en la ciudad de Mendoza como en la ciudad de Chachapoyas, obteniendo el jugo de caña crudo y bagazo húmedo.
- **Pesado 02.-** El jugo obtenido se pesó en una balanza comercial, obteniéndose 47.5 % del peso total de caña de azúcar cortada.

2.6.3. OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE PANELA GRANULADA

A. Obtención de muestras de panela granulada

La obtención de muestras de panela granulada se realizó según la secuencia que se indica en el gráfico N° 04.

Gráfico N° 04: Flujo de proceso para la obtención de muestras de panela granulada

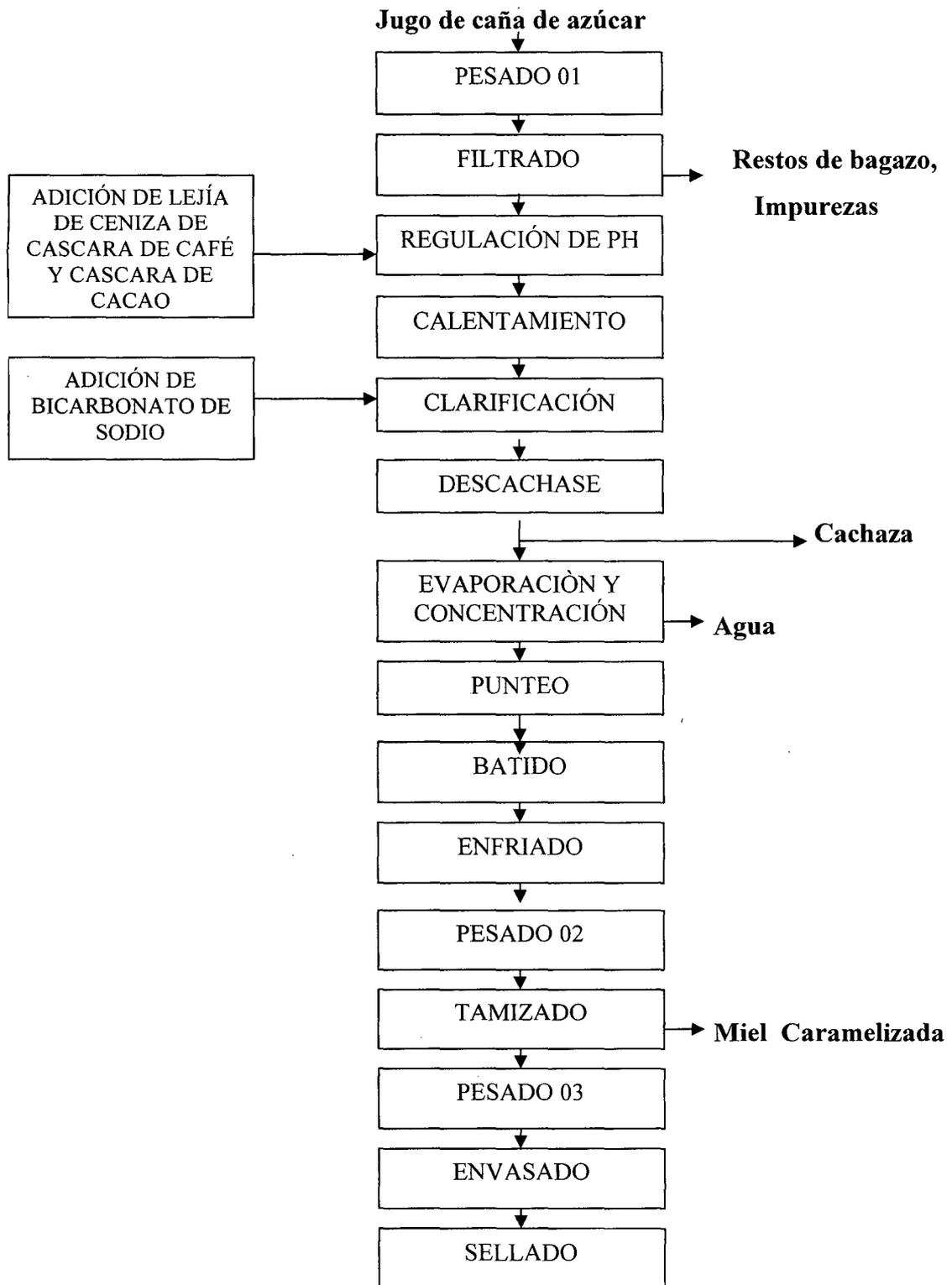
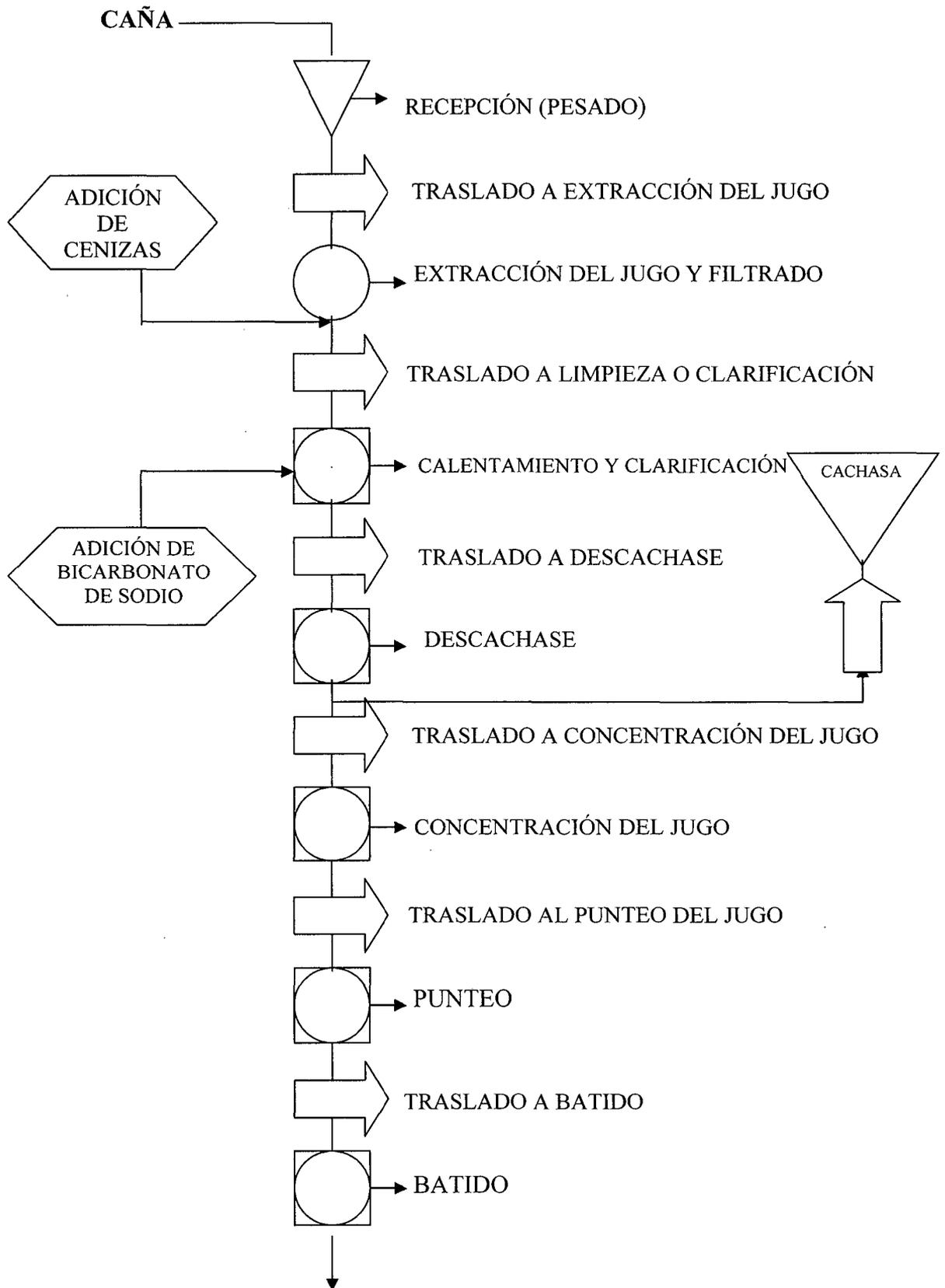
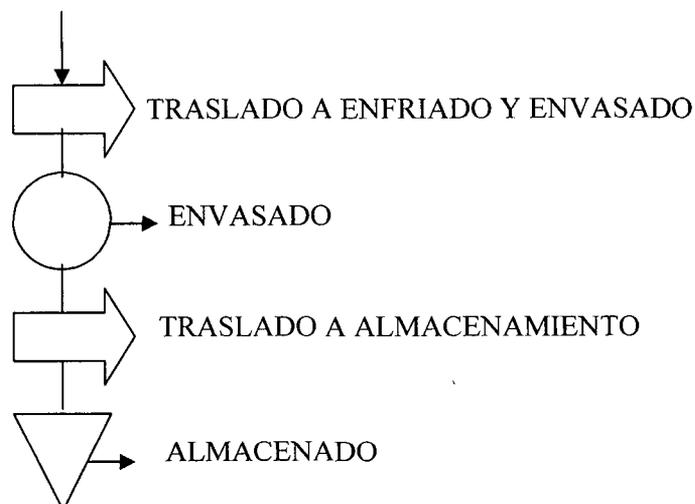


Gráfico N° 05: Diagrama de operaciones y proceso de elaboración de panela





Cuadro A : Tiempo diario estimado para la fabricación de panela

OPERACIONES	NÚMERO	TIEMPO (minutos)
▽	2	120
○	2	180
◻	5	120
→	8	20
TOTAL	17	440

Fuente: Propia del tesista

- **Pesado 01.-** Se pesó volumétricamente 3 Litros de jugo de caña obteniendo 3.3 Kg.
- **Filtrado.-** El jugo se filtró en un colador de malla de 0.4 mm, obteniendo al final del filtrado un peso 3.2 Kg. cuya medida fue utilizada en todas las muestras.
- **Regulación de pH.-** La regulación de pH se realizó en frío debido a que se tiene un mayor control para cambiar pH, se obtiene jugos más limpios y mejora la acción del aglutinante

(bicarbonato de sodio).La regulación de pH se hizo dependiendo del tipo de lejía a utilizar y del pH considerado (ver anexo I-B, cuadro N° 03).

- **Calentamiento.**-El calentamiento se hace con el objetivo de llevar a una T° adecuada el jugo para realizar la clarificación.
- **Clarificación.**- En primer lugar se preparó una solución que consistió en disolver 20g de bicarbonato de sodio en 1 litro de agua a 45 °C y luego se agregó al jugo de caña (65-70°C) a una proporción de 4% v/v.
- **Descachase.**- Se retiró la cachaza que flotó en la parte superior del jugo de caña, esta operación se realizó a los 75 a 85 °C.
- **Evaporación y concentración.**- En esta etapa el jugo se convirtió en miel, se siguió retirando la cachaza blanca con un colador de plástico, esta etapa se produjo hasta los 95 a 112°C.
- **Punteo.**- Se produjo a los 113 a 118 °C (Punto de cristalización).
- **Batido.**- Se agitó con una paleta en un recipientes de aluminio por un periodo de 2 a 3 minutos, luego se dejó reposar por 2 minutos, donde se observó que la miel empezó a aumentar de volumen lo que hizo necesario reiniciar la agitación por un período de 3 a 5 minutos, hasta lograr una granulación total.
- **Enfriado.**- Se dejó reposar por un período de 10 a 15 minutos en el medio ambiente.
- **Pesado 02.**- Se realizó con una balanza de precisión debido a que en las paredes de los recipientes se quedaron pegadas mieles que no alcanzaron cristalizar.

- **Tamizado.-** Se tamizó manualmente en una zaranda de 2 mm de diámetro donde se obtuvo el producto final (panela granulada).
- **Pesado 03.-**El producto final se pesó en una balanza de precisión con la finalidad de obtener mayor exactitud en el rendimiento de la panela.
- **Envasado.-** Se envasó en bolsas estériles de polipropileno (capacidad 500 gramos)
- **Sellado.-** Las bolsas de polipropileno fueron selladas con la ayuda de un sellador eléctrico para material plástico.

2.6.4. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE PANELA GRANULADA.

A. DETERMINACIÓN DE CENIZAS – MÉTODO GRAVIMÉTRICO

Este método que se empleó fue el método de cenizas sulfatadas, ICUMSA, 1949(Chen, 1997), cuyo trabajo se basó en determinar cenizas utilizando ácido sulfúrico, el cual se le adiciona a la muestra de panela granulada y se somete a un proceso de combustión en un mechero bunsen. Ver procedimiento en anexos I-A.

B. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Este método consistió en la utilización de una balanza de humedad (Adam Equipment, 2004), cuyo trabajo se basó en eliminar el agua presente en la panela por calentamiento de la muestra en la balanza mencionada., a una temperatura de 121 °C, hasta que la materia seca alcance un peso constante. Ver procedimiento en anexos I-A.

C. DETERMINACIÓN DEL COLOR

Para este trabajo se utilizó el método ICUMSA (Citado por Segura, 2003). Se determinó el color con una muestra de panela granulada de 5% m/v (5g de panela en 100 ml de agua destilada), utilizando espectrofotómetro con una longitud de onda de 550 nm, considerando un blanco de agua destilada. Ver procedimiento en anexos I-A.

2.6.5. ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS SEIS TRATAMIENTOS APLICADOS EN LA LOCALIDAD DE SARGENTO PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL SE EMPLEARÁ UN DBCA MÉTODOS DE ESCALA

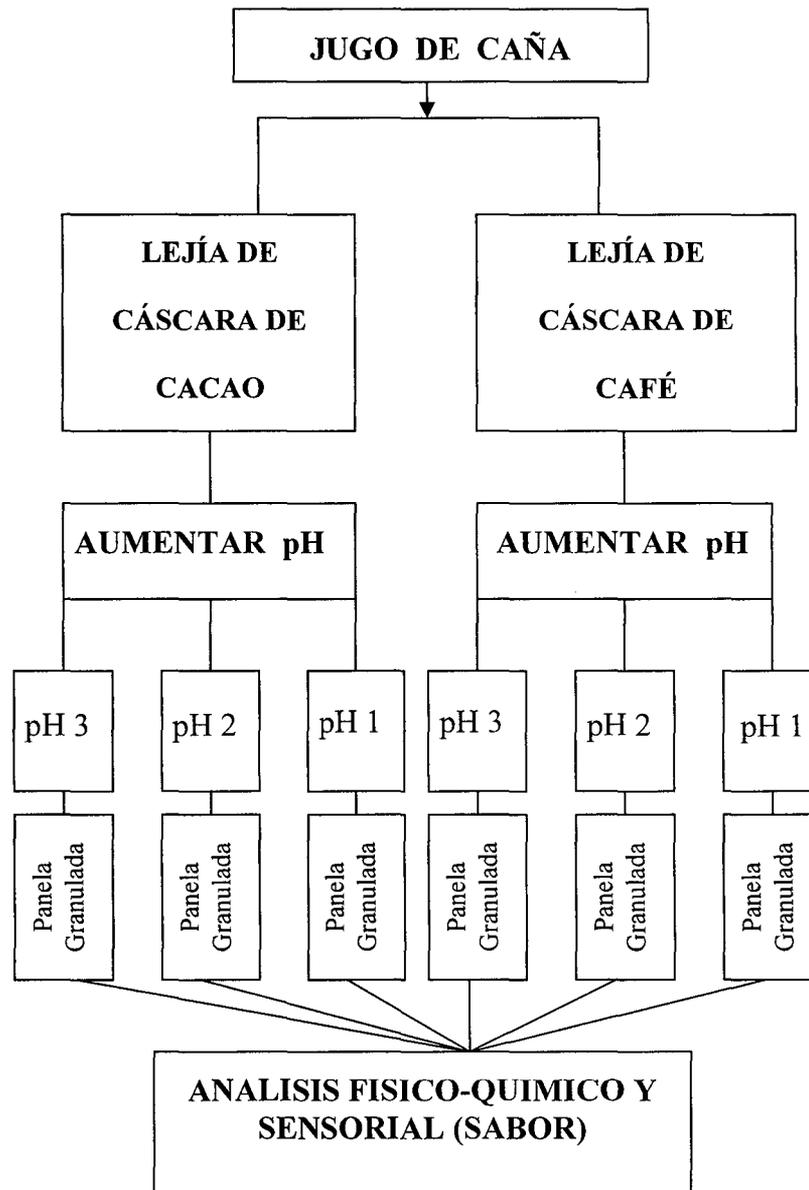
El método consistió básicamente en presentar las muestras de los productos de manera enteramente al azar. Se pregunta a los panelistas sobre la preferencia en las muestras según su escala previamente establecida escala hedónica (ver anexos III-A, cuadro N° 41), En este método se utilizó 15 panelistas semi-entrenados.

- Cada panelista al tener las muestras en diferentes posiciones, se obtuvo la aleatorización. Tal como se muestra en anexos III-A, cuadro 42).

2.7. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología experimental que se empleó en la investigación se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 06: Metodología experimental



2.7.1. APLICACIÓN DE LEJÍA DE CENIZA Y AUMENTO DE pH EN JUGO DE CAÑA

La aplicación de lejía tanto de cáscara de café como de cáscara de cacao se realizó en frío hasta alcanzar pH de 6.0, 6.5 y 6.8 en 3 litros de jugo de caña de la variedad CH-32, esto dependió del pH del jugo de caña inicial y del pH que se encontraba la lejía de las cenizas que se empleó. (Ver anexo I-B, cuadro N° 03).

2.7.2. APLICACIÓN DE BICARBONATO DE SODIO EN JUGO DE CAÑA

La aplicación del bicarbonato de sodio en la etapa de clarificación se realizó para mejorar el color de la panela, aplicándose a concentraciones iguales de 120 ml por cada 3 litros de jugo de caña a la °T de 65-70 °C en los seis tratamientos utilizados (ver anexo I-B, cuadro N° 02).

2.8. ANALISIS ESTADÍSTICO

1. Análisis estadístico para las características físico-químicas

Se trabajó con un experimento factorial de $2A \times 3B$, con arreglo en Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones. Donde el factor A es la representación de las cenizas a utilizar, el factor B es la representación de los diferentes pH a utilizar y los bloques están representados por las localidades de Sargento y Cochamal. Dicho análisis se hizo para determinar las variables respuestas de %sacarosa, % de azúcares reductores, % de sólidos insolubles, % de cenizas, color y % de humedad.

Primero para saber si existía diferencia significativa en los bloques se hizo un experimento simple, con arreglo en diseño en bloques completo al azar con sub muestreo donde se consideró seis tratamientos constantes de las combinaciones del factor A y el factor B (ver anexos II-A), con los resultados de este análisis se demostró que no existe diferencia significativa en los bloques en caso de las variables respuesta como era el color, %azúcares reductores, % de sólidos insolubles, % de cenizas y % de humedad, pero sí existía diferencia significativa en caso de la variable respuesta de sacarosa, por lo que el análisis de sacarosa se trabajó con un experimento factorial de $2A \times 3B$, con arreglo en Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones y para las otras variables respuestas se trabajó con un experimento factorial de $2A \times 3B$, con arreglo en Diseño Completamente al Azar (DCA) con seis observaciones (ver anexo II-B).

Cuadro B: Relación de los tratamientos en estudio

LOCALIDAD	REPETICIONES	TRATAMIENTOS						Total
		A_1			A_2			
		B_1	B_2	B_3	B_1	B_2	B_3	
SARGENTO	1	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	$Y_{.j.}$
	2	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	$Y_{.j.}$
	3	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	$Y_{.j.}$
Total		$y_{ij.}$	$Y_{ij.}$	$y_{ij.}$	$Y_{ij.}$	$Y_{ij.}$	$Y_{ij.}$	$Y_{.j.}$
COCHAMAL	1	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	$Y_{.j.}$
	2	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	$Y_{.j.}$
	3	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	Y_{ijk}	$Y_{.j.}$
Total		$y_{i..}$	$Y_{i..}$	$y_{i..}$	$Y_{i..}$	$Y_{i..}$	$Y_{i..}$	$Y_{...}$

Fuente: Propia del tesista

$A_1 \rightarrow$ Lejía de cáscara de café

$A_2 \rightarrow$ Lejía de cáscara de cacao

$B_1 \rightarrow$ pH = 6.0

$B_2 \rightarrow$ pH = 6.5

$B_3 \rightarrow$ pH = 6.8

➤ **MODELO ADITIVO LINEAL.**

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, \dots, p \quad j = 1, \dots, q \quad k = 1, \dots, b$$

DONDE:

- Y_{ijk} es la cantidad de % de sacarosa, % de azúcares reductores, % de cenizas o color (UI) obtenido con el i -ésimo tipo de mejorador, j -ésimo nivel de pH, k -ésima localidad de producción.

- μ es el efecto de la media general.
- α_i es el efecto del i -ésimo tipo de mejorador.
- β_j es el efecto del j -ésimo nivel de pH.
- $(\alpha\beta)_{ij}$ es el efecto de la interacción en el i -ésimo tipo de mejorador, j -ésimo nivel de pH.
- γ_k es el efecto de la k -ésima localidad de producción.
- ε_{ijk} es el efecto del error experimental en el i -ésimo tipo de mejorador, j -ésimo nivel de pH, k -ésima localidad de producción.
- $P = 2$ es el número de niveles del factor A.
- $q = 3$ es el número de niveles del factor B.
- $b = 2$ es el número de bloques.

➤ **Nivel de significación (α): 5%**

➤ **Comparación de medias:** Para este análisis se utilizó el Método de Tuckey, con un nivel de significancia de 0.05.

2. Análisis estadístico para la característica sensorial (sabor)

Se trabajó con un con arreglo en Diseño en bloques completamente al Azar (DBCA) con quince repeticiones ó panelistas (ver anexo III-A).

III. RESULTADOS

3.1. BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ

Cuadro N° 04: Balance de materia para la obtención de ceniza de cáscara de café

OPERACIÓN	INGRESO (Kg)	SALIDA (Kg)	PÉRDIDA (Kg)	SALIDA (%)	PERDIDA (%)
RECEPCIÓN	100.0				
PESADO 01	100.0	100.0	0.0	100.0	0.0
SECADO	100.0	52.5	47.5	52.5	47.5
PESADO 02	52.5	52.5	0	52.5	0.0
COMBUSTIÓN	52.5	3.4	48.4	6.47	93.53
PESADO 03	3.4	3.4	0	100	0

FUENTE: Propia del tesista

- **Obs.** Los valores más elevados de pH fueron lejías obtenidas a partir de cáscara de café recolectados en el distrito de camporredondo.

3.2. BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE CACAO

Cuadro D: Balance de materia para la obtención de ceniza de cáscara de cacao

OPERACIÓN	INGRESO (Kg)	SALIDA (Kg)	PÉRDIDA (Kg)	SALIDA (%)	PERDIDA (%)
RECEPCIÓN	100.0				
PESADO 01	100.0	100.0	0.0	100.0	0.0
CORTADO	100	100	0.0	100.0	0.0
SECADO	100.0	54.5	45.5	54.5	45.5
PESADO 02	54.5	54.5	0	54.5	0.0
COMBUSTIÓN	54.5	3.8	50.7	6.97	93.03
PESADO 03	3.8	3.8	0	100	0

FUENTE: Propia del tesista

- **Obs.** Los valores más elevados de pH fueron lejías obtenidas a partir de cáscara de cacao recolectados en el distrito de Camporredondo.

3.3. BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE JUGO DE CAÑA

Cuadro E : Balance de materia para la obtención de jugo de caña

OPERACIÓN	INGRESO (Kg)	SALIDA (Kg)	PÉRDIDA (Kg)	SALIDA (%)	PERDIDA (%)
CORTADO	100.0	100.0	0	100.0	0.0
DESHOJADO	100	93.0	7.0	93.0	7.0
PESADO 01	93.0	93.0	0.0	100.	0.0
EXTRACCIÓN DEL JUGO	93.0	47.5	45.5	51.1	48.9
PESADO 02	47.5	47.5	0.0	100.0	0.0

FUENTE: Propia del tesista

3.4. BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE PANELA

Cuadro F : Balance de materia a partir de tres litros de jugo de caña

OPERACIÓN	INGRESO (Kg)	SALIDA (Kg)	PÉRDIDA (Kg)	SALIDA (%)	PERDIDA (%)
PESADO 01	3.3	3.3	0.0	100.0	0.0
FILTRADO	3.3	3.2	0.1	97.0	3.0
REGULACIÓN DE PH	3.2	3.227	-0.027	10.8	0.8
CALENTAMIENTO	3.227	3.117	0.1	96.6	3.4
CLARIFICACIÓN	3.117	3.237	-0.12	103.8	-3.8
DESCACHASE	3.237	2.987	0.250	92.3	7.7
EVAPORACIÓN Y CONCENTRACIÓN	2.987	0.65	2.337	21.8	78.2
PUNTEO	0.65	0.60	0.05	92.3	7.7
BATIDO	0.60	0.60	0.0	100.0	0.0
ENFRIADO	0.60	0.55	0.05	91.7	8.3
PESADO 02	0.55	0.55	0.0	100.0	0.0
TAMIZADO	0.55	0.48	0.07	87.3	12.7
PESADO 03	0.48	0.48	0.0	100.0	0.0
ENVASADO	0.48	0.48	0.0	100.0	0.0
SELLADO	0.48	0.48	0.0	100.0	0.0

FUENTE: Propia del tesista

3.5. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA PANELA GRANULADA CON LOS TRATAMIENTOS APLICADOS EN ESTUDIO

El estudio para determinar la caracterización físico-química de panela granulada, se enfocó a determinar si existe o no diferencia significativa en el uso de lejía de cenizas de cáscara de cacao con respecto a la lejía de cáscara de café, regulando el pH del jugo de caña a diferentes valores en cada caso, además evaluar si existe alguna diferencia significativa en las dos localidades (Cochamal y Sargento) si se aplica los mismos tratamientos.

En el Cuadro G, se presenta los resultados promedios de la caracterización físico-química realizadas a la panela granulada

Cuadro G: Promedio de las características físico-químicas de la panela granulada con los tratamientos aplicados en estudio

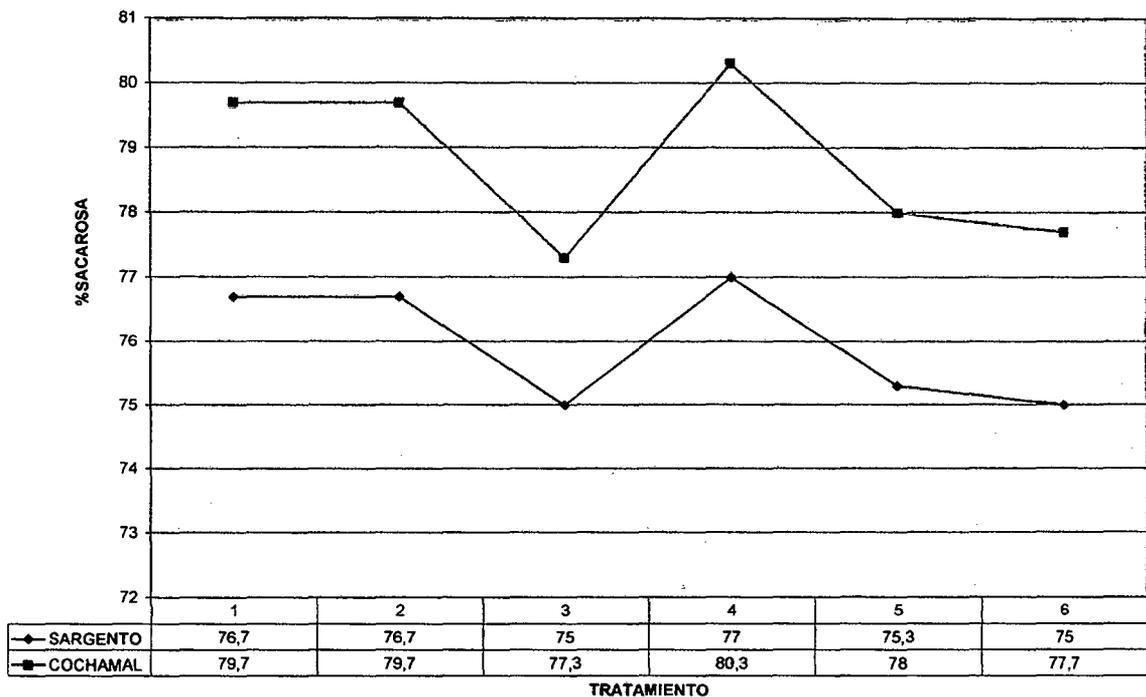
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO	SARGENTO						COCHAMAL					
	Lejía de ceniza de cáscara de cacao			Lejía de ceniza de cáscara de café			Lejía de ceniza de cáscara de cacao			Lejía de ceniza de cáscara de café		
	pH: 6.0	Ph: 6.5	pH: 6.8	pH: 6.0	pH: 6.5	pH: 6.8	pH: 6.0	pH: 6.5	pH: 6.8	pH: 6.0	pH: 6.5	pH: 6.8
% de sacarosa	76.7	76.7	75.0	77.0	75.3	75.0	79.7	79.7	77.3	80.3	78.0	77.7
Color(UI)	6077.4	12042.8	5785.8	4410.6	8762.2	10049.5	3029.96	9382.06	5597.0	6733.2	7490.7	7238.2
% de cenizas	0.93	1.06	1.16	0.90	1.0	1.1	0.98	1.1	1.36	0.88	0.94	1.21
% de sólidos insolubles	1.59	1.61	1.76	1.45	1.57	1.52	1.26	1.66	1.65	1.72	1.6	1.49
% de humedad	2.65	2.77	3.3	3.18	2.53	2.53	2.38	2.59	3.27	3.4	2.75	2.97
% Azúcares reductores	5.78	5.72	6.32	6.12	5.92	6.26	5.76	6.11	5.92	6.07	6.02	6.13

Fuente: Propia del tesista

3.6. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE EL PORCENTAJE DE SACAROSA DE LA PANELA GRANULADA

En el Anexo II-B (Cuadro N° 38) se observa que los tratamientos aplicados en el jugo de caña existe diferencia significativa el % de sacarosa, también se observa que existe una diferencia significativa en el % de sacarosa de acuerdo al lugar donde se extrajo el jugo de caña (bloques), donde los mejores resultados en % de sacarosa se obtiene con los tratamientos 1, 2 y 4 en la localidad de Cochamal (ver Grafico N° 07).

Gráfico N° 07: Comportamiento del % de sacarosa promedio teniendo en cuenta los tratamientos y la localidad (bloques)

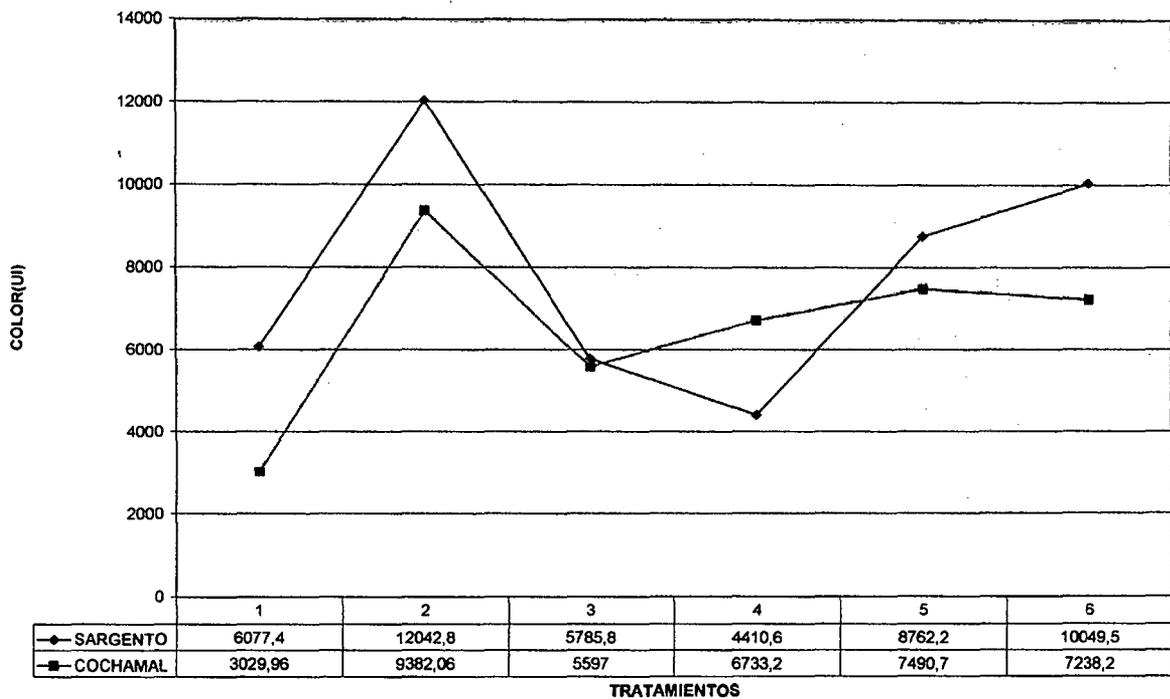


3.7. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE EL COLOR DE LA PANELA GRANULADA

En el Anexo II-B (Cuadro N° 22) se observa que los tratamientos aplicados en el jugo de caña son significativos para el color, también se observa que no existe diferencia significativa en el color de acuerdo al lugar donde se extrajo el jugo de caña (bloques).

En el Gráfico N° 08 se observa que los colores mas claros se presentan en el tratamiento 1 en la localidad de cochamal y tratamiento 4 en la localidad de sargento.

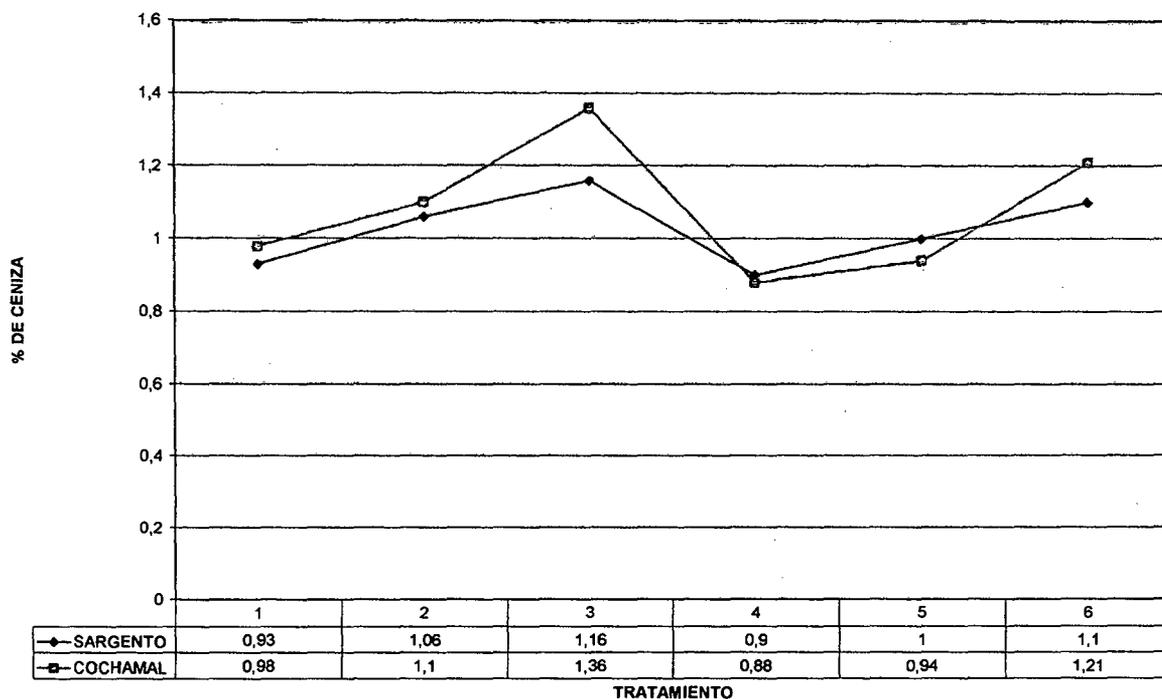
Gráfico N° 08: Comportamiento del color promedio teniendo en cuenta los tratamientos y la localidad (bloques)



3.8. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE EL PORCENTAJE DE CENIZAS DE LA PANELA GRANULADA.

En el Anexo II-B (Cuadro N° 30) se observa que la combinación de los factores A Y B aplicados en el jugo de caña afectan el % de ceniza, donde a mayor pH el contenido de % de cenizas aumenta, también se observa que no existe diferencia significativa en las localidades (bloques). En el Gráfico N° 09 se observa que el tratamiento 3 y 6 dio mayores % de ceniza en la localidad de Cochamal.

Gráfico N° 09: Comportamiento del % de cenizas promedio teniendo en cuenta los tratamientos y la localidad (bloques)

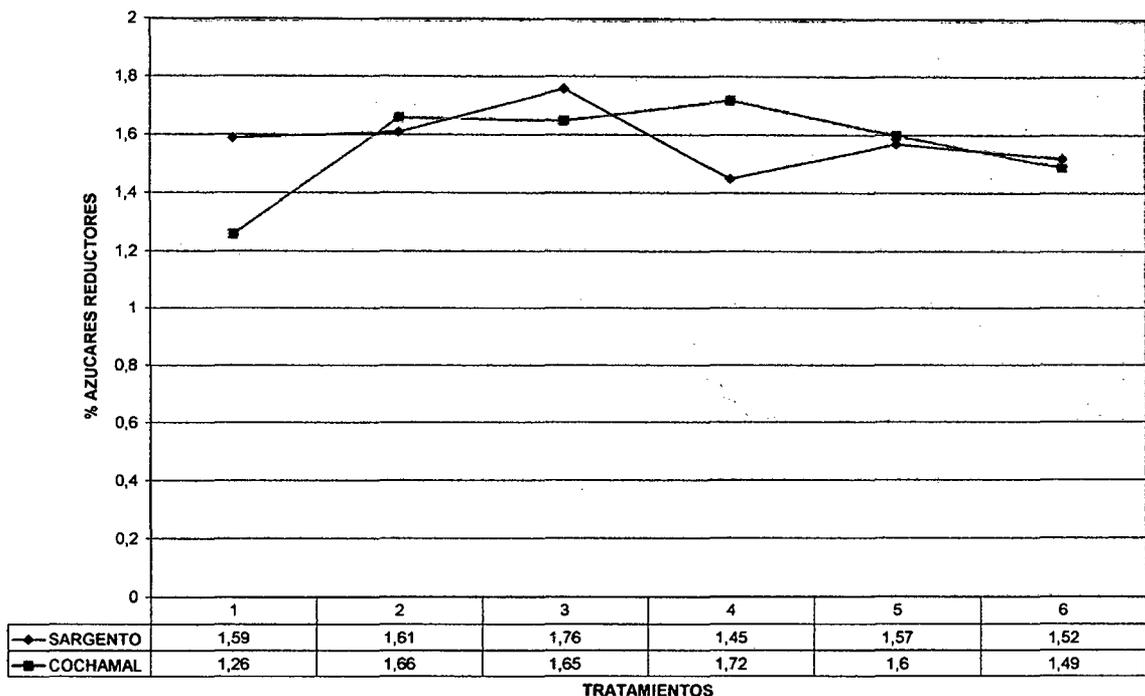


3.9. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE EL PORCENTAJE DE SÓLIDOS INSOLUBLES DE LA PANELA GRANULADA

En el Anexo II-B (Cuadro N° 26) se observa que no existe diferencia significativa en los tratamientos, en los bloques y tampoco en la interacción de los factores(A*B) para el porcentaje de sólidos insolubles.

En el Gráfico N° 10 se observa que el tratamiento 1 dio menor % de azúcares reductores en la localidad de Cochamal y el tratamiento 4 dio menor % de azúcares reductores en la localidad de Sargento.

Gráfico N° 10: Comportamiento del % de sólidos insolubles promedio teniendo en cuenta los tratamientos y la localidad (bloques)

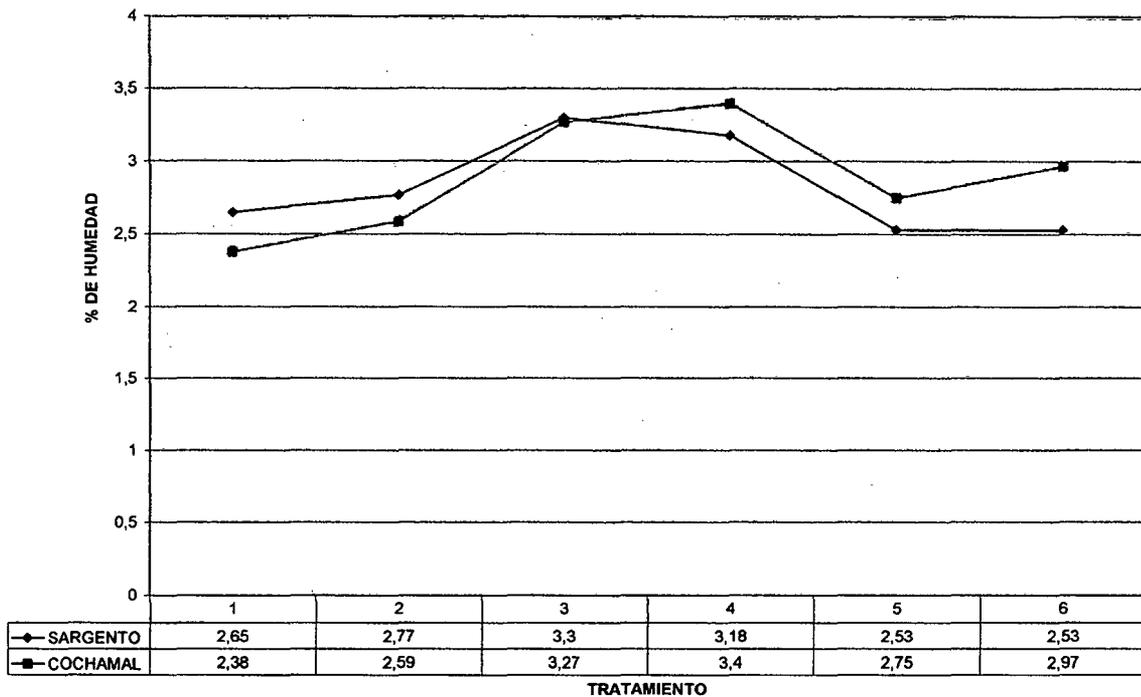


3.10. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE EL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LA PANELA GRANULADA

En el Anexo II-B (Cuadro N° 34) se observa que no existe diferencia significativa en los tratamientos, en los bloques y tampoco en la interacción de los factores(A*B) para el porcentaje de humedad.

En el Gráfico N° 11 se observa que el tratamiento 1 dio menor % de humedad en la localidad de Cochamal y el tratamiento 6 dio menor % de humedad en la localidad de Sargento.

Gráfico N° 11: Comportamiento del % de humedad promedio teniendo en cuenta los tratamientos y la localidad (bloques)

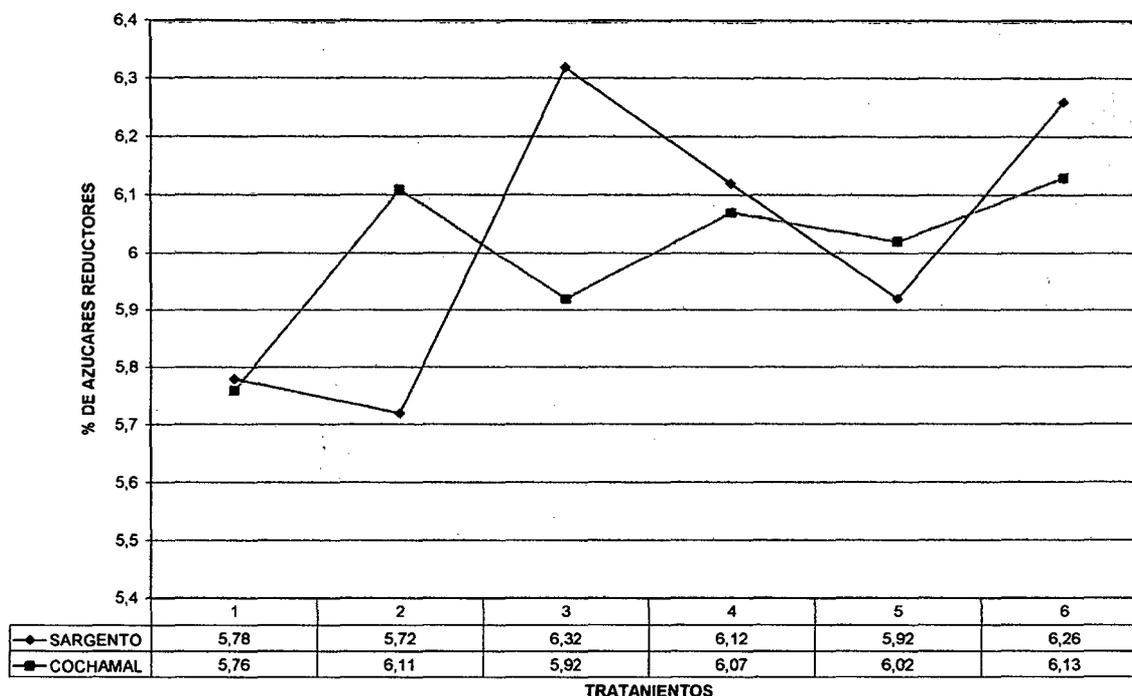


3.11. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE EL PORCENTAJE DE AZUCARES REDUCTORES DE LA PANELA GRANULADA

En el Anexo II-B (Cuadro N° 18) se observa que no existe diferencia significativa en los tratamientos, en los bloques y tampoco en la interacción de los factores(A*B) para el % de azucares reductores.

En el Gráfico N° 12 se observa que el tratamiento 1 dio menor % de azucares reductores la localidad de Cochamal y el tratamiento 2 dio menor % de azucares reductores en la localidad de Sargento.

Gráfico N° 12: Comportamiento del % de azucares reductores promedio teniendo en cuenta los tratamientos y la localidad (bloques)

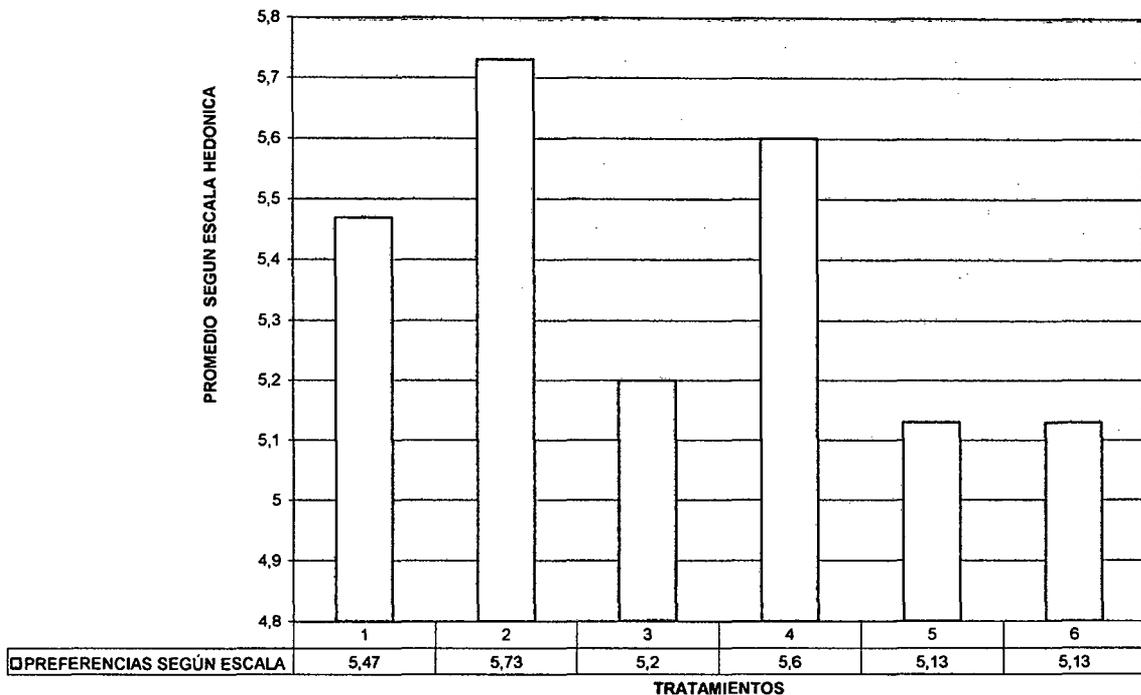


3.12. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SOBRE LA CARACTERÍSTICA SENSORIAL (SABOR) DE LA PANELA GRANULADA

En el Anexo III-A (Cuadro N° 44) se observa que no existe diferencia significativa en los tratamientos aplicados sobre la característica sensorial (sabor) de la panela granulada.

En el Gráfico N° 13 se observa que el tratamiento 2 y 4 dieron valores promedio mayores de preferencia.

Gráfico N° 13: Comportamiento de la característica sensorial (sabor) en cuenta los tratamientos y los promedios de preferencia de los panelistas según la escala hedónica



IV. DISCUSIONES

Los tratamientos 1, 2 y 4 para % de sacarosa forman grupos homogéneos ver anexos II-B (Cuadro 40), donde no existe diferencia en la utilización de los tratamientos para obtener la misma cantidad de % de sacarosa, pero hay que tener en cuenta la cantidad de ceniza a utilizar por lo que me quedaría con el tratamiento 1 que viene hacer la utilización de ceniza de cacao a una regularización del jugo de caña a pH de 6.0, por lo que se utiliza menor cantidad de agente neutralizante (ceniza de cacao) y se obtienen los mismos resultados.

En la etapa de clarificación de los jugos de caña se agregó bicarbonato de sodio en una concentración del 4% v/v, para lo cual se hizo un solución previa de bicarbonato de sodio con agua a 45 °C para todas las muestras a tratar, esta adición de 4% v/v se hace a la T° de 60°C – 70 °C según Aguirre, G. 1997.

El jugo presentó una alta pureza (relación entre la sacarosa y el Brix del jugo crudo), lo que significó que la mayor parte de sólidos solubles fueron sacarosa. El contenido de azúcares reductores fue bastante bajo, lo que indicó que el jugo fue de buena calidad, ya que el contenido de azúcares reductores debe ser como mínimo al 5.5%. (Resolución n° 002284, Ministerio de salud Colombia).

En resultados el cuadro N° 08 presenta los valores promedios de sacarosa y azúcares reductores, se observa que el porcentaje de sacarosa fue diferente para todos los niveles de pH y para ambos agentes neutralizantes (ceniza de cacao o ceniza de café).

En cuanto al contenido de azúcares reductores, presentó una diferencia mínima, con

valores entre 5.72 a 6.32 por lo que está en el rango establecido por las normas técnicas colombianas (Resolución n° 002284, Ministerio de salud Colombia).

En resultados el cuadro N° 08 presenta los valores promedios de porcentaje de cenizas, se observa que hay un incremento conforme aumenta el pH; éste se debe a la adición creciente del neutralizante (lejía de ceniza), por consiguiente influye directamente en el contenido de cenizas del producto final. Desde el punto de vista de las características fisicoquímicas, se prefiere la panela que contiene menor cantidad de cenizas, lo que se consigue con los y tratamientos 1 y 4. (Segura, M.2003).

En resultados el cuadro N° 08 presenta los valores promedios de color de la panela granulada, hay un incremento conforme se aumenta el pH del jugo; por consiguiente, se debe trabajar con ceniza de cacao y ceniza de café, regulando a pH del jugo a 6.0 por lo que el color de la panela es un aspecto importante para su comercialización ya que se prefiere una panela granulada de menor color (segura, M.2003).

Los valores de cenizas, están dentro de los requisitos fisicoquímicos según Resolución N° 002284 del Ministerio de Salud de Colombia (1995).

En resultados el cuadro N° 08 presenta los valores promedios de % humedad de la panela granulada, se nota que no hay diferencia en los tratamientos usados ni en las localidades realizadas, se obtienen valores de 2.53 a 3.3% por lo que están dentro del rango establecido por las normas técnicas Colombianas (Resolución n° 002284, Ministerio de salud Colombia).

En resultados el cuadro N° 08 presenta los valores promedios de % sólidos insolubles; se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y bloques

(localidades) por lo que dan valores que van desde 1.26 a 1.76% de sólidos insolubles, estos valores están entre los rangos establecidos por la norma Colombiana pero algunas muestras no están en los rangos establecidos por CEPICAFE (CEPICAFE.2006).

En lo referente al contenido de sacarosa todos los valores obtenidos al producir panela con los diferentes tratamientos están dentro de lo establecido por el Ministerio de Salud de Colombia. (Resolución N° 002248).

El contenido del porcentaje de azúcares reductores de la panela granulada para los tratamientos estudiados varió entre 5.72 y 6.32, estos valores están dentro de lo establecido por la Resolución N° 002248, del Ministerio de Salud de Colombia.

El contenido del porcentaje de sólidos insolubles de la panela granulada para los tratamientos estudiados varió entre 1.26 y 1.76, estos valores están dentro de lo establecido por la Empresa CEPICAFE (CEPICAFE.2006).

En cuanto a la evaluación sensorial; la estadística aplicada a los 15 panelistas se determinó mediante un diseño completo al azar que no hubo diferencias entre los productos elaborados con cenizas de cacao y con ceniza de café a diferentes pH en jugo de caña.

V. CONCLUSIONES

- A un pH de 6.0 y empleando ceniza de cacao, la panela granulada tuvo las mejores características físico-químicas.
- No se encontraron diferencias sensoriales entre la panela granulada elaborada con ceniza de cacao y la elaborada con ceniza de café por lo que se concluyó que no importa qué tratamiento realicemos ya que se obtendrá la misma aceptación sensorial para todos los tratamientos.
- La hipótesis planteada en el proyecto de investigación (El ajuste del pH en jugo de caña empleando ceniza de café tiene mejores características físicoquímicas y sensorial (sabor) en panela granulada obtenida, con respecto al empleo de ceniza de cacao) fue rechazada ya que fue todo lo contrario, con la ceniza de cáscara de cacao se obtuvieron mejores características físicoquímicas.
- La evaluación sensorial del grado de aceptabilidad hecha a 15 panelistas semientrenados, determinaron que se obtuvo un tratamiento con mayor puntaje de acuerdo a la escala hedónica (tratamiento con ceniza de cáscara de cacao y a una regulación del pH de caña de azúcar de 6.5) pero que era no significativo respecto a los otros tratamientos.
- Con la ceniza de cacao se obtuvieron mejores resultados físico-químicos respecto a la ceniza de café en la elaboración de la panela granulada.
- En la localidad de Cochamal se obtuvieron mejores resultados físico-químicos de panela granulada respecto a la localidad de Sargento, esto dependerá de las condiciones tanto de clima, terreno, cultivo y otros que son variables no estudiadas.

VI. RECOMENDACIONES

- Utilizar las buenas prácticas de manufactura en todas las etapas de la elaboración de panela granulada ya que de este dependerá la aceptación de nuestro producto.
- Existen estudios en la utilización de aglutinantes vegetales para clarificación de jugo de caña, sería de mucho interés la adición de estos aglutinantes para hacer de la panela un producto mucho más orgánico.
- El tiempo transcurrido entre el corte y la molienda debe ser el más corto posible dada la susceptibilidad de la cacharraza a hidrolizarse en glucosa y fructosa (azúcares reductores).
- La dosis de adición de cenizas depende del pH inicial del jugo, recomendando utilizar lejía de cáscara de cacao a una regulación del jugo a 6.0 de pH.
- Un exceso de cal ocasiona coloraciones oscuras de la panela y una deficiencia contribuye al mal "grano" o textura de la misma.
- La 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.
- La etapa de clarificación debe realizarse bajo ciertas condiciones de tiempo y temperatura y de su eficiencia depende en gran parte la calidad del producto terminado. En esta fase del proceso se obtiene la cachaza, subproducto utilizado en la alimentación animal.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

A. Aguirre, G. 1997. Panela un alimento de calidad. CORPOICA, CIMPA. Barbosa. Colombia.

B. Mayeta, S. 2003. RESUMENESS CIENTÍFICOS, VI CONACYTA-AREQUIPA-PERÚ, Pág.86-89.

C. Durán, N.; Gil, N. y García, H. 1992. Manual de elaboración de panela y otros derivados de la caña. Barbosa. Colombia.

D. Sitios en Red.

1. FAO. 2000.

Disponible en:

http://www.fao.org/index_es.htm

Acceso: 10-02- 2008

2. Ministerio de salud Colombia; Resolución N° 002284

Disponible en:

[http://www.mincomercio.gov.co/eContent/Documentos/Regulacion/ReglamentosTecnicos/Vigentes/R.T. Panela.pdf](http://www.mincomercio.gov.co/eContent/Documentos/Regulacion/ReglamentosTecnicos/Vigentes/R.T._Panela.pdf)

[f](http://www.mincomercio.gov.co/eContent/Documentos/Regulacion/ReglamentosTecnicos/Vigentes/R.T._Panela.pdf)

Acceso: 10-02- 2008

3. Segura. M. 2003.

Disponible en:

[http://www.upao.edu.pe/publicaciones/revistaoficialupao/revistas/AntenorOrrego22.pdf#search=%22%20panela%20granulada%22.](http://www.upao.edu.pe/publicaciones/revistaoficialupao/revistas/AntenorOrrego22.pdf#search=%22%20panela%20granulada%22)

Acceso: 10-02- 2008

4. CEPICAFE .2006.

Disponible en:

http://www.cepicafe.com.pe/3_2.htm.

Acceso: 10-02- 2008

5. Acopanela lucha por exportar.

Disponible en:

[http://www.elsalvador.com/noticias/2005/02/15/negocios/neg1
.asp](http://www.elsalvador.com/noticias/2005/02/15/negocios/neg1.asp)

Acceso: 12-03- 2008

6. Infocomm.

Disponible en:

www.unctad.org/infocomm/espagnol/cacao/tecnologia.htm.

Acceso: 02-04- 2008

7. Reciclaje de los subproductos del café.

Disponible en:

[www.cofenac.org/documentos/Compostaje-
Subproductos.pdf](http://www.cofenac.org/documentos/Compostaje-Subproductos.pdf).

Acceso: 10-04- 2008

ANEXOS

ANEXO I-A

A. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE PANELA GRANULADA

A.1. DETERMINACIÓN DE CENIZAS – MÉTODO GRAVIMÉTRICO

▪ PROCEDIMIENTO

- ✓ Se pesó el crisol (P_i) precalentado en una balanza analítica con una tolerancia de $\pm 0,0001$ g.
- ✓ Luego se pesó 5 g de panela (P_m) en una balanza analítica con una precisión de $\pm 0,0001$ g.
- ✓ Posteriormente se agregó 5 ml de ácido sulfúrico concentrado gota a gota, hasta mojar en su totalidad los 5 g de panela granulada.
- ✓ Luego se colocó el crisol con 5g de panela granulada al mechero bunsen a una $^{\circ}T$ de $150- 200\text{ }^{\circ}C \pm 30\text{ }^{\circ}C$ por 2.5 – 3 horas, hasta que se obtenga la ceniza.
- ✓ A continuación se sacó el crisol del mechero bunsen y se dejó enfriar hasta cerca a la temperatura ambiente.
- ✓ Luego se adicionó 2 ml de ácido sulfúrico, gota a gota de modo que se humedezca todo el material.
- ✓ Posteriormente se llevó el crisol con la muestra a una cocina eléctrica por 20 minutos, con el propósito de evaporar el ácido sulfúrico.
- ✓ Luego se le volvió a poner en el mechero bunsen a $150-200\text{ }^{\circ}C \pm 30\text{ }^{\circ}C$ por el espacio de 3 horas.

- ✓ Posteriormente se retiró el crisol de la mufla y se dejó enfriar a temperatura ambiente.
- ✓ Finalmente se pesó el crisol y el contenido (P_f) en una balanza analítica, con precisión de 0.0001 g.

▪ CÁLCULO

El cálculo se realizó mediante la siguiente fórmula.

$$\%cenizas = \frac{P_f - P_i}{P_m} \times 100$$

Donde:

P_f : Peso del crisol final con la ceniza.

P_i : Peso del crisol inicial.

P_m : Peso de la muestra.

A.2. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

▪ PROCEDIMIENTO

- ✓ Se calibró la balanza de determinación de humedad.
- ✓ Se pesó entre 2 y 3 gr. de muestra de panela granulada.
- ✓ Luego se esparció uniformemente en toda la superficie del plato que porta la muestra.
- ✓ Se determinó automáticamente la humedad cuando la alarma de la balanza de determinación de humedad nos indicó el final de la prueba.

- ✓ Finalmente se tomó nota del porcentaje humedad de la muestra, mostrada en la pantalla del equipo.

A.3. DETERMINACIÓN DE COLOR

▪ PROCEDIMIENTO

- ✓ Se Pesó 5 g de muestra de panela granulada y se colocó en un vaso de precipitación.
- ✓ Luego se adicionó 100 ml de agua destilada.
- ✓ A continuación se colocó la solución azucarada en el agitador magnético para disolver bien la panela.
- ✓ Luego se filtró la solución usando papel filtro.
- ✓ Posteriormente se midió los sólidos solubles (W%) de la solución azucarada filtrada utilizando el refractómetro óptico.
- ✓ Luego se llenó la cubeta del espectrofotómetro con la solución de panela, evitando la formación de burbujas.
- ✓ Finalmente se colocó la cubeta en el espectrofotómetro y se realizó la medición de la absorbancia (As).

▪ CALCULO

$$\text{Color (UI)} = \frac{As \times 1000}{b \times C}$$

Donde:

UI: Unidades ICUMSA

As: Absorbancia

b : Longitud de celda (1 cm)

C: Valor de acuerdo al °Brix leído (g/cm^3) (ver anexo I-A, tabla N° 05)

ANEXO I – B

Cuadro N° 01: Tabla para color- Método Icumsa

W (%)	C (g/cm³)
7,4	0,076032
7,5	0,077090
7,6	0,078149
7,7	0,079209
7,8	0,080269
7,9	0,081330
8,0	0,082392
8,1	0,083455
8,2	0,084519

Fuente: ICUMSA

Cuadro N° 02: Formulación de la cantidad en ml de Bicarbonato de Sodio en 3 Litros de jugo de caña

INSUMO LOCALIDAD	COCHAMAL Y SARGENTO					
	CASCARA DE CAFÉ			CASCARA DE CACAO		
LEJIA	Ph=6.0	pH=6.5	pH=6.8	pH=6.0	pH=6.5	pH=6.8
JUGO DE CAÑA AJUSTADO A						
BICARBONATO DE SODIO	120 ml	120 ml	120 ml	120 ml	120 ml	120 ml

Fuente: Propia del tesista

Cuadro N° 03: Formulación de la cantidad en ml de lejía agregada en 3 litros de jugo de caña

Jugo de caña	LEJÍA DE CÁSCARA DE CAFÉ						LEJÍA DE CÁSCARA DE CACAO					
	pH min. y máx.						pH min. y máx.					
	10.7			10.95			11.37			11.42		
	Jugo regulado a Ph			Jugo regulado A Ph			Jugo regulado a Ph			Jugo regulado a pH		
	6.0	6.5	6.8	6.0	6.5	6.8	6.0	6.5	6.8	6.0	6.5	6.8
pH =5.51	12ml	28.7ml	46.2ml	11.6ml	27.1ml	44.3ml	8.6ml	25.8ml	41.1ml	8.1ml	24.8ml	38.7ml
pH =5.55	11.5ml	28ml	45ml	11ml	26.5ml	43ml	8ml	25ml	40ml.	7.5ml	24ml	38ml

Fuente: Propia del tesista

ANEXO I – C

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA PARA ÉL MANEJO DE PANELA GRANULADA

CONTENIDO TÉCNICO

CAPÍTULO I

DEFINICIONES

ARTÍCULO 3°. DEFINICIONES. Para efectos del reglamento técnico que se establece a través de la presente resolución, se deberán tener en cuenta las siguientes definiciones:

CENTRAL DE ACOPIO DE MIELES VÍRGENES PARA PROCESAMIENTO DE PANELA: Establecimiento destinado al acopio de mieles vírgenes procedentes de trapiches paneleros, autorizado por autoridad sanitaria, con el fin de elaborar la panela bajo condiciones higiénicas y de calidad.

EMBALAJE: Cubierta o envoltura destinada a contener temporalmente un producto o conjunto de productos durante su manipulación, transporte, almacenamiento o presentación a la venta, a fin de protegerlos, identificarlos y facilitar las operaciones.

ENVASE: Recipiente o envoltura destinado a contener y proteger los productos individuales hasta su consumo final.

MIELES VÍRGENES: Producto natural que resulta de la concentración del jugo clarificado de la caña de azúcar del que no se ha extraído todavía ninguna forma de azúcar.

PANELA: Producto natural obtenido de la extracción y evaporación de los jugos de caña de azúcar, elaborado en los establecimientos denominados trapiches paneleros.

PANELA ADULTERADA: La panela adulterada es aquella a la cual:

- a. Se le han sustituido parte de los elementos constituyentes, reemplazándolos por otras sustancias.
- b. Se le han adicionado sustancias no autorizadas.

PANELA ALTERADA: Aquella que sufre modificación o degradación, parcial o total de los constituyentes que le son propios, ocasionado por agentes físicos, químicos o biológicos.

PANELA CONTAMINADA: Panela que contiene agentes y/o sustancias extrañas de cualquier naturaleza en cantidades superiores a las permitidas en las normas nacionales.

PANELA FALSIFICADA: Panela falsificada es aquella que:

- a. Se le designa o se expende con nombre o calificativo distinto al que le corresponde.
- b. Su envase, rótulo o etiqueta contiene diseño o declaración ambigua.
- c. No proceda de sus verdaderos fabricantes o que tenga la apariencia y caracteres generales de un producto legítimo, protegido o no por marca registrada y que se denomine como éste, sin serlo.

PANELA SABORIZADA: Es aquella obtenida de la extracción, evaporación y procesamiento de los jugos de la caña de azúcar, elaborada en los establecimientos denominados trapiches paneleros o en las centrales de acopio de mieles vírgenes, con adición de saborizantes permitidos por el Ministerio de Protección Social.

PROCESADOR DE PANELA: Quien sin ser cultivador de caña la adquiere, le extrae el jugo, lo evapora y elabora panela sin exceder su capacidad de molienda de 10 toneladas por hora.

RÓTULO: Membrete, marca, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, que se haya escrito, impreso o estarcido, marcado, marcado en relieve o en huecogravado o adherido al envase de un alimento.

ROTULADO: Material escrito, impreso o gráfico que contiene el rótulo, acompaña el alimento o se expone cerca del alimento, incluso el que tiene por objeto fomentar su venta o colocación.

TRAPICHE PANELERO: Establecimiento donde se extrae y evapora el jugo de la caña de azúcar y se elabora la panela.

CAPÍTULO II

CONDICIONES GENERALES DE LA PANELA

ARTÍCULO 4°. DE LAS CONDICIONES GENERALES DE LA PANELA. Además de los requisitos de calidad en el Artículo 5°, la panela debe cumplir con las siguientes condiciones generales:

- a. Presentar la coloración en los diferentes tonos de amarillo, pardo y pardo oscuro.
- b. Estar libre de ataque de hongos, mohos, insectos y roedores.
- c. Elaborarse en establecimiento autorizados y que cumplan con requisitos higiénicos de fabricación.

CAPÍTULO III

REQUISITOS Y PROHIBICIONES

ARTÍCULO 5°. DE LOS REQUISITOS DE CALIDAD DE LA PANELA. La panela debe cumplir con los requisitos de calidad que a continuación se establecen:

A. REQUISITOS FÍSICO-QUÍMICOS

Cuadro N° 04: Requisitos físico-químicos de panela

REQUISITOS	MÍNIMO	MÁXIMO
% Azúcar reductores expresado en glucosa	5.5	-
% Sacarosa	-	83.0
% Proteínas	0.2	-
% Ceniza	0.8	-
% Humedad	-	9.0
Plomo expresado con Pb en mg/kg	-	0.2
Arsénico expresado en As en mg/kg	-	0.1
SO ₂	NEGATIVO	
Colorantes	NEGATIVO	

ARTÍCULO 6°. PROHIBICIONES. En la elaboración de panela se prohíbe el uso de las siguientes sustancias e insumos:

- a.** Colorantes o sustancias tóxicas, grasas saturadas, poliacrilamidas.
- b.** Azúcar, panela granulada o partida en trozos, entera o devuelta durante la comercialización para, derretirla y fabricar panela.
- c.** Cualquier otra sustancia química que altere sus características físico-químicas, su valor nutricional o que eventualmente pueda afectar la salud.

ANEXO II – A

1. ANÁLISIS DE AZÚCARES REDUCTORES BAJO UN DBCA CON SUBMUESTRAS

Cuadro N° 05: Análisis de azúcares reductores

LOCALIDAD	REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
		A_1B_1	A_1B_2	A_1B_3	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_3
SARGENTO	1	5,83	5.95	6.85	5.86	5.93	5.51
	2	5,75	5.56	5.61	5.73	5.64	6.72
	3	5,76	5.64	6.49	6.76	6.2	6.56
		17.34	17.15	18.95	18.35	17.77	18.79
COCHAMAL	1	5,51	6.79	5.74	5.63	5.68	5.92
	2	5,85	5.89	6.63	6.82	5.75	5.75
	3	5,92	5.65	5.39	5.75	6.64	6.71
		17.28	18.33	17.76	18.2	18.07	18.38

Fuente: Propia del tesista

FACTOR DE CORRECCIÓN:

$$C = \frac{(Y...)^2}{M} = \frac{216.37^2}{BT'm} = \frac{46815.98}{2 \times 6 \times 3} = 1300.44$$

Donde:

B=2 bloques

M=3 repeticiones o sub muestras

T=6 tratamientos

CONSTRUYENDO UN CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA)

- Suma de cuadrados del total (SCT).

$$SCT = \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - C$$

$$SCT = 5.83^2 + 5.75^2 + 5.76^2 + \dots + 5.92^2 + 5.75^2 + 6.71^2 - 1300.44$$

$$SCT = 1307.83 - 1300.44$$

$$SCT = 7.39$$

- Suma de cuadrados del tratamiento (SCT').

$$SCT' = \frac{\sum Y_{i..}^2}{B \times m} - C$$

$$SCT' = \frac{34.62^2 + 35.48^2 + 36.71^2 + 36.55^2 + 35.84^2 + 37.17^2}{6} - 1300.44$$

$$SCT' = 1301.17 - 1300.44$$

$$SCT' = 0.73$$

- Suma de cuadrados de los bloques (SCB)

$$SCB = \frac{\sum Y_{.j.}^2}{T' \times m} - C$$

$$SCB = \frac{108.35^2 + 108.02^2}{6 \times 3} - 1300.44$$

$$SCB = 1300.45 - 1300.44$$

$$SCB = 0.01$$

- Suma de cuadrados de bloques por tratamiento ($SCB * T'$)

$$SCB * T' = \frac{\sum_i \sum_j y_{ij.}^2}{m} - C$$

$$SCB * T' = (17.34^2 + 17.15^2 + 18.35^2 + \dots + 18.07^2 + 18.38^2 / 3) - 1300.44$$

$$SCB * T' = 1301.7 - 1300.44 = 1.26$$

- Suma de cuadrados por efecto del muestreo(SC e . muestreo)

$$SC \text{ e.muestreo} = SC \text{ total} - SCB * T'$$

$$SC \text{ e.muestreo} = 7.39 - 1.26$$

$$SC \text{ e.muestreo} = 6.13$$

- Suma de cuadrados por efecto del error experimental(SC e.experimental)

$$SC \text{ e.experimental} = SCB * T' - SCT' - SCB$$

$$SC \text{ e.experimental} = 1.26 - 0.73 - 0.01$$

$$SC \text{ e.experimental} = 0.52$$

Cuadro N° 06: Análisis de varianza para azúcares reductores

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F_c	Significación
Tratamiento	0.73	5	0.146	2.8	n.s
Bloques	0.01	1	0.01	0.096	n.s
E. Muestreo	6.13	24	0.26	2.5	n.s
E. Experimental	0.52	5	0.104		
Total	7.39	35			

Fuente: Propia del tesista

a. Hipótesis:

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 \dots$$

$$H_a : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq \dots$$

b. Decisión:

- Para los tratamientos:

$$F_{\text{tabla}} = F(5,10)_{0.05} = 3.33$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación.}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación.

- Para los bloques:

$$F_{\text{tabla}} = F(1,10)_{0.05} = 4.96$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los bloques.

- Para los efectos del muestreo:

$$F_{\text{tabla}} = F(19,10)_{0.05} = 2.77$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre las repeticiones o submuestras.

2. ANÁLISIS DE COLOR BAJO UN DBCA CON SUBMUESTRAS

Cuadro N° 07: Análisis de color

LOCALIDAD	REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
		A_1B_1	A_1B_2	A_1B_3	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_3
SARGENTO	1	5979.9	14575.9	7225.7	4484.9	8969,8	12084,3
	2	6147.8	10464.8	3653.6	3737.4	8471,5	8845,2
	3	6104.5	11087.7	6478.2	4609.5	8845,2	9219,0
		18232.2	36128.4	17357.5	13231.8	26286.5	30148.5
COCHAMAL	1	3029.9	9461.5	5554.9	6438.6	8711,1	6943,6
	2	2777.5	9721.1	6059.9	6943.6	6943,6	7322,4
	3	3282.5	8963.6	5176.2	6817,4	6817,4	7448,6
		9089.9	28146.2	16791	20199.6	22472.1	21714.6

Fuente: Propia del tesista

FACTOR DE CORRECCIÒN:

$$C = \frac{(Y_{...})^2}{M} = \frac{259798.3^2}{BT'm} = \frac{67495156682.89}{2 \times 6 \times 3} = 1874865463.4$$

Donde:

B=2 bloques

M=3 repeticiones o sub muestras

T=6 tratamientos

CONSTRUYENDO UN CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA)

- Suma de cuadrados del total (SCT).

$$SCT = \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - C$$

$$SCT = 5979.9^2 + 6147.8^2 + \dots + 7322.4^2 + 7448.6^2 - 1874865463.4$$

$$SCT = 2010180856.49 - 1874865463.4$$

$$SCT = 2145496249.58$$

- Suma de cuadrados del tratamiento (SCT').

$$SCT' = \frac{\sum Y_{i..}^2}{B \times m} - C$$

$$SCT' = \frac{27322.1^2 + 64274.6^2 + 34148.5^2 + 33431.4^2 + 48758.6^2 + 51863.1^2}{6} - 1874865463.4$$

$$SCT' = 2038113687.892 - 1874865463.4$$

$$SCT' = 163248224.492$$

- Suma de cuadrados de los bloques (SCB)

$$SCB = \frac{\sum Y_{.j}^2}{T' m} - C$$

$$SCB = \frac{141384.9^2 + 118413.4^2}{6 \times 3} - 1874865463.4$$

$$SCB = 1889523513.754 - 1874865463.4$$

$$CSB = 14658050.354$$

- Suma de cuadrados de bloques por tratamiento(SCB*T')

$$SCB * T' = \frac{\sum_i \sum_j y_{ij}^2}{m} - C$$

$$SCB * T' = (18232.2^2 + 36128.4^2 + 17357.5^2 + \dots + 22472.1^2 + 21714.6^2 / 3) - 1874865463.4$$

$$SCB * T' = 2085088461.52 - 1874865463.4 = 210222998.12$$

- Suma de cuadrados por efecto del muestreo(SC e . muestreo)

$$SC \text{ e.muestreo} = SC \text{ total} - SCB * T'$$

$$SC \text{ e.muestreo} = 2145496249.58 - 210222998.12$$

$$SC \text{ e.muestreo} = 1935273251,46$$

- Suma de cuadrados por efecto del error experimental(SC e.experimental)

$$C \text{ e.experimental} = SCB * T' - SCT' - SCB$$

$$SC \text{ e.experimental} = 210222998.12 - 163248224.492 - 14658050.354$$

$$SC \text{ e.experimental} = 32316723,274$$

Cuadro N° 08: Análisis de varianza para color

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F_c	Significación
Tratamiento	163248224.492	5	32649644,9	5.05	*
Bloques	14658050.35	1	14658050.35	2.27	n.s
E. Muestreo	1935273251.96	24	80636385,498	12.5	*
E. Experimental	32316723.274	5	6463344,655		
Total	2145496249.58	35			

Fuente: Propia del tesista

a. Hipótesis:

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 \dots$$

$$H_a : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq \dots$$

b. Decisión:

- Para los tratamientos:

$$F_{\text{tabla}} = F(5,10)_{0,05} = 3.33$$

$$F_{\text{calculado}} \geq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación.}$$

Existe diferencia significativa entre los tratamientos.

- Para los bloques:

$$F_{\text{tabla}} = F(1,10)_{0,05} = 4.96$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los bloques.

- Para los efectos del muestreo: $F_{tabla} = F(19,10)_{0,05} = 2.77$

$$F_{calculado} \geq F_{tabla} \text{ para todas las fuentes de variación.}$$

Existe diferencia significativa entre los sub muestreos o repeticiones.

3. ANÁLISIS DE SÓLIDOS INSOLUBLES BAJO UN DBCA CON SUBMUESTRAS

Cuadro N° 09: Análisis de sólidos insolubles

LOCALIDAD	REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
		A_1B_1	A_1B_2	A_1B_3	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_3
SARGENTO	1	1.26	1.23	1.35	1.33	1.68	1.4
	2	1.76	1.96	2.38	1.51	1.56	1.59
	3	1.75	1.65	1.56	1.51	1.46	1.57
		4.77	4.84	5.29	4.35	4.7	4.56
COCHAMAL	1	1.06	1.64	1.49	1.88	1.59	1.45
	2	1.26	1.98	1.79	1.69	1.49	1.49
	3	1.45	1.36	1.68	1.59	1.65	1.53
		3.77	4.98	4.96	5.16	4.73	4.47

Fuente: Propia del tesista

FACTOR DE CORRECCIÓN:

$$C = \frac{(Y_{...})^2}{M} = \frac{56.58^2}{BT'm} = \frac{3201.3}{2 \times 6 \times 3} = 88.93$$

Donde:

B=2 bloques

M=3 repeticiones o sub muestras

T=6 tratamientos

CONSTRUYENDO UN CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA)

- Suma de cuadrados del total (SCT).

$$SCT = \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - C$$

$$SCT = 1.26^2 + 1.76^2 + \dots + 1.49^2 + 1.53^2 - 88.93$$

$$SCT = 90.9876 - 88.93$$

$$SCT = 2.06$$

- Suma de cuadrados del tratamiento (SCT').

$$SCT' = \frac{\sum Y_{i..}^2}{B \times m} - C$$

$$SCT' = \frac{8.54^2 + 9.82^2 + 10.25^2 + 9.51^2 + 9.43^2 + 9.03^2}{6} - 88.93$$

$$SCT' = 89.22 - 88.93$$

$$SCT' = 0.29$$

- Suma de cuadrados de los bloques (SCB)

$$SCB = \frac{\sum Y_{.j.}^2}{T' m} - C$$

$$SCB = \frac{28.51^2 + 28.07^2}{6 \times 3} - 88.93$$

$$SCB = 88.9303 - 88.93$$

$$SCB = 0.0003$$

- Suma de cuadrados de bloques por tratamiento ($SCB * T'$)

$$SCB * T' = \frac{\sum_i \sum_j y_{ij.}^2}{m} - C$$

$$SCB * T' = (4.77^2 + 4.84^2 + 5.29^2 + \dots + 3.73^2 + 4.47^2 / 3) - 88.93$$

$$SCB * T' = 86.7 - 88.93 = -2.23$$

- Suma de cuadrados por efecto del muestreo(SC e . muestreo)

$$SC \text{ e.muestreo} = SC \text{ total} - SCB * T'$$

$$SC \text{ e.muestreo} = 2.061 - (-2.23)$$

$$SC \text{ e.muestreo} = 4.291$$

- Suma de cuadrados por efecto del error experimental(SC e.experimental)

$$SC \text{ e.experimental} = SCB * T' - SCT' - SCB$$

$$SC \text{ e.experimental} = -2.23 - 0.29 - 0.0003$$

$$SC \text{ e.experimental} = -2.5203$$

Cuadro N° 10: Análisis de varianza para sólidos insolubles

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F_c	Significación
Tratamiento	0.29	5	0.058	-0.115	n.s
Bloques	0.0003	1	0.0003	-0.0006	n.s
E. Muestreo	4.291	24	0.18	-0.36	n.s
E. Experimental	-2.5203	5	0.504		
Total	2.061	35			

Fuente: Propia del tesista

a. Hipótesis:

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3, \dots$$

$$H_a : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq \dots$$

b. Decisión:

- Para los tratamientos:

$$F_{\text{tabla}} = F(5,10)_{0.05} = 3.33$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación.}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación, no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

- Para los bloques:

$$F_{\text{tabla}} = F(1,10)_{0.05} = 4.96$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los bloques.

- Para los efectos del muestreo:

$$F_{\text{tabla}} = F(19,10)_{0.05} = 2.77$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación, no existe diferencia significativa entre los sub muestreos o repeticiones.

4. ANÁLISIS DE CENIZAS BAJO UN DBCA CON SUBMUESTRAS

Cuadro N° 11: Análisis de cenizas

LOCALIDAD	REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
		A_1B_1	A_1B_2	A_1B_3	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_3
SARGENTO	1	0.92	1.04	1.12	0.84	1.0	1.08
	2	0.94	1.08	1.21	0.91	1.04	1.16
	3	0.92	1.06	1.15	0.86	0.98	1.05
		2.78	3.18	3.48	2.71	3.02	3.29
COCHAMAL	1	0.84	0.96	1.15	0.8	0.92	1.04
	2	1.11	1.21	1.56	0.85	0.93	1.28
	3	0.99	1.12	1.37	0.98	0.96	1.32
		2.94	3.29	4.08	2.63	2.81	3.64

Fuente: Propia del tesista

FACTOR DE CORRECCIÓN:

$$C = \frac{(Y_{...})^2}{M} = \frac{37.85^2}{BT'm} = \frac{1432.62}{2 \times 6 \times 3} = 39.795$$

Donde:

B=2 bloques

M=3 repeticiones o sub muestras

T=6 tratamientos

CONSTRUYENDO UN CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA)

- Suma de cuadrados del total (SCT).

$$SCT = \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - C$$

$$SCT = 0.92^2 + 0.94^2 + \dots + 1.28^2 + 1.32^2 - 39.795$$

$$SCT = 40.5279 - 39.795$$

$$SCT = 0.7329$$

- Suma de cuadrados del tratamiento (SCT').

$$SCT' = \frac{\sum Y_{i..}^2}{B \times m} - C$$

$$SCT' = \frac{5.72^2 + 6.47^2 + 7.56^2 + 5.34^2 + 5.83^2 + 6.93^2}{6} - 39.795$$

$$SCT' = 40.377 - 39.795$$

$$SCT' = 0.582$$

- Suma de cuadrados de los bloques (SCB)

$$SCB = \frac{\sum Y_{.j}^2}{T \cdot m} - C$$

$$SCB = \frac{18.46^2 + 19.39^2}{6 \times 3} - 39.795$$

$$SCB = 39.819 - 39.795$$

$$CSB = 0.024$$

- Suma de cuadrados de bloques por tratamiento (SCB*T')

$$SCB*T' = \frac{\sum_i \sum_j y_{ij}^2}{m} - C$$

$$SCB*T' = (2.78^2 + 3.18^2 + 3.48^2 + \dots + 2.81^2 + 3.64^2 / 3) - 39.795$$

$$SCB*T' = 40.472 - 39.795 = 0.677$$

- Suma de cuadrados por efecto del muestreo (SC e . muestreo)

$$SC \text{ e.muestreo} = SC \text{ total} - SCB*T'$$

$$SC \text{ e.muestreo} = 0.7329 - 0.677$$

$$SC \text{ e.muestreo} = 0.0559$$

- Suma de cuadrados por efecto del error experimental (SC e.experimental)

$$SC \text{ e.experimental} = SCB*T' - SCT' - SCB$$

$$SC \text{ e.experimental} = 0.677 - 0.582 - 0.024$$

$$SC \text{ e.experimental} = 0.071$$

Cuadro N° 12: Análisis de varianza para cenizas

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F_c	Significación
Tratamiento	0.582	5	0.1164	8.197	*
Bloques	0.024	1	0.024	1.7	n.s
E. Muestreo	0.0559	24	0.0023	0.162	n.s
E.Experimental	0.071	05	0.0142		
Total	0.7329	35			

Fuente: Propia del tesista

a. Hipótesis:

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 \dots$$

$$H_a : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq \dots$$

b. Decisión:

- Para los tratamientos:

$$F_{\text{tabla}} = F(5,10)_{0.05} = 3.33$$

$$F_{\text{calculado}} \geq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación.}$$

Existe diferencia significativa entre los tratamientos al 5% de error experimental.

- Para los bloques:

$$F_{\text{tabla}} = F(1,10)_{0.05} = 4.96$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los bloques.

- Para los efectos del muestreo:

$$F_{\text{tabla}} = F(19,10)_{0,05} = 2.77$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación, no existe diferencia significativa entre los sub muestreos o repeticiones.

5. ANÁLISIS DE HUMEDAD BAJO UN DBCA CON SUBMUESTRAS

Cuadro N° 13: Análisis de humedad

LOCALIDAD	REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
		A_1B_1	A_1B_2	A_1B_3	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_3
SARGENTO	1	2.1	2.61	2.76	2.95	2.65	1.69
	2	3.12	3.05	4.57	3.95	2.95	2.65
	3	2.72	2.65	2.5	2.64	1.98	3.26
		7.94	8.31	9.83	9.54	7.58	7.6
COCHAMAL	1	1.55	1.69	3.19	4.92	1.64	1.38
	2	2.95	2.95	3.45	3.62	2.64	4.65
	3	2.65	3.12	3.16	1.66	3.97	2.87
		7.15	7.76	9.8	10.2	8.25	8.9

Fuente: Propia del tesista

FACTOR DE CORRECCIÓN:

$$C = \frac{(Y...)^2}{M} = \frac{102.86^2}{BT'm} = \frac{10580.1796}{2 \times 6 \times 3} = 293.894$$

Donde:

B=2 bloques

M=3 repeticiones o sub muestras

T=6 tratamientos

CONSTRUYENDO UN CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA)

- Suma de cuadrados del total (SCT).

$$SCT = \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - C$$

$$SCT = 2.1^2 + 3.12^2 + \dots + 4.65^2 + 2.87^2 - 293.894$$

$$SCT = 319.5936 - 293.894$$

$$SCT = 25.699$$

- Suma de cuadrados del tratamiento (SCT').

$$SCT' = \frac{\sum Y_{i..}^2}{B \times m} - C$$

$$SCT' = \frac{15.09^2 + 16.07^2 + 19.63^2 + 19.74^2 + 15.83^2 + 16.5^2}{6} - 293.894$$

$$SCT' = 297.2994 - 293.894$$

$$SCT' = 3.4054$$

- Suma de cuadrados de los bloques (SCB)

$$SCB = \frac{\sum Y_{.j.}^2}{T' \cdot m} - C$$

$$SCB = \frac{50.8^2 + 52.06^2}{6 \times 3} - 293.894$$

$$SCB = 293.9379 - 293.894$$

$$SCB = 0.0439$$

- Suma de cuadrados de bloques por tratamiento ($SCB * T'$)

$$SCB * T' = \frac{\sum_i \sum_j y_{ij}^2}{m} - C$$

$$SCB * T' = (7.94^2 + 8.31^2 + 9.83^2 + \dots + 8.25^2 + 8.9^2 / 3) - 293.894$$

$$SCB * T' = 297.883 - 293.894 = 3.989$$

- Suma de cuadrados por efecto del muestreo(SC e . muestreo)

$$SC \text{ e.muestreo} = SC \text{ total} - SCB * T'$$

$$SC \text{ e.muestreo} = 25.699 - 3.989$$

$$SC \text{ e.muestreo} = 21.71$$

- Suma de cuadrados por efecto del error experimental(SC e.experimental)

$$SC \text{ e.experimental} = SCB * T' - SCT' - SCB$$

$$SC \text{ e.experimental} = 3.989 - 3.4054 - 0.0439$$

$$SC \text{ e.experimental} = 0.5397$$

Cuadro N° 14: Análisis de varianza para humedad

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F_c	Significación
Tratamiento	3.4054	5	0.681	6.3	*
Bloques	0.0439	1	0.0439	0.406	n.s
E. Muestreo	21.71	24	0.905	8.4	*
E.Experimental	0.5397	5	0.108		
Total	25.699	35			

Fuente: Propia del tesista

a. Hipótesis:

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 \dots$$

$$H_a : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq \dots$$

b. Decisión:

- Para los tratamientos:

$$F_{\text{tabla}} = F(5,10)_{0.05} = 3.33$$

$$F_{\text{calculado}} \geq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación.}$$

Existe diferencia significativa entre los tratamientos

- **Para los bloques:**

$$F_{\text{tabla}} = F(1,10)_{0.05} = 4.96$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los bloques.

- **Para los efectos del muestreo:**

$$F_{\text{tabla}} = F(19,10)_{0.05} = 2.77$$

$$F_{\text{calculado}} \geq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Existe diferencia significativa entre los sub muestreos o repeticiones.

6. ANÁLISIS DE SACAROSA BAJO UN DBCA CON SUBMUESTRAS

Cuadro N° 15: Análisis de sacarosa

LOCALIDAD	REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
		A_1B_1	A_1B_2	A_1B_3	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_3
SARGENTO	1	77	77	74	78	75	75
	2	76	76	75	76	76	74
	3	77	77	76	77	75	76
Total		230	230	225	231	226	225
COCHAMAL	1	80	80	77	80	77	77
	2	79	79	78	80	78	78
	3	80	80	77	81	79	78
Total		239	239	232	241	234	233

Fuente: Propia del tesista

FACTOR DE CORRECCIÓN:

$$C = \frac{(Y_{...})^2}{M} = \frac{2785^2}{BT'm} = \frac{7756225}{2 \times 6 \times 3} = 215450.7$$

Donde:

B=2 bloques

M=3 repeticiones o sub muestras

T=6 tratamientos

CONSTRUYENDO UN CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA)

- Suma de cuadrados del total (SCT).

$$SCT = \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - C$$

$$SCT = 77^2 + 76^2 + 77^2 + \dots + 77^2 + 78^2 + 79^2 - 215450.7$$

$$SCT = 215573 - 215450.7$$

$$SCT = 122.3$$

- Suma de cuadrados del tratamiento (SCT').

$$SCT' = \frac{\sum Y_{i..}^2}{B \times m} - C$$

$$SCT' = \frac{469^2 + 469^2 + 457^2 + 472^2 + 460^2 + 458^2}{6} - 215450.7$$

$$SCT' = 215486.5 - 215450.7$$

$$SCT' = 35.8$$

- Suma de cuadrados de los bloques (SCB)

$$SCB = \frac{\sum Y_{.j}^2}{T \cdot m} - C$$

$$SCB = \frac{1367^2 + 1418^2}{6 \times 3} - 215450.7$$

$$SCB = 215522.9 - 215450.9$$

$$CSB = 72.0$$

- Suma de cuadrados de bloques por tratamiento (SCB*T')

$$SCB * T' = \frac{\sum_i \sum_j y_{ij}^2}{m} - C$$

$$SCB * T' = (230^2 + 230^2 + 225^2 + \dots + 234^2 + 233^2 / 3) - 215450.7$$

$$SCB * T' = 215559.7 - 215450.7 = 109$$

- Suma de cuadrados por efecto del muestreo (SC e . muestreo)

$$SC \text{ e.muestreo} = SC \text{ total} - SCB * T'$$

$$SC \text{ e.muestreo} = 122.3 - 109$$

$$SC \text{ e.muestreo} = 13.3$$

- Suma de cuadrados por efecto del error experimental (SC e.experimental)

$$SC \text{ e.experimental} = SCB * T' - SCT' - SCB$$

$$SC \text{ e.experimental} = 109 - 35.8 - 72$$

$$SC \text{ e.experimental} = 1.2$$

Cuadro N° 16: Análisis de varianza para sacarosa

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F_c	Significación
Tratamiento	35.8	5	7.16	29.83	*
Bloques	72	1	72	300	*
E. Muestreo	13.3	24	0.5542	2.3	n.s
E.Experimental	1.2	5	0.24		
Total	122.3	35			

Fuente: Propia del tesista

a. Hipótesis:

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 \dots$$

$$H_a : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq \dots$$

b. Decisión:

- Para los tratamientos:

$$F_{\text{tabla}} = F(5,10)_{0.05} = 3.33$$

$$F_{\text{calculado}} \geq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación.}$$

Existe diferencia significativa entre los tratamientos.

- Para los bloques:

$$F_{\text{tabla}} = F(1,10)_{0.05} = 4.96$$

$$F_{\text{calculado}} \geq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Existe diferencia significativa entre los bloques.

- Para los efectos del muestreo:

$$F_{\text{tabla}} = F(19,10)_{0.05} = 2.77$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación.

ANEXO II - B

1. ANÁLISIS DE AZÚCARES REDUCTORES CON DISEÑO FACTORIAL BAJO UN DCA CON SEIS OBSERVACIONES.

Cuadro N° 17: Análisis del comportamiento de azúcares reductores

OBSERVACIONES	A ₁			A ₂			Total
	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃	
1	5.83	5.95	6.85	5.86	5.93	5.51	
2	5.75	5.56	5.61	5.73	5.64	6.72	
3	5.76	5.64	6.49	6.76	6.2	6.56	
4	5.51	6.79	5.74	5.63	5.68	5.92	
5	5.85	5.89	6.63	6.82	5.75	5.75	
6	5.92	5.65	5.39	5.75	6.64	6.71	
TOTAL	34.62	35.48	36.71	36.55	35.84	37.17	216.37

Fuente: Propia del tesista

Cuadro N° 18: Análisis de varianza del comportamiento de azúcares reductores

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F _c	Significación
Tratamiento	0.725514	5	0.145103	0.65	n.s
A	0.210069	1	0.210069	0.95	n.s
B	0.386672	2	0.193336	0.87	n.s
A*B	0.128772	2	0.0643861	0.29	n.s
Error	6.66038	30	0.222013		
Total	7.3859	35			

Fuente: Propia del tesista

a. Hipótesis:

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 \dots$$

$$H_a : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq \dots$$

b. Decisión:

- Para los tratamientos:

$$F_{\text{tabla}} = F(5,30)_{0.05} = 2.53$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación.}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los tratamientos.

- Para los efectos de A (lejía) :

$$F_{\text{tabla}} = F(1,30)_{0.05} = 4.17$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los efectos de A.

- Para los efectos de B (pH):

$$F_{\text{tabla}} = F(2,30)_{0.05} = 3.32$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los efectos de B.

- **Para los efectos de A*B (interacción):**

$$F_{\text{tabla}} = F(2,30)_{0,05} = 3.32$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los efectos de A*B.

PRUEBA TUKEY

Cuadro N° 19: Comparaciones entre tratamientos

Comparaciones H_0	$ \bar{Y}_i - \bar{Y}_j $	$ALS_{(T)}$	Decisión	Significación
$U_1 = U_2$	0.1433	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_3$	0.3483	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_4$	0.3217	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_5$	0.2033	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_6$	0.425	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_3$	0.205	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_4$	0.1783	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_5$	0.06	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_6$	0.2817	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_4$	0.027	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_5$	0.145	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_6$	0.0767	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_4 = U_5$	0.11833	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_4 = U_6$	0.1033	0.82755	< Acepto H_0	n. s
$U_5 = U_6$	0.22167	0.82755	< Acepto H_0	n. s

Fuente: Propia del tesista

Cuadro N° 20: Representación de las Comparaciones

TRATAMIENTOS	GRUPO HOMOGÉNEO
1	X
2	X
5	X
4	X
3	X
6	X

Fuente: Propia del alumno

2. ANÁLISIS DE COLOR CON UN DISEÑO FACTORIAL BAJO UN DCA CON SEIS OBSERVACIONES

Cuadro N° 21: Análisis del comportamiento del color

OBSERVACIONES	A ₁			A ₂			Total
	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃	
1	5979.9	14575.9	7225.7	4484.9	8969.8	12084.3	
2	6147.8	10464.8	3653.6	3737.4	8471.5	8845.2	
3	6104.5	11087.7	6478.2	4609.5	8845.2	9219.0	
4	3029.9	9461.5	5554.9	6438.6	8711.1	6943.6	
5	2777.5	9721.1	6059.9	6943.6	6943.6	7322.4	
6	3282.5	8963.6	5176.2	6817.4	6817.4	7448.6	
TOTAL	27322.1	64274.6	34148.5	33431.4	48758.6	51863.1	259798.3

Fuente: Propia del tesista

Cuadro n° 22: Análisis de varianza del comportamiento del color

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F_c	Significación
Tratamiento	1.6663×10^8	5	3.3325×10^7	13.52	*
A	2.0344×10^6	1	2.034×10^6	0.83	n.s
B	1.1585×10^8	2	5.8×10^7	23.50	*
A*B	4.8744×10^7	2	2.437×10^7	9.89	*
Error	7.39528×10^7	30	2.465×10^6		
Total	2.40582×10^8	35			

Fuente: Propia del tesista

a. Hipótesis:

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 \dots$$

$$H_a : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq \dots$$

b. Decisión:

- Para los tratamientos:

$$F_{\text{tabla}} = F(5,30)_{0.05} = 2.53$$

$$F_{\text{calculado}} \geq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación.}$$

Existe diferencia significativa entre los tratamientos.

- Para los efectos de A (lejía) :

$$F_{\text{tabla}} = F(1,30)_{0.05} = 4.17$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los efectos de A.

- Para los efectos de B(pH):

$$F_{\text{tabla}} = F(2,30)_{0.05} = 3.32$$

$$F_{\text{calculado}} \geq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Existe diferencia significativa entre los efectos de B.

- Para los efectos de A*B (Interacción):

$$F_{\text{tabla}} = F(2,30)_{0.05} = 3.32$$

$$F_{\text{calculado}} \geq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación}$$

Existe diferencia significativa entre el efectos de A*B.

PRUEBA TUKEY

Cuadro N° 23: Comparaciones entre tratamientos

Comparaciones H_0	$ \bar{Y}_i - \bar{Y}_j $	$ALS_{(T)}$	Decisión	Significaci ón
$U_1 = U_2$	6167.08	2757.54	> Rechazo H_0	*
$U_1 = U_3$	1146.07	2757.54	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_4$	959.883	2757.54	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_5$	3581.08	2757.54	>Rechazo H_0	*
$U_1 = U_6$	4198.5	2757.54	>Rechazo H_0	*
$U_2 = U_3$	5021.02	2757.54	>Rechazo H_0	*
$U_2 = U_4$	5207.2	2757.54	>Rechazo H_0	*
$U_2 = U_5$	2586.0	2757.54	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_6$	1968.58	2757.54	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_4$	186.183	2757.54	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_5$	2435.02	2757.54	< Acepto H_0	n. s

$U_3 = U_6$	3052.43	2757.54	>Rechazo H_0	*
$U_4 = U_5$	2621.2	2757.54	< Acepto H_0	n. s
$U_4 = U_6$	3238.62	2757.54	>Rechazo H_0	*
$U_5 = U_6$	617.411	2757.54	< Acepto H_0	n. s

Fuente: Propia del tesista

Cuadro N° 24: Representación de las comparaciones

TRATAMIENTOS	GRUPO HOMOGÉNEO		
1	X		
4	X	X	
3	X	X	
5		X	X
6			X
2			X

Fuente: Propia del tesista

3. ANÁLISIS DE SÓLIDOS INSOLUBLES CON DISEÑO FACTORIAL BAJO UN DCA CON SEIS OBSERVACIONES

Cuadro N° 25: Análisis del comportamiento de sólidos insolubles

OBSERVACIONES	A_1			A_2			Total
	A_1B_1	A_1B_2	A_1B_3	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_3	
1	1.26	1.23	1.35	1.33	1.68	1.4	
2	1.76	1.96	2.38	1.51	1.56	1.59	
3	1.75	1.65	1.56	1.51	1.46	1.57	
4	1.06	1.64	1.49	1.88	1.59	1.45	
5	1.26	1.98	1.79	1.69	1.49	1.49	
6	1.45	1.36	1.68	1.59	1.65	1.53	
TOTAL	8.54	9.82	10.25	9.51	9.43	9.03	56.58

Fuente: Propia del tesista

Cuadro N° 26: Análisis de varianza del comportamiento de sólidos Insolubles

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F_c	Significación
Tratamiento	0.297167	5	0.0544	1.01	n.s
A	0.0113778	1	0.0114	0.19	n.s
B	0.08205	2	0.0410	0.7	n.s
A*B	0.203739	2	0.10187	1.75	n.s
Error	1.76553	30	0.0589		
Total	2.0627	35			

Fuente: Propia del tesista

a. Hipótesis:

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 \dots$$

$$H_a : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq \dots$$

b. Decisión:

- Para los tratamientos:

$$F_{\text{tabla}} = F(5,30)_{0.05} = 2.53$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación.}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los tratamientos.

- Para los efectos de A (lejía) :

$$F_{\text{tabla}} = F(1,30)_{0.05} = 4.17$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ Para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los efectos de A.

- Para los efectos de B(pH):

$$F_{\text{tabla}} = F(2,30)_{0.05} = 3.32$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ Para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los efectos de B.

- Para los efectos de A*B (Interacción):

$$F_{\text{tabla}} = F(2,30)_{0.05} = 3.32$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ Para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre el efectos de A*B.

PRUEBA TUKEY

Cuadro N° 27: Comparaciones entre tratamientos

Comparaciones H_0	$ \bar{Y}_i - \bar{Y}_j $	$ALS_{(T)}$	Decisión	Significación
$U_1 = U_2$	0.213	0.426071	< Acepto H_0	n.s
$U_1 = U_3$	0.205	0.426071	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_4$	0.1617	0.426071	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_5$	0.1483	0.426071	< Acepto H_0	n.s
$U_1 = U_6$	0.0817	0.426071	< Acepto H_0	n.s
$U_2 = U_3$	0.0717	0.426071	< Acepto H_0	n.s
$U_2 = U_4$	0.052	0.426071	< Acepto H_0	n.s
$U_2 = U_5$	0.065	0.426071	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_6$	0.1317	0.426071	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_4$	0.123	0.426071	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_5$	0.137	0.426071	< Acepto H_0	n. s

$U_3 = U_6$	0.203	0.426071	< Acepto H_0	n.s
$U_4 = U_5$	0.013	0.426071	< Acepto H_0	n. s
$U_4 = U_6$	0.08	0.426071	< Acepto H_0	n.s
$U_5 = U_6$	0.067	0.426071	< Acepto H_0	n. s

Fuente: Propia del tesista

Cuadro N° 28: Representación de las comparaciones

TRATAMIENTOS	GRUPO HOMOGÉNEO
1	X
6	X
5	X
4	X
2	X
3	X

Fuente: Propia del tesista

4. ANÁLISIS DE CENIZA CON DISEÑO FACTORIAL BAJO UN DCA CON SEIS OBSERVACIONES

Cuadro N° 29: Análisis del comportamiento de cenizas

OBSERVACIONES	A_1			A_2			Total
	A_1B_1	A_1B_2	A_1B_3	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_3	
1	0.92	1.04	1.12	0.84	1.0	1.08	
2	0.94	1.08	1.21	0.91	1.04	1.16	
3	0.92	1.06	1.15	0.86	0.98	1.05	
4	0.84	0.96	1.15	0.8	0.92	1.04	
5	1.11	1.21	1.56	0.85	0.93	1.28	
6	0.99	1.12	1.37	0.98	0.96	1.32	
TOTAL	5.72	6.47	7.56	5.34	5.83	6.93	

Fuente: Propia del tesista

Cuadro N° 30: Análisis de varianza del comportamiento de cenizas

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F_c	Significación
Tratamiento	0.615647	5	0.123	11.29	*
A	0.0850694	1	0.085	7.8	*
B	0.529239	2	0.265	24.26	*
A*B	0.00133889	2	0.00067	0.06	n.s
Error	0.327183	30	0.01091		
Total	0.942831	35			

Fuente: Propia del tesista

a. Hipótesis:

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 \dots$$

$$H_a : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq \dots$$

b. Decisión:

▪ **Para los tratamientos:**

$$F_{\text{tabla}} = F(5,30)_{0.05} = 2.53$$

$$F_{\text{calculado}} \geq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación.}$$

Existe diferencia significativa entre los tratamientos.

▪ **Para los efectos de A (lejía) :**

$$F_{\text{tabla}} = F(1,30)_{0.05} = 4.17$$

$$F_{\text{calculado}} \geq F_{\text{tabla}} \text{ Para todas las fuentes de variación}$$

Existe diferencia significativa entre los efectos de A.

▪ **Para los efectos de B(pH):**

$$F_{\text{tabla}} = F(2,30)_{0.05} = 3.32$$

$$F_{\text{calculado}} \geq F_{\text{tabla}} \text{ Para todas las fuentes de variación}$$

Existe diferencia significativa entre los efectos de B.

▪ **Para los efectos de A*B (Interacción):**

$$F_{\text{tabla}} = F(2,30)_{0.05} = 3.32$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ Para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre el efectos de A*B.

PRUEBA TUKEY

Cuadro N° 31: Comparaciones entre tratamientos

Comparaciones H_0	$ \bar{Y}_i - \bar{Y}_j $	$ALS_{(T)}$	Decisión	Significación
$U_1 = U_2$	0.125	0.183417	< Acepto H_0	n.s
$U_1 = U_3$	0.307	0.183417	>Rechazo H_0	*
$U_1 = U_4$	0.08	0.183417	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_5$	0.0183	0.183417	< Acepto H_0	n.s
$U_1 = U_6$	0.2017	0.183417	>Rechazo H_0	*
$U_2 = U_3$	0.1817	0.183417	< Acepto H_0	n.s
$U_2 = U_4$	0.205	0.183417	>Rechazo H_0	*
$U_2 = U_5$	0.1067	0.183417	< Acepto H_0	n. s

$U_2 = U_6$	0.07667	0.183417	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_4$	0.387	0.183417	>Rechazo H_0	*
$U_3 = U_5$	0.2883	0.183417	>Rechazo H_0	*
$U_3 = U_6$	0.105	0.183417	< Acepto H_0	n.s
$U_4 = U_5$	0.0983	0.183417	< Acepto H_0	n. s
$U_4 = U_6$	0.2817	0.183417	>Rechazo H_0	*
$U_5 = U_6$	0.183	0.183417	< Acepto H_0	n. s

Fuente: Propia del tesista

Cuadro N° 32: Representación de las comparaciones

TRATAMIENTOS	GRUPO HOMOGÉNEO			
4	X			
1	X	X		
5	X	X	X	
2		X	X	X
6			X	X
3				X

Fuente: Propia del tesista

5. ANÁLISIS DE HUMEDAD CON DISEÑO FACTORIAL BAJO UN DCA CON SEIS OBSERVACIONES

Cuadro N° 33: Análisis del comportamiento de la humedad

OBSERVACIONES	A ₁			A ₂			Total
	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃	
1	2.1	2.61	2.76	2.95	2.65	1.69	
2	3.12	3.05	4.57	3.95	2.95	2.65	
3	2.72	2.65	2.5	2.64	1.98	3.26	
4	1.55	1.69	3.19	4.92	1.64	1.38	
5	2.95	2.95	3.45	3.62	2.64	4.65	
6	2.65	3.12	3.16	1.66	3.97	2.87	
TOTAL	15.09	16.07	19.63	19.74	15.83	16.5	102.86

Fuente: Propia del tesista.

Cuadro N° 34: Análisis de varianza del comportamiento de la humedad

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F _c	Significación
Tratamiento	4.40997	5	0.881993	1.21	n.s
A	0.1444	1	0.1444	0.20	n.s
B	0.92855	2	0.4643	0.64	n.s
A*B	3.33702	2	1.66851	2.29	n.s
Error	21.8275	30	0.727584		
Total	26.2375	35			

Fuente: Propia del tesista

a. Hipótesis:

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 \dots$$

$$H_a : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq \dots$$

b. Decisión:

- Para los tratamientos:

$$F_{\text{tabla}} = F(5,30)_{0.05} = 2.53$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación.}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa entre los tratamientos.

- Para los efectos de A (lejía) :

$$F_{\text{tabla}} = F(1,30)_{0.05} = 4.17$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ Para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa por los efectos de A.

- Para los efectos de B(pH):

$$F_{\text{tabla}} = F(2,30)_{0.05} = 3.32$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ Para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa por los efectos de B.

- **Para los efectos de A*B (Interacción):**

$$F_{\text{tabla}} = F(2,30)_{0,05} = 3.32$$

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ Para todas las fuentes de variación}$$

Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación. No existe diferencia significativa por los efectos de A*B.

PRUEBA TUKEY

Cuadro N° 35: Comparaciones entre tratamientos

Comparaciones H_0	$ \bar{Y}_i - \bar{Y}_j $	$ALS_{(T)}$	Decisión	Significaci ón
$U_1 = U_2$	0.163	1.49812	< Acepto H_0	n.s
$U_1 = U_3$	0.757	1.49812	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_4$	0.9417	1.49812	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_5$	0.123	1.49812	< Acepto H_0	n.s
$U_1 = U_6$	0.235	1.49812	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_3$	0.593	1.49812	< Acepto H_0	n.s
$U_2 = U_4$	0.7783	1.49812	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_5$	0.04	1.49812	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_6$	0.072	1.49812	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_4$	0.185	1.49812	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_5$	0.633	1.49812	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_6$	0.5217	1.49812	< Acepto H_0	n.s
$U_4 = U_5$	0.8183	1.49812	< Acepto H_0	n. s
$U_4 = U_6$	0.7067	1.49812	< Acepto H_0	n. s
$U_5 = U_6$	0.11167	1.49812	< Acepto H_0	n. s

Fuente: Propia del tesista

Cuadro N° 36: Representación de las comparaciones

TRATAMIENTOS	GRUPO HOMOGÉNEO
1	X
5	X
2	X
6	X
3	X
4	X

Fuente: Propia del tesista

6. ANÁLISIS DE SACAROSA CON DISEÑO FACTORIAL BAJO UN DBCA CON TRES REPETICIONES

Cuadro N° 37: Análisis del comportamiento de la sacarosa

LOCALIDAD	REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
		A_1			A_2		
		B_1	B_2	B_3	B_1	B_2	B_3
SARGENTO	1	77	77	74	78	75	75
	2	76	76	75	76	76	74
	3	77	77	76	77	75	76
Total		230	230	225	231	226	225
COCHAMAL	1	80	80	77	80	77	77
	2	79	79	78	80	78	78
	3	80	80	77	81	79	78
Total		239	239	232	241	234	233

Fuente: propia del tesista

Cuadro N° 38: Análisis de varianza del comportamiento de la sacarosa

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F_c	Significación
Tratamiento	35.8056	5	7.16111	29.84	*
Bloques	72.25	1	72.25	301.04	*
A	0.694444	1	0.694444	2.893	n.s
B	28.2222	2	14.1111	58.8	*
A*B	6.88889	2	3.44444	14.35	*
Sub muestra	13.3	24	0.55	2.29	n.s
Error	1.2	5	0.24		
Total		35			

Fuente: Propia del tesista

PRUEBA TUKEY**Cuadro N° 39: Comparaciones entre tratamientos**

Comparaciones H_0	$ \bar{Y}_i - \bar{Y}_j $	$ALS_{(T)}$	Decisión	Significaci ón
$U_1 = U_2$	0.0	1.234	< Acepto H_0	n.s
$U_1 = U_3$	2.0	1.234	> Rechazo H_0	*
$U_1 = U_4$	0.5	1.234	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_5$	1.5	1.234	> Rechazo H_0	*
$U_1 = U_6$	1.83	1.234	> Rechazo H_0	*
$U_2 = U_3$	2.0	1.234	> Rechazo H_0	*
$U_2 = U_4$	0.5	1.234	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_5$	1.5	1.234	> Rechazo H_0	*
$U_2 = U_6$	1.83	1.234	> Rechazo H_0	*
$U_3 = U_4$	2.5	1.234	> Rechazo H_0	*
$U_3 = U_5$	0.5	1.234	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_6$	1.67	1.234	> Rechazo H_0	*

$U_4 = U_5$	2.0	1.234	> Rechazo H_0	*
$U_4 = U_6$	2.33	1.234	> Rechazo H_0	*
$U_5 = U_6$	0.33	1.234	< Acepto H_0	n. s

Fuente: Propia del tesista

Cuadro N° 40: Representación de las comparaciones

TRATAMIENTOS	GRUPO HOMOGÉNEO
3	X
6	X
5	X
1	X
2	X
4	X

Fuente: Propia del tesista

ANEXO III – A

1. ESCALA HEDÓNICA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL

NOMBRE..... FECHA.....

PRODUCTOS.....PANELA.....HORA.....

Evalúe cada muestra, marcando con (X), según la escala que cree conveniente para el SABOR.

Cuadro N° 41: Puntaje de acuerdo a la posición

PUNTAJE	POSICIÓN	1	pq
7	GUSTÉ MUCHÍSIMO			
6	GUSTÉ MUCHO	X		
5	GUSTÉ REGULARMENTE			X
4	INDIFERENTE		X	
3	DISGUSTÉ REGULAR			
2	DISGUSTÉ MUCHO			
1	DISGUSTÉ MUCHÍSIMO			

Cuadro N° 42: Posiciones de los seis tratamientos de panela granulada

PANELISTAS	POSICIONES					
	1	2	3	4	5	6
1	A	C	E	B	D	F
2	C	D	A	E	F	B
3	F	A	D	B	C	E
4	D	C	B	F	A	E
5	C	E	F	B	D	A
6	B	A	C	D	E	F
7	E	C	B	A	F	D
8	F	D	A	B	C	E
9	D	B	C	A	E	F
10	C	F	A	B	E	D
11	A	B	C	E	D	F
12	F	E	D	C	B	A
13	E	F	C	B	A	D
14	C	D	E	F	A	B
15	A	E	F	B	D	C

FUENTE: Propia.

2. ANÁLISIS DE LA CARACTÉRISTICA SENSORIAL (SABOR) BAJO UN DCA CON QUINCE REPETICIONES

Cuadro N° 43: Resultados obtenidos según la preferencia de los panelistas

PANELISTAS	TRATAMIENTOS					
	A	B	C	D	E	F
1	6	7	5	7	6	6
2	2	7	7	6	3	5
3	3	7	3	6	5	5
4	6	6	5	6	5	6
5	6	6	5	3	5	4
6	7	5	3	6	2	1
7	5	5	5	3	6	7
8	5	4	4	5	7	6
9	7	5	6	6	3	4
10	7	6	6	7	6	7
11	7	6	5	6	7	5
12	4	6	7	5	6	6
13	5	6	5	6	3	5
14	6	5	5	6	6	5
15	6	5	7	6	7	5
TOTAL	82	86	78	84	77	77

FUENTE: Propia.

Donde:

(A) → $A_1 \times B_1 = U_1$

(B) → $A_1 \times B_2 = U_2$

(C) → $A_1 \times B_3 = U_3$

(D) → $A_2 \times B_1 = U_4$

(E) → $A_2 \times B_2 = U_5$

(F) → $A_2 \times B_3 = U_6$

Donde:

A_1 → Lejía de cáscara de cacao

A_2 → Lejía de cáscara de café

B_1 → pH = 6.0

B_2 → pH = 6.5

B_3 → pH = 6.8

CONSTRUYENDO UN CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA)

- Suma de cuadrados debido a la media ($C = M_{yy}$)

$$M_{yy} = \frac{Y^2}{t \times r} = \frac{484^2}{6 \times 15} = 2602.84$$

- Suma de cuadrados del total (SCT).

$$SCT = \sum \sum Y_{ij}^2 - C$$

$$SCT = 6^2 + 7^2 + 5^2 + \dots + 6^2 + 7^2 + 5^2 - 2602.84$$

$$SCT = 2760 - 2602.84$$

$$SCT = 157.16$$

- Suma de cuadrados del tratamiento (SCT').

$$SCT' = \frac{\sum Y_i^2}{r} - C$$

$$SCT' = \frac{82^2 + 86^2 + 78^2 + 84^2 + 77^2 + 77^2}{15} - 2602.84$$

$$SCT' = 2607.87 - 2602.84$$

$$SCT' = 5.03$$

- Suma de cuadrados del Error (SCE).

$$SCE = SCT - SCT'$$

$$SCE = 152.13$$

Cuadro N° 44: Análisis de varianza

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F_c	Significación
Tratamiento	5.03	5	1.006	0.56	n.s
Error	152.13	84	1.81		
Total	157.16	89			

Fuente: Propia del tesista

a. Hipótesis:

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 \dots$$

$$H_a : U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq \dots$$

b. Decisión:

$$F_{\text{calculado}} \leq F_{\text{tabla}} \text{ para todas las fuentes de variación.}$$

➤ Por lo tanto aceptamos H_0 al 5% de significación.

A. PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES DE TUCKEY

a. Se desea saber qué tratamientos son de mejor preferencia por el público.

Cuadro N° 45: Promedio de los tratamientos

	A	B	C	D	E	F
PROMEDIO	5.47	5.73	5.2	5.6	5.13	5.13
REPETICIONES	15	15	15	15	15	15

Fuente: Propia del tesista

Cuadro N° 46: Análisis de varianza

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio(CM)	F_c	Significación
Tratamiento	5.03	5	1.006	0.56	n.s
Error	152.13	84	1.81		
Total	157.16	89			

Fuente: Propia del tesista

1. HIPÓTESIS:

$$H_0 : U_i = U_j$$

$$H_a : U_i \neq U_j$$

2. NIVEL DE SIGNIFICACIÓN: 5%
3. ESTADÍSTICA DE PRUEBA:

$$ALS_{(T)} = S_{y_i - y_j} \times (AES_{(T)})$$

$$ALS_{(T)} = \sqrt{\frac{CME}{2} \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right)} (4.136)$$

$$ALS_{(T)} = (0.347)(4.136)$$

$$ALS_{(T)} = 1.44$$

4. ORDENAMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS

Cuadro N° 47: promedios y repeticiones de los tratamientos

	A	B	C	D	E	F
PROMEDIO	5.47	5.73	5.2	5.6	5.13	5.13
REPETICIONES	15	15	15	15	15	15

Fuente: Propia del tesista

5. CÁLCULOS:

$$\frac{t(t-1)}{2} = \frac{6(6-1)}{2} = 15$$

PRUEBA TUCKEY

Cuadro N° 48: Comparaciones entre tratamientos

Comparaciones H_0	$ \bar{Y}_i - \bar{Y}_j $	$ALS_{(T)}$	Decisión	Significación
$U_1 = U_2$	0.26	1.44	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_3$	0.27	1.44	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_4$	0.13	1.44	< Acepto H_0	n. s
$U_1 = U_5$	0.34	1.44	< Acepto H_0	n. s

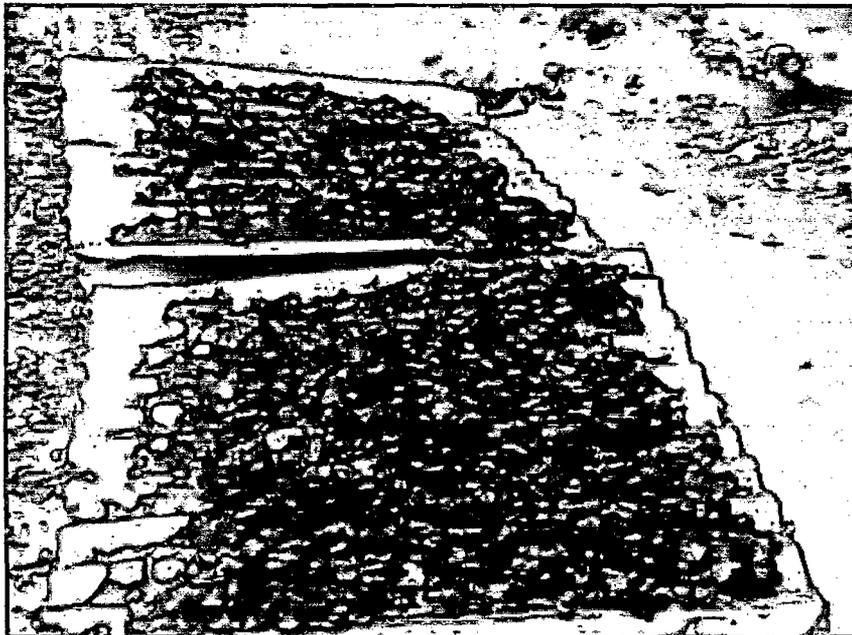
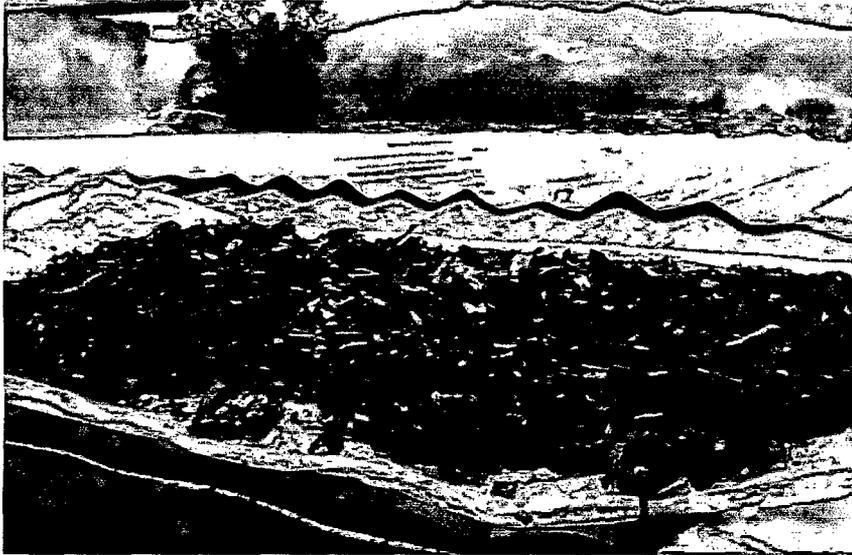
$U_1 = U_6$	0.34	1.44	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_3$	0.53	1.44	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_4$	0.13	1.44	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_5$	0.6	1.44	< Acepto H_0	n. s
$U_2 = U_6$	0.6	1.44	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_4$	0.4	1.44	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_5$	0.07	1.44	< Acepto H_0	n. s
$U_3 = U_6$	0.07	1.44	< Acepto H_0	n. s
$U_4 = U_5$	0.47	1.44	< Acepto H_0	n. s
$U_4 = U_6$	0.47	1.44	< Acepto H_0	n. s
$U_5 = U_6$	0	1.44	< Acepto H_0	n. s

Fuente: Propia del tesista

6. CONCLUSIÓN: Todo tratamiento a una confianza del 95%, tienen las mismas preferencias.

ANEXO IV-A

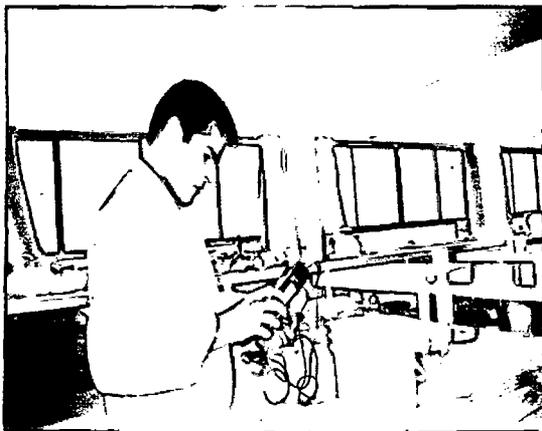
A. ETAPA DE SECADO A SOL DE LOS INSUMOS



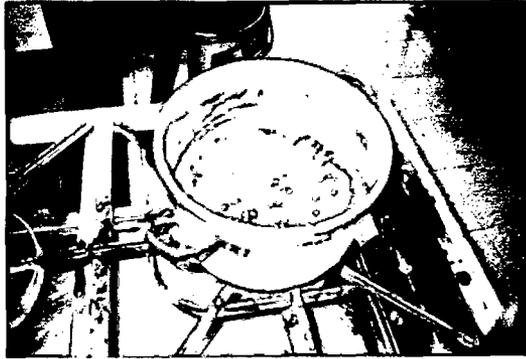
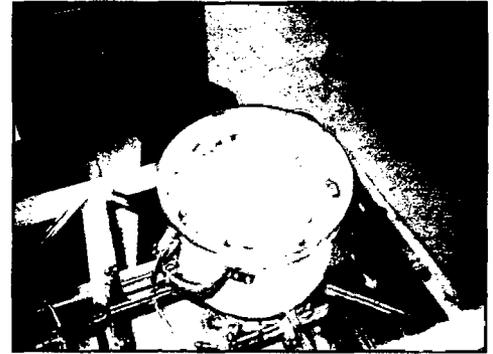
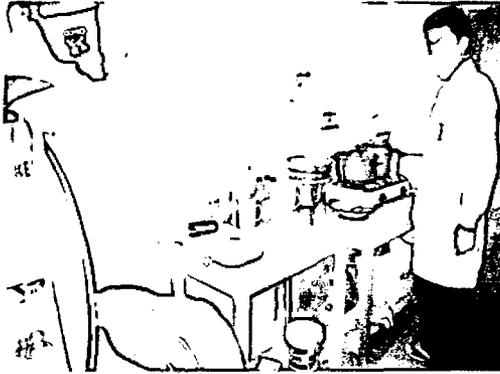
B. ETAPA DE EXTRACCIÓN DEL JUGO DE CAÑA



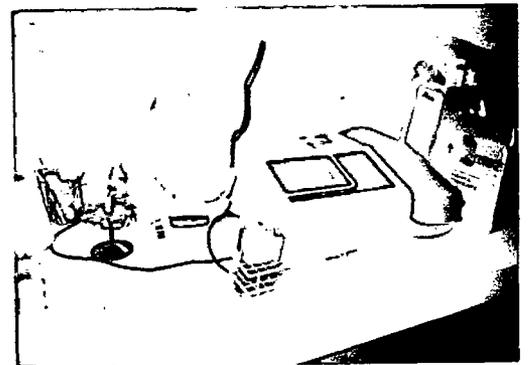
C. ETAPA DE REGULACIÓN DE pH DEL JUGO DE CAÑA



D. ETAPA DE ELABORACIÓN DE MUESTRAS DE PANELA



E. ETAPA DE DETERMINACIÓN DE COLOR



F. ETAPA DE ANÁLISIS SENSORIAL

