

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

“CARACTERIZACIÓN DE LA VELOCIDAD DE DECANTACIÓN EN NÉCTAR DE PIÑA (*Ananas comusus*) CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ESTABILIZANTE”

PRESENTADO POR:

Bach. DUBERLY OMAR OTAZU GARCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL****TESIS**

**“CARACTERIZACIÓN DE LA VELOCIDAD DE DECANTACIÓN EN
NÉCTAR DE PIÑA (*Ananas comusus*) CON DIFERENTES
CONCENTRACIONES DE ESTABILIZANTE”**

PRESENTADO POR:

Bach. DUBERLY OMAR OTAZU GARCIA.

PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Aprobado por el jurado revisor conformado por:

PRESIDENTE

:

.....
Dr. Wenceslao Teddy MEDINA ESPINOZA

PRIMER MIEMBRO

:

.....
Mg.Sc. Eduardo Juan MANZANEDA CABALA

SEGUNDO MIEMBRO

:

.....
M.Sc. Florentino Victor CHOQUEHUANCA

DIRECTOR DE TESIS

:

.....
Ing. Alicia Magaly LEON TACCA

PUNO – PERU

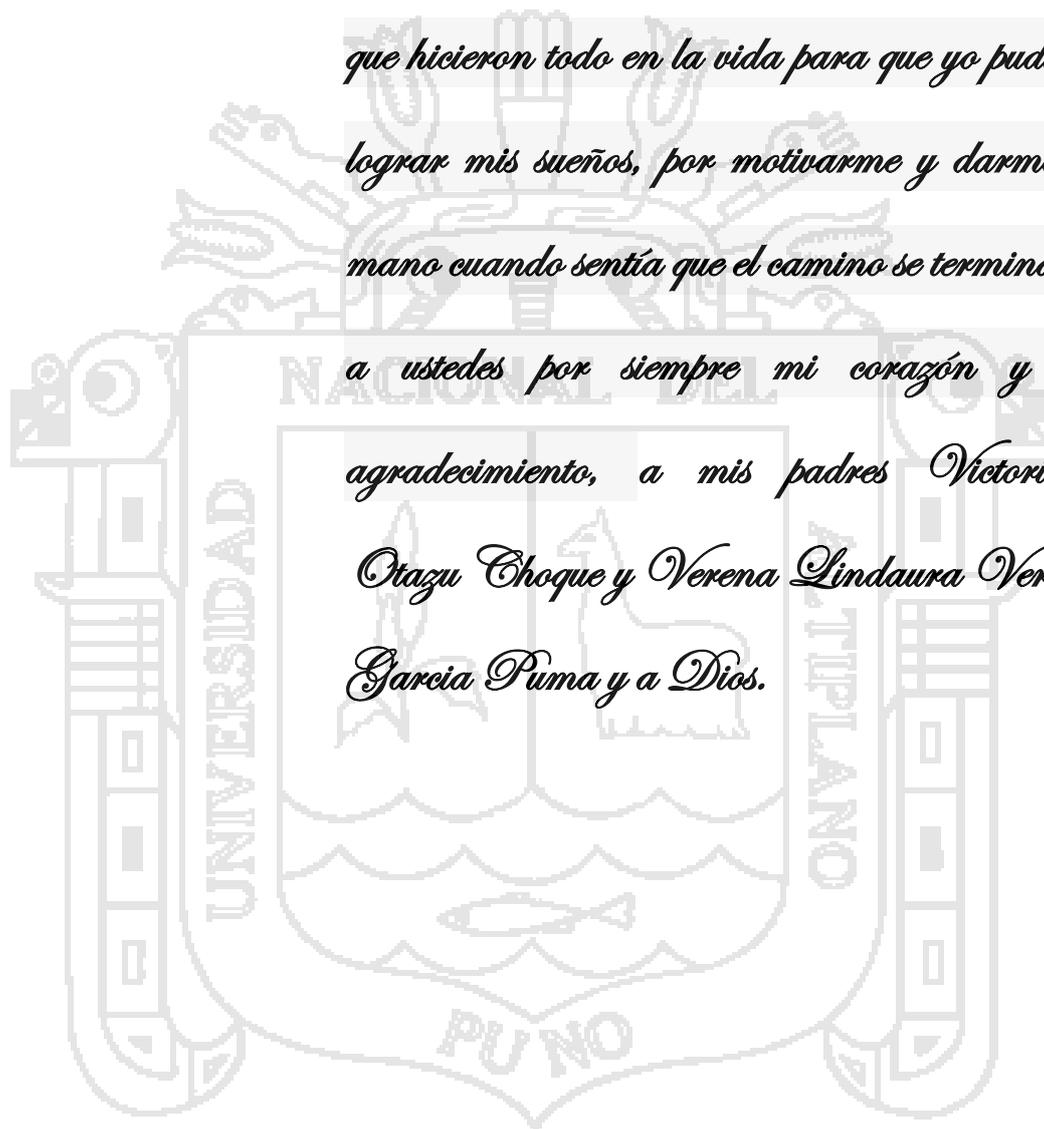
2014

Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Propiedades físicas y estructurales

DEDICATORIA

*Con todo mi cariño y mi amor para las personas
que hicieron todo en la vida para que yo pudiera
lograr mis sueños, por motivarme y darme la
mano cuando sentía que el camino se terminaba,
a ustedes por siempre mi corazón y mi
agradecimiento, a mis padres Victoriano
Otagu Choque y Verena Lindaura Verena
García Puma y a Dios.*



AGRADECIMIENTOS

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

Agradezco a la Ing. Alicia Magaly Leon Tacca por haber confiado en mi persona, por la paciencia y por la dirección de este trabajo. Al Dr. Wenceslao Teddy Medina Espinoza, por su paciencia, apoyo y el ánimo que me brindó. Al Ing. M.SC. Florentino Victor Choquehuanca Caceres, y al Ing. M.SC. Eduardo Manzaneda Cabala por su apoyo.

Gracias también a mis queridos compañeros, que me apoyaron y me permitieron entrar en su vida durante esta etapa de mi vida académica, Ricardo Nahuel Valenzuela Antezana y Arnold Javier Quispe Quispe, gracias a quienes los estimo mucho y agradezco inmensamente por su gran apoyo incondicional durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

A mi madre y a mis hermanos, de forma incondicional, entendieron mis ausencias y mis malos momentos. A mi padre, que a pesar de la distancia siempre estuvo atento para saber cómo iba mi proceso de ejecución del trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ÍNDICE DE SIGLAS	
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. PIÑA	3
2.1.1. GENERALIDADES DE LA PIÑA.....	3
2.1.2. CARACTERÍSTICA TAXONÓMICA	3
2.1.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	4
2.1.4. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL FRUTO DE PIÑA	7
2.1.5. VARIETADES DE PIÑA.....	8
2.1.6. FORMAS DE INDUSTRIALIZAR LA PIÑA	9
2.2. NÉCTAR.....	9
2.2.1. DEFINICIÓN DE NÉCTAR.....	9
2.2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	11
2.2.3. USO DE ADITIVOS PARA NÉCTARES	12
2.2.4. PROPIEDADES DEL CMC	16
2.3. VELOCIDAD DE DECANTACIÓN	17
2.3.1. ELIMINACIÓN DE PARTÍCULAS POR DECANTACIÓN	20
2.3.1.1. Decantación por zonas	20
2.3.1.2. Decantación continuo.....	22
2.3.1.3. DETERMINACIÓN DEL ÁREA MÍNIMA REQUERIDA PARA CONSEGUIR LA CLARIFICACIÓN.....	23
2.3.1.4. DETERMINACIÓN DEL ÁREA MÍNIMA REQUERIDA PARA EL ESPESAMIENTO DEL SÓLIDO	24
2.3.2. FACTORES RESPONSABLES DE ESTABILIDAD.....	25
2.3.3. TEXTURA	26
2.3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE TEXTURA	27
2.3.4.1. ANÁLISIS DE IMAGEN	27
2.3.4.2. Procesamiento de Imágenes	28
2.3.4.3. Adquisición de imágenes	28
2.3.4.4. Pre-Procesamiento de Imagen.....	29
2.3.4.5. Segmentación de Imágenes	29
2.3.4.6. Extracción de Características	29
2.3.4.7. Características Texturales.....	30

2.3.4.7.1. Segundo Momento Angular o Angular Second Moment (ASM).....	30
2.3.4.7.2. Contraste (CT).....	30
2.3.4.7.3. Momento inverso de diferencia o Inverse Difference Moment (IDM)	31
2.3.4.7.4. Entropía (ET).....	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	32
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	32
3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS	33
3.3.1. EVALUACIÓN DE LA MATERIA PRIMA (PIÑA)	33
3.3.2. PROCESAMIENTO DEL NÉCTAR.....	33
3.3.4. EVALUACIÓN AL PRODUCTO FINAL (NÉCTAR DE PIÑA).....	37
3.3.5. EVALUACIÓN DE DECANTACIÓN.....	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	41
4.1. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA DECANTACIÓN	41
4.1.1. TEMPERATURA DE 10°C A C1 y C2.....	41
4.1.1 TEMPERATURA DE 15°C A C1 Y C2.....	42
4.1.2 TEMPERATURA DE 20°C A C1 Y C2.....	43
4.1.4. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE DECANTACIÓN AJUSTADOS AL MODELO MATEMÁTICO DE PELEG.....	44
4.2. DETERMINACIÓN DE TEXTURA.....	46
4.2.1. SEGUNDO MOMENTO ANGULAR (ASM)	46
4.2.2. CONTRASTE (CT).....	55
4.2.3. MOMENTO INVERSO DE DIFERENCIA (IDM).....	61
4.3.4. ENTROPIA (ET).....	68
V. CONCLUSIONES	75
VI. RECOMENDACIONES	77
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	78
ANEXOS.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

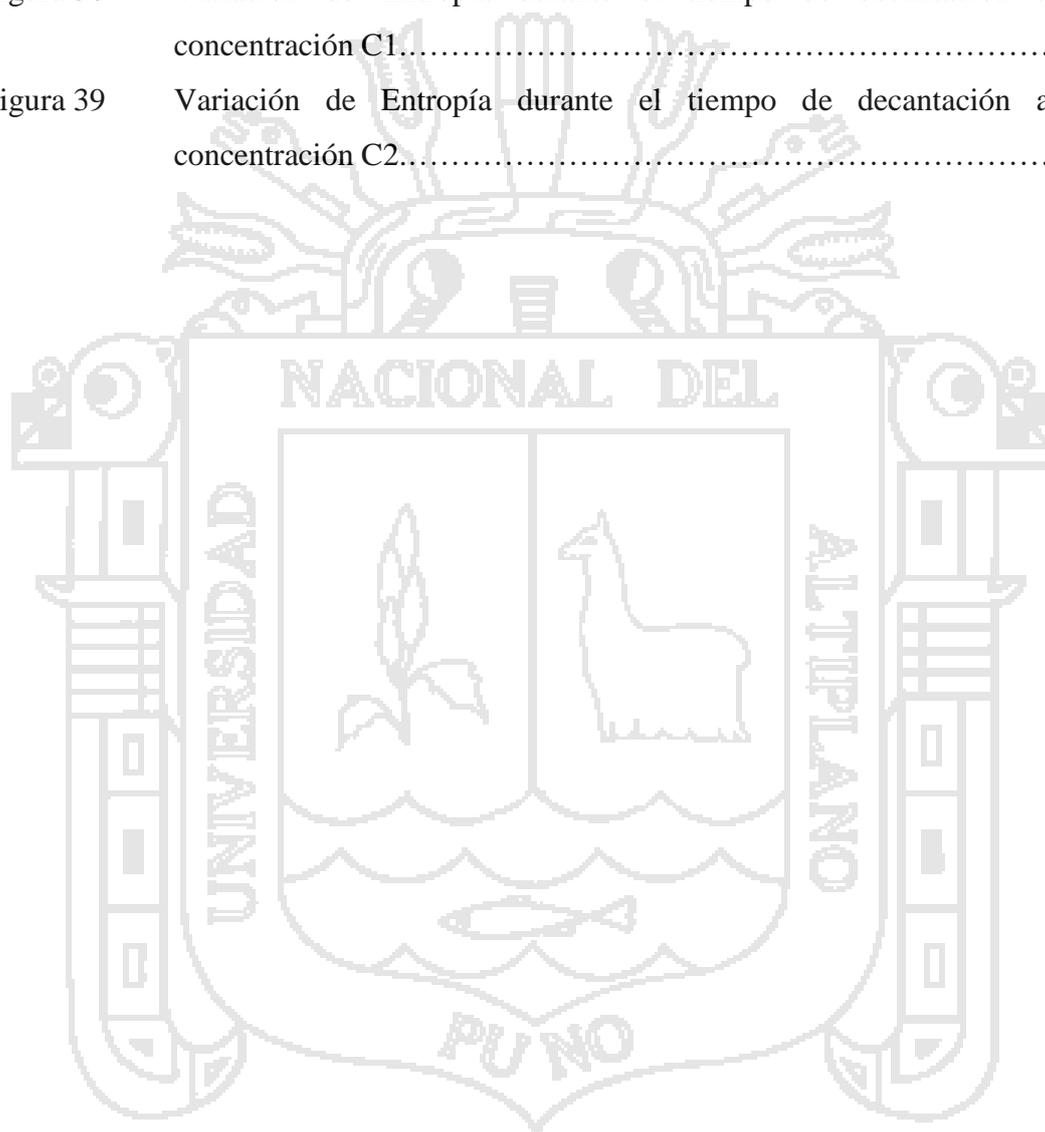
	Pág.
Tabla 1 Dimensiones promedio de frutos de piña	7
Tabla 2 Caracterización del fruto de piña en estado maduro.....	7
Tabla 3 Formulación de agregación de ingredientes para el néctar.....	11
Tabla 4 Concentración de estabilizante CMC para frutas.....	36
Tabla 5 ANOVA Velocidad de decantación.	44
Tabla 6 Constantes de modelo matemático de Peleg	46
Tabla 7 Análisis de ANOVA de valores ASM.....	54
Tabla 8 Análisis de ANOVA de contraste total	61
Tabla 9 Análisis de ANOVA de IDM	67
Tabla 10 Análisis de ANOVA de Entropía	73

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Planta de la Piña	4
Figura 2	Inflorescencias de piña.....	5
Figura 3	Inflorescencias de piña.....	5
Figura 4	Flor de piña abierta.....	6
Figura 5	Fruto de piña sin corona.....	6
Figura 6	Diagrama de flujo para el proceso de néctar de piña.....	10
Figura 7	Proceso de sedimentación por zonas.....	21
Figura 8	Sedimentador continuo.....	22
Figura 9	Procedimiento gráfico para determinar GT.....	25
Figura 10	Representación gráfica de la altura frente al tiempo.....	26
Figura 11	Diagrama del proceso de Análisis de imágenes	28
Figura 12	Diagrama de flujo para procesar néctar a 0%, 0.10% y 0.15% de estabilizante (CM).....	34
Figura 13	Descripción del método a aplicar, seguidamente la descripción de la metodología.....	37
Figura 14	Diseño del sistema para obtener imágenes del lado frontal.....	38
Figura 15	Esquema conceptual de sistema de sedimentación del lado lateral..	39
Figura 16	Velocidad de decantación a Temperatura 10°C.....	41
Figura 17	Velocidad de decantación a Temperatura 20°C.....	42
Figura 18	Velocidad de decantación a Temperatura 15°C.....	43
Figura 19	Resultados experimentales de la proporción de área de clarificación y decantación en función al tiempo y concentración de estabilizante y ajuste de los datos experimentales al Modelo matemático de Peleg..	45

Figura 20	Variación del Segundo Momento Angular durante el tiempo de decantación a temperatura de 10°C.	47
Figura 21	Variación del Segundo Momento Angular durante el tiempo de decantación a temperatura de 20°C.	48
Figura 22	Variación del Segundo Momento Angular durante el tiempo de decantación a temperatura de 15°C.	50
Figura 23	Variación del Segundo Momento Angular durante el tiempo de decantación a concentración C1	51
Figura 24	Variación del Segundo Momento Angular durante el tiempo de decantación a concentración C2	53
Figura 25	Variación del Contraste durante el tiempo de decantación a concentración T10.	55
Figura 26	Variación del Contraste durante el tiempo de decantación a concentración T20.....	56
Figura 27	Variación del Contraste durante el tiempo de decantación a concentración T15.....	57
Figura 28	Variación del Contraste durante el tiempo de sedimentación a concentración C1.....	58
Figura 29	Variación del Contraste durante el tiempo de sedimentación a concentración C2.....	59
Figura 30	Variación del Momento inverso de diferencia durante el tiempo de decantación a temperatura T10.....	61
Figura 31	Variación del Momento inverso de diferencia durante el tiempo de decantación a temperatura T20.....	62
Figura 32	Variación del Momento inverso de diferencia durante el tiempo de decantación a temperatura T20.....	63
Figura 33	Variación del Momento Inverso de Diferencia durante el tiempo de decantación a concentración C1.....	65
Figura 34	Variación del Momento Inverso de Diferencia durante el tiempo de decantación a concentración C2.....	66

Figura 35	Variación del Entropía durante el tiempo de decantación a concentración T10.....	68
Figura 36	Variación del Entropía durante el tiempo de decantación a concentración T20.....	69
Figura 37	Variación del Entropía durante el tiempo de decantación a concentración T15.....	70
Figura 38	Variación de Entropía durante el tiempo de decantación a concentración C1.....	71
Figura 39	Variación de Entropía durante el tiempo de decantación a concentración C2.....	72



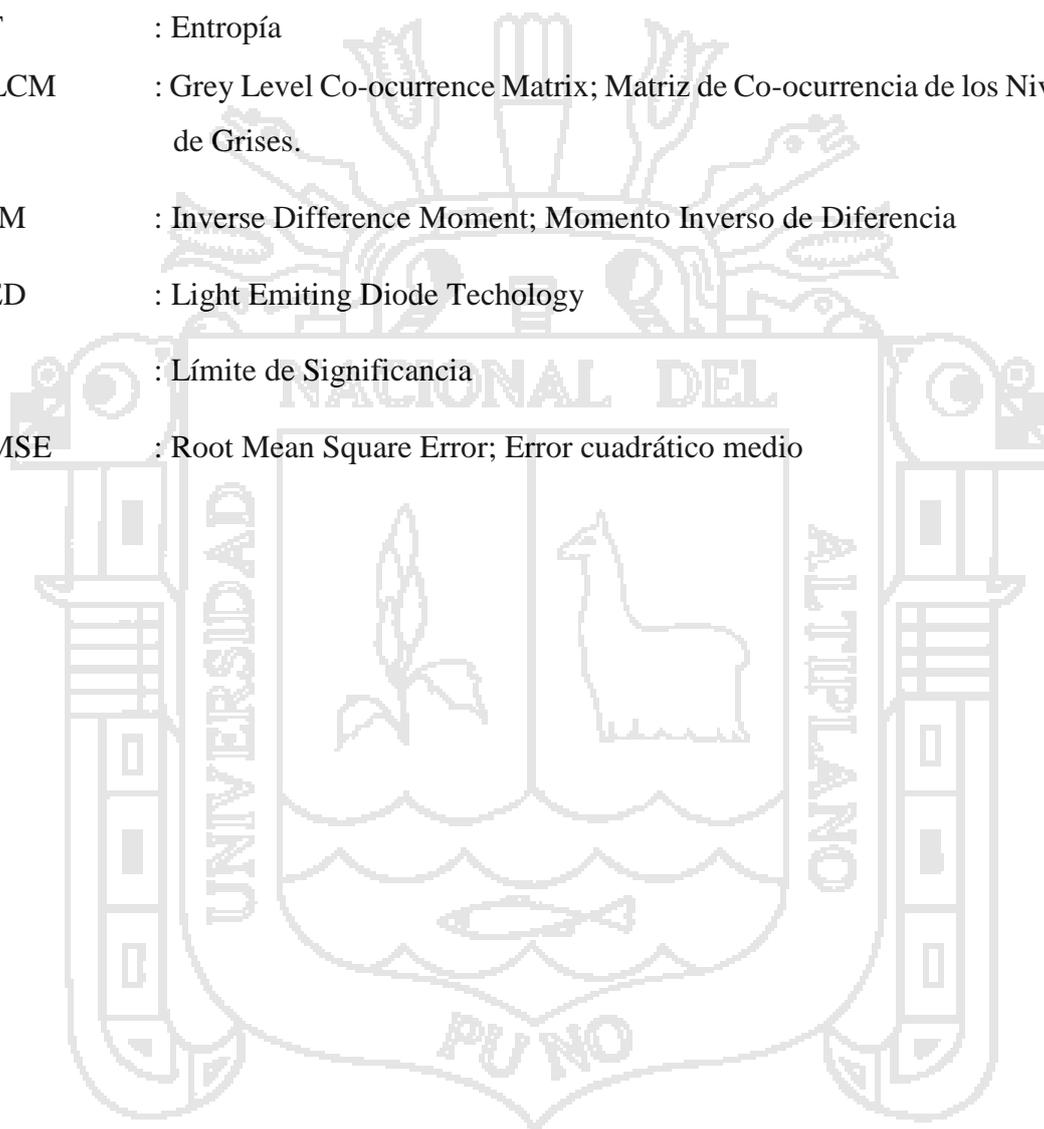
ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.	
Anexo I	Resultados promedio de las tres repeticiones en porcentaje para textura.....	85
Anexo II	Datos de textura para cada tratamiento.....	86
Anexo III	Tabla de Áreas.....	92
Anexo IV	Imágenes de la muestra Patrón.....	101
Anexo V	Imágenes a tres temperaturas y dos distintas concentraciones.....	102



ÍNDICE DE SIGLAS

ANOVA	: Analysis Of Variance; Análisis de Varianza
ASM	: Angular Second Moment; Segundo Momento Angular
CM	: Cuadrados Medios
CT	: Contraste Total
ET	: Entropía
GLCM	: Grey Level Co-occurrence Matrix; Matriz de Co-ocurrencia de los Niveles de Grises.
IDM	: Inverse Difference Moment; Momento Inverso de Diferencia
LED	: Light Emiting Diode Technology
LS	: Límite de Significancia
RMSE	: Root Mean Square Error; Error cuadrático medio



RESUMEN

La piña (*Ananas comosus*) es un producto con potencial comercial y Agroindustrial, que se produce en el varias regiones del Perú en especial en la región de Puno específicamente en la parte de selva, cuyo cultivo predominante es la piña nativa, el presente trabajo de investigación tuvo por objetivo evaluar la velocidad de decantación y los cambios de la textura, estas estudiadas a dos diferentes concentraciones de estabilizante CMC de 0.10%, 0.15% y 0% y a la vez evaluadas a tres temperaturas diferentes (10°C, 15°C y 20°C); se tomaron imágenes en intervalos de 10 min, para posteriormente procesarlas mediante el análisis de imágenes por el método de OTSU con el software MATLAB R2014a v.8.3; se realizaron tres repeticiones para cada evaluación de temperatura. Los resultados obtenidos estadísticamente para el análisis de velocidad de decantación fueron convertidos a valores de porcentaje y estas ajustadas a Modelo Matemático de Peleg, que al someter el néctar de piña a tres temperaturas diferentes de 10°C, 15°C y 20°C, están adicionadas a dos concentraciones diferentes de CMC (0.10% y 0.15%), en el proceso de decantación presenta diferencias, para el tratamiento 1 y 2 la decantación ocurre uniformemente a partir del minuto 60, mientras para el tratamiento 3 y 4 ocurre a partir del minuto 90 y para el tratamiento 5 y 6 ocurre a partir de 100 minutos. Esto implica al evaluar a diferentes temperaturas y concentraciones que existe efecto durante la decantación que a mayor temperatura mayor es la velocidad de decantación y a menor temperatura es menor la velocidad de decantación. En los resultados del análisis estadístico en la textura para el factor ASM respecto a los tratamientos muestra diferencias, donde las texturas del néctar en valor de ASM sometidas a las temperaturas de 15 y 20°C y añadidas a C1 y C2 de CMC por separado para cada una de ellas muestran los descriptores estadísticos de textura para el tratamiento T10C1 y T10C2 está entre ASM 0.849-0.610, CT 0.011-0.006, IDM 0.989-0.972 y ET 0.245-0.717 siendo el tratamiento más uniforme, menos heterogéneo, mayor homogeneidad y un leve desorden en la textura. Para el tratamiento T20C1 y T20C2 la textura esta entre ASM 0.988-0.980, CT 0.002-0.001, IDM 0.999-0.998 y ET 0.036-0.055 siendo un tratamiento de mayor uniformidad, menos heterogéneo, mayor homogeneidad y menor desorden; para el tratamiento T15C1 y T15C2 la textura esta ente ASM 0.987-0.958, CT 0.04-0.005, IDM 0.998-0.997 y ET 0.040-0.103 siendo el tratamiento de mayor uniformidad y homogéneo, menor heterogéneo y leve desorden en textura del néctar del piña.

I. INTRODUCCIÓN

La piña es un fruto con gran potencial agroindustrial y comercial en la región de Puno, crece en la selva de nuestra región, específicamente en la selva de San Gabán, donde existe una gran producción de la piña de 5,069.40tn por año (MINAG); así mismo esta es comercializada sin darle un valor agregado, además de que muchas veces por no tener comprador la producción se pierde en las tierras de cultivo. Una alternativa para la transformación de la piña es el néctar que es un producto constituido por pulpa de fruta finamente tamizada, agua potable, azúcar, ácido cítrico, preservante químico y estabilizador; es un producto relativamente sencillo de hacer y con aditivos fáciles de conseguir.

La estabilidad es el equilibrio de las fuerzas de un sistema dispersante, las partículas del néctar o jugo se pueden mantener en suspensión a través de: la repulsión de cargas electrostáticas, aumento de viscosidad de la fase, el equilibrio de la densidad entre las fases, reduciendo el tamaño de las partículas por el proceso de homogeneización y la combinación entre estos factores. La composición química de la materia prima también influye en la estabilidad de los jugos y néctares. Polisacáridos como el almidón y la pectina presente en las materias primas, actúan como estabilizadores naturales debido a su ionización y propiedades de adsorción, manteniendo el sistema de nubes (Klavons et al., 2006).

Debido a que la cantidad de estabilizante adicionado al néctar confiere en una característica única a este producto, además de afectar en la decantación que es considerada con un parámetro de calidad para el consumidor final; el presente estudio se realizó con la finalidad de evaluar la velocidad de decantación y los cambios en la textura mediante análisis de imágenes; para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la velocidad de decantación de un néctar de piña a diferentes concentraciones de estabilizante CMC.
- Evaluar el efecto de la temperatura y tiempo en la velocidad de decantación en un néctar de piña a diferentes concentraciones de estabilizante CMC.
- Evaluar los cambios de textura en el proceso de decantación de un néctar de piña a diferentes concentraciones de CMC.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PIÑA

2.1.1. GENERALIDADES DE LA PIÑA

La piña (*Ananas comosus*) pertenece a la familia de las Bromeliáceas, género Anna y especie Sativa siendo no climatéricas que producen pequeñas cantidades de etileno (Pulido, 2000).

Dull (1971) la piña es uno de los cultivos más importantes en la zona tropical, donde está ampliamente distribuido; su origen se sitúa en Brasil y algunas especies proceden de África. La piña es la segunda fruta tropical más popular en el mundo por ser un fruto fragante y dulce, muy apreciado en gastronomía y además posee una propiedad diurético. Es nativa de Sudamérica, particularmente de Brasil y Paraguay. En nuestro país en la parte selva tropical productor de piña es la localidad de Aguaytia la producción de piña el problema es presentado es si se puede realizar o producir un néctar de pulpa a base de piña teniendo en cuenta que la producción o cosecha de piña no es todo el año sino por temporada debido a esto afecta la cantidad de producción disminuiría en ciertas temporadas.

Los productos derivados de esta planta son muy variados, desde fibra, obtenida del interior de sus hojas y de utilidad en la industria textil, hasta las diversas aplicaciones en la industria alimentaria: consumo de fruta fresca, enlatada, zumos, néctares, ensaladas y otros (FAO, 1990).

2.1.2. CARACTERÍSTICA TAXONÓMICA

Minag (2013) indica su información taxonómica de la siguiente manera:

Origen	: De América tropical, especialmente de Brasil y Paraguay, se encuentra silvestre en muchas regiones de América.
Clase	: Angiospermas.
Subclase	: Monocotiledóneas.
Orden	: Bromeliales.
Especies	: <i>Ananas ananassoides</i> .

2.1.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

a) LA PIÑA

La piña exhibe hojas verdes con una tonalidad de rojo a púrpura que se extiende desde la parte media del haz hasta el ápice; las hojas poseen espinas rojas y duras a lo largo de sus márgenes (Figura 1). La piña nativa presenta una abundante producción de colinos (Pulido, 2000).



Figura 1. Planta de piña.

La piña se encuentra clasificada como una de las frutas más finas de los trópicos y es conocida en todo el mundo, aunque su cultivo se reduce a las zonas tropicales y subtropicales. Por tratarse de una planta autoestéril que corrientemente no produce semilla botánica, la reproducción comercial de la piña se hace en forma vegetativa.

En general, la época de plantación de la piña varía en función del material vegetativo utilizado. Cuando se emplea corona, la plantación empieza en marzo y continúa hasta el inicio de la temporada de lluvias (mediados de junio). Precisa de una temperatura media anual de 25-32 °C, un régimen de precipitaciones regular (entre 1000-1500 mm) y una elevada humedad ambiental (Pulido, 2000).

b) FLOR DE LA PIÑA

La inflorescencia de la piña se caracteriza por ser una espiga que se origina en el meristemo apical del tallo (Figura 2). Al momento de la floración el tallo se alarga y forma el pedúnculo que sostiene y separa la inflorescencia de las hojas de la planta.

Las brácteas de la piña se forman en espiral alrededor del tallo y disminuyen de tamaño a medida que avanzan hacia el ápice, son bastante conspicuas y, al igual que las hojas, presentan espinas rojas en sus márgenes y poseen coloraciones rojizas en el haz.

En la axila de cada una de las brácteas que constituyen la inflorescencia existe una yema floral en forma de cojín de color rojo pálido (Figura 3). La diferenciación floral se produce en sentido acropetalo, observándose diferentes estados florales a lo largo de la inflorescencia



Figura 2 y 3. Inflorescencias de piña.

En la flor abierta la corola exhibe una estructura tubular con pétalos de color violeta (Figura 4). En las etapas finales de la diferenciación floral, se aprecia en el ápice de la inflorescencia un conjunto de hojas verdes pequeñas, con espinas y dispuestas en espiral, las cuales constituirán la corona del fruto (Pulido, 2000).



Figura 4. Flor de piña abierta.

c) **FRUTO DE LA PIÑA**

La piña posee un fruto múltiple denominado sorosis, cuya parte carnosa está constituida por la fusión de los tejidos de los frutos individuales y del eje de la inflorescencia (Figura 5). De cada una de las flores se desarrollan los frutos individuales que aparecen hacia el exterior en forma de escudetes, los cuales constituyen la corteza dura y cerosa del fruto.



Figura 5. Fruto de piña sin corona.

Al momento de la cosecha los frutos presentan una coloración general marrón brillante y el borde de los escudetes se encuentra delineado por una tonalidad amarillo-verde. El fruto en estado maduro es de pulpa blanca a amarillo muy pálido, aromático, carnoso, jugoso y de sabor dulce.

En el tamaño final de los frutos de piña se observa una alta variabilidad, resultado del vigor de la planta (relación fuente–vertedero), las condiciones de desarrollo y el carácter silvestre de la variedad (Tabla 1); encontrándose pesos sin corona para la piña entre 531.4 y 2400.3 g. (Pulido, 2000).

Tabla 1. Dimensiones promedio de frutos de piña.

Variable	Pulido (2000)	Morales (2001)
Peso fresco con corona (g)	1518.82	1600-2000 g
Peso fresco sin corona (g)	1275.65	
Diámetro transversal (cm)	13.62	13
Diámetro longitudinal (cm)	12.79	19

Fuentes: Pulido, 2000; Morales, 2001.

2.1.4. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL FRUTO DE PIÑA

En la Tabla 2 se registran los datos concernientes a las determinaciones bromatológicas realizadas a frutos de piña. A rasgos generales, la piña es una importante fuente de ácido ascórbico (8 a 30 mg/100 g, según la variedad) y es rica en carbohidratos, vitaminas y minerales; asimismo, aporta lípidos y fibra a la dieta humana (Samson, 1991).

Tabla 2. Caracterización del fruto de piña en estado maduro.

Variable	Contenido
Materia seca	8.46%
Humedad	84.5-88%
Proteína	0.78-3.20%
Extracto etéreo	1.54-5.56%
Pectina	0.86%
Hidratos de Carbono	80.36%
Fibra total	6.26%
Fibra cruda	1.29%

Cenizas	0.25-6.01%
Vitamina C	14.08- mg/100g
Calcio	134.12 mg/100g
Potasio	2445.0 mg/100g
Fosforo	1.41 mg/100g
Hierro	8.5 mg/100g

Fuentes: Barrera et al., 2001; Hernández, 2000; Morales, 2001; Oviedo, 2000.

2.1.5. VARIEDADES DE PIÑA

La variedad que más se cultiva en el Perú es la Criolla Selva, pero las que más se exportan en el mundo son la Cayenna Lisa y la MD-2, la última ha sido desarrollada recientemente por la transnacional del Monte. En el Perú, para poder participar exitosamente en el mercado internacional, es recomendable iniciar cultivos de esta variedad. La producción nacional de piña ha tenido un crecimiento sostenible durante los últimos diez años llegándose en el año 2005 a 20,3423 toneladas, teniendo la mayor producción en el departamento de Junín seguido de la Libertad, Loreto y Ucayali. Hasta ahora casi la totalidad de la oferta es destinada al mercado local. Donde también existen las siguientes variedades (Minag, 2013).

a. *Cambray (Milagreña)*: Es la variedad PEROLERA, originaria del Brasil y hasta hace poco la más cultivada, su fruto se destina exclusivamente al consumo local como fruta fresca, de tamaño grande, tiene forma cónica y ojos profundos, corazón grueso, pulpa blanca, es poco adecuada para la industrialización.

b. *Cayena Lisa (hawaiana)*: Posiblemente originaria de Guyana, con un área de cultivo en permanente expansión dada sus posibilidades para la industrialización y la exportación como fruta fresca, de tamaño medio, la fruta tiene forma cilíndrica, ojos superficiales, corazón delgado y pulpa amarilla.

c. *Champaka* F-153: Es un clon puro de la variedad Cayena Lisa, es más resistente a enfermedades que las otras variedades, es una variedad con gran aceptación y alta demanda en los mercados de exportación.

d. Piña nativa: La piña nativa o “cultivar India” exhibe hojas verdes con una tonalidad de rojo a púrpura que se extiende desde la parte media del haz hasta el ápice; las hojas poseen espinas rojas y duras a lo largo de sus márgenes. La piña nativa presenta una abundante producción de colinos (Pulido, 2000). La piña nativa generalmente es propagada mediante colinos basales y axilares, los cuales son sembrados máximo 20 días después de ser retirados de la planta madre. No obstante, se recomienda la utilización de los colinos producidos en la base del fruto (colinos basales), los cuales deben ser seleccionados de acuerdo a su vigor, tamaño y forma. En los cultivos de piña nativa del piedemonte amazónico la fase vegetativa (desde la siembra hasta el inicio de la fase reproductiva) oscila entre 14 y 16 meses y la duración de la fase reproductiva (período desde la aparición floral hasta la cosecha del fruto) oscila entre 17 y 31 meses, debido a la desigualdad en la floración (Pulido, 2000).

2.1.6. FORMAS DE INDUSTRIALIZAR LA PIÑA

FAO, (2006) informa que las formas en que la piña se industrializa y los productos finales que se pueden obtener de la piña son los siguientes: Piña envasada, piñas deshidratadas, jugo, néctar, pulpa, pulpa concentrada congelada, pulpa aséptica, jugo concentrado congelado, jalea, mermeladas, zumo, rellenos, vinagre.

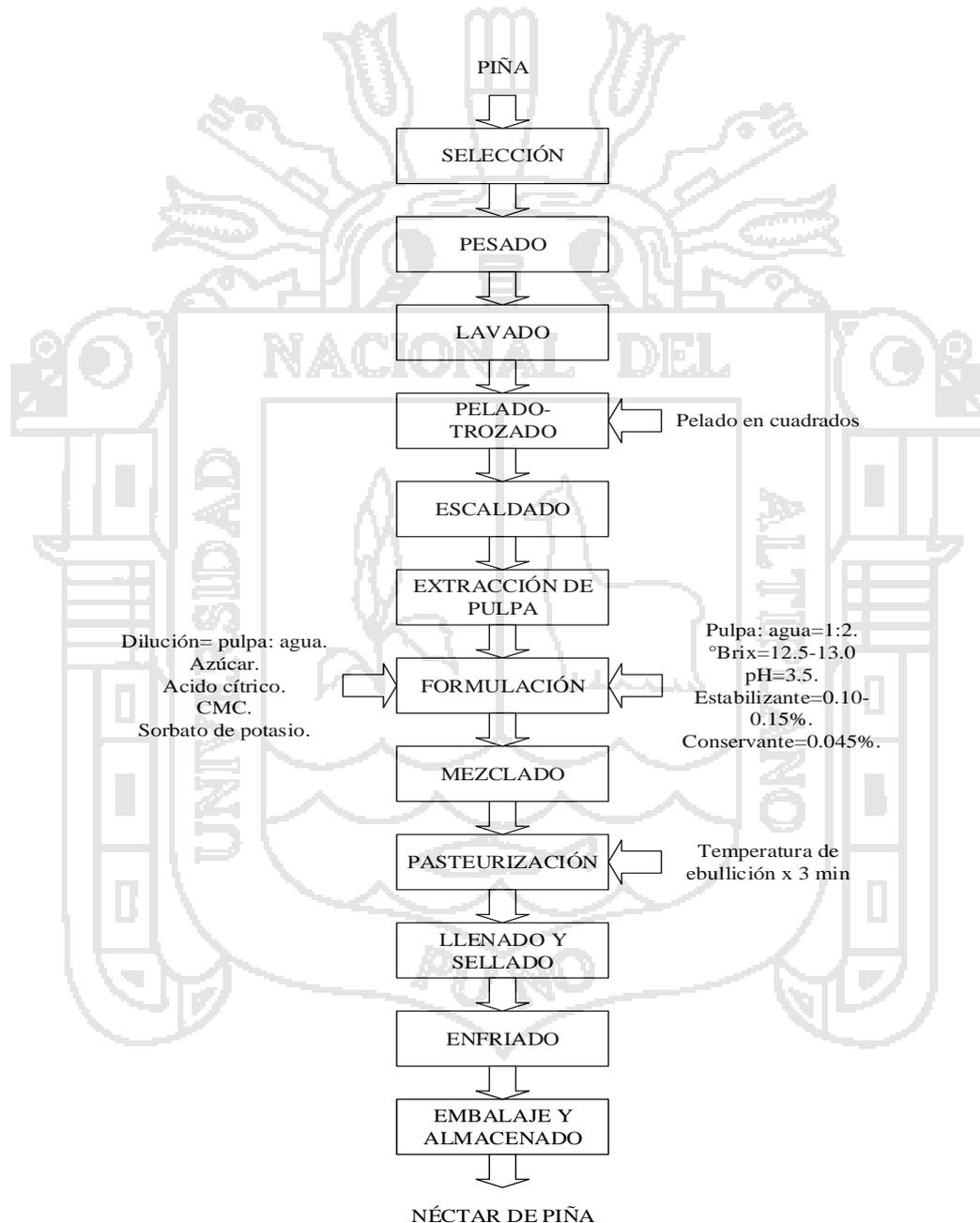
2.2. NÉCTAR

2.2.1. DEFINICIÓN DE NÉCTAR

Dull (1971), indica que el néctar es un producto constituido por pulpa de fruta finamente tamizada, agua potable, azúcar, ácido cítrico, preservante químico y estabilizador. Además, el néctar debe recibir un tratamiento térmico adecuado que asegure su conservación en envases herméticos.

Los néctares de mayor aceptación comercial son los de manzana, melocotón, pera y de frutas tropicales como la piña, el mango y la guayaba. El proceso consiste en la obtención de la pulpa, la formulación de una mezcla de pulpa, agua y azúcar, la aplicación de un tratamiento térmico (pasteurización) y el envasado en latas, botellas de vidrio o plástico y en cartón.

Figura 6. Diagrama de flujo para el proceso de néctar de piña.



Fuente: FAO 2006.

2.2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

- a. **Selección:** se selecciona la sana y con el grado de madurez adecuado
- b. **Pesado:** Consiste en cuantificar la materia prima que entra al proceso para determinar el rendimiento que puede obtenerse de la fruta.
- c. **Lavado:** la fruta se lava con chorros de agua y se desinfecta sumergiéndola en un tanque con agua clorada.
- d. **Pelado y/o Trozado:** la piña se corta en los extremos y luego se pela quitando la cáscara más externa (se dejan los ojos). Luego se parte en cuartos.
- e. **Escaldado:** cada fruta por aparte (excepto la naranja) recibe un tratamiento en agua a ebullición durante 3 minutos, con el propósito de inactivar las enzimas que oscurecen la fruta y cambian el sabor. También permite ablandar la fruta, por ejemplo los corazones de la piña para facilitar el despulpado.
- f. **Extracción de la pulpa:** la pulpa obtenida se traslada a una marmita u olla de cocimiento y se calienta hasta una temperatura de 85 °C durante 10 minutos. Si la temperatura sube de ese punto, puede ocurrir oscurecimiento y cambio de sabor del producto.
- g. **Formulación:** esta operación consiste en definir la fórmula del néctar y pesar los diferentes ingredientes, así como el estabilizador y el preservante. En general los néctares tienen 12.5°Brix y un pH entre 3.5 – 3.8. Una fórmula para néctar de frutas tropicales es la siguiente tabla 3.

Tabla 3. Formulación de agregación de ingredientes para el néctar.

INGREDIENTE	%
Pulpa de piña	17
Agua	55
Azúcar	10
CMC (estabilizador)	0.15
Ácido cítrico	Ajustar pH 3.5 – 3.8
Benzoato de sodio	0.02

Fuente: Elaboración propia basado a Coronado T. et al., 2001.

- h. Mezclado:** la pulpa se mezcla muy bien con el agua, azúcar, estabilizador, ácido y conservante y se calienta hasta una temperatura cercana a 50 °C, para disolver los ingredientes.
- i. Pasteurización:** la mezcla para el néctar se pasteuriza a 85 °C por 10 minutos para destruir los microorganismos patógenos.
- j. Llenado y sellado:** la pulpa caliente se traslada con mucho cuidado a la llenadora donde se empaqueta en bolsas de polietileno de alta densidad y de seguido se sellan con una selladora eléctrica. Antes de sellar se debe eliminar el aire atrapado dentro de la bolsa y esto se hace presionando suavemente sobre la línea de llenado. Se debe dejar un borde libre o pestaña de 1.5 cm aproximadamente.
- k. Enfriado:** las bolsas selladas se sumergen en un tanque con agua limpia a temperatura ambiente o fría, durante 3-5 minutos. Luego se extienden sobre mesas o estantes para que las bolsas se sequen con el calor que aún conserva el producto.
- l. Embalaje y almacenado:** una vez que las bolsas estén bien secas, se adhiere la etiqueta en el centro del empaque, cuidando que no quede torcida o arrugada. El código de producción y la fecha de vencimiento se colocan sobre la etiqueta o en otra etiquetilla en el reverso de la bolsa. Por último, se acomodan en cajas de cartón o en canastas plásticas y se almacena por ocho días a temperatura ambiente antes de enviarlo al mercado.

2.2.3. USO DE ADITIVOS PARA NÉCTARES

Se entiende por aditivo a cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características. Esta definición no incluye “contaminantes” o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorarlas cualidades nutricionales (CODEX STAN 162, 1995). En general, el objetivo de producir productos naturales como los néctares, es obtenerlo de la forma más natural posible, sin embargo, muchas veces es necesario

adicionar ciertas sustancias que mejoren las características organolépticas del producto, y aumenten su vida útil (Charley, 1991). Estas sustancias son los aditivos alimentarios, su uso y composición está establecido de acuerdo a las normas nacionales de aditivos alimentarios Norma Técnica Peruana (NTP, 1987).

La variación en el uso de los aditivos dentro del rango establecido, se da de acuerdo a la materia prima, las características del consumidor y las condiciones ambientales para su almacenamiento.

2.2.3.1. EDULCORANTE

a) Azúcar refinada

Los néctares en general contiene dos tipos de azúcar: el azúcar natural que aporta la fruta y el azúcar que se incorpora adicionalmente. El azúcar le confiere al néctar el dulzor característico. La azúcar blanca es más recomendable porque tiene pocas impurezas, no tiene coloraciones os-curas y contribuye a mantener en el néctar el color, sabor y aroma natural de la fruta. El azúcar rubia es más nutritivo que la azúcar blanca, pero le confiere al néctar un aspecto oscuro, sin brillo y con sabor acaramelado.

Entre otros tipos de azúcar, se puede mencionar: la chancaca, miel de abeja, miel de caña, etc. En todo caso el uso de cualquier tipo de azúcar dependerá de su costo, disponibilidad en la zona y de las exigencias del mercado.

La concentración o contenido de azúcar en un néctar se mide a través de un refractómetro, que mide el porcentaje de sólidos solubles expresados en grados °Brix o mediante un densímetro, expresados en grados baumé o °Brix.

Según la Norma Técnica Peruana 1987, los néctares deben tener un contenido de azúcar que puede variar entre 13 a 18 grados °Brix.

2.2.3.2. CONSERVANTE

En el procesamiento de los alimentos, se realiza el tratamiento térmico con la finalidad de eliminar los posibles microorganismos que contiene la materia prima, entre los tratamientos térmicos tenemos la pasteurización y la esterilización comercial, con estos tratamientos se elimina la mayoría de patógenos, pero muchos de los microorganismos como las esporas de los hongos sobreviven a la esterilización comercial, es por estos motivos que es necesario usar sustancias que impidan el desarrollo de los microorganismos sobrevivientes a los tratamientos térmicos (Braverman, 1980). Dentro de la industria de los néctares se usan varios conservantes, tenemos:

Ácido benzoico y sus sales: Bacteriostático, inhibe el crecimiento de levaduras y hongos, su actividad es mayor a pH 3.0 (Carbonel, 1973).

Ácido sórbico y sus sales: El ácido es fungicida más importante fisiológicamente inocuo El pH tiene poca actividad contra las bacterias (Carbonel, 1973).

2.2.3.3. ACIDIFICANTES

El pH de los néctares deben estar entre 3.33–4.0 según las normas CODEX ALIMENTARIUS, la mayoría de los néctares no alcanzan naturalmente este pH, por eso es necesario adicionar ácidos orgánicos para ajustar la acidez del producto. La acidez no solo le da un sabor al producto, también tiene la finalidad de dar un medio que implica el desarrollo de los microorganismos. El ácido cítrico es el acidificante más utilizado en la industria de los néctares (Carbonel, 1973).

a) **Ácido cítrico**

Es un ácido orgánico tricarboxílico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Su fórmula química es $C_6H_8O_7$. Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo en el envasado de muchos alimentos como las conservas de vegetales enlatadas.

Se emplea para regular la acidez del néctar y de esta manera hacerlo menos susceptible al ataque de microorganismos, ya que en medios ácidos éstos no podrán desarrollarse (Carbonel, 1973).

2.2.3.4. ESTABILIZANTE

Hanzah, (2009) Afirma que en los refrescos, los hidrocoloides se utilizan a veces para dar la sensación de engrosamiento en la boca, así como para mejorar sabores, en bebidas no alcohólicas con una naturaleza turbia, también pueden ser utilizados como agentes de ajuste de densidad y para prevenir la precipitación de la nube además que estos hidrocoloides pueden influir en el ritmo y la intensidad de la liberación del sabor a través de un atrapamiento físico de las moléculas de sabor dentro de la matriz del alimento, o a través de un enlace específico o no específico de las moléculas de sabor.

a) Carboximetilcelulosa sódica (CMC)

Conocida como CMC, se obtiene a partir de celulosa natural por modificación química, es soluble en agua, derivado de éter de celulosa. La CMC ha sido aprobada como aditivo interno alimenticio en la Unión Europea, Estados Unidos y muchos otros países. La toxicología de la CMC ha sido ampliamente evaluada por la FDA. El ADI (consumo diario aceptado) es de 25 mg/Kg de la persona. La CMC tiene la propiedad de no causar sinéresis del agua a temperaturas de congelación es decir, no existe una separación espontánea del agua debido a la contracción del gel, por lo que se utiliza como estabilizador en alimentos congelados (mezclas de carnes, pescado y vegetales). Mientras el alimento es congelado, el éter de celulosa ayuda a mantener la humedad y evita que los vegetales o las frutas se quemem, además ayuda a estabilizar la solubilidad de jugos de fruta congelados. La habilidad que tiene la CMC para evitar la cristalización es utilizada en la fabricación de helados y productos derivados del azúcar como mieles (Gerlat, 2000).

2.2.4. PROPIEDADES DEL CMC

a. Grado de sustitución

Los éteres de celulosa son caracterizados por: su viscosidad en solución, naturaleza química del sustituyente, grado de sustitución (DS), pureza, propiedades reológicas, solubilidad y compatibilidad. El grado de sustitución (DS) está definido por el número promedio de grupos hidroxilo sustituidos por una unidad anhidroglucosa. Cada unidad anhidroglucosa tiene 3 grupos hidroxilos disponibles para un DS máximo de tres. La habilidad que tiene un éter de celulosa para funcionar como un espesante o agente controlador de flujo de fluidos (control del comportamiento reológico), depende en gran medida en el DS. Propiedades como la compatibilidad de la sal, estabilidad térmica, estabilidad coloidal, actividad superficial, dependen primariamente de la naturaleza del sustituyente. De acuerdo a estas características, una gran variedad de éteres de celulosa se fabrica para cubrir necesidades específicas en aplicaciones industriales (Badui, 2006).

b. Dispersión y disolución del CMC

La CMC es soluble en agua fría y caliente, sin embargo, al igual que todos los polímeros solubles en agua, las partículas de CMC tienen la tendencia a aglomerarse y formar grumos cuando es humectada en agua. Los tipos de CMC con mayor tamaño de partícula se dispersan fácilmente en agua, pero requieren mayor tiempo de disolución, este CMC es recomendado cuando no se dispone de un sistema de agitación adecuado, para aplicaciones que requieren una disolución rápida es recomendable emplear la CMC con un tamaño de partícula fina (Luque, 2008).

El grado de sustitución de la CMC y el peso molecular inciden también en la velocidad de dilución, a medida que se incrementan la sustitución y/o se disminuye el peso molecular, se consigue una más rápida disolución. Para obtener una buena solución, es necesario considerar dos etapas en la disolución:

- ❖ Dispersar el polvo seco de CMC en agua
- ❖ Disolver las partículas humectadas.

Para conseguir una buena dispersión debe adicionarse muy lentamente la CMC en el agua y para disolver las partículas humectadas debe contarse con una vigorosa agitación.

c. Efectos de la temperatura y pH en el CMC

Cubero (2002) establecen que a diferencia de otros éteres de la celulosa como a metilcelulosa que con el calentamiento coagulan, las soluciones de CMC no se alteran con este, solo presenta variaciones de viscosidad, la cual disminuye al aumentar la temperatura, en otras palabras, bajo condiciones normales el efecto de la temperatura sobre la viscosidad es reversible, también corroboran que las soluciones de CMC mantienen una viscosidad constante y su máxima estabilidad se da en un rango de pH que va de 6 a 9.4, por debajo de pH 4 hay transformación de la CMC en ácido carboximetilcelulósico, el cual flocula, dando viscosidades superiores, por encima de pH 10, la viscosidad disminuye notablemente.

2.3. VELOCIDAD DE DECANTACIÓN

La decantación Primaria es la reducción de los SS bajo la exclusiva acción de la gravedad. Por tanto solo se puede pretender la eliminación de los sólidos sedimentables y las materias flotantes. En la decantación primaria, las partículas tienen cierta característica que producen la floculación durante la sedimentación. Así, al chocar una partícula con otra, ambas se unen formando una nueva partícula de mayor tamaño, aumentando su velocidad de sedimentación (Brennan, 1998)

La sedimentación de partículas en un fluido no es un fenómeno nuevo, ya que ha sido utilizada con fines prácticos desde épocas muy remotas por la humanidad y actualmente juega un rol de especial relevancia para las tecnologías de descontaminación, en la industria.

Como fue indicado, en términos fisicoquímicos en un proceso de sedimentación gravimétrica existen dos tipos de fuerzas, las que corresponden a las fuerzas mecánicas originadas por la acción de un campo de fuerzas gravimétrico o centrífugo y las fuerzas de tipo electroquímico que se dan por la acción de las diferencias de potencial

electrostático entre las superficies de las partículas, las fuerzas de Van der Waals y otras; a todas estas fuerzas de origen electroquímico se les denominan como fuerzas débiles y son modeladas a través de la Teoría DLVO, desarrollada por Derjagin, Landau, Verwey y Overbeck (C. Bernhardt, 1990).

Considerando una sedimentación de micropartículas en que la fuerza dominante es generada por el campo gravitatorio, es posible modelar el comportamiento de una partícula rígida, de forma esférica, la que se sumerge en un fluido viscoso desde una posición dada con una velocidad inicial nula, al aplicarse a ésta la ecuación de D'Alambert, considerando sólo los términos de cambio de cantidad de movimiento, el peso de la partícula, la fuerza de flotación y la de arrastre viscoso que se ejercen sobre la partícula, lo que da lugar a la ecuación que sigue, donde z representa a la posición de la micropartícula en el sentido de la aceleración de gravedad (H. Sigloch, 1996).

$$m_p \cdot \frac{d^2 \vec{z}(t)}{dt} = \vec{W}_{particula} - \vec{F}_{flotacion} - \vec{F}_{arrastre} \quad (1)$$

Como todo movimiento de un sólido, en este caso una partícula esférica en un medio viscoso, presenta una primera fase de movimiento, en que existe una desaceleración y por lo tanto la velocidad de la partícula es variable con respecto del tiempo y la posición. A medida que la partícula se sumerge en el fluido, ésta tiende a un estado de equilibrio estático, donde el peso de la partícula es compensado por la acción de las fuerzas de flotación y arrastre, de modo que la partícula alcanza una velocidad de sumergimiento constante a la que se le denomina velocidad terminal.

El problema de evaluar matemáticamente la solución de la ecuación (1) fue resuelto analíticamente por Stokes. Sin embargo, esta solución tiene una muy importante restricción, la que se refiere al régimen de escurrimiento del fluido por sobre la esfera debe no sólo ser laminar, sino que además su Número de Reynolds debe ser menor a 0,25, a fin de asegurar la exactitud en el valor del coeficiente de arrastre para una esfera rígida (H. Sigloch, 1996);(H. Trawinski, 1975).

Considerando que el Número de Reynolds que se presenta sobre la partícula esférica no es mayor a 0,25, se puede obtener la siguiente solución genérica para la ecuación diferencial (1), entendiendo que la dirección de movimiento es según la dirección del campo gravitatorio.

$$\frac{d^2\bar{z}(t)}{dt^2} = \frac{(\rho_p - \rho_f) \cdot \bar{g}}{\rho_p} \cdot e^{-\frac{3\pi \cdot \mu}{m_p} \cdot t} \quad (2)$$

Donde:

$\frac{d^2\bar{z}(t)}{dt^2}$: Aceleración de la partícula.

ρ_p : Densidad media de la partícula.

ρ_f : Densidad media del fluido.

m_p : Masa de la partícula.

g : Aceleración de gravedad.

μ : Viscosidad dinámica del fluido.

T : Tiempo.

Integrando la función aceleración de la micropartícula es posible obtener la expresión de la velocidad de ésta en función del tiempo.

$$\frac{d\bar{z}(t)}{dt} = \frac{(\rho_p - \rho_f) \cdot m_p \cdot \bar{g}}{3 \cdot \pi \cdot \mu \cdot \rho_p} \cdot \left(1 - e^{-\frac{3 \cdot \pi \cdot \mu}{m_p} \cdot t} \right) \quad (3)$$

Donde:

$\frac{d\bar{z}(t)}{dt}$: Velocidad de sedimentación de la partícula

Siendo la posición de la partícula evaluable a partir de la siguiente ecuación:

$$\vec{z}(t) = \frac{(\rho_p - \rho_f) \cdot m_p \cdot \vec{g}}{3 \cdot \pi \cdot x \cdot \mu \cdot \rho_p} \cdot \left(t + \frac{m_p}{3 \cdot \pi \cdot x \cdot \mu} \cdot e^{-\frac{3 \cdot \pi \cdot x \cdot \mu}{m_p} \cdot t} \right) \quad (4)$$

$\vec{z}(t)$: Posición de la partícula medida desde su posición inicial de sedimentación en el sentido del campo gravitatorio.

Por su lado, el número de Reynolds para el caso de partículas esféricas está definido como:

Donde:

$$Re = \frac{x \cdot \rho_f \cdot u_{\text{Sedimentación}}}{\mu} \quad (5)$$

Re= Número de Reynolds

Como se aprecia, el valor del exponente de la función de corrección de Richardson y Zaki, es empleado para el caso de las partículas que sedimentan en regímenes de escurrimiento laminares definidos a través de números de Reynolds menores a 0,25 es $n = 4,65$, sin importar el tamaño de éstas y que corresponde al caso de partículas de tamaño micrométrico.

2.3.1. ELIMINACIÓN DE PARTÍCULAS POR DECANTACIÓN

La decantación o llamado también la sedimentación es una operación unitaria consistente en la separación por la acción de la gravedad de las fases sólida y líquida de una suspensión diluida para obtener una suspensión concentrada y un líquido claro.

Se pueden distinguir dos tipos de sedimentación:

2.3.1.1. Decantación por zonas

En la Figura 7 se representa el proceso de sedimentación por zonas en una probeta. Este proceso consta de las siguientes etapas: en un principio el sólido, que se encuentra con una concentración inicial x_0 (Figura 7a), comienza a sedimentar (Figura 7b), estableciéndose una interface 1 entre la superficie de la capa de sólidos que sedimentan y

el líquido clarificado que queda en la parte superior (zona A). La zona por debajo del líquido clarificado se denomina zona interfacial (zona B). La concentración de sólidos en esta zona es uniforme, sedimentando toda ella como una misma capa de materia a velocidad constante V_s . Esta velocidad de sedimentación puede calcularse a partir de la pendiente de la representación de la altura de la interfase 1 frente al tiempo, tal y como se muestra en la Figura 10 (Brennan, 1998).

Simultáneamente a la formación de la interfase 1 y de la zona interfacial, se produce una acumulación y compactación de los sólidos en suspensión en el fondo de la probeta, dando lugar a la denominada zona de compactación (zona D). En esta zona la concentración de sólidos en suspensión es también uniforme y la interfase que bordea esta zona, interfase 2, avanza en sentido ascendente en el cilindro con una velocidad constante.

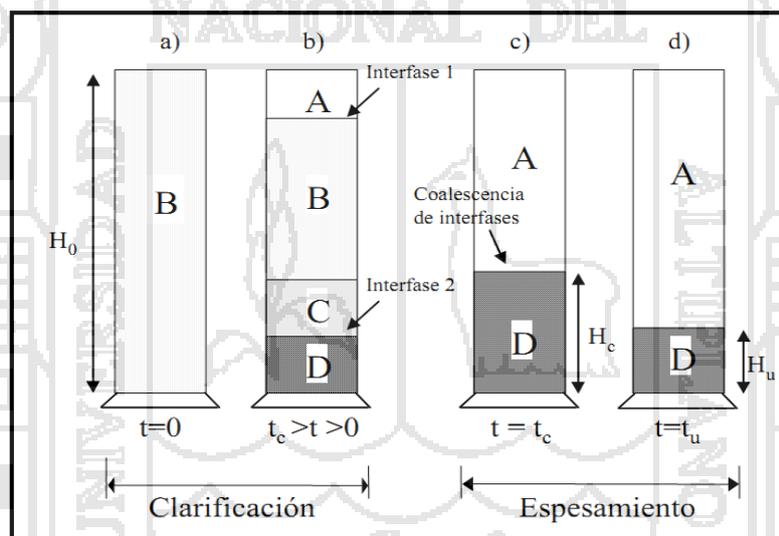


Figura 7. Proceso de sedimentación por zonas.

Entre la zona interfacial y la zona de compactación se encuentra la zona de transición (zona C). En esta zona la velocidad de sedimentación de los sólidos disminuye debido al incremento de la viscosidad y de la densidad de la suspensión, cambiando la concentración de sólido gradualmente entre la correspondiente a la zona interfacial y la de la zona de compactación.

Las zonas de compactación e interfacial pueden llegar a encontrarse, produciéndose la coalescencia de las dos interfases anteriormente citadas, en el denominado momento crítico t_c , desapareciendo la zona de transición (Figura 7c). En este momento el sólido sedimentado tiene una concentración uniforme X_c o concentración crítica, comenzando la compactación y alcanzándose, posteriormente, la concentración final X_u (Figura 7d).

La velocidad de sedimentación en el momento t_c corresponde a un valor V_c dado por la pendiente de la tangente a la curva de sedimentación en el punto C, tal y como se indica en la Figura 10 donde $V_c < V_s$.

2.3.1.2. Decantación continuo

La decantación continua se realiza industrialmente en tanques cilíndricos a los que se alimenta constantemente la suspensión inicial con un caudal inicial Q_0 y una concentración inicial C_0 (figura 8). Por la parte inferior se extrae un lodo con un caudal Q_u y una concentración C_u , normalmente con ayuda de rastrillos giratorios, y por la parte superior del Sedimentador continuo se obtiene un líquido claro que sobrenada las zonas de clarificación (A), sedimentación (B-C) y compresión (D) que pueden distinguirse en la figura 8. En un Sedimentador continuo, estas tres zonas permanecen estacionarias.

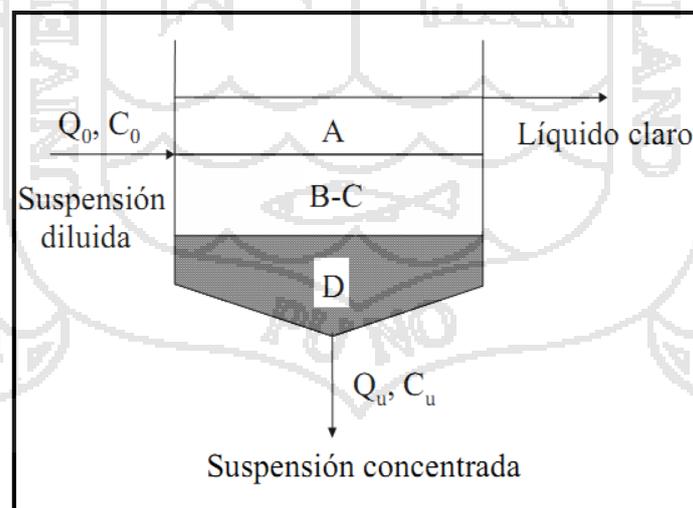


Figura 8. Sedimentador continuo.

El procedimiento a seguir para diseñar sedimentadores que operen en condiciones de sedimentación por zonas es el siguiente:

- a) Calcular el área de la superficie mínima que se requiere para conseguir la clarificación del sólido.
- b) Calcular el área de la superficie mínima que se requiere para conseguir el espesamiento del sólido y alcanzar la concentración deseada.
- c) Seleccionar la mayor de estas dos áreas como área de diseño para el sedimentador.

2.3.1.3. DETERMINACIÓN DEL ÁREA MÍNIMA REQUERIDA PARA CONSEGUIR LA CLARIFICACIÓN

El área mínima requerida A_c para la clarificación depende de la velocidad V_s para la que las partículas en suspensión sedimentan antes de alcanzar la concentración crítica interfacial X_c .

En condiciones de caudal constante, la velocidad del clarificado que rebosa por la parte superior del sedimentador, o vertedero, no debe exceder de V_s si se desea evitar el arrastre de las partículas y la clarificación.

Por lo tanto, el área mínima requerida para la clarificación A_c puede calcularse a partir de la expresión:

$$A_c = \frac{Q_c}{V_s} \quad (6)$$

En la que Q_c es el caudal (m^3/s), V_s es la velocidad de sedimentación por zonas (m/s) y A_c el área mínima requerida para la clarificación (m^2).

El valor de la velocidad en la zona de sedimentación libre, V_s , puede calcularse a partir de la pendiente de la tangente de dicha zona de las curvas de sedimentación, tal y como se muestra en la figura 7. El valor de t se puede leer directamente de la abcisa en el punto B. V_s en la ecuación (1) corresponde a la velocidad a la cual las partículas en

suspensión sedimentan antes de alcanzar la concentración crítica X_c y viene dada por la pendiente de la tangente AB de la curva correspondiente a la concentración inicial X_0 :

$$V_s = \frac{\overline{OB}}{\overline{OB}} = \frac{H_0}{t\left(\frac{m}{s}\right)} \quad (7)$$

2.3.1.4. DETERMINACIÓN DEL ÁREA MÍNIMA REQUERIDA PARA EL ESPESAMIENTO DEL SÓLIDO

El hecho de que el área de la sección del sedimentador pueda calcularse para asegurar la clarificación de la suspensión no significa que se alcance la concentración deseada de sólido en la disolución de salida, X_u . Generalmente el área de la sección requerida para el espesamiento suele ser mayor que la requerida para la clarificación.

El procedimiento desarrollado por Yoshioka y Dick para la determinación de la sección mínima requerida para el espesamiento se basa en las siguientes consideraciones:

En primer lugar ha de considerarse que los ensayos de sedimentación llevados a cabo en el laboratorio no corresponden a un funcionamiento en continuo (figura 8). La capacidad del sedimentador discontinuo para arrastrar los sólidos a su parte inferior, con una concentración X_i , en funcionamiento discontinuo, viene dada por:

$$G_B = X_i V_i \quad (8)$$

En la que:

G_B = caudal de sólido (kg/m² s)

X_i = concentración de sólido en disolución (kg/m³)

V_i = velocidad de sedimentación en la zona para una concentración X_i (m/s).

A partir de la ecuación 3, puede obtenerse la curva de flujo discontinuo: en la figura 9 se representa una curva típica G en función de X . Esta curva presenta un punto

máximo debido a que la velocidad de sedimentación disminuye según se incrementa la concentración de la suspensión.

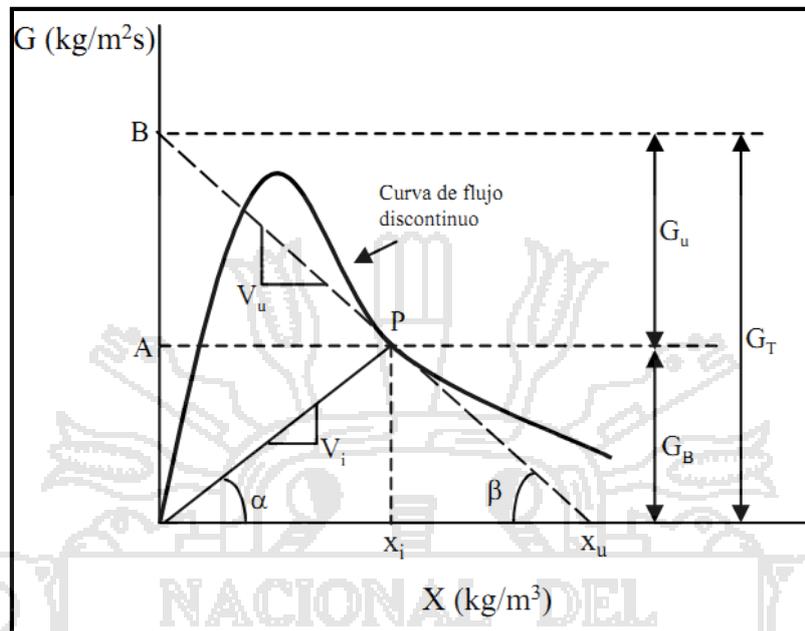


Figura 9. Procedimiento gráfico para determinar G_T .

A concentraciones muy elevadas, cuando la suspensión se aproxima a una posición de equilibrio, $V_i \rightarrow 0$ y, por lo tanto, según la ecuación (3), $G_B \rightarrow 0$. Por otro lado, a concentraciones muy bajas, cuando $X_i \rightarrow 0$, la ecuación (3) indica que G_B también se aproxima a 0. Esto sugiere que se debe alcanzar un máximo para G_B en alguna concentración intermedia X_i , lo que explica la forma de la curva de flujo discontinuo.

2.3.2. FACTORES RESPONSABLES DE ESTABILIDAD

Tamaño de las micelas dispersadas. El tamaño influye notablemente en la velocidad de sedimentación. La mayor o menor sedimentación determina la separación de las fases.

Viscosidad de la fase continúa. Un aumento de la viscosidad aumenta la resistencia al desplazamiento de micelas (Fase continua); ralentiza la decantación y dificulta la floculación.

Volumen de la fase dispersa. Una disminución de este volumen aumenta la estabilidad.

Presencia de cargas electrostáticas. Con el mismo signo las micelas se repelen, no forman conglomerados. Es muy importante en el caso de sistemas coloidales hidrófobos (emulsión). Podemos disponer de sustancias estabilizadoras de la emulsión, son sustancias bipolares que se disponen en la interface (Brennan, 1998).

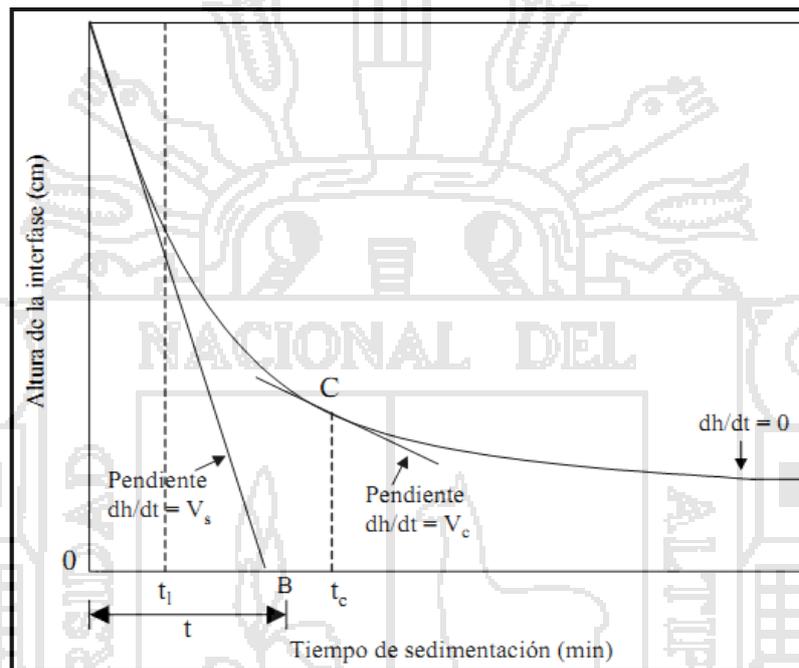


Figura 10. Representación gráfica de la altura frente al tiempo.

2.3.3. TEXTURA

Ya que la textura consiste de un número de diferentes sensaciones físicas, es preferible hablar de propiedades texturales que de textura, ya que lo primero implica un grupo de propiedades relacionadas y lo segundo, un parámetro individual (Bourne, 1982).

La textura es probablemente el factor de calidad más difícil de definir y medir de los néctares, según Bourne (1982). La definición convencional de textura no ayuda a relacionar su significado con la industria alimentaria, por lo que los entendidos en la materia se han esforzado en elaborar su propia definición. Un grupo de ellos estableció que debe ser definida orientada al producto en los cuales el término de textura es aplicado, a un atributo particular de calidad del tipo de alimento en cuestión; otro grupo de

científicos considera que la textura se aplica a todos los alimentos y se han esforzado desarrollando definiciones que reflejen una amplia cobertura, sin embargo, ninguna de ellas es enteramente satisfactoria.

2.3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE TEXTURA

Al seleccionar un dispositivo adecuado de medición se debe considerar que el modo de ruptura del alimento es diverso y complejo y que se ve afectado por las propiedades del producto estudiado y la forma de esos cambios durante la compresión. Además, la ruptura ocurre de una manera progresiva, la que también es afectada por las propiedades del alimento y la acción del dispositivo utilizado, por lo que se deduce que cada producto debe ser considerado como único, y dentro de cada producto la conducta individual de las muestras del mismo alimento puede variar (Voisey, 1979).

Las expresiones de textura en néctares son altamente dependientes del método usado para determinarla, por lo tanto, los diversos métodos necesitan ser explicados y evaluados en términos de cómo son medidos. Algunos métodos están dirigidos a la determinación del contenido de partículas flotantes, como el histoquímico y el extractivo, otros se basan en las percepciones sensoriales y están también los métodos reológicos, basados en la medida de flujo y deformación de una sustancia en respuesta a la aplicación de una fuerza (Lipton 1990).

2.3.4.1. ANÁLISIS DE IMAGEN

El análisis de imágenes combina técnicas que calculan estadísticas y mediciones basándose en la intensidad de escala de grises de los píxeles de la imagen. Se pueden usar las funciones de análisis de imagen para determinar si la calidad de imagen es suficientemente buena para la tarea de inspección. También se puede analizar una imagen para comprender su contenido y para decidir qué tipo de herramientas de inspección utilizar para manejar la aplicación. Las funciones de análisis de imágenes también proveen mediciones que pueden usarse para realizar tareas de inspección básicas, tales como presencia o ausencia de verificación. Las herramientas normales que pueden utilizarse para el análisis de imágenes incluyen los histogramas, perfiles de línea y mediciones de intensidad (Tracnova, 2005).

2.3.4.2. Procesamiento de Imágenes

El proceso de análisis de imágenes consta de cinco etapas descrito por Du y Sun (2004), como se muestra en la Figura 2, que es (1) operaciones de adquisición de imagen para convertir imágenes en forma digital; (2) pre-procesamiento operaciones para obtener una imagen mejorada con las mismas dimensiones como la imagen original; (3) las operaciones de segmentación de imagen para dividir en partes una imagen digital en regiones disjuntas y poco imbricadas; (4) las operaciones de medida del objeto para medir las características de objetos, como el tamaño, la forma, el color y la textura; y (5) las operaciones de clasificación e interpretación de características.

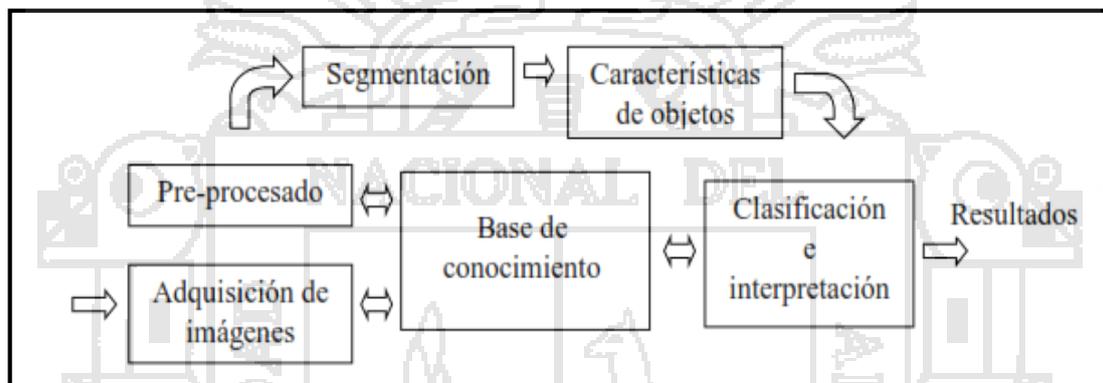


Figura 11: Diagrama del proceso de Análisis de imágenes

Fuente: Du y Sun (2004).

2.3.4.3. Adquisición de imágenes

El proceso se inicia con la etapa de adquisición de imágenes, donde el objeto en estudio es capturado y almacenado en el computador. Cuando se adquieren imágenes, es importante considerar el efecto de la intensidad de la iluminación y la orientación relativa de la muestra a la fuente de iluminación, ya que el nivel de gris de los píxeles está determinado no sólo por las características físicas de la superficie, sino también por esos dos parámetros (Pedreschi *et al.*, 2006).

2.3.4.4. Pre-Procesamiento de Imagen

A través del pre-procesamiento, la calidad de las imágenes digitales es mejorada antes de que sean analizadas. Algunas de las técnicas empleadas en el pre-procesamiento son eliminación de ruidos de la imagen y mejora del contraste a través del filtrado digital, problemas que son causados por deficiencias en la iluminación. Además, en esta etapa la imagen en color se convierte en una imagen en escala de grises, con la finalidad de mejorar la calidad de la imagen (Castleman, 1996).

2.3.4.5. Segmentación de Imágenes

La segmentación subdivide una imagen en sus partes constituyentes u objetos, con el fin de separar las partes de interés del resto de la imagen, por lo tanto el nivel al que se lleva a cabo esta subdivisión depende del problema a resolver. En el proceso de detectar las partes en una imagen se identifican bordes de la imagen, o se segmenta está en regiones, líneas o curvas, etc. Otra definición considera a la segmentación como la clasificación de los puntos de la imagen (píxeles), indicando las clases a la que pertenecen los diferentes píxeles. Los atributos básicos de segmentación de una imagen son: la luminancia en imágenes monocromáticas, los componentes de color en imágenes en color, textura, forma, etc. (Gonzales y Woods, 1996).

La intensidad de la imagen se utiliza para identificar regiones disjuntas de la imagen con el fin de separar la parte de interés del fondo. Esta imagen segmentada es una imagen binaria compuesta sólo de píxeles blanco y negro, donde "0" (negro) y "1" (blanco) significan fondo y objeto, respectivamente (Morales, 2008).

2.3.4.6. Extracción de Características

Cuevas *et al.*, (2010) mencionan que un objeto "0" de una imagen binaria puede ser interpretada como una distribución de puntos de valor uno $x_{i=(x,y)}$ en una rejilla bidimensional, esto es:

$$0 = \{x_1, x_2, \dots, x_N\} = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_N, y_N)\}$$

2.3.4.7. Características Texturales

La textura de las materias primas cambia a menudo durante el procesado. Los cambios de textura se deben a causas muy diversas que incluyen la pérdida de agua, desnaturalización de las proteínas que da lugar a la pérdida de la capacidad de retención de agua, o a la coagulación, hidrólisis y solubilización de las proteínas. La gelatinización del almidón, la hidrólisis de las pectinas y la disolución de las hemicelulosas causan también el ablandamiento de los tejidos (Brennan, 2008).

Para caracterizar la textura existen básicamente tres formas de procesar la imagen y extraer su información como: los descriptores de frecuencia, descriptores estructurales y descriptores probabilísticos González y Woods (2002); Cocquerez y Philipp (1997). Históricamente, el método más común para describir la información de la textura es el enfoque estadístico, el cual incluye los métodos estadísticos de primer orden, segundo orden y órdenes más altos. Estos métodos analizan la distribución de propiedades específicas de la imagen usando el valor de sus píxeles. Particularmente, nosotros estamos interesados en el método de segundo orden porque toma en cuenta la distribución de las intensidades de los píxeles y además su posición espacial sin sacrificar mucho tiempo en los cálculos, siendo el caso de los métodos de órdenes más altos.

2.3.4.7.1. Segundo Momento Angular o Angular Second Moment (ASM)

Esta estadística es también llamada uniformidad. Mide la uniformidad de una imagen. Cuanto más suave es la textura, mayor valor toma el ASM. Esto detecta desorden en la textura. El ASM alcanza un máximo valor equivalente a 1. Un valor alto de ASM ocurre cuando la distribución de nivel de gris es constante o forma periódica. El ASM tiene un rango normalizado (Gadkari, 2004; Haralick *et al.*, 1973).

2.3.4.7.2. Contraste (CT)

Este descriptor de estadística mide la frecuencia espacial de una imagen y la diferencia de momento GLCM. Esto es la diferencia entre los valores superior e inferior de un continuo grupo de píxeles. Estas medidas suman la variación local presente en la imagen. Un pequeño contraste presente en la imagen GLCM durante la concentración

acerca de la diagonal principal y características pequeñas de frecuencia espacial Gadkari (2004). Es lo opuesto a la homogeneidad. El contraste es una medida de la diferencia entre los valores de intensidad de los pixeles vecinos (Pérez, 2010).

2.3.4.7.3. Momento inverso de diferencia o Inverse Difference Moment (IDM)

Esta estadística también es llamada homogeneidad, esto mide la homogeneidad de la imagen cuando este asume valores altos por pequeños tonos de gris diferentes en un par de elementos. Esto es más sensitivo a la presencia de diagonal cerca de elementos en GLCM. Esto tiene un valor máximo cuando todos los elementos en la imagen son iguales (Gadkari, 2004).

2.3.4.7.4. Entropía (ET)

Es un término común en termodinámica o mecánica estadística. La entropía es una medida del nivel de desorden en un sistema. Las imágenes que contienen escenas altamente homogéneas tienen una entropía asociada muy baja, mientras que las escenas heterogéneas tienen una medida de entropía muy alta (Pérez, 2010; Gadkari, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se ejecutó en el laboratorio de Ingeniería, sección de adquisición de imágenes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano Puno ubicado a una altitud de 3810 m.s.n.m. en la ciudad del mismo nombre.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. MATERIA PRIMA

La materia prima es de la procedencia del valle de San Gabán – Carabaya Puno de la variedad piña nativa.

3.2.2. INSUMOS Y REACTIVOS

- ❖ Azúcar blanca.
- ❖ CMC (estabilizador).
- ❖ Ácido cítrico.
- ❖ Benzoato de sodio.

3.2.3. ENVASE

- ❖ Envase de vidrio.

3.2.4. MATERIALES, EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

- ❖ Cámara fotográfica digital D7000 4F – S DX con objetivo micro Nikkor 40 mm marca Nikon.
- ❖ Computador Intel (R) Core (TM) i7-2600 CPU @ 3,40 GHz.
- ❖ Termómetro con funda de alambre marca AMARELL 300 mm. largo x ø 30 mm. -30 a 100°C.
- ❖ Cronómetro.

3.2.5. SOFTWARE

- ❖ Camera Control Pro 2 versión 2.8.001.
- ❖ MatLab R2014 a versión 8.3.
- ❖ Sigma Plot 12.0 (Exact Graphs and Data Analysis).
- ❖ Statgraphics Plus 5.1 (Statistical Graphics Corp.).

3.2.6. EQUIPOS DE PROCESO

- ❖ Despulpador.
- ❖ Extractor de jugos.
- ❖ Refractómetro
- ❖ pH-metro

3.2.7. MATERIALES DIDÁCTICOS

- ❖ Libros.
- ❖ Copias.
- ❖ Papeles.
- ❖ Computadora.
- ❖ Impresora.
- ❖ Calculadora.

3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.3.1. EVALUACIÓN DE LA MATERIA PRIMA (PIÑA)

a. Determinación de los grados Brix

La determinación de los grados Brix se hizo con un Refractómetro, los grados Brix de la piña resultado de 3°Brix.

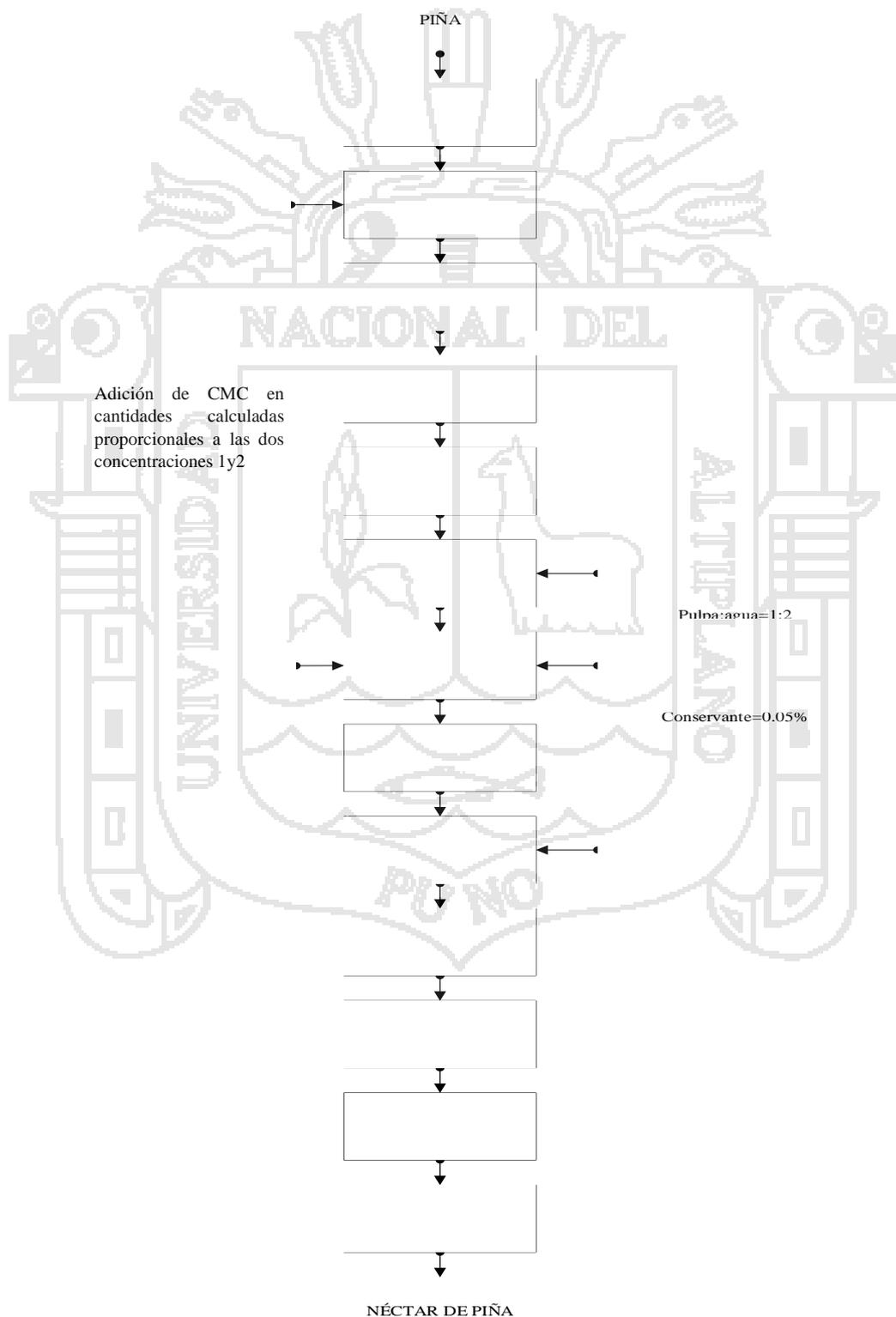
b. Determinación del pH

La determinación de pH se hizo con un pH-metro, el pH de la piña resultado de 5.5.

3.3.2. PROCESAMIENTO DEL NÉCTAR

a. Diagrama de Flujo

Figura 12. Diagrama de flujo para procesar néctar a 0%, 0.10% y 0.15% de estabilizante (CMC).



3.3.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

- a. **Selección:** se seleccionó las piñas de mejor apariencia de procedencia de San Gabán.
- b. **Pesado:** Consiste en cuantificar la materia prima que entra al proceso para determinar el rendimiento.
- c. **Lavado:** Desinfecta con agua clorada a 5 ppm.
- d. **Pelado y/o Trozado:** cortado de los extremos, para posteriormente se le quita la cascara extrema para su posterior trozado.
- e. **Extracción de zumo:** la pulpa obtenida se sometió a una trituration para la extracción de zumo, esto se realizó en una extractora de jugo.
- f. **Estandarización y formulación:** esta operación consistió en definir la fórmula del néctar y pesar los diferentes ingredientes, así como el estabilizador y el preservante.

❖ Dilución de la pulpa

La dilución de la pulpa se realizó en proporción 1:2 (una de concentración de zumo y dos proporciones de agua).

❖ Regulación del azúcar

La cantidad de azúcar a agregada se utilizó la siguiente formula.

$$\text{Cantidad de Azúcar (Kg)} = \frac{(3) \times (13-3)}{100-13} = \mathbf{0.34Kg.}$$

❖ Regulación de la acidez

Se anota cuanto de ácido cítrico se ha aplicado a la muestra y por una regla de tres simple calculamos para la solución total.

0.5 litros -----0.1 g de ácido cítrico

3 litros ----- X g de ácido cítrico

X= 6 g.

❖ Adición de estabilizante (CMC)

El siguiente cuadro se tomó como referencia, esto significa que trabajamos dentro de los rangos establecidos de CMC.

Tabla 4. Concentración de estabilizante CMC para frutas.

Frutas	% de estabilizante CMC
Frutas pulposas	0.07%
Por ejemplo manzana, mango, durazno.	
Frutas menos pulposas	0.10-0.15%

Por ello se adiciono el estabilizante de 3 gramos para la concentración de 0.10%, 4.5 gramos para la concentración 0.15% y 0 gramos se utilizó para la prueba patrón (la prueba patrón se utilizó a cero concentración de CMC).

❖ Adición de conservante

Se adiciono el conservante de 1.5 g, esto se halla mediante la siguiente formula:

$$\text{Cantidad de conservante} = \frac{0.05 \times 3 \text{ kilos}}{100} = 1.5 \text{ g. de conservante}$$

- g. Homogenización:** la pulpa se mezcla muy bien con el agua, azúcar, estabilizador, ácido y persevante y se calienta hasta una temperatura cercana a 50 °C, para disolver los ingredientes.
- h. Pasteurización:** la mezcla para el néctar se pasteurizo a 85 °C por 3 minutos con la finalidad de destruir los microorganismos patógenos.
- i. Envasado:** botellas de PET.
- j. Enfriado:** se sumergió en un recipiente con agua fría.
- k. Almacenado:** fue almacenado en un lugar frio y limpio.

3.3.4. EVALUACIÓN AL PRODUCTO FINAL (NÉCTAR DE PIÑA)

a. Análisis de grados Brix

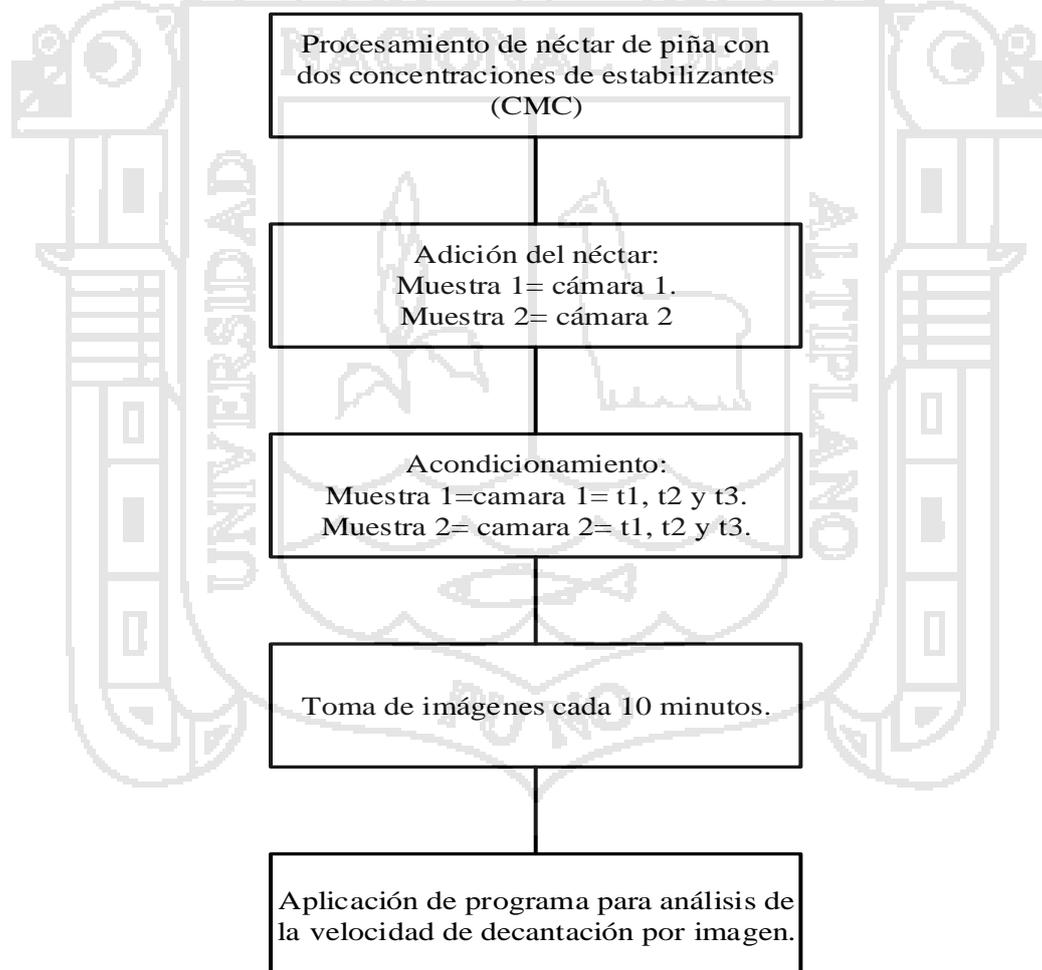
Nuestro producto final obtenido fue con 13.6 °Brix.

b. Determinación de pH

El néctar se corrigió a un pH de 3.4.

3.3.5. EVALUACIÓN DE DECANTACIÓN

Figura 13. Descripción del método a aplicar, seguidamente la descripción de la metodología.



Fuente. Elaboración propio.

A. Muestra

Las muestras de néctar que se evaluaron son dos, ellas a distintas concentraciones de estabilizantes de CMC (0.10% y 0.15%), y para caracterizar la velocidad de decantación se estudió a tres distintas temperaturas (10°C, 13.5°C y 20°C) con sus tres repeticiones cada una de ellas.

B. Toma de Imágenes bidimensionales

Se utilizó una cámara fotográfica acoplada a un lente micro marca Nikkor 40mm, esta cámara sujeta a un trípode a una altura aproximada de 0.80 m desde la base del piso y para el enfoque se sometió a una distancia desde la parte frontal del prototipo de la columna a la lente es de 0.60 m de distancia (figura 13). Una vez que se agregó el néctar al equipo, se comenzó una adquisición secuencial de imágenes de la muestra a intervalos regulares de tiempo de cada 10 minutos en donde se van registrando el proceso de decantación, así obteniéndose 26 fotos por cada tratamiento (tres néctares) y en su respectiva repetición.

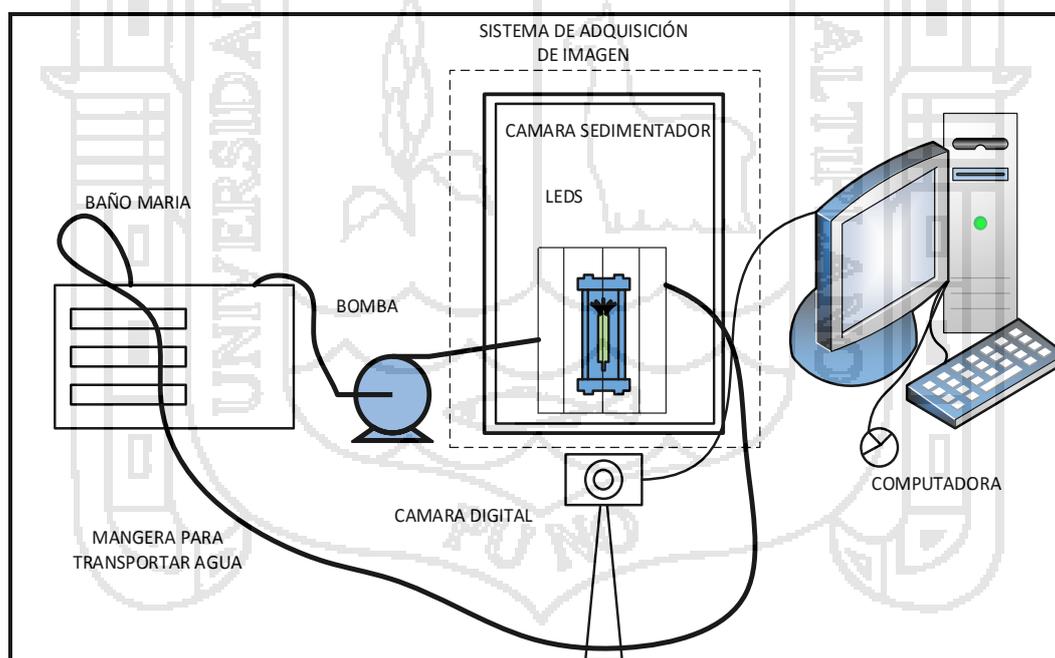


Figura 14. Esquema del sistema para adquisición de imágenes vista de lado frontal durante la decantación.

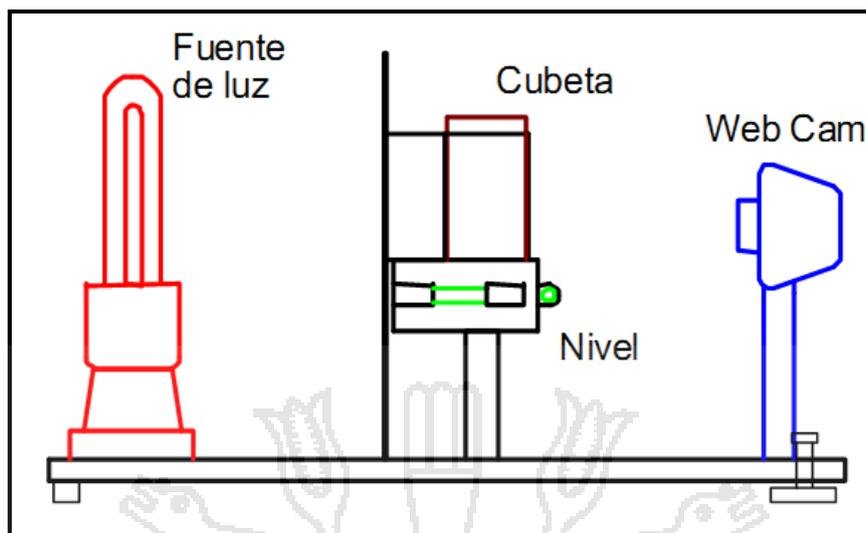


Figura 15. Esquema del sistema para adquisición de imágenes vista de lado lateral.

A. Procesamiento de imágenes

Adquisición de datos experimentales

Para la adquisición de datos de la velocidad de decantación, primeramente se procesó las imágenes con el software MATLAB R2014a, en ello aplicando con lenguaje algorítmica aplicando el programa en la operación unitaria de la decantación de partículas en una suspensión de fase líquida.

Metodología para procesar imágenes

La metodología utilizada para determinar los descriptores estadísticos de textura, se basó en el trabajo de Haralick *et al.*, (1973) donde las imágenes a color son convertidas a escala de grises con la función *rgb2gray* de MATLAB R2014a en una rutina desarrollado en una hoja script. Posteriormente y utilizando la función *fb_Haralick.m* (Mery, 2011), se obtienen las principales características de la GLCM que describen la textura tales como: ASM, CT, IDM y ET.

B. Procesamiento estadístico

Determinación de la decantación de las partículas flotantes y textura del néctar de piña

El análisis estadístico muestra la incidencia de la temperatura y concentración de CMC en la velocidad decantación promedio de las partículas flotantes en el néctar de piña de análisis cualitativo aun nivel de 95%, el análisis se realizó para dos niveles, puesto que se ha escogido la suma de cuadrados, la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre áreas con un 95.0% de nivel de confianza.



IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA DECANTACIÓN

4.1.1. TEMPERATURA DE 10°C A C1 y C2

La velocidad de decantación del néctar de piña se representa en la Figura 16 y los datos completos en el anexo I, la velocidad de decantación en ambas concentraciones presenta una turbulencia de las partículas ósea la zona interfacial como se muestra en la Figura 7, este entre el 0 y 60 minutos, después presentan una tendencia clara (zona de transición) de decantación esto debido que las partículas de piña se encuentra floculando a lo largo de la decantación. Se puede confirmar con la claridad la decantación de las partículas del néctar en la zona de compactación ver Figura 7, así se muestra con nitidez de la fase transparente de la decantación en función del tiempo como se observa en la Figura 16.

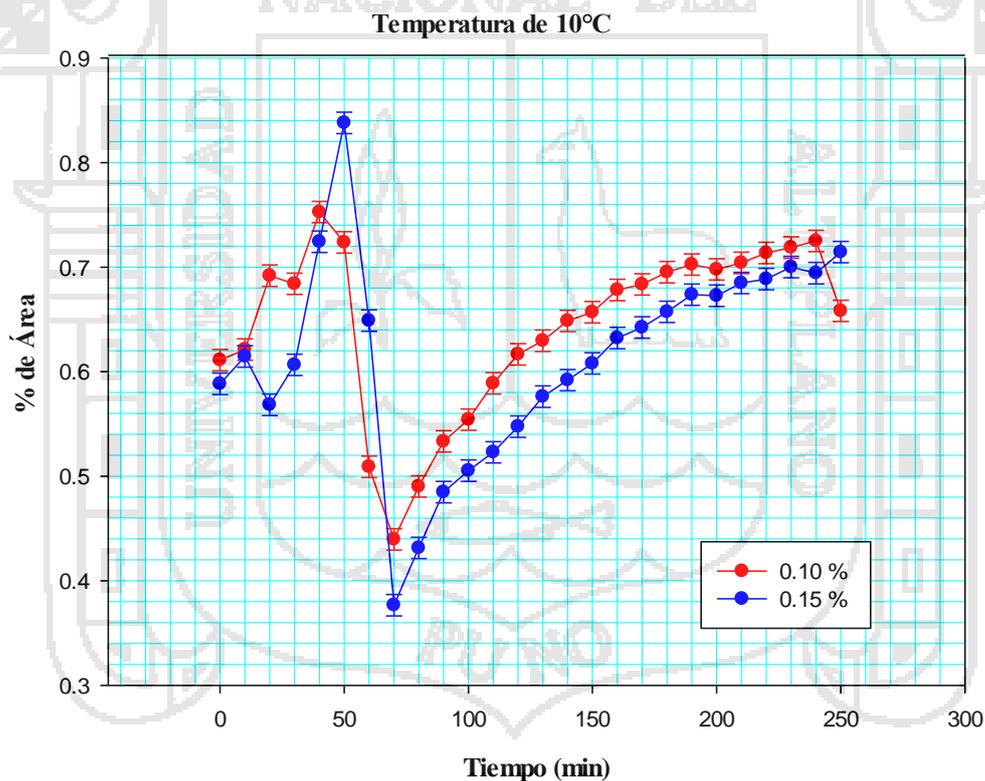


Figura 16. Grafica de variación de la velocidad de decantación del néctar a temperatura de 10°C.

4.1.1 TEMPERATURA DE 15°C A C1 Y C2

La velocidad de decantación del néctar de piña se muestra en la Figura 17 y los datos obtenidos en el anexo I. Como se observa en la Figura 17, la velocidad de decantación en ambas concentraciones no presenta una tendencia de decantación igual, porque en la concentración de 0.10% (C1) de CMC, no presenta estabilidad de las partículas de la decantación o llamado también la zona interfacial (ver Figura 7), eso quiere decir que las partículas siguen fluctuando como se muestra en la Figura 17. Sin embargo en la concentración de 0.15% (C2) presenta la zona de clarificación y la zona de compactación desde 60 minutos, por lo tanto la decantación se muestra con claridad tal como se muestra en la Figura 17. Estos comportamientos son debido a la interacción del CMC y la temperatura al que se expuso el néctar de piña a evaluar.

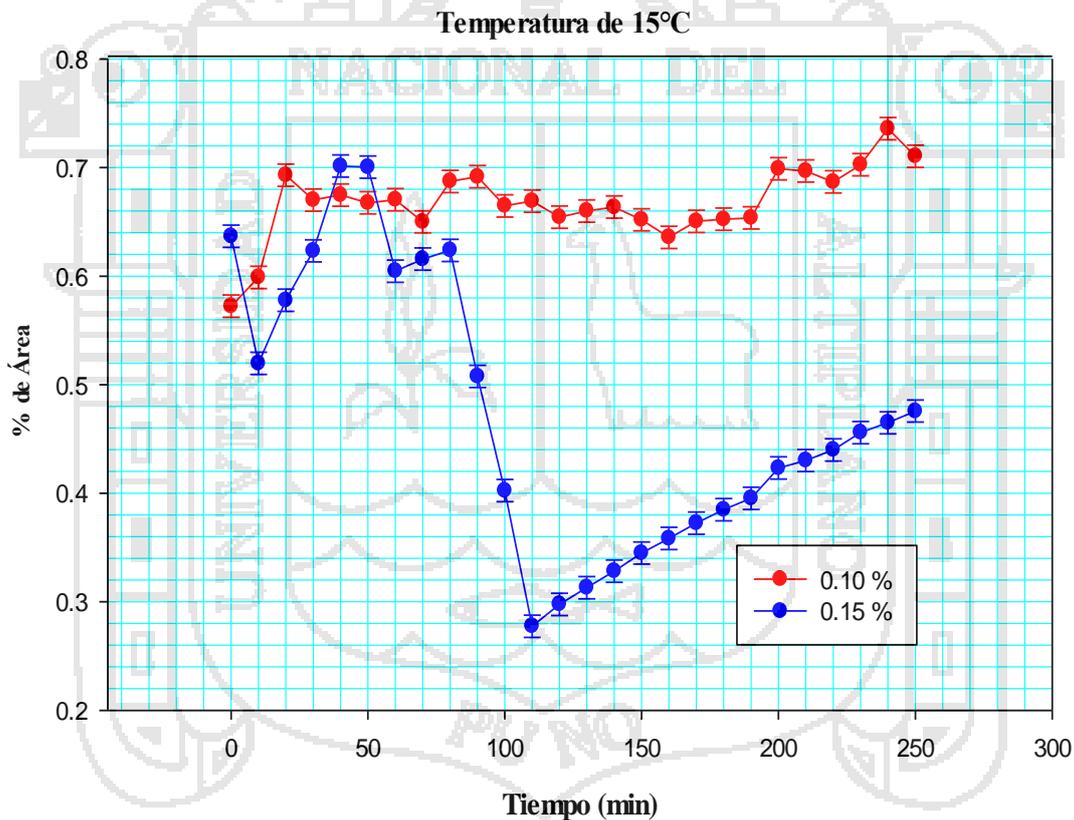


Figura 17. Gráfica de variación de la velocidad de decantación del néctar a temperatura de 15°C

4.1.2 TEMPERATURA DE 20°C A C1 Y C2

La velocidad de decantación del néctar de piña se muestra en la Figura 18 y los datos obtenidos en el anexo I. La Figura 18, muestra que hay fluctuaciones de las partículas en ambas concentraciones ósea se encuentran en zona interfacial hasta los 80 minutos. A partir del minuto 100 se observa la decantación del néctar y presenta mayor incremento de la decantación, donde las partículas se encuentran floculando en la zona de compactación (ver figura 7), esto debido a la interacción de los factores de concentración de CMC y temperatura.

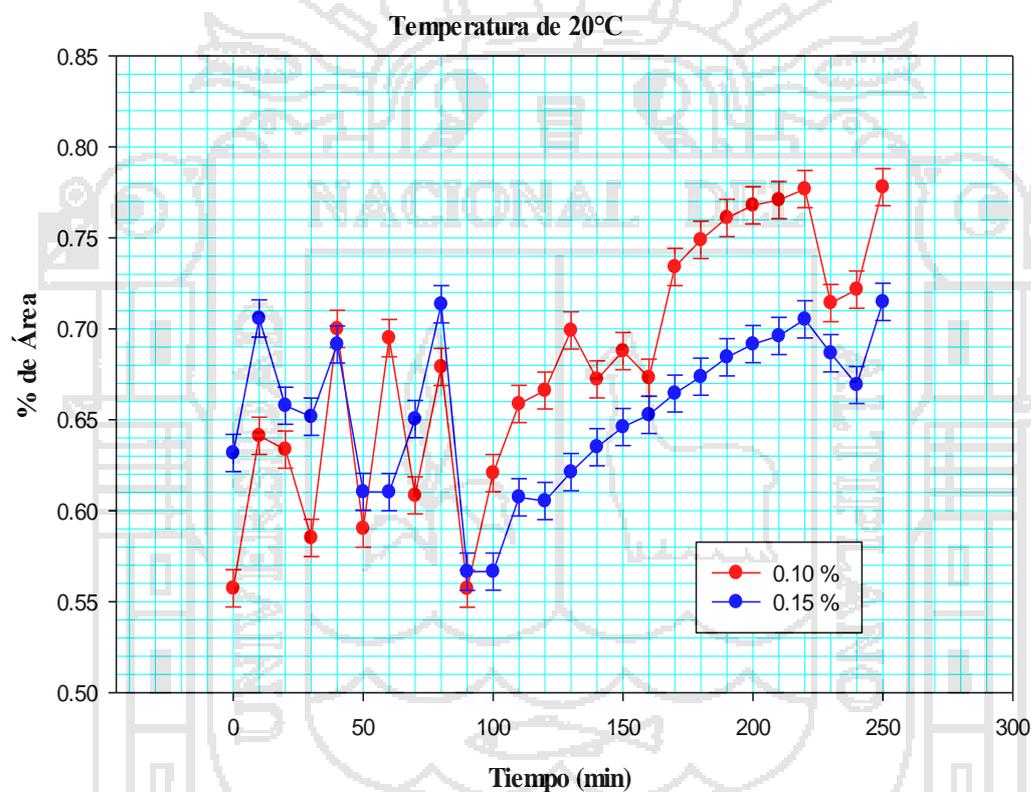


Figura 18. Gráfica de la velocidad de decantación del néctar a temperatura de 20°C

En la Tabla 5, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para los datos anteriores la cual nos indica que si existe significativa entre tratamientos y temperaturas de decantación.

Tabla 5. Análisis de ANOVA de la velocidad de decantación del néctar.

F de V	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Nivel de significancia
A:Tiempo	0.91327	25	0.0365308	5.49	**
B:Temperatura	0.743475	2	0.371737	55.88	**
C:Concentración de CMC	0.8125	1	0.8125	122.13	**
AB	1.22184	50	0.0244367	3.67	**
AC	0.469244	25	0.0187698	2.82	**
BC	0.734542	2	0.367271	55.21	**
ABC	0.41348	50	0.0082696	1.24	n.s.
TOTAL	7.38395	467			

En la Tabla 5. Se observa el análisis de varianza para el factor tiempo, temperatura y concentración de CMC, se realizó la prueba diferencia de limite significativo LSD, la velocidad de decantación muestran una alta significancia para los tres factores, por lo tanto la sedimentación es dependiente del tiempo, temperatura y concentración de CMC. Estas son analizadas al nivel de significancia de nivel de 0.95% de confianza. También para las interacciones de tiempo con temperatura, tiempo con concentración de CMC y temperatura con concentración de CMC muestran una alta significancia, entonces se puede confirmar que la velocidad de la decantación depende de estas interacciones combinados por dos factores ya mencionadas como se muestra en la Tabla 5, mientras la interacción de tiempo con temperatura y concentración de CMC no muestran significancia, esto debido que no dependen siempre de la interacción de los tres factores al mismo momento.

4.1.4. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE DECANTACIÓN AJUSTADOS AL MODELO MATEMÁTICO DE PELEG

En la Figura 19 se presentan los valores promedios de la determinación de la velocidad de decantación ajustado al modelo Matemático de Peleg a factores de tiempo y concentración de estabilizante de CMC en un néctar de piña.

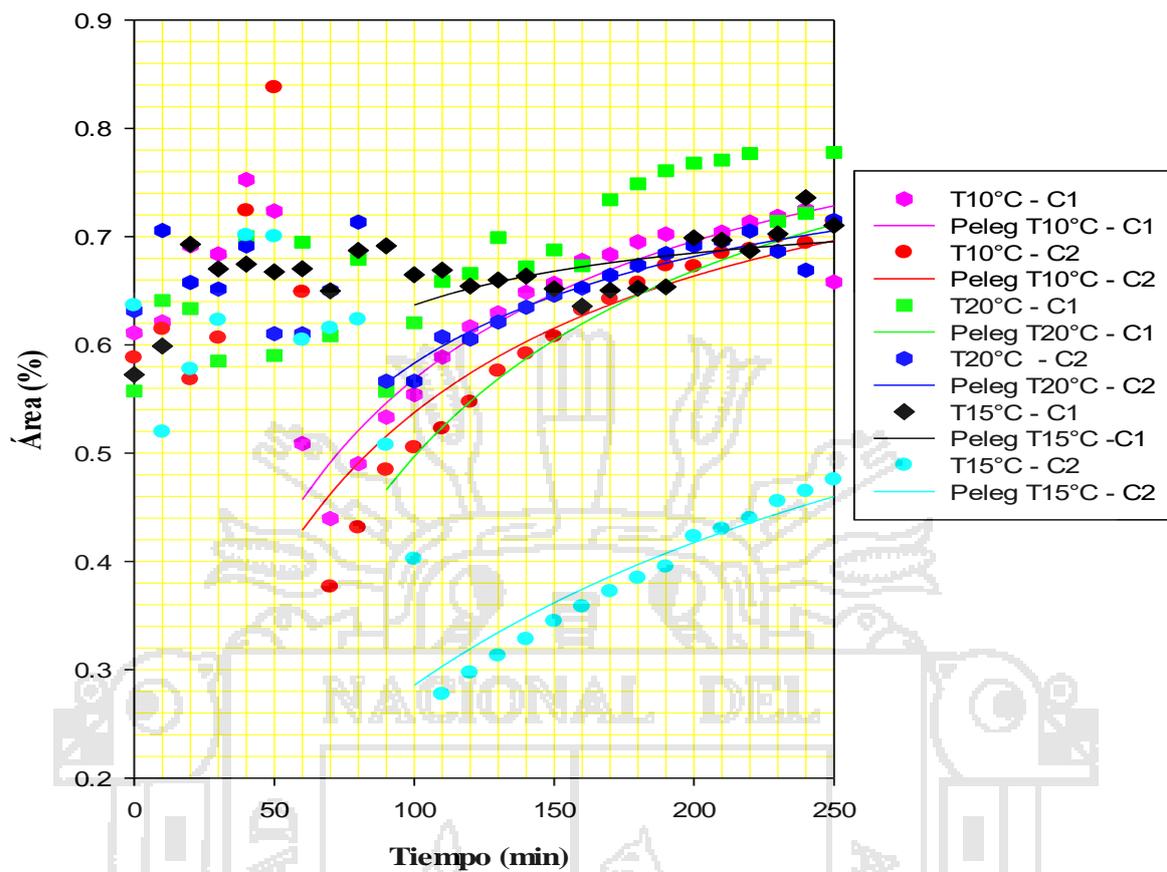


Figura 19. Resultados experimentales de la proporción de área de clarificación y decantación en función al tiempo y concentración de estabilizante y ajuste de los datos experimentales al Modelo matemático de Peleg.

La aplicación del modelo matemático de Peleg a la curva de cinética de decantación para la temperatura de 10°C en C1 y C2, se toma a partir de 60 minutos donde ajusta mejor el modelo matemático como se muestra en la Figura 19.

En la Figura 19, muestra el proceso de decantación sometida a una Temperatura de 20°C y a C1, a partir del minuto 90 no se ajusta al modelo matemático de Peleg porque hubo un comportamiento idóneo al esperado. Mientras tanto en la concentración C2 se ajusta el modelo matemático Peleg.

La aplicación del modelo matemático de Peleg en la velocidad de decantación de un néctar sometida a una temperatura de 15°C y a C1 tiende a ajustarse a partir de 100 minutos. En tanto para la concentración C2 se ajusta a de igual modo al modelo matemático de Peleg (Andersson et al., 1994).

Tabla 6. Constantes de modelo matemático de Peleg.

Temperatura (°C)	Concentración (%)	a	b	RMSE
10	C1	64.39	1.115	0.02751
10	C2	70.75	1.153	0.05995
20	C1	52.8	1.082	0.02911
20	C2	49.61	1.219	0.01169
15	C1	22.01	1.35	0.02377
15	C2	220.9	1.291	0.048

4.2. DETERMINACIÓN DE TEXTURA

4.2.1. SEGUNDO MOMENTO ANGULAR (ASM)

En la anexo II se presentan los valores promedios de la variación de la uniformidad de la muestra a través del cálculo del Segundo Momento Angular (ASM) como parámetro de evaluación de textura del néctar de piña a dos concentraciones de estabilizante (CMC) y a tres temperaturas distintas en el proceso de decantación través del tiempo.

En la Figura 20, 21 y 22 se presentan las curvas de varianza de la uniformidad de la muestra a través del cálculo del Segundo Momento Angular (ASM) como parámetro de evaluación de textura de un néctar de piña a dos concentraciones de estabilizante CMC sometidas a diferentes temperaturas de 10°C, 15°C y 20°C.

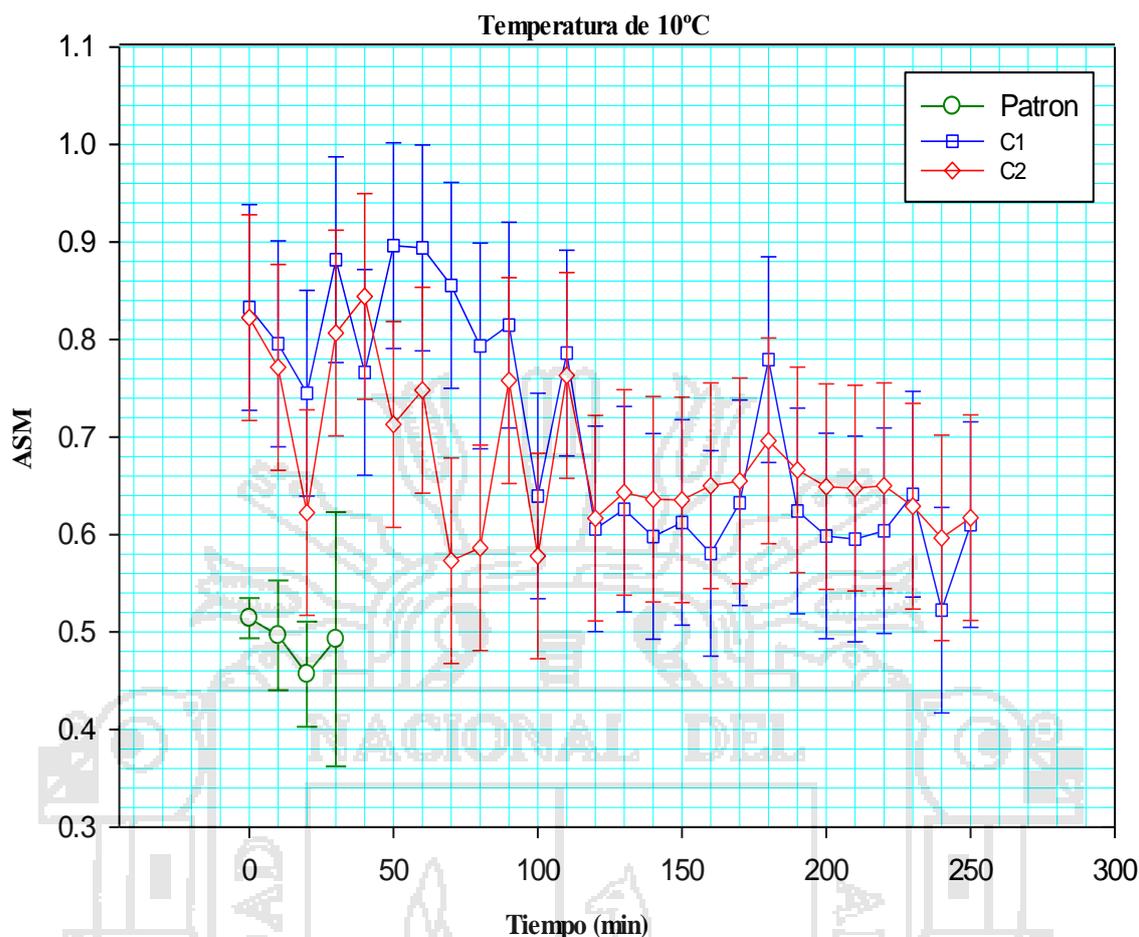


Figura 20. Gráfica de variación del Segundo Momento Angular durante el tiempo de decantación a una temperatura de 10°C.

En la Figura 20, se observa que los tratamientos muestran un comportamiento cíclico similar hasta el minuto 130, donde ambos disminuyen el valor de su ASM, conforme al transcurso del tiempo de sedimentación. Respecto al comportamiento del patrón los valores de ASM disminuyen constantemente hasta el minuto 20, posterior a ello el valor de ASM aumenta y mantiene constante su uniformidad a diferencia de los demás, esto debido a que no posee ningún tipo de estabilizante adicionado durante su elaboración.

Los valores de ASM del néctar de piña sometida a Temperatura de 10°C y a C1 disminuye su valor gradualmente, manteniendo un comportamiento cíclico hasta el minuto 100, esto debido al de interacción del estabilizante que se le añadió al 0.10%, después de los

100 minutos los valores de ASM tienden a permanecer constante, de ello se puede inferir que la textura posee uniformidad.

Los valores de ASM del néctar de piña sometida a Temperatura 10°C y C2 disminuye su valor, manteniendo un comportamiento cíclico drástico hasta el minuto 120, esto debido al efecto del estabilizante que se añadió a 0.15% y posteriormente nos indica que existe una disminución del ASM constante.

Podemos señalar que a Temperatura de 10°C a C1 y C2 no mantienen un rango normalizado durante el proceso de decantación, efecto de la Temperatura del líquido, donde debería existir uniformidad y tener un rango normalizado, esto debido a la interacción de la concentración de CMC con la temperatura (Gadkari, 2004; Haralick et al., 1973).

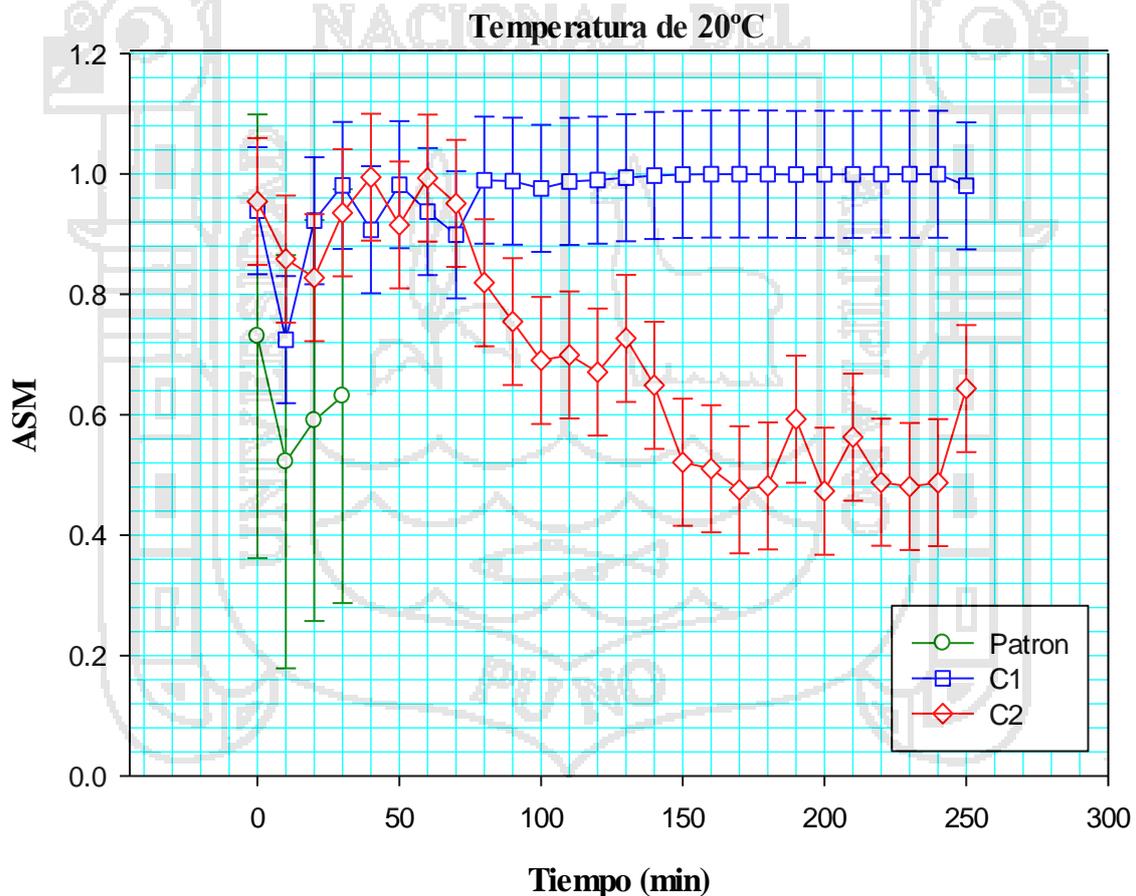


Figura. 21. Gráfica de variación del Segundo Momento Angular durante el tiempo de decantación a temperatura de 20°C.

En la Figura 21, se observa que el néctar de piña la Temperatura 20°C y C1, muestra un comportamiento con tendencia a incrementar su valor de ASM al igual que el néctar de piña sometida a esta temperatura, esto debido al estabilizante añadido y el tratamiento con C2 se observa que este valor disminuye gradualmente conforme transcurre el tiempo de sedimentación, alcanza un máximo valor equivalente a 1 un valor alto de ASM donde la distribución de gris es constante y forma periódica, donde tiene un rango normalizado (Gadkari, 2004; Haralick et al., 1973).

Los valores de ASM del néctar de piña sometida a Temperatura 20°C y C2, incrementan su valor ligeramente presentando un comportamiento cíclico más de 80 minutos, posterior a ello los estos valores disminuyen progresivamente hasta el minuto 170, después de ese los valores permanecen constante tal como se muestra los valores de ASM del néctar de piña a Temperatura de 20°C y C2 presenta la disminución de su valor hasta el minuto 100, esto indica que hay menor uniformidad por la interacción de la temperatura y concentración de CMC (Gadkari, 2004; Haralick et al., 1973).

Mientras tanto el comportamiento del patrón los valores de ASM disminuyen constantemente hasta el minuto 10, posterior a ello este aumenta y mantiene constante su uniformidad a diferencia de los demás, esto debido a que no posee estabilizante.

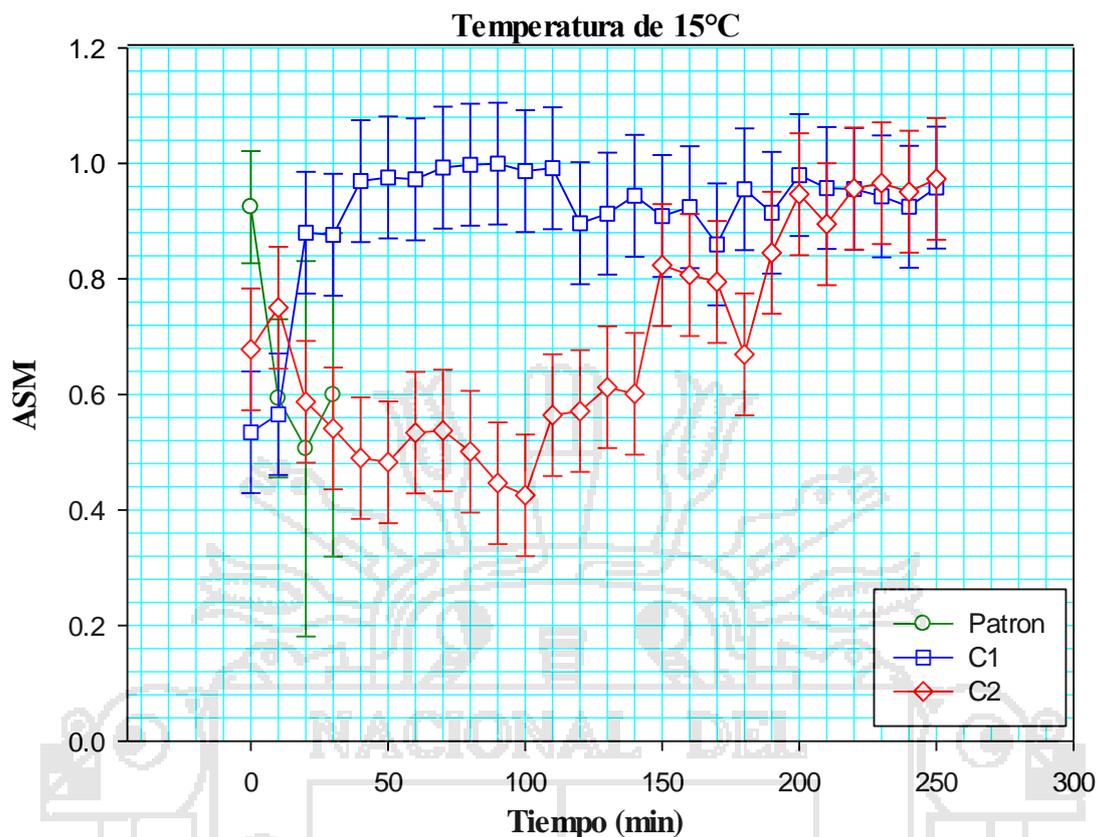


Figura 22. Gráfica de variación del Segundo Momento Angular durante el tiempo de decantación a temperatura de 15°C.

En la Figura 22, los valores de ASM del néctar de piña a Temperatura de 15°C y C1, incrementa su valor ligeramente, presenta un comportamiento cíclico más de 80 minutos, a partir del de los 90 minutos la textura tiene mayor uniformidad y eso quiere decir que llega a obtener un rango normalizado según (Gadkari, 2004; Haralick et al., 1973).

Mientras tanto el comportamiento del patrón sometido a la Temperatura de 15°C, los valores de ASM disminuyen constantemente hasta el minuto 20, posterior a ello el valor de ASM aumenta y mantiene constante su uniformidad a diferencia de los demás donde no llega a obtener un rango normalizado.

La uniformidad en la concentración C1 respecto las temperaturas incrementan gradualmente sus valores de ASM, después del tiempo de 60 min lo cual posteriormente, ocurre como se muestra un incremento uniforme, donde la C2 muestra una disminución

gradual para incrementar al minuto 150 para luego disminuir y posteriormente vuelven a retomar valores mayores de ASM, podemos señalar que no siempre encontraremos niveles constantes en forma periódica, esto debido a la interacción de la temperatura y el CMC (Gadkari, 2004; Haralick et al., 1973).

En la Figura 23 y 24 se presentan las curvas de la uniformidad de la muestra a través del cálculo del Segundo Momento Angular (ASM), como parámetro de evaluación de textura del néctar de piña a diferentes concentraciones de estabilizante de CMC a concentración 1 y 2 respecto a las temperatura.

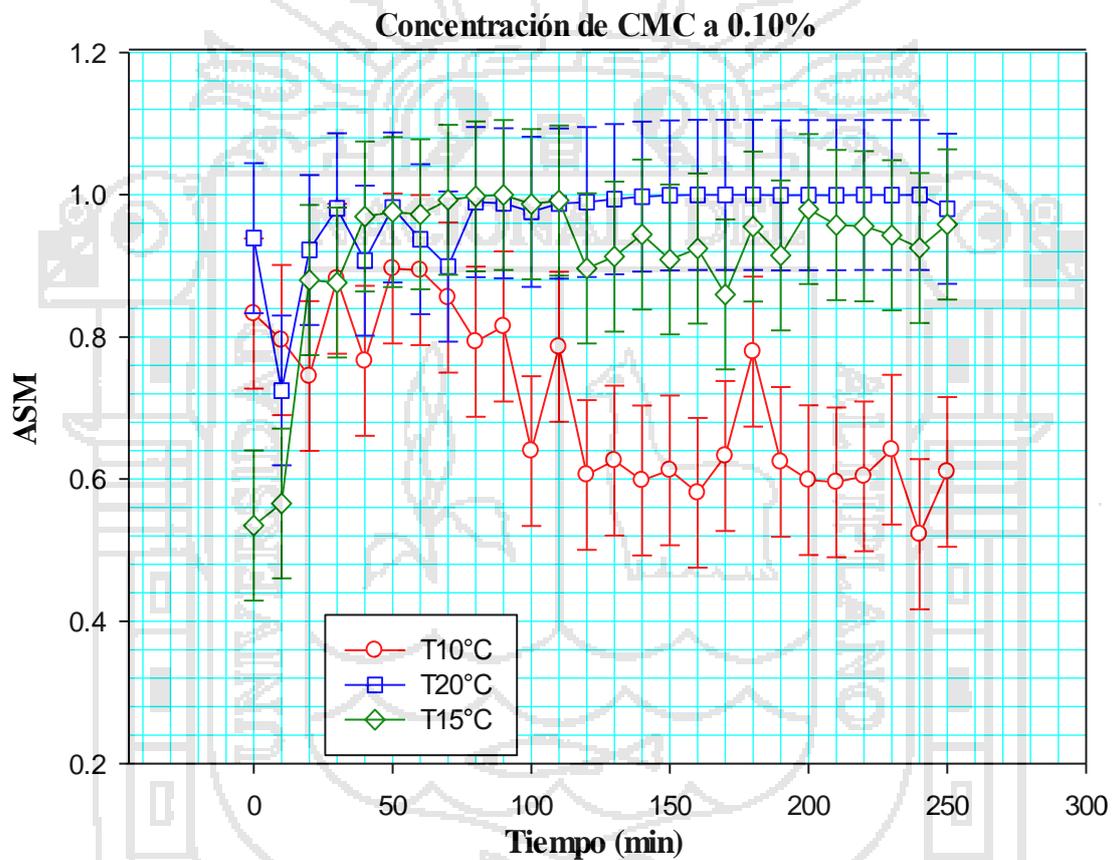


Figura 23. Gráfica de variación del Segundo Momento Angular durante el tiempo de decantación a concentración de 0.10%.

En la Figura 23 se observa que los tratamientos a T20 y T15°C muestran una tendencia de un comportamiento similar , debido a que tienden a incrementar ligeramente el

valor de ASM, mientras el tratamiento a temperatura de 10°C disminuye el valor de ASM conforme transcurre el tiempo de decantación.

Los valores de ASM del néctar de piña a C1 a temperatura 10°C disminuye su valor gradualmente, manteniendo incrementos y disminuciones en cierto puntos, esto debido al desorden de la textura que es afectado por la concentración del estabilizante que interactúa juntamente con la temperatura. Estos valores del néctar de piña a C1 a temperatura 20° incrementan ligeramente su valor, manteniendo un comportamiento cíclico en los primeros minutos. Esto indica que la textura se tiende a uniformizar, esto por el efecto del estabilizante que interactúa mucho mejor a esta temperatura en la distribución de la textura.

Los valores de ASM del néctar de piña a C1 a temperatura de 15°C incrementan ligeramente su valor, manteniendo un comportamiento cíclico en algunos momentos. Este comportamiento es debido a la interacción de estabilizante juntamente con la temperatura, ya que ellos tienden a distribuir uniformemente la textura durante la decantación.

Podemos señalar que a una temperatura 20°C, supera el equivalente 1 ASM y a 15°C es constante en forma periódica, pero a 10°C sucede una disminución del valor de ASM, donde señalo que en la figura 23, que si existe niveles de rango normalizado en 20° a C1 y en 10°y 15° no existe según (Gadkari, 2004; Haralick et al., 1973).

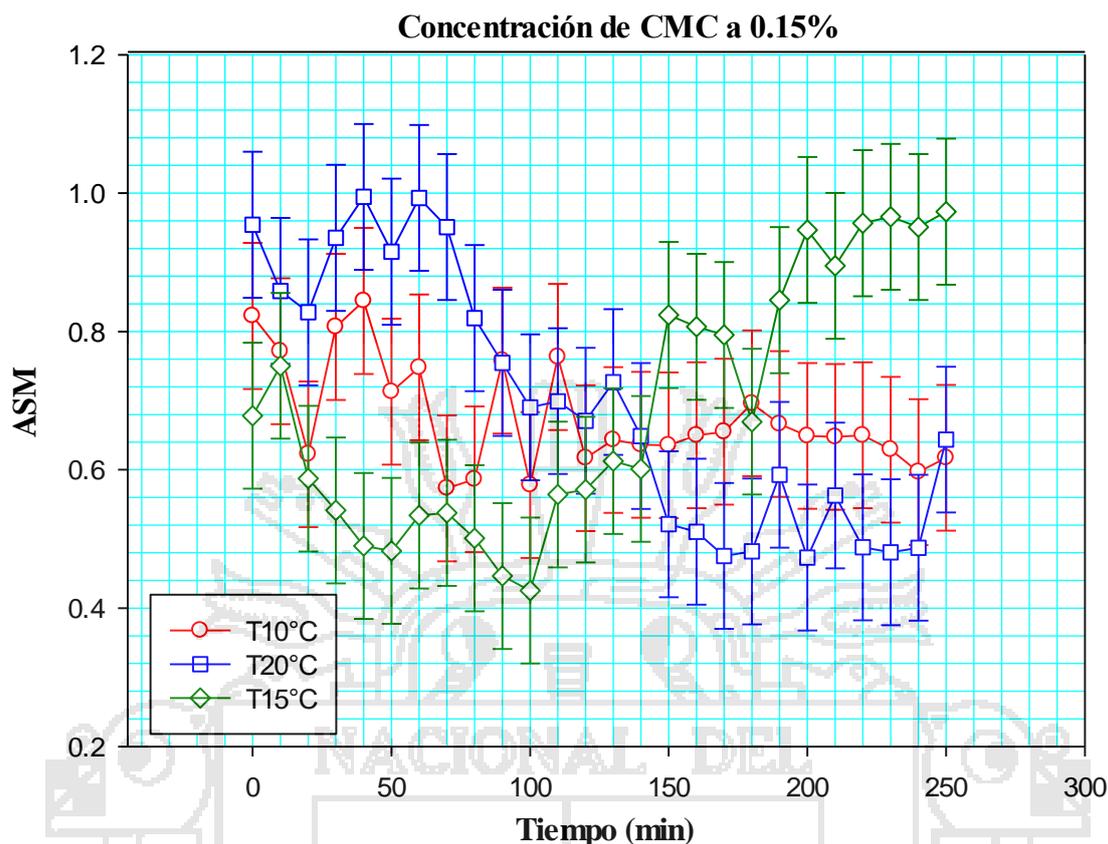


Figura 24. Gráfica de variación del Segundo Momento Angular durante el tiempo de decantación a concentración de 0.15%.

En la Figura 24, se observa que los tratamientos a T10 y T20°C tienden a mostrar un comportamiento similar, debido a que tienden a incrementar ligeramente el valor de ASM hasta el minuto de 60, mientras el tratamiento a temperatura de 15°C disminuye el valor de ASM hasta cierto tiempo de decantación, luego incrementa su valor de ASM.

Los valores de ASM del néctar de piña a C2 a temperatura 10°C incrementa y disminuye su valor gradualmente cada cierto tiempo hasta 120 minutos, después de este tiempo tiende a mantener su valor de ASM, este comportamiento es debido al desorden que existe en la textura, esta es afectado por la concentración del estabilizante que interactúa juntamente con la temperatura.

Los valores de ASM del néctar de piña a C2 a temperatura 20° incrementan ligeramente su valor hasta el minuto 60, posteriormente disminuye gradualmente la

uniformidad manteniendo y al final mantiene su valor de ASM. Esto indica que la textura no tiende a uniformizar porque hay desorden durante la decantación, esto por el efecto del estabilizante que interactúa a esta temperatura.

Los valores de ASM del néctar de piña a C2 a temperatura de 15°C disminuyen su valor manteniendo un comportamiento cíclico en algunos momentos. Después del tiempo de 100 minutos se incrementa su valor de ASM, la cual indica que la textura se uniformiza a un mayor, este comportamiento se ve mejor la decantación del néctar de piña. Este comportamiento es debido a la interacción de estabilizante juntamente con la temperatura.

Tabla 7. Análisis de Anova de ASM.

F. de V.	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Nivel de significancia
A:Tiempo	0.537953	25	0.0215181	0.64	n.s.
B:Temperatura	1.76673	2	0.883363	26.47	**
C:concentración de CMC	3.56472	1	3.56472	106.81	**
AB	3.12216	50	0.0624431	1.87	**
AC	0.950812	25	0.0380325	1.14	n.s.
BC	1.27957	2	0.639784	19.17	**
ABC	3.1886	50	0.063772	1.91	**
TOTAL	24.8238	467			

En la Tabla 7, se observa el análisis de varianza para el factor tiempo, temperatura y concentración de CMC, se realizó la prueba diferencia de limite significativo LSD, la textura en la decantación muestran una alta significancia para los dos factores, por lo tanto la textura del néctar es dependiente de la temperatura y concentración de CMC pero no dependiente del tiempo. Estas son analizadas al nivel de significancia de nivel de 0.95% de confianza. También para las interacciones de tiempo con temperatura y temperatura con concentración de CMC muestran una alta significancia, entonces se puede confirmar que la textura del néctar en la decantación depende de estas interacciones combinados por dos factores ya

mencionadas como se muestra en la Tabla 7, mientras tanto para la interacción de tiempo con concentración de CMC no es dependiente, mientras la interacción de tiempo con temperatura y concentración de CMC muestran alta significancia, esto debido que dependen siempre de la interacción de los tres factores al mismo momento.

4.2.2. CONTRASTE (CT)

En el anexo II, se presentan los valores promedios de la variación de la heterogeneidad de los tratamientos estudiados mediante la evaluación de Contraste de sus imágenes.

El contraste es una medida de la diferencia entre los valores de intensidad de los pixeles vecinos (Pérez, 2010); la evaluación de este parámetro está relacionado a la heterogeneidad de la superficie estudiada.

En la Figura 25, 26 y 27, se presentan las curvas de la uniformidad de la muestra a través del cálculo del Contraste (CT) como parámetro de evaluación de textura del néctar de piña a dos concentraciones distintas y a temperatura 10°C, 20°C y 15°C respectivamente.

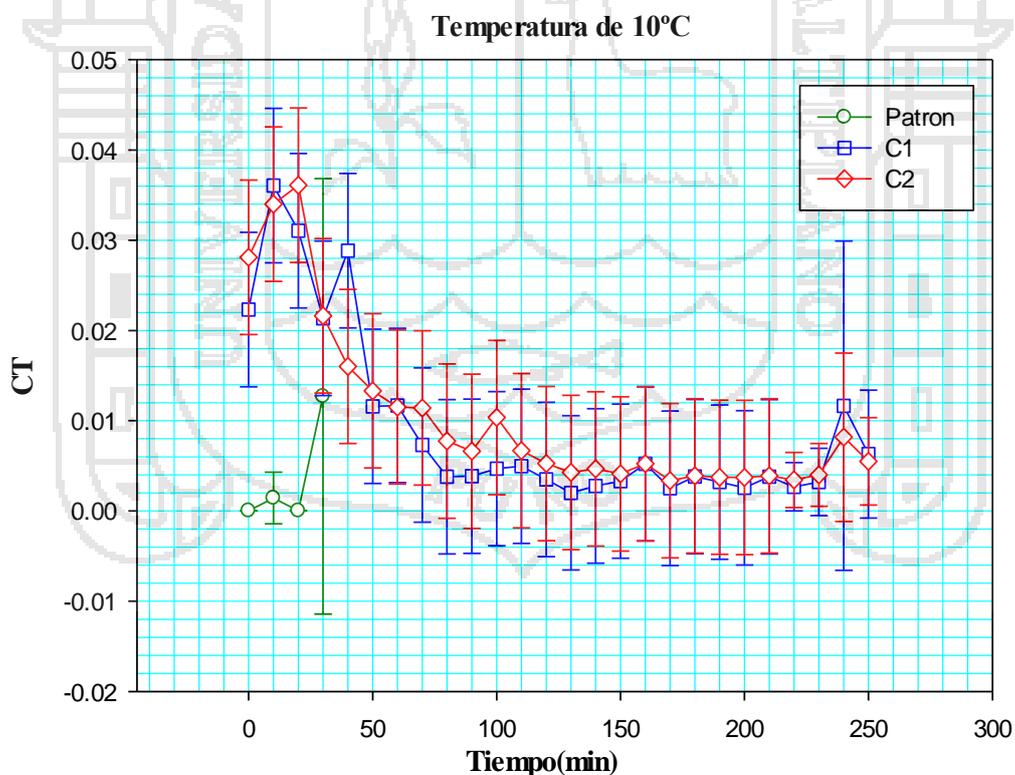


Figura 25. Gráfica de variación del Contraste durante el tiempo de decantación a temperatura de 10°C.

En la Figura 25, se observa que los valores de CT en la C1 y temperatura de 10°C, disminuye su heterogeneidad conforme va transcurriendo el tiempo, esto debido a la interacción de la temperatura y concentración del estabilizante (CMC). Al igual los valores de CT en la C2 y a temperatura de 10°C, de disminuye, del mismo modo que va transcurriendo el tiempo.

Según la Figura 25, podemos observar que es menos heterogéneo el valor CT a C1, C2 y Patrón sometidas a temperatura de 10°C, es debido a la interacción de la temperatura con el estabilizante, por ello presenta valores bajos como lo señala la Figura 25 (Pérez, 2010).

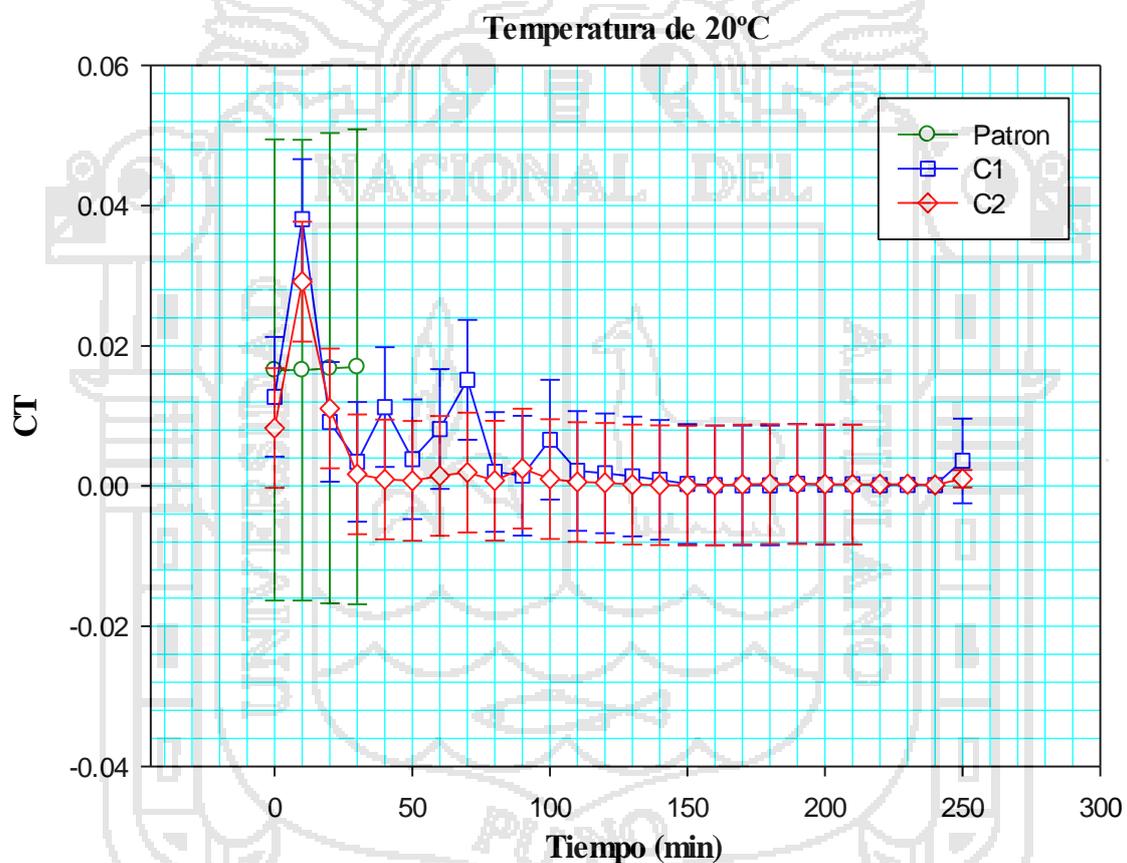


Figura 26. Gráfica de variación del Contraste durante el tiempo de decantación a temperatura de 20°C.

En la Figura 26, se observa los valores de CT a una Temperatura de 20°C a C1 disminuye su heterogeneidad eso indica que hay menor interacción del estabilizante durante

la decantación del néctar de piña con concentración de estabilizante de 0.10% (C1). También los valores de CT a una temperatura de 20°C a C2 disminuye su heterogeneidad eso indica que la resistencia del estabilizante actúa sobre el néctar de piña a C2, en el proceso de decantación del néctar de piña.

Para ambas C1 y C2, no existe diferencia en el contraste entre los valores de intensidad de los pixeles, donde no existe concordancia con la teoría, porque es lo inverso el resultado adquirido, esto debido a un comportamiento extraño, este comportamiento se puede afirmar debido a la interacción de la temperatura y del estabilizante o tamaño de partícula del néctar respecto a los factores (Pérez, 2010).

En la Figura 25 y 26 se presentan las curvas de la heterogeneidad de la muestra a través del cálculo del Contraste (CT) como parámetro de evaluación de textura de un néctar de piña con diferentes concentraciones de estabilizante C1 y C2.

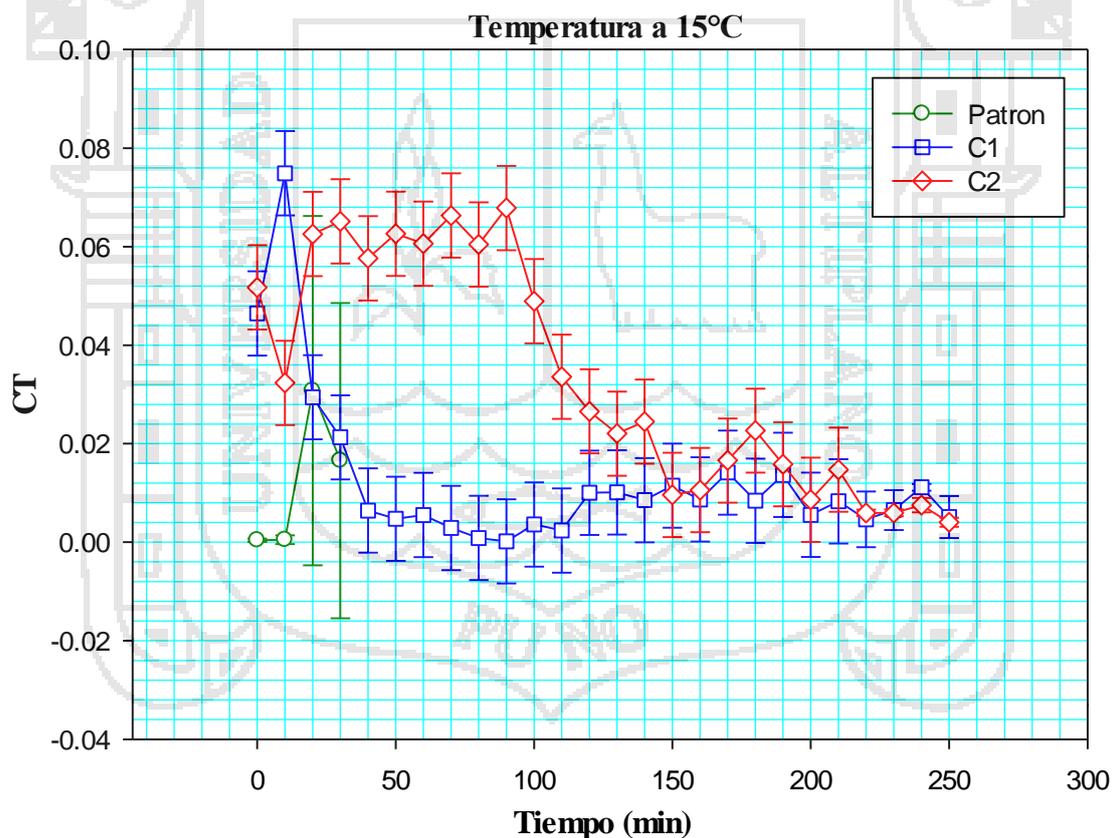


Figura 27. Gráfica de variación del Contraste durante el tiempo de decantación a temperatura de 15°C.

En la Figura 27, se observa los valores de CT a una temperatura de 15°C y a C1 a un principio se mantiene, posteriormente disminuye, donde en el 90 minutos disminuye su heterogeneidad. Mientras los valores de CT a una temperatura de 15°C a C2, disminuye drásticamente en tanto también disminuye su heterogeneidad, en tanto podemos decir que influye la concentración del estabilizante con respecto a la temperatura.

Donde C1 y C2, hay diferencia en su heterogeneidad, al ser valores inferiores de un continuo grupo de pixeles, donde esto suman la variación local presente en la Figura 27 (Pérez, 2010).

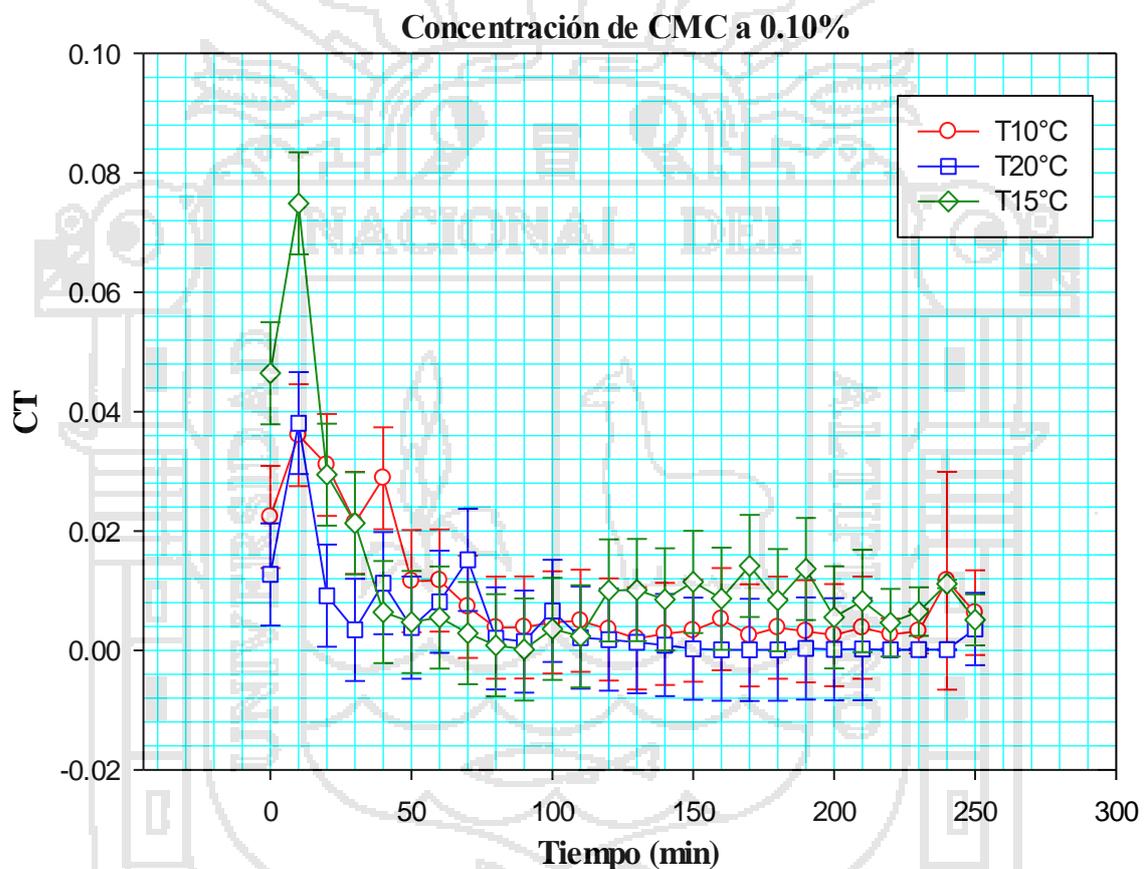


Figura 28. Gráfica de variación del Contraste durante el tiempo de decantación a concentración de 0.10%.

En la Figura 28, se observa los valores de CT durante el tiempo de decantación, sometida a C1 y a Temperatura de 10°C tiene un efecto de disminuir de forma constante, se puede decir que tiene un valor bajo en cuanto de su heterogeneidad. Al igual los valores de

CT durante el tiempo de decantación a C1 y a Temperatura de 15°C, tiene un efecto de disminuir de forma su valor de CT. También los valores de CT durante el tiempo de sedimentación a C1 y T20°C tiene un efecto de disminuir de forma constante, esto debido a la interacción de la temperatura y concentración de estabilizante (CMC).

En las tres temperaturas existe diferencia de los valores superiores e inferiores formando un continuo grupo de pixeles (Pérez, 2010).

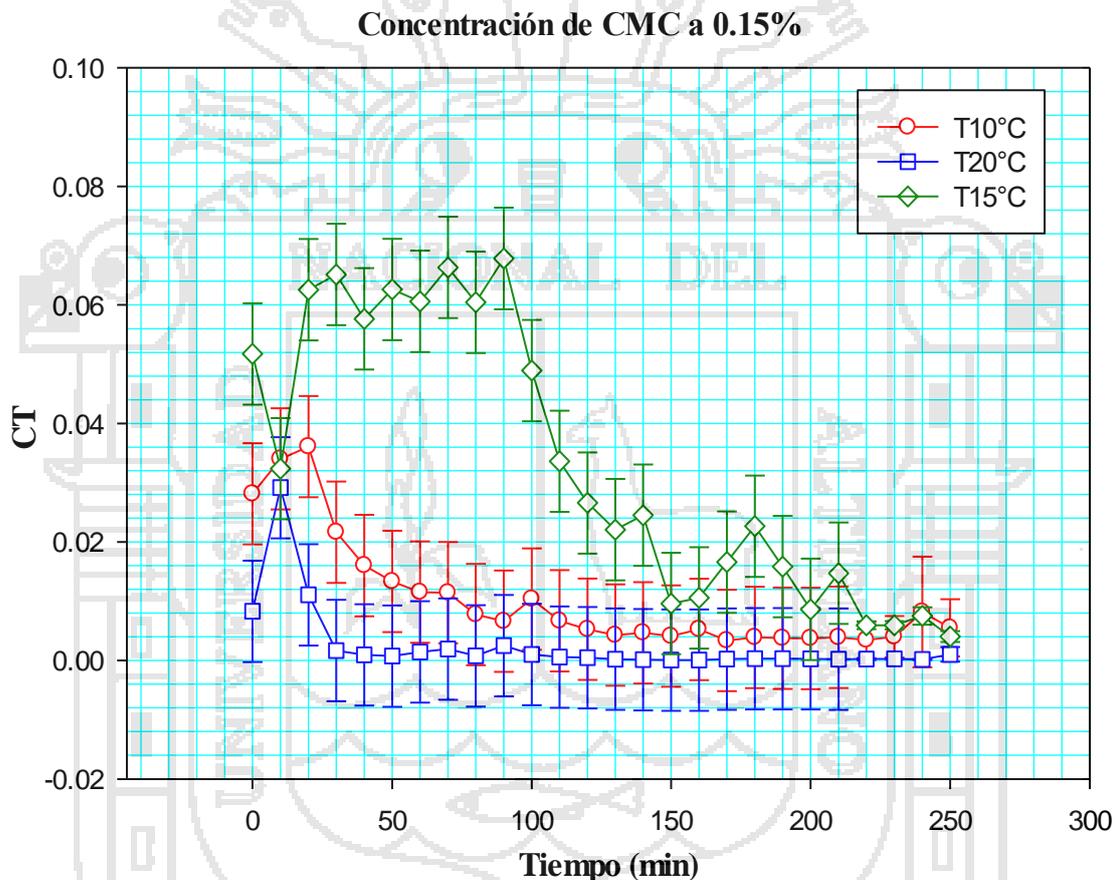


Figura 29. Gráfica de variación del Contraste durante el tiempo de sedimentación a concentración de 0.15%.

En la Figura 29, se observa valores de CT durante el tiempo de sedimentación a C2 y a Temperatura de 10°C tiene un efecto de disminuir de forma gradiente. Al igual los valores de CT durante el tiempo de decantación a C2 y a Temperatura de 15°C tiene un efecto de

disminuir, esto debido a la temperatura. Mientras los valores de CT durante el tiempo de decantación a C2 y a Temperatura de 20°C tiene un efecto mantenerse, disminuye, se mantiene y posteriormente disminuye su heterogeneidad.

En las tres temperaturas a C2, existe diferencia de los valores superiores e inferiores formando un continuo grupo de pixeles (Pérez, 2010).

Tabla 8. Análisis de Anova de Contraste Total.

F de V	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Nivel de significancia
A:Tiempo	0.0415998	25	0.00166399	7.58	**
B:Temperatura	0.0301209	2	0.0150605	68.63	**
C:Concentración de CMC	0.0048946	1	0.0048946	22.31	**
AB	0.0111999	50	0.000223997	1.02	n.s.
AC	0.00947844	25	0.000379138	1.73	**
BC	0.0122417	2	0.00612087	27.89	**
ABC	0.0196813	50	0.000393625	1.79	**
TOTAL	0.197679	467			

En la Tabla 8, se observa el análisis de varianza para el factor tiempo, temperatura y concentración de CMC, se realizó la prueba diferencia de limite significativo LSD, la textura en la decantación muestran una alta significancia para los tres factores, por lo tanto la textura del néctar es dependiente del tiempo, temperatura y concentración de CMC. Estas son analizadas al nivel de significancia de nivel de 0.95% de confianza. También para las interacciones de tiempo con concentración de CMC y temperatura con concentración de CMC muestran una alta significancia, entonces se puede confirmar que la textura del néctar de la decantación depende de estas interacciones combinados por dos factores ya mencionadas como se muestra en la Tabla 8, mientras tanto para la interacción de tiempo con

temperatura no es dependiente, mientras la interacción de tiempo con temperatura y concentración de CMC muestran alta significancia, esto debido que dependen siempre de la interacción de los tres factores al mismo momento.

4.2.3. MOMENTO INVERSO DE DIFERENCIA (IDM)

En el anexo II se presentan los valores promedios de la evaluación de la homogeneidad de los tratamientos a través del descriptor estadístico de textura Momento Inverso de Diferencia (IDM).

El IDM mide la homogeneidad de la imagen (Gadkari, 2004); la evaluación de este parámetro está relacionado a la igualdad de los elementos de la imagen, los valores de IDM incrementan ya que las estructuras son más homogéneas.

En la figura 30, 31 y 32 se presentan las curvas de la homogeneidad de la muestra a través del cálculo del Momento Inverso de Diferencia (IDM) como parámetro de evaluación de textura de un néctar de piña, a contracciones diferentes de estabilizante y diferentes temperaturas 10°C, 20°C y temperatura de 15°C respectivamente (Gadkari, 2004).

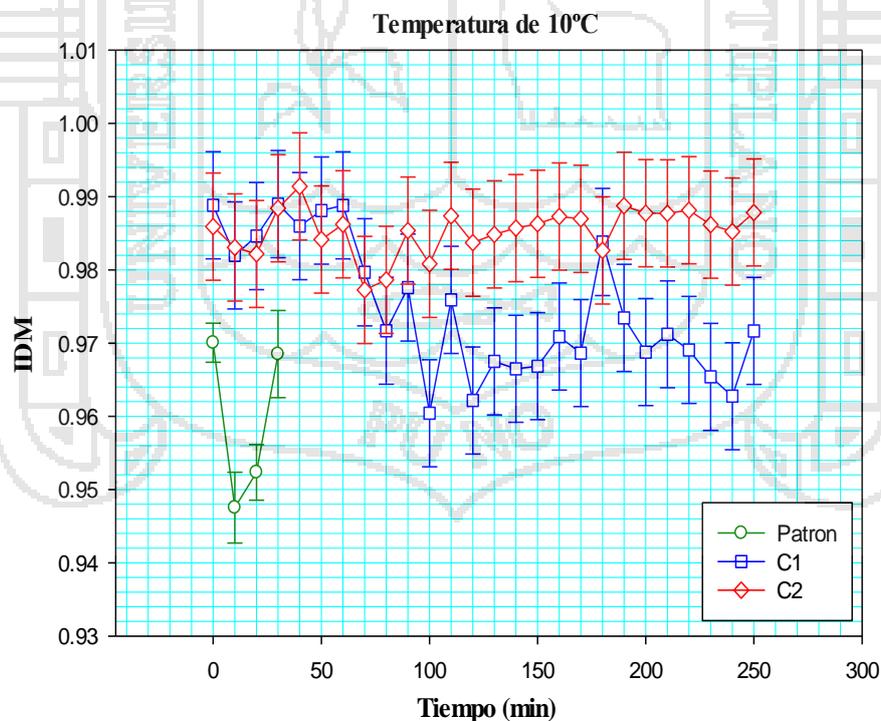


Figura 30. Gráfica de variación del Momento inverso de diferencia durante el tiempo de decantación a temperatura T10.

En la Figura 30, se observa los valores de IDM durante el tiempo de decantación a temperatura 10°C y C1, primero disminuye y posteriormente tiene una tendencia a la disminución de la homogeneidad en la textura del néctar. Al igual los valores de IDM durante el tiempo de decantación a temperatura 10°C y C2, primero disminuye y posteriormente tiende a mantenerse constante la homogeneidad en la textura del néctar, estos comportamiento es debido a la temperatura y de la concentración del estabilizante de CMC. Mientras el valor de IDM del patrón, primero disminuye drásticamente y posteriormente recupera su valor homogéneo de la textura del néctar de piña, esto debido a la ausencia del estabilizante con diferencia a los demás tratamientos.

Para T10°C a C1 y C2, no existe una constante homogeneidad en tanto podemos decir no se cumple la teoría de (Gadkari, 2004).

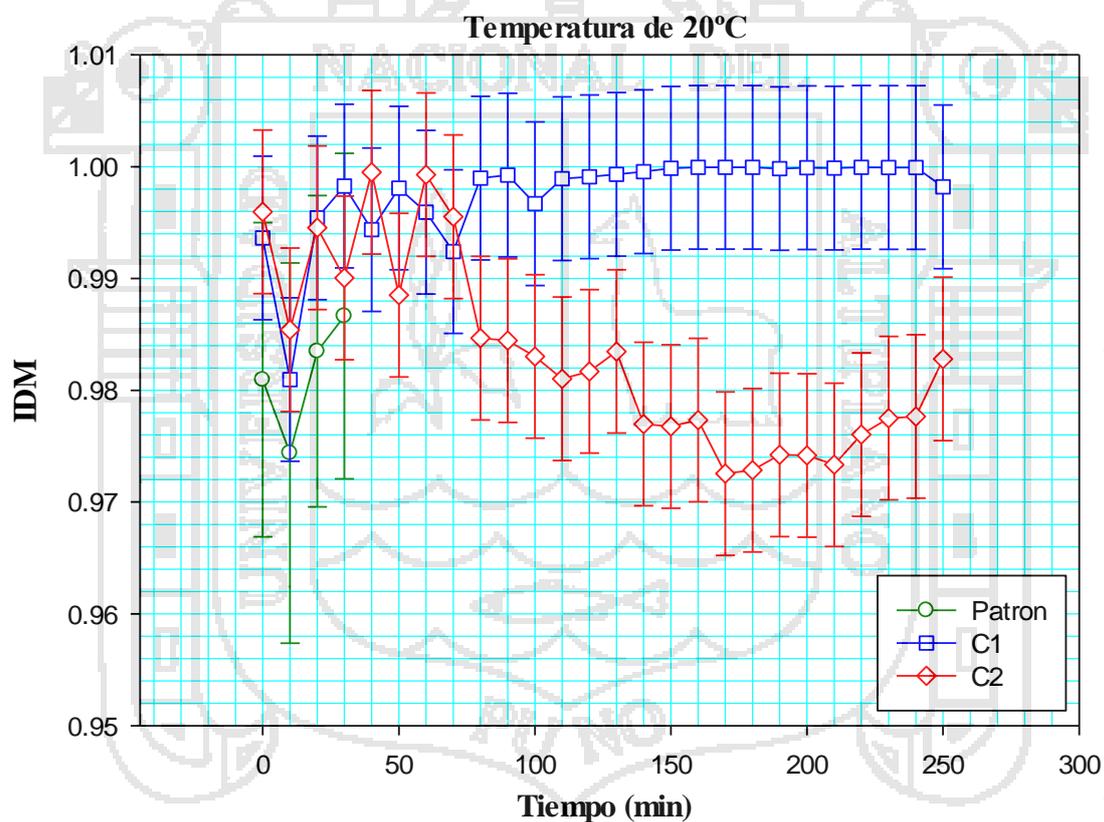


Figura 31. Gráfica de variación del Momento Inverso de Diferencia durante el tiempo de decantación a temperatura de 20°C.

En la Figura 31, se observa los valores IDM del néctar de piña sometida a una temperatura 20°C y a C1, tiene un incremento gradual hasta el minuto 80 y posterior de ese tiempo mantiene su homogeneidad constante durante el tiempo de decantación, esto debido a la buena interacción del estabilizante respecto a la temperatura (Gadkari, 2004). Mientras los valores de IDM de la textura del néctar de piña sometida a temperatura 20°C y a C2, tiene una disminución gradual como se muestra en la Figura 31, esto quiere decir que disminuye su homogeneidad durante el tiempo de decantación, donde no se llega a determinar la teoría de (Gadkari, 2004).

Mientras tanto el patrón tiende a mantener su homogeneidad durante la decantación del néctar de piña.

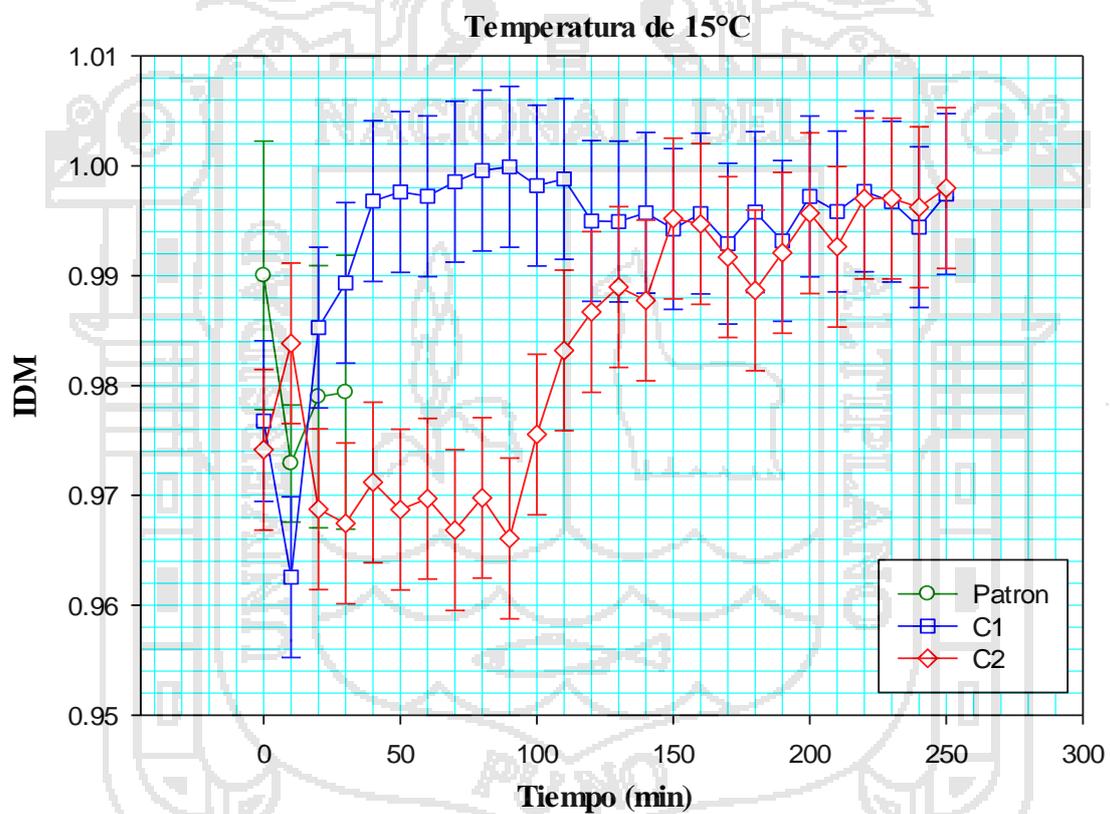
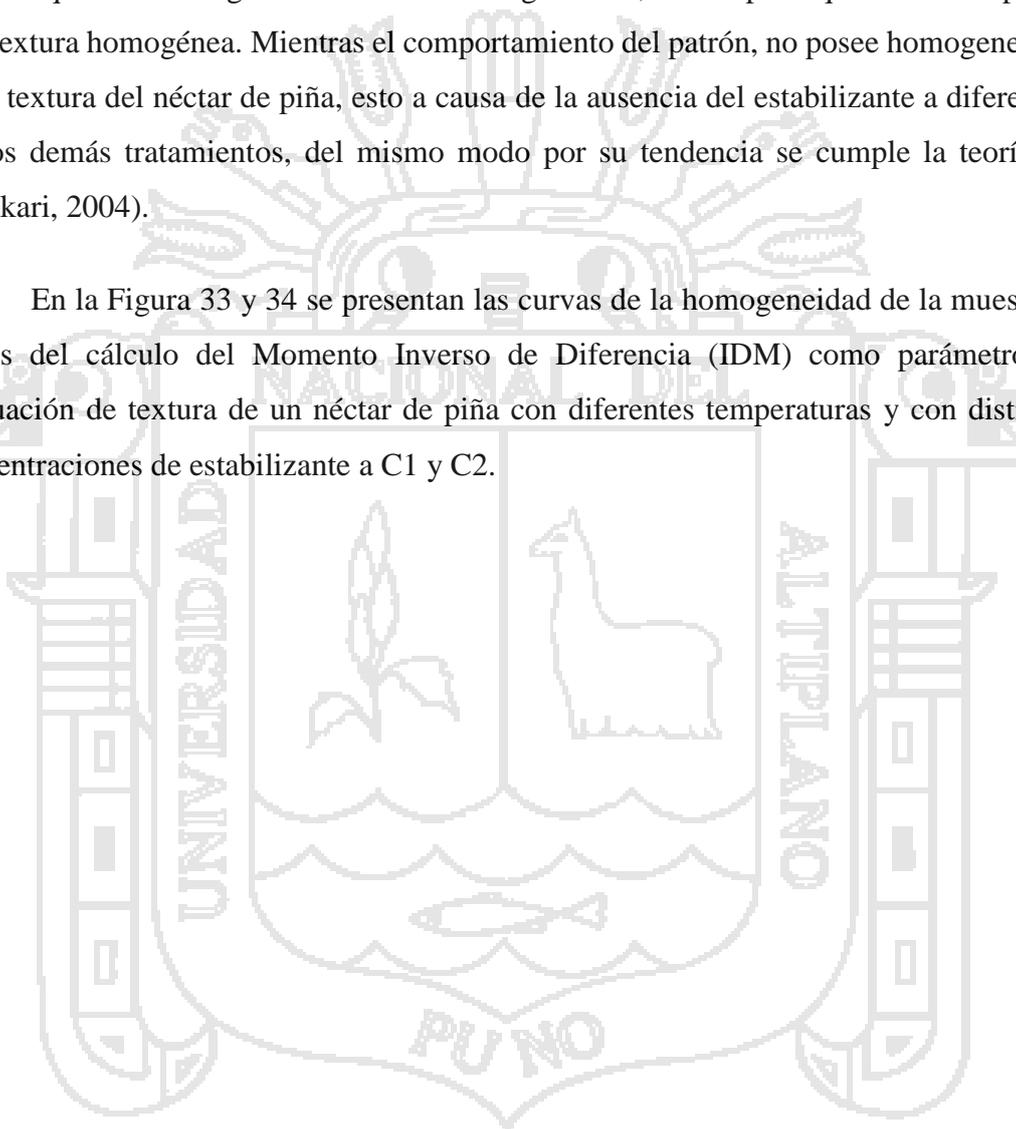


Figura 32. Gráfica de variación del Momento Inverso de Diferencia durante el tiempo de decantación a temperatura de 15°C.

En la Figura 31, se muestra los valores de IDM de la textura del néctar de piña sometida a temperatura de 15°C a C1, tiende a incrementar el valor de su homogeneidad en la textura, y posteriormente mantiene su homogeneidad en su textura del néctar de piña (Gadkari, 2004). Mientras estos valores de la textura del néctar de piña sometida a temperatura de 15°C a C2, el comportamiento tiende a disminuir su homogeneidad hasta el minuto 90 y después se incrementan los valores de IDM, posteriormente como se observa que mantiene gradualmente su homogeneidad, ello implica que la textura posee una textura homogénea. Mientras el comportamiento del patrón, no posee homogeneidad en la textura del néctar de piña, esto a causa de la ausencia del estabilizante a diferencia de los demás tratamientos, del mismo modo por su tendencia se cumple la teoría de (Gadkari, 2004).

En la Figura 33 y 34 se presentan las curvas de la homogeneidad de la muestra a través del cálculo del Momento Inverso de Diferencia (IDM) como parámetro de evaluación de textura de un néctar de piña con diferentes temperaturas y con distintas concentraciones de estabilizante a C1 y C2.



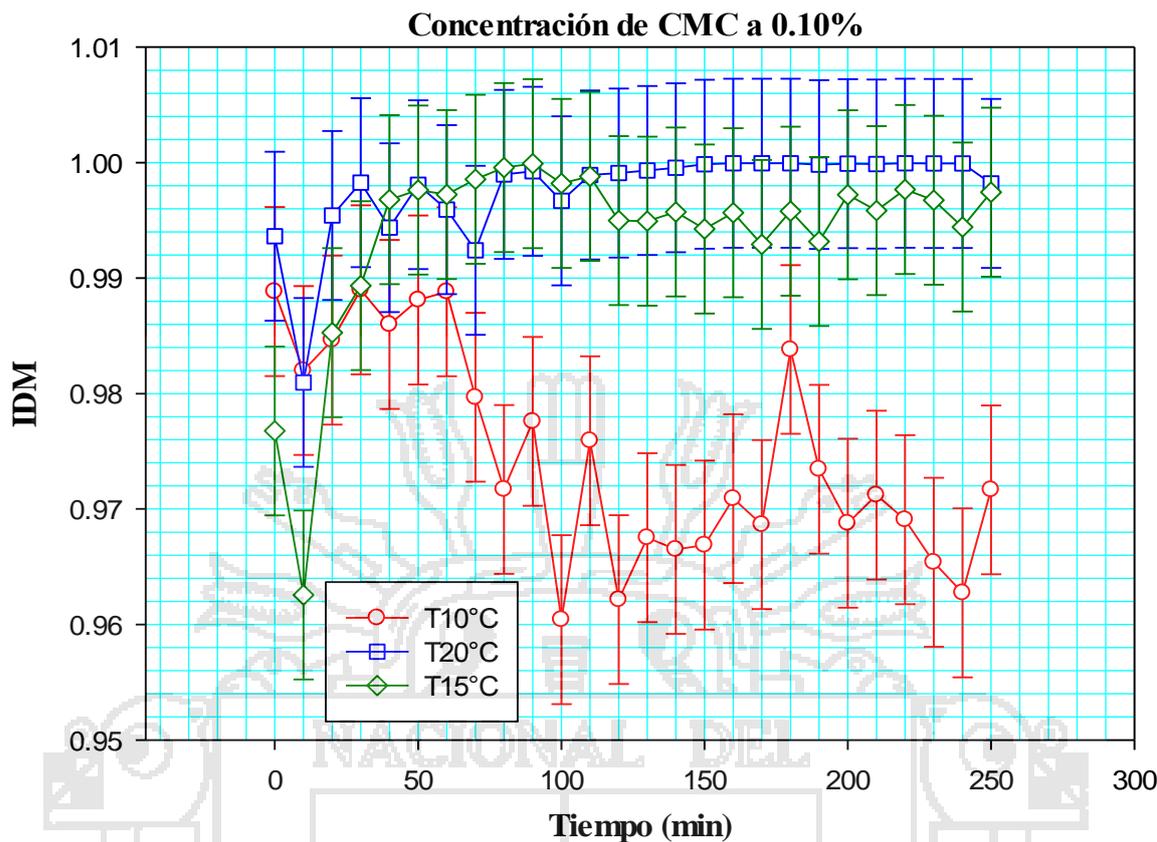


Figura 33. Gráfica de variación del Momento Inverso de Diferencia durante el tiempo de decantación a concentración de 0.10%.

En la Figura 33. Se observa los valores de IDM de la textura de piña del néctar sometida a una C1 para una decantación a una temperatura de T10°C, como se muestra en la Figura 33, que aun principio disminuye gradualmente durante la decantación, esto implica que no posee homogeneidad en la textura del piña (Gadkari, 2004). Mientras los valores de IDM de la textura del néctar a C1 para una decantación a una temperatura de T20°C, en la figura muestra, que al inicio posee un comportamiento de un incremento ligero, posteriormente mantiene en forma creciente gradual su homogeneidad, esto es por la interacción de la temperatura y concentración de estabilizante de CMC.

El valor IDM a una C1 para una decantación a una temperatura de 15°C, nos indica la Figura 33, el comportamiento de la homogeneidad al inicio disminuye hasta el minuto 10, posterior a ello incremento su valor de IDM y luego mantiene su homogeneidad durante la decantación

del néctar de piña, esto implica que tiene a mantener su homogeneidad de la textura del néctar (Gadkari, 2004).

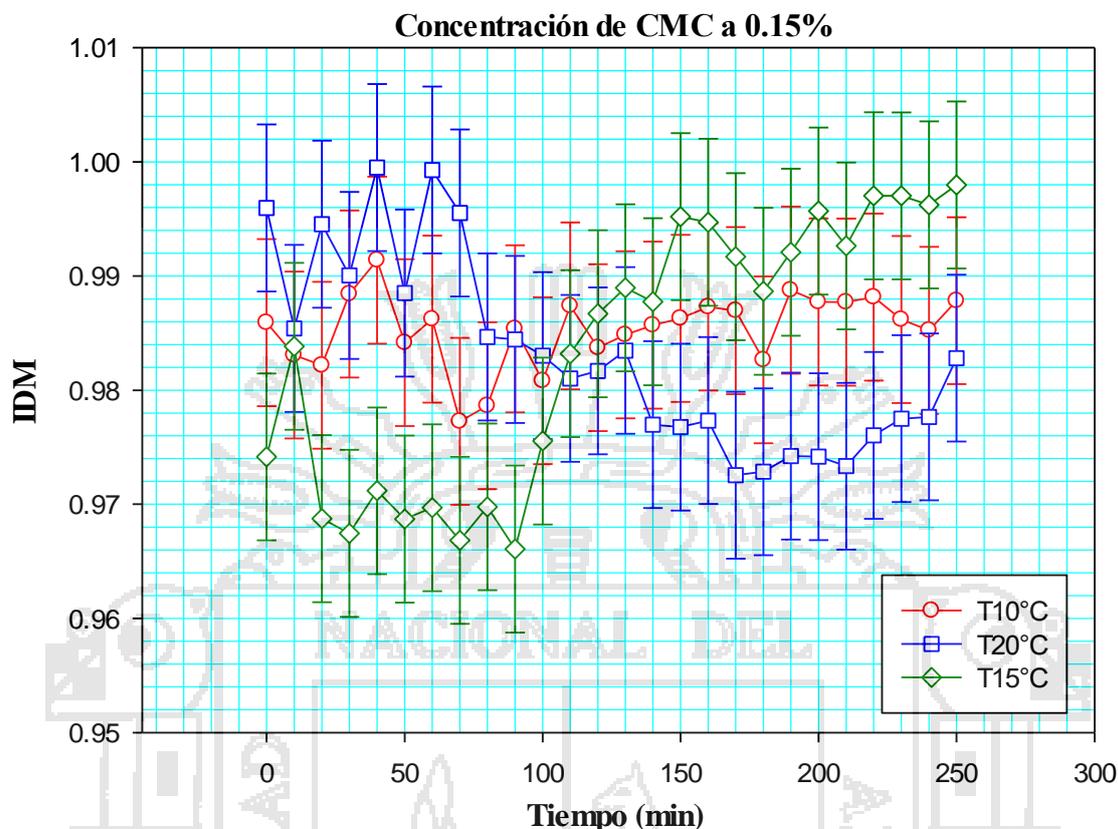


Figura 34. Gráfica de variación del Momento Inverso de Diferencia durante el tiempo de decantación a concentración de 0.15%.

En la Figura 34, se observa los valores de IDM a una C2 para una decantación a una temperatura de 10°C, mantiene gradualmente su valor de IDM durante la decantación del néctar, esto implica que hay buena interacción molecular del estabilizante con el néctar de piña (Gadkari, 2004). Mientras estos valores a una C2 para una decantación a una temperatura de 20°C, nos indica la Figura 34, que al principio se pronuncia un incremento ligero de los valores de IDM hasta el minuto 60, posteriormente al tiempo disminuye su homogeneidad en la textura del néctar, por lo tanto no se cumple la teoría (Gadkari, 2004).

El valor IDM a una C2 para una decantación a una temperatura de 15°C, en la figura el comportamiento al inicio de los minutos decae el valor del IDM hasta el minuto 90 y posteriormente va incrementando sus valor, esto quiere decir que posee mayor homogeneidad

durante la decantación, por lo tanto tiene un valor máximo cuando todos los elementos de la imagen son iguales (Gadkari, 2004).

Tabla 9. Análisis de Anova del IDM.

F de V	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Nivel de significancia
A:Tiempo	0.00211762	25	0.0000847047	0.53	n.s.
B:Temperatura	0.00947825	2	0.00473913	29.52	**
C:Concentración de CMC	0.00263475	1	0.00263475	16.41	**
AB	0.01141	50	0.000228201	1.42	*
AC	0.00316373	25	0.000126549	0.79	n.s.
BC	0.0143333	2	0.00716667	44.65	**
ABC	0.0119991	50	0.000239981	1.49	*
TOTAL	0.105221	467			

En la Tabla 9, se observa el análisis de varianza para el factor tiempo, temperatura y concentración de CMC, se realizó la prueba diferencia de limite significativo LSD (Anexo III), la textura del néctar en la decantación muestran una alta significancia para los dos factores, por lo tanto la textura del néctar en homogeneidad es dependiente de la temperatura y concentración de CMC pero no depende del factor tiempo. Estas son analizadas al nivel de significancia de nivel de 0.95% de confianza. También para las interacciones de tiempo con temperatura muestra significancia y temperatura con concentración de CMC muestran una alta significancia, entonces se puede confirmar que la textura del néctar de la decantación depende de estas interacciones combinados por dos factores ya mencionadas como se muestra en la Tabla 9, mientras tanto para la interacción de tiempo con concentración de CMC no es dependiente, mientras la interacción de tiempo con temperatura y concentración de CMC muestran significancia, esto debido que dependen siempre de la interacción de los tres factores al mismo momento.

4.3.4. ENTROPIA (ET)

En el anexo II, se presentan los valores promedios de la variación del descriptor estadístico de textura Entropía de los tratamientos. La entropía como descriptor estadístico de textura está relacionada al desorden que muestra la imagen (Pérez, 2010).

En la Figura 35, 36 y 37 se presentan las curvas del desorden de la muestra a través del cálculo de la Entropía (ET) como parámetro de evaluación de textura del néctar de piña con dos concentraciones diferentes de estabilizante y sometidas a diferentes temperaturas de 10°C, 20°C y 15 °C.

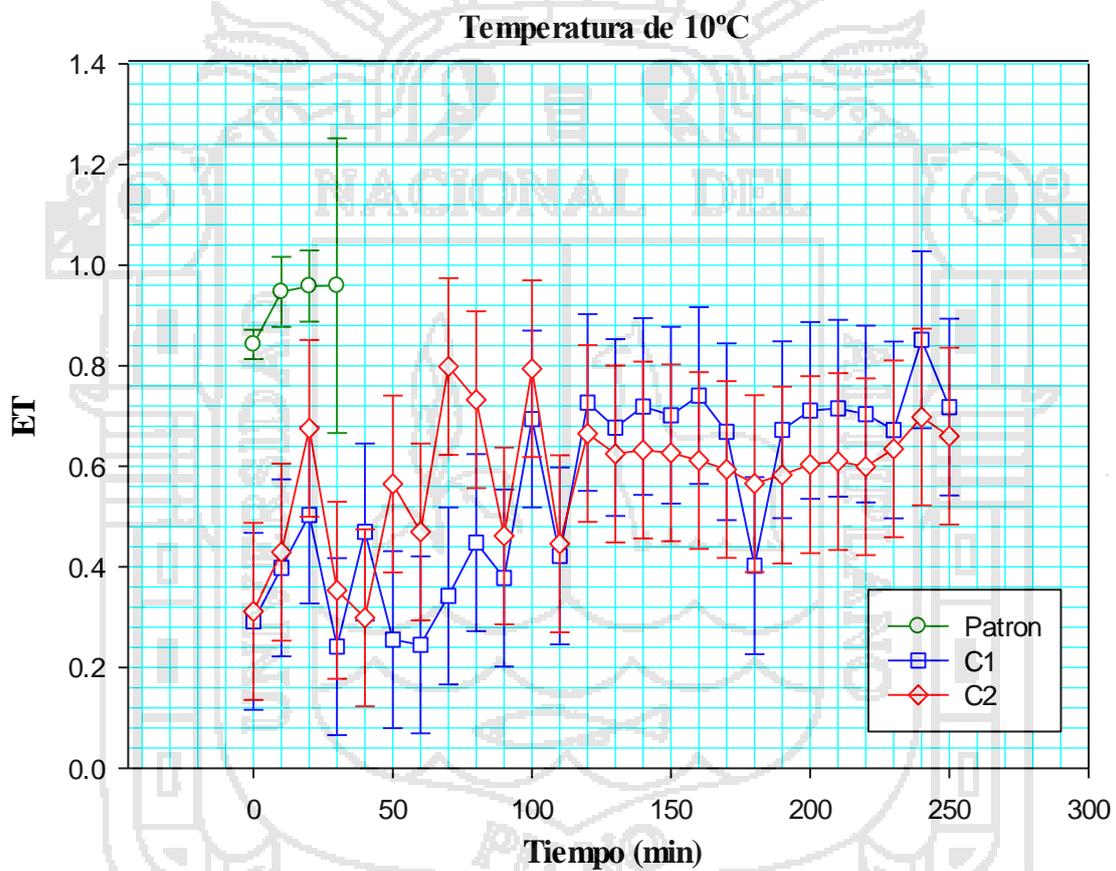


Figura 35. Grafica de variación del Entropía durante el tiempo de decantación a temperatura de 10°C.

En la Figura 35, se muestra los valores de ET a una temperatura de 10°C y a C1, en un principio se incrementa el valor de su ET, posteriormente ocurre nuevamente un

incremento en forma desordenada, esto quiere decir hay desorden en la textura del néctar, en tanto existe una entropía muy alta (Pérez, 2010; Gadkari, 2004).

El valor ET a una temperatura de 10°C y C2, en un principio se incrementa el valor, posteriormente ocurre nuevamente un incremento en forma desordenada, esto implica que hay mayor desorden en la textura del néctar, este a causa del estabilizante respecto a la temperatura en que se le somete durante la decantación, nos indica que tiene una entropía muy alta donde se concuerda (Pérez, 2010; Gadkari, 2004). Mientras el comportamiento del patrón presenta mayor desorden en la textura del néctar de piña, esto a causa de la ausencia del estabilizante, lo cual tienen una entropía muy alta (Pérez, 2010; Gadkari, 2004).

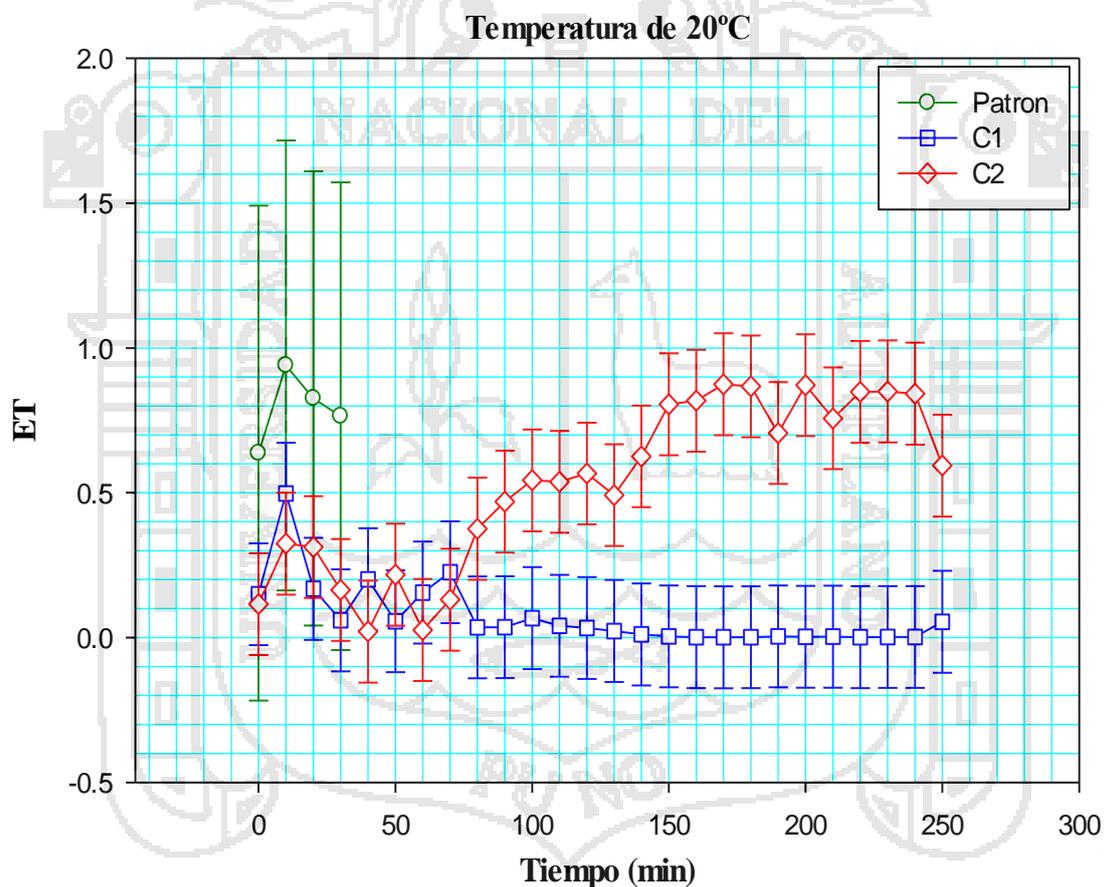


Figura 36. Gráfica de variación del Entropía durante el tiempo de decantación a temperatura de 20°C.

En la Figura 36, los valores de ET a una temperatura de 20°C y con una concentración C1, en un principio muestra que disminuye ligeramente el valor, posteriormente ocurre disminución de forma gradual como se observa en la Figura 36, esto implica que no hay desorden en la textura del néctar de la piña, en consecuencia podemos definir que tiene una entropía asociada muy baja (Pérez, 2010; Gadkari, 2004).

El valor ET a una temperatura de 20°C y C2, en un principio se incrementa el valor, posteriormente ocurre un incremento en forma desordenada, esto implica que hay desorden en la textura del néctar. Mientras el patrón no muestra el desorden a diferencia de los demás, esto debido a la temperatura al que se le somete, esto por lo tanto tiene una tendencia a tener a tener una entropía muy alta (Pérez, 2010; Gadkari, 2004).

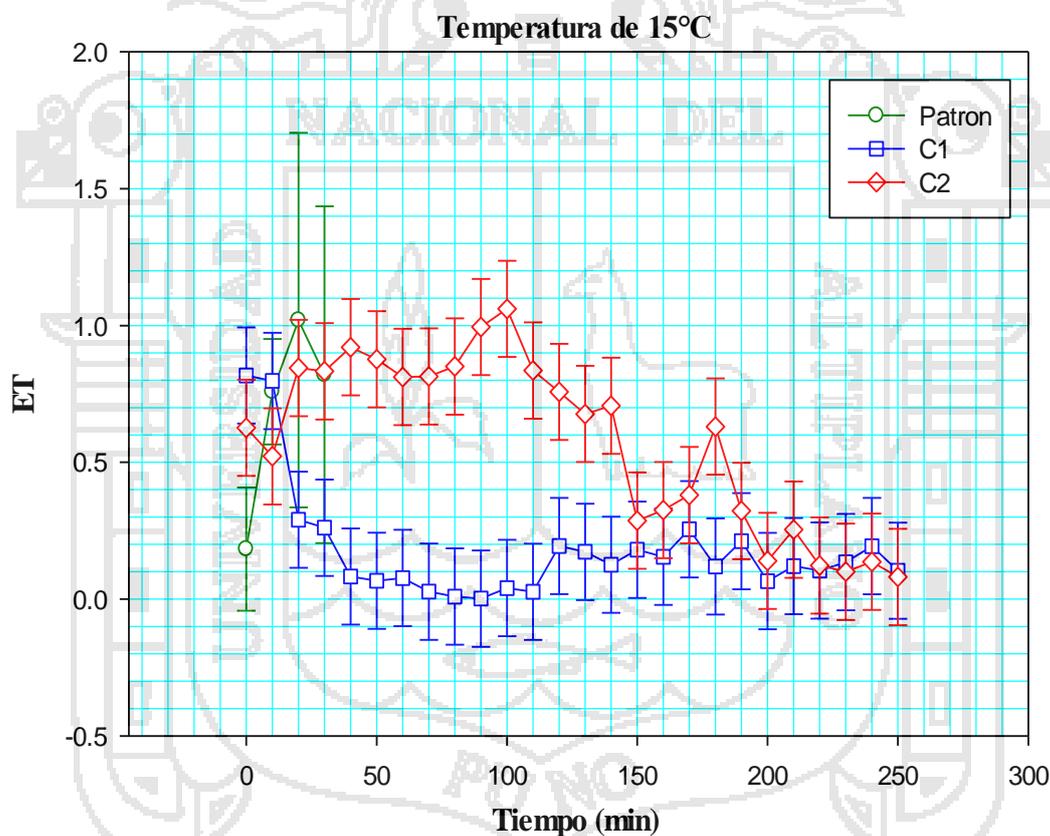


Figura 37. Gráfica de variación del Entropía durante el tiempo de sedimentación a temperatura de 15°C.

En la figura 37, muestra los valores de ET a una temperatura de 15°C y a una C1, en un principio disminuye ligeramente el valor hasta los minutos de 90, posteriormente a ello la textura se mantiene constante de forma gradual a cada tiempo evaluada, ello quiere decir que los valores de ET son bajos por ello hay menos desorden de los pixeles como se observa en la figura, por lo tanto definimos una medida de entropía muy baja (Pérez, 2010; Gadkari, 2004).

El valor ET a una temperatura de 15°C y a una C2, en un principio se incrementa, este implica la tendencia de desordenarse los pixeles en la textura y posterior decae ese orden esto a causa de la flotabilidad de la partículas, por lo tanto la textura se ordena a medida que baja el valor del ET, este comportamiento es a causa de los factores que interactúan como el estabilizante y de la temperatura. Mientras el patrón presenta desorden en la textura (Pérez, 2010; Gadkari, 2004).

En la Figura 38 y 39 se presentan las curvas de Entropía de la muestra a través del cálculo del Entropía (ET) como parámetro de evaluación de textura de un néctar de piña a diferentes tiempos, temperatura y con diferentes concentración de estabilizante.

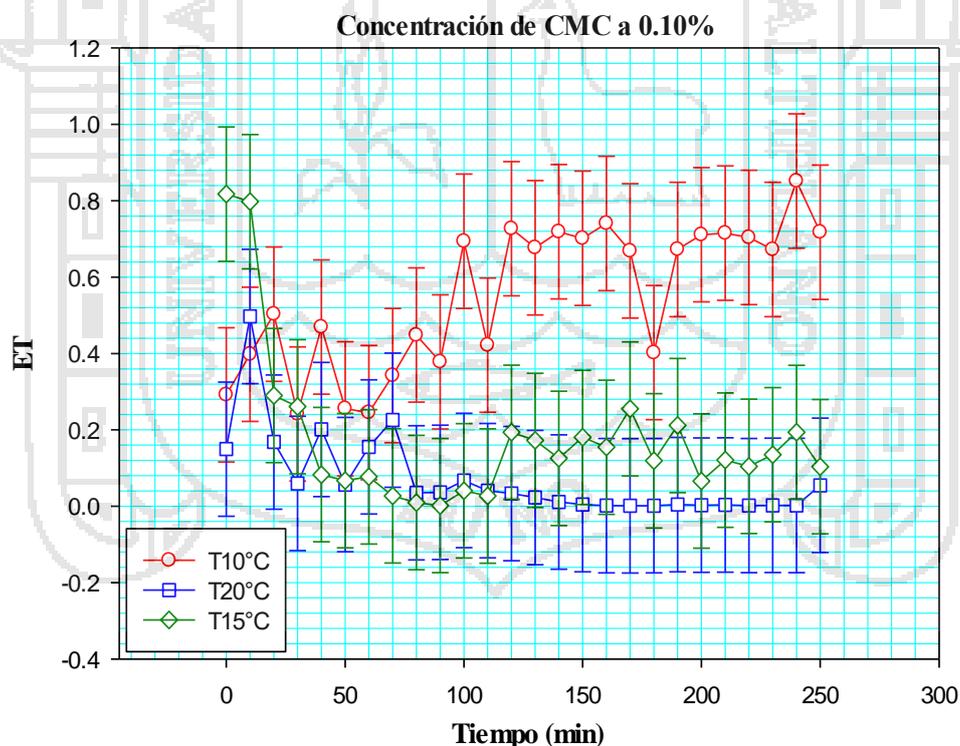


Figura 38. Gráfica de variación de Entropía durante el tiempo de decantación a concentración de 0.10%.

En la Figura 38, los valores de ET durante el tiempo de decantación a C1 y sometida a una $T10^{\circ}\text{C}$, el comportamiento en un inicio se incrementa, posteriormente sucede un incremento en forma desordenada, esto quiere decir que la textura tiende a desordenarse a mayor dispersión entre los pixeles vecinales, lo que indica que tiene una medida de entropía alta (Pérez, 2010; Gadkari, 2004).

El valor ET durante el tiempo de decantación a C1 y con $T20^{\circ}\text{C}$, el comportamiento de la textura en un inicio disminuye el valor de la ET hasta el minuto de 80, posteriormente a este tiempo tiene a mantenerse a nivel constante en su valor de ET, esto quiere decir que la textura mantiene el orden de su textura, esto a causa de los factores de estabilizante respecto a la temperatura. En tanto tiende a una medida de entropía muy baja (Pérez, 2010; Gadkari, 2004).

El valor ET durante el tiempo de decantación a concentración de estabilizante C1 y con $T15^{\circ}\text{C}$, en un inicio disminuye el valor hasta el minuto de 90, posteriormente al tiempo trata de mantener el orden que se presenta en la textura del néctar de piña, entonces podemos decir que tiene una medida de entropía ligeramente alta (Pérez, 2010; Gadkari, 2004).

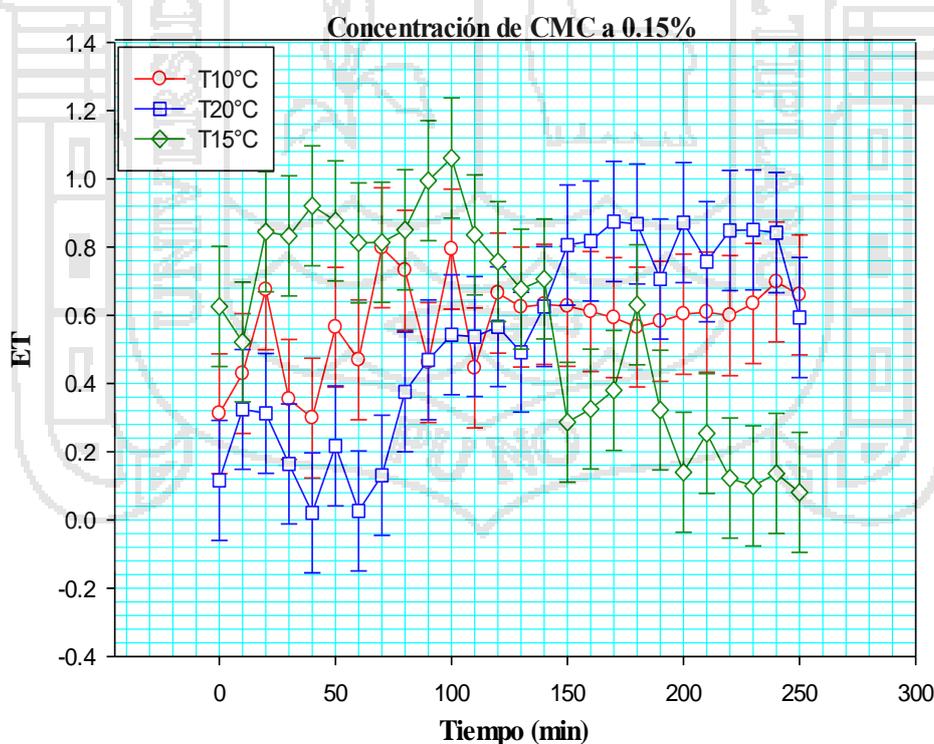


Figura 39. Gráfica de variación de Entropía durante el tiempo de decantación a concentración de 0.15%.

En la Figura 39, se muestra los valores de ET durante el tiempo de decantación a C2 y sometida a la T10°C, en un inicio se incrementa ligeramente, posteriormente sucede un incremento en forma desordenada. Esto implica al ordenamiento de los pixeles vecinales en cuanto al análisis de la textura. Mientras los valores ET durante el tiempo de decantación a C2 y a T20°C, en un inicio disminuye e incrementa el valor de ET hasta el minuto de 60, posteriormente a ese tiempo los valores incrementan gradualmente, esto implica el ordenamiento de la textura en el análisis de los pixeles y por último después del minuto 240 presenta un pequeño desorden.

El valor ET durante el tiempo de decantación a C2 y a T15°C, en un inicio disminuye el valor de ET hasta el minuto 10, posterior a ello tiene a incrementar el valor de ET hasta el minuto 100, esto quiere decir que la textura tendía a ordenarse, y después decae los valores de ET, esto implica que hubo desorden grande en la textura, esto implica a causa del estabilizante respecto a la temperatura de interactúan juntamente (Pérez, 2010; Gadkari, 2004).

Tabla 10. Análisis de Anova de Entropía.

F de V	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Nivel de significancia
A:Tiempo	1.42701	25	0.0570805	0.62	n.s.
B:Temperatura	5.84242	2	2.92121	31.48	**
C:Concentración de CMC	10.0614	1	10.0614	108.42	**
AB	8.40989	50	0.168198	1.81	**
AC	2.76903	25	0.110761	1.19	n.s
BC	4.26144	2	2.13072	22.96	**
ABC	9.12078	50	0.182416	1.97	**
TOTAL	70.8458	467			

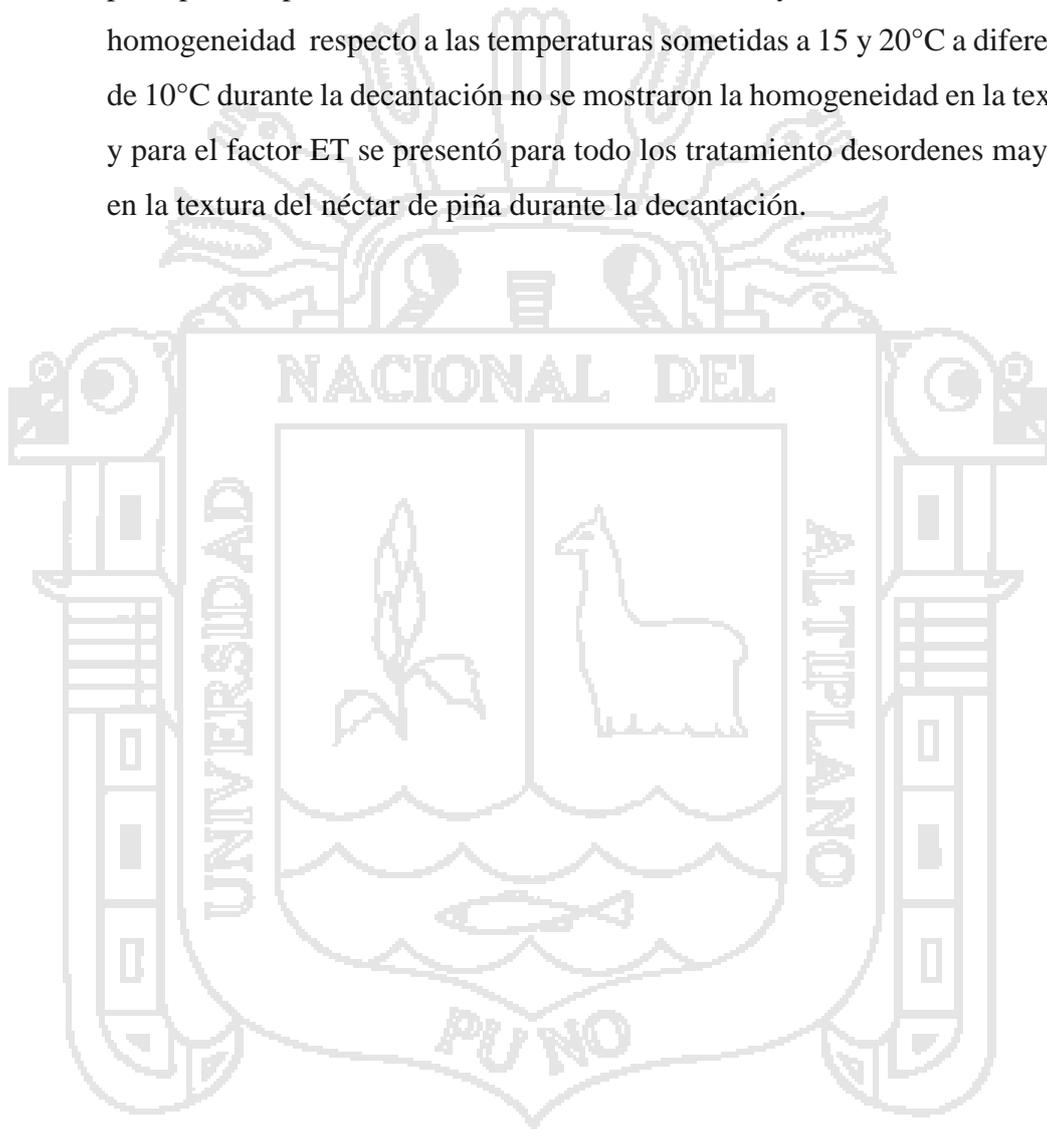
En la Tabla 10, se observa el análisis de varianza para el factor tiempo, temperatura y concentración de CMC, se realizó la prueba diferencia de límite significativo LSD (Anexo III), la textura del néctar en la decantación muestran una alta significancia para los dos factores, por lo tanto la textura del néctar en entropía es dependiente de la temperatura y concentración de CMC pero no depende del factor tiempo. Estas son analizadas al nivel de significancia de nivel de 0.95% de confianza. También para las interacciones de tiempo con temperatura muestra significancia y temperatura con concentración de CMC muestran una alta significancia, entonces se puede confirmar que la textura del néctar de la decantación depende de estas interacciones combinados por dos factores ya mencionadas como se muestra en la Tabla 10, mientras tanto para la interacción de tiempo con concentración de CMC no es dependiente, mientras la interacción de tiempo con temperatura y concentración de CMC muestran alta significancia, esto debido que dependen siempre de la interacción de los tres factores al mismo momento.



V. CONCLUSIONES

- De este trabajo se puede concluirse que la velocidad de decantación de las micro-partículas, muestran significativas diferencias entre tratamientos en su predicción del valor de la velocidad de decantación respecto al adicionar diferentes concentraciones de Carboximetilcelulosa y a diferente temperaturas.
- Al someter en néctar de piña a tres temperaturas diferentes de 10°C, 15°C y 20°C, están adicionadas a dos concentraciones diferentes de CMC (0.10% y 0.15%). Durante el proceso de decantación presenta diferencias, para el tratamiento 1 y 2 la decantación ocurre uniformemente a partir del minuto 60, mientras para el tratamiento 3 y 4 ocurre a partir del minuto 90 y para el tratamiento 5 y 6 ocurre a partir de 100 minutos. Esto implica que sometidas a diferentes temperaturas y concentraciones si existe el efecto durante la decantación. El efecto de las temperaturas afecta significativamente en la velocidad de decantación del néctar de piña en cada concentración, con los datos obtenidos concluimos que a mayor temperatura mayor es la velocidad de decantación. La concentración más adecuada de estabilizante que reduce la velocidad de decantación por lo tanto también el tiempo decantación, en el tratamiento de 0.15% de estabilizante, cuyos valores son menores a los del tratamiento de 0.10% de estabilizante; también que debe tener en cuenta que el límite máximo según las (NTP, 1987) es de 1.5g/kg de jugo, por lo cual 0.15% es el porcentaje máximo que permite una reducción de la velocidad de decantación más significativa.
- En la textura para el factor ASM respecto a los tratamientos existe diferencias, donde las texturas del néctar en valor de ASM sometidas a las temperaturas de 15 y 20°C y añadidas a C1 y C2 de CMC por separado para cada una de ellas tienden a mantener la uniformidad de la textura mientras para la temperatura 10°C y añadidas de C1 y C2 para cada una de ellas no muestra uniformidad durante la decantación del néctar de piña, pero respecto a las concentraciones de 0.10% y 0.15% tiende a mostrar uniformidad respecto a las temperaturas sometidas a 15 y 20°C a diferencia de 10°C durante la

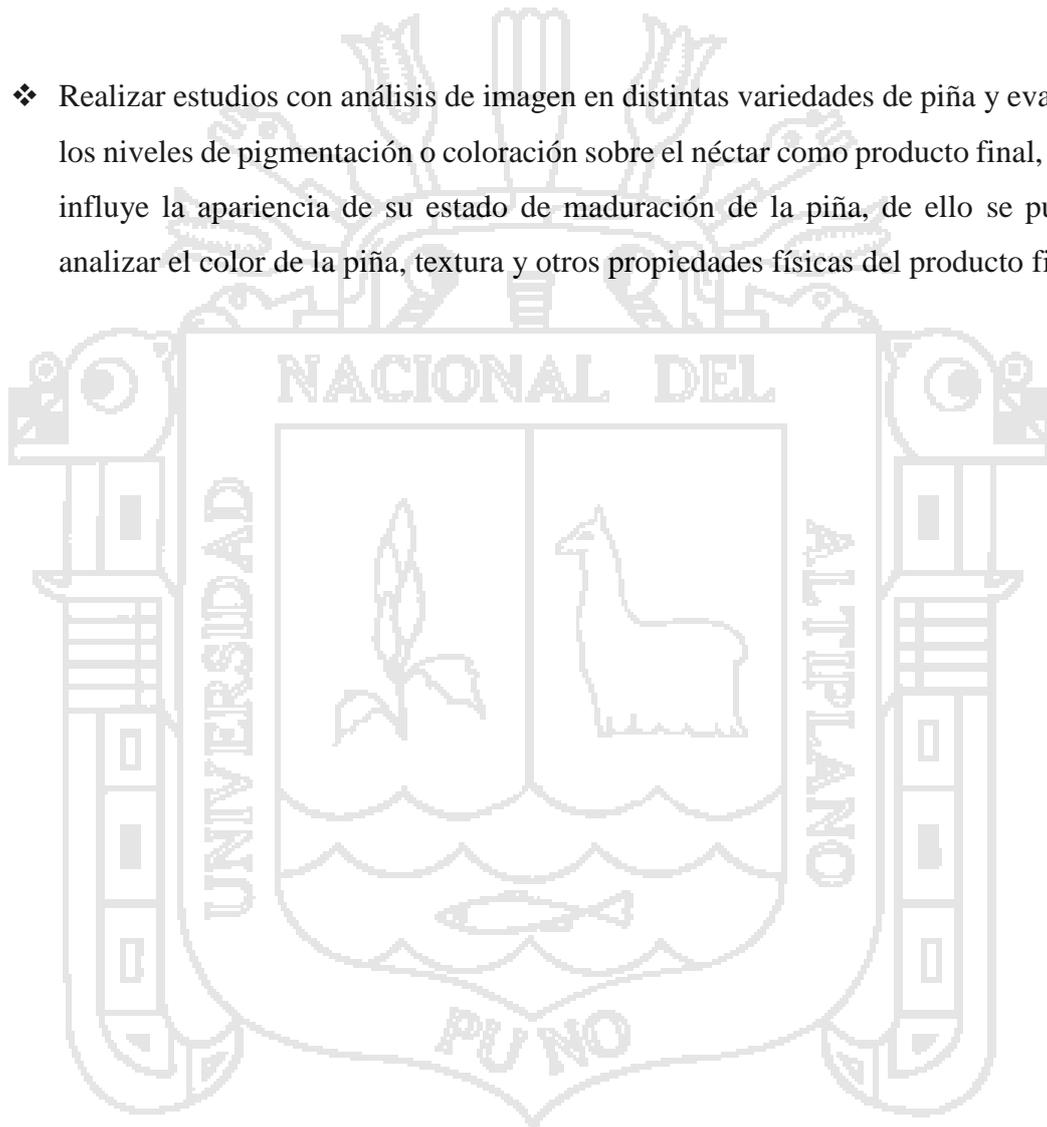
decantación. Mientras en el factor de CT, no mostraron heterogeneidad ningún de los tratamientos en la textura, así mismo para el factor IDM sometidas a las temperaturas de 15 y 20°C y añadidas a C1 y C2 de CMC por separado para cada una de ellas tienden a mantener la homogeneidad de la textura mientras para la temperatura 10°C y añadidas de C1 y C2 para cada una de ellas no muestra homogeneidad durante la decantación del néctar de piña, pero respecto a las concentraciones de 0.10% y 0.15% tiende a mostrar homogeneidad respecto a las temperaturas sometidas a 15 y 20°C a diferencia de 10°C durante la decantación no se mostraron la homogeneidad en la textura y para el factor ET se presentó para todo los tratamiento desordenes mayores en la textura del néctar de piña durante la decantación.



VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar estudios sobre la velocidad de decantación con diferentes concentraciones de estabilizante de CMC en néctar de piña de variedad nativa, para ver el efecto de la velocidad de decantación y el comportamiento de la textura del néctar.

- ❖ Realizar estudios con análisis de imagen en distintas variedades de piña y evaluar los niveles de pigmentación o coloración sobre el néctar como producto final, esto influye la apariencia de su estado de maduración de la piña, de ello se puede analizar el color de la piña, textura y otras propiedades físicas del producto final.



VII. BIBLIOGRAFÍA

- BADUI, S. 2006. Química de los alimentos. 4ta Edición. Editorial Pearson Educación. México.
- BARRERA, J.A.; M.S. HERNÁNDEZ; D. PÁEZ y E. OVIEDO. 2001. Tecnologías para el aprovechamiento integral de frutas nativas en la región amazónica colombiana. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria - PRONATTA-. Instituto Amazónico de investigaciones científicas -SINCHI-. Universidad de la Amazonía. Florencia-Caquetá.
- BOURNE M., 1982A. Effect of temperature on firmness of raw fruits and vegetables. J food Science 47:440-444.
- BRAVERMAN, J. 1980. Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. México. Editorial Moreno S.A.
- BRENNAN, J. G. BUTTERS, J.R.COWELL, N. D. (1998), Las operaciones de la Ingeniería de los alimentos. Zaragoza España Acribia.
- C. BERNHARDT, 1990. "Granulometrie", Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1. Auflage.
- CARBONEL J. 1973. Estudio de la Elaboración y Almacenaje de pulpa y de néctar de Guayaba (Pseudiumguayava). [Tesis] Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- CASTILLO, E. 2012. El Análisis Sensorial en el Control y Aseguramiento de la Calidad de los Alimentos. Centro Tecnológico Nacional de la Conserva y la Alimentación. Valencia, España.
- CHARLEY, H. 1991. Tecnología de los alimentos, procesos químicos y físicos en la preparación de los alimentos, 2da edición, Editorial Limusa, México, D.F.
- COCQUEREZ, J. Y PHILIPP, S. 1997. Analyse D'Images Filtrage et Segmentation. Masson.

CODEX STAN 247-2005. Norma general del Codex para zumos (jugos) y néctares de frutas. Disponible en: <http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/groups/details.html?id=10> (accesado el 22/05/2011).

CODEX STAN 192-1995. NORMA GENERAL DEL CODEX PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS Disponible en: http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/CXS_192s.pdf (accesado el 02/07/2011).

COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN), 1981. Alimentos. Determinación de H (Acidez iónica). N° 1315. Disponible en <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1315-79.pdf> (Accesado el 12/06/2011)

CORONADO, M.; HILARIO, R. 2006. Procesamiento de alimentos para pequeñas y microempresas agroindustriales. Unión Europea, CIED, EDAD, CEPCO. Lima, Perú.

CORONADO TRINIDAD, MYRIAM; HILARIO ROSALES, ROALDO., 2001. Elaboración de néctar/ En: Procesamiento de alimentos para pequeñas y microempresas agroindustriales/ Unión Europea, CIED, EDAC, CEPCO. Lima, Perú: Unión Europea, CIED, EDAC, CEPCO, 30 pp.

CUBERO, N., MONFERRER, A. Y VILLALTA, J. 2002. Aditivos alimentarios. Ed. Mundi-Prensa. Madrid: España.

CUEVAS, E., ZALVÍVAR, D., & PÉREZ, M. 2010. Procesamiento digital de imágenes usando MATLAB y Simulink (Primera ed.). Alfaomega Grupo Editor S.A. México.

DLUZEWSKA, E.; STOBLECKA, A.; MASZEWSKA, M. 2010. Effect of oil phase concentration on rheological properties and stability of beverage emulsions. Disponible en: <http://www.food.actapol.net/volume5/issue2/abstract-14.html> (accesado el 30/06/2011)

- DU, C., & SUN, D. 2004. Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Food science and technology international*, 15, 230-249.
- DULL, G.G., 1971. Food sciences and technology. A series of monographs. The biochemistry of fruits and their products.
- RICHARDSON J.F. AND W.N. ZAKI., 1954. "Sedimentation and Fluidisation. Part I". Trans. Inst. Chem. Eng., pp. 35-53.
- GADKARI, D. 2004. Image Quality Analysis Using GLCM. Thesis of Master of Science in Modeling and Simulation in the College of Arts and Sciences at the University of Central Florida Orlando, Florida.
- GERLAT, P. 2000. Beverage Stabilizers Disponible en: <http://www.foodingredientsonline.com/article.mvc/Beverage-Stabilizers-0001> (accesado el 02/05/2011).
- GODOY, R.; ANTUNES, P. ZONTA, P.; 1998. Estabilização de Nectar de Goiba(Psidiumguayava L.) con gomas Xantana, Carragena E Amido Ceroso. Disponible en:<http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v4n2/artigo07.pdf> (accesado el 05/07/2011)
- GONZALEZ, R., & WOODS, R. 1996. *Tratamiento digital de imágenes*, Addison-Wesley Publishing Co, Reading, Washington.
- GONZALEZ, R., & WOODS, R. 2002. *Tratamiento Digital de Imágenes* (Segunda ed.). Prentice Hall. New Jersey.
- SIGLOCH, H., 1996. "Technische Fluidmechanik", VDI Verlag 1. Auflage.
- TRAWINSKI, H., 1975. "Die Trennung fein disperser Stoffeaus Flüssigkeiten durch Filtration und Sedimentation", Chem. Ing. Techn. 47 (7): 274-281.

- HANZAH, H. 2009. Influence of pectin and CMC on physical stability, turbidity loss rate, cloudiness and flavor release of orange beverage emulsion during storage. Disponible en: http://eprints.ptar.uitm.edu.my/1038/1/HANISAH_HAMZAH_08_24.pdf (accesado el 25/05/2011)
- HARALICK, R., SHANMUGAM, K., & DINSTEN, I. 1973. Textural features for image classification. IEEE Transactions on System, Man and Cibernetics.
- HERNÁNDEZ, N.R. 2000. Elaboración y obtención de productos deshidratados y osmo-deshidratados de piña nativa (*Ananas comosus*). Tesis (pregrado). Universidad de Pamplona.
- KLAVONS, J.; BENNETT, R.; VANNIER, S. 2006. Stable Clouding Agent from Isolated Soy Protein. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-621.1992.tb14330.x/abstract> (accesado el 27/05/2011).
- LAZO, R. 1973. "Elaboración de pulpas y néctares de durazno (*Prunus persica*)". [Tesis] Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. (accesado el : 25/06/2011).
- LIPTON W., 1990. Postharvest biology of fresh asparagus. Horticultural reviews. Jules Janik, Purdue University. Vol 12.
- LUQUE, J. 2008. Producción de Néctares de Fruta. Disponible en: <http://jacintoluque.blogcindario.com/2008/07/00018-produccion-de-nectares-de-fruta.html> (accesado el 30/07/2011).
- MINAG, 2013. Ministerio de Agricultura y Riego www.minag.gob.pe.
- MORALES, M. 2001. Comportamiento fisiológico del fruto de piña nativa (*Ananas comosus* L. Merrill.) c.v. India bajo condiciones de almacenamiento durante el periodo de posrecolección. Tesis (pregrado). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 77 pág.

- NTP, INDECOPI. 1987. Norma Técnica Peruana. Instituto nacional de defensa del consumidor y de la propiedad privada intelectual. Norma técnica Peruana para néctares. Lima.
- OVIEDO, E. 2000. Caracterización y valoración nutricional de frutas promisorias en la Amazonía colombiana. En: Memorias seminario “Tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonía occidental colombiana”. Universidad de la Amazonía. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria -PRONATTA-. Florencia-Caquetá.
- PEDRESCHI, F., LEÓN, J., MERY, D. & MOYANO, P. 2006. Development of a computer vision system to measure the 3 color of potato chips. *Food Research International*, 39, 1092-1098.
- PÉREZ, C. 2010. Computo evolutivo como enfoque en la descripción del contenido de la imagen aplicado a la segmentación y el reconocimiento de objetos. Tesis Doctoral. Ciencias de la computación, CICESE. México.
- PULIDO, P. 2000. Desarrollo reproductivo de la piña en el piedemonte amazónico colombiano y su respuesta a la inducción con etileno. Tesis (pregrado). Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Biología, Universidad de los Andes. Bogotá. 97 pág.
- RTCA 67.04.48:07, 2009. Reglamento Técnico Centroamericano. Alimentos y bebidas procesadas. Néctares de frutas. Especificaciones. Disponible en: http://servicios.minec.gob.sv/REGLAMENTOS.../RTCA_75_01_19_06.pdf (accesado el 11/06/2011).
- SALAS, C. 1974. “Estudio sobre el procesamiento y almacenamiento de la pulpa y néctar de plátano”. [Tesis] Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- SAMSON, J. 1991. Fruticultura tropical. Limusa-Noriega. México. Pág. 229-358.
- TRACNOVA, 2005. Análisis y procesamiento de imágenes. National Instruments. Argentina.

VARGAS R.; PISFIL E. 2008. Estudio químico bromatológico y elaboración de néctar de *Mespilus germánica* L. (níspero de palo) procedente de la provincia de Vilcashuamán, departamento de Ayacucho.

VILCA, R. 2013. Evaluación del proceso de cocción de tres variedades de papa (*solanum tuberosum* l.) Peruana utilizando análisis de imágenes.

VOISEY P., 1979. Test Cells for Objective Textural Measurements. J. Inst. Can. technol. Aliment.





ANEXO I

Resultados promedio de las tres repeticiones en porcentaje para la textura

T	T° 10°C		T° 15 °C		T° 20 °C	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
0	0.61±0,047	0.59±0,047	0.57±0,047	0.64±0,047	0.56±0,047	0.63±0,047
10	0.62±0,047	0.61±0,047	0.60±0,047	0.52±0,047	0.64±0,047	0.71±0,047
20	0.69±0,047	0.57±0,047	0.69±0,047	0.58±0,047	0.63±0,047	0.66±0,047
30	0.68±0,047	0.61±0,047	0.67±0,047	0.62±0,047	0.59±0,047	0.65±0,047
40	0.75±0,047	0.72±0,047	0.67±0,047	0.70±0,047	0.70±0,047	0.69±0,047
50	0.72±0,047	0.84±0,047	0.67±0,047	0.70±0,047	0.59±0,047	0.61±0,047
60	0.51±0,047	0.65±0,047	0.67±0,047	0.60±0,047	0.69±0,047	0.61±0,047
70	0.44±0,047	0.38±0,047	0.65±0,047	0.62±0,047	0.61±0,047	0.65±0,047
80	0.49±0,047	0.43±0,047	0.69±0,047	0.62±0,047	0.68±0,047	0.71±0,047
90	0.53±0,047	0.48±0,047	0.69±0,047	0.51±0,047	0.56±0,047	0.57±0,047
100	0.55±0,047	0.51±0,047	0.66±0,047	0.40±0,047	0.62±0,047	0.57±0,047
110	0.59±0,047	0.52±0,047	0.67±0,047	0.28±0,047	0.66±0,047	0.61±0,047
120	0.62±0,047	0.55±0,047	0.65±0,047	0.30±0,047	0.67±0,047	0.61±0,047
130	0.63±0,047	0.58±0,047	0.66±0,047	0.31±0,047	0.70±0,047	0.62±0,047
140	0.65±0,047	0.59±0,047	0.66±0,047	0.33±0,047	0.67±0,047	0.63±0,047
150	0.66±0,047	0.61±0,047	0.65±0,047	0.34±0,047	0.69±0,047	0.65±0,047
160	0.68±0,047	0.63±0,047	0.64±0,047	0.36±0,047	0.67±0,047	0.65±0,047
170	0.68±0,047	0.64±0,047	0.65±0,047	0.37±0,047	0.73±0,047	0.66±0,047
180	0.70±0,047	0.66±0,047	0.65±0,047	0.38±0,047	0.75±0,047	0.67±0,047
190	0.70±0,047	0.67±0,047	0.65±0,047	0.40±0,047	0.76±0,047	0.68±0,047
200	0.70±0,047	0.67±0,047	0.70±0,047	0.42±0,047	0.77±0,047	0.69±0,047
210	0.70±0,047	0.68±0,047	0.70±0,047	0.43±0,047	0.77±0,047	0.70±0,047
220	0.71±0,047	0.69±0,047	0.69±0,047	0.44±0,047	0.78±0,047	0.71±0,047
230	0.72±0,047	0.70±0,047	0.70±0,047	0.46±0,047	0.71±0,047	0.69±0,047
240	0.73±0,047	0.69±0,047	0.74±0,047	0.46±0,047	0.72±0,047	0.67±0,047
250	0.66±0,047	0.71±0,047	0.71±0,047	0.48±0,047	0.78±0,047	0.71±0,047

ANEXO II

Datos de textura para cada tratamiento

Temperatura 10°C – Concentración 1

min	ASM	desvest	CT	desvest	IDM		ET	
0	0.83293901	0.28850293	0.02233717	0.0383171	0.98883254	0.01913218	0.29176119	0.50088588
10	0.79564273	0.25655369	0.03605671	0.04173254	0.9819957	0.0208603	0.39808039	0.44012861
20	0.74498275	0.15845645	0.03106212	0.02264624	0.98463489	0.01140767	0.50321246	0.26981939
30	0.88187362	0.19312425	0.02136662	0.03420068	0.98899929	0.0168181	0.24151437	0.36987722
40	0.76641103	0.21112726	0.02884274	0.01520674	0.98598924	0.00731459	0.46944722	0.35426236
50	0.89624957	0.07753145	0.01159796	0.01908615	0.98811667	0.00600167	0.25533955	0.15011905
60	0.89397112	0.10605202	0.0117057	0.01928266	0.98881977	0.00963584	0.24513896	0.22844454
70	0.85556805	0.06578272	0.00731499	0.01207317	0.9796812	0.01351151	0.3424356	0.13096569
80	0.79341027	0.17244199	0.00379524	0.00612571	0.97169636	0.02575091	0.44844801	0.31259778
90	0.81484907	0.24705957	0.0038586	0.0043369	0.97759786	0.03384089	0.37811391	0.45270327
100	0.6394974	0.22243245	0.00469589	0.00771299	0.96042929	0.02844466	0.69404989	0.38391764
110	0.78614261	0.27578789	0.00496002	0.00697842	0.97592551	0.03536969	0.42197529	0.49161796
120	0.60589287	0.27270992	0.00350716	0.00517187	0.9621587	0.02908431	0.72694721	0.45552705
130	0.62601647	0.2928887	0.00200898	0.00289711	0.96751646	0.02584711	0.67717276	0.49059182
140	0.59808896	0.29130172	0.00277288	0.00424541	0.96650452	0.02732106	0.71887232	0.47529628
150	0.6124309	0.27858801	0.00331156	0.00441739	0.96686944	0.02793359	0.70172514	0.45747747
160	0.58070644	0.26051889	0.00522969	0.00785287	0.97090858	0.01925832	0.74083606	0.40180014
170	0.63253542	0.27253856	0.00251337	0.00341821	0.96865553	0.02861784	0.66891961	0.45745026
180	0.7794244	0.31349686	0.00381581	0.0051418	0.98381865	0.02394267	0.40238841	0.5285799
190	0.62417044	0.27535837	0.00319893	0.00344453	0.97345203	0.02097609	0.67262342	0.4500674
200	0.59854686	0.30067453	0.00256504	0.00319379	0.9687746	0.02508954	0.71116137	0.48979943
210	0.59549767	0.28737455	0.00380302	0.00448591	0.97120862	0.02116141	0.71528428	0.45805658
220	0.6039273	0.30201092	0.00267843	0.00267662	0.96906981	0.02512047	0.70406939	0.49699301
230	0.64136392	0.26007003	0.00321368	0.0037298	0.9653862	0.02756942	0.67248142	0.44072051
240	0.52248393	0.15589218	0.01166926	0.01824665	0.9627426	0.01981876	0.85164378	0.24464406
250	0.61013042	0.22519362	0.00630757	0.00709904	0.97166674	0.02396012	0.71776598	0.36694657

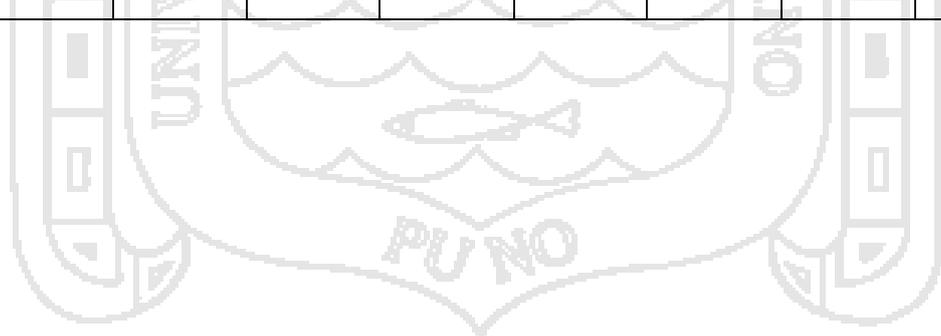


Temperatura 10°C – Concentración 2

min	ASM		CT		IDM		ET	
0	0.82245786	0.30713701	0.02812281	0.04861101	0.98592278	0.02428996	0.31154312	0.53750091
10	0.77149676	0.29388041	0.03400544	0.03458352	0.9830836	0.01739741	0.42930965	0.46512101
20	0.62248718	0.24871443	0.03609379	0.02317127	0.9821821	0.01147308	0.67540296	0.39466678
30	0.80663342	0.29842832	0.02163904	0.03642521	0.98842871	0.01754497	0.35346817	0.49228214
40	0.84422989	0.22275011	0.01601765	0.02573323	0.99140095	0.01239465	0.29880147	0.38282679
50	0.71296726	0.02229764	0.01332374	0.01889632	0.9841634	0.00296183	0.56499544	0.02600391
60	0.74804447	0.21081016	0.01153154	0.01883827	0.98623781	0.00671635	0.46951833	0.34818763
70	0.57321806	0.19437982	0.01143021	0.00989753	0.97727263	0.00990272	0.79825359	0.33237833
80	0.58638207	0.24304172	0.00775571	0.0070279	0.97864745	0.01257694	0.73227584	0.37612974
90	0.75793787	0.2700141	0.00662066	0.00576667	0.98537856	0.01258498	0.46169102	0.39158145
100	0.57807537	0.26463423	0.01035644	0.00281766	0.98083315	0.01145438	0.79419566	0.46582468
110	0.76321116	0.26082612	0.0066869	0.00586505	0.98739284	0.01093009	0.44584626	0.37778908
120	0.61682131	0.2563072	0.00525588	0.0046673	0.98373224	0.01022802	0.66535835	0.39344508
130	0.64313434	0.27145497	0.0042688	0.00392071	0.9848591	0.01118287	0.62460353	0.43792684
140	0.63624019	0.2521643	0.00466644	0.00409692	0.98570695	0.00987246	0.63229653	0.39078976
150	0.63549754	0.25608044	0.00410789	0.00357618	0.986302	0.01001011	0.62679415	0.39071971
160	0.65006775	0.21507686	0.00523336	0.00530552	0.98729323	0.0066895	0.61137786	0.32059036
170	0.65507556	0.25291667	0.00336419	0.0029491	0.98697687	0.01024566	0.59357321	0.38889251
180	0.69616576	0.21499887	0.00389108	0.00356899	0.98266347	0.01518513	0.56564246	0.34015808
190	0.66632715	0.24071542	0.00374621	0.00327483	0.98876558	0.00749613	0.58259032	0.37671093
200	0.64906158	0.25750469	0.0037241	0.00324921	0.98774049	0.00875847	0.60340761	0.39979146
210	0.64762122	0.24862116	0.00389984	0.00337743	0.98772236	0.0082044	0.6094	0.38444874
220	0.65007735	0.26174404	0.00344035	0.00305162	0.98816392	0.00836437	0.59934431	0.40813337
230	0.62903834	0.26959664	0.00399397	0.00347945	0.98619827	0.01016956	0.63488029	0.41509792
240	0.5966739	0.17741052	0.00817426	0.00932923	0.98524381	0.00597927	0.69817428	0.25164379
250	0.61736701	0.24279995	0.00549969	0.00483752	0.9878488	0.00727141	0.66014704	0.36629398

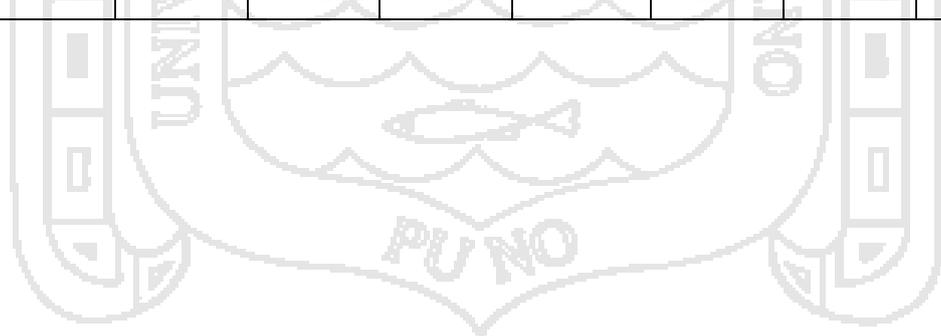
Temperatura 20°C – Concentración 1

	ASM		CT		IDM		ET	
0	0.93897372	0.08805024	0.01272722	0.01758201	0.99363809	0.00878806	0.14967879	0.19622716
10	0.72468686	0.2809844	0.03808109	0.03483109	0.98095953	0.01741553	0.49732919	0.46795593
20	0.92227275	0.120384	0.00915694	0.0123364	0.99542213	0.00616715	0.16829576	0.23830256
30	0.98096622	0.01702608	0.00345005	0.00248463	0.99827563	0.00124129	0.05963237	0.04863206
40	0.90733942	0.12874085	0.01125995	0.01462977	0.99437003	0.00731488	0.20127143	0.24787297
50	0.9820773	0.01527529	0.00381401	0.00391182	0.9980942	0.00195401	0.0564538	0.04766644
60	0.93746712	0.06722893	0.00813203	0.00835084	0.99593587	0.0041741	0.1554452	0.14187467
70	0.8989508	0.12574442	0.01517187	0.01953099	0.99241478	0.00976427	0.22557902	0.24733124
80	0.98956016	0.01136244	0.00202293	0.0019689	0.99899094	0.00098242	0.03511492	0.03603422
90	0.9879961	0.01871727	0.00148988	0.00177368	0.99925776	0.00088564	0.0360508	0.05323431
100	0.97599092	0.03995232	0.00661756	0.0108243	0.99669175	0.00541123	0.06730201	0.10878896
110	0.98760562	0.01259561	0.00214863	0.00216037	0.99892646	0.00107893	0.04072719	0.03897425
120	0.98967148	0.01534254	0.00180504	0.00226006	0.99909748	0.00113003	0.03315828	0.04607543
130	0.99380716	0.00590182	0.00136223	0.00126398	0.99931953	0.00063188	0.02278749	0.02106855
140	0.99733413	0.00266847	0.00088726	0.00081883	0.99955735	0.00040804	0.01103892	0.01062602
150	0.99907116	0.00138069	0.00027925	0.00038583	0.99986037	0.00019292	0.0041788	0.00595417
160	0.99969964	0.00030732	0.00011235	9.2058E-05	0.99994383	4.6029E-05	0.00155258	0.00146708
170	0.99978726	0.00010188	9.3089E-05	4.245E-05	0.99995346	2.1225E-05	0.00116134	0.00051859
180	0.99974906	0.00023257	0.00010527	8.5658E-05	0.99994737	4.2829E-05	0.00132675	0.00113608
190	0.99904057	0.00144146	0.00032554	0.00045423	0.99983874	0.00022674	0.00430501	0.00618301
200	0.99941838	0.00078368	0.00017917	0.00021507	0.99991041	0.00010754	0.00273928	0.00355445
210	0.99928054	0.00109408	0.00022324	0.00031958	0.99988838	0.00015979	0.0032814	0.0048159
220	0.99966048	0.00049517	0.00011336	0.00015459	0.99994297	7.6925E-05	0.00167816	0.00235403
230	0.9995617	0.00052337	0.00014004	0.00015084	0.99992649	7.1975E-05	0.00217892	0.00239766
240	0.99962514	0.00025476	0.00013131	8.5977E-05	0.99993121	3.7878E-05	0.00193916	0.00121517
250	0.9803045	0.03376913	0.00358838	0.00605514	0.99820911	0.00302615	0.05460694	0.09268337



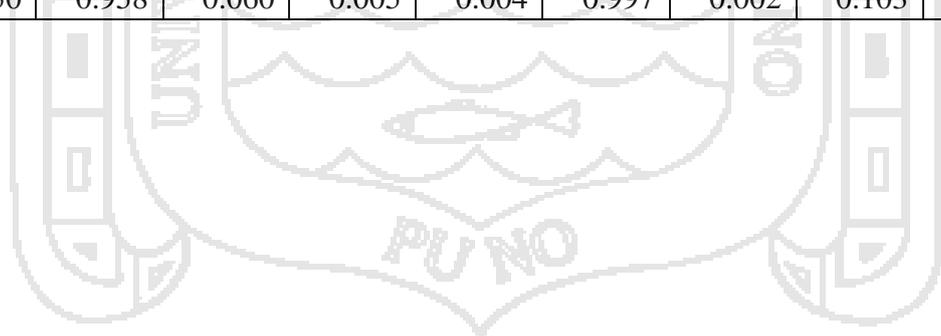
Temperatura 20°C – Concentración 2

	ASM		CT		IDM		ET	
0	0.95427877	0.06627507	0.00828538	0.01208484	0.9959635	0.00602053	0.11576208	0.15673689
10	0.85868128	0.2181733	0.02915829	0.04391406	0.98541188	0.02194027	0.32429425	0.47676928
20	0.82776249	0.29294167	0.01106463	0.01791391	0.9945407	0.00900938	0.31245968	0.51998189
30	0.93533914	0.08459014	0.00166847	0.00179592	0.99006592	0.01519859	0.16432728	0.19473144
40	0.99457446	0.0034953	0.00093936	0.00047979	0.99951328	0.00011693	0.02091557	0.01184055
50	0.91529871	0.06316129	0.00073973	0.00094715	0.98851653	0.0091937	0.217026	0.14621597
60	0.99305888	0.00403066	0.00143684	0.00044201	0.9992971	0.00015266	0.02636104	0.01208611
70	0.95099578	0.04447165	0.0019178	0.00196994	0.99552634	0.00553977	0.13086515	0.111668
80	0.81933733	0.14416701	0.00077331	0.00108758	0.98468028	0.01589247	0.37561661	0.28577422
90	0.75480269	0.20529838	0.00249803	0.00406491	0.98445776	0.01198576	0.46942267	0.34138914
100	0.6903859	0.26961249	0.00100825	0.00152782	0.98302648	0.0136299	0.54293867	0.43866979
110	0.69927461	0.26233581	0.00056252	0.00053905	0.98103576	0.01606161	0.53782975	0.45068223
120	0.67090314	0.2812101	0.00045967	0.00059642	0.98169244	0.01616947	0.56661222	0.46664808
130	0.72689638	0.26165207	0.00022014	0.00010092	0.98347941	0.01124616	0.49192485	0.41152238
140	0.64895461	0.23597549	0.00012464	3.0163E-05	0.97697998	0.00608428	0.62597349	0.34495078
150	0.5212391	0.09913642	6.7346E-05	5.7064E-05	0.97676301	0.00408348	0.80609598	0.1004077
160	0.51044973	0.06686225	6.6961E-05	4.9064E-05	0.97733746	0.00357078	0.81818296	0.06261355
170	0.47546976	0.01603327	0.00022173	0.00022669	0.97255293	0.00830396	0.87515079	0.01418459
180	0.48198119	0.04216422	0.00030296	0.00021343	0.97285399	0.00388077	0.86791831	0.03491547
190	0.59280884	0.2407453	0.00029786	0.0002188	0.97422013	0.00898566	0.70652223	0.33481441
200	0.47321351	0.02815549	0.00027616	0.00022862	0.97416989	0.008127	0.87193496	0.06078641
210	0.56293958	0.16335903	0.00021442	0.0001764	0.97333671	0.00918077	0.75732699	0.18800545
220	0.48795764	0.05184887	0.00022412	0.00014124	0.9760372	0.0080964	0.84877689	0.08916549
230	0.48082839	0.04856656	0.00026174	9.9169E-05	0.97750889	0.00820429	0.85039351	0.08285462
240	0.48728194	0.03826614	0.00015952	7.525E-05	0.97766091	0.00869045	0.84265455	0.07334096
250	0.64365439	0.30125071	0.00102682	0.00123596	0.98280568	0.01532317	0.59375727	0.486634



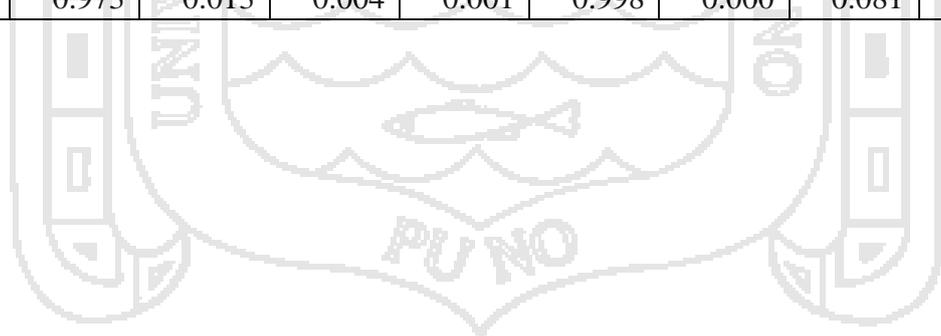
Temperatura 15°C – Concentración 1

	ASM		CT		IDM		ET	
0	0.535	0.103	0.046	0.023	0.977	0.011	0.818	0.198
10	0.566	0.149	0.075	0.024	0.963	0.012	0.798	0.220
20	0.880	0.082	0.029	0.015	0.985	0.008	0.290	0.159
30	0.876	0.167	0.021	0.027	0.989	0.013	0.261	0.320
40	0.969	0.048	0.006	0.009	0.997	0.004	0.083	0.120
50	0.976	0.039	0.005	0.007	0.998	0.004	0.067	0.104
60	0.972	0.041	0.006	0.007	0.997	0.004	0.077	0.104
70	0.993	0.005	0.003	0.001	0.999	0.001	0.027	0.015
80	0.998	0.003	0.001	0.001	1.000	0.001	0.009	0.013
90	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.002	0.002
100	0.987	0.023	0.004	0.006	0.998	0.003	0.040	0.068
110	0.992	0.014	0.002	0.004	0.999	0.002	0.027	0.046
120	0.896	0.179	0.010	0.017	0.995	0.009	0.194	0.335
130	0.913	0.150	0.010	0.017	0.995	0.009	0.173	0.298
140	0.944	0.096	0.009	0.015	0.996	0.007	0.125	0.215
150	0.909	0.157	0.011	0.020	0.994	0.010	0.180	0.311
160	0.924	0.130	0.009	0.015	0.996	0.007	0.155	0.265
170	0.860	0.228	0.014	0.018	0.993	0.009	0.255	0.388
180	0.955	0.051	0.008	0.005	0.996	0.002	0.119	0.114
190	0.915	0.052	0.014	0.001	0.993	0.000	0.212	0.094
200	0.980	0.013	0.006	0.003	0.997	0.002	0.066	0.038
210	0.957	0.029	0.008	0.004	0.996	0.002	0.121	0.072
220	0.956	0.070	0.005	0.006	0.998	0.003	0.104	0.154
230	0.943	0.076	0.007	0.004	0.997	0.002	0.135	0.154
240	0.925	0.016	0.011	0.001	0.994	0.000	0.194	0.030
250	0.958	0.060	0.005	0.004	0.997	0.002	0.103	0.133



Temperatura 15°C – Concentración 2

0	ASM		CT		IDM		ET	
10	0.678	0.252	0.052	0.028	0.974	0.014	0.626	0.413
20	0.750	0.120	0.032	0.028	0.984	0.014	0.522	0.238
30	0.587	0.150	0.063	0.017	0.969	0.008	0.845	0.231
40	0.541	0.192	0.065	0.023	0.967	0.012	0.833	0.230
50	0.490	0.133	0.058	0.031	0.971	0.016	0.921	0.263
60	0.483	0.099	0.063	0.033	0.969	0.016	0.877	0.171
70	0.534	0.141	0.061	0.038	0.970	0.019	0.812	0.234
80	0.538	0.152	0.066	0.045	0.967	0.023	0.814	0.260
90	0.501	0.130	0.060	0.035	0.970	0.018	0.851	0.214
100	0.446	0.060	0.068	0.009	0.966	0.004	0.995	0.163
110	0.425	0.078	0.049	0.013	0.976	0.006	1.061	0.226
120	0.564	0.346	0.034	0.023	0.983	0.011	0.836	0.629
130	0.571	0.252	0.027	0.011	0.987	0.006	0.758	0.414
140	0.613	0.323	0.022	0.016	0.989	0.008	0.677	0.561
150	0.601	0.311	0.024	0.015	0.988	0.008	0.707	0.535
160	0.824	0.286	0.010	0.011	0.995	0.005	0.287	0.431
170	0.807	0.281	0.011	0.008	0.995	0.004	0.325	0.401
180	0.795	0.223	0.017	0.006	0.992	0.003	0.380	0.313
190	0.670	0.293	0.023	0.011	0.989	0.006	0.631	0.517
200	0.845	0.134	0.016	0.008	0.992	0.004	0.322	0.213
210	0.947	0.052	0.009	0.005	0.996	0.002	0.140	0.111
220	0.895	0.017	0.015	0.007	0.993	0.003	0.254	0.040
230	0.957	0.007	0.006	0.001	0.997	0.000	0.123	0.015
240	0.966	0.021	0.006	0.001	0.997	0.000	0.100	0.048
250	0.951	0.010	0.008	0.001	0.996	0.001	0.136	0.020
0	0.973	0.013	0.004	0.001	0.998	0.000	0.081	0.030



ANEXO III

Tabla de áreas

Pruebas de Múltiple Rangos para Col_4 por Col_1

Método: 95.0 porcentaje LSD

Col_1	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
100	6	0.551667	0.0415601	X
110	6	0.555	0.0415601	XX
90	6	0.556667	0.0415601	XX
70	6	0.558333	0.0415601	XXX
120	6	0.566667	0.0415601	XXX
130	6	0.583333	0.0415601	XXXX
140	6	0.588333	0.0415601	XXXXX
150	6	0.6	0.0415601	XXXXX
0	6	0.6	0.0415601	XXXXX
80	6	0.603333	0.0415601	XXXXX
160	6	0.605	0.0415601	XXXXX
10	6	0.616667	0.0415601	XXXXX
60	6	0.621667	0.0415601	XXXXX
170	6	0.621667	0.0415601	XXXXX
180	6	0.635	0.0415601	XXXXX
20	6	0.636667	0.0415601	XXXXX
30	6	0.636667	0.0415601	XXXXX
190	6	0.643333	0.0415601	XXXXX
200	6	0.658333	0.0415601	XXXXX
230	6	0.663333	0.0415601	XXXXX
210	6	0.663333	0.0415601	XXXXX
240	6	0.668333	0.0415601	XXXXX
220	6	0.67	0.0415601	XXXX
250	6	0.675	0.0415601	XXX
50	6	0.688333	0.0415601	XX
40	6	0.705	0.0415601	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 10		-0.0166667	0.117012
0 - 20		-0.0366667	0.117012
0 - 30		-0.0366667	0.117012
0 - 40		-0.105	0.117012
0 - 50		-0.0883333	0.117012
0 - 60		-0.0216667	0.117012
0 - 70		0.0416667	0.117012
0 - 80		-0.00333333	0.117012



0 - 90	0.0433333	0.117012
0 - 100	0.0483333	0.117012
0 - 110	0.045	0.117012
0 - 120	0.0333333	0.117012
0 - 130	0.0166667	0.117012
0 - 140	0.0116667	0.117012
0 - 150	0	0.117012
0 - 160	-0.005	0.117012
0 - 170	-0.0216667	0.117012
0 - 180	-0.035	0.117012
0 - 190	-0.0433333	0.117012
0 - 200	-0.0583333	0.117012
0 - 210	-0.0633333	0.117012
0 - 220	-0.07	0.117012
0 - 230	-0.0633333	0.117012
0 - 240	-0.0683333	0.117012
0 - 250	-0.075	0.117012
10 - 20	-0.02	0.117012
10 - 30	-0.02	0.117012
10 - 40	-0.0883333	0.117012
10 - 50	-0.0716667	0.117012
10 - 60	-0.005	0.117012
10 - 70	0.0583333	0.117012
10 - 80	0.0133333	0.117012
10 - 90	0.06	0.117012
10 - 100	0.065	0.117012
10 - 110	0.0616667	0.117012
10 - 120	0.05	0.117012
10 - 130	0.0333333	0.117012
10 - 140	0.0283333	0.117012
10 - 150	0.0166667	0.117012
10 - 160	0.0116667	0.117012
10 - 170	-0.005	0.117012
10 - 180	-0.0183333	0.117012
10 - 190	-0.0266667	0.117012
10 - 200	-0.0416667	0.117012
10 - 210	-0.0466667	0.117012
10 - 220	-0.0533333	0.117012
10 - 230	-0.0466667	0.117012
10 - 240	-0.0516667	0.117012
10 - 250	-0.0583333	0.117012
20 - 30	0	0.117012
20 - 40	-0.0683333	0.117012
20 - 50	-0.0516667	0.117012
20 - 60	0.015	0.117012
20 - 70	0.0783333	0.117012
20 - 80	0.0333333	0.117012
20 - 90	0.08	0.117012



20 - 100		0.085	0.117012
20 - 110		0.0816667	0.117012
20 - 120		0.07	0.117012
20 - 130		0.0533333	0.117012
20 - 140		0.0483333	0.117012
20 - 150		0.0366667	0.117012
20 - 160		0.0316667	0.117012
20 - 170		0.015	0.117012
20 - 180		0.00166667	0.117012
20 - 190		-0.00666667	0.117012
20 - 200		-0.0216667	0.117012
20 - 210		-0.0266667	0.117012
20 - 220		-0.0333333	0.117012
20 - 230		-0.0266667	0.117012
20 - 240		-0.0316667	0.117012
20 - 250		-0.0383333	0.117012
30 - 40		-0.0683333	0.117012
30 - 50		-0.0516667	0.117012
30 - 60		0.015	0.117012
30 - 70		0.0783333	0.117012
30 - 80		0.0333333	0.117012
30 - 90		0.08	0.117012
30 - 100		0.085	0.117012
30 - 110		0.0816667	0.117012
30 - 120		0.07	0.117012
30 - 130		0.0533333	0.117012
30 - 140		0.0483333	0.117012
30 - 150		0.0366667	0.117012
30 - 160		0.0316667	0.117012
30 - 170		0.015	0.117012
30 - 180		0.00166667	0.117012
30 - 190		-0.00666667	0.117012
30 - 200		-0.0216667	0.117012
30 - 210		-0.0266667	0.117012
30 - 220		-0.0333333	0.117012
30 - 230		-0.0266667	0.117012
30 - 240		-0.0316667	0.117012
30 - 250		-0.0383333	0.117012
40 - 50		0.0166667	0.117012
40 - 60		0.0833333	0.117012
40 - 70	*	0.146667	0.117012
40 - 80		0.101667	0.117012
40 - 90	*	0.148333	0.117012
40 - 100	*	0.153333	0.117012
40 - 110	*	0.15	0.117012
40 - 120	*	0.138333	0.117012
40 - 130	*	0.121667	0.117012
40 - 140		0.116667	0.117012



40 - 150		0.105	0.117012
40 - 160		0.1	0.117012
40 - 170		0.0833333	0.117012
40 - 180		0.07	0.117012
40 - 190		0.0616667	0.117012
40 - 200		0.0466667	0.117012
40 - 210		0.0416667	0.117012
40 - 220		0.035	0.117012
40 - 230		0.0416667	0.117012
40 - 240		0.0366667	0.117012
40 - 250		0.03	0.117012
50 - 60		0.0666667	0.117012
50 - 70	*	0.13	0.117012
50 - 80		0.085	0.117012
50 - 90	*	0.131667	0.117012
50 - 100	*	0.136667	0.117012
50 - 110	*	0.133333	0.117012
50 - 120	*	0.121667	0.117012
50 - 130		0.105	0.117012
50 - 140		0.1	0.117012
50 - 150		0.0883333	0.117012
50 - 160		0.0833333	0.117012
50 - 170		0.0666667	0.117012
50 - 180		0.0533333	0.117012
50 - 190		0.045	0.117012
50 - 200		0.03	0.117012
50 - 210		0.025	0.117012
50 - 220		0.0183333	0.117012
50 - 230		0.025	0.117012
50 - 240		0.02	0.117012
50 - 250		0.0133333	0.117012
60 - 70		0.0633333	0.117012
60 - 80		0.0183333	0.117012
60 - 90		0.065	0.117012
60 - 100		0.07	0.117012
60 - 110		0.0666667	0.117012
60 - 120		0.055	0.117012
60 - 130		0.0383333	0.117012
60 - 140		0.0333333	0.117012
60 - 150		0.0216667	0.117012
60 - 160		0.0166667	0.117012
60 - 170		0	0.117012
60 - 180		-0.0133333	0.117012
60 - 190		-0.0216667	0.117012
60 - 200		-0.0366667	0.117012
60 - 210		-0.0416667	0.117012
60 - 220		-0.0483333	0.117012
60 - 230		-0.0416667	0.117012

60 - 240	-0.0466667	0.117012
60 - 250	-0.0533333	0.117012
70 - 80	-0.045	0.117012
70 - 90	0.00166667	0.117012
70 - 100	0.00666667	0.117012
70 - 110	0.00333333	0.117012
70 - 120	-0.00833333	0.117012
70 - 130	-0.025	0.117012
70 - 140	-0.03	0.117012
70 - 150	-0.0416667	0.117012
70 - 160	-0.0466667	0.117012
70 - 170	-0.0633333	0.117012
70 - 180	-0.0766667	0.117012
70 - 190	-0.085	0.117012
70 - 200	-0.1	0.117012
70 - 210	-0.105	0.117012
70 - 220	-0.111667	0.117012
70 - 230	-0.105	0.117012
70 - 240	-0.11	0.117012
70 - 250	-0.116667	0.117012
80 - 90	0.0466667	0.117012
80 - 100	0.0516667	0.117012
80 - 110	0.0483333	0.117012
80 - 120	0.0366667	0.117012
80 - 130	0.02	0.117012
80 - 140	0.015	0.117012
80 - 150	0.00333333	0.117012
80 - 160	-0.00166667	0.117012
80 - 170	-0.0183333	0.117012
80 - 180	-0.0316667	0.117012
80 - 190	-0.04	0.117012
80 - 200	-0.055	0.117012
80 - 210	-0.06	0.117012
80 - 220	-0.0666667	0.117012
80 - 230	-0.06	0.117012
80 - 240	-0.065	0.117012
80 - 250	-0.0716667	0.117012
90 - 100	0.005	0.117012
90 - 110	0.00166667	0.117012
90 - 120	-0.01	0.117012
90 - 130	-0.0266667	0.117012
90 - 140	-0.0316667	0.117012
90 - 150	-0.0433333	0.117012
90 - 160	-0.0483333	0.117012
90 - 170	-0.065	0.117012
90 - 180	-0.0783333	0.117012
90 - 190	-0.0866667	0.117012
90 - 200	-0.101667	0.117012



90 - 210		-0.106667	0.117012
90 - 220		-0.113333	0.117012
90 - 230		-0.106667	0.117012
90 - 240		-0.111667	0.117012
90 - 250	*	-0.118333	0.117012
100 - 110		-0.00333333	0.117012
100 - 120		-0.015	0.117012
100 - 130		-0.0316667	0.117012
100 - 140		-0.0366667	0.117012
100 - 150		-0.0483333	0.117012
100 - 160		-0.0533333	0.117012
100 - 170		-0.07	0.117012
100 - 180		-0.0833333	0.117012
100 - 190		-0.0916667	0.117012
100 - 200		-0.106667	0.117012
100 - 210		-0.111667	0.117012
100 - 220	*	-0.118333	0.117012
100 - 230		-0.111667	0.117012
100 - 240		-0.116667	0.117012
100 - 250	*	-0.123333	0.117012
110 - 120		-0.0116667	0.117012
110 - 130		-0.0283333	0.117012
110 - 140		-0.0333333	0.117012
110 - 150		-0.045	0.117012
110 - 160		-0.05	0.117012
110 - 170		-0.0666667	0.117012
110 - 180		-0.08	0.117012
110 - 190		-0.0883333	0.117012
110 - 200		-0.103333	0.117012
110 - 210		-0.108333	0.117012
110 - 220		-0.115	0.117012
110 - 230		-0.108333	0.117012
110 - 240		-0.113333	0.117012
110 - 250	*	-0.12	0.117012
120 - 130		-0.0166667	0.117012
120 - 140		-0.0216667	0.117012
120 - 150		-0.0333333	0.117012
120 - 160		-0.0383333	0.117012
120 - 170		-0.055	0.117012
120 - 180		-0.0683333	0.117012
120 - 190		-0.0766667	0.117012
120 - 200		-0.0916667	0.117012
120 - 210		-0.0966667	0.117012
120 - 220		-0.103333	0.117012
120 - 230		-0.0966667	0.117012
120 - 240		-0.101667	0.117012
120 - 250		-0.108333	0.117012
130 - 140		-0.005	0.117012

130 - 150	-0.0166667	0.117012
130 - 160	-0.0216667	0.117012
130 - 170	-0.0383333	0.117012
130 - 180	-0.0516667	0.117012
130 - 190	-0.06	0.117012
130 - 200	-0.075	0.117012
130 - 210	-0.08	0.117012
130 - 220	-0.0866667	0.117012
130 - 230	-0.08	0.117012
130 - 240	-0.085	0.117012
130 - 250	-0.0916667	0.117012
140 - 150	-0.0116667	0.117012
140 - 160	-0.0166667	0.117012
140 - 170	-0.0333333	0.117012
140 - 180	-0.0466667	0.117012
140 - 190	-0.055	0.117012
140 - 200	-0.07	0.117012
140 - 210	-0.075	0.117012
140 - 220	-0.0816667	0.117012
140 - 230	-0.075	0.117012
140 - 240	-0.08	0.117012
140 - 250	-0.0866667	0.117012
150 - 160	-0.005	0.117012
150 - 170	-0.0216667	0.117012
150 - 180	-0.035	0.117012
150 - 190	-0.0433333	0.117012
150 - 200	-0.0583333	0.117012
150 - 210	-0.0633333	0.117012
150 - 220	-0.07	0.117012
150 - 230	-0.0633333	0.117012
150 - 240	-0.0683333	0.117012
150 - 250	-0.075	0.117012
160 - 170	-0.0166667	0.117012
160 - 180	-0.03	0.117012
160 - 190	-0.0383333	0.117012
160 - 200	-0.0533333	0.117012
160 - 210	-0.0583333	0.117012
160 - 220	-0.065	0.117012
160 - 230	-0.0583333	0.117012
160 - 240	-0.0633333	0.117012
160 - 250	-0.07	0.117012
170 - 180	-0.0133333	0.117012
170 - 190	-0.0216667	0.117012
170 - 200	-0.0366667	0.117012
170 - 210	-0.0416667	0.117012
170 - 220	-0.0483333	0.117012
170 - 230	-0.0416667	0.117012
170 - 240	-0.0466667	0.117012



170 - 250		-0.0533333	0.117012
180 - 190		-0.00833333	0.117012
180 - 200		-0.0233333	0.117012
180 - 210		-0.0283333	0.117012
180 - 220		-0.035	0.117012
180 - 230		-0.0283333	0.117012
180 - 240		-0.0333333	0.117012
180 - 250		-0.04	0.117012
190 - 200		-0.015	0.117012
190 - 210		-0.02	0.117012
190 - 220		-0.0266667	0.117012
190 - 230		-0.02	0.117012
190 - 240		-0.025	0.117012
190 - 250		-0.0316667	0.117012
200 - 210		-0.005	0.117012
200 - 220		-0.0116667	0.117012
200 - 230		-0.005	0.117012
200 - 240		-0.01	0.117012
200 - 250		-0.0166667	0.117012
210 - 220		-0.00666667	0.117012
210 - 230		0	0.117012
210 - 240		-0.005	0.117012
210 - 250		-0.0116667	0.117012
220 - 230		0.00666667	0.117012
220 - 240		0.00166667	0.117012
220 - 250		-0.005	0.117012
230 - 240		-0.005	0.117012
230 - 250		-0.0116667	0.117012
240 - 250		-0.00666667	0.117012

* indica una diferencia significativa

ANEXO IV

Imágenes de la muestra Patrón



ANEXO V

Imágenes a tomadas a C1 y C2 a tres temperaturas diferentes

TEMPERATURA 20°C	
MT20C1C2R1	
MT20C1C2R2	
MT20C1C2R3	
TEMPERATURA 10°C	
MT10C1C2R1	
MT10C1C2R2	
MT10C1C2R3	
TEMPERATURA 15°C	
MT15C1C2R1	
MT15C1C2R2	
MT15C1C2R3	

