

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**UNS**

UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BACTERICIDA PROCIDE BC  
800 EN LA INVERSIÓN DE SACAROSA DURANTE EL PROCESO  
DE EXTRACCIÓN DEL JUGO DE CAÑA (Sacchram officinarum)"**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTORES:**

**Bach. HINOSTROZA CASTRO NADIA  
Bach. TORANZO ESCUDERO GIANCARLO**

**ASESOR:**

**Mg. Jorge Dominguez Castañeda**

**NUEVO CHIMBOTE - PERU  
2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**E. A. P. DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**TÍTULO : “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BACTERICIDA  
PROCIDE BC 800 EN LA INVERSIÓN DE SACAROSA  
DURANTE EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL JUGO  
DE CAÑA (Sacchram officinarum)”**

**AUTORES : BACH. HINOSTROZA CASTRO NADIA  
BACH. TORANZO ESCUDERO GIANCARLO**

**ASESOR :  
Mg. Jorge Domínguez Castañeda**

**NUEVO CHIMBOTE – PERU**

**2018**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
E.A.P. DE INGENIERÍA DE AGROINDUSTRIAL

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 10 a.m. del 20 de noviembre del dos mil dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 184-2018-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Augusto Castillo Calderón (Presidente)**
- **Ms. Jorge Dominguez Castañeda (Secretario)**
- **Ing. Elizalde Carranza Caballero (Integrante);** para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada: "EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BACTERICIDA PROCIDE BC 800 EN LA INVERSIÓN DE SACAROSA DURANTE EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL JUGO DE CAÑA (Saccharum officinarum)", elaborada por el (os) bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.
- **Hinostrza Castro Nadia**

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Ms. Jorge Dominguez Castañeda**


Finalizada la sustentación, el (os) Tesistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

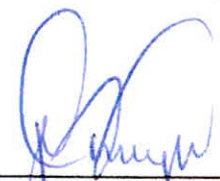
El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
Hinostrza Castro Nadia	18	BUENO

Siendo las 11:00 a.m. del mismo día, se dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 20 de Noviembre del 2018

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Augusto Castillo Calderón**  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
**Ms. Jorge Dominguez Castañeda**  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Elizalde Carranza Caballero**  
Integrante



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
E.A.P. DE INGENIERÍA DE AGROINDUSTRIAL

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 10 a.m. del 20 de noviembre del dos mil dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 184-2018-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Augusto Castillo Calderón (Presidente)**
- **Ms. Jorge Dominguez Castañeda (Secretario)**
- **Ing. Elizalde Carranza Caballero (Integrante)**; para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada: "EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BACTERICIDA PROCIDE BC 800 EN LA INVERSIÓN DE SACAROSA DURANTE EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL JUGO DE CAÑA (Saccharum officinarum)", elaborada por el (os) bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.
- **Toranzo Escudero Giancarlo**

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Ms. Jorge Dominguez Castañeda**

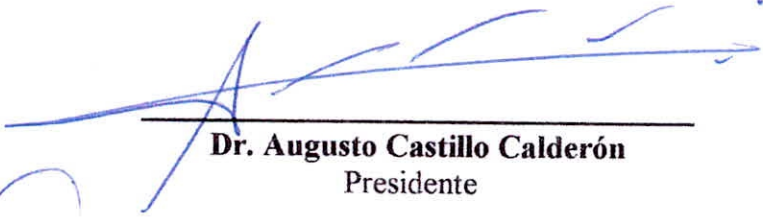
Finalizada la sustentación, el (os) Tesisistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

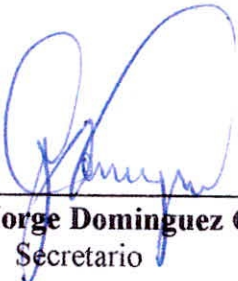
El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PRÓMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
Toranzo Escudero Giancarlo	18	BUENO

Siendo las 11:00 a.m. del mismo día, se dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 20 de Noviembre del 2018

  
Dr. Augusto Castillo Calderón  
Presidente

  
Ms. Jorge Dominguez Castañeda  
Secretario

  
Ing. Elizalde Carranza Caballero  
Integrante

## DEDICATORIA

Llenos de alegría y de amor dedicamos esta tesis, a cada uno de nuestros seres queridos, quienes han sido nuestros pilares para seguir adelante. Es para nosotros una gran satisfacción poder dedicarles a ellos esto que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo hemos logrado.

A cada uno de los miembros de nuestras familias; porque ellos son la motivación de nuestras vidas y sin ellos no hubiésemos podido conseguir lo que hasta ahora. Gracias por confiar siempre en nosotros; por ser parte de nuestras vidas y por permitirnos ser parte de su orgullo.

A nuestras amistades por estar oportunamente cuando las necesitábamos y especialmente a los que nos apoyaron durante el periodo de nuestra tesis; y que además han sido un gran apoyo emocional desde el inicio de nuestra etapa universitaria.

A Dios por darnos todo lo que tenemos; lo que hemos logrado; para el que está presente en cualquier lugar; momento y circunstancia.

Nadia Hinostroza Castro  
Giancarlo Toranzo Escudero

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro asesor; Mg. Jorge Dominguez Castañeda por su paciencia, guía muestras de amistad y compromiso en su asesoría con la investigación.

A los docentes de la E.A.P. Ingeniería Agroindustrial; por sus enseñanzas y apoyo durante nuestra preparación profesional.

A la empresa Agroindustrias San Jacinto ser el promotor y auspiciante de la presente investigación; por la confianza y apoyo brindado para la elaboración; desarrollo y culminación de la misma.

A cada uno de los trabajadores de la empresa Agroindustrias San Jacinto; en especial al personal del área de Extracción y Laboratorio de control de procesos por su apoyo y empeño en el desarrollo de la investigación.

Nadia Hinojosa Castro  
Ginacarlo Toranzo Escudero

## RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación de cuatro dosificaciones de bactericida PROCIDE BC 800 en el índice de inversión de sacarosa durante el proceso de extracción del jugo de caña de la empresa AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A. Los tratamientos tuvieron las siguientes dosis de bactericida: 5 ppm (T1); 10 ppm (T2); 15 ppm (T3) y 20 ppm (T4); con unidad experimental de 30 muestras de jugo de caña; estas se tomaron cada 4 horas durante un día; para el análisis se utilizó el diseño estadístico de bloques completo al azar (DBCA). Se evidenció que la aplicación del bactericida reduce el índice de inversión de sacarosa en el proceso de extracción de jugo hasta 3.65% (T3) y 3.40% (T4) con respecto al blanco con inversión de 5.76%; además los resultados fisicoquímicos reflejaron una menor reducción de pH, sólidos disueltos y pérdidas de sacarosa y una menor producción de azúcares reductores y dextranas. Finalmente se concluyó que el mejor tratamiento es el (T3) que obtuvo el menor costo de producción con 5.31 S/Bl, frente al blanco con un costo de 6.18 S/Bl.

## ABSTRACT

This research work aimed to determine the effect of the application of four dosages of bactericide PROCIDE BC 800 in the index of investment of sucrose during the extraction process of cane juice from the company AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A. The treatments had the following doses of bactericide: 5 ppm (T1); 10 ppm (T2); 15 ppm (T3) and 20 ppm (T4); with experimental unit of 30 samples of cane juice; these were taken every 4 hours for a day; for the analysis, the randomized complete block statistical design (DBCA) was used. It was evidenced that the application of the bactericide reduces the investment index of sucrose in the juice extraction process up to 3.65% (T3) and 3.40% (T4) with respect to the target with investment of 5.76%; In addition, the physicochemical results showed a lower pH reduction, dissolved solids, sucrose losses, and a lower production of reducing sugars and dextrans. Finally, it was concluded that the best treatment is the one (T3) that obtained the lowest production cost with 5.31 S / Bls, compared to the white one with a cost of 6.18 S / Bls.



## INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN:</b> .....	<b>1</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3 FUNDAMENTACIÓN DEL PROBELMA DE INVESTIGACIÓN: .....	2
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	4
1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS.....	4
1.5.1 Hipótesis Nula.....	4
1.5.2 Hipótesis Alternativa .....	4
1.6 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
<b>II. MARCO TEORICO:</b> .....	<b>6</b>
2.1 Molienda: .....	6
2.2 CALIDAD DE JUGOS.....	7
2.2.1 Composición de jugo de molinos .....	7
2.2.2 Características Fisicoquímicas de los jugos: .....	8
2.2.3 pH y Acidez: .....	8
2.2.4 Grados Brix .....	8
2.2.5 Pol:.....	8
2.2.6 Azúcares Reductores .....	9
2.2.7 Índice de Inversión: .....	10
2.3 Inversión de Sacarosa .....	11
2.4 Causas Microbiológicas de la perdida de Azúcar: .....	11
2.4.1 Efectos del proceso sobre los microorganismos .....	11
2.5 Dextranas.....	13
2.5.1 Efecto perjudicial de las dextranas en la producción de azúcar:	
14	
2.6 Saneamiento en los Molinos .....	15
2.7 Bactericidas.....	16
2.7.1 Uso de Bactericidas .....	17
2.7.2 Función de Bactericidas .....	18
2.7.3 Requerimientos para los Bactericidas.....	18
2.7.4 Puntos de Aplicación: .....	19
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1 Diagrama de Procesos de la Investigación: .....	20
3.2 Lugar de Ejecución: .....	21
3.3 Tipo y Diseño de la Investigación:.....	21
3.4 Universo:.....	21
3.5 Caracterización de la Muestra:.....	21
3.6 Técnicas e Instrumentación de recolección de datos .....	21
3.6.1 Equipos: .....	21
3.6.2 Materiales .....	21
3.6.3 Métodos:.....	21
3.6.4 Muestreo y Punto de Aplicación: .....	23

3.7	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	25
3.7.1	Diseño Experimental: .....	25
3.7.2	Análisis Estadístico.....	25
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN: .....	27
4.1	Análisis Físicoquímicos de los Jugos.....	27
4.1.1	Determinación de pH Primer Jugo y Jugo Mezclado.....	27
4.1.2	Determinación de Brix Primer Jugo y Jugo Mezclado .....	30
4.1.3	Determinación de Pol Primer Jugo y Jugo Mezclado.....	33
4.1.4	Determinación de Azúcares Reductores Primer Jugo y Jugo Mezclado.....	36
4.1.5	Determinación de Dextranas en Primer Jugo y Jugo Mezclado.....	39
4.2	Índice de Inversión de Sacarosa en el Jugo: .....	43
4.3	Impacto Económico de la Aplicación del Bactericida.....	46
4.3.1	Determinación de Pérdidas.....	46
4.3.2	Determinación de Costos de Producción.....	47
V.	CONCLUSIONES .....	48
VI.	RECOMENDACIONES .....	49
VII.	BIBLIOGRAFIA .....	50
VIII.	ANEXOS	
8.1	ANEXO 1: FICHA TÉCNICA BACTERICIDA PROCIDE BC 800	
8.2	ANEXO 2: PROCEDIMIENTO “CO5-GECC-I-202(V03) DETERMINACIÓN DE pH”	
8.3	ANEXO 3: PROCEDIMIENTO “CO5-GECC-I-428(V02) DETERMINACIÓN DE BRUX Y POL EN MATERIALES AZUCARADOS”	
8.4	ANEXO 4: PROCEDIMIENTO “CO5-GECC-I-243 (V13) AZÚCARES REDUCTORES - DETERMINACIÓN EN JUGOS POR EL MÉTODO RÁPIDO DE LANE Y EYNÓN”	
8.5	ANEXO 5: PROCEDIMIENTO “CO5-GECC-I-403 (V04) DETERMINACIÓN DE DEXTRANA”	
8.6	ANEXO 6: TABLAS DE RESULTADOS	
8.7	ANEXO 7: RECURSOS Y FINANCIAMIENTO	
8.8	ANEXO 8: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES: DIAGRAMA DE GANTT	

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Operación Molinos.....	6
Gráfico 2 Estructura Dextrana.....	13
Gráfico 3: Sistema óptimo de dosificación de bactericida en un tren de molienda. La dosis se divide en dos puntos de inyección PI1 y PI2, de forma de cubrir todo el sistema .....	19
Gráfico 4: Toma de Muestras .....	23
Gráfico 5: Puntos de Aplicación de Bactericida .....	24
Gráfico 6: Comportamiento de las medias de pH Primer Jugo y Jugo Mezclado .....	27
Gráfico 7: Gráfico de medias pH JM para intervalos tukey al 5% .....	29
Gráfico 8: Comportamiento de las medias de °Brix Primer Jugo y Jugo Mezclado .....	30
Gráfico 9: Gráfico de medias °Brix JM para intervalos tukey al 5%.....	32
Gráfico 10: Comportamiento de las medias de Pol Primer Jugo y Jugo Mezclado .....	33
Gráfico 11: . Gráfico de medias Pol PJ para intervalos tukey al 5% .....	34
Gráfico 12: Gráfico de medias Pol JM para intervalos tukey al 5%.....	35
Gráfico 13: Comportamiento de las medias de Azúcar Reductor Primer Jugo y Jugo Mezclado .....	36
Gráfico 14: Gráfico de medias Az. Red. PJ para intervalos tukey al 5%.....	37
Gráfico 15: Gráfico de medias Az. Red. JM para intervalos tukey al 5%.....	38
Gráfico 16: Comportamiento de las medias de Dextranas en Primer Jugo y Jugo Mezclado.....	39
Gráfico 17: Comportamiento de Dextrana JM vs pH JM .....	40
Gráfico 18: Comportamiento Dextrana JM vs Pol%JM .....	40
Gráfico 19: Gráfico de medias Dextranas PJ para intervalos tukey al 5%....	41
Gráfico 20: Gráfico de medias Dextranas JM para intervalos tukey al 5%...42	
Gráfico 21: Comportamiento de las medias de Índice de Inversión .....	43
Gráfico 22: Gráfico de medias Índice de Inversión para intervalos tukey al 5% .....	44
Gráfico 23: Comportamiento de Índice de Inversión vs pH JM .....	45
Gráfico 24: Comportamiento Índice de Inversión vs Dextranas.....	45
Gráfico 25: Bolsas de Azúcar Perdida/Día .....	46
Gráfico 26: Costo Total de Producción del área de Extracción	47

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Índice de Inversión, Pérdidas y Costos de Producción.....	5
Tabla 2: Esquema de Análisis de varianza ANOVA .....	24
Tabla 3: Análisis de varianza para los valores de pH del Primer Jugo .....	27
Tabla 4: Análisis de varianza para los valores de pH del Jugo Mezclado .....	27
Tabla 5: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable pH Jugo Mezclado.....	28
Tabla 6: Análisis de varianza para los valores de °Brix Primer Jugo.....	30
Tabla 7: Análisis de varianza para los valores de °Brix Jugo Mezclado .....	30
Tabla 8: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable °Brix Jugo Mezclado.....	31
Tabla 9: Análisis de varianza para los valores de Pol en Primer Jugo .....	33
Tabla 10: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable Pol Primer Jugo.....	33
Tabla 11: Análisis de varianza para los valores de Pol en Jugo Mezclado.....	34
Tabla 12: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable Pol Jugo Mezclado.....	34
Tabla 13: Análisis de varianza para los valores de Az. Reductores en Primer Jugo.....	36
Tabla 14: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable Az. Reductor Primer Jugo .....	36
Tabla 15: Análisis de varianza para los valores de Az. Reductores en Jugo Mezclado.....	37
Tabla 16: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable Az. Reductor Jugo Mezclado .....	37
Tabla 17: Análisis de varianza para los valores de Dextranas en Primer Jugo ..	40
Tabla 18: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable dextranas en Primer Jugo .....	40
Tabla 19: Análisis de varianza para los valores de Dextrana en Jugo Mezclado	41
Tabla 20: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable de dextranas en Jugo Mezclado .....	41
Tabla 21: Análisis de varianza para los valores de % Índice de Inversión.....	43
Tabla 22: Prueba TUKEY al 5% para el Índice de Inversión .....	43
Tabla 23: Pérdidas de Sacarosa según Tratamientos .....	45
Tabla 24: Costos de Producción según Tratamientos .....	46

## **I. INTRODUCCIÓN:**

### **1.1 ANTECEDENTES:**

El ingenio azucarero AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO cuenta en la actualidad con seis molinos en línea; la capacidad de molienda de caña promedio es de 170 a 185 TCH (Toneladas de caña por hora).

(Romero 2012) en “PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE SACAROSA EN UN INGENIO

AZUCARERO”: Industrialmente es difícil reconocer las pérdidas de sacarosa generadas por la presencia de microorganismos y factores tales como largas demoras entre la cosecha, el corte y la molienda, permiten la formación de dextrana. La presencia de dextranas es el principal problema de deterioro de la sacarosa y es generado por presencia del microorganismo *Leuconostoc mesenteroides*.

En la industria azucarera, la formación de dextranas parece encontrarse restringida a *Leuconostoc mesenteroides* (Jeanes, 2004). Las dextranas se forman en las terminales de los trozos de caña recién apilada.

Del total de las pérdidas de sacarosa que ocurren por deterioro de la caña de azúcar generada por la proliferación microbiana de caña post-cosecha, se ha establecido experimentalmente que:

- el 16% es debido a inversión química
- el 22% es debido a inversión enzimática
- 62% por conversión generada por el metabolismo de microorganismos (Jeanes, 2004).

Benitez 2011 “EVALUACIÓN DE DOS BIOCIDAS E IMPLICACIONES ECONÓMICAS DEL PROCEDIMIENTO DE SANITIZACIÓN DE JUGOS DE CAÑA EN EL ÁREA DE MOLINOS, indican que la aplicación del PROQUAT BC 50 y PROCIDE BC 800 mejoran en el rendimiento de sacarosa ya que disminuyen las pérdidas de sacarosa en el proceso.

Debido a esta problemática AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A; en busca de la mejora de sus procesos y conocedores de que la actividad microbiológica en los jugos de molinos causa pérdidas de sacarosa en el proceso tomó como acciones preventivas a través de la limpieza con agua caliente y la dosificación de productos bactericidas, buscando una

reducción de la actividad microbiológica de los jugos en el área de extracción de jugo el Departamento de Microbiología de Agroindustrias San Jacinto a cargo de la Mblgo. Rosa Baca en el año 2016 evaluó a nivel de laboratorio el efecto de la dosificación de bactericidas utilizando como método microbiológico el recuento en Placa. En esta evaluación se realizó un comparativo de los recuentos microbiológicos obtenidos luego de la aplicación de los bactericidas en el jugo de caña; obteniendo los siguientes resultados:

- ✓ Recuento microbiológico de la flora bacteriana del jugo de caña del área de extracción aplicando los bactericidas en estudio a una dosis de 15 ppm durante un espacio de 30 minutos, se observó que para el control fue  $2.4 \times 10^6$  UFC/mL, para PROCIDE BC800  $1.7 \times 10^7$  UFC/MI, para FONGRABAC IG  $4.4 \times 10^7$  UFC/ml, para BACTOL  $9.6 \times 10^9$  UFC/MI
- ✓ Recuento microbiológico de la flora bacteriana del jugo de caña del área de extracción aplicando PROCIDE BC 800 a una dosis de 15 ppm durante un espacio de 60 minutos, se observó que para el control fue de  $1.8 \times 10^7$  UFC/ml y con la aplicación de PROCIDE BC 800 fue  $1.5 \times 10^7$  UFC/ml.

En todas las evaluaciones el bactericida PROCIDE, obtuvo los mejores resultados ya que disminuye considerablemente a la flora microbiana.

## **12 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:**

¿Qué efecto tiene la aplicación del bactericida Procide BC 800 en la inversión de sacarosa durante el proceso de extracción de jugo de caña de la empresa AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO?

## **13 FUNDAMENTACIÓN DEL PROBELMA DE INVESTIGACIÓN:**

Uno de los inconvenientes en la industria azucarera en general, es la inversión de la sacarosa en el jugo de caña que va desde el momento del inicio del proceso con la extracción de jugo en los molinos hasta que llega a la etapa final en el envasado. El jugo extraído ofrece un medio ideal para la propagación de microorganismos que causen destrucción de sacarosa. Según (Jeanes, 2004), en estudios realizados sobre estas pérdidas reporta que pueden alcanzar hasta el 1.0% de la sacarosa en el jugo.

El jugo de la caña no tratado químicamente al pasar por las canaletas y cañerías durante la recirculación, entra en contacto directo con una gran cantidad de microorganismos que están adheridos a las superficies del metal.

La acumulación de lodos (tierra y bagacillo) que se acumulan en los molinos constituyen la fuente más importante de contaminación microbiana y con ello la producción de invertasa, ocasionando el desdoblamiento de sacarosa. A pesar de que se realice una limpieza frecuente en molinos, las pérdidas por inversión de sacarosa se mantienen debido a la multiplicación continua de microorganismos.

Las pérdidas de azúcar se cuantifican mediante balances de sacarosa, en diferentes partes del proceso.

- El ingreso de caña de azúcar a la fábrica,
- El ingreso de jugo Mezclado a la fábrica
- Pérdidas de sacarosa en el bagazo, cachaza y melaza
- Pérdidas indeterminadas

El azúcar no detectado mediante el balance sacarosa se registra como “pérdidas indeterminadas” las cuales atribuyen a factores como la actividad microbiológica y a características físicoquímicas del proceso que favorecen la inversión de la molécula en sus azúcares reductores.

La pérdida de azúcar por inversión de la sacarosa en glucosa y fructosa durante el proceso de elaboración de azúcar, es mucho mayor de lo que generalmente se piensa. El empleo de bactericidas para solucionar dicho problema en los ingenios azucareros es una práctica importante considerando las representaciones económicas que implican dicha aplicación y el rendimiento de sacarosa. SPENCER, M. (2007).

Debido a todas estas consideraciones, creemos de extrema importancia el aportar con la presente investigación para la disminución de las pérdidas de sacarosa cristalizable que se genera en el área de extracción de la empresa AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A. con el fin brindar opciones que permitan mejorar esta etapa, ya que actualmente no hay evidencia contundente que sustente el beneficio de aplicar o no bactericidas.

## **14 OBJETIVOS:**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL:**

- Determinar el efecto de la aplicación del bactericida Procide BC 800 en la inversión de sacarosa en el proceso de extracción de jugo de caña.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

1. Determinar las propiedades fisicoquímicas del jugo de caña según la concentración de bactericida aplicado en el proceso de extracción.
2. Determinar la dosis adecuada de bactericida que cause efecto favorable en la inversión de sacarosa.
3. Determinar el impacto económico y los costos de producción en el proceso de extracción de jugo de caña, para el mejor tratamiento.

## **1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS:**

### **1.5.1 Hipótesis Nula:**

H<sub>0</sub>= La aplicación del bactericida Procide BC 800 reduce el índice de inversión de sacarosa en el proceso de extracción de jugo de caña.

### **1.5.2 Hipótesis Alternativa:**

H<sub>a</sub>= La aplicación del bactericida Procide BC 800 no reduce el índice de inversión de sacarosa en el proceso de extracción de jugo de caña.

## **1.6 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA:**

La pérdida de azúcar por inversión de la sacarosa en glucosa y fructosa durante el proceso de extracción es mucho mayor de lo que generalmente se piensa; es por esta razón que es muy importante el empleo de bactericidas para solucionar dicho problema, ya que el jugo extraído ofrece un medio muy propicio



para el desarrollo de microorganismos que causan la destrucción de sacarosa. CHEN, J. (2004).

Según Chen (2004) el jugo de caña está constituido por:

- Materia Insoluble (Fibra): 15%
- Jugo: 85%: Agua 70% y Materia disuelta 15% (Sacarosa 13% y 2% No Azúcares)

En la tabla 01 se observa que el índice de inversión es mayor a 8% y las pérdidas económicas son muy elevadas con lo que se hace indispensable buscar alternativas de solución que garanticen la reducción de la inversión de sacarosa y disminuir las pérdidas económicas durante el proceso de extracción

**Tabla 1: Índice de Inversión, Pérdidas y Costos de Producción**

AÑO	Inversión [%]	Bolsas de azúcar perdidas [Bls Az. /Mes]	Pérdidas Económicas [S/Mes]	Costo de Producción Área Extracción [S/Bls Az.]
2014	12.23 %	3,547	72,755	8.58
2015	10.08 %	2,402	73,419	7.43
2016	10.01 %	2,643	69,204	7.40
2017	8.9 %	2,357	69,204	6.84

Fuente: Reporte de Producción Oficial de la Empresa Agroindustrias S.A.A

## II. MARCO TEORICO:

### 2.1 Molienda:

Ortiz, Tabón, Alvarado, Torres, Báez (2008), argumentan que el proceso de molienda tiene la finalidad de extraer el jugo a la caña de azúcar mediante un tándem de molinos, que para el caso del ingenio bajo estudio se da de la siguiente manera:

La caña preparada es sometida a la extracción del jugo por medio de los molinos, conformando un “Tan-Dem” de seis molinos de cuatro mazas cada uno. (Una denominada “Cuarta maza” y tres mazas con un arreglo en forma triangular denominadas “Maza Superior”, “Maza Cañera” y “Maza Bagacera” (estas dos últimas se encuentran debajo de la maza superior). La cuarta maza y la maza superior reciben la carga fibrosa de los Donnelly extrayendo con ayuda de las mazas cañera y bagacera el máximo de jugo de la caña preparada, luego la carga fibrosa es entregada al siguiente Molino.

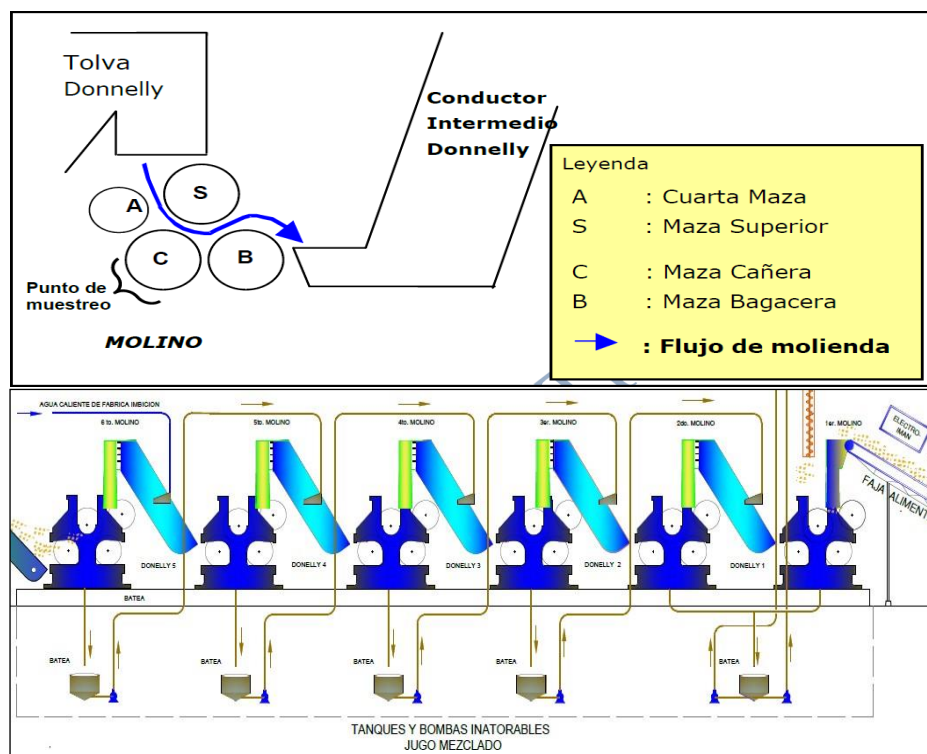


Gráfico 1: Operación Molinos

Entre molino y molino se utilizan conductores de cadena con rastrillos para transportar la carga fibrosa, a estos se les denomina conductores intermedios Donnelly.

Entre el primer y segundo molino, se aplica el bagacillo que resulta del colado del jugo mezclado, a través de dos conductores sin fin.

Para mejorar la extracción del jugo, se aplica:

1. "Agua de Imbibición" (agua condensada de elaboración), a la entrada del Sexto Molino. La temperatura de agua de imbibición debe de estar entre 80 y 85° C.
2. EL "Jugo extraído del Sexto Molino" a la entrada del quinto molino.
3. El "Jugo extraído del Quinto Molino" a la entrada del cuarto molino.
4. El "jugo extraído del Cuarto Molino" a la entrada del tercer molino.
5. El "jugo extraído del Tercer Molino" se aplica a la entrada del segundo molino.
6. El "jugo extraído del Segundo Molino" se aplica a la entrada del primer molino.

## **2.2 CALIDAD DE JUGOS:**

### **2.2.1 Composición de jugo de molinos:**

Según Spencer (2007). Los jugos provenientes de la desmenuzadora y de cada uno de los molinos sucesivos difieren de acuerdo con la presión y el grado de imbibición. Con la acción de la trituración tiene lugar una reducción en el Brix, la polarización y la pureza, con el consecuente incremento de los no azúcares tanto orgánicos como inorgánicos.

Hugot (1967), sostiene que la maza cañera de los últimos molinos del tándem, trabajando con imbibición, debe extraer unas tres cuartas partes del jugo, mientras que la maza bagacera solo debe extraer una cuarta parte.

### **2.2.2 Características Fisicoquímicas de los jugos:**

Las poblaciones microbiológicas que degradan la sacarosa y los azúcares reductores presentes en el jugo determinan las características fisicoquímicas, los mismos que influyen en el desarrollo posterior del proceso de extracción; por esta razón los subproductos metabólicos son tomados como indicadores indirectos de las pérdidas de sacarosa en el proceso, aunque las pérdidas reales son mayores que las que se pueden calcular con base en estos indicadores debido a que están influenciados por factores ajenos a la actividad microbiana. Serrano (2006).

### **2.2.3 pH:**

La concentración del ion hidrogeno (pH) en el jugo de la planta madura normal de caña de azúcar varía entre 4.73 y 5.63, pero el valor promedio oscila entre 5.2 y 5.4. Utilizando mediciones precisas y muchas muestras, se pueden establecer pequeñas diferencias entre las diferentes variedades y áreas. Para que la diferencia sea significativa cuando se utilizan pocas muestras son necesarias grandes cambios en los valores de pH. Indica la acidez del jugo según la concentración del ion hidrogeno, para su medición se utiliza el potenciómetro y esta se utiliza comúnmente como indicador de calidad. (Chen, 2004).

### **2.2.4 Grados Brix:**

Los ° Brix determinan la concentración de sólidos disueltos en el jugo tales como: sacarosa, reductores y no azúcares, su medición se puede determinar mediante un brixómetro o refractómetro. (Laboratory Manual of South African Sugar Factories, 2005).

### **2.2.5 Pol:**

Los azúcares diluidos tienen la propiedad de desviar el plano de vibración de la luz polarizada. Esta propiedad se utiliza en la industria azucarera para determinar la riqueza de los jugos de caña mediante un polarímetro, de donde se deriva la expresión de Pol; este aparato envía un rayo de luz polarizada a través de una

solución de sacarosa y mide la rotación de la luz después de pasar por el líquido. (Serrano, 2006).

Esta variable determina la calidad de materia prima que ingresa a fábrica mediante los siguientes parámetros de caracterización con respecto al contenido de sacarosa:

- < a 11 de Pol : Mala calidad de caña.
- 11 a 13 de Pol : Calidad de caña regular.
- 13 a 15 de Pol : Buena Calidad de caña.

#### **2.2.6 Azúcares Reductores:**

Laboratory Manual of South African Sugar Factories (2005), argumenta que:

La sacarosa puede ser invertida por efecto enzimático o efecto fisicoquímico en sus azúcares reductores, glucosa y fructosa. Su poder reductor se debe al grupo carbonilo que queda libre en su molécula. Este carácter reductor puede ponerse de manifiesto mediante diversos métodos, entre los cuales los más utilizados en los ingenios azucareros es el método de Eynon y Lane, en que se produce una reacción redox entre los azúcares reductores y el sulfato de cobre (II). Las soluciones de esta sal tienen color azul y tras la reacción con el azúcar reductor se forma óxido de cobre (I) de color rojo. De este modo, el cambio de color indica que se ha producido reacción, por lo tanto, el azúcar reductor está presente. Serrano (2006) sostiene que:

Los azúcares reductores son el producto intermedio de la descomposición de la sacarosa y son el índice más empleado para la detección de pérdidas en jugos; sin embargo, estos azúcares son utilizados por la gran variedad de microorganismos encontrados en los jugos como fuente de carbono para desarrollarse y generar otros productos metabólicos como el etanol, ácidos orgánicos y CO<sub>2</sub>.

### 2.2.7 Índice de Inversión:

Según Cloninger(1967) la técnica y el método de cálculo propuesto:

$$\text{Índice de Inversión} = \frac{\frac{A.R. \text{ Jugo Mezclado}}{\text{Brix Jugo Mezclado}} - \frac{A.R. \text{ Primer Jugo}}{\text{Brix Primer Jugo}}}{\frac{A.R. \text{ Primer Jugo}}{\text{Brix Primer Jugo}}}$$

Donde: A.R= Azúcar Reductor

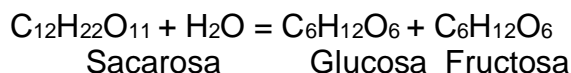
para determinar pérdidas de azúcar por incremento de azúcares reductores % brix entre el primer jugo y jugo mezclado permite determinar en el índice de inversión en el tándem y las pérdidas ocasionadas en éste. Según Mora (1995), la inversión de sacarosa aumenta a medida que el deterioro en el jugo aumenta, esto debido a la producción de ácidos asociados al metabolismo de azúcares durante el crecimiento microbiano

Según Mora (1995), citado en la revista REDADALYC (2009), menciona que el estudio de las microfloras contaminantes durante la etapa de molienda de caña en relación con el proceso de elaboración de azúcar no se presentaron diferencias significativas con respecto al número de microorganismos en los jugos de primera extracción y diluido, éstos se encuentran en un período fisiológicamente activo, en el cual se requieren carbohidratos (azúcar) para realizar sus funciones metabólicas vitales.

El nivel promedio de contaminación hallado fue de  $10^6$  bacterias/ml de jugo de caña, siendo el género *Leuconostoc* sp el predominante en la identificación; éste presenta la característica de producir goma, efecto muy importante en la fabricación del azúcar. Además, es una de las principales cepas en la producción de ácido láctico, ácido acético y etanol a partir de la fermentación, e induce al mismo tiempo mayores pérdidas de sacarosa.

### 2.3 Inversión de Sacarosa:

Según Spencer (2007). La sacarosa se hidroliza con facilidad en soluciones ácidas a velocidades que aumentan notablemente según el incremento de temperatura y disminución del pH con liberación de monosacáridos constituyentes se muestra en la siguiente ecuación. (Spencer, 2007)



Esta reacción es sumamente importante en la fabricación de azúcar, ya que se pierde sacarosa cuando el jugo no se mantiene en un pH de 7, o ligeramente superior, especialmente durante las múltiples operaciones para las cuales se requiere altas temperaturas.

Las condiciones de operación de los molinos y la calidad de la caña contribuyen a las pérdidas de sacarosa que pueden ocurrir por inversión ácida, inversión enzimática e infección microbiana. La inversión ácida comprende la inversión química de la sacarosa en glucosa y fructosa; ocurre en condiciones ácidas; la tasa de inversión se incrementa con pH bajos y altos niveles de temperatura.

Según Cloninger (1967) el método y fórmula propuesta permite determinar las pérdidas de azúcar ocasionadas por efecto de la inversión de sacarosa en el proceso de Extracción

$$\text{Kg Sac. Perdida/día} = \text{C2}-\text{C1} * \text{Brix P.J} * (0.095 / \text{Pol Azúcar}) * 100$$

**Donde:**

C2= (Az. Reductor Jugo Mezclado/Brix Jugo Mezclado) \*100

C1= (Az. Reductor Primer Jugo/Brix Primer Jugo) \*100

### 2.4 Causas Microbiológicas de la pérdida de Azúcar:

#### 2.4.1 Efectos del proceso sobre los microorganismos:

##### 2.4.1.1 Recolección:

Existen numerosos métodos de zafra de la caña de azúcar y cada uno de ellos tiene sus ventajas e inconvenientes desde el punto de vista de la destrucción microbiana del azúcar en la caña ya recolectada. También influyen grandemente en la contaminación,

crecimiento y alteración microbiana, la temperatura, la humedad, y el tiempo transcurrido entre la recolección y el triturado. (Silliker, et al., 2003)

Las operaciones del quemado para eliminar las hojas pueden aumentar la temperatura del tallo 55 – 85 °C. Estas temperaturas no destruyen aparentemente, muchas bacterias sensibles al calor a juzgar por la cantidad de microorganismos termófilos que pueden encontrarse tras la operación de quemado. El *Leuconostoc mesenteroide* ha sido detectado en las cañas aproximadamente con la misma frecuencia antes y después del quemado, además, este microorganismo aumenta considerablemente a medida que pasa el tiempo tras la operación del quemado (Bevan & Bond, 1971 citado por Silliker et al. 2003).

#### **2.4.1.2 Extracción:**

Según Silliker, et al. (2003). En el procesado de la caña hasta obtener azúcar bruto tiene lugar una serie de operaciones en la cual argumenta (Moroz, 1963) que la mayoría afectan a la microflora del producto o viceversa.

El jugo mixto es un medio ideal para el crecimiento de muchos microorganismos, si bien solo unos cuantos lo logran con éxito. El jugo tiene un grado Brix de 10 -18, un pH de 5.2 - 5.4, abundante sales orgánicas e inorgánicas, aminoácidos y otros nutrientes y una temperatura media entre 25-30 °C. El recuento de bacterias del jugo procedente del primer rodillo es de  $10^5$  a  $10^7$  UFC/ml para la caña normal y aproximadamente de  $10^8$  UFC/ ml para la caña ácida.

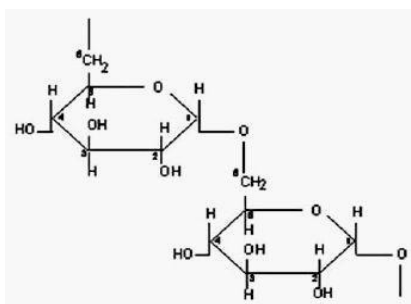
A los microorganismos contaminantes de la caña hay que sumar los desarrollados en los trituradores, rodillos, canalizaciones, y filtros. En este medio ambiente, el *Leuconostoc mesenteroides* formador de dextrana, está especialmente adaptado para competir, además, otros microorganismos microaerófilos catalasa-negativo crecen igualmente produciendo ácido, invertasa y dextrana.



## 2.5 Dextranas:

Según Rodríguez (2004). Las Dextranas son polímeros de unidades de glucosa que se hacen largos por el número de enlaces y a medida que las condiciones ambientales son favorables el número de enlaces aumenta y su molécula es mayor. Es una sustancia gomosa que tiene peso molecular de 15000 a 2000000 o más.

Las Dextranas son polisacáridos formados por unidades de glucosa en largas cadenas lineales. La fórmula empírica de la Dextrana es  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , con un peso molecular por unidad glucosídica de 162. Las Dextranas se forman extracelularmente por la acción de la enzima dextranasacarasa, la cual es activada por las especies de bacterias ácidas lácticas *Leuconostoc mesenteroides* y *Leuconostoc dextranicum*, la enzima dextranosacarasa cataliza la fracción glucosídica obtenida del hidrólisis ácida de la sacarosa. El *Leuconostoc mesenteroides* es la bacteria láctica que fundamentalmente agrede a la caña. El nivel de exposición del tejido interno de la caña se incrementa con el corte mecanizado, el trozado o por la quema, lo cual provoca la inactivación de las enzimas fenol oxidasas de acción protectora o bactericida en la planta. Bajo condiciones favorables de temperatura y humedad, la dextranasacarasa hidroliza la sacarosa y forma dextranas. Junto con el jugo, estas dextranas se extraen en los molinos y contaminan los flujos del central, y su nivel en el jugo llega a exceder las 10 000 ppm (1%) en los casos extremos.



**Gráfico 2 Estructura Dextrana**

### 2.5.1 Efecto perjudicial de las dextranas en la producción de azúcar:

Rodríguez (2004), afirma que una vez que las dextranas están en el proceso de producción de azúcar, la viscosidad de la solución se incrementa en dependencia de la concentración y del peso molecular de los polímeros formados, son de peso molecular muy elevado.

El control de las dextranas en la agroindustria azucarera se ejecuta mediante el riguroso ajuste entre la quema si esta se realiza, el corte mecanizado o manual, y la entrega de la caña fresca a la central. También se emplean las técnicas de saneamiento con vapor del equipamiento productivo cada 8 horas durante el funcionamiento de la central, y el uso de bactericidas sobre el jugo de caña en el tándem.

Cualquier eventualidad que retarde el arribo de la caña cortada a la central por encima de 14 horas en un ambiente cálido y húmedo actúa de forma favorable en la formación de las dextranas, las cuales alcanzarán los molinos y entrarán con el jugo al flujo industrial. El contenido de las dextranas se incrementa progresivamente a lo largo del proceso del jugo diluido a la miel final.

El efecto perjudicial de las dextranas comienza desde el momento en que estas se forman, ya que para ello se consume sacarosa de manera irreversible. Un estudio para evaluar tales pérdidas aportó que la presencia de 0.05% de dextranas en el azúcar crudo para su formación consumió 0.2 kg/t de azúcar o 0.02 kg/t de caña procesada.

Algunos estudios recientes muestran que una cepa de *Leuconostoc mesenteroides*, aislada en una central de Argentina, durante las primeras 6 horas de crecimiento a 30 ° C consumió la sacarosa a razón de 8.46 g/L/h. El consumo de la sacarosa se redujo con el incremento de la temperatura.

Las pérdidas económicas ocasionadas por las dextranas son continuas a lo largo del proceso de producción de azúcar, ya que

desde temprano su presencia en los jugos incrementa, de manera falsa, el valor de la cantidad de azúcar calculada para estos y altera los indicadores productivos de la fábrica. Ello se debe a la característica dextrorrotatoria de las dextranas que polarizan alrededor de tres veces más que la sacarosa y generan un elevado y falso valor de Pol. Un estudio acerca de la adición de dextranas patrones a soluciones de sacarosa pura aportó que, por cada 180 ppm del polisacárido, el incremento promedio de la polarización fue de 0.05.

La elevada viscosidad de los jugos y la presencia en ellos de dextranas de elevado peso molecular junto a otros sólidos insolubles, obstruyen las mallas filtrantes y provocan pérdidas de los jugos por derrames de los molinos a los drenajes, que generalmente son subestimadas.

## **2.6 Saneamiento en los Molinos:**

La abundancia de los microorganismos en el jugo recién extraído y su capacidad para la inducción de pérdidas de sacarosa han hecho que se practiquen muchas investigaciones de la posibilidad de disminuir estas pérdidas mediante la aplicación de ciertos agentes bactericidas en el jugo. La caña transporta una elevada concentración de microorganismos viables al ingenio, de los cuales la mayoría acompaña al jugo extraído donde, si el nivel de la temperatura está dentro de límites que permitan su crecimiento, inmediatamente ocurrirá el desarrollo microbiano. (Spencer, 2007) La aplicación cada tres horas con mangueras de agua caliente a alta presión a través de pequeñas toberas reduce las pérdidas al desalojar las acumulaciones que se forman alrededor de los coladores del jugo, elevadores y otros puntos conflictivos. Además de la limpieza resulta beneficiosa la aplicación de compuestos bactericidas. (Chen 2004) evaluó muchos bactericidas y halló que la aplicación de vapor o agua caliente a alta presión alrededor de los molinos (especialmente en los eslabones y las juntas de las cadenas) solo resulta el 60% efectiva; el resto debe recibir la

aplicación de un bactericida empleado en forma continua. Los tratamientos químicos pueden aplicarse cuando los molinos están moliendo caña, pero la aplicación de vapor solo puede ser efectiva cuando los molinos trabajan sin caña. (Chen, 2004).

Si bien es cierto en la limpieza física de la planta industrial ayuda a reducir la acumulación de polisacáridos (dextrano), esta no previene el desarrollo de microorganismos en el jugo de caña circulante. La necesidad de eliminar o inhibir el crecimiento de los microorganismos presentes en las fábricas azucareras es reconocida desde hace mucho tiempo y ha sido motivo de numerosos estudios realizados con el fin de encontrar diferentes compuestos que puedan emplearse en ingenios y que posean propiedades bactericidas. Desde el punto de vista, el principal problema a resolver es la relación costo beneficio. (Cerutti, 1998)

## **2.7 Bactericidas:**

CCRSERI (2009) El bactericida es una sustancia que tiene la capacidad de inhibir bacterias, microorganismos unicelulares u otros organismos. Los bactericidas pueden venir en forma de desinfectantes, antisépticos o antibióticos. Se puede aniquilar o inhibir a las bacterias mediante distintos productos antimicrobianos, que actúan contra las infecciones en seres humanos o animales y bactericidas como los desinfectantes y los conservantes. Esta evaluación se centra únicamente en aquellos productos que actúan contra las bacterias, y no en los bactericidas utilizados en el control de otros microorganismos o plantas y animales.

A algunas bacterias no les afectan los productos antimicrobianos de manera natural, mientras que otras pueden desarrollar resistencia a ciertos bactericidas a lo largo del tiempo. Las cepas resistentes de bacterias pueden sobrevivir a concentraciones de bactericidas que aniquilarían a la mayoría de bacterias de la misma especie. Las bacterias pueden desarrollar gradualmente tolerancia a las sustancias antimicrobianas, pudiendo resistir concentraciones

cada vez mayores. En ciertos casos, la resistencia a los bactericidas puede derivar en resistencia a los antibióticos.

Existen muchas sustancias bactericidas en el mercado que actúan de forma diferente y, en ocasiones, se combinan distintos bactericidas en un mismo producto para incrementar su efectividad total. Los bactericidas requieren aprobación antes de su lanzamiento al mercado. Sin embargo, al contrario que los antibióticos cuyo uso en seres humanos y animales se controla minuciosamente, los bactericidas pueden utilizarse sin ningún tipo de control. El uso generalizado de los bactericidas en muchos productos diferentes y en grandes cantidades podría contribuir a que las bacterias se vuelvan resistentes tanto a los bactericidas como a los antibióticos.

### **2.7.1 Uso de Bactericidas:**

CCRSERI (2009). En las instalaciones sanitarias, los bactericidas son indispensables para prevenir y controlar infecciones.

- Los desinfectantes se utilizan para descontaminar superficies, instrumentos y la piel de los pacientes y del personal sanitario. Normalmente, cuanto mayor es el riesgo de infección, más fuerte es el método de desinfección utilizado.
- Los antisépticos se utilizan para tratar infecciones en heridas superficiales.

Los bactericidas se añaden a muchos bienes de consumo para evitar que crezcan microorganismos en ellos y los deterioren. Se utilizan en cosméticos y productos de cuidado personal, productos de limpieza, detergentes y desinfectantes.

En la industria alimentaria, los bactericidas se utilizan frecuentemente para desinfectar las instalaciones y cualquier material que entre en contacto con los alimentos.

En ganadería, los animales, sus derivados y cualquier recinto y material utilizados suelen tratarse con bactericidas para descontaminarlos, para evitar el desarrollo de microorganismos

potencialmente dañinos y para proteger a los animales de enfermedades.

Las plantas de tratamiento de las aguas añaden bactericidas al agua tratada antes de que ésta abandone las instalaciones para evitar que libere organismos dañinos al medio ambiente. Otras aplicaciones industriales cada vez más comunes de los bactericidas son el uso de torres de refrigeración para evitar la propagación de la Legionella, portada por diminutas gotas de agua, y su incorporación a los materiales de construcción o las superficies de los productos para evitar que se desarrollen microorganismos en ellos.

### **2.7.2 Función de Bactericidas:**

Las principales funciones según Produtécnica Ingeniería SA, 2010, son:

- La función de los Bactericidas es la de controlar el crecimiento microbiológico, el cual es el principal generador de invertasa, la que a su vez es la principal causa de la inversión del azúcar en glucosa y fructosa ya que el jugo de la caña de azúcar es un medio ideal para el desarrollo microbiológico, el cual debe detenerse cuanto antes para evitar la contaminación de todo el sistema.

### **2.7.3 Requerimientos para los Bactericidas:**

Todo tipo de bactericida que se emplee en el proceso del azúcar de acuerdo a Obsidián, 2010 debe reunir las siguientes características:

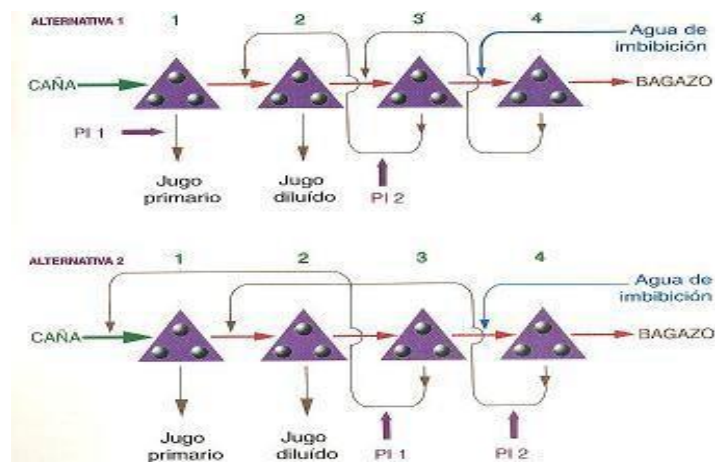
- Ser eficiente para controlar los microorganismos que causan la inversión de los azúcares. Debido al gran tonelaje de caña y de jugo que se procesan en los ingenios, la relación costo eficiencia del bactericida es fundamental para que se pueda obtener un balance económico favorable entre el costo del tratamiento y el beneficio obtenido.
- Reunir características de no toxicidad, degradabilidad técnica y biodegradabilidad. Estos parámetros son especialmente importantes debido a que se trata de un

producto de consumo humano, por un lado, y por los estrictos requerimientos medioambientales de la actualidad.

#### 2.7.4 Puntos de Aplicación:

Estos productos se aplican en dos instancias, establecido por Obsidian, 2010:

- En el tratamiento permanente del jugo que se extrae en los molinos.
- En programas de limpieza y sanitización de los equipos.

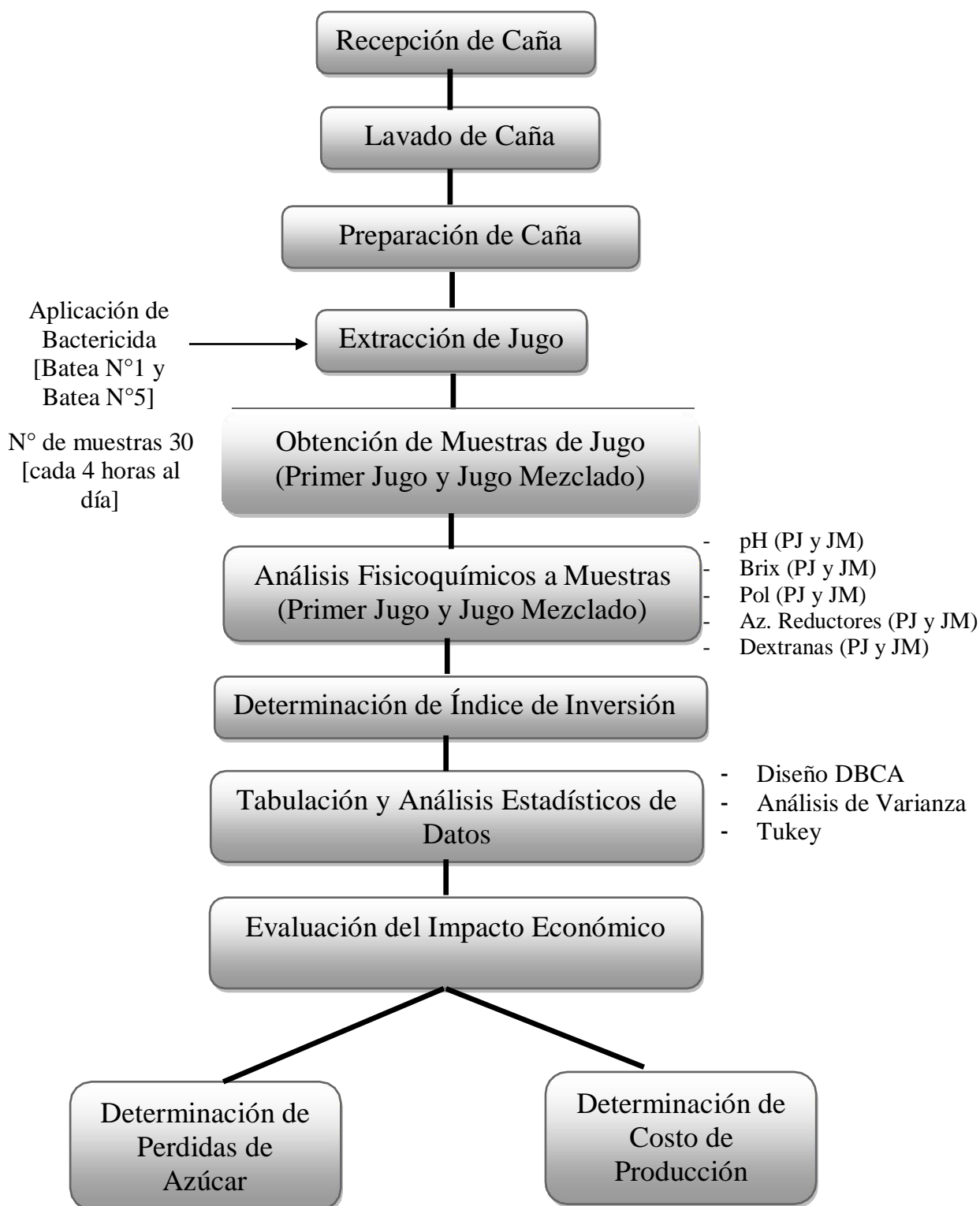


**Gráfico 3: Sistema óptimo de dosificación de bactericida en un tren de molienda. La dosis se divide en dos puntos de inyección PI1 y PI2, de forma de cubrir todo el sistema.**

Fuente: Tomada de Obsidián, 2010.

### III. MATERIALES Y METODOS:

#### 3.1 Diagrama de Procesos de la Investigación:





### **3.2 Lugar de Ejecución:**

La investigación se realizó en las instalaciones del área de Extracción y el laboratorio de control de procesos de la empresa AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO, ubicada en la localidad de San Jacinto en el Distrito de Nepeña de la Provincia de Santa en el departamento de Áncash.

### **3.3 Tipo y Diseño de la Investigación:**

Aplicada y Experimental.

### **3.4 Universo:**

Está constituido por muestras de Primer Jugo y Jugo Mezclado procedentes del área de Extracción de la empresa AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.

### **3.5 Caracterización de la Muestra:**

Numero de muestras: 6

Numero de tratamientos: 5

Unidad Experimental: 30

### **3.6 Técnicas e Instrumentación de recolección de datos:**

#### **3.6.1 Equipos:**

- pH-metro, HACH- HQ40d
- Refractómetro digital, ATAGO - RX-5000
- Polarímetro, SCHMIDT & HAENSCH - NIRW2
- Espectrofotómetro, THERMO SCIENTIFIC-GENESYS 10S VIS

#### **3.6.2 Materiales:**

- **Hornilla Eléctrica**
- Matraz Erlenmeyer de 250 mL.
- Bureta de 50 mL.

#### **3.6.3 Métodos:**

##### **3.6.3.1 Determinación de pH:**

Se basa en el método potenciométrico, la medición del potencial en una celda electroquímica sin paso de corriente apreciable. En base a ello, se puede utilizar la potenciometría para determinar puntos finales de valoraciones. Esta variable se evaluó según el instructivo **CO5-GECC-I-202(V03) Determinación del pH (ANEXO 2)**,

para cada uno de los tratamientos, valor que permitirá establecer la acidez del jugo.

### **3.6.3.2 Determinación de °Brix y Pol:**

: **Brix**. El método se basa en la medición del índice de refracción de la muestra y su relación con el contenido de sólidos disueltos (Brix). El contenido de sólidos disueltos de las soluciones azucaradas se determina utilizando un refractómetro que tiene la conversión directa a valores Brix.

: **Pol**. Método Polarimétrico, el método se basa en la medición del cambio de la rotación óptica que depende principalmente del contenido de pol de la muestra. Esta lectura está influenciada por la presencia en la muestra de otras sustancias ópticamente activas y por el procedimiento de clarificación.

Estas variables se evaluaron según el instructivo “**CO5-GECC-I-428(V02) Determinación de Brix y Pol en Materia**” (ANEXO 3) para cada uno de los tratamientos.

### **3.6.3.3 Determinación de Azúcares Reductores:**

El método se basa en la propiedad que tienen algunos azúcares de oxidarse causando la reducción de iones metálicos como el cobre (II) presente en una solución alcalina de sulfato de cobre como principal agente reductor. Se determina por volumetría la cantidad de azúcares reductores presentes.

Esta variable se evaluó según el instructivo “**CO5-GECC-I-243 (V13) Azúcares Reductores - Determinación en Jugos por el Método Rápido de Lane y Eynón**” (ANEXO 4). Se determinó por volumetría la cantidad de azúcares reductores presentes para cada uno de los tratamientos, el valor se utilizó para cálculo del índice de inversión.

### **3.6.3.4 Determinación de Dextrana:**

El método considera la dextrana como el material

polisacárido precipitado en etanol al 50 %, a partir de una

solución de sacarosa, libre de almidones y proteínas. De acuerdo con el procedimiento, el ácido tricloroacético precipita la proteína del jugo, el cloruro de bario precipita las sales, la filtración subsecuente remueve los sólidos suspendidos, las proteínas y una gran parte del almidón que no es soluble en el jugo frío.

La dextrana presente en la muestra desarrolla turbidez en una solución alcohólica al 50 %, se lee en el espectrofotómetro a la longitud de onda igual a 720 nm.

Con el valor de la absorbancia se encuentra la concentración en la curva de calibración previamente calibrada. Esta variable se evaluó según el instructivo “**CO5-GECC-I-403(V04) DETERMINACIÓN DE DEXTRANA**” (ANEXO 5), para cada uno de los tratamientos.

### 3.6.4 Muestreo y Punto de Aplicación:

#### 3.6.4.1 Muestreo:

Se realizó 6 veces por día en períodos de 4 horas para obtener muestras de jugo de todo un día de molienda, para Primer Jugo (A) y Jugo Mezclado (B)

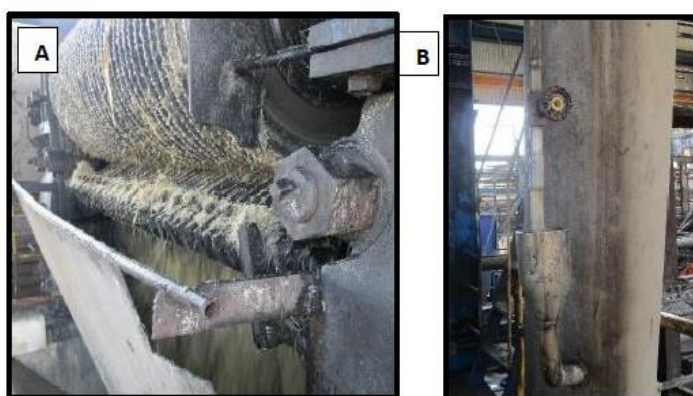


Gráfico 4: Toma de Muestras

### 3.6.4.2 Punto de Aplicación:

La dosificación tendrá la siguiente distribución con la finalidad de cubrir todo el sistema: Batea del Molino 1: 40% y Batea del Molino 5: 60%

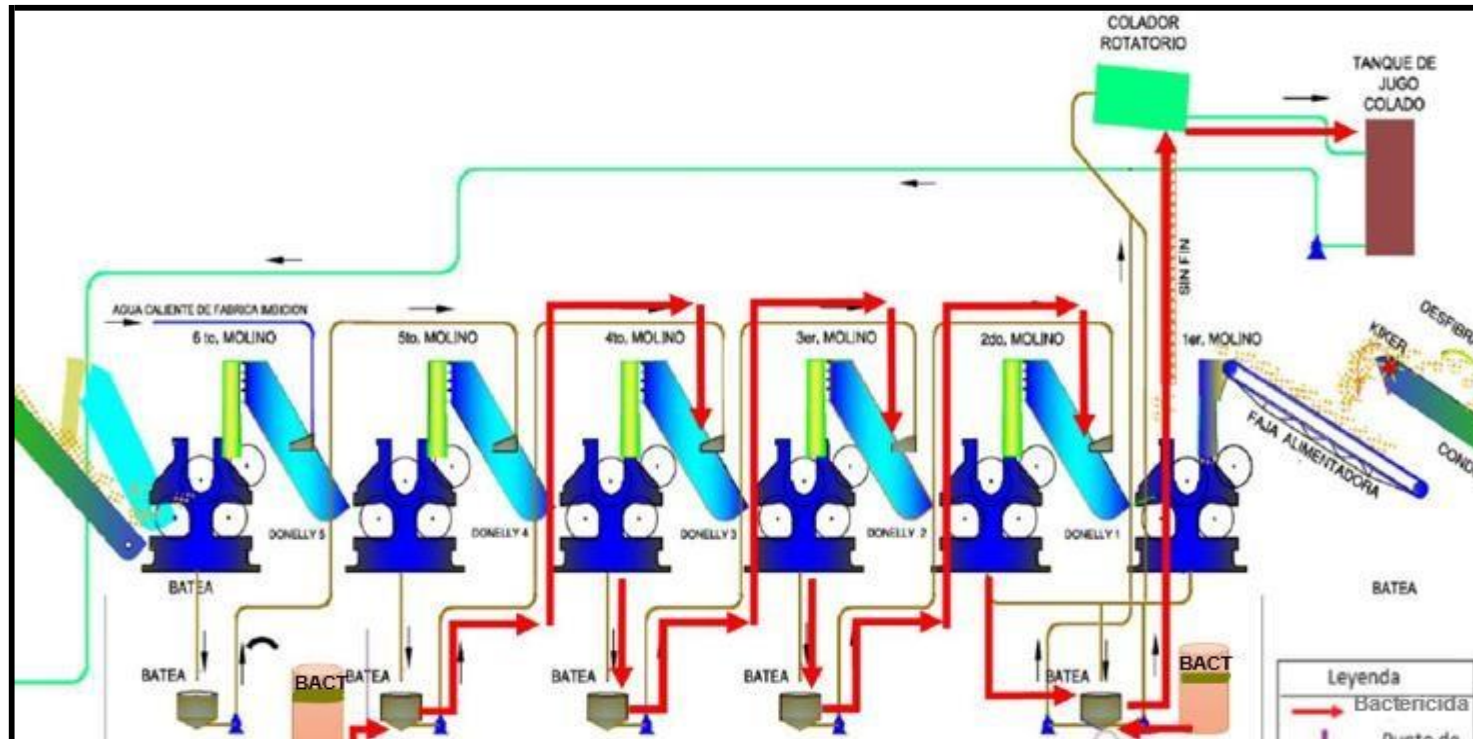


Gráfico 5: Puntos de Aplicación de Bactericida

### 3.6.5 Variables en Estudio:

#### 3.6.5.1 Variable Dependiente (Vd):

- Índice de inversión de la sacarosa en el proceso de extracción de jugo de caña.

Donde:

$$\text{Índice de Inversión} = \frac{\frac{A.R. \text{ Jugo Mezclado}}{\text{Brix Jugo Mezclado}} - \frac{A.R. \text{ Primer Jugo}}{\text{Brix Primer Jugo}}}{\frac{A.R. \text{ Primer Jugo}}{\text{Brix Primer Jugo}}}$$

#### 3.6.5.2 Variable Independiente (Vi):

- Concentración del bactericida: con los niveles 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm y 20 ppm.

#### 3.6.5.3 Tratamientos en estudio:

Los tratamientos estuvieron conformados por cuatro dosis de Bactericida Procide BC800 (5,10,15,20 ppm) y un testigo. Además, se evaluó las variables cuantitativas pH, °Brix, Pol, Azúcares Reductores, Dextranas a las muestras de Primer Jugo y Jugo Mezclado, para que al final se obtenga el índice de inversión, las muestras se tomaron cada 4 horas durante un día de proceso.

### 3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos:

#### 3.7.1 Diseño Experimental:

Bloques Completo al azar (DBCA)

#### 3.7.2 Análisis Estadístico:

Los resultados de los tratamientos en estudio se analizaron con el esquema de análisis de varianza para cada una de las variables (pH, °Brix, Pol, Dextranas, Índice de Inversión)

**Tabla 2: Esquema de Análisis de varianza ANOVA**

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L
TRATAMIENTO	4
MUESTRAS	5
ERROR EXPERIMENTAL	20
TOTAL	29

- Coeficiente de variación (CV%)
- Tukey al 5% para tratamientos

**Modelo Estadístico Lineal:**

$$Y_{i,j} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{i,j}$$

$i = 1, 2, 3, 4, 5 \dots$   $i =$  número de tratamientos.

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \dots$   $j =$  número de muestra.

Donde:

$Y_{i,j}$  = Observación en la unidad experimental

$\mu$  = Parámetro, efecto medio.

$\beta$  = Parámetro, efecto bloque.

$\tau_i$  = Parámetro, efecto del tratamiento.

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

##### 4.1 Análisis Fisicoquímicos de los Jugos:

##### 4.1.1 Determinación de pH Primer Jugo y Jugo Mezclado:

- El gráfico 06 indica los valores promedios de pH del Primer Jugo y Jugo Mezclado correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio; los resultados nos confirman lo citado por Chen (2004) en donde indica que el valor de pH en el jugo extraído puede llegar a oscilar entre 5.2 y 5.4 según su calidad; comparando ambos jugos se observó que para las muestras de jugo sin la aplicación de bactericida se obtuvo una caída de pH de 0.08 y a medida que aumentó la dosificación esta caída disminuye, hasta la muestra con mayor dosis que obtuvo solo una caída de 0.01 ya que Según Margaret A (2010) en el proceso de inversión la fructosa es descompuesta en ácidos orgánicos causando una disminución de pH en los jugos, también se observó que a medida que se incrementó la dosificación del bactericida la generación de ácidos orgánicos fue menor, reflejando la acción del bactericida. Según Produtécnica Ingeniería SA (2010) la función principal de los bactericidas es la de controlar el crecimiento microbiológico, lo que a su vez causa la inversión de la sacarosa en glucosa y fructosa.

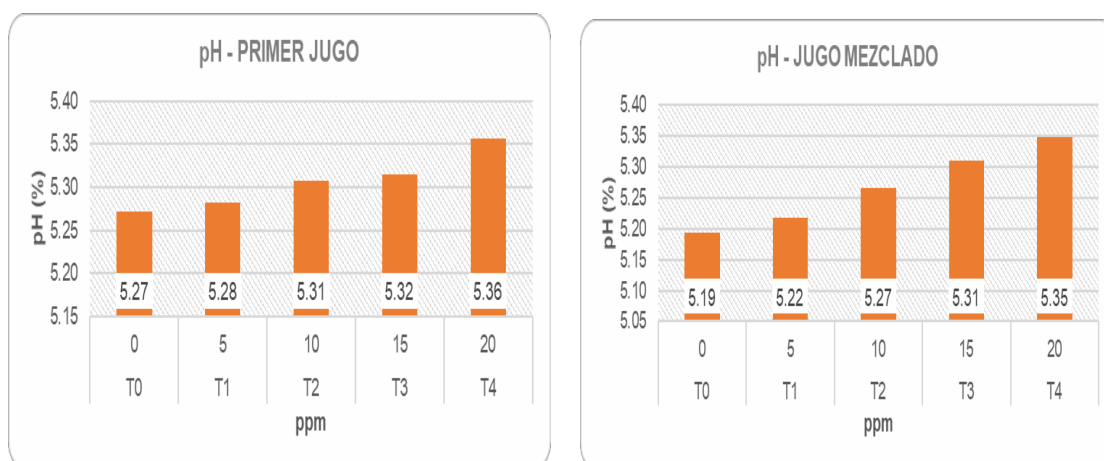


Gráfico 6: Comportamiento de las medias de pH Primer Jugo y Jugo Mezclado



En la tabla 03 el análisis de varianza indica no existe diferencias estadísticamente significativas para las muestras de pH en el Primer Jugo; lo cual indica que el pH del jugo según las muestras es similar al inicio del proceso de extracción y que para los tratamientos no se observa diferencia estadística, esto debido a que las muestras en esta etapa no tienen aún tanta exposición a las condiciones de operación en los molinos por lo que no se evidencia el efecto del bactericida. El valor del C.V. es de 2.10% valor aceptable para una investigación realizada en laboratorio.

**Tabla 3: Análisis de varianza para los valores de pH del Primer Jugo**

<i>Origen de las variaciones</i> C	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F<sub>Calc</sub></i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F</i> 0.05
TRATAMIENTOS	0.027	4	0.007	0.48 <sup>NS</sup>	0.75 <sup>NS</sup>	2.87
MUESTRAS	0.055	5	0.011	0.80 <sup>NS</sup>	0.56 <sup>NS</sup>	2.71
ERROR	0.277	20	0.014			
<b>TOTAL</b>	<b>0.358</b>	<b>29</b>				

C.V= 2.10%

\*\* : Significativo

NS: No significativo

En la tabla 04 el análisis de varianza para los valores de pH del Jugo Mezclado indica que las diferencias para los tratamientos son estadísticamente significativas; por lo que se concluye que existe efecto del bactericida en la reducción de la caída de pH durante el proceso. El valor del C.V. es de 1.59% valor aceptable para una investigación realizada en laboratorio.

**Tabla 4 :Análisis de varianza para los valores de pH del Jugo Mezclado**

<i>Origen de las variaciones</i> C	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F<sub>Calc</sub></i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F</i> 0.05
TRATAMIENTOS	0.10	4	0.02	6.14**	0.002**	2.87
MUESTRAS	0.03	5	0.01	1.44 NS	0.25 NS	2.71
ERROR	0.08	20	0.004			
<b>TOTAL</b>	<b>0.204</b>	<b>29</b>				

C.V= 1.59%

\*\* : Significativo

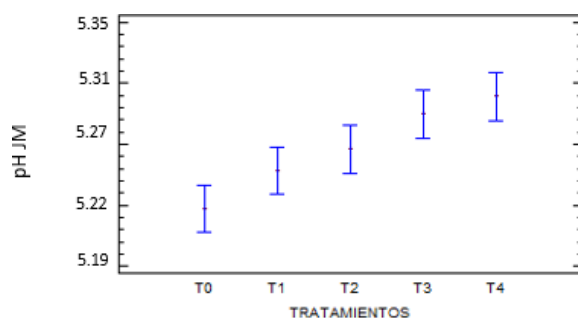
NS: No significativo

Al existir diferencia significativa, se realizó Tukey para tratamientos.

**Tabla 5: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable pH Jugo Mezclado**

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T0 (Blanco)	5.19	b
T1 ( 5 ppm)	5.22	b
T2 (10 ppm)	5.27	b
T3 (15 ppm)	5.31	a
T4 (20 ppm)	5.35	a

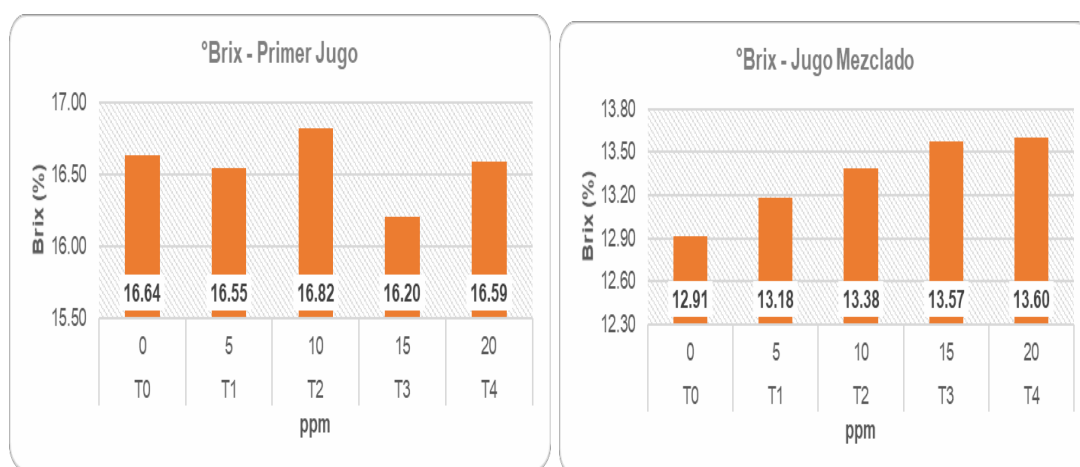
Según Tukey para tratamientos, se observa que existen dos rangos, donde los tratamientos que ocupan el rango “a” pertenecen a las mejores medias los cuales son: T3 y T4. Se considera a los valores de pH del rango “a” como los mejores ya que en estos fueron los menos ácidos.



**Gráfico 7: Gráfico de medias pH JM para intervalos tukey al 5%**

#### 4.1.2 Determinación de Brix Primer Jugo y Jugo Mezclado:

El gráfico 07 indica los valores promedios de brix del Primer Jugo y Jugo Mezclado correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio; Osorio (2007) argumenta que la concentración de los sólidos solubles en el jugo de caña de azúcar que ingresa a fábrica puede variar entre 14 – 22° Brix, lo que indica que las muestras del primer jugo están dentro del rango mencionado y son similares al inicio del proceso de extracción ya que aún no han tenido mucho contacto con la superficie de los molinos; caso contrario para el jugo mezclado se observa menor cantidad de sólidos disueltos en el tratamiento sin dosificación de bactericida esto debido a que en el proceso de inversión de sacarosa la fructuosa se descompone en ácidos orgánicos; disminuyendo así el contenido de sólidos solubles. Según lo citado por Ospina (2003) los valores de jugo mezclado en el proceso que representan una calidad aceptable se encuentran por encima de 13°Brix, esto indica valores obtenidos de las muestras del jugo tratado con los T3 Y T4 fueron los mejores resultados.



**Gráfico 8: Comportamiento de las medias de °Brix Primer Jugo y Jugo Mezclado**

En la tabla 06 el análisis de varianza indica no existe diferencias estadísticamente significativas para las muestras de Brix en el Primer Jugo ni para los tratamientos considerando que la aplicación de bactericida no tiene efecto al inicio del proceso. El valor del C.V. es de 8.02 % valor aceptable para una investigación realizada en laboratorio.

**Tabla 6: Análisis de varianza para los valores de °Brix Primer Jugo**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F<sub>Calc</sub></i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F<sub>0.05</sub></i>
TRATAMIENTOS	1.20	4	0.30	0.15 <sup>NS</sup>	0.96 <sup>NS</sup>	2.87
MUESTRAS	9.06	5	1.81	0.89 <sup>NS</sup>	0.51 <sup>NS</sup>	2.71
Error	40.84	20	2.04			
Total	51.10	29				

C.V= 8.02%

\*\* : Significativo

NS: No significativo

En la tabla 07 el análisis de varianza indica que las diferencias para los tratamientos son estadísticamente significativas; por lo que se concluye que existe efecto del bactericida en la reducción de la disminución de grados brix durante el proceso. El valor del C.V. es de 2.62% valor aceptable para una investigación realizada en laboratorio.

**Tabla 7: Análisis de varianza para los valores de °Brix Jugo Mezclado**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F<sub>Calc</sub></i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F<sub>0.05</sub></i>
TRATAMIENTOS	1.97	4	0.49	9.99**	0.0001**	2.87
MUESTRAS	0.58	5	0.12	2.34 <sup>NS</sup>	0.07 <sup>NS</sup>	2.71
ERROR	0.99	20	0.05			
TOTAL	3.54	29				

**C.V: 2.62 %**

\*\* : Significativo

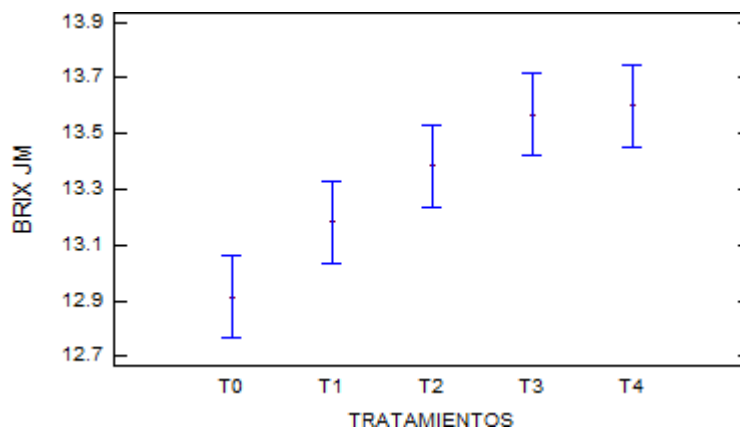
NS: No significativo

Al existir diferencia significativa, se realizó Tukey para tratamientos.

**Tabla 8: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable °Brix Jugo Mezclado**

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T0 (Blanco)	12.91	b
T1 ( 5 ppm)	13.18	b
T2 (10 ppm)	13.38	b
T3 (15 ppm)	13.57	a
T4 (20 ppm)	13.60	a

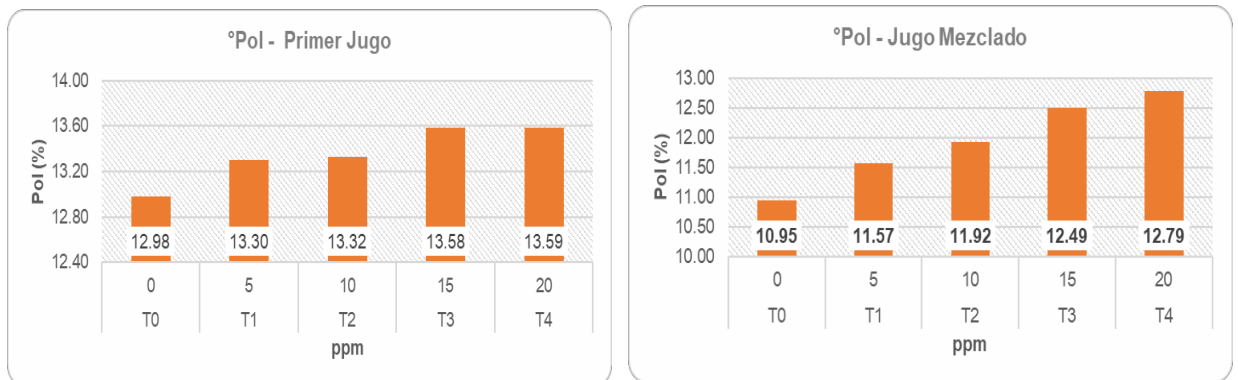
Según Tukey para tratamientos, se observa que existen dos rangos, donde los tratamientos que ocupan el rango “a” pertenecen a las mejores medias los cuales son T3 y T4. Se considera a los valores de °Brix del rango “a” como los mejores ya que en estos contiene mayor cantidad de °brix.



**Gráfico 9: Gráfico de medias °Brix JM para intervalos tukey al 5%**

#### 4.1.3 Determinación de Pol Primer Jugo y Jugo Mezclado:

En el gráfico 10 indica los valores promedios de Pol en Primer Jugo y Jugo Mezclado correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio; se identificó como los mejores resultados a los tratamientos T3 (15 ppm) y T4 (20 ppm) para ambos jugos. Según Willet (1994) indica que uno de los efectos perjudiciales de las dextranas comienza desde el momento que se empiezan a formar, el consumo de sacarosa de manera irreversible, comparando ambos jugos se observó que para las muestras de jugo sin la aplicación de bactericida se obtuvo una disminución de sacarosa de 2.03 puntos y a medida que aumentó la dosificación esta caída fue disminuyendo lo que indica que el efecto del bactericida disminuye la pérdida de sacarosa durante el proceso ya que controla el crecimiento microbiológico.



**Gráfico 10: Comportamiento de las medias de Pol Primer Jugo y Jugo Mezclado**

En la tabla 09 el análisis de varianza indica que las diferencias para los tratamientos son estadísticamente significativas para los valores de Pol en Primer Jugo, por lo que se concluye que existe efecto del bactericida en la reducción de pérdida de sacarosa desde el inicio del proceso. El valor del C.V. es de 2.62% valor aceptable para una investigación realizada en laboratorio.

**Tabla 9: Análisis de varianza para los valores de Pol en Primer Jugo**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	$F_{Calc}$	Probabilidad	$F_{0.05}$
TRATAMIENTOS	1.48	4.00	0.37	5.40**	0.004**	2.87
MUESTRAS	0.71	5.00	0.14	2.07 <sup>NS</sup>	0.11 <sup>NS</sup>	2.71
ERROR	1.37	20.00	0.07			
TOTAL	3.56	29.00				

C.V: 2.62 %

\*\* : Significativo

NS: No significativo

Al existir diferencia significativa, se realizó Tukey para tratamientos.

**Tabla 10: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable Pol Primer Jugo**

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T0 (Blanco)	12.98	b
T1 ( 5 ppm)	13.30	b
T2 (10 ppm)	13.32	b
T3 (15 ppm)	13.58	a
T4 (20 ppm)	13.59	a

Según Tukey para tratamientos, se observa que existen dos rangos, donde los tratamientos que ocupan el rango “a” pertenecen a las mejores medias los cuales son: T3 y T4. Se considera a los valores de Pol del rango “a” como los mejores ya que en estos contiene mayor cantidad de Pol presente en los jugos



**Gráfico 11: . Gráfico de medias Pol PJ para intervalos tukey al 5%**

En la tabla 11 el análisis de varianza indica que las diferencias para los tratamientos son estadísticamente significativas para los valores de Pol en Jugo Mezclado, por lo que se concluye que existe efecto del bactericida en la reducción de pérdida de sacarosa desde durante el proceso. El valor del C.V. es de 7.57% valor aceptable para una investigación realizada en laboratorio.

**Tabla 11: Análisis de varianza para los valores de Pol en Jugo Mezclado**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F <sub>Calc</sub>	Probabilidad	F <sub>0.05</sub>
TRATAMIENTOS	12.87	4	3.22	6.19**	0.002**	2.87
MUESTRAS	0.41	5	0.08	0.16 <sup>NS</sup>	0.975 <sup>NS</sup>	2.71
Error	10.40	20	0.52			
Total	23.68	29				

C.V.: 7.57%

\*\* : Significativo

NS: No significativo

Al existir diferencia significativa, se realizó Tukey para tratamientos.

**Tabla 12: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable Pol Jugo Mezclado**

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T0 (Blanco)	10.95	b
T1 ( 5 ppm)	11.57	b
T2 (10 ppm)	11.92	b
T3 (15 ppm)	12.49	a
T4 (20 ppm)	12.79	a

Según Tukey para tratamientos, se observa que existen dos rangos, donde los tratamientos que ocupan el rango “a” pertenecen a las mejores medias los cuales son: T3 y T4. Se considera a los valores de Pol del rango “a” como los mejores ya que en estos contiene mayor cantidad de Pol presente en los jugos.

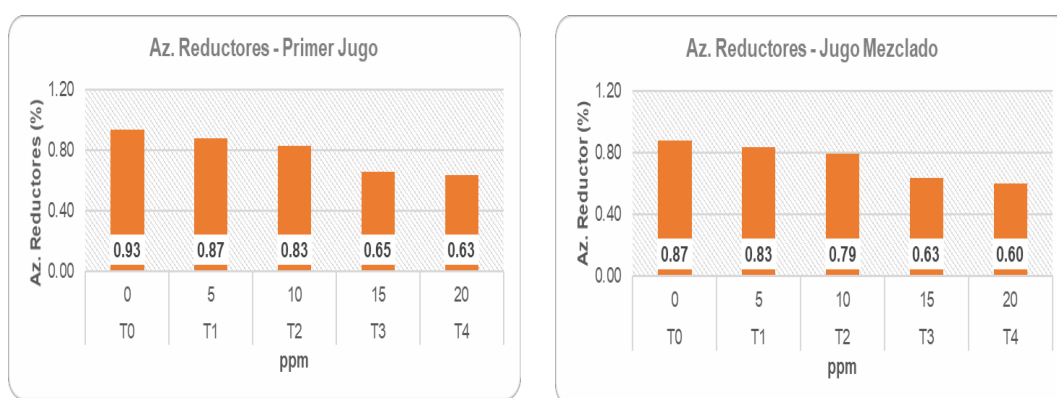


**Gráfico 12: Gráfico de medias Pol JM para intervalos tukey al 5%**



#### 4.1.4 Determinación de Azúcares Reductores Primer Jugo y Jugo Mezclado:

El gráfico 12 indica los valores promedios de azúcares reductores en primer jugo y jugo mezclado correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio; se identificó como los mejores resultados en T3 (15 ppm) y T4 (20 ppm). Según Calderón- Pérez, 2000, durante el procesamiento de la caña, las pérdidas están asociadas al deterioro causado por microorganismos que alteran la concentración y composición de azúcares presentes en el jugo, además de una importante destrucción de sacarosa producto de la acción de microorganismos sobre todo aquello que pueden proliferar en equipamientos fabriles como recipientes, canales, cañerías que resultan apropiados para el crecimiento microbiano, comparando ambos jugos se observó que para las muestras de jugo sin la aplicación de bactericida se obtuvo una mayor cantidad de azúcares reductores y a medida que aumentó la dosificación una menor cantidad, lo que indica que el efecto del bactericida disminuye la inversión de sacarosa en glucosa y fructuosa.



**Gráfico 13: Comportamiento de las medias de Azúcar Reductor Primer Jugo y Jugo Mezclado**

En la tabla 13 el análisis de varianza indica que las diferencias para los tratamientos son estadísticamente significativas para los valores de azúcares reductores, por lo que se concluye que existe efecto del bactericida reduce la inversión de sacarosa en glucosa y fructuosa. El valor del C.V. es de 17.02 % valor aceptable para una investigación realizada en laboratorio.

**Tabla 13: Análisis de varianza para los valores de Az. Reductores en Primer Jugo**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F <sub>Calc</sub>	Probabilidad	F <sub>0.05</sub>
TRATAMIENTOS	0.43	4	0.11	34.66**	0.00000001**	2.87
MUESTRAS	0.02	5	0.004	1.41 <sup>NS</sup>	0.264 <sup>NS</sup>	2.71
Error	0.06	20	0.003			
Total	0.51	29				

C.V.:17.02%

\*\* : Significativo

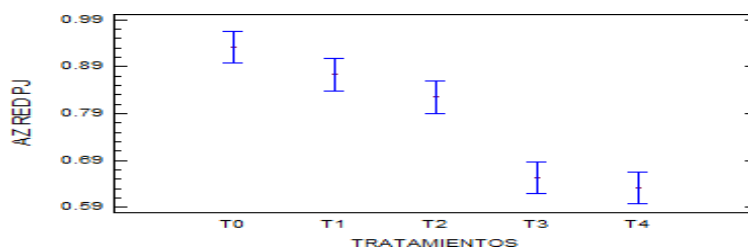
NS: No significativo

Al existir diferencia significativa, se realizó Tukey para tratamientos.

**Tabla 14: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable Az. Reductor Primer Jugo**

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T0 (Blanco)	0.93	b
T1 ( 5 ppm)	0.87	b
T2 (10 ppm)	0.83	b
T3 (15 ppm)	0.65	a
T4 (20 ppm)	0.63	a

Según Tukey para tratamientos se observa que existen dos rangos, donde el rango “a” es el tratamiento que tiene la media más baja en este caso es considerada como la mejor T3 y T4. Significa que mientras menor sea la cantidad de azúcares reductores en los jugos existió efectividad del bactericida, evitando el desdoblamiento de la sacarosa en glucosa y fructosa.



**Gráfico 14: Gráfico de medias Az. Red. PJ para intervalos tukey al 5%**

En la tabla 15 el análisis de varianza indica que las diferencias para los tratamientos son estadísticamente significativas para los valores de azúcares reductores, por lo que se concluye que existe efecto del bactericida reduce la inversión de sacarosa en glucosa y fructuosa. El valor del C.V. es de 16.29 % valor aceptable para una investigación realizada en laboratorio.

**Tabla 15: Análisis de varianza para los valores de Az. Reductores en Jugo Mezclado**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F <sub>Calc</sub>	F <sub>0.05</sub>
TRATAMIENTOS	0.36	4	0.09	39.41**	2.87
MUESTRAS	0.02	5	0.00	1.70 <sup>NS</sup>	2.71
Error	0.05	20	0.00		
Total	0.43	29			

**C.V.:16.29%**

\*\* : Significativo

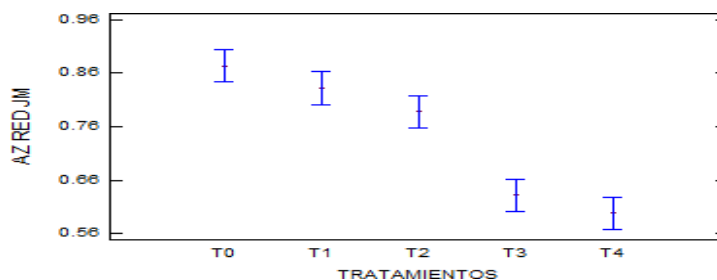
NS: No significativo

Al existir diferencia significativa, se realizó Tukey para tratamientos.

**Tabla 16: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable Az. Reductor Jugo Mezclado.**

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T0 (Blanco)	0.87	b
T1 ( 5 ppm)	0.83	b
T2 (10 ppm)	0.79	b
T3 (15 ppm)	0.63	a
T4 (20 ppm)	0.60	a

Según Tukey para tratamientos se observa que existen dos rangos, donde el rango “a” es el tratamiento que tiene la media más baja en este caso es considerada como la mejor T3 y T4. Significa que mientras menor sea la cantidad de azúcares reductores en los jugos existió efectividad del bactericida, evitando el desdoblamiento de la sacarosa en glucosa y fructosa.



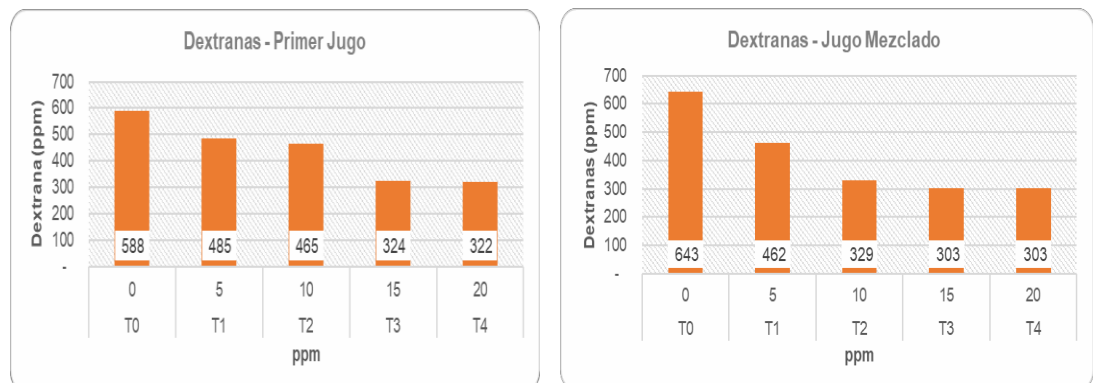
**Gráfico 15: Gráfico de medias Az. Red. JM para intervalos tukey al 5%**

#### 4.1.5 Determinación de Dextranas en Primer Jugo y Jugo Mezclado:

El gráfico 16 indica los valores promedios de dextranas en el primer jugo y jugo mezclado correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio; se indentificó como los mejores resultados a los tratamientos T3 y T4.

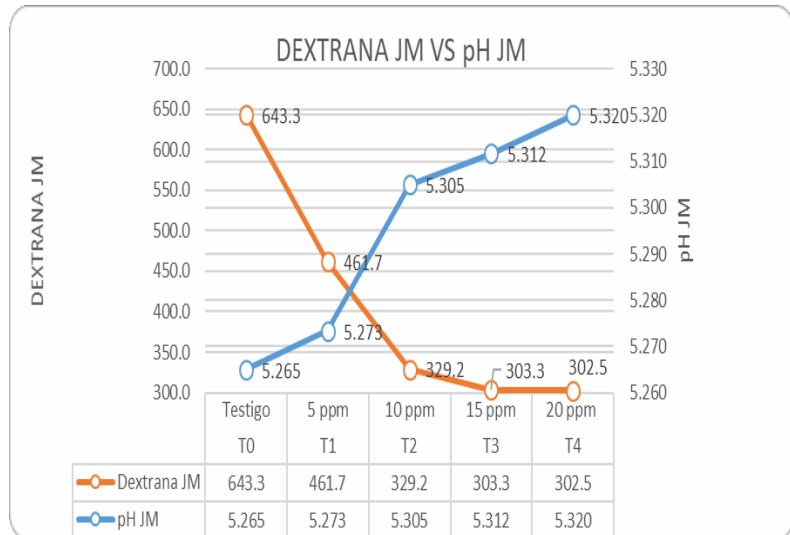
Según Mora (1995), en el proceso de inversión de sacarosa, se genera la producción de ácidos asociados al metabolismo de azúcares que favorecen al crecimiento microbiano. Cepas de *Leuconostoc mesenteroides* al consumir la sacarosa producen largas cadenas de glucosa (dextranas); esto fundamenta el incremento de 55 ppm de dextranas en las muestras sin bactericida y mayor disminución a medida que se incrementa la dosis, lo que indica que el efecto del bactericida disminuye la producción de dextrana.

Según Echevarria (2006); a mayor inversión se producirá mayor cantidad dextrana lo que representará un mayor deterioro en el jugo.



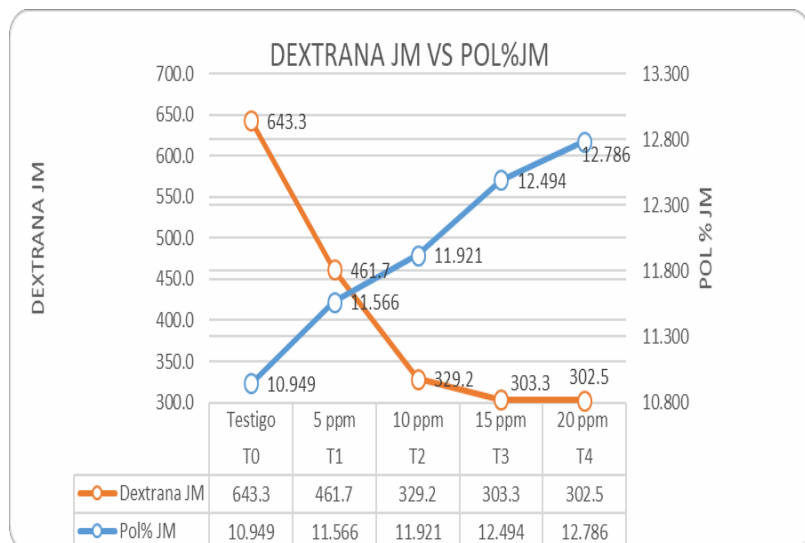
**Gráfico 16: Comportamiento de las medias de Dextranas en Primer Jugo y Jugo Mezclado**

En el gráfico 17 si comparamos el comportamiento de las dextranas y pH en el jugo mezclado se comprueba lo citado por Mora (1995); a mayor acidez se observa mayor contenido de dextranas.



**Gráfico 17: Comportamiento de Dextrana JM vs pH JM**

En el gráfico 18 si comparamos las dextranas y la Pol en el jugo podemos comprobar lo expuesto por Willet (1994) que indica que a mayor contenido de dextrana habrá un contenido menor de Pol.



**Gráfico 18: Comportamiento Dextrana JM vs Pol%JM**

**Tabla 17: Análisis de varianza para los valores de Dextranas en Primer Jugo**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F<sub>Calc</sub></i>	<i>F<sub>0.05</sub></i>
TRATAMIENTOS	310927	4	77732	335**	2.87
MUESTRAS	528	5	106	0.45 <sup>NS</sup>	2.71
Error	4640	20	232		
Total	316094	29			

**C.V:23.91%**

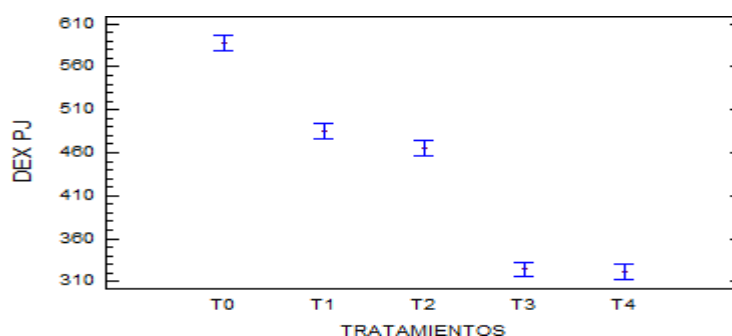
\*\* : Significativo

NS: No significativo

**Tabla 18: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable dextranas en Primer Jugo**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
T0 (Blanco)	587.67	b
T1 ( 5 ppm)	485.00	b
T2 (10 ppm)	465.00	a
T3 (15 ppm)	324.17	a
T4 (20 ppm)	321.67	a

Según Tukey para tratamientos se observa que existen dos rangos, donde el rango “a” es el tratamiento que tiene la media más baja en este caso es considerada como la mejor T3 y T4. Significa que mientras menor sea la cantidad de dextranas en el jugo hubo mayor efectividad del bactericida.



**Gráfico 19: Gráfico de medias Dextranas PJ para intervalos tukey al 5%**

En la tabla 19 el análisis de varianza indica que las diferencias para los tratamientos son estadísticamente significativas para los valores de dextrana en jugo mezclado, por lo que se concluye que existe efecto del bactericida en la reducción de producción de dextrana. El valor del C.V. es de 16.29 % valor aceptable para una investigación realizada en laboratorio.

**Tabla 19: Análisis de varianza para los valores de Dextrana en Jugo Mezclado**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F <sub>Calc</sub>	F <sub>0.05</sub>
TRATAMIENTOS	519372	4	129843	264	2.87
MUESTRAS	2320	5	464	0.94	2.71
Error	9838	20	492		
Total	531530	29			

C.V.: 23.18%

\*\* : Significativo

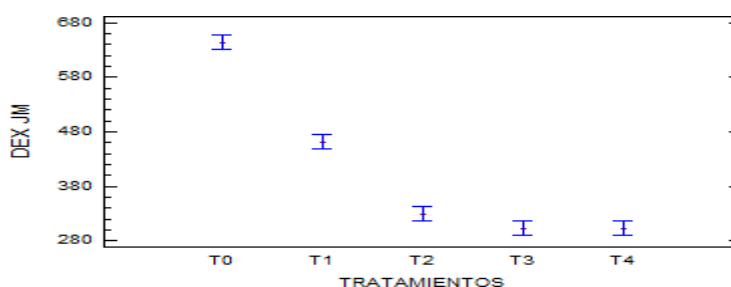
NS: No significativo

Al existir diferencia significativa, se realizó Tukey para tratamientos.

**Tabla 20: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable de dextranas en Jugo Mezclado**

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T0 (Blanco)	643.33	b
T1 ( 5 ppm)	461.67	b
T2 (10 ppm)	329.17	b
T3 (15 ppm)	303.33	a
T4 (20 ppm)	302.50	a

Según Tukey para tratamientos se observa que existen dos rangos, donde el rango “a” es el tratamiento que tiene la media más baja en este caso es considerada como la mejor T3 y T4. Significa que mientras menor sea la cantidad de dextrana en el jugo existió mayor efectividad del bactericida.

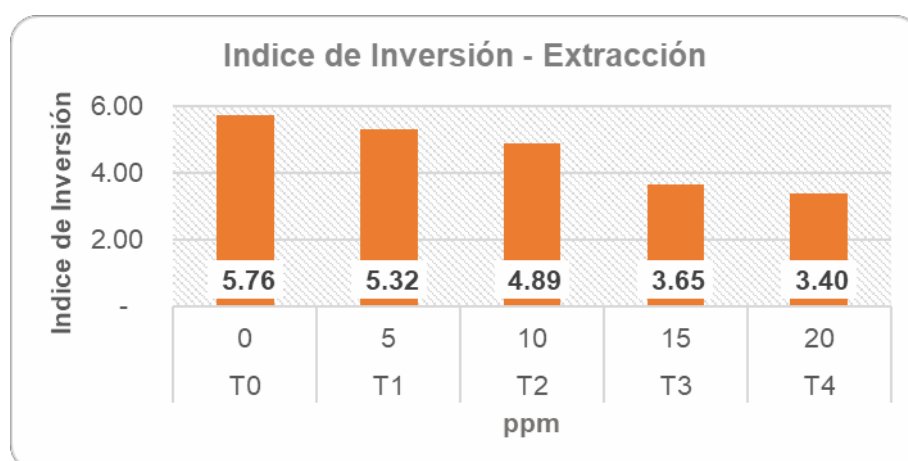


**Gráfico 20: Gráfico de medias Dextranas JM para intervalos tukey al 5%**

#### 4.2 Índice de Inversión de Sacarosa en el Jugo:

En el gráfico 21 indican los valores promedio de índices de inversión en el área de extracción de jugo correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio; se identificó como los mejores resultados a los tratamientos T3 (15 ppm) y T4 (20 ppm) con un valor de índice de inversión de 3.65 y 3.40.

Según Cloninger(1967) la técnica y el método de cálculo propuesto para determinar pérdidas de azúcar por incremento de azúcares reductores % brix entre el primer jugo y jugo mezclado permite determinar en el índice de inversión en el tándem y las pérdidas ocasionadas en éste. Según Mora (1995), la inversión de sacarosa aumenta a medida que el deterioro en el jugo aumenta, esto debido a la producción de ácidos asociados al metabolismo de azúcares durante el crecimiento microbiano; lo cual indica la eficiencia del bactericida en el control del crecimiento microbiano, a medida que aumenta la dosificación se observa disminución en el índice de inversión.



**Gráfico 21: Comportamiento de las medias de Índice de Inversión**



En la tabla 21 el análisis de varianza indica que las diferencias para los tratamientos son estadísticamente significativas para los valores de índice de inversión, por lo que se concluye que existe efecto del bactericida en la reducción de dicho índice. El valor del C.V. es de 22.06% valor aceptable en la investigación.

**Tabla 21: Análisis de varianza para los valores de % Índice de Inversión**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F <sub>Calc</sub>	F <sub>0.05</sub>
TRATAMIENTO	25.74	4	6.44	42.76**	2.87
MUESTRAS	1.17	5	0.23	1.55 <sup>NS</sup>	2.71
Error	3.01	20	0.15		
Total	29.92	29			

C.V: 22.06%

\*\* : Significativo

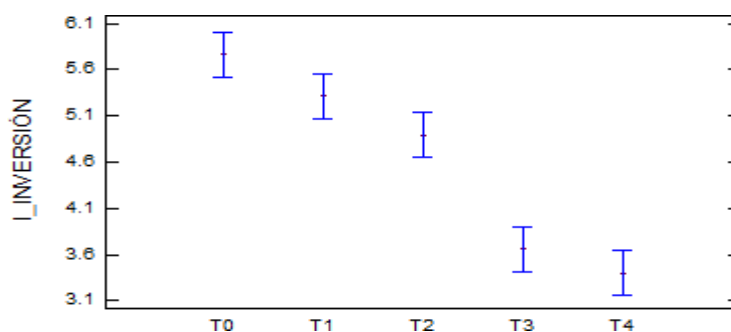
NS: No significativo

Al existir diferencia significativa, se realizó Tukey para tratamientos.

**Tabla 22: Prueba TUKEY al 5% para el Índice de Inversión**

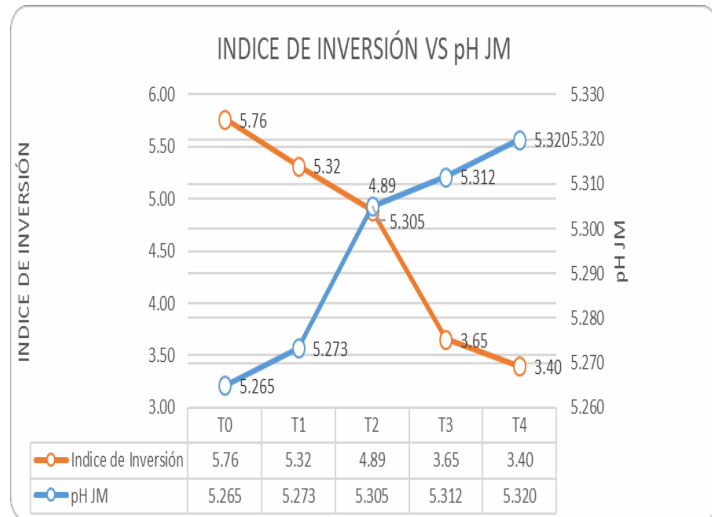
TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T0 (Blanco)	5.76	b
T1 ( 5 ppm)	5.32	b
T2 (10 ppm)	4.89	b
T3 (15 ppm)	3.65	a
T4 (20 ppm)	3.40	a

Según Tukey para tratamientos, se observa que existen dos rangos donde "b" tienen las menores medias son: T3 y T4. Significa que mientras menor sea el índice de inversión los niveles de pérdidas de sacarosa serán menores.



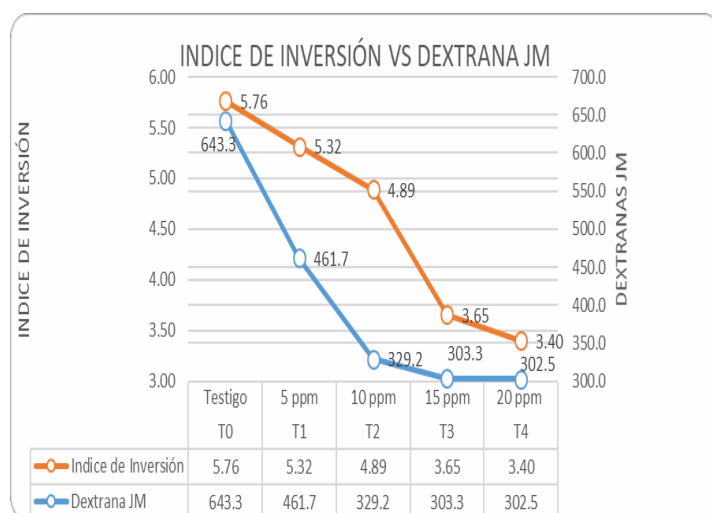
**Gráfico 22: Gráfico de medias Índice de Inversión para intervalos tukey al 5%**

En el gráfico 23 si comparamos el comportamiento del índice de inversión y pH en el jugo mezclado se comprueba lo citado por Mora (1995); a mayor acidez se observa mayor índice de inversión.



**Gráfico 23: Comportamiento de Índice de Inversión vs pH JM**

En el gráfico 24 si comparamos el comportamiento del índice de Inversión y dextranas en el jugo mezclado se comprueba lo citado por Mora (1995); el índice de inversión es indicador de una mayor producción de dextranas.



**Gráfico 24: Comportamiento Índice de Inversión vs Dextranas**

### 4.3 Impacto Económico de la Aplicación del Bactericida:

#### 4.3.1 Determinación de Pérdidas:

El gráfico 25 indica la cantidad de azúcar perdida en el área de extracción de jugo correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio; se identificó el mejor resultado en el T4 (20 ppm) con un promedio de bolsas pérdidas al día de 75.

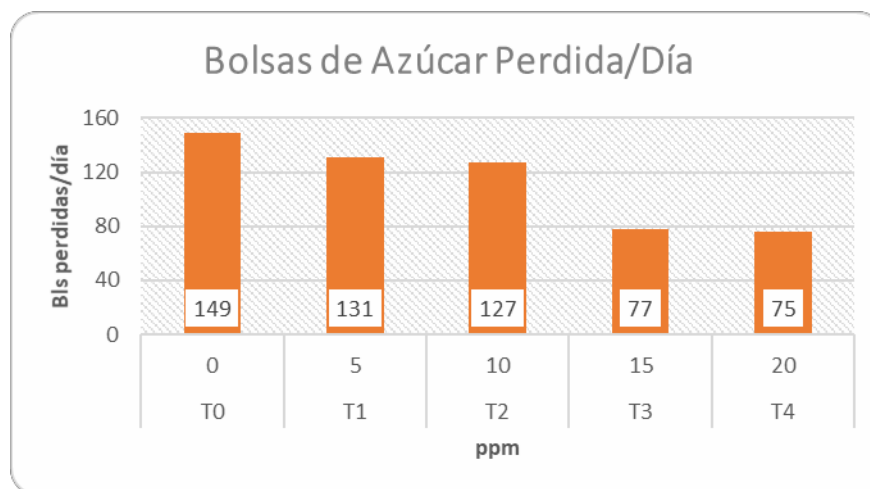
Según Cloninger (1967) el método y formula propuesta:

$$\text{Kg Sac. Perdida/día} = C2 - C1 * \text{Brix P.J} * (0.095 / \text{Pol Azúcar}) * 100$$

$C2 = (\text{Az. Reductor Jugo Mezclado} / \text{Brix Jugo Mezclado}) * 100$

$C1 = (\text{Az. Reductor Primer Jugo} / \text{Brix Primer Jugo}) * 100$

permite determinar las pérdidas de azúcar ocasionadas por efecto de la inversión de sacarosa en esta etapa del proceso, también indica que uno de los efectos perjudiciales de la dextrana es el consumo de sacarosa; es decir que mayor contenido de dextrana en el jugo se observa mayor pérdida de azúcar durante el proceso.



**Gráfico 25: Bolsas de Azúcar Perdida/Día**

En la tabla 23 se muestran la cantidad de sacarosa perdida por día y su equivalente a bolsas en presentación de 50 Kg, que es la presentación del producto de AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A.

**Tabla 23: Pérdidas de Sacarosa según Tratamientos**

TRATAMIENTO	ppm	Kg Sacarosa perdida/ día	Bolsa de Azúcar perdida / día
T0	0	7,430	149
T1	5	6,552	131
T2	10	6,358	127
T3	15	3,874	77
T4	20	3,774	75

### 4.3.2 Determinación de Costos de Producción:

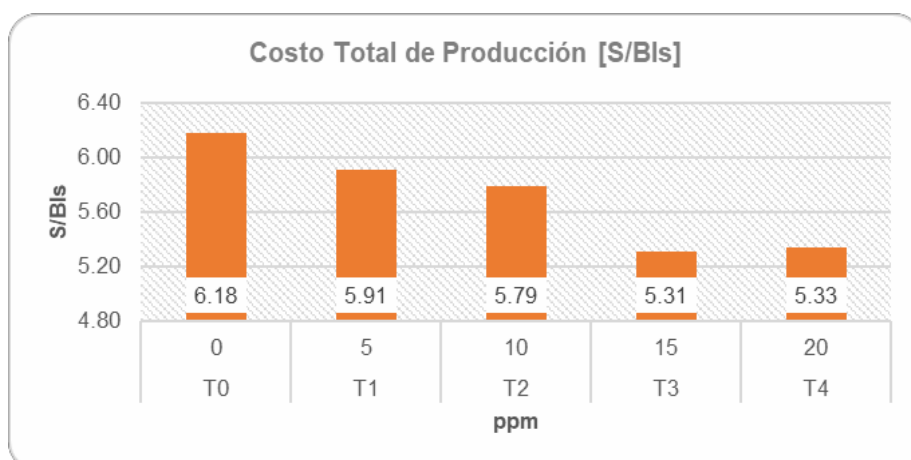
Los costos de producción se evaluaron para cada uno de los tratamientos, Se realizó la sumatoria de soles de cada tipo de gasto durante la aplicación de cada tratamiento.

$$\text{Soles /Bls. Azúcar} = \Sigma \text{Soles} / \text{Bolsa de Azúcar Obtenida}$$

**Tabla 24: Costos de Producción según Tratamientos**

DESCRIPCION	U.M	Tratamientos /ppm				
		T0 0	T1 5	T2 10	T3 15	T4 20
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN</b>	<b>S/Bls</b>	<b>6.18</b>	<b>5.91</b>	<b>5.79</b>	<b>5.31</b>	<b>5.33</b>
Insumos Químicos	Soles	-	170.6	341.2	511.8	682.4
Mano de obra directa	Soles	1,955	1,955	1,955	1,955	1,955
<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>Soles</b>	<b>17,400</b>	<b>16,062</b>	<b>15,392</b>	<b>13,385</b>	<b>13,385</b>
Depreciación	Soles	5,666	5,666	5,666	5,666	5,666
Energía Eléctrica	Soles	3,225	3,225	3,225	3,225	3,225
Energía térmica	Soles	611	611	611	611	611
Carga Fabril	Soles	7,285	6,982	6,800	6,071	6,071
<b>BACTERICIDA PROCIDE BC 800 30H X 225KG</b>	<b>S/Kg</b>	<b>8.53</b>				

El gráfico 26 indica el costo de producción del área de extracción de jugo correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio; se identificó el mejor resultado en el T3 (15 ppm) con un costo de producción de 5.31.



**Gráfico 26: Costo Total de Producción del área de Extracción**

## V. CONCLUSIONES:

Luego de analizar los resultados de la presente investigación se ha obtenido las siguientes conclusiones:

- De los análisis fisicoquímicos realizados los tratamientos con menor inversión de sacarosa fueron (T3:15 ppm) y (T4:20 ppm), los cuales mostraron una menor reducción de Ph, sólidos disueltos y pérdidas de sacarosa con valores de pH de 5.31 y 5.35, Brix de 13.57% y 13.60%, Pol de 12.49% y 12.79 respectivamente frente al blanco con pH de 5.19, Brix de 12.91% y Pol de 10.95%; asimismo presentó menor producción de azúcares reductores y dextranas con valores de 0.63% y 0.60%, 303.33 y 302.50 ppm respectivamente frente al blanco con 0.87% de azúcares reductores y 643 ppm de dextranas.
- Las dosis adecuadas para aplicación del bactericida Procide BC 800 fueron 15 y 20 ppm; las cuales reducen el índice de inversión de sacarosa en el proceso de extracción de jugo hasta 3.65% (T3:15 ppm) y 3.40% (T4:20 ppm), lo que reflejó una disminución de 2.11 y 2.36 puntos porcentuales respectivamente con respecto al blanco que presentó una inversión 5.76%.
- De la evaluación económica realizada a los tratamientos se definió como el mejor tratamiento al (T3:15 ppm) que presentó un costo de producción de 5.31 S/Bls, esto indica una reducción de 0.87 S/Bls frente al blanco (T0: 0 ppm) que tuvo un costo de (6.18 S/Bls), para una producción mensual promedio de 100,000 Bls se genera un ahorro de 87,000 Soles.

## **VI. RECOMENDACIONES:**

- Alternar de manera quincenal el uso del bactericida para evitar la resistencia de los microorganismos.
- Una de las limitaciones de la investigación fue la gran variabilidad de variedades de caña; se debería hacer estudios para reducir la cantidad de variedades y tener una mayor homogeneidad de muestras.
- Seguir incidiendo en los controles de limpieza y sanitización del área.

## VII. BIBLIOGRAFIA:

- Benitez (2011) en "Evaluación De Dos Biocidas E Implicaciones Económicas Del Procedimiento De Sanitización De Jugos De Caña En El Área De Molinos.
- Calero (2009). Factores que inciden en las pérdidas indeterminadas del proceso de elaboración de azúcar TECNICAÑA – VIII congreso de la asociación colombiana de técnicos de la caña de azúcar- Colombia.
- Centro de investigación de la caña de azúcar del ecuador. (2008). La industria azucarera en el Ecuador. <http://www.cincae.org/prueba.htm> actualizado:01/02/08
- Charley, H. (1997), Tecnología de Alimentos Procesos Químicos y Físicos en la Preparación de Alimentos. México - Limusa.
- Chen, J. (2004). Manual De Azúcar De Caña para Fabricantes de Azúcar de Caña y Químicos Especializados- España – Noriega.
- Cloninger C. K. Sug (1967) Perdidas de Azúcar en el Proceso de Elaboración de Azúcar
- Echeverría V. (2006) Producción de Dextrana a Nivel Laboratorio como derivado de la sacarosa usando jugo de caña [Tesis De Graduación]. Guatemala: Universidad De San Carlos De Guatemala. Facultad De Ingeniería.
- Hugot, E. (1967). Manual de Ingeniería Azucarera. Sao Paulo - Brasil.
- Jeanes, Goyal y Col (2004). Proceso de Fabricación de Azúcar. lancem, Vol. (I).
- Laboratory Manual For South African Sugar Factories Including The Official Methods South African Sugar Technologists Association. 3rd Edition. (2005)
- Obsidian. (2010). Biocidas para Ingenios Azucareros. Quito – Ecuador.
- Ortiz, F.; Tobón, L.; Alvarado, A.; Torres, R.; Baez, O. (2008). Revista de La Ingeniería Industria. Disminución De Las Pérdidas De Sacarosa en un Ingenio Azucarero.
- Osorio, G. (2007). Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manufactura en La Producción de Caña.

- Protécnica Ingeniería S.A. (2010.) Control Microbiológico En Ingenios Azucareros. Cali – Colombia.
- Rodriguez, P. (2004e). Manual de cálculo rápido Para la Industria Azucarera la Habana – Cuba Ministerio De Economía y Planificación.
- Rodriguez, E. (2004). La Dextranasa a lo Largo de la Industria Azucarera. Centro De Ingeniería Genética Y Biotecnología.
- Romero (2012) Propuesta De Alternativas Para La Reducción De Pérdidas De Sacarosa En Un Ingenio Azucarero
- Serrano, L. (2006). Determinación de Las poblaciones microbiológicas en el Proceso de Extracción de Jugo de caña de Azúcar en El Ingenio Manuelita S.A. Trabajo De Grado Microbiólogo Industrial, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá – Colombia. [[Http://Www.Javeriana.Edu.Co/Biblos/Tesis/Ciencias/Tesis254.Pdf](http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis254.pdf)].
- Silliker J. H (Chairman), R. P Elliott (Editorial Coordinator), A. C Baird Parker, F. L Bryan, Jhb Christian, Ds Clark, J. C Olson, Jr. Ta. Roberts Acribia S.A. (2003). *Ecología Microbiana De Los Alimentos 2 Productos Alimenticios*. Zaragoza – España.
- Spencer, M. (2007). Manual De Azúcar De Caña. Para Fabricantes De Azúcar De Caña Y Químicos Especializados. Barcelona – España. Montaner Y Simón S.A.
- Sucrose Loss In The Manufacture Of The Cane Sugar. Margaret, A, , Págs. 2192-2201.
- Willett, Hilda, Zinsser Microbiología. Editorial Médica Panamericana S.A. 2ªedición (España 1994)



## **VIII. ANEXOS:**

### **8.1. FICHA TECNICA DE BACTERICIDA Y HOJA DE SEGURIDAD:**



**PROTECNICA INGENIERIA S.A.**  
Especialistas en Ingeniería Química

## FICHA TECNICA

# PROCIDE BC 800 30H

Etilen bis ditiocarbamato de sodio

### Descripción del Producto

El PROCIDE BC 800 30H es un efectivo fungicida y bactericida de uso industrial en torres de enfriamiento con recirculación de agua, condensadores, molinos de caña de azúcar, máquinas productoras de papel, piscinas de enfriamiento por atomización de agua, entre otros. No es recomendable para aguas potables.

El PROCIDE BC 800 30H cumple con los requisitos de la norma FDA 173.320 para uso en el control de microorganismos en la molienda de caña de azúcar.

### Especificaciones

Apariencia	Líquido Amarillo
Ingrediente Activo (%)	30.0 ± 1.0
pH (Directo)	10.0 ± 1.0
Densidad 25°C (g/ml)	1.10 ± 0.02

### Aplicaciones y Guía de Uso

En torres de enfriamiento, utilizar 120 ppm de PROCIDE BC 800 30H repitiendo cada tercer día si hay crecimiento de algas; bajo condiciones controladas aplicar 20 a 40 ppm cada dos o tres días.

En molinos de caña de azúcar, el PROCIDE BC 800 30H se aplica entre 10 y 20 ppm entre el jugo del primer molino (20% a 45%) y el molino final, usando bomba dosificadora.

En pulpa de papel, el PROCIDE BC 800 30H se aplica entre 0.6 y 1.8 con respecto al papel producido.

### Manipulación y Almacenamiento

El PROCIDE BC 800 30H debe manejarse con precaución ya que es un irritante primario de toxicidad moderada. Se recomienda se utilicen delantal, guantes de nitrilo, protector facial y máscara para vapores orgánicos.

Almacénese en condiciones higiénicas, en empaque original y cerrado a temperaturas no superiores a 40°C.

El PROCIDE BC 800 30H tiene una vida útil de dos (2) años después de fabricado.

Remítase a la Hoja de Seguridad (MSDS) para más detalles.

### Presentación

Tambor por 225 kilogramos netos.

El PROCIDE BC 800 30H puede tener los siguientes rótulos:

Kosher Supervisión of America (KSA)

## PROTECNICA INGENIERIA S.A.

Cra 34 13-150 Arroychondo  
Yumbo, Colombia  
Tels.: (57) 2 6902828 / 29 / 30  
Fax: (57) 2 6655350, 6651894  
www.protecnicaing.com

Las recomendaciones y sugerencias de uso dadas se obtuvieron de datos que consideramos fiables, pero en cualquier caso el usuario debe verificarlas por sí mismo antes de su uso. Ninguna de estas infringe las leyes de propiedad intelectual presentes en patentes vigentes en el campo de aplicación.

Agosto 2010

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL**

**PROCIDE BC 800 30H**  
Etilenbis ditiocarbamato de sodio

**1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y LA COMPAÑIA**

**Descripción Comercial** Etilenbis ditiocarbamato de sodio, nabam  
**Fabricante** PROTECNICA INGENIERIA S.A.  
 Carrera 34 No. 13-150 Arroyohondo  
 Yumbo - Valle del Cauca  
 Colombia  
 Teléfono: (57) 2 6902828. Fax: (57) 2 6655350  
 www.protecnicaing.com

**2. COMPOSICIÓN, INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES**

Descripción	Número CAS	Cantidad
Etilenbis ditiocarbamato de sodio	142-59-6	≤ 31 % en peso

**Identificación de Peligros**

**Clasificación según la NFPA (Asociación Nacional de Protección contra Incendios)**

Salud	2	Moderado
Inflamabilidad	0	Insignificante
Reactividad	0	Insignificante
Peligros especiales	Corrosivo	

**3. IDENTIFICACION DE PELIGROS**

**Peligros para la salud humana**

Inhalación	Causa irritaciones al sistema respiratorio. Náuseas.
Piel	Causa serias lesiones en contacto con la piel.
Contacto con los ojos	Causar serias lesiones a los ojos.
Ingestión	Causa lesiones serias al sistema gastrointestinal, tráquea y garganta.

<b>Peligros físicos y químicos</b>	No se ha identificado ninguno.
<b>Peligros ambientales</b>	Contaminante de suelos y aguas.

**4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS**

<b>Inhalación</b>	Lleve a un lugar con aire fresco. Si hay problemas de respiración, de oxígeno por personal calificado y consulte de inmediato al médico.
<b>Piel</b>	Lave con abundante agua y jabón por 15 minutos. Retire y

<b>Contacto con los ojos</b>	deseche la ropa contaminada. Consulte al médico de inmediato. Lave con abundante agua durante 10 a 15 minutos. Consulte al de inmediato al médico y oftalmólogo.
<b>Ingestión</b>	Procure atención médica inmediata. De a beber 3 a 4 vasos de agua; de a beber más líquido si la persona vomita. No induzca al vómito; los cuidados médicos son los mismos para una intoxicación con NABAM.

### 5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

<b>Medios de extinción</b>	Agua, niebla de agua.
<b>Medios de extinción inadecuados</b>	Polvo químico seco, espuma, dióxido de carbono.
<b>Peligros específicos</b>	La descomposición térmica produce vapores tóxicos.
<b>Protección para bomberos</b>	Aparato de respiración autocontenida, vestimenta protectora total.

### 6. MEDIDAS CONTRA ESCAPES ACCIDENTALES

<b>Precauciones personales</b>	Evite contacto con los ojos, piel e inhalación de vapores.
<b>Precauciones ambientales</b>	Minimice la contaminación de drenajes, aguas superficiales y subterráneas.
<b>Métodos de limpieza</b>	Transfiera a recipiente rotulado para su eliminación. Residuos pequeños pueden retirarse con agua.
<b>Otras informaciones</b>	Alertar a la autoridad regulatoria sobre derrames o descargas sin control sobre cursos de agua.

### 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

<b>Manejo</b>	Use gafas de seguridad antisalpicaduras, guantes de butilo o nitrilo, delantal y bata impermeables, botas de caucho. En lugares donde se desconoce la presencia de vapores usar respirador con filtro, de preferencia aparato de respiración autónomo.
<b>Almacenamiento</b>	Almacenar en recipiente original cerrado y a la sombra.
<b>Otras informaciones</b>	Por razones de calidad, evite temperaturas elevadas.
<b>Duración de conservación</b>	1 año desde la fecha de fabricación.

### 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

<b>Medidas de ingeniería</b>	Asegure ventilación mecánica si se forman vapores.
<b>Medidas higiénicas</b>	Debe observarse una buena higiene industrial.
<b>Exposición ocupacional</b>	No hay límites establecidos.
<b>Equipos de protección personal</b>	Precauciones normales de protección, igual que para el manejo de cualquier sustancia química.

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico	Líquido a 25°C
Color	Amarillo
Olor	Fuerte a aminas orgánicas
pH	9.0 – 11.0
Punto de ebullición	100°C
Punto de inflamación	Mayor a 300°C
Inflamabilidad	No aplicable
Temperatura de autoencendido	No hay datos disponibles
Propiedades explosivas	Ninguna
Propiedades oxidantes	Ninguna
Densidad	1.10
Solubilidad en agua	Soluble
Solubilidad en otros ingredientes	Soluble en alcoholes alifáticos
Viscosidad	Menor a 50 cps
Compuestos orgánicos volátiles (VOC)	No volátil a temperatura ambiente

## 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	Estable en condiciones normales
Condiciones a evitar	No se conocen
Materiales a evitar	Ácidos fuertes
Reacciones peligrosas	Ninguna
Productos peligrosos de descomposición	Ninguno

## 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda	Altamente tóxico
Dosis letal media (LD50) oral	Mayor a 4000 mg/kg en ratas
Irritación de la piel	LD50, mayor a 5000 mg/kg en conejos
Irritación ocular	Irritante y corrosivo
Mutagenicidad	Mutaqénico

## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Degradabilidad	No se hidroliza pero se degrada rápidamente en agua en condiciones anaerobias. Se absorbe rápidamente en suelos. Tiene poca tendencia a bioacumularse.
Concentración letal media (LC 50)	6 mg/L en peces (perca)
Concentración efectiva media (EC 50)	No hay datos disponibles a la fecha
Concentración sin efectos observables (NOEC)	No hay datos disponibles a la fecha

### 13. CONSIDERACIONES SOBRE ELIMINACIÓN

Métodos de eliminación      Retorne al fabricante para su reciclado. Contacte a Protecnic Ingenieria S.A.

### 14. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

Clasificación de transporte      Identificación UN 1760  
No debe transportarse junto con alimentos

### 15. INFORMACIÓN REGULATORIA

Comunicación de peligros según la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) de Estados Unidos

### 16. INFORMACIÓN ADICIONAL

Otra información del producto

---

La información contenida aquí se basa en datos considerados exactos y se ofrece únicamente para información, consideración e investigación. Protecnic Ingeniería S.A. no extiende garantías, no hace representaciones y no asume ninguna responsabilidad en lo relativo a la exactitud, integridad o aptitud de estos datos para cualquier uso del comprador. Los datos de esta Hoja de Seguridad se relacionan únicamente con este producto, y no se relacionan con su uso con cualquier otro material o en cualquier proceso. Todos los productos químicos deben utilizarse únicamente por parte de, o bajo la dirección de, personal técnicamente calificado que esté al tanto de los peligros implicados y de la necesidad de cuidados razonables en el manejo. Las regulaciones sobre comunicación de peligros requieren que los empleados estén capacitados sobre cómo utilizar una Hoja de Seguridad como fuente de información sobre peligros.

## **VIII. ANEXOS:**

### **8.2. DETERMINACIÓN DE pH**

# DETERMINACIÓN DEL pH

---

## 1.0 PROPÓSITO

Determinar el grado de acidez o alcalinidad de los materiales del proceso.

## 2.0 ALCANCE

Esta instrucción se utilizará para conocer la acidez o alcalinidad de una muestra líquida.

## 3.0 RESPONSABILIDADES

**3.1 Jefe Div. Control de Calidad.-** Asegura el cumplimiento de la presente instrucción.

**3.2 Supervisor Metrología y Gestión Calidad.-** Realiza las verificaciones y ajustes del pH-metro

**3.3 Analista de Análisis Especiales y Producto Terminado / Analista de Microbiología y Destilería / Analista de Procesos Azúcar.-** Ejecuta los análisis de acuerdo a la presente instrucción.

## 4.0 DEFINICIONES

**El pH:** es un valor que se usa para indicar la acidez o alcalinidad de una determinada solución. Se mide en una escala de 0-14. Si el valor del pH es 7.0 la solución es neutra, si el valor de pH es > 7.0 la solución es básica y si el valor de pH es < 7.0 la solución es ácida. A medida que aumenta el pH de 7.0 la solución será más básica y a medida que disminuya el pH de 7.0 la solución será más ácida.

## 5.0 DOCUMENTOS APLICABLES Y/O ANEXOS

**5.1** Manual del equipo

**5.2** Sistema SAP módulo QM – transacción QE51N –MATERIAL H1700001- OPERACIÓN EXTRACCIÓN, ENCALADO, EVAPORACIÓN, CLARIFICACIÓN. Transacción QA32. Material 36457, 36461 y 36471.

## 6.0 DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS:

### 6.1 EQUIPO

6.1.1 pH-metro.

### 6.2 MATERIALES

6.2.1 Beaker 250 mL.

6.2.2 Frasco lavador.

### 6.3 REACTIVOS

6.3.1 Soluciones Buffer estándar (pH 4, pH 7 ó pH 10)

6.3.2 Agua Destilada

## 7.0 INSTRUCCIONES.

**7.1** Colocar aproximadamente 200 mL. de la muestra en el beaker.

**7.2** Llevar la muestra a temperatura ambiente. Homogenizar.

**7.3** Enjuagar el electrodo con la solución a analizar.

**7.4** Introducir el electrodo en la solución a analizar haciendo movimientos circulares.

**7.5** El bulbo del electrodo debe quedar completamente cubierto con la solución.

**7.6** Esperar hasta que se estabilice la lectura en la pantalla del pH-metro.

**7.7** Leer el valor arrojado.

**7.8** Lavar el electrodo con agua destilada. Es más recomendable dejar el electrodo en agua potable o en una solución igual a la que éste contiene.

**7.9** Revisar diariamente y verificar el pH-metro haciendo uso de una solución buffer estándar.

*\*El pH-metro es verificado y/o ajustado diariamente para asegurar mediciones correctas.*



## 8.0 RESULTADO.

El resultado es el valor que nos arroja el equipo.



## DETERMINACIÓN DEL pH

---

Elaborado por:	Revisado y Aprobado por:
<p data-bbox="363 416 783 506">Claudia Lazarte Noriega <b>Supervisor Metrología y Gestión Calidad</b></p>  <p data-bbox="389 943 756 954">-----</p>	<p data-bbox="839 416 1198 477">Hanz Achar Rojas <b>Jefe Div. Control de Calidad</b></p>  <p data-bbox="868 931 1166 943">-----</p>

## **VIII. ANEXOS:**

### **8.3. DETERMINACIÓN DE BRUX Y POL EN MATERIA**

### 1.0 PROPÓSITO

Determinar el contenido de Brix y pol en materiales azucarados.

### 2.0 ALCANCE

Este documento se aplica a jugos, jarabe, masas, mieles, bagazo y cachaza.

### 3.0 RESPONSABILIDADES

**3.1 Jefe Dpto. Control de Calidad Azúcar y Destilería .-** Asegura el cumplimiento de los análisis de producto en proceso:

- **Supervisor de Procesos Azúcar.-** En caso de desviaciones de los parámetros coordina con el Ingeniero de Procesos para que realice las acciones correctivas correspondientes para jugos, jarabe, masas, mieles, bagazo y cachaza procedentes del proceso de elaboración azúcar.
- **Analista de Procesos Azúcar.-** Ejecuta los análisis a jugos, jarabe, masas, mieles, bagazo y cachaza procedentes del proceso de elaboración azúcar.

**3.2 Jefe Dpto. Control de Calidad Maduración y Materia prima.-** Asegura el cumplimiento de los análisis de brix y pol a jugos procedentes del muestreo de campo y los que ingresan a fábrica:

- **Supervisor de Maduración y Materia Prima: Verifica el cumplimiento de la presente instrucción.**
- **Analista de Maduración.-** Ejecuta los análisis a jugos procedentes del muestreo de los campos en pre-cosecha.
- **Auxiliar de Materia Prima.-** Ejecuta los análisis a los jugos de materia prima que ingresan a fábrica.

### 4.0 DEFINICIONES

#### Principio de los métodos:

**Brix.** El método se basa en la medición del índice de refracción de la muestra y su relación con el contenido de sólidos disueltos (Brix)

El contenido de sólidos disueltos de las soluciones azucaradas se determina utilizando un refractómetro que tiene la conversión directa a valores Brix.

**Pol.** El método se basa en la medición del cambio de la rotación óptica que depende principalmente del contenido de pol de la muestra.

Esta lectura está influenciada por la presencia en la muestra de otras sustancias ópticamente activas y por el procedimiento de clarificación.

### 5.0 DOCUMENTOS APLICABLES Y/O ANEXOS

- 5.1 Manual de Laboratorio para la Industria Azucarera - Técnicaña.
- 5.2 Manual del Azúcar de Caña, James P. Chen, 11ava. Edición.
- 5.3 ICUMSA Methods Book (2009)
- 5.4 Estandarización de los sistemas de medición en los Ingenios Azucareros de Colombia. Métodos: 16, 17,21 -23.
- 5.5 Sistema SAP Módulo QM. Materiales: CAT, H1700001 y H1700014 Transacciones QE51N y QA32.

### 6.0 DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS:

#### 6.1 Equipo

- 6.1.1 Refractómetro digital.
- 6.1.2 Polarímetro
- 6.1.3 Balanza de precisión  $\pm 0.01$  g.
- 6.1.4 Agitador mecánico.

#### 6.2 Materiales

- 6.2.1 Balones volumétricos 250 mL
- 6.2.2 Embudo de cuello corto.
- 6.2.3 Jarras plásticas

- 6.2.4 Vasos de 250 mL.
- 6.2.5 Balón volumétrico 250 mL
- 6.2.6 Papel toalla
- 6.2.7 Espátula.
- 6.2.8 Frasco con tapa de 250 mL.
- 6.2.9 Pipeta volumétrica de 50 mL.
- 6.2.10 Mataraz kohrausch de 200ml
- 6.2.10 Varilla de vidrio.

### 6.3 Reactivos

- 6.3.1 Solución de acetato de plomo 54.3°Brix.
- 6.3.2 Solución de ácido acético 1:4. v/v (20%)

## 7.0 INSTRUCCIONES

### 7.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO %BRIX

#### 7.1.1 Para jugos

- Separar el jugo extraído en un vaso de 250 mL.
- De ser necesario, filtrar la muestra con papel toalla y descartar los primeros 5 mL de filtrado
- Se coloca en la unidad óptica del refractómetro agua destilada para la verificación del CERO.
- Con la ayuda del gotero adicionar en la unidad óptica del refractómetro el jugo filtrado necesario para hacer la determinación, esperar a que la lectura se estabilice.
- Leer el % del Brix que indica del refractómetro y la temperatura si el equipo no tuviera corrección por temperatura.

#### 7.1.2 Para jarabes, masas, mieles y melaza

- Tarar en la balanza de precisión un recipiente de 1000 mL limpio y seco.
- Homogenizar la muestra y en el recipiente de 1000 mL ya tarado pesar según el material (ver cuadro 1)
- Agregar agua destilada (ver cuadro 1) y disolver bien los cristales con ayuda de un agitador de paleta para que no quede material en la base del recipiente.
- Para el caso de la masa C disolver bien los cristales con ayuda de un baño maría a una Temperatura aprox. de 50 °C. Enfriar a temperatura ambiente.
- Llevar a CERO el refractómetro con agua destilada.
- Con la ayuda de un gotero adicionar en la unidad óptica del refractómetro una porción del filtrado, esperar a que la lectura se estabilice si el equipo es automático o ajustar si es manual.
- Registrar la lectura del refractómetro y la temperatura si el equipo no tiene corrección por temperatura.

Cuadro1. Diluciones para materiales en proceso

Material	Dilución (P:P)	Peso material (g)	Peso agua destilada(g)
Jarabe	1:3	100	300
Masas y mieles	1:5	50	250
Melaza	1:1	100	100

*Nota: En caso se utilice la escala de índice de refracción, el ° Brix se obtendrán usando las tablas II*

## 7.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO %POL

### 7.2.1 Para jugos

- Tomar 200 mL de la muestra y colocarlo en un vaso o frasco de 250 mL.
- Añadir 2.0 mL de acetato de plomo líquido y agitar vigorosamente hasta mezclar completamente.
- Filtrar en un vaso empleando papel toalla.
- Colocar en cero el polarímetro utilizando agua destilada.
- Una vez obtenido como mínimo 50 mL del filtrado; llenar el tubo polarimétrico con la muestra filtrada.
- Una vez que establezca la lectura del equipo, registrarlo en el Sistema SAP.

### 7.2.2 Para jarabes, masas, mieles y magmas

- En un frasco con tapa de 250 mL. tomar 200 mL de la solución 1:5 (p/p) (50g material: 250 gramos de agua) utilizada para la determinación del %Brix. Agregar aproximadamente 1 g. de ayuda filtrante (célite); esto es opcional.
- Añadir la cantidad de acetato de plomo líquido para una clarificación eficiente según el Cuadro 2
- Filtrar sobre papel toalla.
- Colocar en CERO el polarímetro utilizando agua destilada.
- Llenar el tubo de polarizar con la muestra filtrada evitando la presencia de burbujas de aire. Anotar el valor de la lectura.

Cuadro 2. Cantidad de acetato líquido a emplear

<b>MATERIAL</b>	<b>Acetato de plomo líquido (ml)</b>
<b>Jarabe</b>	2
<b>Masa A</b>	2
<b>Miel A</b>	4
<b>Masa B</b>	4
<b>Miel B</b>	7
<b>Magma B</b>	2
<b>Masa C</b>	8
<b>Magma C</b>	4

### 7.2.3 Para melaza

- Para la determinación de la pol en melaza pesar 52 g de la dilución 1:1 (P/P) (100 g. de melaza: 100 g. de agua) utilizada para la determinación del brix en un balón volumétrico de 250 mL.
- Agregar 6mL de solución de acetato de plomo de 54.3°Brix y aforar el volumen con agua destilada. Mezclar bien.
- Agitar bien la mezcla y filtrar sobre el papel toalla.
- Descartar los primeros 10 a 15 mL del filtrado.
- Tomar una alícuota de 50 mL de filtrado con una pipeta volumétrica y transferir a un beaker de 250 mL.
- Adicionar 3 mL de agua destilada y 2 mL de solución de ácido acético y mezclar.
- Ajustar a cero del polarímetro con agua destilada.
- Antes de hacer la lectura lavar el tubo del polarímetro dos o tres veces. Llenar el tubo con la muestra evitando la presencia de burbujas de aire y efectuar la lectura de pol en el polarímetro.

### 7.2.4 Para Bagazo

- Uniformizar la muestra de bagazo.
- Tarar la bandeja y pesar 100 + 0.1 g. de bagazo.
- Transferir el bagazo al desintegrador.
- Agregar 1 Kg de agua.
- Fijar la tapa del desintegrador y accionarlo por 30 minutos.
- Colar, presionando el bagazo.
- Del líquido colado transferir 200 mL aproximadamente al beaker
- Agregar 1 – 1.5 mL. de acetato de plomo líquido. Agitar y mezclar bien.
- En otro vaso, filtrar la solución, descartar los primeros 10 a 15 mL del filtrado.
- Llevar el polarímetro a cero.
- Llenar el tubo de polarizar y tomar la lectura del polarímetro.

### 7.2.5 Para Cachaza

- Uniformizar la muestra de la torta en la bandeja.
- Tarar el vaso de precipitación y pesar 50 + 0.1 g. de muestra.
- Adicionar aproximadamente 50 mL de agua.
- Agitar de tal manera que se forme una pasta uniforme.
- Transferir la pasta lavando cuantitativamente al kohlrusch de 200ml con agua.
- Diluir hasta aproximadamente 150 mL con agua y mezclar bien.
- Agregar 2 mL. de solución de acetato de plomo. Mezclar bien.
- Completar el volumen con agua destilada asegurándose de que todo el cuello quede bien lavado libre de restos de la pasta.
- Agitar vigorosamente tapando la boca del kohlrusch.
- Dejar reposar durante 5 minutos.
- Filtrar la solución empleando papel toalla, descartar los primeros 10 a 15 mL del filtrado.
- Lavar el tubo de polarizar con varias porciones del filtrado.
- Llenar el tubo de polarizar y tomar la lectura del polarímetro.

*Nota: En caso se utilice la escala del índice de refracción, el Brix se obtendrá de la tabla II.*

## 8.0 CÁLCULO

### 8.1 Brix

- Jugos  
$$\% \text{ Brix} = \text{Brix observado}$$
  
- Jarabes  
$$\% \text{ Brix} = \text{Brix observado} \times 4$$
  
- Masas, mieles y magmas  
$$\% \text{ Brix} = \text{Brix observado} \times 6$$
  
- Melaza  
$$\% \text{ Brix} = \text{Brix observado} \times 2$$

### 8.2 Pol

- Jugos
  - Para la determinación de %Pol:  
$$\frac{\text{Brix observado}}{\text{Brix observado}} \times 100$$
  
  - Para la determinación de pureza:  
$$\frac{\text{Brix observado}}{\text{Brix observado}} \times 100$$
  
- Jarabes
  - Utilizar la Tabla I para encontrar la densidad a partir del Brix sin multiplicar por el factor 4.
  - Determinar el % Pol de la meladura utilizando la ecuación:  
$$\frac{\text{Brix observado}}{\text{Brix observado}} \times 100$$
  
  - Calcular la pureza de la meladura o licor con la ecuación:  
$$\frac{\text{Brix observado}}{\text{Brix observado}} \times 100$$
  
- Masas, mieles y magmas
  - Utilizar la Tabla I para encontrar la densidad a partir del Brix sin multiplicar por el factor 6.
  - Determinar el % Pol de la muestra diluida 1:5 multiplicando por 6 como se indica en la ecuación la siguiente ecuación:  
$$\frac{\text{Brix observado}}{\text{Brix observado}} \times 100$$

\_\_\_\_\_  
**Nota.-** Para el caso de masa y miel refinada: **% Pol = lectura de pol \* 2**

- Calcular la pureza del material con la ecuación.
- \_\_\_\_\_

- Melaza

- Como en este caso se tomaron dos pesos normal de solución 1:1 en 250 mL el factor de dilución es 2.5 veces. La segunda dilución de 50 mL a 55 mL hace que la dilución total sea de 2.75 veces. Por tanto el % de Pol de la muestra será el valor de la lectura pol obtenido en el polarímetro multiplicado por 2.75.

$$\% \text{ Pol} = \text{Lectura Pol} \times 2.75$$

- Calcular la pureza del material con la ecuación:

- Bagazo

( ) ( )  
\_\_\_\_\_

( ) ( )  
\_\_\_\_\_

*Dónde:*

***W<sub>a</sub>***: *Peso del agua*

***H<sub>b</sub>***: *Humedad del bagazo.*

***W<sub>m</sub>***: *Peso de la muestra.*

- Cachaza

$$\% \text{ Pol} = \text{Lectura del polarímetro}$$

### **SEGURIDAD**

Utilizar mascarilla y guantes



**% BRIX Y POL – DETERMINACIÓN DE BRIX Y POL EN MATERIALES AZUCARADOS**

**9.0 ANEXO**

**TABLA I: “TABLA DE DENSIDAD EN FUNCIÓN DEL BRIX CORREGIDO”**

% Brix	ρ	% Brix	ρ	% Brix	P	% Brix	ρ	% Brix	ρ
0,0	0,99823	4,5	1,01586	9,0	1,03403	13,5	1,05278	18,0	1,07215
0,1	0,99862	4,6	1,01626	9,1	1,03444	13,6	1,05320	18,1	1,07258
0,2	0,99901	4,7	1,01666	9,2	1,03485	13,7	1,05363	18,2	1,07302
0,3	0,99940	4,8	1,01706	9,3	1,03526	13,8	1,05405	18,3	1,07346
0,4	0,99979	4,9	1,01746	9,4	1,03567	13,9	1,05448	18,4	1,07390
0,5	1,00017	5,0	1,01785	9,5	1,03608	14,0	1,05490	18,5	1,07434
0,6	1,00056	5,1	1,01825	9,6	1,03649	14,1	1,05532	18,6	1,07478
0,7	1,00095	5,2	1,01865	9,7	1,03691	14,2	1,05575	18,7	1,07522
0,8	1,00134	5,3	1,01905	9,8	1,03732	14,3	1,05618	18,8	1,07566
0,9	1,00173	5,4	1,01945	9,9	1,03773	14,4	1,05660	18,9	1,07610
1,0	1,00212	5,5	1,01985	10,0	1,03814	14,5	1,05703	19,0	1,07654
1,1	1,00212	5,6	1,02025	10,1	1,03856	14,6	1,05746	19,1	1,07698
1,2	1,00251	5,7	1,02065	10,2	1,03897	14,7	1,05788	19,2	1,07742
1,3	1,00329	5,8	1,02105	10,3	1,03938	14,8	1,05831	19,3	1,07786
1,4	1,00368	5,9	1,02145	10,4	1,03980	14,9	1,05874	19,4	1,07830
1,5	1,00406	6,0	1,02186	10,5	1,04021	15,0	1,05916	19,5	1,07874
1,6	1,00445	6,1	1,02226	10,6	1,04063	15,1	1,05959	19,6	1,07919
1,7	1,00484	6,2	1,02266	10,7	1,04104	15,2	1,06002	19,7	1,07963
1,8	1,00523	6,3	1,02306	10,8	1,04146	15,3	1,06045	19,8	1,08007
1,9	1,00562	6,4	1,02346	10,9	1,04187	15,4	1,06088	19,9	1,08052
2,0	1,00602	6,5	1,02387	11,0	1,04229	15,5	1,06131	20,0	1,08096
2,1	1,00641	6,6	1,02427	11,1	1,04270	15,6	1,06174	20,1	1,08140
2,2	1,0068	6,7	1,02467	11,2	1,04312	15,7	1,06217	20,2	1,08185
2,3	1,00719	6,8	1,02508	11,3	1,04354	15,8	1,06260	20,3	1,08229
2,4	1,00758	6,9	1,02548	11,4	1,04395	15,9	1,06303	20,4	1,08274
2,5	1,00797	7,0	1,02588	11,5	1,04437	16,0	1,06346	20,5	1,08318
2,6	1,00836	7,1	1,02629	11,6	1,04479	16,1	1,06389	20,6	1,08363
2,7	1,00876	7,2	1,02669	11,7	1,04521	16,2	1,06432	20,7	1,08407
2,8	1,00915	7,3	1,02710	11,8	1,04562	16,3	1,06476	20,8	1,08452
2,9	1,00954	7,4	1,02750	11,9	1,04604	16,4	1,06519	20,9	1,08497
3,0	1,00993	7,5	1,02791	12,0	1,04646	16,5	1,06562	21,0	1,08541
3,1	1,01033	7,6	1,02832	12,1	1,04688	16,6	1,06605	21,1	1,08586
3,2	1,01072	7,7	1,02872	12,2	1,04730	16,7	1,06649	21,2	1,08631
3,3	1,01112	7,8	1,02913	12,3	1,04772	16,8	1,06692	21,3	1,08676
3,4	1,01151	7,9	1,02954	12,4	1,04814	16,9	1,06736	21,4	1,08720
3,5	1,01190	8,0	1,02994	12,5	1,04856	17,0	1,06779	21,5	1,08765
3,6	1,01230	8,1	1,03035	12,6	1,04898	17,1	1,06822	21,6	1,08810
3,7	1,01269	8,2	1,03076	12,7	1,04940	17,2	1,06866	21,7	1,08855
3,8	1,01309	8,3	1,03116	12,8	1,04982	17,3	1,06909	21,8	1,08900
3,9	1,01348	8,4	1,03157	12,9	1,05024	17,4	1,06953	21,9	1,08945
4,0	1,01388	8,5	1,03198	13,0	1,05066	17,5	1,06996	22,0	1,08990
4,1	1,01428	8,6	1,03239	13,1	1,05109	17,6	1,07040	22,1	1,09035
4,2	1,01467	8,7	1,03280	13,2	1,05151	17,7	1,07084	22,2	1,09080
4,3	1,01507	8,8	1,03321	13,3	1,05193	17,8	1,07127	22,3	1,09125
4,4	1,01547	8,9	1,03362	13,4	1,05236	17,9	1,07171	22,4	1,09170

**% BRIX Y POL – DETERMINACIÓN DE BRIX Y POL EN MATERIALES AZUCARADOS**

% Brix	ρ	% Brix	ρ	% Brix	P	% Brix	ρ	% Brix	ρ
22,5	1,09216	27,4	1,11470	32,3	1,13805	37,2	1,16224	42,1	1,18729
22,6	1,09261	27,5	1,11517	32,4	1,13853	37,3	1,16274	42,2	1,18781
22,7	1,09306	27,6	1,11564	32,5	1,13902	37,4	1,16324	42,3	1,18834
22,8	1,09351	27,7	1,11610	32,6	1,13951	37,5	1,16375	42,4	1,18886
22,9	1,09397	27,8	1,11657	32,7	1,13999	37,6	1,16425	42,5	1,18938
<b>23,0</b>	1,09442	27,9	1,11704	32,8	1,14048	37,7	1,16476	42,6	1,18990
23,1	1,09487	<b>28,0</b>	1,11751	32,9	1,14098	37,8	1,16526	42,7	1,19042
23,2	1,09533	28,1	1,11798	<b>33,0</b>	1,14145	37,9	1,16576	42,8	1,19095
23,3	1,09578	28,2	1,11845	33,1	1,14194	<b>38,0</b>	1,16627	42,9	1,19147
23,4	1,09624	28,3	1,11892	33,2	1,14243	38,1	1,16678	<b>43,0</b>	1,19199
23,5	1,09669	28,4	1,11940	33,3	1,14292	38,2	1,16728	43,1	1,19252
23,6	1,09715	28,5	1,11987	33,4	1,14340	38,3	1,16779	43,2	1,19304
23,7	1,09760	28,6	1,12034	33,5	1,14389	38,4	1,16829	43,3	1,19356
23,8	1,09806	28,7	1,12081	33,6	1,14438	38,5	1,16880	43,4	1,19409
23,9	1,09851	28,8	1,12128	33,7	1,14487	38,6	1,16931	43,5	1,19462
<b>24,0</b>	1,09897	28,9	1,12176	33,8	1,14536	38,7	1,16982	43,6	1,19524
24,1	1,09943	<b>29,0</b>	1,12223	33,9	1,14585	38,8	1,17032	43,7	1,19567
24,2	1,09989	29,1	1,12270	<b>34,0</b>	1,14634	38,9	1,17083	43,8	1,19619
24,3	1,10034	29,2	1,12318	34,1	1,14684	<b>39,0</b>	1,17134	43,9	1,19672
24,4	1,10080	29,3	1,12365	34,2	1,14733	39,1	1,17185	<b>44,0</b>	1,19725
24,5	1,10126	29,4	1,12413	34,3	1,14780	39,2	1,17236	44,1	1,19778
24,6	1,10172	29,5	1,12460	34,4	1,14831	39,3	1,17287	44,2	1,19830
24,7	1,10218	29,6	1,12508	34,5	1,14880	39,4	1,17338	44,3	1,19883
24,8	1,10264	29,7	1,12556	34,6	1,14930	39,5	1,17389	44,4	1,19936
24,9	1,10310	29,8	1,12603	34,7	1,14979	39,6	1,17440	44,5	1,19989
<b>25,0</b>	1,10356	29,9	1,12651	34,8	1,15029	39,7	1,17491	44,6	1,20042
25,1	1,10402	<b>30,0</b>	1,12698	34,9	1,15078	39,8	1,17542	44,7	1,20095
25,2	1,10448	30,1	1,12746	<b>35,0</b>	1,15128	39,9	1,17594	44,8	1,20148
25,3	1,10494	30,2	1,12794	35,1	1,15177	<b>40,0</b>	1,17645	44,9	1,20201
25,4	1,10540	30,3	1,12842	35,2	1,15220	40,1	1,17696	<b>45,0</b>	1,20254
25,5	1,10586	30,4	1,12890	35,3	1,15276	40,2	1,17747	45,1	1,20307
25,6	1,10632	30,5	1,12937	35,4	1,15326	40,3	1,17799	45,2	1,20360
25,7	1,10679	30,6	1,12985	35,5	1,15375	40,4	1,17850	45,3	1,20414
25,8	1,10725	30,7	1,13033	35,6	1,15425	40,5	1,17901	45,4	1,20467
25,9	1,10771	30,8	1,13081	35,7	1,15475	40,6	1,17953	45,5	1,20520
<b>26,0</b>	1,10818	30,9	1,13129	35,8	1,15524	40,7	1,18004	45,6	1,20573
26,1	1,10864	<b>31,0</b>	1,13177	35,9	1,15574	40,8	1,18056	45,7	1,20627
26,2	1,10910	31,1	1,13225	<b>36,0</b>	1,15624	40,9	1,18108	45,8	1,20680
26,3	1,10957	31,2	1,13274	36,1	1,15674	<b>41,0</b>	1,18159	45,9	1,20734
26,4	1,11003	31,3	1,13322	36,2	1,15724	41,1	1,18211	<b>46,0</b>	1,20787
26,5	1,11050	31,4	1,13370	36,3	1,15773	41,2	1,18262	46,1	1,20840
26,6	1,11096	31,5	1,13418	36,4	1,15823	41,3	1,18314	46,2	1,20894
26,7	1,11143	31,6	1,13466	36,5	1,15873	41,4	1,18366	46,3	1,20948
26,8	1,11190	31,7	1,13515	36,6	1,15923	41,5	1,18418	46,4	1,21001
26,9	1,11236	31,8	1,13563	36,7	1,15973	41,6	1,18470	46,5	1,21055
<b>27,0</b>	1,11283	31,9	1,13611	36,8	1,16023	41,7	1,18522	46,6	1,21109
27,1	1,11330	<b>32,0</b>	1,13660	36,9	1,16073	41,8	1,18573	46,7	1,21162
27,2	1,11376	32,1	1,13708	<b>37,0</b>	1,16124	41,9	1,18625	46,8	1,21216
27,3	1,11423	32,2	1,13756	37,1	1,16174	<b>42,0</b>	1,18677	46,9	1,21270

**% BRIX Y POL – DETERMINACIÓN DE BRIX Y POL EN MATERIALES AZUCARADOS**

% Brix	ρ	% Brix	ρ	% Brix	P	% Brix	ρ	% Brix	ρ
47,0	1,21324	52,0	1,24064	57,0	1,26899	62,0	1,29829	67,0	1,32855
47,1	1,21378	52,1	1,24120	57,1	1,26956	62,1	1,29889	67,1	1,32917
47,2	1,21432	52,2	1,24176	57,2	1,27014	62,2	1,29948	67,2	1,32978
47,3	1,21486	52,3	1,24232	57,3	1,27072	62,3	1,30008	67,3	1,33040
47,4	1,21540	52,4	1,24287	57,4	1,27130	62,4	1,30068	67,4	1,33102
47,5	1,21594	52,5	1,24343	57,5	1,27188	62,5	1,30127	67,5	1,33163
47,6	1,21648	52,6	1,24399	57,6	1,27246	62,6	1,30187	67,6	1,33225
47,7	1,21702	52,7	1,24455	57,7	1,27304	62,7	1,30247	67,7	1,33287
47,8	1,21756	52,8	1,24511	57,8	1,27361	62,8	1,30307	67,8	1,33348
47,9	1,21810	52,9	1,24567	57,9	1,27419	62,9	1,30367	67,9	1,33410
48,0	1,21864	53,0	1,24623	58,0	1,27477	63,0	1,30427	68,0	1,33472
48,1	1,21918	53,1	1,24680	58,1	1,27535	63,1	1,30487	68,1	1,33534
48,2	1,21973	53,2	1,24736	58,2	1,27594	63,2	1,30547	68,2	1,33596
48,3	1,22027	53,3	1,24792	58,3	1,27652	63,3	1,30607	68,3	1,33658
48,4	1,22082	53,4	1,24848	58,4	1,27710	63,4	1,30667	68,4	1,33720
48,5	1,22136	53,5	1,24905	58,5	1,27768	63,5	1,30727	68,5	1,33782
48,6	1,22190	53,6	1,24961	58,6	1,27826	63,6	1,30787	68,6	1,33844
48,7	1,22245	53,7	1,25017	58,7	1,27884	63,7	1,30848	68,7	1,33906
48,8	1,22300	53,8	1,25074	58,8	1,27943	63,8	1,30908	68,8	1,33968
48,9	1,22354	53,9	1,25130	58,9	1,28001	63,9	1,30968	68,9	1,34031
49,0	1,22409	54,0	1,25187	59,0	1,28060	64,0	1,31028	69,0	1,34093
49,1	1,22463	54,1	1,25243	59,1	1,28118	64,1	1,31088	69,1	1,34155
49,2	1,22518	54,2	1,25300	59,2	1,28176	64,2	1,31149	69,2	1,34217
49,3	1,22573	54,3	1,25356	59,3	1,28235	64,3	1,31209	69,3	1,34280
49,4	1,22627	54,4	1,25413	59,4	1,28294	64,4	1,31270	69,4	1,34342
49,5	1,22682	54,5	1,25470	59,5	1,28352	64,5	1,31330	69,5	1,34405
49,6	1,22737	54,6	1,25526	59,6	1,28411	64,6	1,31391	69,6	1,34467
49,7	1,22792	54,7	1,25583	59,7	1,28469	64,7	1,31452	69,7	1,34530
49,8	1,22847	54,8	1,25640	59,8	1,28528	64,8	1,31512	69,8	1,34592
49,9	1,22902	54,9	1,25697	59,9	1,28587	64,9	1,31573	69,9	1,34655
50,0	1,22957	55,0	1,25754	60,0	1,28646	65,0	1,31633	70,0	1,34717
50,1	1,23012	55,1	1,25810	60,1	1,28704	65,1	1,31694	70,1	1,34780
50,2	1,23067	55,2	1,25867	60,2	1,28763	65,2	1,31755	70,2	1,34843
50,3	1,23122	55,3	1,25924	60,3	1,28822	65,3	1,31816	70,3	1,34906
50,4	1,23177	55,4	1,25982	60,4	1,28881	65,4	1,31877	70,4	1,34968
50,5	1,23232	55,5	1,26039	60,5	1,28940	65,5	1,31937	70,5	1,35031
50,6	1,23287	55,6	1,26096	60,6	1,28999	65,6	1,31998	70,6	1,35094
50,7	1,23343	55,7	1,26153	60,7	1,29058	65,7	1,32059	70,7	1,35157
50,8	1,23398	55,8	1,26210	60,8	1,29117	65,8	1,32120	70,8	1,35220
50,9	1,23453	55,9	1,26267	60,9	1,29176	65,9	1,32181	70,9	1,35283
51,0	1,23508	56,0	1,26324	61,0	1,29235	66,0	1,32243	71,0	1,35346
51,1	1,23564	56,1	1,26382	61,1	1,29295	66,1	1,32304	71,1	1,35409
51,2	1,23619	56,2	1,26439	61,2	1,29354	66,2	1,32365	71,2	1,35472
51,3	1,23675	56,3	1,26496	61,3	1,29413	66,3	1,32426	71,3	1,35535
51,4	1,23730	56,4	1,26554	61,4	1,29472	66,4	1,32487	71,4	1,35598
51,5	1,23786	56,5	1,26611	61,5	1,29532	66,5	1,32548	71,5	1,35661
51,6	1,23841	56,6	1,26669	61,6	1,29591	66,6	1,32610	71,6	1,35724
51,7	1,23897	56,7	1,26726	61,7	1,29651	66,7	1,32671	71,7	1,35788
51,8	1,23953	56,8	1,26784	61,8	1,29710	66,8	1,32732	71,8	1,35851
51,9	1,24008	56,9	1,26841	61,9	1,29770	66,9	1,32794	71,9	1,35914

**% BRIX Y POL – DETERMINACIÓN DE BRIX Y POL EN MATERIALES AZUCARADOS**

% Brix	ρ	% Brix	ρ	% Brix	P	% Brix	ρ	% Brix	ρ
<b>72,0</b>	1,35978	<b>77,0</b>	1,39196	<b>82,0</b>	1,42507	<b>87,0</b>	1,45911	<b>92,0</b>	1,49406
72,1	1,36041	77,1	1,39261	82,1	1,42574	87,1	1,45980	92,1	1,49477
72,2	1,36105	77,2	1,39326	82,2	1,42642	87,2	1,46050	92,2	1,49548
72,3	1,36168	77,3	1,39392	82,3	1,42709	87,3	1,46119	92,3	1,49619
72,4	1,36232	77,4	1,39457	82,4	1,42776	87,4	1,46188	92,4	1,49690
72,5	1,36295	77,5	1,39523	82,5	1,42844	87,5	1,46257	92,5	1,49761
72,6	1,36359	77,6	1,39588	82,6	1,42911	87,6	1,46326	92,6	1,49832
72,7	1,36423	77,7	1,39654	82,7	1,42978	87,7	1,46395	92,7	1,49903
72,8	1,36486	77,8	1,39719	82,8	1,43046	87,8	1,46464	92,8	1,49974
72,9	1,36550	77,9	1,39785	82,9	1,43113	87,9	1,46534	92,9	1,50045
<b>73,0</b>	1,36614	<b>78,0</b>	1,39850	<b>83,0</b>	1,43181	<b>88,0</b>	1,46603	<b>93,0</b>	1,50116
73,1	1,36678	78,1	1,39916	83,1	1,43248	88,1	1,46673	93,1	1,50187
73,2	1,36742	78,2	1,39982	83,2	1,43316	88,2	1,46742	93,2	1,50258
73,3	1,36805	78,3	1,40048	83,3	1,43384	88,3	1,46812	93,3	1,50329
73,4	1,36869	78,4	1,40113	83,4	1,43451	88,4	1,46881	93,4	1,50401
73,5	1,36933	78,5	1,40179	83,5	1,43519	88,5	1,46950	93,5	1,50472
73,6	1,36997	78,6	1,40245	83,6	1,43587	88,6	1,47020	93,6	1,50543
73,7	1,37061	78,7	1,40311	83,7	1,43654	88,7	1,47090	93,7	1,50615
73,8	1,37125	78,8	1,40377	83,8	1,43722	88,8	1,47159	93,8	1,50686
73,9	1,37189	78,9	1,40443	83,9	1,43790	88,9	1,47229	93,9	1,50757
<b>74,0</b>	1,37254	<b>79,0</b>	1,40509	<b>84,0</b>	1,43858	<b>89,0</b>	1,47299	<b>94,0</b>	1,50829
74,1	1,37318	79,1	1,40575	84,1	1,43926	89,1	1,47368	94,1	1,50900
74,2	1,37382	79,2	1,40641	84,2	1,43994	89,2	1,47438	94,2	1,50972
74,3	1,37446	79,3	1,40707	84,3	1,44062	89,3	1,47508	94,3	1,51044
74,4	1,37510	79,4	1,40774	84,4	1,44130	89,4	1,47578	94,4	1,51115
74,5	1,37575	79,5	1,40840	84,5	1,44198	89,5	1,47648	94,5	1,51187
74,6	1,37639	79,6	1,40906	84,6	1,44266	89,6	1,47718	94,6	1,51258
74,7	1,37704	79,7	1,40972	84,7	1,44334	89,7	1,47788	94,7	1,51330
74,8	1,37768	79,8	1,41039	84,8	1,44402	89,8	1,47858	94,8	1,51402
74,9	1,37833	79,9	1,41105	84,9	1,44470	89,9	1,47928	94,9	1,51474
<b>75,0</b>	1,37897	<b>80,0</b>	1,41172	<b>85,0</b>	1,44539	<b>90,0</b>	1,47998	<b>95,0</b>	1,51546
75,1	1,37962	80,1	1,41238	85,1	1,44607	90,1	1,48068	95,1	1,51617
75,2	1,38026	80,2	1,41304	85,2	1,44675	90,2	1,48138	95,2	1,51689
75,3	1,38091	80,3	1,41371	85,3	1,44744	90,3	1,48208	95,3	1,51761
75,4	1,38156	80,4	1,41437	85,4	1,44812	90,4	1,48278	95,4	1,51833
75,5	1,38220	80,5	1,41504	85,5	1,44881	90,5	1,48348	95,5	1,51905
75,6	1,38285	80,6	1,41571	85,6	1,44949	90,6	1,48419	95,6	1,51977
75,7	1,38350	80,7	1,41637	85,7	1,45018	90,7	1,48489	95,7	1,52049
75,8	1,38415	80,8	1,41704	85,8	1,45086	90,8	1,48559	95,8	1,52121
75,9	1,38480	80,9	1,41771	85,9	1,45154	90,9	1,48630	95,9	1,52193
<b>76,0</b>	1,38545	<b>81,0</b>	1,41837	<b>86,0</b>	1,45223	<b>91,0</b>	1,48700	<b>96,0</b>	1,52266
76,1	1,38610	81,1	1,41904	86,1	1,45292	91,1	1,48771	96,1	1,52338
76,2	1,38675	81,2	1,41971	86,2	1,45360	91,2	1,48841	96,2	1,52410
76,3	1,38740	81,3	1,42038	86,3	1,45429	91,3	1,48912	96,3	1,52482
76,4	1,38805	81,4	1,42105	86,4	1,45498	91,4	1,48982	96,4	1,52555
76,5	1,38870	81,5	1,42172	86,5	1,45567	91,5	1,49053	96,5	1,52627
76,6	1,38935	81,6	1,42239	86,6	1,45636	91,6	1,49123	96,6	1,52699
76,7	1,39000	81,7	1,42306	86,7	1,45704	91,7	1,49194	96,7	1,52772
76,8	1,39065	81,8	1,42373	86,8	1,45773	91,8	1,49265	96,8	1,52844
76,9	1,39130	81,9	1,42440	86,9	1,45842	91,9	1,49336	96,9	1,52917

**% BRIX Y POL – DETERMINACIÓN DE BRIX Y POL EN MATERIALES AZUCARADOS**

% Brix	ρ	% Brix	ρ	% Brix	P	% Brix	ρ	% Brix	ρ
97,0	1,52989	97,6	1,53425	98,2	1,53862	98,8	1,53862	99,4	1,54739
97,1	1,53062	97,7	1,53498	98,3	1,53935	98,9	1,53935	99,5	1,54813
97,2	1,53134	97,8	1,53570	98,4	1,54008	<b>99,0</b>	1,54008	99,6	1,54886
97,3	1,53207	97,9	1,53643	98,5	1,54081	99,1	1,54081	99,7	1,54960
97,4	1,53279	<b>98,0</b>	1,53716	98,6	1,54154	99,2	1,54154	99,8	1,55033
97,5	1,53352	98,1	1,53789	98,7	1,54227	99,3	1,54227	99,9	1,55106

**TABLA II: Relación entre valor Brix(%) y el índice de refracción (nD)**

%		%		%		%		%	
0	1.332990	10	1.347820	20	1.363840	30	1.381150	40	1.399860
0.1	1.333133	10.1	1.347975	20.1	1.364007	30.1	1.381331	40.1	1.400055
0.2	1.333276	10.2	1.348130	20.2	1.364174	30.2	1.381512	40.2	1.400250
0.3	1.333419	10.3	1.348285	20.3	1.364341	30.3	1.381693	40.3	1.400445
0.4	1.333562	10.4	1.348440	20.4	1.364508	30.4	1.381874	40.4	1.400640
0.5	1.333705	10.5	1.348595	20.5	1.364675	30.5	1.382055	40.5	1.400835
0.6	1.333848	10.6	1.348750	20.6	1.364842	30.6	1.382236	40.6	1.401030
0.7	1.333991	10.7	1.348905	20.7	1.365009	30.7	1.382417	40.7	1.401225
0.8	1.334134	10.8	1.349060	20.8	1.365176	30.8	1.382598	40.8	1.401420
0.9	1.334277	10.9	1.349215	20.9	1.365343	30.9	1.382779	40.9	1.401615
1	1.334420	11	1.349370	21	1.365510	31	1.382960	41	1.401810
1.1	1.334564	11.1	1.349526	21.1	1.365679	31.1	1.383142	41.1	1.402007
1.2	1.334708	11.2	1.349682	21.2	1.365848	31.2	1.383324	41.2	1.402204
1.3	1.334852	11.3	1.349838	21.3	1.366017	31.3	1.383506	41.3	1.402401
1.4	1.334996	11.4	1.349994	21.4	1.366186	31.4	1.383688	41.4	1.402598
1.5	1.335140	11.5	1.350150	21.5	1.366355	31.5	1.383870	41.5	1.402795
1.6	1.335284	11.6	1.350306	21.6	1.366524	31.6	1.384052	41.6	1.402992
1.7	1.335428	11.7	1.350462	21.7	1.366693	31.7	1.384234	41.7	1.403189
1.8	1.335572	11.8	1.350618	21.8	1.366862	31.8	1.384416	41.8	1.403386
1.9	1.335716	11.9	1.350774	21.9	1.367031	31.9	1.384598	41.9	1.403583
2	1.335860	12	1.350930	22	1.367200	32	1.384780	42	1.403780
2.1	1.336006	12.1	1.362188	22.1	1.367369	32.1	1.384963	42.1	1.403978
2.2	1.336152	12.2	1.373446	22.2	1.367538	32.2	1.385146	42.2	1.404176
2.3	1.336298	12.3	1.384703	22.3	1.367707	32.3	1.385329	42.3	1.404374
2.4	1.336444	12.4	1.395961	22.4	1.367876	32.4	1.385512	42.4	1.404572
2.5	1.33659	12.5	1.407219	22.5	1.368045	32.5	1.385695	42.5	1.404770
2.6	1.336736	12.6	1.418477	22.6	1.368214	32.6	1.385878	42.6	1.404968
2.7	1.336882	12.7	1.429734	22.7	1.368383	32.7	1.386061	42.7	1.405166
2.8	1.337028	12.8	1.440992	22.8	1.368552	32.8	1.386244	42.8	1.405364
2.9	1.337174	12.9	1.452250	22.9	1.368721	32.9	1.386427	42.9	1.405562
3	1.33732	13	1.352500	23	1.368890	33	1.386610	43	1.405760
3.1	1.337467	13.1	1.362904	23.1	1.369061	33.1	1.386795	43.1	1.405960
3.2	1.337614	13.2	1.373308	23.2	1.369232	33.2	1.386980	43.2	1.406160
3.3	1.337761	13.3	1.383712	23.3	1.369403	33.3	1.387165	43.3	1.406360
3.4	1.337908	13.4	1.394115	23.4	1.369574	33.4	1.387350	43.4	1.406560
3.5	1.338055	13.5	1.404519	23.5	1.369745	33.5	1.387535	43.5	1.406760
3.6	1.338202	13.6	1.414923	23.6	1.369916	33.6	1.387720	43.6	1.406960
3.7	1.338349	13.7	1.425327	23.7	1.370087	33.7	1.387905	43.7	1.407160
3.8	1.338496	13.8	1.435731	23.8	1.370258	33.8	1.388090	43.8	1.407360
3.9	1.338643	13.9	1.446135	23.9	1.370429	33.9	1.388275	43.9	1.407560
4	1.33879	14	1.354080	24	1.370600	34	1.388460	44	1.407760
4.1	1.338937	14.1	1.363752	24.1	1.370773	34.1	1.388646	44.1	1.407962
4.2	1.339084	14.2	1.373424	24.2	1.370946	34.2	1.388832	44.2	1.408164
4.3	1.339231	14.3	1.383096	24.3	1.371119	34.3	1.389018	44.3	1.408366

**% BRIX Y POL – DETERMINACIÓN DE BRIX Y POL EN MATERIALES AZUCARADOS**

4.4	1.339378	14.4	1.392768	24.4	1.371292	34.4	1.389204	44.4	1.408568
4.5	1.339525	14.5	1.402440	24.5	1.371465	34.5	1.389390	44.5	1.408770
4.6	1.339672	14.6	1.412112	24.6	1.371638	34.6	1.389576	44.6	1.408972
4.7	1.339819	14.7	1.421784	24.7	1.371811	34.7	1.389762	44.7	1.409174
4.8	1.339966	14.8	1.431456	24.8	1.371984	34.8	1.389948	44.8	1.409376
4.9	1.340113	14.9	1.441128	24.9	1.372157	34.9	1.390134	44.9	1.409578
5	1.340260	15	1.355680	25	1.372330	35	1.390320	45	1.409780
5.1	1.340409	15.1	1.355841	25.1	1.372503	35.1	1.390508	45.1	1.409983
5.2	1.340558	15.2	1.356002	25.2	1.372676	35.2	1.390696	45.2	1.410186
5.3	1.340707	15.3	1.356163	25.3	1.372849	35.3	1.390884	45.3	1.410389
5.4	1.340856	15.4	1.356324	25.4	1.373022	35.4	1.391072	45.4	1.410592
5.5	1.341005	15.5	1.356485	25.5	1.373195	35.5	1.391260	45.5	1.410795
5.6	1.341154	15.6	1.356646	25.6	1.373368	35.6	1.391448	45.6	1.410998
5.7	1.341303	15.7	1.356807	25.7	1.373541	35.7	1.391636	45.7	1.411201
5.8	1.341452	15.8	1.356968	25.8	1.373714	35.8	1.391824	45.8	1.411404
5.9	1.341601	15.9	1.357129	25.9	1.373887	35.9	1.392012	45.9	1.411607
6	1.341750	16	1.357290	26	1.374060	36	1.392200	46	1.411810
6.1	1.341900	16.1	1.357452	26.1	1.374236	36.1	1.392389	46.1	1.412014
6.2	1.342050	16.2	1.357614	26.2	1.374412	36.2	1.392578	46.2	1.412218
6.3	1.342200	16.3	1.357776	26.3	1.374588	36.3	1.392767	46.3	1.412422
6.4	1.342350	16.4	1.357938	26.4	1.374764	36.4	1.392956	46.4	1.412626
6.5	1.342500	16.5	1.358100	26.5	1.374940	36.5	1.393145	46.5	1.412830
6.6	1.342650	16.6	1.358262	26.6	1.375116	36.6	1.393334	46.6	1.413034
6.7	1.342800	16.7	1.358424	26.7	1.375292	36.7	1.393523	46.7	1.413238
6.8	1.342950	16.8	1.358586	26.8	1.375468	36.8	1.393712	46.8	1.413442
6.9	1.343100	16.9	1.358748	26.9	1.375644	36.9	1.393901	46.9	1.413646
7	1.343250	17	1.358910	27	1.375820	37	1.394090	47	1.413850
7.1	1.343402	17.1	1.359073	27.1	1.375996	37.1	1.394281	47.1	1.414057
7.2	1.343554	17.2	1.359236	27.2	1.376172	37.2	1.394472	47.2	1.414264
7.3	1.343706	17.3	1.359399	27.3	1.376348	37.3	1.394663	47.3	1.414471
7.4	1.343858	17.4	1.359562	27.4	1.376524	37.4	1.394854	47.4	1.414678
7.5	1.344010	17.5	1.359725	27.5	1.376700	37.5	1.395045	47.5	1.414885
7.6	1.344162	17.6	1.359888	27.6	1.376876	37.6	1.395236	47.6	1.415092
7.7	1.344314	17.7	1.360051	27.7	1.377052	37.7	1.395427	47.7	1.415299
7.8	1.344466	17.8	1.360214	27.8	1.377228	37.8	1.395618	47.8	1.415506
7.9	1.344618	17.9	1.360377	27.9	1.377404	37.9	1.395809	47.9	1.415713
8	1.344770	18	1.360540	28	1.377580	38	1.396000	48	1.415920
8.1	1.344922	18.1	1.360704	28.1	1.377758	38.1	1.396192	48.1	1.416127
8.2	1.345074	18.2	1.360868	28.2	1.377936	38.2	1.396384	48.2	1.416334
8.3	1.345226	18.3	1.361032	28.3	1.378114	38.3	1.396576	48.3	1.416541
8.4	1.345378	18.4	1.361196	28.4	1.378292	38.4	1.396768	48.4	1.416748
8.5	1.345530	18.5	1.361360	28.5	1.378470	38.5	1.396960	48.5	1.416955
8.6	1.345682	18.6	1.361524	28.6	1.378648	38.6	1.397152	48.6	1.417162

**% BRIX Y POL – DETERMINACIÓN DE BRIX Y POL EN MATERIALES AZUCARADOS**

%		%		%		%		%	
8.7	1.345834	18.7	1.361688	28.7	1.378826	38.7	1.397344	48.7	1.417369
8.8	1.345986	18.8	1.361852	28.8	1.379004	38.8	1.397536	48.8	1.417576
8.9	1.346138	18.9	1.362016	28.9	1.379182	38.9	1.397728	48.9	1.417783
9	1.346290	19	1.362180	29	1.379360	39	1.397920	49	1.417990
9.1	1.346443	19.1	1.362346	29.1	1.379539	39.1	1.398114	49.1	1.418200
9.2	1.346596	19.2	1.362512	29.2	1.379718	39.2	1.398308	49.2	1.418410
9.3	1.346749	19.3	1.362678	29.3	1.379897	39.3	1.398502	49.3	1.418620
9.4	1.346902	19.4	1.362844	29.4	1.380076	39.4	1.398696	49.4	1.418830
9.5	1.347055	19.5	1.363010	29.5	1.380255	39.5	1.398890	49.5	1.419040
9.6	1.347208	19.6	1.363176	29.6	1.380434	39.6	1.399084	49.6	1.419250
9.7	1.347361	19.7	1.363342	29.7	1.380613	39.7	1.399278	49.7	1.419460
9.8	1.347514	19.8	1.363508	29.8	1.380792	39.8	1.399472	49.8	1.419670
9.9	1.347667	19.9	1.363674	29.9	1.380971	39.9	1.399666	49.9	1.419880



%		%		%		%		%	
50	1.420090	59.9	1.274848	69.9	1.482113	79.9	1.490450	89.9	1.517420
50.1	1.420301	60	1.441930	70	1.465460	80	1.490710	90	1.517700
50.2	1.420512	60.1	1.422227	70.1	1.465704	80.1	1.490972	90.1	1.517980
50.3	1.420723	60.2	1.402525	70.2	1.465948	80.2	1.491234	90.2	1.518260
50.4	1.420934	60.3	1.382822	70.3	1.466192	80.3	1.491496	90.3	1.518540
50.5	1.421145	60.4	1.363120	70.4	1.466436	80.4	1.491758	90.4	1.518820
50.6	1.421356	60.5	1.343417	70.5	1.466680	80.5	1.492020	90.5	1.519100
50.7	1.421567	60.6	1.323714	70.6	1.466924	80.6	1.492282	90.6	1.519380
50.8	1.421778	60.7	1.304012	70.7	1.467168	80.7	1.492544	90.7	1.519660
50.9	1.421989	60.8	1.284309	70.8	1.467412	80.8	1.492806	90.8	1.519940
51	1.422200	60.9	1.264607	70.9	1.467656	80.9	1.493068	90.9	1.520220
51.1	1.422412	61	1.444200	71	1.467900	81	1.493330	91	1.520500
51.2	1.422624	61.1	1.423155	71.1	1.468147	81.1	1.493594	91.1	1.520780
51.3	1.422836	61.2	1.402110	71.2	1.468394	81.2	1.493858	91.2	1.521060
51.4	1.423048	61.3	1.381065	71.3	1.468641	81.3	1.494122	91.3	1.521340
51.5	1.423260	61.4	1.360019	71.4	1.468888	81.4	1.494386	91.4	1.521620
51.6	1.423472	61.5	1.338974	71.5	1.469135	81.5	1.494650	91.5	1.521900
51.7	1.423684	61.6	1.317929	71.6	1.469382	81.6	1.494914	91.6	1.522180
51.8	1.423896	61.7	1.296884	71.7	1.469629	81.7	1.495178	91.7	1.522460
51.9	1.424108	61.8	1.275839	71.8	1.469876	81.8	1.495442	91.8	1.522740
52	1.424320	61.9	1.254794	71.9	1.470123	81.9	1.495706	91.9	1.523020
52.1	1.424535	62	1.446500	72	1.470370	82	1.495970	92	1.523300
52.2	1.424750	62.1	1.424157	72.1	1.470618	82.1	1.496235	92.1	1.523580
52.3	1.424965	62.2	1.401813	72.2	1.470866	82.2	1.496500	92.2	1.523860
52.4	1.425180	62.3	1.379470	72.3	1.471114	82.3	1.496765	92.3	1.524140
52.5	1.425395	62.4	1.357126	72.4	1.471362	82.4	1.497030	92.4	1.524420
52.6	1.425610	62.5	1.334783	72.5	1.471610	82.5	1.497295	92.5	1.524700
52.7	1.425825	62.6	1.312439	72.6	1.471858	82.6	1.497560	92.6	1.524980
52.8	1.426040	62.7	1.290096	72.7	1.472106	82.7	1.497825	92.7	1.525260
52.9	1.426255	62.8	1.267752	72.8	1.472354	82.8	1.498090	92.8	1.525540
53	1.426470	62.9	1.245409	72.9	1.472602	82.9	1.498355	92.9	1.525820
53.1	1.426686	63	1.448810	73	1.472850	83	1.498620	93	1.526100
53.2	1.426902	63.1	1.425210	73.1	1.473100	83.1	1.498887	93.1	1.526380
53.3	1.427118	63.2	1.401611	73.2	1.473350	83.2	1.499154	93.2	1.526660
53.4	1.427334	63.3	1.378011	73.3	1.473600	83.3	1.499421	93.3	1.526940
53.5	1.427550	63.4	1.354411	73.4	1.473850	83.4	1.499688	93.4	1.527220
53.6	1.427766	63.5	1.330811	73.5	1.474100	83.5	1.499955	93.5	1.527500
53.7	1.427982	63.6	1.307212	73.6	1.474350	83.6	1.500222	93.6	1.527780
53.8	1.428198	63.7	1.283612	73.7	1.474600	83.7	1.500489	93.7	1.528060
53.9	1.428414	63.8	1.260012	73.8	1.474850	83.8	1.500756	93.8	1.528340
54	1.428630	63.9	1.236412	73.9	1.475100	83.9	1.501023	93.9	1.528620
54.1	1.428847	64	1.451130	74	1.475350	84	1.501290	94	1.528900
54.2	1.429064	64.1	1.426314	74.1	1.475602	84.1	1.501559	94.1	1.529190
54.3	1.429281	64.2	1.401498	74.2	1.475854	84.2	1.501828	94.2	1.529480

**% BRIX Y POL – DETERMINACIÓN DE BRIX Y POL EN MATERIALES AZUCARADOS**

54.4	1.429498	64.3	1.37668	74.3	1.476106	84.3	1.5021	94.3	1.52977
54.5	1.429715	64.4	1.35187	74.4	1.476358	84.4	1.5024	94.4	1.53006
54.6	1.429932	64.5	1.32705	74.5	1.476610	84.5	1.5026	94.5	1.53035
54.7	1.430149	64.6	1.30223	74.6	1.476862	84.6	1.5029	94.6	1.53064
54.8	1.430366	64.7	1.27742	74.7	1.477114	84.7	1.5032	94.7	1.53093
54.9	1.430583	64.8	1.25260	74.8	1.477366	84.8	1.5034	94.8	1.53122
55	1.430800	64.9	1.22779	74.9	1.477618	84.9	1.5037	94.9	1.53151
55.1	1.431019	65	1.45348	75	1.477870	85	1.5040	95	1.53180
55.2	1.431238	65.1	1.42749	75.1	1.478123	85.1	1.5043		
55.3	1.431457	65.2	1.40149	75.2	1.478376	85.2	1.5045		
55.4	1.431676	65.3	1.37550	75.3	1.478629	85.3	1.5048		
55.5	1.431895	65.4	1.34950	75.4	1.478882	85.4	1.5051		
55.6	1.432114	65.5	1.32351	75.5	1.479135	85.5	1.5053		
55.7	1.432333	65.6	1.29752	75.6	1.479388	85.6	1.5056		
55.8	1.432552	65.7	1.27152	75.7	1.479641	85.7	1.5059		
55.9	1.432771	65.8	1.24553	75.8	1.479894	85.8	1.5062		
56	1.432990	65.9	1.21953	75.9	1.480147	85.9	1.5064		
56.1	1.433211	66	1.45584	76	1.480400	86	1.5067		
56.2	1.433432	66.1	1.42870	76.1	1.480655	86.1	1.5070		
56.3	1.433653	66.2	1.40157	76.2	1.480910	86.2	1.5072		
56.4	1.433874	66.3	1.37443	76.3	1.481165	86.3	1.5075		
56.5	1.434095	66.4	1.34730	76.4	1.481420	86.4	1.5078		
56.6	1.434316	66.5	1.32016	76.5	1.481675	86.5	1.5081		
56.7	1.434537	66.6	1.29303	76.6	1.481930	86.6	1.5083		
56.8	1.434758	66.7	1.26589	76.7	1.482185	86.7	1.5086		
56.9	1.434979	66.8	1.23876	76.8	1.482440	86.8	1.5089		
57	1.435200	66.9	1.21162	76.9	1.482695	86.9	1.5091		
57.1	1.435423	67	1.45822	77	1.482950	87	1.5094		
57.2	1.435646	67.1	1.46040	77.1	1.483207	87.1	1.5097		
57.3	1.435869	67.2	1.46257	77.2	1.483464	87.2	1.5099		
57.4	1.436092	67.3	1.46475	77.3	1.483721	87.3	1.5102		
57.5	1.436315	67.4	1.46693	77.4	1.483978	87.4	1.5105		
57.6	1.436538	67.5	1.46910	77.5	1.484235	87.5	1.5108		
57.7	1.436761	67.6	1.47128	77.6	1.484492	87.6	1.5110		
57.8	1.436984	67.7	1.47346	77.7	1.484749	87.7	1.5113		
57.9	1.437207	67.8	1.47563	77.8	1.485006	87.8	1.5116		
58	1.437430	67.9	1.47781	77.9	1.485263	87.9	1.5118		
58	1.437430	68	1.46061	78	1.485520	88	1.5121		
58.1	1.437654	68.1	1.46276	78.1	1.485779	88.1	1.5124		
58.2	1.420809	68.2	1.46491	78.2	1.486038	88.2	1.5127		
58.3	1.403963	68.3	1.46705	78.3	1.486297	88.3	1.5129		
58.4	1.387118	68.4	1.46920	78.4	1.486556	88.4	1.5132		
58.5	1.370273	68.5	1.47135	78.5	1.486815	88.5	1.5135		

58.6	1.35343	68.6	1.47350	78.6	1.48707	88.6	1.51378
58.7	1.33658	68.7	1.47565	78.7	1.48733	88.7	1.51406
58.8	1.31974	68.8	1.47779	78.8	1.48759	88.8	1.51434
58.9	1.30289	68.9	1.47994	78.9	1.48785	88.9	1.51462
59	1.43967	69	1.46303	79	1.48811	89	1.51490
59.1	1.42136	69.1	1.46515	79.1	1.48837	89.1	1.51518
59.2	1.40304	69.2	1.46727	79.2	1.48863	89.2	1.51546
59.3	1.38473	69.3	1.46939	79.3	1.48889	89.3	1.51574
59.4	1.36642	69.4	1.47151	79.4	1.48915	89.4	1.51602
59.5	1.34810	69.5	1.47363	79.5	1.48941	89.5	1.51630
59.6	1.32979	69.6	1.47575	79.6	1.48967	89.6	1.51658
59.7	1.31148	69.7	1.47787	79.7	1.48993	89.7	1.51686
59.8	1.29316	69.8	1.47999	79.8	1.49019	89.8	1.51714



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
<p>Silvana Delgado Chang <b>Jefe Dpto. Control de Calidad Maduración y Materia Prima</b></p>	<p>Elvis Sánchez Sandoval <b>Jefe Dpto. Control de Calidad Azúcar y Destilería</b></p>  <p>-----</p>	<p>Hanz Achtar Rojas <b>Jefe Div. Control de Calidad</b></p>  <p>-----</p>
<p>Lucía Jave Rojas <b>Supervisor de Metrología y Gestión Calidad</b></p>  <p>-----</p>		

DOCUMENTO CONTROLADO

## **VIII. ANEXOS:**

### **8.4. DETERMINACIÓN DE AZUCARES REDUCTORES**

## **1.0 PROPÓSITO**

Describe el método para determinar el contenido de azúcares reductores en diferentes tipos de jugos.

## **2.0 ALCANCE**

El presente documento aplica para jugos provenientes del Control de Maduración, Materia Prima y Procesos (Jugos de Caña, Jugos extraídos del Molino y Jugo Clarificado).

## **3.0 RESPONSABILIDADES**

**3.1 Jefe Div. Control de Calidad.**-Asegura el cumplimiento de la presente instrucción.

**3.2 Jefe de Dpto. Control de Calidad Azúcar y Destilería/ Jefe Dpto. Control de Calidad Maduración y Materia Prima:** *Asegura la calidad de los resultados obtenidos y verifica el cumplimiento de la presente instrucción.*

**3.3 Analista de Materia Prima/Auxiliar de Materia Prima/Analista de Maduración/Auxiliar de Muestreo/Analista Procesos de Azúcar.**- Ejecuta los análisis de acuerdo a la presente instrucción.

**3.4 Supervisor Procesos de Azúcar.**- En caso de desviaciones de los parámetros coordina con el Ingeniero de Procesos para que realice las acciones correctivas correspondientes.

## **4.0 DEFINICIONES**

### **Principio del Método**

El método se basa en la propiedad que tienen algunos azúcares de oxidarse causando la reducción de iones metálicos como el cobre (II) presente en una solución alcalina de sulfato de cobre como principal agente reductor. Se determina por volumetría la cantidad de azúcares reductores presentes.

## **5.0 DOCUMENTOS APLICABLES Y/O ANEXOS**

**5.1** Manual de Laboratorio para la Industria Azucarera - Técnicaña.

**5.2** Manual del Azúcar de Caña, James P. Chen, 11ava. Edición, 1997

**5.3** ICUMSA Methods Book (1994) with First Supplement (1998)

**5.4** Anexo 01: Sustancias reductoras en jugos por el método rápido de Lane y Eynon

**5.5** Sistema SAP. Módulo QM. Transacción QE51N y QA32

## **6.0 DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS:**

### **6.1 Equipos**

6.1.1 Hornilla eléctrica.

### **6.2 Materiales**

6.2.1 Matraz Erlenmeyer de 250 mL.

6.2.2 Bureta de 50 mL.

6.2.3 Pinza.

### **6.2 Reactivos**

6.2.1 Solución de tartrato de sodio y potasio (Fehling B).

6.2.2 Solución de sulfato de cobre estandarizada (Fehling A).

6.2.3 Azul de Metileno al 1%.

## **7.0 INSTRUCCIONES.**

**7.1** Cuando la muestra no es analizada inmediatamente después de su recolección, es necesario refrigerarla.

**7.2** La muestra deberá analizarse lo más rápido posible y filtrarse hasta obtener aproximadamente 50 mL de jugo, si la solución presenta turbidez que interfiera en el análisis.

**7.3** Colocar 5 ml de solución fehling A y 5 ml de solución de fehling B en el matraz. Mezclar.

**7.4** Llenar la bureta con jugo previamente filtrado.

**7.5** Colocar el matraz Erlenmeyer en la hornilla eléctrica.

**7.6** Añadir de 2 a 3 mL de jugo. La cantidad requerida en este punto puede variar dependiendo de la cantidad presente de azúcares reductores.

**7.7** Mezclar el contenido del matraz

**7.8** Calentar rápidamente hasta ebullición.

**AZÚCARES REDUCTORES – DETERMINACIÓN EN JUGOS POR EL MÉTODO RÁPIDO DE LANE Y EYNON**

- 7.9 Añadir de 3 a 4 gotas de solución de azul de metileno, la solución debe presentar una coloración azul; lo contrario indica que se utilizó mucho jugo. En este caso se descarta la solución y se comienza de nuevo el procedimiento desde el punto 7.3 con menos cantidad de jugo.
- 7.10 Colocar la bureta que contiene el jugo a unos 5 cm del cuello del matraz y mientras el contenido ebulle añadir jugo gota a gota hasta que la coloración azul haya desaparecido completamente.  
Esta adición final de jugo debe completarse un minuto después de haber adicionado el azul de metileno. Registrar el dato.
- 7.11 Si el gasto del jugo en la titulación es menor o igual a 2 mL, se debe realizar una dilución 1:1 de jugo con agua destilada y se ejecuta nuevamente el procedimiento desde el punto 7.3

**8.0 Resultado.**

El porcentaje de azúcares reductores se encuentra refiriéndose al cuadro 7 del Manual de Laboratorio para la Industria Azucarera - Técnicaña. (Anexo 01). Registrar resultado.

**CÁLCULO**

Ejemplo:

Muestra requerida en la titulación: 10.6 ml

Refiriéndose al Cuadro 7 del manual citado, una titulación de 10.6 ml. indica 0.44 % de sustancias reductoras.

Si la titulación requiere más de 20 ml. de muestra, dividir la cantidad de ml. de muestra usada por diez, referirse al Cuadro 7 y dividir el porcentaje indicado por diez.

Ejemplo:

**Titulación total requerida: 26 ml**

26

----- = 2.6, y el porcentaje del cuadro 7 equivale a: 1.80

10

1.8

Luego: ----- = 0.18 % de azúcares reductores

10



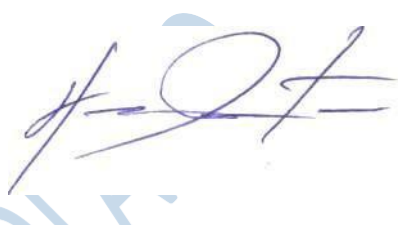
**9.0 ANEXO**

**Anexo 01:** Sustancias reductoras en jugos por el método rápido de Lane y Eynon

c.c.	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
				<b>SUSTANCIAS REDUCTORAS %</b>						
2	2.37	2.24	2.12	2.03	1.95	1.87	1.80	1.73	1.67	1.61
3	1.56	1.52	1.47	1.43	1.39	1.35	1.31	1.27	1.24	1.21
4	1.17	1.14	1.11	1.08	1.05	1.03	1.01	0.99	0.97	0.95
5	0.93	0.91	0.90	0.88	0.86	0.85	0.84	0.82	0.80	0.79
6	0.78	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68
7	0.67	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.63	0.62	0.61	0.60
8	0.59	0.58	0.57	0.56	0.56	0.55	0.54	0.54	0.53	0.53
9	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	0.48	0.48	0.47	0.47
10	0.47	0.46	0.46	0.45	0.45	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43
11	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.39
12	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.37	0.36
13	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34
14	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31
15	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.29
16	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28

**AZÚCARES REDUCTORES – DETERMINACIÓN EN JUGOS POR EL MÉTODO RÁPIDO DE LANE Y EYNON**

17	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26
18	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
19	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
20	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
<p>Lucía Jave Rojas <b>Supervisor de Metrología y Gestión de Calidad</b></p>  <p>-----</p>	<p>Elvis Sánchez Sandoval <b>Jefe Control de Calidad Azúcar y Destilería</b></p>  <p>-----</p>	<p>Hanz Achar Rojas <b>Jefe Div Control de Calidad</b></p>  <p>-----</p>
	<p>Silvana Delgado Chang <b>Jefe Dpto. Control de Calidad Maduración y MP</b></p>	

## **VIII. ANEXOS:**

### **8.5. DETERMINACIÓN DE DEXTRANAS**

# DETERMINACIÓN DE DEXTRANA

---

## 1.0 PROPÓSITO

Determinar el contenido de dextrana en los diferentes tipos de muestras que son obtenidas durante el proceso de fabricación del azúcar.

## 2.0 ALCANCE

Este documento es aplicable a jugos, jarabes, mieles y masas.

## 3.0 RESPONSABILIDADES

**3.1 Jefe de División de Control de Calidad.-** Asegura el cumplimiento de la presente instrucción.

**3.2 Jefes de Dpto. Control de Calidad.-** Asegura la calidad de los resultados obtenidos y verifica el cumplimiento de la presente instrucción.

**3.3 Supervisores, analistas y/o auxiliares de Control de Calidad.-** Ejecuta los ensayos de acuerdo a la presente instrucción.

## 4.0 DEFINICIONES

Las dextranas son polisacáridos de elevado peso molecular, formados por glucosas unidas por enlaces  $\alpha$ -1.6, con ramificaciones enlazadas  $\alpha$ -1.3 aunque también puede presentar otras unidas  $\alpha$ -1.2 o  $\alpha$ -1.4. Las dextranas no son compuestos propios de la caña, pero son sintetizadas por algunos microorganismos a partir de la sacarosa, el más importante es el *Leuconostoc mesenteroides*.

Esta bacteria es responsable de pérdidas directas de sacarosa por destrucción y, además, de pérdidas indirectas ya que el aumento de viscosidad de los diferentes productos de fabricación, debido a la dextrana ocasiona una disminución de la sacarosa recuperable.

**Principio del método:** El método considera la dextrana como el material polisacárido precipitado en etanol al 50 %, a partir de una solución de sacarosa, libre de almidones y proteínas. De acuerdo con el procedimiento, el ácido tricloroacético precipita la proteína del jugo, el cloruro de bario precipita las sales, la filtración subsecuente remueve los sólidos suspendidos, las proteínas y una gran parte del almidón que no es soluble en el jugo frío.

La dextrana presente en la muestra desarrolla turbidez en una solución alcohólica al 50 %, se lee en el espectrofotómetro a la longitud de onda igual a 720 nm.

Con el valor de la absorbancia se encuentra la concentración en la curva de calibración previamente calibrada.

## 5.0 DOCUMENTOS APLICABLES Y/O ANEXOS

**5.1** Técnica 6.1.13: Determinación de Dextrana en Jugos.

**5.2** Sistema SAP. Módulo QM. Transacción QE51N. Material H1700014 Operaciones 0010 y 0020

## 6.0 DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS

### 6.1 EQUIPOS

- a) Espectrofotómetro.
- b) Refractómetro digital.

### 6.2 MATERIALES

- a) Celdas de absorción, 1 cm.
- b) Vasos de precipitación de 100 ml.
- c) Fiolas de 50 mL
- d) Embudos.
- e) Pipeta de 5 y 25 ml.
- f) Papel de filtración: Whatman Nº 5 u otro equivalente que cumpla la misma función.

# DETERMINACIÓN DE DEXTRANA

- g) Cronómetro.
- h) Auxiliares de pipeteado.
- i) Guantes quirúrgicos o similares.

## 6.3 REACTIVOS

- a) Solución de Ácido Tricloroacético al 10 % P/V.
- b) Solución de Cloruro de Bario al 10% P/V.
- c) Etanol absoluto.
- d) Solución de Sacarosa pura al 50 % P/V.
- e) Ayuda filtrante.
- f) Solución patrón de Dextrana 1 mg/mL. (Esta solución puede conservarse refrigerada durante una semana).

## 7.0 INSTRUCCIONES

### 7.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

- Para el caso de jugos; filtrar una cantidad suficiente para analizar.
- Medir en un refractómetro el Brix del jugo.
- Tomar 20 mL de jugo filtrado con ayuda de una pipeta y trasvasar a un vaso de precipitación de 100 mL.
- En caso que analicemos jarabe, masas, mieles, semilla o melaza tener en cuenta las siguientes diluciones.

Muestra	Dilución	Factor Dilución
Jarabe	1:3	4
Masas A,B,C	1:5	6
Mieles A y B	1:5	6
Semilla B y C	1:5	6
Melaza	1:5	6

- De la dilución, medir brix y con ayuda de una pipeta tomar también 20 mL. Luego trasvasar a un vaso de precipitación de 100 mL.
- A la muestra filtrada, adicionar 4 mL de ácido tricloroacético al 10 %, 2 mL de solución de cloruro de bario al 10% y de 1 - 2 g de ayuda filtrante (Celite), luego mezclar bien y filtrar a través de papel filtro Whatman N<sup>o</sup> 5 o similar, descartando los primeros mL del filtrado. Recibir el filtrado en un Erlenmeyer o vaso de precipitación de 100 mL.
- Del filtrado tomar 1 alícuotas de 10 mL en un Erlenmeyer de mL.
- A una de las alícuotas agregar 5 mL de agua destilada (blanco).
- A la otra alícuota adicionar gota a gota 5 mL de etanol absoluto desde una bureta, agitando suavemente el Erlenmeyer durante la adición del alcohol (muestra).
- Inmediatamente después de terminar la adición del alcohol, contar exactamente 20 minutos para desarrollo de la turbiedad.
- Después de transcurridos los 20 minutos, leer la absorbancia de la muestra en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 720 nm, usando el blanco para ajustar acero en el instrumento.

**Nota:** Es posible emplear diferentes cantidades de muestra, sin embargo; se debe considerar las proporciones de reactivos a utilizar.



# DETERMINACIÓN DE DEXTRANA

## CALCULOS

$$\text{ppm Dextrana} = \frac{(\text{Abs} - b)}{a} \times \frac{260\,000}{\rho \times Bx}$$

En el ANEXO 02 se muestra la deducción de la fórmula.

- Para el caso de muestras tipo masas, mieles, semillas, jarabe y melaza usar el factor de dilución como sigue para la determinación de dextrana:

$$\text{ppm Dextrana} = \text{ppm dextrana en muestra diluída} \times \text{factor dilución}$$

## 8.0 SEGURIDAD

Utilizar el equipo de protección personal apropiado.

## 9.0 ANEXOS

### ANEXO 01

#### Curva de Calibración

- En una fiola de 50 mL, preparar las siguientes soluciones estándares, a partir de la solución patrón de concentración (Cp) de dextrana de 1 mg/mL

Solución Estándar	Blanco	1	2	3	4	5	6	7	8
Ácido tricloroacético (10%), mL	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Solución de Sacarosa (50%), mL	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Solución estándar de Dextrana, Vp en mL	0.0	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
Agua destilada, mL	15.5	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	2.5	1.5	0.5
Volumen Total, VT en mL	20	10	10	10	10	10	10	10	10

- Adicionar con una bureta y gota a gota 10 mL de etanol absoluto al estándar (1) de dextrana. Agitar suavemente el Erlenmeyer durante la adición de alcohol.
- Inmediatamente después de terminar la adición de etanol, empezar a contar el tiempo con cronómetro por 20 minutos.
- De la misma manera descrita, adicionar etanol a cada uno de los estándares restantes con intervalos de 2 minutos (Estándares del 2 al 8).
- Después de los 20 minutos transcurridos de cada estándar, leer la absorbancia de cada uno de ellos en el espectrofotómetro, a longitud de onda igual a 720 nm usando el blanco para ajustar el cero en el instrumento.
- Elaborar la curva de Calibración graficando absorbancia "A" (ordenada Y) versus concentración "Cs" (abscisa X) en mg dextrana/mL. Debe elaborarse una nueva curva patrón cada vez que use un nuevo frasco de alcohol.

# DETERMINACIÓN DE DEXTRANA

## Cálculo de la Concentración de Dextrana en el Estándar:

Calcular los mg de dextrana/mL en la abscisa X de siguiente manera:

$$Cs \text{ (mg de dextrana/cm}^3\text{)} = (Vp * Cp)/Vt$$

### Dónde:

Cs: Concentración de dextrana en el estándar, en mg dextrana/mL.

Vp: Volumen de solución patrón de 1 mg de dextrana/mL en el estándar, en ml.

Cp: Concentración de la solución patrón = 1 mg. dextrana/mL

Vt: Volumen total acumulado en el estándar = 20 mL

## ANEXO 02

### Fórmula para determinación de dextranas:

$$\text{Conc. Dextrana} = \frac{\text{Abs} - b}{a}, \text{ mg/mL soluc.}$$

Dónde:

Abs: Lectura de Absorbancia

a: pendiente

b: constante

$\rho$ : densidad

Bx: ° Brix

Deduciendo la fórmula:

$$\text{Abs} = a \times \text{Conc.} + b$$

En la solución de trabajo = 100 mL jugo + 20 mL ac. Tricloroacético + 10 mL cloruro bario  
= 130 mL solución de trabajo

Por lo tanto en 130 mL solución de trabajo tenemos 100 mL jugo

Además: De los 20 ml de solución de lectura tenemos 10 ml de solución de trabajo

$$\begin{aligned} \text{De } & \frac{\text{Abs} - b}{a} \text{ , mg} \times \frac{20 \text{ ml solución lect.}}{10 \text{ ml solución trabajo}} \times \frac{130 \text{ mL solución trabajo}}{100 \text{ mL jugo}} \\ & \frac{\text{Abs} - b}{a} \times 2.6 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ mL jugo}}{\rho \text{ g jugo}} \\ & \frac{\text{Abs} - b}{a} \times 2.6 \times \frac{1 \text{ mg}}{\rho \text{ g jugo}} \times \frac{100 \text{ g jugo}}{\text{Bx. g sólidos}} \times \frac{1000 \text{ g sólidos}}{1 \text{ Kg sólidos}} \\ & \frac{\text{Abs} - b}{a} \times 2.6 \times \frac{1}{\rho \text{ Bx}} \times 100 \times 1000, \text{ mg dextrana} \\ & \frac{\text{Abs} - b}{a} \times \frac{1}{\rho \text{ Bx}} \times 2.6 \times 100000, \text{ mg dextrana} \\ & \text{Kg sólidos} \end{aligned}$$

Se llega a la fórmula:

$$\text{ppm Dextrana} = \frac{(\text{Abs} - b)}{a} \times \frac{260\,000}{\rho \times \text{Bx}}$$

## DETERMINACIÓN DE DEXTRANA

---

Elaborado por:	Revisado y Aprobado por:
Silvana Delgado Chang <b>Jefe Dpto. Control de Calidad Maduración y M.P.</b>	Hanz Achar Rojas <b>Jefe Div. Control de Calidad</b>
 -----	 -----

DOCUMENTO CONTROLADO

## 8.6 ANEXO 6: TABLAS DE RESULTADOS

**Tabla 25. Valores de pH Primer Jugo**

VALORES de pH PRIMER JUGO									
TRATAMIENTOS	ppm	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Suma Trat.	Media
T0	0	5.44	5.23	5.25	5.34	5.26	5.11	31.63	5.27
T1	5	5.42	5.32	5.32	5.32	5.10	5.21	31.69	5.28
T2	10	5.24	5.31	5.25	5.43	5.37	5.24	31.84	5.31
T3	15	5.17	5.53	5.28	5.28	5.48	5.15	31.89	5.32
T4	20	5.34	5.30	5.34	5.48	5.21	5.47	32.14	5.36
	<b>Suma Muest.</b>	26.61	26.69	26.44	26.85	26.42	26.18	159.19	5.31

**Tabla 26. Valores de pH Jugo Mezclado**

VALORES de pH JUGO MEZCLADO									
TRATAMIENTOS	ppm	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Suma Trat.	Media
T0	0	5.18	5.24	5.25	5.14	5.25	5.09	31.15	5.19
T1	5	5.17	5.24	5.26	5.27	5.15	5.21	31.3	5.22
T2	10	5.26	5.28	5.26	5.25	5.28	5.26	31.59	5.27
T3	15	5.26	5.43	5.28	5.28	5.46	5.15	31.86	5.31
T4	20	5.34	5.33	5.32	5.40	5.33	5.36	32.08	5.35
	<b>Suma Muest.</b>	26.21	26.52	26.37	26.34	26.47	26.07	157.98	5.27

**Tabla 27. Valores de °Brix Primer Jugo**

VALORES de Brix (%) PRIMER JUGO									
TRATAMIENTOS	ppm	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Suma Trat.	Media
T0	0	18.42	18.5	17.7	14.49	16.29	14.41	99.81	16.64
T1	5	17.38	18.03	15.7	15.29	16.23	16.64	99.27	16.55
T2	10	14.71	16.8	18.92	16.38	17.46	16.62	100.89	16.82
T3	15	14.74	16.7	15.71	16.38	15.1	18.58	97.21	16.20
T4	20	14.33	16.12	17.87	16.56	17.5	17.14	99.52	16.59
	<b>Suma Muest.</b>	79.58	86.15	85.9	79.1	82.58	83.39	496.7	16.56

**Tabla 28. Valores de °Brix Jugo Mezclado**

VALORES de Brix (%) JUGO MEZCLADO									
TRATAMIENTOS	ppm	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Suma Trat.	Media
T0	0	12.93	12.95	12.98	12.98	12.96	12.68	77.48	12.91
T1	5	12.68	13.1	12.97	13.47	13.87	13	79.09	13.18
T2	10	13.3	13.35	13.59	13.36	13.4	13.3	80.3	13.38
T3	15	13.3	13.26	13.86	13.5	13.7	13.8	81.42	13.57
T4	20	13.4	13.30	13.80	13.60	13.7	13.8	81.6	13.60
	<b>Suma Muest.</b>	65.61	65.96	67.2	66.91	67.63	66.58	399.89	13.33

**Tabla 29. Resultados Pol Primer Jugo**

VALORES de Pol (%) PRIMER JUGO									
TRATAMIENTOS	Ppm	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Suma Trat.	Media
T0	0	13.22	12.876	12.474	13.277	13.25	12.8	77.90	12.98
T1	5	13.7	13.6	13.27	12.967	12.96	13.32	79.81	13.30
T2	10	13.68	12.865	13.42	13.78	13.15	13.049	79.94	13.32
T3	15	13.81	13.39	13.242	13.65	13.84	13.55	81.48	13.58
T4	20	13.831	13.37	13.67	13.60	13.42	13.632	81.52	13.59
	<b>Suma Muest.</b>	68.24	66.10	66.08	67.27	66.62	66.35	400.66	13.36

**Tabla 30. Resultados Pol Jugo Mezclado**

VALORES de Pol (%) JUGO MEZCLADO									
TRATAMIENTOS	Ppm	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Suma Trat.	Media
T0	0	11.01	10.39	10.93	11.10	10.52	11.74	65.69	10.95
T1	5	11.76	11.29	11.43	11.62	11.63	11.68	69.39	11.57
T2	10	12.95	11.56	13.28	10.70	12.44	10.60	71.52	11.92
T3	15	12.87	12.44	12.06	13.07	11.97	12.57	74.96	12.49
T4	20	12.05	13.11	12.07	13.70	12.96	12.84	76.72	12.79
	<b>Suma Muest.</b>	60.63	58.78	59.76	60.18	59.51	59.43	358.29	11.94

**Tabla 31. Resultados Az. Reductores Primer Jugo**

VALORES de AZUCARES REDUCTORES (%) PRIMER JUGO									
TRATAMIENTOS	ppm	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Suma Trat.	Media
T0	0	0.91	0.90	0.92	0.90	0.86	1.10	5.59	0.93
T1	5	0.75	0.86	0.92	0.85	0.87	0.99	5.24	0.87
T2	10	0.87	0.79	0.76	0.9	0.82	0.81	4.95	0.83
T3	15	0.63	0.66	0.64	0.64	0.69	0.66	3.92	0.65
T4	20	0.63	0.62	0.63	0.64	0.64	0.64	3.79	0.63
	<b>Suma Muest.</b>	3.79	3.83	3.87	3.93	3.88	4.20	23.49	0.78

**Tabla 32. Resultados Az. Reductores Jugo Mezclado**

VALORES de AZUCARES REDUCTORES (%) JUGO MEZCLADO									
TRATAMIENTOS	ppm	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Suma Trat.	Media
T0	0	0.91	0.85	0.92	0.84	0.82	0.90	5.24	0.87
T1	5	0.75	0.85	0.82	0.77	0.80	1.00	5.0	0.83
T2	10	0.78	0.8	0.79	0.8	0.75	0.81	4.73	0.79
T3	15	0.57	0.63	0.63	0.68	0.66	0.62	3.79	0.63
T4	20	0.53	0.62	0.62	0.58	0.62	0.62	3.59	0.60
	<b>Suma Muest.</b>	3.54	3.75	3.78	3.67	3.65	3.95	22.34	0.74

**Tabla 33. Resultados de Dextranas en Primer Jugo**

VALORES de DEXTRANAS (ppm) PRIMER JUGO									
TRATAMIENTOS	ppm	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Suma Trat.	Media
T0	0	590	585	576	595	610	570	3,526	588
T1	5	520	480	475	460	480	495	2,910	485
T2	10	450	480	460	450	475	475	2,790	465
T3	15	330	320	340	330	315	310	1,945	324
T4	20	310	335	310	320	330	325	1,930	322
	<b>Suma Muest.</b>	2,200	2,200	2,161	2,155	2,210	2,175	13,101	437

**Tabla 34. Resultados de Dextranas Jugo Mezclado**

VALORES de DEXTRANAS (ppm) JUGO MEZCLADO									
TRATAMIENTOS	Ppm	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Suma Trat.	Media
T0	0	650	620	600	635	715	640	3,860	643
T1	5	445	470	455	475	450	475	2,770	462
T2	10	340	320	350	330	315	320	1,975	329
T3	15	280	310	310	300	330	290	1,820	303
T4	20	305	300	275	310	320	305	1,815	303
	<b>Suma Muest.</b>	2,020	2,020	1,990	2,050	2,130	2,030	12,240	408

**Tabla 35. Resultados de % Índice de Inversión**

VALORES de INDICE DE INVERSIÓN (%)									
TRATAMIENTOS	Ppm	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Suma Trat.	Media
<b>T0</b>	0	6.04	5.56	6.09	5.47	5.33	6.10	34.59	5.76
<b>T1</b>	5	4.91	5.49	5.32	4.72	4.77	6.69	31.90	5.32
<b>T2</b>	10	4.86	4.99	4.81	4.99	4.60	5.09	29.35	4.89
<b>T3</b>	15	3.29	3.75	3.55	4.04	3.82	3.49	21.93	3.65
<b>T4</b>	20	2.96	3.66	3.49	3.26	3.53	3.49	20.39	3.40
	<b>Suma Muest.</b>	22.06	23.46	23.26	22.48	22.04	24.87	138.16	4.61

## 8.7 ANEXO 7: RECURSOS Y FINANCIAMIENTO

### 8.7.1 Recursos y Financiamiento:

a) **Asignación económica a investigaciones.**

- Personal laboratorio: S/ 870
- Personal Operativo del área: S/ 900
- Personal Administrativo: S/ 4,500

b) **Bienes:**

- Materiales, insumos, instrumentos de laboratorio, etc.: S/ 2,700
- Productos químicos: S/ 1,600
- Vestuario/accesorios: S/ 250
- Repuestos y accesorios: S/ 160
- Aseo / Limpieza: S/ 22
- Papelería: S/ 54

c) **Servicios del Proyecto:**

- Servicio de transporte: S/ 600.00
- Servicio de internet: S/ 200.00
- Servicio de impresiones: S/ 278.00

N°	Recursos	Soles
1	Remuneraciones	6,270
2	Bienes	4,786
3	Servicios	1,078
	<b>TOTAL</b>	<b>12,134</b>

- d) **Financiamiento:** El proyecto fue financiado por Agroindustrias San Jacinto S.A.A.



