



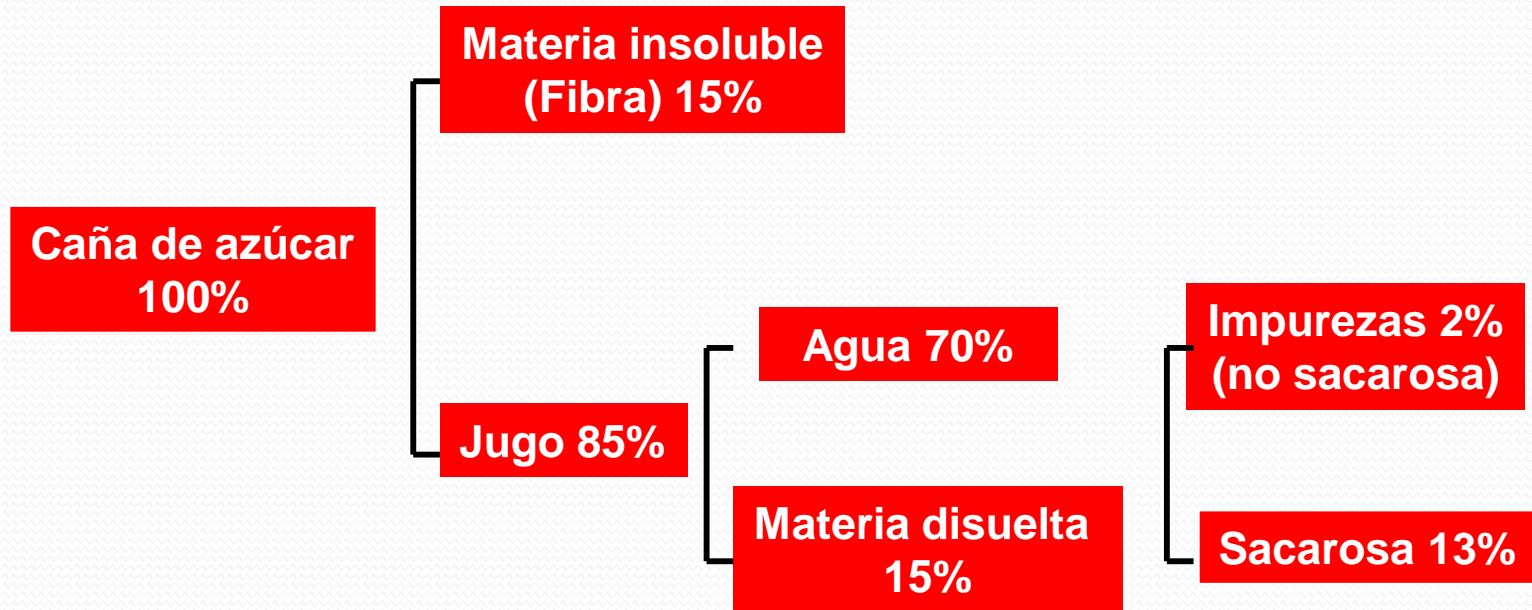
LAICA

Proceso Azucarero Fundamentos , procedimientos y pérdidas de sacarosa

Jesús E. Larrahondo PhD

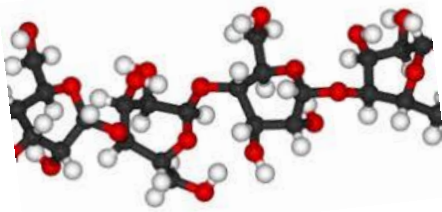
Mayo, 2018

Composición de la caña de azúcar



Constituyentes químicos de los jugos de caña de azúcar





Carbohidratos en el jugo de la caña de azúcar

Sacarosa	10 – 20%. Disacárido de alta rotación óptica (+ 66°)
Azúcares reductores	0,5% - 1% (2,5 – 5%, base brix)
Polisacáridos solubles	Hemicelulosas, gomas, solubles y “pectinas” (variables)
Almidones	0,012% - 0,018%
Myo - Inositol	0,04%. Se encuentra en las mieles finales. El hierro forma sales insolubles con myo – inositol

Componentes Nitrogenados

Albuminas y Proteínas	25% de los compuestos nitrogenados.
Aminoácidos	75% de los compuestos nitrogenados (Asparagina, glutamina, tirosina, etc.). Alta concentración en los cogollos. Mínimo en la región media de los tallos.

Ácidos Orgánicos No – Nitrogenados

Jugo: Contiene ácidos orgánicos volátiles y no volátiles

El ácido aconítico	<ul style="list-style-type: none">▪ Principal ácido orgánico de la caña.▪ Característico en materiales provenientes de la caña cortada mecánicamente.
Concentración	<ul style="list-style-type: none">▪ 0,3 – 1,6%.▪ Puede representar el 90% de los ácidos no - volátiles.
Otros ácidos orgánicos	<ul style="list-style-type: none">▪ Málico, succínico, glicólico, fórmico, oxálico, fumárico.

Ceras, esteroides y lípidos

Se remueven en la clarificación, con la cachaza o lodos

Contenidos	<ul style="list-style-type: none">▪ 7,0 % - 15,0% en la cachaza.
Esteroides	<ul style="list-style-type: none">▪ Estigmasterol, β – Sitosterol.
Ácidos grasos	<ul style="list-style-type: none">▪ Palmítico, Oleico, Linoleico.

Componentes Inorgánicos

Principales

Potasio (K_2O). 1,5 % - 1,8%

Magnesio (MgO). Aprox. 0,25%

Calcio (CaO). Aprox. 0,19% - 0,22%

Sodio (NaO). Aprox. 0,06%

Aniones: Sulfatos, fosfatos, cloruros, silicatos
(Rango: 0,1% - 0,5%)

Cenizas % Caña (Introducido en 1979)

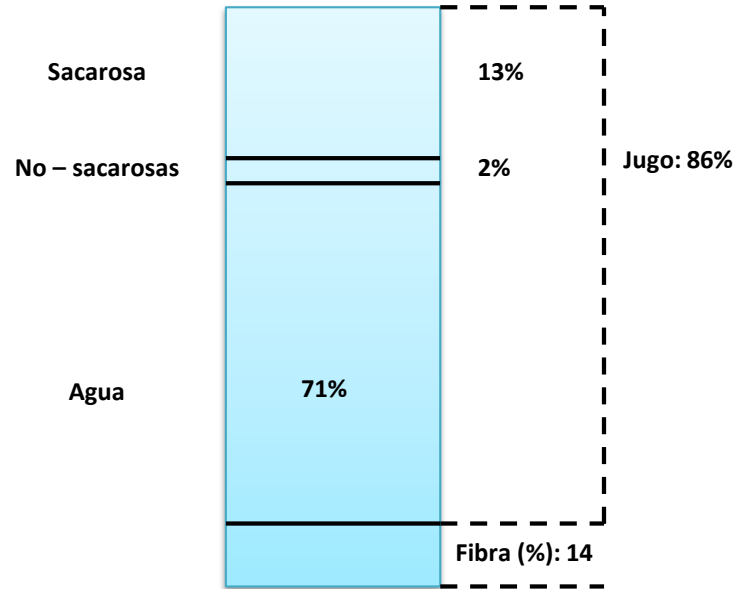
Tallos Limpios → 0.6%

Caña comercial → Desde 1.0%

Ej: 1.51% y 1.74%

Fuente: Lionnet 1992- 1994

Representación general de la caña por compuesto y rango de la relación fibra dura: médula (“pith”) observada en algunas variedades de caña de azúcar



Relación fibra dura: Médula Fibra (%)
1.52 – 0.66 15.0 – 10.0

Fuente: Chen, J. C. P., 2000 y Rein, P., 2012



Revisión General

- La calidad de la caña y sus efectos en la eficiencia y procesamiento fabril

Características de calidad de la caña

- Sacarosa y pureza de los jugos.
- Fibra.
- Contenido de fosfatos y elementos minerales.
- Contenido de almidones o polisacáridos.
- Precursores de color de origen vegetal.

Factores que afectan la calidad de la caña después del corte

- Variedad.
- Tipo de cosecha.
- Altura de corte.
- Grado de quemas y tiempo entre corte y molienda.
- Contenido de materia extraña.
- Acción microbiológica.

Pérdidas de Sacarosa Introducción

Pérdidas antes de la cosecha

Pérdidas después del corte y/o cosecha

Pérdidas en fábrica

Naturaleza de las pérdidas de sacarosa

▲ Químico



▲ Bioquímico / Inversión

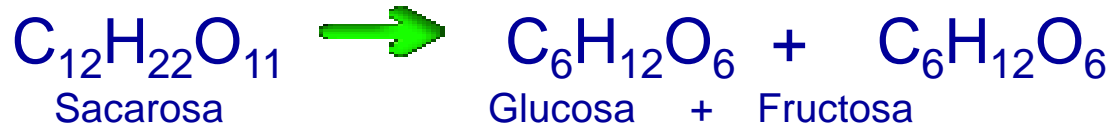


▲ Microbiológico



Pérdidas Bioquímicas

Inversión



Facilitado por la acción de las invertasas endógenas de la caña de azúcar

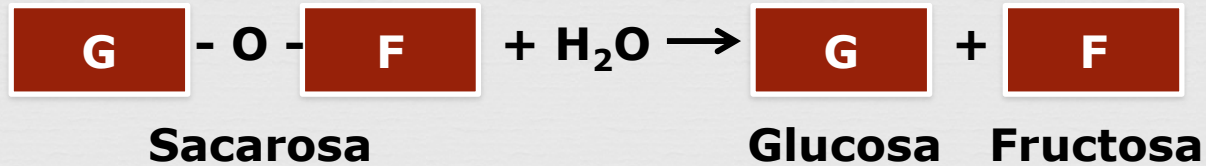
pH óptimo 4.8-5.2 (Invertasa ácida);
7.0 (invertasa Neutra)

Bajo condición normal, la actividad de la invertasa ácida aumenta rápidamente después de 72 horas de almacenaje

PÉRDIDAS QUÍMICAS :Descomposición de la sacarosa

- **Inversión (Hidrólisis ácida. Solución acuosas ligeramente ácidas)**
- **Descomposición térmica**
- **Reacciones de Maillard**
- **Degradación alcalina**

Pérdidas de sacarosa debida a su hidrólisis, entre corte y molienda



$$\text{Pérdidas de sacarosa (\%)} = S_0 \times (1 - e^{-kt})$$

Donde:

t = tiempo (h)

k = Constante de hidrólisis

Constantes de hidrólisis (k) y pérdidas de sacarosa por hora de apilamiento de la caña en el campo. Temperatura 25 – 30°C

Variedad	k (h⁻¹)	Disminución en sacarosa (%) por hora
MZC 74-275	0,0014	0,023
V 7151	0,0010	0,014
CC 87-434	0,0010	0,015
CC 85-92	0,0009	0,014
CC 93 -38952	0,0007	0,011

Variaciones de la sacarosa % caña (S) durante 72 horas

Variedad. CC 85-92

Corte Manual	VE	$S = 15.0 - 0.020 \times t \text{ (h)}$ $R^2 \text{ 0.99}$
	QE	$S = 14.2 - 0.040 \times t \text{ (h)}$ $R^2 \text{ 0.76}$
Corte Mecánico	TV	$S = 14.1 - 0.060 \times t \text{ (h)}$ $R^2 \text{ 0.75}$
	TQ	$S = 14.3 - 0.060 \times t \text{ (h)}$ $R^2 \text{ 0.85}$

Materia Extraña ("Basura")

- Tierra / suelo
- Hojas verdes
- Hojas secas
- Raíces
- Matas no maduras

Efectos de la materia extraña (Experiencias Sudáfrica)

1% de cogollos o
materia extraña



Adiciona 0.22 - 0.28
unidades de cenizas
en la caña



Reduce la pureza del
jugo en 0.35%



Afecta la relación
AR / Cenizas

1% de cogollos y
materia extraña



Incrementa los AR en 1%



Incrementa el color
1 - 4%

Efectos en la extracción

Ton caña / hora (TCH) = $203.3 - 5.3 \times \text{fibra \% caña}$
TCH = $134.3 - 3 \times \text{Materia extraña \% caña}$

GENERAL

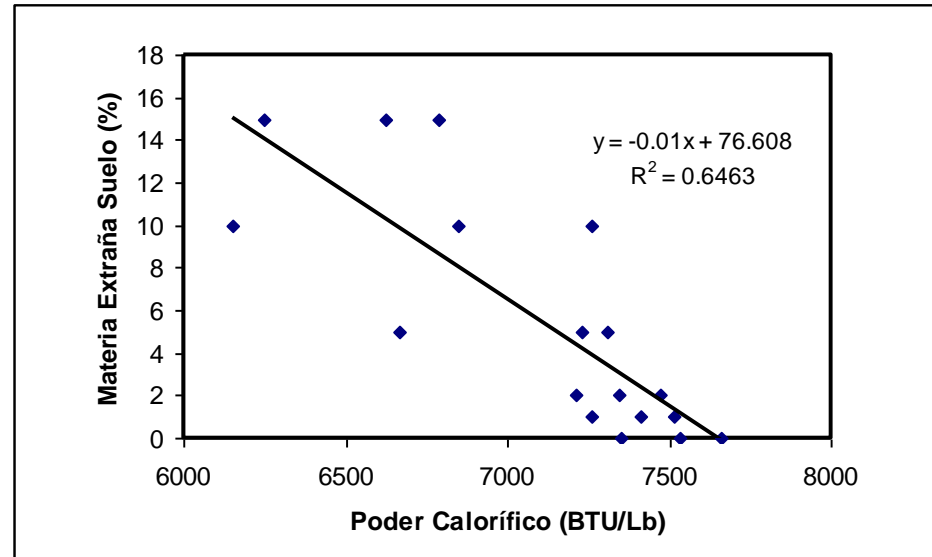
Elevación de 1% fibra → TCH disminuye en 4%


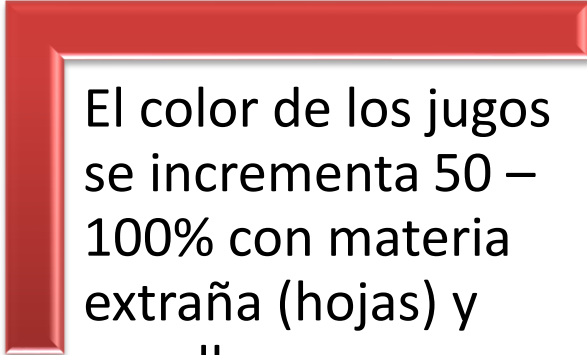
Elevación de 1% materia extraña → TCH disminuye
2.0 – 3.0%

Efecto de la materia extraña suelos en el poder Calorífico del Bagazo

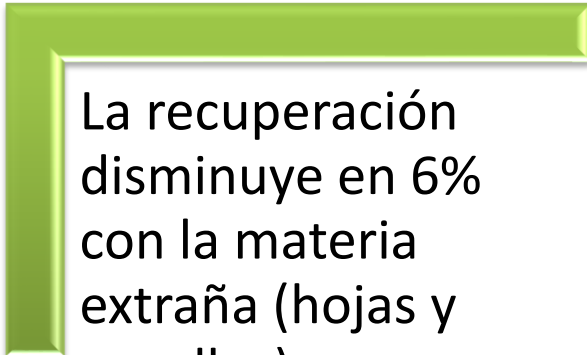
En general el poder calorífico de la caña es afectado por los niveles de materia extraña mineral suelo de manera lineal mostrando que por cada 1% de materia extraña mineral suelo el poder calorífico del bagazo disminuye 65.22 BTU/Lb .

$$\text{P.C} = 7465.8 - 65.22\text{M.E Suelo}$$





El color de los jugos se incrementa 50 – 100% con materia extraña (hojas) y cogollos.



La recuperación disminuye en 6% con la materia extraña (hojas y cogollos).

Reducciones en SAC % caña y ARE % caña

Material	Sac % Caña	ARE % Caña
Caña limpia	15.0	13.0
Cogollos 1 (%)	- 0.13	- 0.15
Chulquines 1 (%)	- 0.05	- 0.07
Hojas (1%)	- 0.17	- 0.21
Tierras (1%)	- 0.22	- 0.30

Observaciones en un ingenio azucarero para cuatro variedades de caña de azúcar

Tipo de caña	Pureza jugo mixto	Fibra % caña	Cenizas % caña	Color (jugo)
Tallos limpios	87.6	14.4	1.13	14.970
Tallos + cogollos	86.2	14.7	2.11	15.000
Tallos + materia extraña (hojas)	85.3	21.2	2.48	22.090
Tallos + cogollos + hojas	82.5	21.6	2.76	30.730

Fuente: Lionnet

Reduciendo los cogollos y materia extraña en caña en 3%



Incrementa la capacidad de molienda en 9%, con la misma capacidad instalada

Disminuyendo 1% de materia extraña



Se incrementa la recuperación de sacarosa en 0.3%

Reduciendo el contenido de cogollos y materia extraña en un 3%



Reduce los costos de transporte en un 3%

RESUMEN :Principales factores que afectan la calidad y contenido de sacarosa, después del corte o cosecha

Altura de corte.

Grado de quema (Reducción aprox. 3% de la sacarosa % caña).

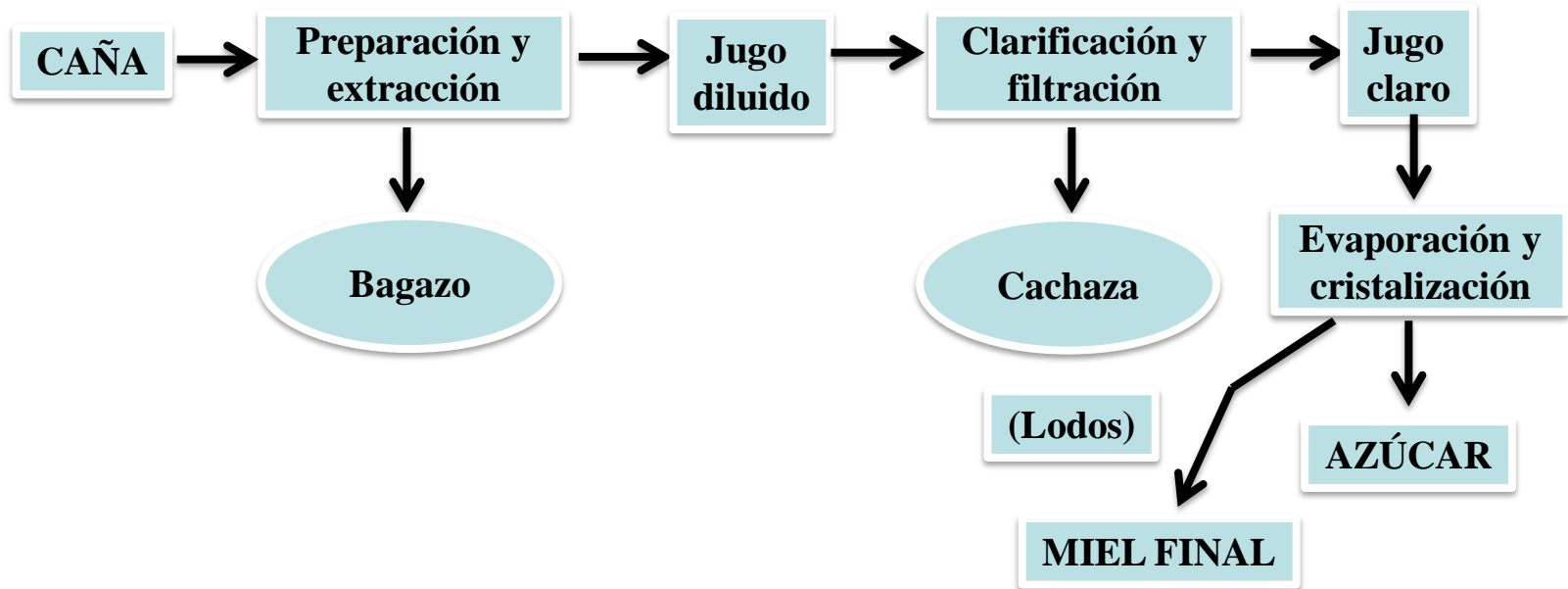
Contenido de materia extraña (Reducción promedio de 0.14 – 0.20 unidades (%)) de sacarosa por unidad.

Tiempo entre quema, corte, alce y molienda (promedio de 0.02 unidades por hora).

Elaboración del azúcar y su proceso fabril



Esquema General del Proceso



Factores que afectan el proceso de extracción

**Preparación
de la caña**

Temperatura

**Tiempo de
retención**

**Calidad
de la
caña**

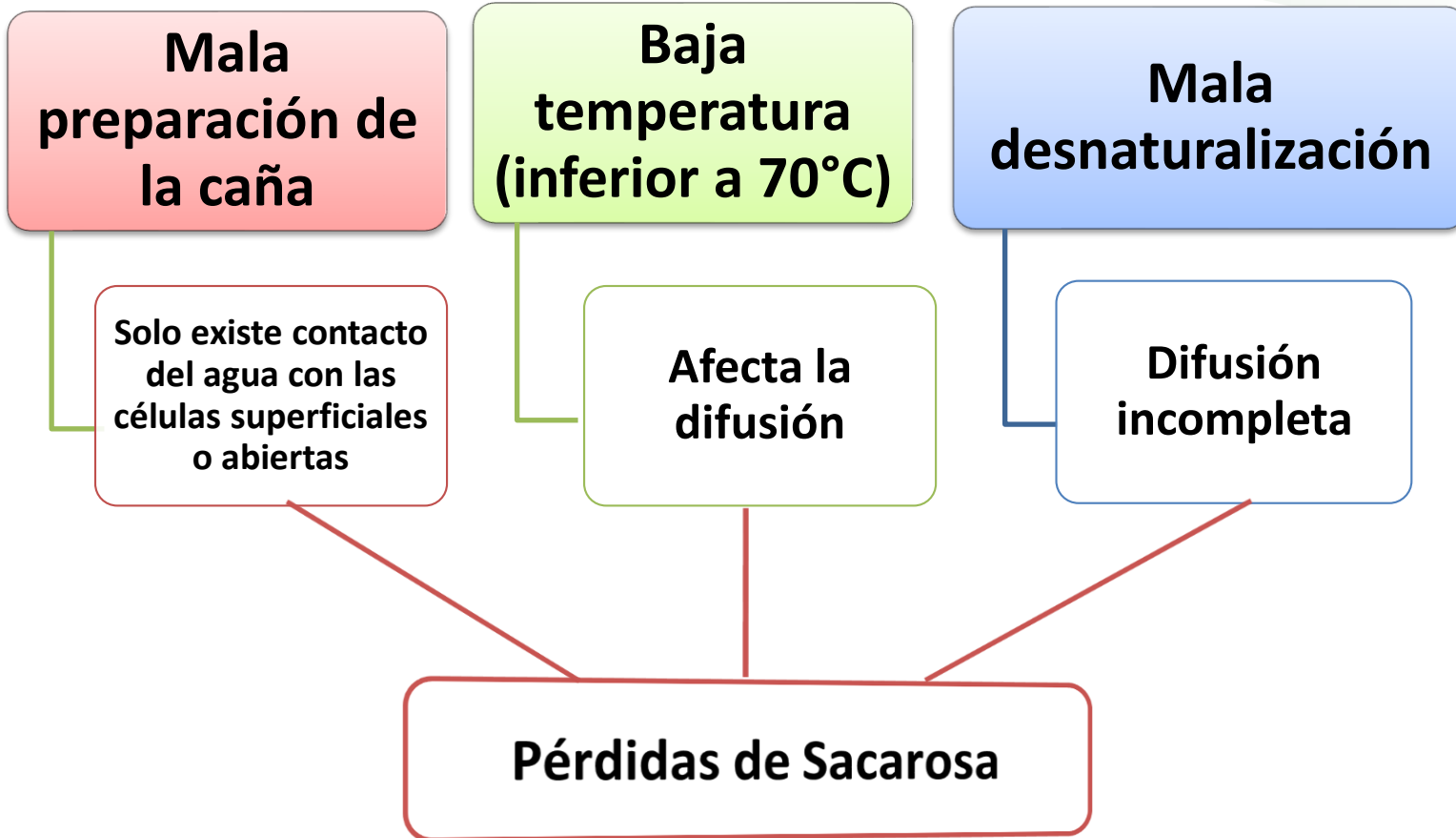
**Actividad
microbiológica**

Condiciones generales para una buena extracción

Máximo contacto entre el material vegetal (caña) y el medio extractante (agua)

Temperatura óptima

Desnaturalización (destrucción celular)



Actividad Microbiana

- Bajo brix de los jugos favorece al ambiente para la acción de los microorganismos. (Ej: **Leuconostoc** y **Lactobacillus** sp.)
- Alta temperatura y ligero incremento en el pH limita el crecimiento de los microorganismos.
- Una unidad (masa de ácido láctico) = Dos unidades de sacarosa perdida.
- Temperatura inferior a 70°C favorece la acción microbiana.



Clarificación del Jugo de Caña de Azúcar

Objetivo: Remoción de no-sacarosas
Jugo crudo (Nat. Coloidal) -> Jugo Claro



Características y comportamiento químico de los principales constituyentes del jugo durante la etapa de clarificación

Sacarosa

Constituyente principal y su descomposición (pérdidas) debe evitarse

Principales causas de pérdidas: acción de microorganismos e inversión química (Hidrólisis)

Principales factores que contribuyen a la hidrólisis (inversión) química: bajo Ph, altas temperaturas y tiempo (clave para explicar la cantidad de sacarosa perdida)

Fructosa y Glucosa

Disminuyen la solubilidad de la sacarosa y ayudan a la recuperación de la sacarosa en la etapa de cristalización. Su descomposición debe evitarse.

La cantidad de fructosa y glucosa perdida dependerá del tiempo disponible para su descomposición

Se descomponen por la acción del calor y alta alcalinidad para formar compuestos coloreados

Ácidos Orgánicos

Principales ácidos: Aconítico, oxalico, malico, cítrico

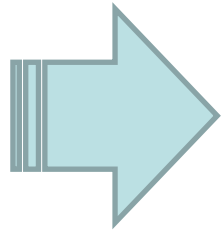
Responsables de la acidez del jugo (pH 5,2 – 5.5)

Forma fosfatos de calcio insolubles durante la etapa de clarificación y alcalización

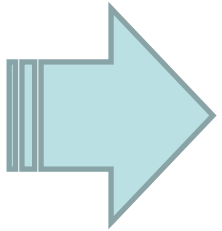
Trans – aconítico es el más abundante y competidor del ácido fosfórico

Muchos de los ácidos son más fuertes que el ácido fosfórico

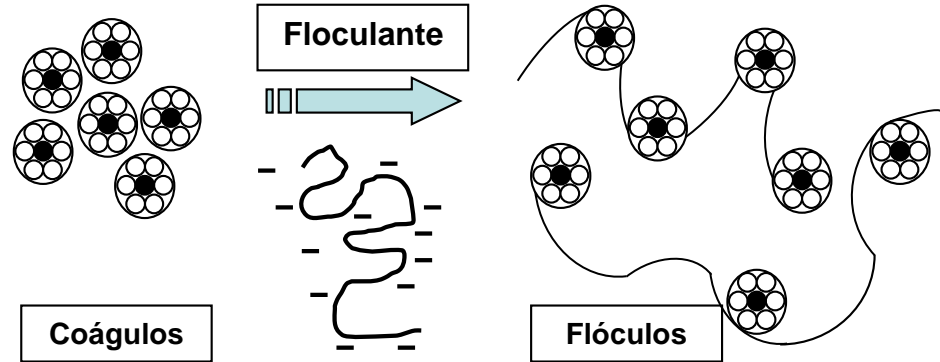
La clarificación de los jugos de caña está regida por dos mecanismos:



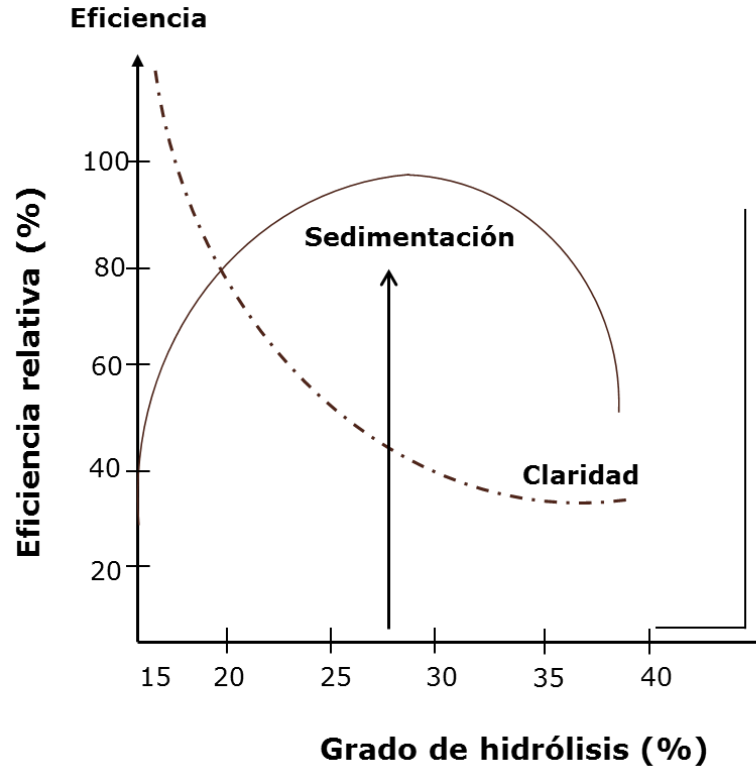
Coagulación



Floculación



Para una buena eficiencia del floculante, durante la clarificación se debe garantizar un grado de hidrólisis del floculante alrededor del 30%



Eficiencia en la sedimentación vs. grado de hidrólisis del floculante

Principales causas de pérdidas de sacarosa durante la clarificación

- La acción de los microorganismos (pérdidas microbiológicas).
- Factores químicos que inducen la inversión o hidrólisis química.

Estos dos factores afectan la tasa inversión, durante el tiempo que se realiza la clarificación, y pueden explicar las pérdidas de sacarosa determinada e indeterminada.

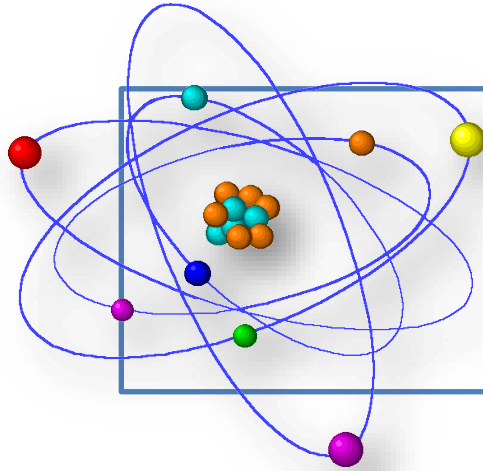
Otra fuente de pérdidas de sacarosa durante la clarificación son: el pH y la temperatura (T), así tenemos, que:

<p>A T = 100°C, la sacarosa invertida /h</p>	<p>A pH = 6,0 es: 0,21% A pH = 6,8 es: 0,034% A pH = 7,0 es: 0,021%</p>
<p>A T = 90°C, la sacarosa invertida /h</p>	<p>A pH = 6,0 es: 0,089% A pH = 6,8 es: 0,014% A pH = 7,0 es: 0,0089%</p>

Acción Microbiológica

Concentración de ácido láctico observado durante la clarificación

Material	Ácido láctico (mg/kg brix)
Caña	200
Jugo diluido	250
Jugo alcalizado	275
Lodos	3000
Jugo filtrado	5000
Jugo claro	450




Evaporación Múltiple

Jesús E. Larrahondo PhD.

Evaporación

Procesos químicos en la evaporación



- Cambios químicos debido al proceso de concentración.



- Descomposición de la glucosa y fructosa.



- Inversión de la sacarosa.

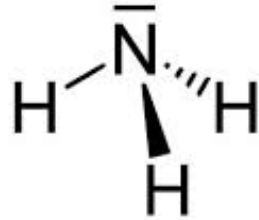


- Química de los condensados.

Especies muy solubles en el jugo claro, precipitan más tarde en los evaporadores

Brix muy alto en la meladura tiende a estar asociado con las incrustaciones en los evaporadores

Cambios en pH: Se debe a reacciones de descomposición térmica y remoción de amoníaco durante la evaporación

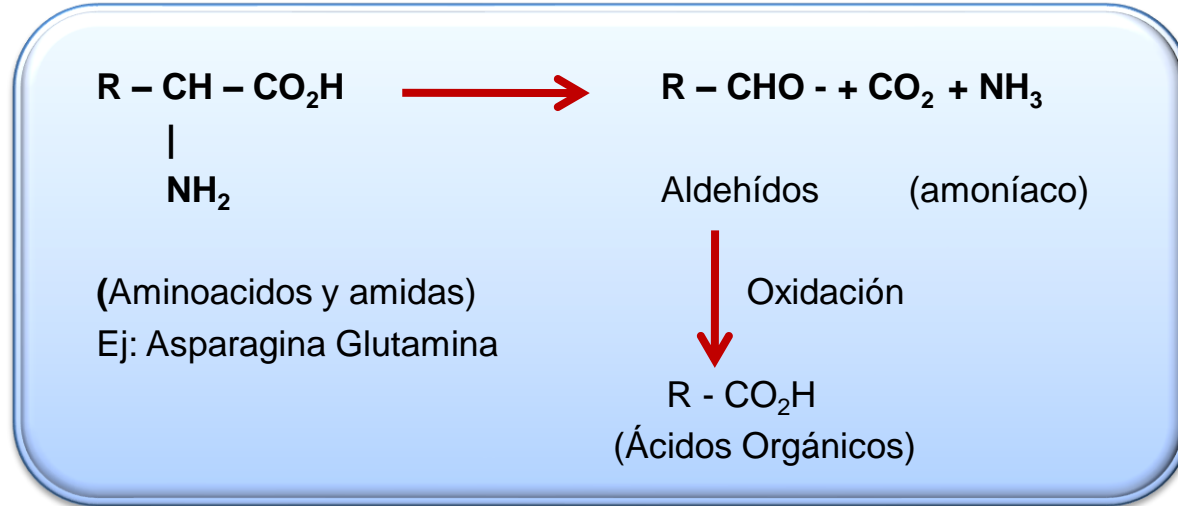


El amoniaco proveniente de los A.A forma parte de los gases incondensables. Aparece también en los condensados, durante la etapa de evaporación.



Los AMINO-NITROGENADOS son importantes componentes de los jugos, especialmente en la caña sin quemar y cosechada mecánicamente.

Formación de ácidos orgánicos en la evaporación



Altos niveles de pH (8, 9) en condensados son debidos a niveles altos de amoníaco. Amoníaco y oxígeno atacan el cobre y causa la presencia de cobre en los condensados. No hay amoníaco en el jugo diluido pero algo se encuentra en el jugo encalado (1 a 20 mg/L)

Cambios químicos debidos al proceso de concentración

Brix (jugo)

13%



Brix (meladura)

65%

- Concentración de muchas especies químicas se incrementan hasta precipitación.
- El incremento de la concentración de sacarosa puede promover la precipitación de otras sustancias.
- Exposición mayor del jugo a altas temperaturas.

Sulfato de calcio

**Solubilidad de 1400 mg/L a 20% brix y T =
50°C**

Solubilidad de 400 mg/L a 60% brix

Disminuye la solubilidad de la silica

0.023%



0.020%

T= 60°C

Brix = 10%

Brix = 60%

- **Observaciones:** Cuando la meladura se diluye hasta un brix de jugo claro, su turbiedad es más alta que la del jugo claro.

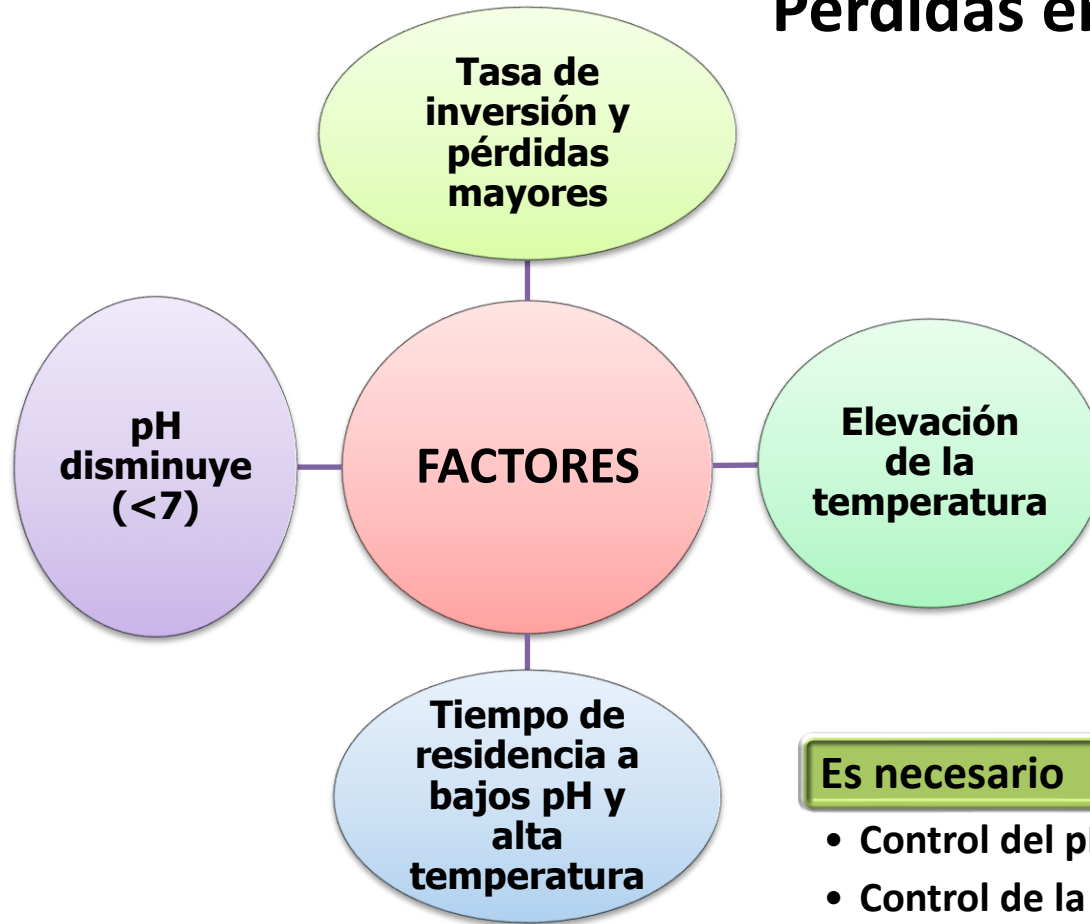
Existe un aparente incremento de la pureza desde el jugo claro hasta la meladura. Esto puede deberse (en parte a una destrucción de la fructosa (polarización negativa).

Incremento del color en 10 – 15% desde el jugo claro a la meladura.
Posible causa: Degradación de la fructosa.

Disminución del pH desde el jugo claro a la meladura.
Causas: pérdida de amoníaco y degradación térmica de la fructosa.



Pérdidas en evaporación



Es necesario

- Control del pH.
- Control de la temperatura.
- Minimizar los tiempos de residencia.

Descomposición térmica de la glucosa y fructosa

Fructosa y Glucosa

- Degradación a 120°C.

Bajo condiciones alcalinas

- Aumento del color y producción de ácidos.

Inversión de la sacarosa



$$\frac{d[S]}{dt} = -k[S]$$

$$[S]_t = [S]_0 e^{-kt}$$

X = Sacarosa Pérdida

$$X = [S]_0 - [S]_t$$

$$X = [S]_0 - [S]_0 e^{-kt}$$

$$\% \text{ pérdidas} = 100 (1 - e^{-9.56 \times 10^{-5} \times t})$$

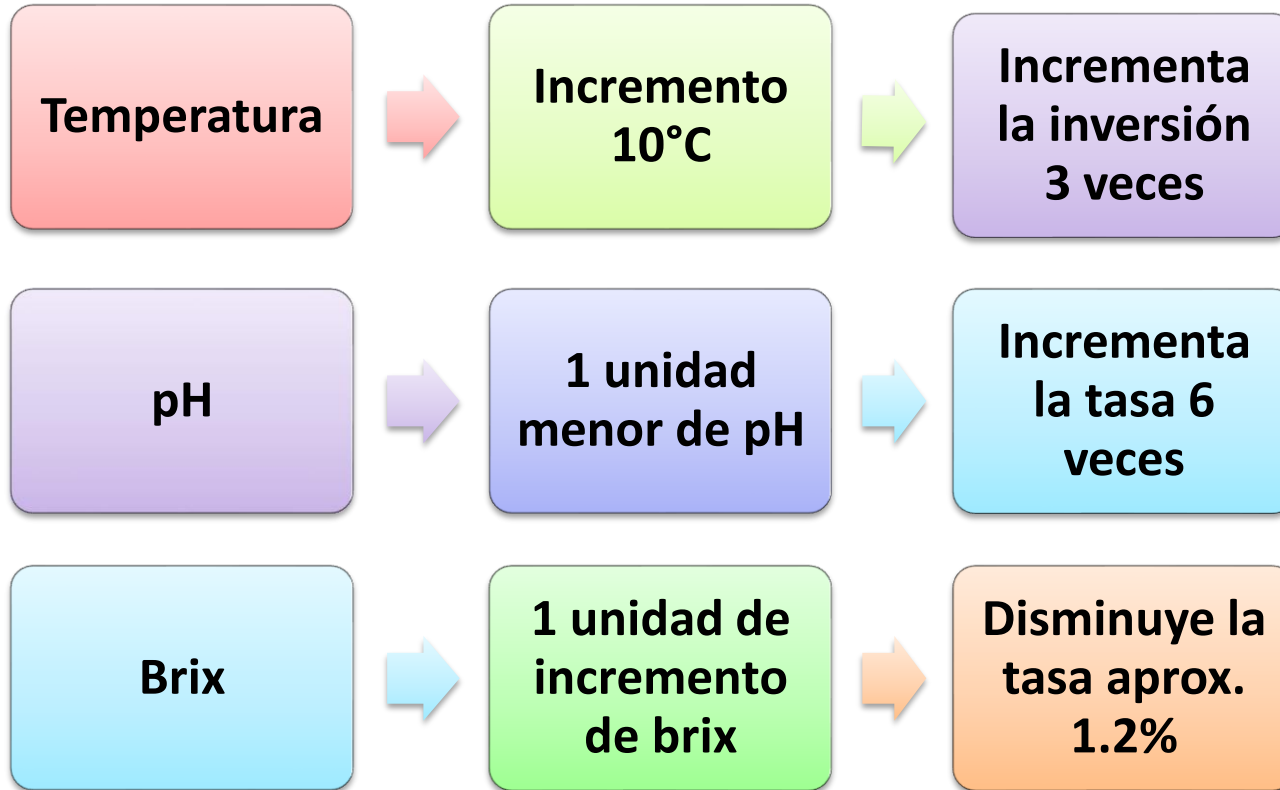
(o inversión)

Para $t = 5$ minutos

$$\% \text{ pérdidas} = 100 (1 - e^{-9.56 \times 10^{-5} \times 5})$$

$$\% \text{ pérdidas} = 0.05\%$$

Efectos en la tasa de inversión



Química de los condensados

Constituyentes volátiles

- Alcoholes, amoníaco, aldehídos y ácidos

Etanol (más abundante)

- 300 mg/L condensados del primer efecto.

Niveles de ácidos en los condensados (II)

Ácido	(%)
Acético	62
Butírico	23
Propiónico	12
Fórmico	2

Cristalización

Transferencia de masa de moléculas de sacarosa de la meladura a partículas sólidas (semilla) para formar cristales y dejar las impurezas en la meladura (licor madre)



- Cristalización es una técnica de separación.
- Cristalización ocurre cuando la meladura está sobresaturada.

Los agregados denominados conglomerados, pueden dañar la calidad del producto

Un simple agregado es un cristal gemelo

Cristales de azúcar

Los conglomerados ocurren más que los gemelos

Una pobre agitación, ciertas impurezas, altos niveles de sobresaturación y tasas rápidas de cristalización favorecen la formación de conglomerados

Efectos de los oligosacáridos en la cristalización (Sudáfrica)

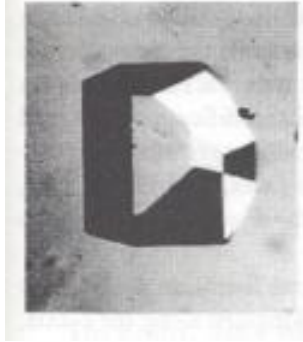


Afecta el hábito o forma del cristal

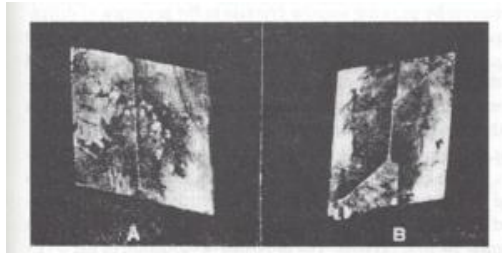


Disminuye la tasa de crecimiento de los cristales

Sucrose crystal grown in the presence of glucose (100 g/100 g of water) and fructose (100 g/100 g of water) showing the characteristic D shape

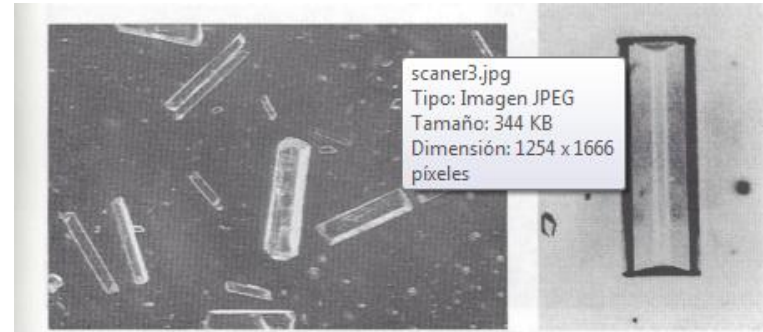


Sucrose crystal grown in the presence of glucose (100 g/100 g of water). A: viewed along the - b – axis; B: viewed along the + b-axis



A.) Sucrose crystals grown in the presence of dextran (87.000 M.W.) 40 /100 g of water.

B) One of the sucrose crystals shown in figure A.



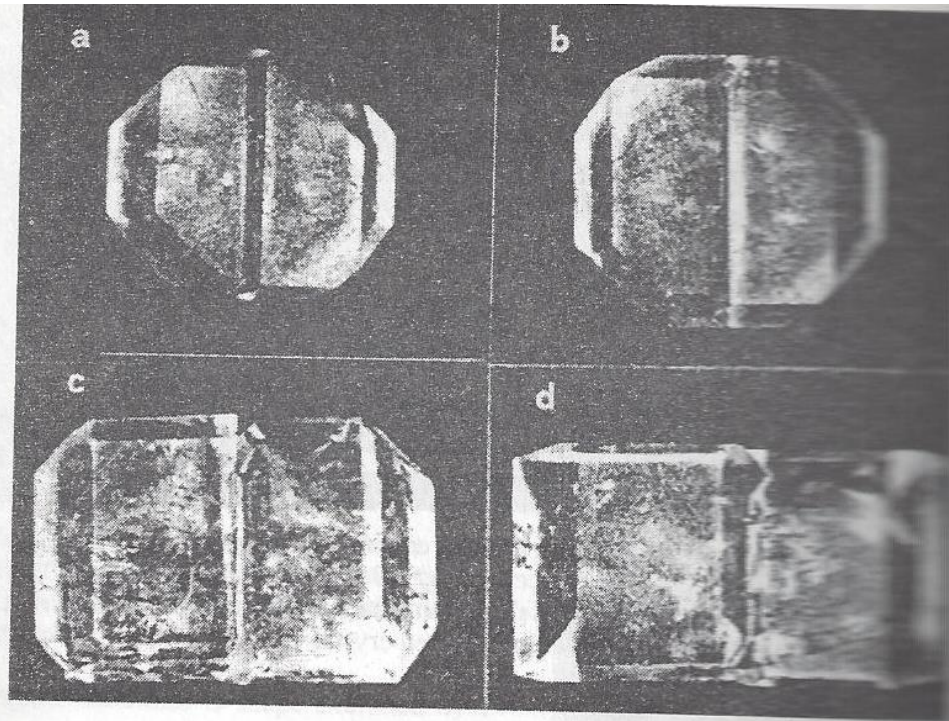
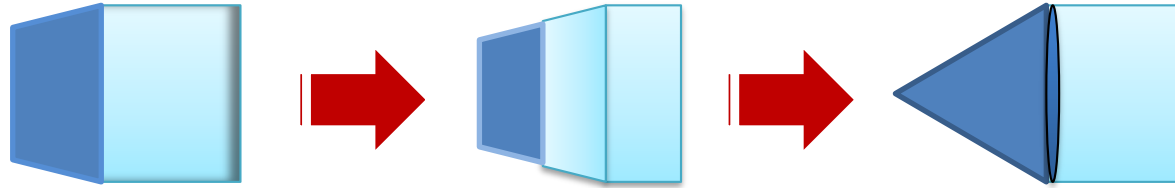


Fig. 20: Sucrose twins (first type) viewed perpendicularly to the a (100) face, grown in different amounts of fructose: a = fructose 150 g/100 g water; b = fructose 100 g/100 g water; c = fructose 50 g/100 g water; d = fructose 10 g/100 g water

Progresivo efecto de las cestas (Oligosacáridos)



**Alta concentración
Interactúa con el
polo izquierdo**

**Cristal
Triangular**

Oligosacáridos

Efecto del crecimiento

	Forma cristal (c/b)	Tasa de crecimiento ($\times 10^5$) (Kg / m ² / seg)
Sacarosa	0.54	5.7
S + mieles	1.33	3.1
S + oligosacáridos	1.11	2.2

Sacarosa / agua = 3.08 ; 60.5°C

Fuente: PG Morel du Boil. Sudáfrica

Transferencia de impurezas del jugo a los azúcares crudos

Constituyente	% en los azúcares
Color	10 - 20
Almidones	30 – 50
Dextranas	30 – 50
Cenizas	5 – 15
Polisacáridos	20 - 30

Fuente: SPRI y LSU

La Relación

- Azúcares reductores (AR) / Cenizas (A).

AR / A

- Tiene gran impacto en el agotamiento de las mieles.

Valores más altos



Mejor Agotamiento

Valores menores



Purezas de mieles
altas

Cristalización

Pérdidas de azúcar causadas por

Presencia de agentes melasigénicos (sales o minerales de potasio, sodio, etc.) que afectan el agotamiento de las mieles finales (mayor pérdida de sacarosa en la miel final).

Incremento de grano fino.

Cristales atípicos.

Excesivo lavado.

En Sudáfrica tamaño de mallas de 60 μm para un cristal de mínimo 120 μm .

Conglomerados

En azúcar blanca , donde sucede la aparición de conglomerados, ellos causan bajas densidades y pueden resultar en la formación de mayor azúcar en polvillo y de fácil rotura de los cristales.

La formación de conglomerados se reduce mediante: buena circulación en el tacho, bajando la sobresaturación particularmente cuando los cristales son pequeños y evitando tasas excesivas de cristalización.

Medidas del tamaño del cristal

Método Tradicional: Tamizaje

Desventajas

- Da una sola dimensión.
- Requiere una preparación.
- Requiere muestras grandes.
- Está afectada por conglomerados.

Ventajas

- Técnica bien conocida y aceptada.

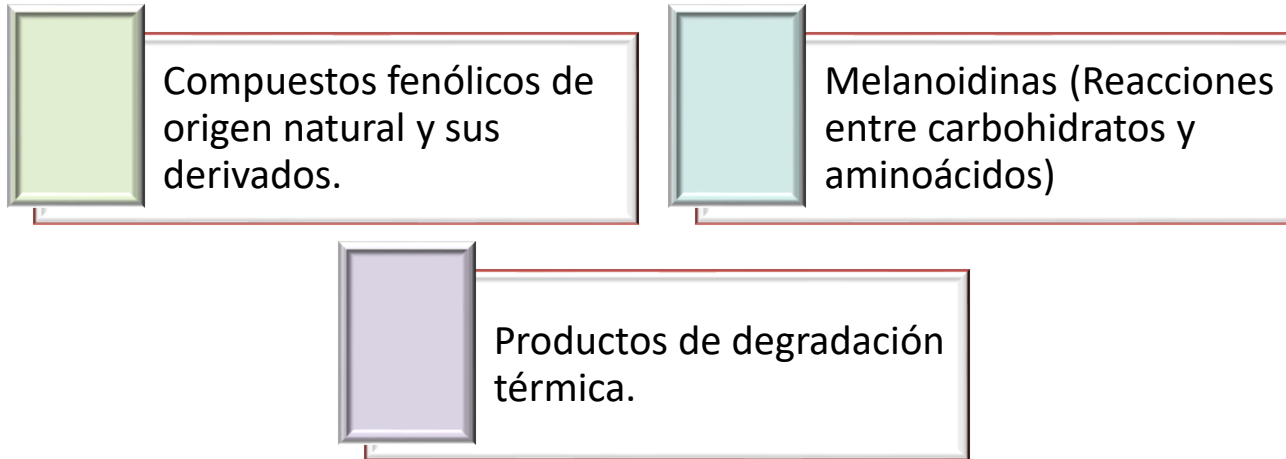
Técnica por análisis de imágenes (análisis computacional)

- Recientemente bien aceptada.
- Los cristales de azúcar se dispersan en glicerol (saturado con sacarosa) y se llevan al microscopio.
- Se obtienen histogramas (análisis estadístico).
- La técnica ha sido desarrollada para estudio de cristalización.

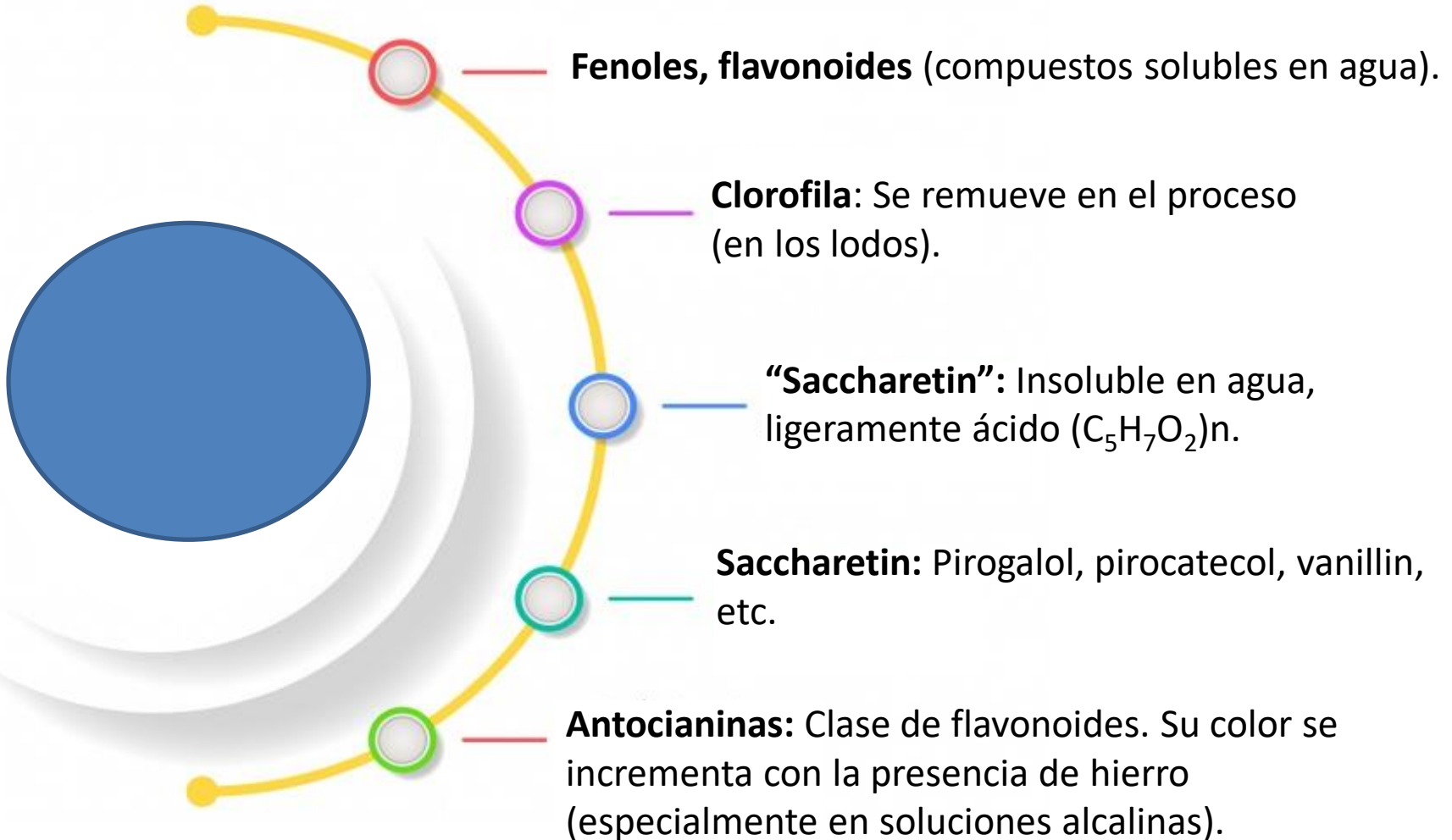
Pérdidas de azúcar

- Un incremento de un punto en la pureza de las melazas finales equivale a perder una libra de azúcar (que se convierte en melaza) por cada tonelada de caña procesada.

Naturaleza de los materiales coloreados en la caña de azúcar



Colorantes o pigmentos en los jugos de caña



Determinación del valor indicador en azúcares

$$\text{Valor indicador (Vi)} = \frac{\text{Color a pH 9}}{\text{Color a pH 4}}$$

<u>Tipo de colorante</u>	<u>Vi</u>
Melanoidina	1.0 – 1.2
Caramelo	1.2 – 1.5
P. Degradación alcalina	1.5 – 3.2
Flavonoides y C. Fenólicos	5 – 14

Fuente: SPRI

Factores que afectan la determinación de sacarosa o del azúcar recuperable

La recuperación final de azúcar (ARE) se basa en:



Contenido de sacarosa (Sac % caña, Sc).



Contenido de fibra (Fibra % caña, Fc).
Retención de sacarosa en el bagazo.



Contenido de No – Sacarosa (No-Sac % caña, Nc),
la cual causa la formación de mieles y retención de
sacarosa en la miel final.

Azúcar Recuperable Estimada (ARE)

Concepto introducido por Van Hengel (1974)

Donde

$S_c = \text{Sac \% caña}$

$N_c = N_o - \text{Sac \% caña}$

$F_c = \text{Fibra \% caña}$

$$\text{ARE} = aS_c - bN_c - cF_c$$

Parámetros de Fábrica

Ej: $a = 1$, $b = 0.40$, $c = 0.040$

RESUMEN

Cómo afectan las no-sacarosas el proceso fabril?

1. Las sales de potasio, sodio, etc. son melasigénicas. Pérdidas de sacarosa en la miel final.
2. Los polisacáridos aumentan la viscosidad de los materiales.
3. Las dextranas son polisacáridos de origen microbiológico e indican pérdidas de sacarosa. Causan alargamiento de los cristales e incrementan los valores de falso pol y viscosidad.
4. Los fenoles y flavonoides son precursores de color. Afectan el color del azúcar comercial.
5. Altos niveles de ácidos (pH bajo) causan hidrólisis de la sacarosa. El pH normal del jugo es de 5,2-5,4
6. Altos niveles de amino-ácidos (amino-nitrogenados) y azúcares reductores, reaccionan para dar materiales coloreados, denominadas reacciones de Maillard.

Impacto general de las impurezas (no – sacarosas) en el proceso y recuperación de azúcar comercial (CCS. Australia)

- 25% de las impurezas de la caña son removidas en la clarificación.
- 75% de las impurezas permanecen en las mieles.
- 60 partes de impurezas en las mieles retienen 40 partes de sacarosa.



Si impurezas en caña (N) = Brix % caña – pol % caña



$$\text{CCS} = \text{Pol \% caña} - 0,75 \times (2/3) \times N$$

$$\text{CCS} = \text{Pol \% caña} - 0.5 \times N$$

Ejemplo

- Pol % caña = 14.4%
- No Pol % caña = 2.84%
- CCS = $14.4 - 0.5 \times 2.84$
- CCS = 12.98 %

COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS » DE LA CAÑA DE AZÚCAR y su impacto en el proceso de elaboración del azúcar



JESÚS ELIÉCER LARRAHONDO A., Ph.D.

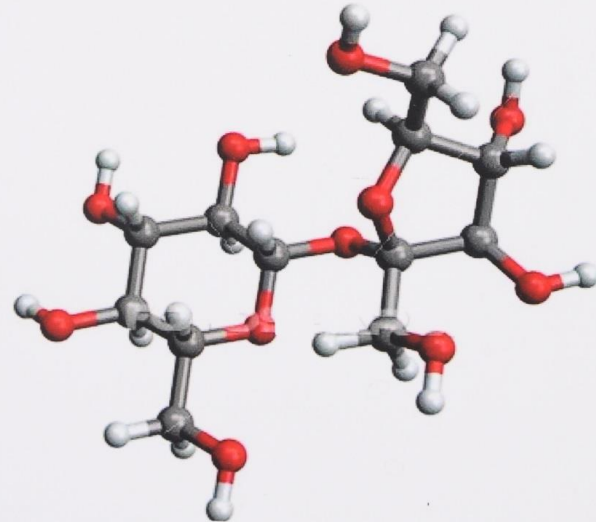
*Compartir nuestros conocimientos es una forma de ser
inmortal*

SERIE TÉCNICA

QUÍMICA AZUCARERA

SACAROSA

Conceptos fundamentales en la
industria azucarera y sucroquímica



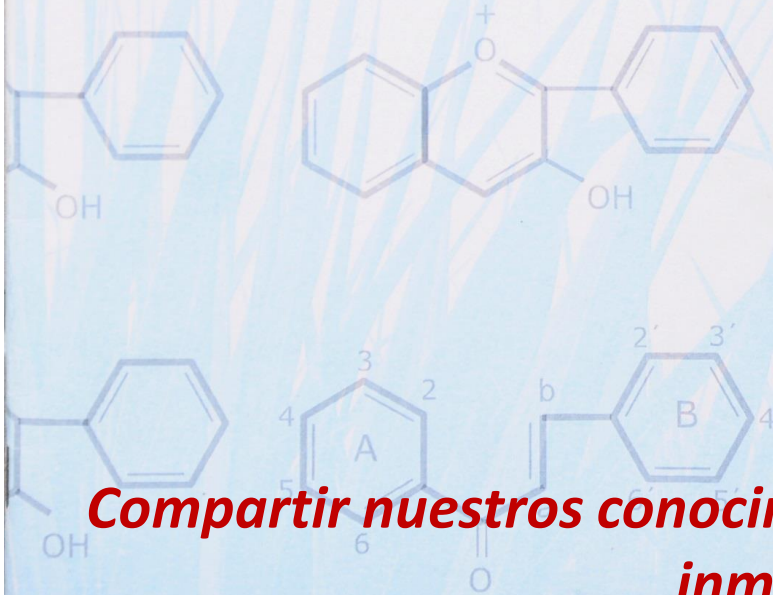
Jesús Eliécer Larrahondo A., Ph.D.

SERIE TÉCNICA

QUÍMICA AZUCARERA

FLAVONOIDES DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Presencia e importancia en el proceso agroindustrial azucarero



*Compartir nuestros conocimientos es una forma de ser
inmortal*

Jesús Eliécer Larrahondo A., Ph.D.
Sonia Patricia Ordoñez M., M.Sc.

ANÁLISIS DE CAÑA DE AZÚCAR

Fundamentos y Procedimientos de Laboratorio



Jesús Eliécer Larrahondo A., Ph.D.

OTRAS OBRAS



EL PROCESO AZUCARERO EN POCAS PALABRAS

Larrahondo, J.E.



**CÁLCULOS FUNDAMENTALES PARA EL CONTROL
QUÍMICO DE LAS INDUSTRIAS DE AZÚCAR Y
ALCOHOL**

Caldas, C.; Larrahondo, J.E.;Cavalcante da Silva, J.R

GRACIAS

