



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS "CARLOS RAFAEL RODRIGUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA

TRABAJO DE DIPLOMA.

Título: Estudio de la influencia de las variedades de caña sobre los indicadores de eficiencia industrial en el Central "14 de Julio"

Autor(a): Yudysleidys Reyes Sánchez.

Tutores: MSc. Víctor González Morales.

MV. Julio César Chiang González.

Curso: 2014 – 2015

PENSAMIENTO:

“Yo seré como el río que se despeña y choca, y salta, y se retuerce...! Pero llega al mar ;

Dulce María Loynaz.

DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mi abuelita Carmen que me apoyó tanto y me proporcionó las fuerzas para seguir adelante.

AGRADECIENTOS:

*A mis dos madres Carmen y Odalis por estar siempre pendiente de mí,
a mi papá.*

A mi hermana que es la mejor hermana del mundo.

*A mi novio por ser paciente conmigo y que a pesar de las
circunstancias me ayudó estando a mi lado.*

A mis abuelos por sus consejos.

A todas mis amistades que son especial en mi vida.

*A mi tutor que más que tutor es como mi padre, un gran amigo que
siempre me impulsó.*

A mis profesores por su gran esfuerzo enseñando.

A los trabajadores del central 14 de Julio.

A todos mis mayores gracias.

RESUMEN

El estudio de nuevas variedades de cañas de azúcar, permite aumentar la producción de sacarosa con mejores perspectivas de rendimiento industrial y resistencia a plagas y enfermedades. En este trabajo se analizan las variedades de caña (en la etapa de zafra), teniendo en cuenta los componentes del rendimiento agrícola e industrial para así encontrar cuales de estas variedades son más efectivas en el proceso productivo de la Empresa Azucarera 14 de Julio del municipio de Rodas, posibilitando mejor rendimiento económico productivo en la producción de azúcar. Para la investigación se tuvo en cuenta la caracterización de las variedades de caña en estudio, los factores de manejo y los componentes del rendimiento industrial (toneladas de caña por hectárea, porcentaje de pol en caña y toneladas de pol por hectárea como expresión del potencial agroazucarero), se realizó un estudio en el área de la industria que permitió identificar las variedades más efectivas a través del procesamiento de las zafras (2012-2013) y (2013-2014) mediante una base de datos procesada en programas como Microsoft Excel y STATGRAFICS 5.0, así como también la conformación de un grupo de trabajo integrado por expertos y trabajadores directos a la producción cañera a los cuales se le realizó una encuesta, permitiendo emitir sus criterios a cerca de las mismas. Los resultados permiten modernizar integralmente la agroindustria azucarera, aumentar el rendimiento de la empresa con mejoras en la calidad del producto final, con menos costos y mayor eficiencia, e incrementar la producción de caña y azúcar por hectárea.

Abstract

The study of new varieties of sugarcane can increase the production of sucrose with better prospects for industrial yield and resistance to pests and diseases. In this work the cane varieties are analyzed (in the stage of harvest), taking into account the components of the agricultural and industrial performance in order to find which of these varieties are more effective in the production process of the Sugar Company of the town July 14 Rhodes, enabling better productive economic performance in sugar production. For the research took into account the characterization of sugarcane varieties under study, management factors and components of industrial performance (tons of cane per hectare, percentage of pol in cane and tons of Pol per hectare as an expression of potential agroazucarero), a study was conducted in the area of the industry that identified the most effective varieties through processing of the harvests (2012-213) and (2013-2014) by a database processed in programs such as Microsoft Excel and STATGRAFICS 5.0, as well as the formation of a working group composed of experts and direct sugarcane production to which he surveyed workers, allowing cast their criteria about them. The results allow to fully modernizing the sugar industry, increase business performance through improvements in product quality, with less cost and greater efficiency, and increase cane production and sugar per hectare.

Índice

Contenido

<i>Introducción:</i>	1
<i>Capítulo I: Revisión bibliográfica:</i>	6
1.1- Variedades de caña de azúcar, sus inicios en Cuba:	7
1.2-Manejo de variedades de caña de azúcar.....	8
1.3- Descripción de las estructuras de variedades en la zafra.....	9
1.4-Estudio de Microlocalización de las variedades	12
1.5-Características agronómicas, aspectos morfológicos y rendimiento potencial azucarero	12
Rendimiento industrial de las variedades más destacadas en las producciones azucareras en el período de 2012-2013 y 2013-2014:.....	12
1.6-Condiciones agroclimáticas que influyen en el desarrollo de la caña de azúcar.....	19
1.7-Parámetros industriales a tener en cuenta para la elección de las variedades de cañas más efectivas:	20
1.8-Procedimiento utilizado para procesar las zafras en estudio:	20
<i>Capítulo II. El efecto de las estructuras de variedades sobre el rendimiento industrial.</i>	23
2.1 Caracterización de la Empresa Azucarera“14 de Julio”.	23
2.2 Criterios de los productores cañeros y los industriales.....	23
2.3 Obtención de la base de datos para el análisis estadístico.	25
2.4 Ejemplo sobre la regresión lineal simple.....	27
2.5 Ejemplo sobre la regresión lineal múltiple	28
2.6 Resumen y análisis de los resultados.....	29
<i>Capítulo III. Proyección de los balances de masa y energía, y el efecto económico.</i>	46
3.1 Proyección de los balances de masa y energía.	46
Para estimar el rendimiento mediante el balance de masa y energía, se cuenta con los siguientes parámetros	46
3.2 Variables operacionales que ejercen mayor influencia en los equipos.....	48
3.3-Desarrollo de los balances energéticos.....	49
3.4- Efecto económico.....	70

3.5-Consideraciones sobre el impacto ambiental de la propuesta.....	74
<i>CONCLUSIONES GENERALES</i>	77
<i>Recomendaciones:</i>	78
<i>Bibliografía:</i>	79

Introducción:

Antecedentes:

Con la organización de las sociedades y las mejoras introducidas por el hombre en la agricultura, se fueron ampliando el número de especies de cañas de azúcar así como también las áreas cultivadas y se origina el proceso de selección y adaptación de variedades de caña con mejores perspectivas de rendimiento industrial, que se ajusten a la cultura y las condiciones de la localidad, por lo que para lograr un adecuado crecimiento y producción de los cultivos es preciso tener en cuenta las condiciones agroecológicas de la región que se trate. (**Matsuoka, 1991**).

La caña de azúcar (*Saccharum Officinarum L.*) es el principal cultivo de Cuba, acreditada como el principal producto agrícola e industrial y fuente de riquezas, cubre aproximadamente el 40% del territorio nacional, se desarrolla en gran diversidad de suelos, condiciones climáticas y de relieve por lo que un aumento y (o) disminución de los rendimientos en las áreas cañeras se encuentra estrechamente relacionado con el éxito o el fracaso de las variedades predominantes. Debido a la gran importancia que reviste esta para el país, se ha hecho necesario intensificar sus producciones, así como dedicar grandes esfuerzos al desarrollo de las investigaciones científicas que permitan lograr mayor rendimiento en la industria azucarera. (**Milanés, 1997**).

En Cuba se han realizado algunos estudios sobre habilidad combinatoria de diferentes caracteres en la caña de azúcar por lo que (**González, 1994**), destaca que la introducción de nuevas variedades de caña de azúcar en la agricultura cañera cubana es un hecho que descansa sobre la existencia probada del fenómeno de interacción genotipo - ambiente que describe el comportamiento diferenciado de los genotipos bajo diferentes condiciones de clima, suelo y manejo- cosecha.

La búsqueda, aplicación de soluciones, y el diseño de estrategias para superar los actuales valores de producción de azúcar por unidad de superficie teniendo en cuenta las variedades de caña existentes, son las nuevas perspectivas que se traza la UEB 14 de Julio del municipio de Rodas. El estudio está dirigido a encontrar las variedades más efectivas que influyen en el rendimiento agrícola e industrial de la caña de azúcar, para así encontrar mejoras en la calidad del producto final con menos costos de producción.

➤ **Justificación del proyecto:**

Este proyecto tiene como propósito encontrar cuales de las variedades de caña presentes en las etapas de zafra (2012-2013) y (2013-2014), son las más efectivas, teniendo en cuenta los parámetros industriales y económicos.

➤ **Conveniencia**

La unidad al no contar con un modelo matemático que explique los resultados obtenidos y establezca la solución de un manejo adecuado de las variedades a moler, la investigación se ajustara a la utilización de programas estadísticos y matemáticos (STATGRAPHICS 5.0 y Microsoft Excel), para obtener mejoras en la calidad del producto y un incremento de los rendimientos azucareros en "la EmpresaAzucarera14deJulio".

➤ **Relevancia social**

Al poder tener un mayor control de las variedades de cañas, la tendencia a moler se hará más real, además se contribuye a la sostenibilidad a través de las mejoras en la calidad del producto final, por lo cual existe un impacto ambiental favorable y una menor afectación a la sociedad.

➤ **Valor metodológico**

El trabajo tendrá un valor metodológico ya que permitirá dejar registrados de diferentes formas los pasos a seguir para el monitoreo del proceso, sirviendo para la producción en otros entornos similares.

➤ **Viabilidad**

El trabajo es viable, considerando que la unidad posee todas las condiciones materiales y humanas para el desarrollo del mismo, con la calidad requerida.

➤ **Problema científico:**

En la empresa azucarera 14 de Julio del municipio de Rodas se realiza la cosecha de la caña siguiendo una metodología basada en factores que caracterizan la materia prima (variedad de caña, edad de la caña, rendimiento agrícola, etc.) pero no se ha estudiado la influencia de las variedades de caña sobre la eficiencia industrial por lo que no se dispone de una propuesta que tenga en cuenta dicha influencia.

➤ **Hipótesis:**

Si se realiza un estudio para conocer las diferentes variedades de caña más efectivas, teniendo en cuenta su rendimiento industrial se puede lograr mejores condiciones de trabajo en el central y con ello aumentar la eficiencia.

➤ **Objetivo General:**

Elaborar una propuesta sobre la programación del uso de la materia prima basada en la experiencia obtenida en las dos últimas zafras teniendo en cuenta el comportamiento de las variedades en la eficiencia industrial de la EmpresaAzucarera14deJulio.

➤ **Objetivos específicos:**

1. Caracterizar las variedades en estudio según sus parámetros principales. Considerando los componentes del rendimiento agroindustrial: porcentaje de pol en caña y toneladas de pol por hectárea como expresión del potencial agroazucarero de las variedades de caña de azúcar.
2. Estudiar el comportamiento de las variedades seleccionadas en las 2 últimas zafras. En función de los indicadores de eficiencia industrial, para obtener posibles modelos matemáticos haciendo uso de los programas Microsoft Excel ySTATGRAFICS 5.0, indicando cuales de estas variedades de caña tiene mayor rendimiento industrial.
3. Elaborar la propuesta de la programación de la zafra para las variedades estudiadas en función de la eficiencia industrial.

➤ **Diseño Metodológico de la investigación:**

- Para el manejo de la información se utilizará la recopilación de datos los cuales serán: el procesamiento y representación de las hojas de análisis y control de las 2 últimas zafras.
- Los métodos estadísticos necesarios para la realización del trabajo son la estadística inferencial y la regresión.

-La metodología usada será la ambiental.

-Se aplicaran programas estadísticos y matemáticos como el Microsoft Excel y el STATGRAFICS 5.0 y los Programas Balance, Deuda y Flujos aprobados por el MEP

➤ **Resultados esperados:**

- 1) Caracterización de cada una de las variedades de caña según sus principales parámetro a través de su comportamiento en la zafra.
- 2) Mejor eficiencia industrial haciendo un análisis del comportamiento de las variedades de caña en las dos últimas zafras seleccionadas, en función de los indicadores industriales.
- 3) Obtener un modelo matemático haciendo uso de los programas Microsoft Excel y el STATGRAFICS 5.0 que indique cuales de estas variedades de caña tiene mayor rendimiento agroindustrial.
- 4) Se dispone de una propuesta de programación del uso de la materia prima.

Capítulo 1

Capítulo I: Revisión bibliográfica:

El uso de mejores variedades de caña de azúcar constituye uno de los más importantes factores para incrementar la productividad, y consecuentemente, la reducción de los costos del sector agroazucarero. Desde hace muchos años enunciados similares han sido expuestos en publicaciones azucareras de todo el mundo, (**González et al 2006**).

Las variedades comerciales que actualmente se encuentran en producción son de alto rendimiento, resistentes a enfermedades y buena producción en las fábricas por lo que el uso y manejo de las variedades es una responsabilidad Estatal, que posibilita la obtención de rendimientos económicamente satisfactorios en presencia del complejo sistema ecológico actual. ((Castro, 2004)((China, 1991))), señalaron la necesidad urgente del empleo de nuevas variedades con mayor potencial agroproductivo y azucarero, así como un alto grado de adaptabilidad a las condiciones del medio. Según los propios autores esto puede lograrse mediante la introducción de variedades extranjeras o ejecutando un programa de mejoramiento genético para aumentar la variabilidad.

Por lo tanto, es necesario desarrollar nuevas variedades con alto rendimiento y con las ventajas necesarias para reemplazar a las variedades en cultivo (**Heinz y Osgood, 1994**).

En los últimos años se han demostrado cambios climáticos que han sufrido una marcada diferencia de la respuesta de las variedades de caña en los distintos tipos de suelos y cepas. La selección de aquellas variedades azucareras que produzcan la mayor cantidad de azúcar por unidad de área es un objetivo de trabajo prioritario para muchos países productores de azúcar, empeñados en lograr mayores beneficios económicos en la explotación del cultivo (**García et al., 2006**).

Se requiere contar con variedades de elevado rendimiento durante diferentes épocas del año y adaptadas a las condiciones agroecológicas de cada zona, para elevar los niveles de producción. Según **González (2005)** el empleo comercial de nuevas variedades bien manejadas, ofrecen la posibilidad de obtener éxitos económicos en este sentido.

La caracterización de genotipos de caña de azúcar de acuerdo a patrones morfológicos, es de mucha importancia para efectos de conservación, evaluación, documentación y

realización de intercambios de material vegetal, a nivel de productores, es indispensable conocer el comportamiento agronómico y productivo de cada variedad en diferentes ambientes. Esto con el fin de observar su comportamiento y así utilizarlas al momento de reemplazar aquellas variedades que muestran bajos rendimientos en presencia de plagas o enfermedades. **(Ramírez J. L., et al. 2002).**

1.1-Variedades de caña de azúcar, sus inicios en Cuba:

La caña de azúcar representó para nuestro país el principal producto agrícola e industrial, por lo que 1.5 millones de ha, que representaron un 40 % del área total cultivada, se dedicaron a estas plantaciones. En la actualidad se prevé reducir a 819 736.1 ha, para de esta forma cultivar aquellos suelos más productivos y de este modo facilitar que los cultivares expresen su mayor potencial genético productivo **(Jorge et al 2003).**

Los primeros híbridos de factura nacional comenzaron a emplearse comercialmente en 1930, y a partir de la creación del Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar **(INICA, 1964)**, la actividad de obtención y estudio de nuevas variedades comienza a jugar un papel protagónico en la agroindustria azucarera cubana. **Manresa (2008)**

Las distintas variedades de caña que hoy se cultivan en el mundo con fines comerciales son especies e híbridos del género *Saccharum*, de la familia de las Poaceas. Es un cultivo de los llamados permanentes, que se cosecha en períodos que oscilan entre 12 y 24 meses. **(Guerra, 1961; Rivacoba y Morín, 2005).**

Para realizar un adecuado manejo de las variedades hay que tener en cuenta: el desarrollo de cada una de ellas en los diferentes ambientes, en cuanto a las diferencias que se observen, en cuanto a la expresión de un carácter cuantitativo cualquiera como el rendimiento y como varían en función del ambiente, **(García et al., 2006).**

(Hutchinson y Daniels, 1971) sugieren un método para registrar información sobre selección de variedades de cañas mediante el proceso de computarización para mejor manejo de la información.

1.2-Manejo de variedades de caña de azúcar.

El empleo de nuevas variedades es la tecnología más económica que dispone el cañero a fin de mejorar su productividad; ésta no solo permite un incremento en el rendimiento cultural y fabril, sino que favorece la reducción de costos al disminuir los gastos. La selección de la variedad debe ser realizada cuidadosamente, ya que es una decisión que puede comprometer al cañaveral en toda su vida económica. **(González., et al 2006)**

Estudios realizados por **(González, et al 2006)** plantean que el manejo de las variedades de caña de azúcar, se logra ubicándolas en los ambientes donde mayor respuesta productiva puedan ofrecer, teniendo en cuenta su comportamiento en las diferentes condiciones de suelo, los requerimientos hídricos, la respuesta a los factores limitantes, la época óptima de siembra y cosecha en su período de máxima maduración.

Un manejo eficiente de las variedades ratifica la explotación comercial de 5 a 6 variedades líderes, estas ocuparán del 70 al 80 % del área total, existencia de 10 a 15 variedades recomendadas, de ellas aproximadamente la mitad nuevas con menos de 5 a 6 años de recomendadas, aprobadas como comerciales y el reemplazo seguro en forma sistemática. **(Jorge, et al 2006).**

En la producción azucarera cubana se cuenta con variedades que es necesario enmarcar en un período definido de zafra, pero otras pueden ser manejadas para las tres épocas, por tanto es perfectamente posible buscar un adecuado balance que cubra todo el período de cosecha.

La transformación varietal constituye una necesidad, comprendida hoy día por la mayor parte de los productores cañeros, donde el objetivo de incrementar los índices de eficiencia cobra cada vez más importancia.

Según **(García, 2006)**, la explotación correcta de las variedades y un manejo sostenible, está relacionado con el conocimiento de las condiciones de Cuba; lo primero que debe conocerse, es que la zafra en nuestro país por el clima y las capacidades industriales, se puede enmarcar entre los meses de noviembre y abril, donde el rendimiento industrial describe aproximadamente una parábola. Esta se puede dividir en tres períodos:

- 1) Noviembre a Enero donde no se muestran altos rendimientos, ya que pocas variedades alcanzan la madurez.
- 2) Febrero a Marzo, que se eleva la curva con un máximo en marzo, aquí generalmente todas las variedades expresan su máximo potencial
- 3) Desde finales de Marzo hasta Abril donde nuevamente comienza a decrecer.

El procesamiento de la caña de azúcar para la obtención de la sacarosa empieza realmente en el campo. La variedad de caña, el suelo en el cual se cultiva, las prácticas de manejo que incluyen las dosis y épocas de aplicación de los fertilizantes, y el grado de madurez, determinan la calidad del material producido, (**Larrahondo, 1995**).

La caña con óptima calidad da mayores rendimientos fabriles para beneficio, tanto de los ingenios como de los cultivadores del sector azucarero.

La calidad se reconoce en el momento de la molienda por la cantidad de azúcar recuperable o rendimiento que se obtiene por tonelada de caña molida, lo cual depende de características como: (1) alto contenido de sacarosa, (2) bajo contenido de materiales extraños, (3) bajo contenido de sólidos solubles diferentes de la sacarosa, y (4) bajos niveles de fibra, (**Camargo, 1977**).

Es importante mencionar que otras características como tallos erectos, maduración y longitudes uniformes y facilidad para el corte permiten la obtención de material poco contaminado y de buena calidad para los molinos. En general, las características principales de la caña de buena calidad dependen de factores relacionados con (**Joge, 2003- 2006**):

1.3-Descripción de las estructuras de variedades en la zafra

(Tabla: variedad, área cubierta, área molida en zafra, rendimiento potencial cañero. UM. Hectáreas y caballerías.

Tabla 1.1: Comportamiento agrícola e industrial de las estructuras estudiadas.

La siguiente tabla muestra los valores de cada variedad en cuanto a su área cubierta, área molida en zafra, rendimiento potencial cañero y rendimiento agrícola.

variedad	área cubierta	área molida en zafra	rendimiento potencial
			cañero t/ha
C.88-380	5.49	5.49	45.43
C.86-56	3.69	3.69	32.58
CO.997	15.39	7.08	60.01
C.323-68	3.27	3.27	39.86
C.86-12	20.72	20.72	32.58
C.86-156	9.89	9.89	29.58
C.89-148	7.73	7.73	24
C.90-469	10.73	7.89	49.72
C.88-380	13.42	8.1	45.43
C.85-102	7.7	7.7	25.2
C 227-59	11.96	11.96	21.43
C 323 - 68	8.32	8.32	70.3
CP 5243	6.12	6.12	44.32
C 86-456	11.4	9.89	40.03
C.90-530	11.96	8.65	70.3
C.90-317	14.36	9.89	45.43

C.266-70	8.28	8.28	25.72
C.85-102	6.72	6.72	34.29

Variedades	Rendimiento industrial
C.88-380	8
C.86-56	11
CO.997	7.3
C.323-68	7.5
C.86-12	12.4
C.86-156	10
C.89-148	9.2
C.90-469	9
C.88-380	7
C.85-102	9

C 227-59	7.3
C 323 - 68	6.4
CP 5243	8.3
C 86-456	9.2
C.90-530	8.1
C.90-317	7.3
C.266-70	6.5
C.85-102	9.5

1.4-Estudio de Microlocalización de las variedades

Según las diferentes áreas de plantación la UEB 14 de Julio, cuenta con áreas de cultivo de las variedades dentro del territorio de municipio pero están dispersas, no todas las variedades recomendadas para un área determinada son las que están plantadas.

En las siguientes tablas se expresan los resultados de los parámetros evaluados en el rendimiento agrícola:

1.5- Características agronómicas, aspectos morfológicos y rendimiento potencial azucarero

Rendimiento industrial de las variedades más destacadas en las producciones azucareras en el período de 2012-2013 y 2013-2014:

Variedad C86-12

Características Morfológicas:

Tallo de color verde amarillento con visos morados, entre nudo de forma cilíndrica, 3.2cm de diámetro y 312 cm de altura, buena calidad interna. Yema Obovada.

Comportamiento agro productivo:

Buena brotación, de habito de crecimiento erecto a ligeramente abierto, cierre temprano del campo, regular despaje, floración hasta 8% buen retoñamiento, con una población de 12-14 tallos por metro linear, 11.4% de contenido de fibras en sus tallos. Presenta alto rendimiento agrícola y buen contenido azucarero, así como 55.30% de digestibilidad de la materia seca, por lo que es factible para la alimentación del ganado vacuno. Variedad tolerante al estrés ambiental (Sequía y mal drenaje). Alta para la mecanización. Se recomienda para suelos pardos con y sin carbonato, ferra lítica y oscuro plástico

Tabla 1.2: Ciclos de plantación y cosecha:

Plantación.	Cosecha	Edad (Meses)
Mayo-Junio	Diciembre-Enero	18-20
Julio-Septiembre	Febrero-Marzo	16-18

Comportamiento fito-sanitario:

Genotipo resistente a la VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar), intermedio a carbón (*sporisorium scitamineum* (Syd). M. Peipenbr.M.Stoll & Oberw.) Y a escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans* (Ashbi) Dowson), así como intermedio a roya parda (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow) en foco de infección.

Variedad C323-68

Características Morfológicas:

Tallo De color verde amarillento con visos morados, entrenudos de forma cilíndrica, diámetro de 2.6 cm y una altura de 321 cm, buena calidad interna del tallo. Yema ovalada.

Comportamiento agro productivo:

Buena brotación, de hábito de crecimiento abierto, cierre temprano del campo, de regular despeje, con una flotación de 15 a 20%, excelente retoña miento, con una población de 17 tallos por metro lineal, 11.4% de contenido de fibra en sus tallos. Presenta alto rendimiento agrícola y aceptable contenido azucarero. Variedad de alta rusticidad y buena adaptabilidad, buen comportamiento en suelos pobres, secantes y de mal drenaje. Apta para la mecanización. Se recomienda para suelos Ferralítico rojo, Pardo con y sin carbonato y Oscuro plástico.

Tabla1.3: Ciclos de plantación y cosecha:

Plantación	Cosecha	Edad (meses)
Enero – abril	febrero-abril	13 – 15
Julio-septiembre	febrero-marzo	16 - 18

Comportamiento fito-sanitario:

Genotipo resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar), intermedio a carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.), susceptible a escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineas* (Ashby) Dowson), así como susceptibles a roya parda (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow) en foco de infección.

Variedad Co997

Características Morfológicas:

Tallo De color verde con ligeros visos amarillentos, entrenudo de forma ligeramente obconoidal, 2.58 cm de diámetro y 280 cm de altura. Yema ovada.

Comportamiento agro productivo:

Excelente brotación, hábito de crecimiento ligeramente abierto, cierre temprano del campo, despeje malo, no florece, regular retoñamiento, con una población de 10 – 14 tallos por metro lineal, 13% de contenido de fibra en sus tallos. Presenta alto rendimiento agrícola y buen contenido azucarero, así como 54.80 % de digestibilidad de la materia seca, por lo que es factible para la alimentación del ganado vacuno. Variedad que muestra tolerancia al mal drenaje. Apta para la mecanización. Se recomienda para suelos ferralíticos rojos, pardos con y sin carbonato.

Tabla 1.4: Ciclos de plantación y cosecha:

Plantación	Cosecha	Edad (meses)
Enero – abril	Enero – abril	12 – 15
Mayo – abril	Diciembre – enero	18 – 20
Julio – septiembre.	Diciembre – marzo	16- 18

Comportamiento fito-sanitario:

Genotipo resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar), carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.) Y a escaldadura filiar (*Xanthomonas albilineans* (Ashby Dowson), así como resistente a roya parda) *Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow) en foco de infección.

Variedad CP52-43

Características Morfológicas:

Tallos De color amarillento con matices morados, entrenudo en forma de zig – zag, con 11.0 cm de longitud, 3.1 cm de diámetro y 280 cm de altura. Yema ovada.

Comportamiento agro productivo:

Buena votación, hábito de crecimiento erecto, cierre de campo tardío, de regular despeje, florece más de 30%, buen retoñamiento con una población de 15 – 16 tallos por metro lineal, 12.5 – 13.5% de contenido de fibra en sus tallos. Presenta alto rendimiento agrícola

y elevado contenido azucarero. Variedad tolerante a la sequía. Apta para la mecanización. Se recomienda para suelos ferralíticos rojos, Pardo con y sin carbonato.

Tabla1.5: Ciclos de plantación y cosecha:

Plantación	Cosecha	Edad (meses)
Agosto – septiembre	noviembre – enero	15 – 17

Comportamiento fito-sanitario:

Genotipo resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar), intermedio al carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.) Susceptible a escaldadura filiar (*Xanthomonas albilineans* (Ashby Dowson), así como resistente a roya parda (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow) en foco de infección.

Variedad C86-56

Características Morfológicas:

Tallo De color verde amarillento con visos morados, entrenudo en forma zigzagueante, de 14.2 cm de longitud, con 362 cm de altura y 2.29 cm de diámetro, buena calidad interna. Yema oval, separada de la cicatriz foliar, pero cubre el anillo de crecimiento.

Comportamiento agro productivo:

Buena brotación, hábito de crecimiento ligeramente abierto, cierre temprano de campo, regular despeje, no florece, buen retoña miento, con una población de 12 tallos por metro lineal, posee 13% de contenido de fibras en sus tallos. Presenta buen rendimiento agrícola y aceptable contenido azucarero. Apta para la mecanización. Es una variedad de alta rusticidad, tolerante a la sequía. Se recomienda para suelos Ferralítico rojo y amarillento de las provincias de La Habana, Matanzas, Cienfuegos y Ciego de Ávila, ha mostrado buen comportamiento en otras regiones del país.

Tabla1.6: Ciclos de plantación y cosecha:

Plantación	Cosecha	Edad (meses)
Agosto – Septiembre	Febrero – Marzo	16 – 18

Comportamiento fito-sanitario:

Genotipo resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar), carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw), así como resistente a roya parda (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow) en foco de infección.

Variedad C86 – 156

Características Morfológicas:

Tallo de color verde con visos morados, entrenudo en forma de zig – zag, con 13.4 cm de longitud, con 250 cm de altura y 2.68 cm de diámetro, buena calidad interna. Yema obovada, separada de la cicatriz foliar y cicatriz filiar y toca el anillo de crecimiento.

Comportamiento agro productivo:

Buena brotación, hábito de crecimiento ligeramente abierto, cierre temprano de campo, regular despeje, no florece, buen retoña miento, con una población de 13 tallos por metro lineal, posee 13.5 % de contenido de fibras en sus tallos. Presenta buen rendimiento agrícola y alto contenido azucarero. Apta para la mecanización. Es una variedad de alta rusticidad, tolerante a la sequía. Se recomienda para suelos Ferralítico rojo, Pardo con y sin carbonato.

Tabla1.7: Ciclos de plantación y cosecha:

Plantación	Cosecha	Edad (meses)
Mayo – junio	Diciembre – Enero	18 – 20
Julio – septiembre	Febrero - Marzo	16 – 18

Comportamiento fito-sanitario:

Genotipo resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar) y a carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. piepenbr.m, M Stoll & Oberw.), susceptible a escaldadura foliar (*Xanthomonas albilians* (Ashby) Diwson), así como intermedio a roya parda (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow) en foco de infección.

Variedad C89-148

Características Morfológicas:

Tallos De color verde con visos morados, entrenudo en forma de zig – zag, con 14.5 cm de longitud, 340 cm de altura t 3.0 cm de diámetro, buena calidad interna del tallo. Yema oval, toca la cicatriz foliar y el anillo de crecimiento.

Comportamiento agro productivo:

Posee buena rotación, hábito de crecimiento oblicuo, cierre temprano del campo, despeje regular, no florece, ha mostrado buena capacidad de retoña miento, con una población de 14 tallos por metro lineal, 12% de contenido de fibra en sus tallos. Se destaca por su alto rendimiento agrícola y elevado contenido azucarero. Apta para la mecanización. Variedad que muestra tolerancia a la sequía. Se recomienda plantar en suelos Ferralítico rojo y Pardo con y carbonato.

Tabla1.8: Ciclos de plantación y cosecha:

Plantación	Cosecha	Edad (meses)
Mayo-junio	diciembre-enero	18 – 20
Julio – septiembre	febrero – marzo	16 – 18

Comportamiento fito-sanitario:

Genotipo resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar), resistente a carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr. m, M Stoll & Oberw.), susceptible a escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson), así como resistente a roya parda (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow) en foco de infección.

En esta descripción de variedades de caña de azúcar, generalmente se han tenido en cuenta diferentes aspectos como son: características morfológicas, comportamiento agro-productivo, ciclos de plantación y cosecha, comportamiento fito-sanitario.

Esta caracterización de genotipos de caña de azúcar de acuerdo a patrones morfológicos, es de suma importancia, (**Daniels 1969**), considera el uso de estos patrones para la descripción y recolección de datos, asegurando la estandarización de la información para contribuir con un mejor entendimiento entre investigadores.

1.6-Condiciones agroclimáticas que influyen en el desarrollo de la caña de azúcar:

Los escenarios de cambios climáticos desarrollados dentro de la evaluación del impacto del cambio climático y las medidas de adaptación en Cuba, indican que las magnitudes de la temperatura media anual del aire pudieran incrementarse paulatinamente hasta alcanzar magnitudes entre 1,6 grados centígrados y 2,5 grados centígrados para el año 2100. A pesar de esto se estima que el incremento de la temperatura sea tan notable, que aún donde se proyecten incrementos de las precipitaciones, podría ocurrir una intensificación y expansión de los procesos de acidez y sequía. En concordancia con los escenarios climáticos adoptados, los impactos sobre los sectores seleccionados podrían ser notables, entre ellos la agricultura. (**CITMA, 2002**).

El elemento climático más variable es la lluvia, con un acumulado medio anual de 1375 mm. En el período lluvioso se registra aproximadamente el 80% del total de lluvia anual y el otro, el 20% restantes. La infraestructura hidráulica solo permite utilizar el 57% de los recursos aprovechables solamente. Lo anterior significa que es imprescindible para el porvenir, el desarrollo de una acertada política de uso y aprovechamiento de los recursos

hidráulicos, de manera tal que los mismos satisfagan las necesidades del desarrollo nacional en concordancia con los principios de sostenibilidad y de la preservación de la calidad de vida y medio ambiente. Entre las perspectivas: se necesita crear sistemas de alerta temprana de eventos naturales extremos como las sequías y las inundaciones, así como los software y modelos necesarios que permitan prepararse ante lluvias extremas provenientes de ciclones y huracanes, perfeccionar los sistemas de tratamientos de aguas residuales de diferentes tipos que contaminan las aguas interiores y la zonas costeras. **(Saborit, 2003)**

1.7-Parámetros industriales a tener en cuenta para la elección de las variedades de cañas más efectivas:

Los parámetros industriales más importantes son: azúcar producida, rendimiento, miel final y bagazo. **(Jorge, et al 2010).**

- Azúcar producida
- Rendimiento
- Miel final
- Bagazo

1.8-Procedimiento utilizado para procesar las zafras en estudio:

El procedimiento estadístico aplicado para el estudio mediante el STATGRAPHICS se realiza de la siguiente manera:

1. Crear la base de datos en libro Excel.

En las columnas: La fecha, las variedades y las variables de eficiencia.

En las filas: los días de zafra y los datos correspondientes

2. Importar al STATGRAFICS 5.0 los datos según las variables a estudiar.
3. Realizar las regresiones lineales simples.
4. Realizar las regresiones lineales múltiples.
5. Análisis de los modelos con resultados estadísticos significativos.

Conclusiones del Capítulo:

1. Se han realizado estudios técnicos acerca de cómo manejar las variedades de caña pero no se encontró en la búsqueda realizada ninguno que indique las variedades más eficiente sobre los indicadores de eficiencia industrial
2. El estudio bibliográfico ofrece que las variedades más destacadas en los períodos analizados son: C86-12, C323-68, Co997, CP52-43, C86 – 156, C89-148.
3. Se observa una amplia utilización de variedades, pero no todas recomendadas mediante un estudio de Microlocalización.
4. El software STATGRAFICS 5.0 permite hacer un estudio multivariable de la influencia de las variedades caña sobre los parámetros industriales.
5. Las variedades de mejor comportamiento industrial según la búsqueda bibliográfica son: **C.86-12, C.86-156, C.86-56, C.89-148, C.90-469, C 86-456, C.85-102**

Capítulo 2

Capítulo II. El efecto de las estructuras de variedades sobre el rendimiento industrial.

2.1 Caracterización de la Empresa Azucarera “14 de Julio”.

La fábrica de azúcar pertenece a la Empresa Azucarera Cienfuegos, se localiza en el municipio Rodas y forma parte del Grupo Empresarial Agroindustrial AZCUBA. Se encuentra ubicada a tres km de la carretera que conduce al municipio Abreus, situada en el centro sur de la provincia Cienfuegos, al norte se encuentra el poblado de Rodas, al sur la Refinería de Petróleo Camilo Cienfuegos, al este el consejo popular Venta del Río, y al oeste el poblado de Abreus.

Esta cuenta con una capacidad de molienda de 2990 toneladas diarias, la caña es preparada por dos juegos de cuchillas los cuales necesitan un alto consumo de potencia para realizar su trabajo, la molienda se realiza por un tándem formado por cinco molinos con accionamiento eléctrico, un sistema de bombas y colador rotatorio, lo cual garantiza la separación de los residuos de bagazo disueltos en el guarapo.

En este trabajo se realizó el estudio mediante métodos estadísticos para encontrar que variedades han mostrado mayor rendimiento en la producción de azúcar, por lo que lo más importante para lograr el rendimiento industrial e incrementar la calidad del producto final, es escoger las variedades a moler mediante una herramienta matemática que arroje resultados ya sean positivos o negativos mediante modelos matemáticos que den con exactitud las variedades más efectivas que garanticen y eleven este rendimiento.

2.2 Criterios de los productores cañeros y los industriales

Se realizó una encuesta para saber los criterios de los trabajadores acerca de las variedades que se muelen en la zafra.

CUESTIONARIO APLICADO.

Encuesta a realizar a los trabajadores de la UEB 14 DE JULIO.

A continuación se muestran las variedades de cañas de azúcar que se molieron en las zafras: 2012-2013 y 2013-2014.

Según las variedades de cañas que usted conoce, ¿cuáles de estas que se presentan a continuación cree usted que sea más eficaz para mayor rendimiento y calidad del producto final?, de su criterio en una escala del: 5- excelente, 4 bien, 3 regular, 2 mal, 1 pésimo.

Nota: Si desea puede agregar algún comentario a favor o en contra de alguna variedad.

Según los criterios cañeros e industriales sobre cuáles han sido las mejores variedades, el siguiente grafico muestra los resultados:

Las variedades encuestadas en las diferentes zafras fueron:

Las variedades que están de colores iguales se repiten en las zafras

Zafra 2012-2013.

--- C 227-59 --- C 85-102 --- CP 5243

--- C 86-456

--- C 323 - 68 --- C 86-12 --- C 86-56

Zafra 2013-214

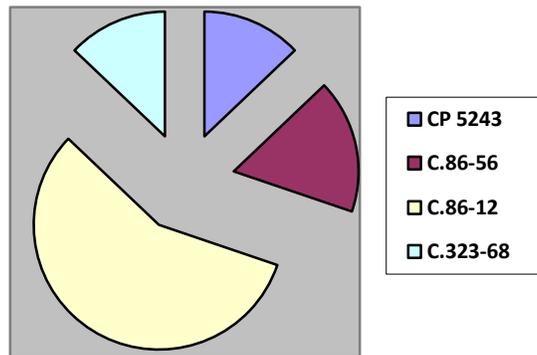
--- CP-5243 ---C.997 ---C.86-156 ---C.86-56

--- C.323-68 ---C.86-12 ---C.89-148 ---C.90-469

La evaluación cualitativa dada por los encuestados se resume en el siguiente gráfico.

Los porcentos de las variedades seleccionadas quedaron distribuidos de la siguiente forma:

Un 40% de los encuestados seleccionó la variedad C.86-12, un 20% la variedad C.86-56 y el otro 20% las variedades CP.5243 y C.323-68 y las restantes variedades quedaron incluidas en 20%

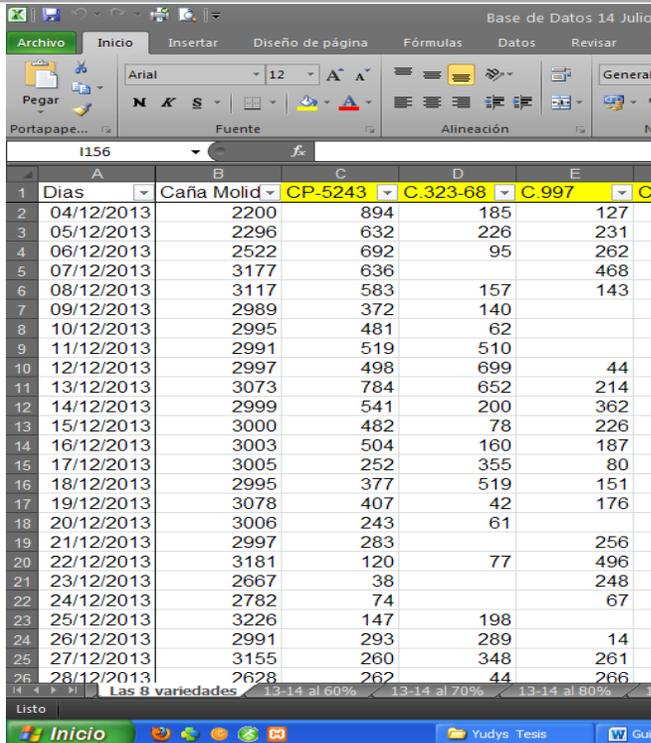


Analizando los resultados del grafico se observa que según los criterios cañeros e industriales fueron estas las más seleccionadas,

2.3 Obtención de la base de datos para el análisis estadístico.

Para el procedimiento estadístico usado mediante el STATGRAPHICS se tomaron de los modelos de las zafras 2012-2013 y 2013-2014 extrayendo de los mismos las diferentes cañas molidas por variedades, cantidades y totales de moliendas, todos estos datos fueron llevados a hojas de cálculo de un libro Excel, se introdujeron los datos de las zafras correspondiente, para totalizar todos los días de Zafra por mes con sus respectivas fechas, en las filas: las variedades y los parámetros industriales(Jugo Desmenuzadora Brix y Pol, Jugo Mezclado Brix y Pol., % de Fibra en caña, Azúcar producida, Rendimiento, Miel Final, Bagazo), se tomaron los datos de las variedades que están más presentes en la estructura actual que tiene la UEB en la molida total. Los datos se importaron a la hoja de statgraphics, como se muestra en el ejemplo.

Base de datos de las zafras (2012-2013 y 2013-2014) procesada en la hoja de cálculo Excel.



Dias	Caña Molida	CP-5243	C.323-68	C.997	C
04/12/2013	2200	894	185	127	
05/12/2013	2296	632	226	231	
06/12/2013	2522	692	95	262	
07/12/2013	3177	636		468	
08/12/2013	3117	583	157	143	
09/12/2013	2989	372	140		
10/12/2013	2995	481	62		
11/12/2013	2991	519	510		
12/12/2013	2997	498	699	44	
13/12/2013	3073	784	652	214	
14/12/2013	2999	541	200	362	
15/12/2013	3000	482	78	226	
16/12/2013	3003	504	160	187	
17/12/2013	3005	252	355	80	
18/12/2013	2995	377	519	151	
19/12/2013	3078	407	42	176	
20/12/2013	3006	243	61		
21/12/2013	2997	283		256	
22/12/2013	3181	120	77	496	
23/12/2013	2667	38		248	
24/12/2013	2782	74		67	
25/12/2013	3226	147	198		
26/12/2013	2991	293	289	14	
27/12/2013	3155	260	348	261	
28/12/2013	2628	262	44	266	

Datos extraídos de la hoja de cálculo Excel, que representan los porcentos más significativos de las variedades que se molieron.

En la zafra 12/13 las variedades y los % de cada una en la molida total fueron:

Tabla 2.1: Porcentaje de molida de cada variedad

Variedad	C 227-59	C323 -68	C 85-102	C 86-12	CP 5243	C 86-56	C 86-456
% de molida	12.5	14.0	15.4	25.1	10.3	4.0	4.6

En la zafra 13/14 las variedades y los % de cada una en la molida total fueron:

Tabla 2.2 Porcentaje de molida de cada variedad

Variedad	CP-5243	C.323-68	C.997	C.86-12	C.86-156	C.89-148	C.86-56	C.90-469
% de molida	9.30	10.22	8.00	10.50	6.98	6.89	17.01	3.51

Estas variedades representan el 72.4 del total de molida y serán las analizadas en las siguientes regresiones.

2.4 Ejemplo sobre la regresión lineal simple

Con los datos organizados en la hoja de cálculo Excel e ir filtrando los datos de la zafra según la noma(2990 de molida) al 70,80 y 90%, se comenzó con el análisis para realizar las regresiones simples y múltiples en el programa STATGRAFICS 5.0 con cada uno de estos porcentajes, primeramente se fue colocando en el STATGRAFICS 5.0 para el análisis de la regresión simple la variable industrial como variable dependiente y la variedad como variable independiente, esta operación se fue repitiendo, manteniendo la variable dependiente y cambiando la variedad, luego de que las variedades se hallan analizado cada una independientes, se realizaran las siguientes regresiones simples sucesivamente hasta que cada una de las variables industriales se analice con cada una de las variedades.

Análisis para la regresión simple:

STATGRAPHICS Plus - StatFolio sin Nombre - [R multiple70%.sf3]

Archivo Edición Gráficos Descripción Comparación Dependencia Avanzado SnapStats11 Ve

Regresión Simple...
Regresión Polinomial...
Transformaciones Box-Cox...
Regresión Múltiple...

	Azuc prod	B	N		C
1	201.99	894	185		194
2	218.64	632	226	231	133
3	256.1	692	95	262	147
4	256.61	636		468	196
5	300.84	583	157	143	424
6	261.83	372	140		316
7	313.94	481	62		193
8	301.88	519	510		
9	258.87	498	699	44	347
10	278.28	784	652	214	458
11	299.44	541	200	362	381
12	285.04	482	78	226	371
13	310.24	504	160	187	774
14	302.86	252	355	80	810
15	241.41	377	519	151	809
16	270.05	407	42	176	504
17	307.71	243	61		322
18	315.82	283		256	417
19	266.56	120	77	496	75
20	248.44	38		248	346
21	323.54	74		67	692
22	260.58	147	198		618
23	361.8	293	289	14	1018
24	242.62	260	348	261	1096
25	254.56	262	44	266	1112
26	289.07	202		238	1173
27	290.78	596			926
28	294.06	77	322	269	818
29	272.85	237	106	242	413
30	252.32	816	184	327	471
31	313.98	650	200	258	370

Ajustar modelo con una variable independiente

Inicio | G:\Yudys Tesis | Tesis23demayo - Micro...

2.5 Ejemplo sobre la regresión lineal múltiple

Para el análisis de la regresión múltiple se tomó como variable dependiente la variable industrial y las variedades de cañas como variable independiente, esta operación se realizó varias veces variando solo el término dependiente para después analizar los modelos que arrojó este análisis.

STATGRAPHICS Plus - StatFolio sin Nombre - [R multiple70%.sf3]

Archivo Edición Gráficos Descripción Comparación Dependencia Avanzado SnapStats! Ver

Regresión Simple...
Regresión Polinomial...
Transformaciones Box-Cox...
Regresión Múltiple...

	Azuc prod	B	N		C32
1	201,99	894	185		194
2	218,64	632	226	231	133
3	256,1	692	95	262	147
4	256,61	636		468	196
5	300,84	583	157	143	424
6	261,03	372	140		316
7	313,94	481	62		193
8	301,88	519	510		
9	258,87	498	699	44	347
10	278,28	784	652	214	458
11	299,44	541	200	362	381
12	285,04	482	78	226	371
13	310,24	504	160	187	774
14	302,86	252	355	80	810
15	241,41	377	519	151	809
16	270,05	407	42	176	504
17	307,71	243	61		322
18	315,82	283		256	417
19	266,56	120	77	496	75
20	248,44	38		248	346
21	323,54	74		67	692
22	260,58	147	198		618
23	361,8	293	289	14	1018
24	242,62	260	348	261	1096
25	254,56	262	44	266	1112
26	289,07	202		238	1173
27	290,78	596			926
28	294,06	77	322	269	818
29	272,85	237	106	242	413
30	252,32	816	184	327	471
31	313,98	650	200	258	370

Ajustar modelo con una o más variables independientes

Inicio G:\Yudys Tesis Tesis23demayo - Microso... ST

2.6 Resumen y análisis de los resultados.

Para el análisis de los resultados obtenidos en las diferentes regresiones se muestran los siguientes:

Cada tabla muestra las regresiones realizadas a diferentes porcentos de molienda de la capacidad potencial de cada zafra, indicando como positivo (SI como una significación de que existe relación entre la variable independiente con la variable dependiente y su signo representa si coeficiente es positivo o negativo, el termino No significa que no existe relación significativa entre la variable y la variedad por lo que no se considera importante resaltar su coeficiente).

Regresión simple:

Análisis de la zafra 2012-2013.

Significación estadística de las variables vs variedades

Tabla 2.3: Regresión al 70% de molida

Variedades	Desm Brix	Pol	Mezcl Brix	P o l	% de Fibra	azuc prod	Ren dim	Miel Final	Bagazo
C 227-59	no	no	no	no	Si(-)	no	no	no	no
C 323 - 68	no	no	no	no	Si(-)	no	no	no	no
C 85-102	no	no	no	no	Si(+)	Si(+)	no	no	Si(+)
C 86-12	no	Si(+)	no	Si(+)	no	no	Si(+)	no	Si(+)
CP 5243	no	no	no	no	no	no	no	no	no
C 86-56	no	no	no	no	no	no	no	no	no
C 86-456	no	no	no	no	no	no	no	no	no

Tabla 2.4 Regresión al 80% de molda

Variedades	Desm Brix	Pol	Mezc Brix	Pol	% de Fibra	azuc prod	Rendim	Miel Final	Bagazo
C 227-59	no	no	no	no	no	no	no	no	no
C 323 - 68	no	no	no	Si(+)	no	no	no	no	no
C 85-102	no	no	no	no	no	Si(+)	no	no	Si(-)
C 86-12	no	Si(+)	no	no	no	no	Si(+)	no	Si(+)
CP 5243	no	no	no	no	no	Si(-)	no	no	no
C 86-56	no	no	no	Si(+)	no	no	no	no	no
C 86-456	no	no	no	no	no	Si(+)	no	Si(+)	Si(-)

Tabla 2.4 Regresión al 90% de molida

Variedades	Desm Brix	Pol	Mezc Brix	Pol	% de Fibra	azuc prod	Rendim	Miel Final	Bagazo
C 227-59	no	no	no	no	no	Si(-)	no	no	no
C 323 - 68	no	no	no	Si(+)	no	no	no	no	no
C 85-102	no	no	no	no	no	Si(+)	no	no	Si(-)
C 86-12	no	Si(+)	no	no	no	no	Si(+)	no	Si(+)
CP 5243	no	no	no	no	no	Si(+)	no	no	no
C 86-56	no	no	no	Si(+)	no	no	no	no	no
C 86-456	no	no	no	no	no	Si(+)	no	Si(+)	Si(-)

Análisis de la zafra 2013-2014

Tabla 2.6: Regresión al 70% de molida

Variedades	Desm Brix	Pol	Mezc Brix	Pol	% de Fibra	azuc prod	Rendim	Miel Final	Bagazo
CP-5243	no	Si+	no	Si-	Si+	no	no	no	no
C.323-68	no	no	no	no	no	no	Si+	no	no
C.997	Si+	Si+	no	no	no	Si+	Si+	no	no
C.86-12	Si+	no	no	Si+	Si+	Si	no	no	no
C.86-156	no	no	no	no	no	no	no	no	Si+
C.89-148	no	no	no	no	no	no	no	no	no
C.86-56	Si+	Si-	no	no	Si+	Si+	no	Si-	no
C.90-469	no	no	no	Si	no	Si	Si+	no	no

Tabla 2.7: Regresión al 80% de molida

Variedades	Desm Brix	Pol	Mezc Brix	Pol	% de Fibra	azuc prod	Rendim	Miel Final	Bagazo
CP-5243	Si+	Si+	Si+	Si-	Si-	no	no	no	no
C.323-68	no	no	no	Si-	Si-	no	Si+	no	no
C.997	Si	Si	no	no	no	Si+	Si+	no	no
C.86-12	Si+	Si+	Si+	Si+	Si+	S+	no	no	no
C.86-156	no	no	no	no	no	no	no	no	Si+
C.89-148	no	no	no	no	no	no	no	no	no
C.86-56	Si-	Si-	Si	no	Si+	Si+	Si+	Si+	no
C.90-469	Si-	Si-	no	Si+	no	Si+	Si--	no	no

Tabla 2.8: Regresión al 90% de molido

Variedades	Desm Brix	Pol	Mezc Brix	Pol	% de Fibra	Rendim	Miel Final	Bagazo
CP-5243	Si+	Si+	Si	Si+	Si+	Si+	Si+	no
C.323-68	Si+	Si+	no	Si+	Si	Si-	Si+	no
C.997	Si+	Si+	no	no	Si	Si+	no	no
C.86-12	Si+	Si+	Si	Si+	Si+	Si+	Si+	no
C.86-156	Si-	Si+	no	no	Si-	Si+	no	Si-
C.89-148	no	Si+	no	no	no	Si-	no	no
C.86-56	Si-	Si-	Si+	no	Si+	Si+	Si-	Si-
C.90-469	Si	Si+	no	Si+	no	Si+	no	no

Se realizaron las siguientes regresiones simples para ver el comportamiento de cada variedad pues dependiendo de su signo puede no ser favorable para la variable pues su signo negativo bajaría notablemente el valor de esta.

Regresión múltiple:

Las siguientes tablas muestran los resultados de los modelos que arrojaron las regresiones múltiples, para ver si los modelos tienen estadísticamente significación o no.

Análisis de la zafra 2012-2013

Significación estadística de las variables vs variedades:

Tabla2.9: Regresión múltiple al 70% de molida

Variables	C 227-59	C 323 - 68	C 85-102	C 86-12	CP 5243	C 86-56	C 86-456
Desm Brix	+	-	+	+	-	+	-
Pol	+	+	+	+	+	-	+
Mezc Brix	+	+	+	+	-	-	+
Pol	-	+	-	+	+	+	-
% de Fibra	+	-	-	+	-	-	-
Rendim	-	+	+	+	-	+	+
Miel Final	-	+	+	+	-	+	+
Bagazo	-	-	+	+	+	-	+

Tabla2.10: Regresión múltiple al 80% de molida

Variables	C 227-59	C 323 - 68	C 85-102	C 86-12	CP 5243	C 86-56	C 86-456
Desm Brix	-	+	+	+	-	+	-
Pol	-	-	+	+	+	+	-
Mezc Brix	+	+	-	+	+	+	-
Pol	+	-	+	+	-	+	-
% de Fibra	+	-	-	+	+	-	+
Rendim	-	+	+	+	+	-	+
Miel Final	-	+	+	+	+	+	-
Bagazo	+	-	+	+	+	+	-

Tabla2.11 Regresión múltiple al 90% de molida

Variables	C 227-59	C 323 - 68	C 85-102	C 86-12	CP 5243	C 86-56	C 86-456
Desm Brix	+	+	-	-	+	+	+
Pol	+	+	-	+	+	+	-
Mezc Brix	-	+	+	+	+	+	-
Pol	+	-	+	+	+	+	-
% de Fibra							
Rendim	-	+	+	+	-	-	-
Miel Final	-	-	+	+	+	-	+
Bagazo	-	+	-	+	+	+	-

Análisis de las regresiones:

Se analizaron las tres tablas de regresiones múltiples a diferentes porcentos de molida para tomar el modelo matemático que mayor rendimiento diera, este fue el modelo seleccionado a un 80 % de molida los restantes no se tomaron ya que los rendimientos arrojaban valores por debajo 10(los signos indican si el coeficiente en el modelo es positivo o negativo):

Modelo matemático para estimar el rendimiento

$$\text{Rendim} = 10,7135 - 0,00129975 * C 227-59 + 0,00026663 * C 323 - 68 + 0,00266542 * C 85-102 + 0,000230442 * C 86-12 - 0,0000922054 * CP 5243 -$$

0,003162*C 86-56 - 0,00042388* C 86-456+0,00106009*Otras

Se realizarán los cálculos para obtener rendimientos y analizar su comportamiento.

Analizando la zafra 2012-2013

Tabla2.12: Propuesta de molidas para obtener mayores rendimientos

MOLIDA	C	C 323	C 85-	C 86-	CP	C 86-	C 86-	Otros	RENDIMIENTO ESTIMADO
	227-59	- 68	102	12	5243	56	456		
3000	0	500	800	1000	0	0	0	700	12.5
2990	0	400	300	2000	0	0	0	290	12.3
2800	0	500	500	1000	0	0	0	800	11.21
2000	0	500	200	800	0	0	0	500	11.07

Es conveniente moler estas cantidades y con las variedades recomendadas para estimar el rendimiento, así como también conviene que se muelan en el central otras cantidades de variedades pues puede que otra(s) variedad nueva me favorezca el proceso y me eleve el rendimiento industrial.

Análisis de la zafra 2013-2014

Tabla 2.13: Regresión múltiple al 70% de molida

Variables	CP-5243	C.323-68	C.997	C.86-12	C.86-156	C.89-148	C.86-56	C.90-469
Desm Brix	-	+	+	+	+	+	-	-
Pol	+	+	-	+	-	+	+	+
Mezc Brix	+	-	+	+	-	-	+	+
Pol	+	-	+	+	+	+	+	+
% de Fibra	+	-	-	+	+	+	-	-
Rendim	-	-	+	+	+	+	+	-
Miel Final	+	-	+	+	+	-	+	+
Bagazo	+	+	+	+	+	+	-	-

Tabla 2.13 Regresión múltiple al 80% de molida

Variables	CP-5243	C.323-68	C.997	C.86-12	C.86-156	C.89-148	C.86-56	C.90-469
Desm Brix	-	-	+	+	+	+	+	+
Pol	+	-	+	+	+	-	-	+
Mezc Brix	+	+	-	+	-	-	+	+
Pol	+	+	-	+	-	+	+	+
% de Fibra	+	--	-	+	+	+	+	+
Rendim	+	+	-	+	+	-	-	+
Miel Final	+	-	+	+	+	-	-	+
Bagazo	+	-	+	+	+	-	+	-

Tabla 2.14: Regresión múltiple al 90% de molida

Variables	CP-5243	C.323-68	C.997	C.86-12	C.86-156	C.89-148	C.86-56	C.90-469
Desm Brix	+	-	+	+	-	+	+	+
Pol	+	+	+	+	+	+	-	-
Mezc Brix	+	-	+	+	+	+	-	+
Pol	+	+	-	+	+	-	-	+
% de Fibra	+	+	+	+	+	-	+	+
Rendim	-	+	+	+	+	-	-	+
Miel Final	-	-	+	+	+	+	-	-
Bagazo	+	+	-	+	-	+	+	+

El modelo de mayor rendimiento que los demás modelos es el siguiente:

Estimación del rendimiento según el modelo matemático para el 90% de molida:

$$\text{Rendim} = 10,5659 - 0,00123737* \text{CP-5243} + 0,000389838* \text{C.323-68} + 0,0017437* \text{C.997} + 0,000225116* \text{C.86-12} + 0,000588852* \text{C.86-156} - 0,0031193* \text{C.89-148} - 0,0000189181* \text{C.86-56} + 0,000331291* \text{C.90-469} + 0,00010* \text{otras}$$

Analizando la zafra 2013-2014

Tabla 2.15: Propuesta de molidas para obtener mayores rendimientos

MOLIDA	CP-5243	C.323-68	C.997	C.86-12	C.86-156	C.89-148	C.86-56	C.90-469	Otras	RENDIMIENTO ESTIMADO
3000	0	300	300	1000	100	0	0	100	200	11.5
2990	0	100	190	2000	300	0	0	200	200	12.0
2800	0	500	500	1000	500	0	0	220	80	12.2
2000	0	300	100	500	500	0	0	300	300	11.4

Conclusiones del capítulo:

1. Las variedades CP-5243, C.997 guarda relación estadísticamente significativa como término independiente con las variables industriales del proceso pero no tiene ninguna significación estadística cuando intervienen las demás variedades con el término dependiente que son las variables, posee un rendimiento potencial cañero alto pero un rendimiento industrial bajo por lo que no considera que sea una de las mejores variedades.
2. Las variedades C 227-59, C 85-102, C 86-456, C 323 – 68, C.86-156, C.90-469, C 86-56, C.89-148 se considera que por sus significaciones estadísticas con las variables industriales pueden considerarse como óptimas para el rendimiento industrial.
3. La C 86-12 posee un alto rendimiento pero no cuenta como una de las que posee mayor rendimiento pero consideramos que su relación estadísticamente significativa con las variables industriales que intervienen en el proceso hace que sea una de las mejores entre las variedades analizadas.
4. Las demás variedades en las propuestas de molidas se encierran el grupo OTROS, también representan un porcentaje significativo ya que nos permite ver si la introducción de otras variedades favorecen el rendimiento.
5. Los modelos matemáticos son más exactos a la hora de estimar el rendimiento.

Capítulo 3

Capítulo III. Proyección de los balances de masa y energía, y el efecto económico.

3.1 Proyección de los balances de masa y energía.

Para estimar el rendimiento mediante el balance de masa y energía, se cuenta con los siguientes parámetros

Normas de control de la calidad

Este proceso de producción de azúcar crudo se rige por los siguientes parámetros:

Materia prima:

pH del jugo	-----	5.0-5.5
°Brix	-----	18-25
Pureza	-----	85-95
Acidez normal	-----	0.60-.0.85

Jugo de la desmenuzadora:

pH del jugo	-----	5.0-5.2
Acidez	-----	0.60-.0.85
Azúcares reductores	-----	0.80-1.50

Bagazo:

Pol	-----	1.5-2.0
Humedad	-----	48 – 50
% volumen tierra	-----	< 5.0%

Jugo mezclado:

°Brix	-----	12.50-14.50
-------	-------	-------------

Pureza	-----	
-----	84.90 %	
Fosfórico	-----	300-350 ppm
Azúcares reductores	-----	0.60-1.50
<u>Jugo clarificado:</u>		
Azúcares reductores	-----	0.60-1.50
Color	-----	85-100
Fosfórico	-----	8-20 ppm
Turbidez	-----	≤ 20
°Brix	-----	12.50-14.50
Pureza	-----	0.50-1.50 %
pH	-----	6.5-6.8
<u>Cachaza:</u>		
Humedad	-----	74.0 a 76.0%
% en caña	-----	3.0 -3.5%
Pol	-----	< 2.70
<u>Masa Cocida A:</u>		
Densidad mínima	-----	Mínimo 92.5 °Bx
Caída pureza masa a miel	-----	Mínimo 15 puntos
Tiempo de cocción	-----	Mínimo 2 horas
Pureza	-----	Entre semilla y meladura
<u>Masa Cocida B:</u>		
Pureza	-----	Adecuado a la pureza de miel A
Densidad	-----	Mínimo 94 °Bx

Caída de pureza masa a miel	-----	
----	Mínimo 17 puntos	
Tiempo de cocción	-----	Mínimo 3 horas

Miel B:

Pureza	-----	52-56
°Brix	-----	82

Azúcar A:

Pol	-----	99
Color Hornee	-----	<15
Humedad	-----	0.25%
Tamaño del grano (%)	-----	65%
Insoluble (%)	-----	0.02%
Ceniza (%)	-----	0.25%
Azúcares reductores	-----	0.30
Factor de seguridad	-----	0.25
Dextrana	-----	300 ppm
Partículas ferromagnéticas	-----	6 ppm

Producto auxiliar:

Cal	-----	CaO >65%
-----	-------	----------

3.2 Variables operacionales que ejercen mayor influencia en los equipos

En este epígrafe se relacionan las principales variables operacionales manejadas a lo largo del proceso y sus parámetros.

Calentadores:

Variables operacionales:

-Presión de vapor de escape.

- Presión de vapor de jugo.
- Temperatura de salida del jugo de los calentadores.

Una vez en marcha los calentadores, se debe mantener la temperatura de salida del jugo entre los límites de 102-106 °C y la presión de vapor debe mantenerse entre 8-15 lb/plg². La velocidad de circulación del jugo es una variable de diseño del equipo y debe ser del orden de 6 – 7 pie/s.

Clarificadores:

Parámetros y variables operacionales:

- Flujo de alimentación.
- Temperatura de entrada del jugo (100 °C).
- pH de entrada y salida del jugo al clarificador (6.5-7.8).
- Velocidad de sedimentación.

Filtro:

- Alto y bajo vacío.
- Temperatura del agua de lavado (80 °C).

Evaporadores y tachos:

- Presión de vapor.
- Temperatura del vapor.
- Flujo de alimentación.

3.3-Desarrollo de los balances energéticos

Estos balances se realizaron según el esquema energético de la fábrica (anexo 2), tomando como referencia un día de molida.

Ejemplo de cálculo

A continuación se presenta un caso de estudio como validación de la metodología utilizada, en las hojas de cálculo Excel (que se entregan adjunto al presente

informe) se han programado los cálculos para el análisis de diferentes condiciones operacionales. Los balances fueron adaptados a 14 de Julio partiendo de los realizados en Antonio Sánchez por Yamila Peñalver, 2013 Trabajo de Diploma de Ingeniería Química UCLV.

Base de cálculo: 1 día

Balance Total en los Molinos

Caña + Agua (imb) = Bagazo + Jugo (mez)

Cálculo de la cantidad de bagazo:

$$\text{Bagazo \% caña} = \frac{\text{Bagazo}}{\text{caña}} * 100$$

$$\text{Masa de bagazo} = \frac{\text{bagazo \% caña} * \text{caña}}{100}$$

$$\text{Masa de bagazo} = \frac{30.40 * 2877.00 \text{ t}}{100}$$

$$\text{Masa de bagazo} = 874.61 \frac{\text{t}}{\text{d}} = 36442.08 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Cálculo de la cantidad de Jugo Mezclado:

$$\% \text{ Ext molinos} = \frac{\text{jugo de molinos}}{\text{caña}} * 100$$

$$\text{Jugo de molinos} = \frac{\% \text{ Ext molinos} * \text{caña}}{100}$$

$$\text{Jugo de molinos} = \frac{95 * 2877.00 \text{ t}}{100}$$

$$\text{Jugo de molinos} = 2733.15 \frac{\text{t}}{\text{d}} = 113881.25 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Cálculo de agua de imbibición:

Agua de imbibición = (bagazo + jugo de molinos) - caña

$$\text{Agua de imbibición} = (874.61 + 2733.15) - 2877.00$$

$$\text{Agua de imbibición} = 730.76 \frac{t}{d} = 30448.33 \frac{kg}{h}$$

Balance Total en el tanque de Jugo Mezclado

Jugo de los Filtros = 15% * JM

$$\text{Jugo de los Filtros} = 0.15 * 2733.15 \frac{t}{d}$$

$$\text{Jugo de los Filtros} = 409.97 \frac{t}{d} = 17082.08 \frac{kg}{h}$$

Cantidadde jugo que entra al proceso de Alcalinización

Jugo mezclado = Jugo de molinos + Jugo de filtros

$$\text{Jugo mezclado} = 113881.25 + 17082.08$$

$$\text{Jugo mezclado} = 130963.33 \frac{kg}{h}$$

Cálculo de la lechada de cal

4°Be → ρ = 1.029 Kg/l Base: 1 día

$$\frac{g(\text{CaO})}{l(\text{lechada})} = \frac{36 g(\text{CaO})}{l(\text{lechada})}$$

500g (CaO) → 1 t caña

$$m(\text{CaO}) = 500 \frac{g}{t} * 2877.00 t = 1438500 g = 1438.500 Kg$$

$$V(\text{CaOH}) = 1438500.00 g * \frac{1l}{36 g} = 39958.33 L$$

$$\rho(\text{CaOH}) = \frac{m(\text{CaOH})}{V(\text{CaOH})}$$

$$m(\text{CaOH}) = \rho(\text{CaOH}) * V(\text{CaOH})$$

$$m(\text{CaOH}) = 1.029 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * 39958.33 \text{ l}$$

$$m(\text{CaOH}) = 41117.12 \text{ kg} = 41.12 \text{ t}$$

Balance de masa en el Tanque Flash

Jugo mezclado + Lechada de cal = Jugo alcalizado

$$\text{Jugo alcalizado} = 3143.12 \text{ t} + 41.12 \text{ t}$$

$$\text{Jugo alcalizado} = 3184.24 \frac{\text{t}}{\text{d}}$$

$$\text{Jugo a calentadores 2,3,4} = 3184.24 \text{ t} = 132676.68 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Cálculo de la cantidad de Floculante (Fs)

$$F_s = \frac{\text{Caña molida (Cm)} * \text{Dosificación (Df)}}{1000}$$

$$F_s = \frac{2877.00 * 5}{1000}$$

$$F_s = 14.39 \frac{\text{kg}}{\text{d}} = 0.014 \frac{\text{t}}{\text{d}}$$

Balance de masa en el Clarificador

Jugo que entra al clarificador = Jugo a calentadores 2,3,4 + Floculante

$$\text{Jugo que entra al clarificador} = 3184.24 \text{ t} + 0.014 \text{ t}$$

$$\text{Jugo que entra al clarificador} = 3184.38 \frac{\text{t}}{\text{d}} = 132682.50 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Balance de masa en el Filtro

lodo = cachaza + Jugo de los Filtros

$$\text{lodo} = 106.2 \text{ t} + 409.97 \text{ t}$$

$$\text{lodo} = 516.07 \frac{\text{t}}{\text{d}} = 21502.92 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Jugo que entra al clarificador = Jugo claro + lodo

Jugo claro = Jugo que entra al clarificador - lodo

$$\text{Jugo claro} = 3184.38 \frac{t}{d} - 516.07 \frac{t}{d}$$

$$\text{Jugo claro} = 2668.31 \frac{t}{d} = 111179.58 \frac{kg}{h}$$

Jugo claro = Jugo al Calentador 1

Consumo de vapor de los Calentadores

Calentador 1: (Trabaja con vapor de escape de los turbogeneradores)

Cálculo de la capacidad calorífica (Cp.)

$$C_p = 1 - 0.0056 Bx_{J, \text{Clarif}}$$

$$C_p = 1 - 0.0056(14.45)$$

$$C_p = 0.92 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$$

$$G_{cal1} = \frac{Q}{\lambda_{vap}}$$

$$G_{cal1} = \frac{S * C_p (t_f - t_i) * X}{\lambda_{vap}}$$

$$G_{cal1} = \left(\frac{111179.58 * 0.92(108 - 101)}{639.00} \right) * 1.05$$

$$G_{cal1} = 1120.50 \frac{kg}{h}$$

Calentador 2:(Trabaja con agua caliente de los condensados)

$$G_{cal2} = \frac{Q}{\lambda_{liq\ sat}}$$

$$G_{cal2} = \frac{S * C_p (t_f - t_i)}{\lambda_{liq\ sat}}$$

$$C_p = 1 - 0.0056 Bx_{JM}$$

$$C_p = 1 - 0.0056 (14.8)$$

$$G_{cal2} = \left(\frac{132676.68 * 0.92 (56 - 45)}{98.07} \right) C_p = 0.92 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

$$G_{cal2} = 13691.12 \frac{kg\ H_2O}{h}$$

Calentador 3: (Trabaja con vapor del Pre-evap)

$$G_{cal3} = \frac{Q}{\lambda_{vap}}$$

$$G_{cal3} = \frac{S * C_p (t_f - t_i) * X}{\lambda_{vap}}$$

$$G_{cal3} = \left(\frac{132676.68 * 0.92 (75 - 56)}{633.77} \right) * 1.05$$

$$G_{cal3} = 3842.32 \frac{kg}{h}$$

Calentador 4: (Trabaja con vapor de escape de los turbos)

$$G_{cal4} = \frac{Q}{\lambda_{vap}}$$

$$G_{cal4} = \frac{S * C_p (t_f - t_i) * X}{\lambda_{vap}}$$

$$G_{cal4} = \left(\frac{132676.68 * 0.92 (102 - 75)}{639.00} \right) * 1.05$$

$$G_{cal4} = 5415.45 \frac{kg}{h}$$

Balance Parcial de sólidos en el Pre-evap 1

$$\text{Jugo clarificado} * Bx_{ent} = \text{Jugo Salida 1} * Bx_{sal1}$$

$$\text{Jugo Salida 1} = \frac{\text{Jugo clarificado} * Bx_{ent}}{Bx_{sal1}}$$

$$\text{Jugo Salida 1} = \frac{111179.58 * 14.45}{18.42}$$

$$\text{Jugo Salida 1} = 87217.42 \frac{kg}{h}$$

Balance Parcial de sólidos en el Pre-evap 2

$$\text{Jugo Salida 1} * Bx_{sal1} = \text{Jugo Salida 2} * Bx_{sal2}$$

$$\text{Jugo Salida 2} = \frac{\text{Jugo salida 1} * Bx_{sal1}}{Bx_{sal2}}$$

$$\text{Jugo Salida 2} = \frac{87217.42 * 18.42}{24.31}$$

$$\text{Jugo Salida 2} = 66085.76 \frac{kg}{h}$$

Balance Total en los Pre-evaporadores

Jugo clarificado = Vapor producido + Jugo salida del Pre-evap 2

Vapor producido = Jugo clarificado - Jugo salida del Pre-evap 2

$$\text{Vapor producido} = 111179.58 \frac{kg}{h} - 66085.76 \frac{kg}{h}$$

$$\text{Vapor producido} = 45093.79 \frac{kg}{h}$$

Vapor producido = Extracción

Consumo de vapor de los Pre - Evaporadores

$$Cp = 1 - 0.0056 Bx_{J.Clarif}$$

$$Cp = 1 - 0.0056(14.45)$$

$$Cp = 0.919 \frac{Kcal}{Kg \text{ } ^\circ C}$$

$$G_{pre} = \left(\frac{S_{jugo} * C_{p \text{ jugo}} (t_{eb} - t_{alim})}{\lambda_{calandria}} + \frac{Ext * \lambda_{cuerpo}}{\lambda_{calandria}} \right) * x$$

$$G_{pre} = \left(\frac{111179.58 * 0.92 (103 - 108)}{639.00} + \frac{45093.79 * 633.77}{639.00} \right) * 1.05$$

$$G_{pre} = 46120.58 \frac{kg}{h}$$

Consumo de vapor del 1 Vaso del Cuádruple Efecto

$$V_t = F \left(1 - \frac{Bx_{ent}}{Bx_{sal}} \right)$$

$$V_t = 66085.76 * \left(1 - \frac{24.31}{64.32} \right) \quad Cp = 1 - 0.0056 Bx_{Ent} \quad Cp = 1 - 0.0056(24.31)$$

$$V_t = 40973.17 \frac{kg}{h} \quad Cp = 0.86 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

$$S = \left(\frac{V_t * \lambda}{n \lambda_s} + \frac{m_{jugo} C_p (t_b - t_f)}{\lambda_s} \right)$$

$$S = \left(\frac{40973.17 * 617.34}{4 * 633.77} + \frac{66085.76 * 0.86 (105 - 103)}{633.77} \right) * 1.04$$

$$S = 10519.95 \frac{kg}{h}$$

$$S = G_{Vaso1}$$

Economía en el Cuádruple efecto

$$e = \frac{V_t}{S}$$

$$e = \frac{40973.17}{10519.95}$$

$$e = 3.89$$

Consumo de vapor de las Necesidades Tecnológicas

$$G_{NT} = G_{Pre-evap} + G_{Cal 1} + G_{Cal 4}$$

$$G_{NT} = 46120.58 + 1120.50 + 5415.45$$

$$G_{NT} = 52656.53 \frac{kg}{h}$$

Consumo de vapor de los Turbogeneradores

$$N_t = \frac{i_0 - i_2'}{i_0 - i_2}$$

$$N_t = \frac{745.4 - 654.39}{745.4 - 615}$$

$$N_t = 0.697 * 100$$

$$N_t = 69.7 \%$$

Cálculo de H_0 (Diferencia de entalpía entre el vapor que entra a la turbina y el vapor después de la expansión ideal)

$$H_0 = \lambda e - \lambda_{ciclo \text{ adiabático ideal}}$$

$$H_0 = 745,4 - 615$$

$$H_0 = 130,4$$

$$G_{turbo 1} = \frac{N * 860}{N_t * H_0 * N_{mec} * N_{elec} * N_{tubo}}$$

$$G_{turbo 1} = \frac{4000 * 860}{0.697 * 130.4 * 0.94 * 0.95 * 0.94}$$

$$G_{turbo 1} = 45028.76 \frac{kg}{h}$$

$$G_{turbo 2} = \frac{N * 860}{N_t * H_0 * N_{mec} * N_{elec} * N_{tubo}}$$

$$G_{turbo 2} = \frac{2500 * 860}{0.697 * 130.4 * 0.94 * 0.94 * 0.94}$$

$$G_{turbo 2} = 28442.37 \frac{kg}{h}$$

$$G_{turbos} = G_{turbo\ 1} + G_{turbo\ 2}$$

$$G_{turbos} = 45028.76 \frac{kg}{h} + 28442.37 \frac{kg}{h}$$

$$G_{turbos} = 73471.13 \frac{kg}{h}$$

$$G_{turbos} = G_{MP}$$

Generación de vapor de la Caldera

$$G_{CAL} = (G_{MP} + G_{VR} + G_{otros}) * \text{pérdidas}$$

$$G_{CAL} = (73471.13 + 0.07 * G_{CAL}) * 1.1$$

$$0.932 * G_{CAL} = 1.1 * G_{MP}$$

$$G_{CAL} = \frac{1.1 * 73471.13}{0.932}$$

$$G_{CAL} = 86714.85 \frac{kg}{h}$$

Consumo de vapor de los Tachos

Tacho 1:(Masa Cocida A)

$$P_{inic} = \gamma * V_{inic}$$

$$P_{inic} = 1450 * 13.23$$

$$P_{inic} = 19183.5kg$$

$$W_{inic} = P_{inic} \left(1 - \frac{Bx_1}{Bx_3} \right)$$

$$W_{inic} = 19183.5 \left(1 - \frac{90.06}{92.60} \right)$$

$$W_{inic} = 526.20kg$$

$$P_{mat} = \left(P_{final} - P_{inic} - W_{inic} \right) * \frac{Bx_3}{Bx_2}$$

$$P_{fin} = \gamma * V_{fin}$$

$$P_{fin} = 1450 * 35.23$$

$$P_{fin} = 51083.5kg$$

$$P_{mat} = \left(10833.5 - 19183.5 - 526.20 \right) * \frac{92.60}{64.28}$$

$$P_{mat} = 45196.23kg$$

$$W_{mat} = P_{mat} * \left(1 - \frac{Bx_2}{Bx_3}\right)$$

$$W_{mat} = 45196.23 \left(1 - \frac{64.28}{92.60}\right)$$

$$W_{mat} = 13822.43 \text{ kg}$$

$$G_{tachol} = \frac{W_{inic} + W_{mat} * \varphi}{T_0}$$

$$G_{tachol} = \frac{526.20 + 13822.43 * 1.1}{1.6}$$

$$G_{tachol} = 9864.68 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Tacho 2: (Masa Cocida B)

$$P_{inic} = \gamma * V_{inic}$$

$$P_{inic} = 1450 * 12.06$$

$$P_{inic} = 17487 \text{ kg}$$

$$W_{inic} = P_{inic} \left(1 - \frac{Bx_1}{Bx_3}\right)$$

$$W_{inic} = 17487 \left(1 - \frac{90.12}{93.80}\right)$$

$$W_{inic} = 686.06 \text{ kg}$$

$$P_{fin} = \gamma * V_{fin}$$

$$P_{fin} = 1450 * 39.08$$

$$P_{fin} = 56666 \text{ kg}$$

$$P_{mat} = P_{final} - P_{inic} - W_{inic} * \frac{Bx_3}{Bx_2}$$

$$P_{mat} = 56666 - 17487 - 686.06 * \frac{93.80}{62.08}$$

$$P_{mat} = 58161 \text{ kg}$$

$$W_{mat} = P_{mat} * \left(1 - \frac{Bx_2}{Bx_3}\right)$$

$$W_{mat} = 58161 \left(1 - \frac{62.08}{93.80}\right)$$

$$W_{mat} = 19668.1 \text{ kg}$$

$$G_{tacho2} = \frac{W_{inic} + W_{mat} * \varphi}{T_0}$$

$$G_{tacho2} = \frac{686.06 + 19668.1 * 1.2}{2.5}$$

$$G_{tacho2} = 9770 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Tacho 3: (Masa Cocida A)

$$P_{inic} = \gamma * V_{inic}$$

$$P_{inic} = 1450 * 16.99$$

$$P_{inic} = 24635.5 \text{ kg}$$

$$W_{inic} = P_{inic} \left(1 - \frac{Bx_1}{Bx_3}\right)$$

$$W_{inic} = 24635.5 \left(1 - \frac{89.80}{93.08}\right)$$

$$W_{inic} = 868.11 \text{ kg}$$

$$P_{mat} = \left(P_{final} - P_{inic} - W_{inic} \right) * \frac{Bx_3}{Bx_2}$$

$$P_{fin} = \gamma * V_{fin}$$

$$P_{fin} = 1450 * 59.42$$

$$P_{fin} = 86159 \text{ kg}$$

$$P_{mat} = \left(86159 - 24635.5 - 868.11 \right) * \frac{93.08}{64.28}$$

$$P_{mat} = 87831.40 \text{ kg}$$

$$W_{mat} = P_{mat} * \left(1 - \frac{Bx_2}{Bx_3}\right)$$

$$W_{mat} = 87831.40 \left(1 - \frac{64.28}{93.08}\right)$$

$$W_{mat} = 27176.02 \text{ kg}$$

$$G_{tacho3} = \frac{W_{inic} + W_{mat} * \varphi}{T_0}$$

$$G_{tacho3} = \frac{868.11 + 27176.02 * 1.1}{2}$$

$$G_{tacho3} = 15424.27 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Tacho 4:(Ampliado o grano fino)

$$P_{inic} = \gamma * V_{inic}$$

$$P_{inic} = 1450 * 10.03$$

$$P_{inic} = 14543.5kg$$

$$W_{inic} = P_{inic} \left(1 - \frac{Bx_1}{Bx_3} \right)$$

$$W_{inic} = 14543.5 \left(1 - \frac{90.50}{92.50} \right)$$

$$W_{inic} = 314.45kg$$

$$P_{fin} = \gamma * V_{fin}$$

$$P_{fin} = 1450 * 30.73$$

$$P_{fin} = 44558.5kg$$

$$P_{mat} = \left(P_{final} - P_{inic} - W_{inic} \right) * \frac{Bx_3}{Bx_2}$$

$$P_{mat} = \left(44558.5 - 14543.5 - 314.45 \right) * \frac{92.50}{66.20}$$

$$P_{mat} = 41500kg$$

$$W_{mat} = P_{mat} * \left(1 - \frac{Bx_2}{Bx_3} \right)$$

$$W_{mat} = 41500 \left(1 - \frac{66.20}{92.50} \right)$$

$$W_{mat} = 11799.46kg$$

$$G_{tacho4} = \frac{W_{inic} + W_{mat} * \varphi}{T_0}$$

$$G_{tacho4} = \frac{314.45 + 11799.46 * 1.3}{2}$$

$$G_{tacho4} = 7874.04 \frac{kg}{h}$$

Tacho 5:(Masa Cocida A)

$$P_{inic} = \gamma * V_{inic}$$

$$P_{inic} = 1450 * 12.06$$

$$P_{inic} = 17487kg$$

$$W_{inic} = P_{inic} \left(1 - \frac{Bx_1}{Bx_3} \right)$$

$$W_{inic} = 17487 \left(1 - \frac{90.06}{92.75} \right)$$

$$W_{inic} = 507.17kg$$

$$P_{fin} = \gamma * V_{fin}$$

$$P_{fin} = 1450 * 36.22$$

$$P_{fin} = 52519kg$$

$$P_{mat} = (P_{final} - P_{inic} - W_{inic}) * \frac{Bx_3}{Bx_2}$$

$$P_{mat} = (52519 - 17487 - 507.17) * \frac{92.75}{64.28}$$

$$P_{mat} = 49816kg$$

$$W_{mat} = P_{mat} * \left(1 - \frac{Bx_2}{Bx_3}\right)$$

$$W_{mat} = 49816 * \left(1 - \frac{64.28}{92.75}\right)$$

$$W_{mat} = 15291.23kg$$

$$G_{tacho5} = \frac{W_{inic} + W_{mat} * \varphi}{T_0}$$

$$G_{tacho5} = \frac{507.17 + 15291.23 * 1.1}{1.6}$$

$$G_{tacho5} = 10861.4 \frac{kg}{h}$$

Tacho 6:(Ampliado)

$$P_{inic} = \gamma * V_{inic}$$

$$P_{inic} = 1450 * 12.83$$

$$P_{inic} = 18603.5kg$$

$$W_{inic} = P_{inic} * \left(1 - \frac{Bx_1}{Bx_3}\right)$$

$$W_{inic} = 18603.5 * \left(1 - \frac{92.50}{95.80}\right)$$

$$W_{inic} = 640.83kg$$

$$P_{mat} = (P_{final} - P_{inic} - W_{inic}) * \frac{Bx_3}{Bx_2}$$

$$P_{mat} = (52562.5 - 18603.5 - 640.83) * \frac{95.80}{66.20}$$

$$P_{mat} = 48215.72kg$$

$$P_{fin} = \gamma * V_{fin}$$

$$P_{fin} = 1450 * 36.25$$

$$P_{fin} = 52562.5kg$$

$$W_{mat} = P_{mat} * \left(1 - \frac{Bx_2}{Bx_3}\right)$$

$$W_{mat} = 48215.72 \left(1 - \frac{66.20}{95.80}\right)$$

$$W_{mat} = 14897.55 \text{ kg}$$

$$G_{tacho6} = \frac{W_{inic} + W_{mat} * \varphi}{T_0}$$

$$G_{tacho6} = \frac{640.83 + 14897.55}{5} * 1.3$$

$$G_{tacho6} = 4039.98 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Consumo de vapor total de los Tachos

$$G_{total \text{ tachos}} = G_{tacho1} + G_{tacho2} + G_{tacho3} + G_{tacho4} + G_{tacho5} + G_{tacho6}$$

$$G_{total \text{ tachos}} = 9864.68 + 9770 + 15424.27 + 7874 + 10861.4 + 4039.98$$

$$G_{total \text{ tachos}} = 57834.41 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Balance en la caldera (VCN)

$$Q_p = T_{gases} \left(-W \left(1.4 * m + \frac{0.5}{1 - W} - 0.12 \right) \right)$$

$$Q_p = 230 \left(-0.498 \left(1.4 * 1.5 + \left(\frac{0.5}{1 - 0.498} \right) - 0.12 \right) \right)$$

$$Q_p = 344.07 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

$$VCN = 4250 - (4850 * W)$$

$$VCN = 4250 - (4850 * 0.498)$$

$$VCN = 1834.70$$

Pérdidas de calor sensible en los gases (Qp)

Calor recuperado en el bagazo (Qrecup)

$$Q_{recup} = (VCN - Q_p) * \alpha * \beta * \gamma$$

$$Q_{recup} = (1834.70 - 344.07) * 0.99 * 0.93 * 0.93$$

$$Q_{recup} = 1276.35 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

Calor necesario para la vaporización de un Kg de vapor (Qn)

$$\begin{aligned}
 Q_n &= i_0 - i_2 \\
 Q_n &= 749.60 - 115.2 \\
 Q_n &= 634.36 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}
 \end{aligned}$$

Índice de generación (IG)

$$IG = \frac{Q_{\text{recup.}}}{Q_n} = \frac{1276.35}{634.36} = 2.01 \frac{\text{kg}_{\text{vapor}}}{\text{kg}_{\text{bagazo}}}$$

Eficiencia total de la caldera (Ncald.)

$$N_{\text{cald.}} = \frac{Q_{\text{recup.}}}{VCS} * 100 = \frac{1276.35}{2309.20} * 100 = 55.27\%$$

$$\begin{aligned}
 VCS &= 4600 * (1 - W) \\
 VCS &= 4600 * (1 - 0.498) \\
 VCS &= 2309.20
 \end{aligned}$$

Vapor producido según la molida (Vpsm)

$$\begin{aligned}
 V_{\text{psm}} &= IG * \text{Kg de bagazo producido} \\
 V_{\text{psm}} &= 2.00 * 36442.08 \\
 V_{\text{psm}} &= 72884.16 \frac{\text{Kg vapor}}{\text{h}}
 \end{aligned}$$

Bagazo quemado (Bq)

$$\begin{aligned}
 B_q &= M_b - B_s \\
 B_q &= 36442.08 - 4606.16 \\
 B_q &= 31835.92 \frac{\text{kg}}{\text{h}}
 \end{aligned}$$

Bagazo Sobrante (Bs)

$$B_s = \frac{(G_{cal} - G_{turbos}) * 0.7}{IG}$$

$$B_s = \frac{(86714.85 - 73471.13) * 0.7}{IG}$$

$$B_s = 4606.16 \frac{kg}{h} = 4.6 \frac{t}{h}$$

Eficiencia en la caldera

$$\text{Eficiencia} = \frac{G_{cald.} * (i_1 - i_2)}{B_q * VCN} * 100 = \frac{86714.85 * (49.6 - 115.24)}{31835.92 * 1825.00} * 100 = 94.68\%$$

Balace de Condensado

$$G_{a.tec} = G_{pre} + G_{cal1} + G_{cal2} + G_{cal3} + G_{cal4} + G_{Vaso1}$$

$$G_{a.tec} = 46120.58 + 1120.50 + 13691.12 + 3842.32 + 5415.45 + 10519.95$$

$$G_{a.tec} = 80709.92 \frac{kg}{h}$$

$$G_{a.cal} = G_{a.tec.} + G_{a.R}$$

$$G_{a.R} = 86714.85 - 80709.92$$

$$G_{a.R} = 6004.93 \frac{kg}{h}$$

$$\% \text{ rep} = \frac{G_{a.R}}{G_{a.cal}} * 100$$

$$\% \text{ rep} = \frac{6004.93}{86714.85} * 100$$

$$\% \text{ rep} = 6.92\%$$

Balace de Calor

$$Q_{cald} = G_{cald} * h_{0.vapor} \quad Q_{NT} = G_{NT} * (i_1 - h_a)$$

$$Q_{cald} = 86714.85 * 3138.43 \quad Q_{NT} = 52656.53 * (675.37 - 417.46)$$

$$Q_{cald} = 340567614.2 \frac{kJ}{h} \quad Q_{NT} = 118893705.70 \frac{kJ}{h}$$

$$Q_{cald} = 75596.80 \frac{kJ}{s} = kW \quad Q_{NT} = 33026.03 \frac{kJ}{s} = kW$$

$$Q_{Pot} = G_{MP} * (h_{e\ vapor} - h_{s\ vapor})$$

$$Q_{Pot} = 73471.13 * (3120.84 - 2683.5)$$

$$Q_{Pot} = 32131863.99 \frac{kJ}{h}$$

$$Q_{Pot} = 8925.52 \frac{kJ}{s} = kW$$

$$Q_{otros} = G_{otros} * h_{0,vapor} \quad Q_{cond} = G_{a.tec} * h_{agua\ cond}$$

$$Q_{otros} = 6070.04 * 2683.50 \quad Q_{cond} = 80709.92 * 410.61$$

$$Q_{otros} = 16288952.34 \frac{kJ}{h} \quad Q_{cond} = 33140300.25 \frac{kJ}{h}$$

$$Q_{otros} = 4524.71 \frac{kJ}{s} = kW \quad Q_{cond} = 9205.64 \frac{kJ}{s} = kW$$

$$Q_{perd} = Q_{cald} - Q_{NT} - Q_{Pot} - Q_{otros} - Q_{cond}$$

$$Q_{perd} = 75596.80 - 33026.03 - 8925.52 - 4524.71 - 9205.64$$

$$Q_{perd} = 19914.90 \frac{kJ}{s} = kW$$

$$\text{Eficiencia Térmica General} = \frac{Q_{cald} - Q_{perd}}{Q_{cald}} * 100 = 73.6 \%$$

$$\text{Pérdidas Generales} = \frac{Q_{perd}}{Q_{cald}} * 100 = 26.34 \%$$

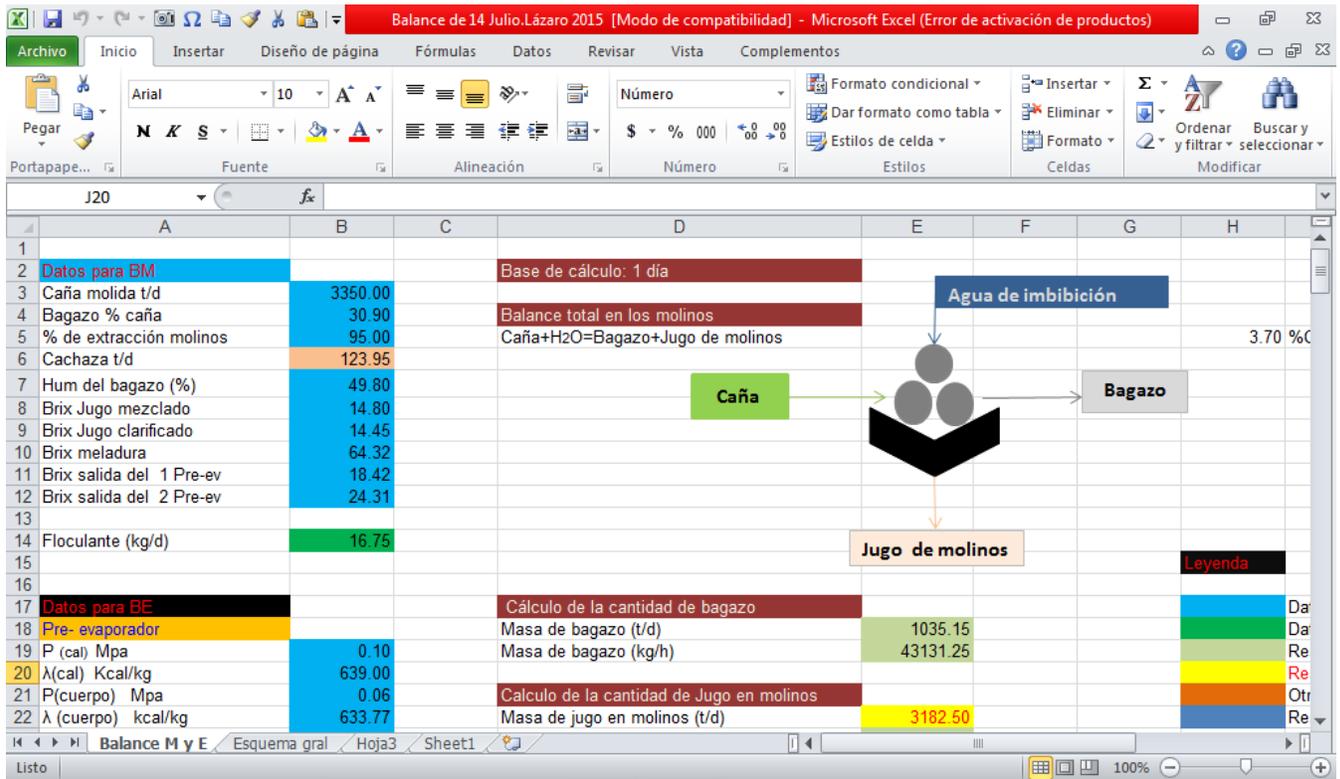
$$\text{Pérdidas en Proceso} = \frac{Q_{NT}}{Q_{cald}} * 100 = 43.69 \%$$

$$\text{Pérdidas de Potencia} = \frac{Q_{Pot}}{Q_{cald}} * 100 = 11.8 \%$$

$$\text{Pérdidas de Otros} = \frac{Q_{otros}}{Q_{cald}} * 100 = 5.98 \%$$

$$\text{Pérdidas de Condensados} = \frac{Q_{cond}}{Q_{cald}} * 100 = 12.18 \%$$

Después de haberse planteado las ecuaciones para el balance, este queda conformado en un libro Excel de la siguiente manera, se tomaron los valores antes mencionados con sus respectivas ecuaciones y fueron introducidos para hacer posteriormente los calculos:



	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	Datos para BIM			Base de cálculo: 1 día				
3	Caña molida t/d	3350.00						
4	Bagazo % caña	30.90		Balance total en los molinos				
5	% de extracción molinos	95.00		Caña+H ₂ O=Bagazo+Jugo de molinos				3.70 %C
6	Cachaza t/d	123.95						
7	Hum del bagazo (%)	49.80						
8	Brix Jugo mezclado	14.80						
9	Brix Jugo clarificado	14.45						
10	Brix meladura	64.32						
11	Brix salida del 1 Pre-ev	18.42						
12	Brix salida del 2 Pre-ev	24.31						
13								
14	Floculante (kg/d)	16.75						
15								
16								
17	Datos para BE			Calculo de la cantidad de bagazo				
18	Pre- evaporador			Masa de bagazo (t/d)	1035.15			Da
19	P (cal) Mpa	0.10		Masa de bagazo (kg/h)	43131.25			Da
20	λ(cal) Kcal/kg	639.00						Re
21	P(cuerpo) Mpa	0.06		Calculo de la cantidad de Jugo en molinos				Re
22	λ (cuerpo) kcal/kg	633.77		Masa de jugo en molinos (t/d)	3182.50			Otr

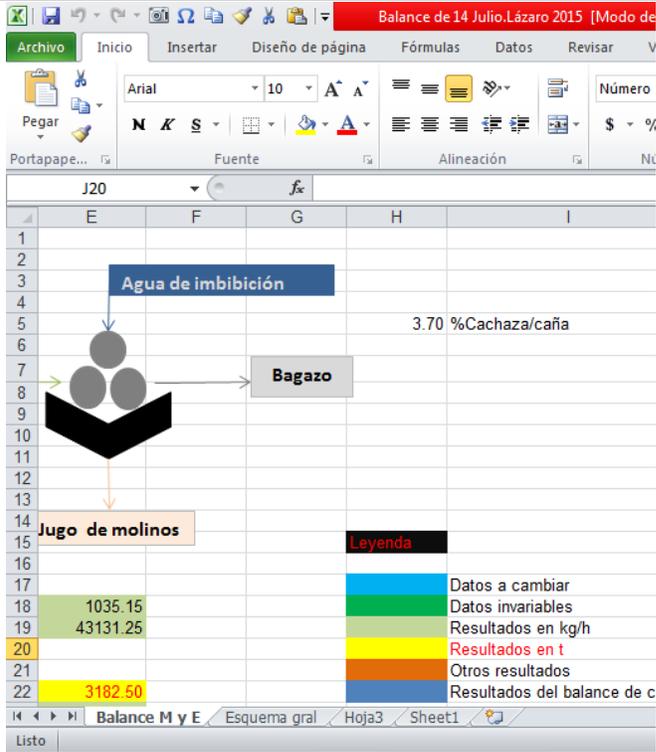


Tabla 3.1 Valores para estimar el rendimiento.

Balances para Azúcar	
Jugo mezclado (JM), t/d	3659.88
Brix JM	
Pol JM	
Jugo Clarificado, t/d	3106.44
Brix J Cla	14.45
%Pol J Cla	
Meladura, t/d	697.89
Brix Mela	64.32
%Pol Mela	60.00
Recobrado % base Az Mel	85
Azúcar a purgar, t/d	355.92
Rendimiento estimado, %	10.62

Tabla 3.2 Valores de las variables industriales

Datos para BM	
Caña molida t/d	3350.00
Bagazo % caña	30.90
% de extracción molinos	95.00
Cachaza t/d	123.95
Hum del bagazo (%)	49.80
Brix Jugo mezclado	14.80
Brix Jugo clarificado	14.45
Brix meladura	64.32
Brix salida del 1 Pre-ev	18.42
Brix salida del 2 Pre-ev	24.31
Floculante (kg/d)	16.75

Con las variables industriales se variaron las cantidades de molidas para obtener valores de Jugo mezclado del Brix, Jugo Mezclado del Pol y Azúcar producida para obtener rendimientos.

Tabla 3.3 Corrida de los balances para obtener el Rendimiento

Caña molida	Azúcar producida	Rendimiento
3000	318.74	10.3
2990	317.67	9.7
2800	297.49	9.3
2000	212.49	8.9

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos mediante el balance mostrando que el rendimiento depende de la cantidad de caña molida y de la variedad que se muele por lo que comparando los rendimientos estimados

mediante los modelos matemáticos , estos son más elevados que los obtenidos en el balance.

Tabla 3.4 Propuesta de molida para la zafra

Etapas	C323-68	C85-102	C86-12	C997	C86-156	C90-469
1			x	x		
2	x	x	x	x	x	x
3						

La siguiente tabla muestra la programación de molida de las variedades, donde las etapas representan el tiempo en que serán cortadas para la zafra en el central, ya que estas no poseen iguales características por lo que no serán molidas al mismo tiempo.

1ra etapa: Comprendida entre Diciembre-Enero.

2da etapa: Comprendida entre Enero-Marzo.

3ra etapa: Comprendida entre Marzo-abril

3.4- Efecto económico

Tabla 3.5 Parámetros Económicos a controlar durante la evaluación económica. Fuente Elaboración Propia.

Parámetros Económicos
Tasa Interna de retorno requerida (TIR)
Valor Actual Neto (Leal G., Chirinos, Leal, Morán, & Barrera)
Período de Recuperación de la Inversión (PRI)
Índice de rentabilidad
Punto de Equilibrio (unidades físicas)
Punto de Equilibrio (% Producción)
- Costo Operación /Ingreso
- Costo Total/Ingreso

Dos parámetros muy usados a la hora de calcular la viabilidad de un proyecto son el Valor Actual Neto (Leal G. et al.) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Ambos conceptos trabajan con variables esenciales que conforman el presupuesto de capital, son ellos, los flujos de caja, el desembolso inicial, el plazo de vida útil del proyecto y el costo de oportunidad de capital (simplificando, ingresos menos gastos netos).

El Valor Presente Neto debe aceptarse si es igual o superior a cero y se define como la diferencia entre todos los ingresos y egresos expresados en moneda actual. (Tobar Torres, 2010).

VAN < 0 RECHAZO

VAN >= 0 ACEPTACIÓN

Debe tener presente que el cálculo del punto de equilibrio está dirigido a conocer el número de unidades a vender para que la empresa ni gane ni pierda. Por tanto a partir de ese valor se obtienen ganancias y por debajo se pierde.

La TIR es un indicador de la rentabilidad de una inversión y mientras mayor sea el valor, mayor es la rentabilidad.

El criterio de decisión respecto a este indicador es el siguiente:

- Si $TIR > K$ Se aceptará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida (el coste de oportunidad).
- Si $TIR < K$ Se rechazará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida.

El RVAN o Índice de rentabilidad o Razón Beneficio - Costo es la relación del VAN/ Valor de la inversión (Víctor González Morales “Procedimiento para estudios previos inversionistas en la industria de procesos químicos y fermentativos” Tesis de maestría UCLV, 2009), expresa cuanto se obtiene por cada peso invertido en el periodo analizado, y es una de las principales técnicas dinámicas de presupuestación.

El **punto de equilibrio** es usado comúnmente en las empresas u organizaciones para determinar la posible rentabilidad de vender determinado producto. Para calcular el punto

de equilibrio es necesario tener bien identificado el comportamiento de los costos; de otra manera es sumamente difícil determinar la ubicación de este punto.

A continuación se representan en las correspondientes tablas los costos asociados a la producción, los cuales nos permiten calcular los parámetros económicos representados en la tabla 3.5.

A la hora de predeterminar el costo de la inversión para la propuesta tecnológica en la producción de azúcar en la UEB 14 de Julio se tiene en cuenta los siguientes elementos: gastos en el traslado de la materia prima, equipos y maquinarias, previos de explotación, otros gastos, intereses y capital de trabajo que se relacionan en la tabla 3.6. Los elementos del gasto con mayor peso dentro del desembolso son reparación de equipos, que representan el 42% y 54% respectivamente durante la vida útil económica proyectada considerada de 11 años, pues el equipamiento está determinando la extensión del plazo.

Tabla 3.6 Evaluación económica.

RESUMEN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA
Productos: Azúcar Alta pol, Miel C a destilería y Entrega EE a la red nacional

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 al 10
Proyec. Producción, Mt	41.237	44.865	44.865	44.865
Precios Mon.Total, \$/t	1251.60	1251.60	1251.60	1251.60
Precio USD/t	61	61	61	61
Electricidad a RED, MWh	4670	5160	5160	5160
Precio Electricidad, \$/Kwh	0.10	0.10	0.10	0.10
MIEL C a destilería, Mt	9.510	9.891	9.891	9.891
Precio Miel C USD/t	80.00	80.00	80.00	80.00
Costo Unitario Mon. Total	1108.84	1108.84	1108.84	1108.84
Precio promedio, \$/t	1284.91	1284.11	1284.11	1284.11

Se requiere un crédito por 2500,0 M\$, 10% interés, con cero año de Gracia y se repaga en un 2 años.

Parámetros	MLC	Mon. Total
Económicos	Invers. Total	Invers. Total
TIR, %		239.5
VAN al 12%, Miles\$		25037.1
RVAN \$/\$		10.46
P.Recuper. Inv. (Años)		1.59
Pto de Equil. (Ton Produc)		26282.9
Pto de Equil. (% Produc)		58.6

- Costo Oper./Ingr.	0.90
- Costo Total/Ingr.	0.92

En la fábrica se necesita un 2500,0 M\$, 10% interés con un Valor Anual Neto (VAN) de 25037.1 con un Tiempo Recuperación de Inversión de .1.59

Como se destacaba con anterioridad si:

VAN < 0 RECHAZO

VAN >= 0 ACEPTACIÓN

VAN = 10.46 > 0 Por lo cual se acepta el proyecto lo que nos aporta una ganancia neta (rentabilidad) de 24.1M de pesos o de forma relativa 6.3M de pesos.

Si TIR > K Se aceptará el proyecto.

Si TIR < K Se rechazará el proyecto.

TIR = 23.9 > K = 11 Se acepta el proyecto

PRI < PRIo

PRI = 1.59 años < PRIo = 6.2 años

El RVAN es bajo, como debe dar bajo el supuesto de venta para trabajadores

$$\text{T tiempo verdadero de recuperació} = \frac{\text{T tiempo de recuperació}}{\text{Vida útil del proyecto}} \quad 3.18$$

$$\text{T tiempo verdadero de recuperació} = \frac{1.59 \text{ años}}{11 \text{ años}} = 0.14 = 14\%$$

Necesitando solo el 14% del plazo total para recuperarse.

3.5-Consideraciones sobre el impacto ambiental de la propuesta

En la propuesta tecnológica para la producción de azúcar se aplican varios procesos, se pretende aumentar el rendimiento en la UEB 14 de Julio. Durante el desarrollo del proceso se producen impactos al medio ambiente de los cuales se deben tener conocimientos para poder mitigarlos:

- ✓ Generación de desechos sólidos (bagazo, caña). Contaminación de los suelos.
- ✓ Emisión de gases .Contaminación atmosférica.

- Emisión de ruidos .Alteración acústica de los espacios o áreas edificadas, alteración acústica por equipos no insonorizados.
- Mal diseño ambiental, térmico y visual en espacios interiores. Afectación al hombre, iluminación deficiente (deterioro visual), alteración del BTH (bienestar térmico humano) por generación de calor y ventilación deficiente.
- Mal diseño para la seguridad y la protección. Daño al medio por peligros de accidente, emisión de polvo, contaminación por materiales y técnicas agresivas al medio.

Acciones para mitigar o eliminar los impactos:

- No realizar vertimientos a redes de alcantarillados de sustancias toxicas o explosivas.
- Definir y aprobar por las autoridades ambientales las áreas de disposición final de residuos reciclables.
- Definir y aprobar por las autoridades ambientales las áreas y procesos de disposición o tratamiento de los residuos contaminantes.
- Evaluar tratamientos de gases generados por el entorno existente.
- Proteger las paredes contra la absorción de humedades por capilaridad, inundaciones, estancamiento de aguas pluviales que pueden constituir reservorios de hongo o vectores.
- Utilizar elementos naturales como barreras para atenuar el ruido producido por el entorno inmediato o generado por las actividades de nuestra inversión.
- Orientación adecuada de las áreas húmedas (baños, lavaderos).
- Eliminar barreras arquitectónicas en los recorridos peatonales.

La NC 391-3:2010 establece las disposiciones finales:

- Todas las redes incluirán las protecciones respectivas contra descargas eléctricas atmosféricas.
- Cumplimiento de los requisitos legales aplicables para la protección contra incendios.
- Utilizar equipos de refrigeración eficientes.
- Utilizar iluminación eficiente, controles automáticos.
- Espacios correctamente climatizados aplicar las especificaciones de la NC-217:2002.

Conclusiones parciales:

- 1- La industria cuenta con un catálogo de variedades de caña de azúcar para aumentar un mejor rendimiento industrial.
- 2- A partir de la utilización de los métodos estadísticos y el balance de energía vimos que es mejor estimar el rendimiento por los modelos que por el balance viendo que este tiene mejor precisión, ya que se sabe que variedad es la que se está moliendo
- 3- Los balances de masa y energía no permite un mejor manejo de los datos para realizar los calculos más exacto.
- 4- El modelo obtenido en la Regresión Múltiple permite estimar el rendimiento, y que variedad será molida para elevar el mismo.
- 5- A partir de los rendimientos estimados se puede estimar la programación de molida para la producción de azúcar.

CONCLUSIONES GENERALES

El desarrollo de la presente investigación ha permitido arribar a las siguientes conclusiones generales:

1. El análisis estadístico del siguiente trabajo permite la adaptación del hombre a mejoras en las condiciones de trabajo facilitándoles herramientas para mejor exactitud y calidad del producto final, el azúcar
2. Permitió detectar cómo influyen la selección de las variedades de cañas en el Rendimiento de la industria ya que no se cuenta con un análisis adecuado en las condiciones laborales actuales de los trabajadores.
3. Al realizar un estudio estadístico y matemático para identificar las variedades más efectivas se identificó que la UEB 14 de Julio no se había realizado ninguna investigación al respecto.
4. Se obtuvo dos modelos matemáticos haciendo uso de los programas Microsoft Excel y el STATGRAFICS 5.0 que indica cuáles de estas variedades de cañas aportan mayor rendimiento agroindustrial.
5. Se dispone de una propuesta de programación del uso de la materia prima.

Recomendaciones:

1. Implementar las propuestas de mejoras, lo cual facilita una gestión eficaz para la calidad de la materia prima y el producto final.
2. Continuar el estudio para tener una mejor exactitud de cual variedad será conveniente o no moler
3. Aplicar el Proyecto de Variedades confeccionado con los resultados del estudio.
4. Validar de forma diferenciada un mayor número de variedades para estas condiciones.

Bibliografía:

- AZCUBA. (2010). Manuales de documentación técnica. Oficina de Producción Central 14 de Julio.
- AZUCUBA. (2010). Expediente de identificación de los peligros y puntos críticos de control en el proceso de fabricación de azúcar crudo.
- Camargo. (1977). La caña de azúcar en Cuba. La Habana. Editorial Científico Técnica. 300p.
- Castro(2004). Genotipos de cañas. Revista cañera, 5,50-60
- CITMA. (2002). Informe resumen de los resultados obtenidos en los temas de investigación del PPE - 01 “Variedades y tecnología de la caña de azúcar en el período 1981 - 87”.
- Colectivo de Autores. (n.d.). “Uso de la biomasa cañera como alternativa para el incremento de la eficiencia energética y la reducción de la contaminación ambiental.”.
- Cruz Rodríguez Nailan (2014). Alternativa para el diseño de un central azucarero de nuevo tipo en Antonio Sánchez y su entorno. Universidad de Cienfuegos
- China (1991). *Revista Electrónica Granma Ciencia. Vol.5, No. 3*
- Daniels. (1969). Plant Design and Economics for Chemical Engineers (Fourth Edition.). McGraw-Hill Book Co.
- García. (2006). *Revista Electrónica Granma Ciencia. Vol.6, No.2*
- García. (2006). Variedades de caña de azúcar. En: Programa de Fitomejoramiento. Impacto en la producción azucarera cubana. PUBLIINICA. Pp46-49.
- González (1994). Variedades de cañas. Cañas de azúcar, 12,100-112
- González (2005 - 2006). Azucares reductoras. Revista cañera, 5,23-40
- Gonzales, V., Puga, N., & Dorado, R. (2012). Proyecto minifábrica de licores. Proyecto. Empresa Agropecuaria 1ro de Mayo
- Heinz y Osgood (1994). Uso de la biomasa cañera como alternativa para el incremento de la eficiencia energética y la reducción de la contaminación ambiental.

- Hutchinson y Daniels. (1971). Variedades de caña de azúcar en Cuba. Una nueva concepción y manejo. Revista Cuba&Caña. Publica. ISSN 1028-6527. No. 1.
- Hernández, M. R. (2013). Comparación de diferentes métodos para el tratamiento de vinazas de la industria de etanol utilizando LCA. Paper presented at the Conferencia internacional sobre energías renovables, Santa Fe, Argentina.
- INICA (2010). Metodología Evaluación de Estudios de Variedades. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar.
- Jorge (2003). Bagazo de caña de azúcar: ¿energía o etanol carburante? Dos casos de estudio. Available
- Jorge, H; María T. Cornide; V. A. González, I. Santana y H. García (2000). Estudio genético de los componentes agroazucareros en las primeras etapas de selección de la caña de azúcar en Cuba. Memorias del XIII Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitogenética: 173 p.
- Jorge H., R. González, M. A. Casas, Ibis Jorge, (2002). Normas y Procedimientos del programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar. INICA.
- Jorge, H. e Ibis Jorge. (2006). Variedades de caña de azúcar. En: Programa de Fitomejoramiento. Impacto en la producción azucarera cubana. PUBLIINICA. Pp46-49.
- Jorge, H; R. González, M. Casas e Ibis Jorge. (2007). Normas y Procedimientos del Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. Revista Cuba & Caña. INICA, La Habana, Cuba.
- Jorge, H., H. García., N. Bernal., Ibis Jorge., A. Vera., y O. Suárez. (2008). Variedades de caña de azúcar en Cuba. Una nueva concepción y manejo. Revista Cuba&Caña. Publica. ISSN 1028-6527. No. 1.
- Jorge, H. , Jorge, Ibis., Bernal N.A. (2010) Principios y conceptos básicos para el manejo de variedades y semilla de caña. ISSN 1028-6527. Publica. Pag 21-28.
- Javier, S. (2007). Sistema de control de calidad para la producción de cañas, rones y aguardientes. Argentina.

Lakewood, C. (2010). Mile hi distilling.

Larrahondo. (2011). Calidad de la caña de azúcar. Cali, Colombia.

Lastra, J. L. (2012). Trabajo De Titulación Previo a obtener el Título de Diplomado Superior en Gestión de Proyectos. (Tesis de Maestría), Escuela Politécnica del Ejército.

Manresa (2008). Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. (Versión impresa): 0138-6204,

Manresa, María M., (2008). Nuevo enfoque para el manejo sostenible de variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp, híbrido*) en la provincia de Villa Clara. Tesis en opción al grado de Master en Agricultura Sostenible. UCLV

Matsuoka (1991). Climatización de la caña, Medio ambiente, 3,23-30

MINAZ (2003). Proyecto de Producción de Caña 2003 -2007. Villa Clara, GEA.

MINAZ (2011). Programa de Desarrollo de la Industria Azucarera 2011-2015 Villa Clara.

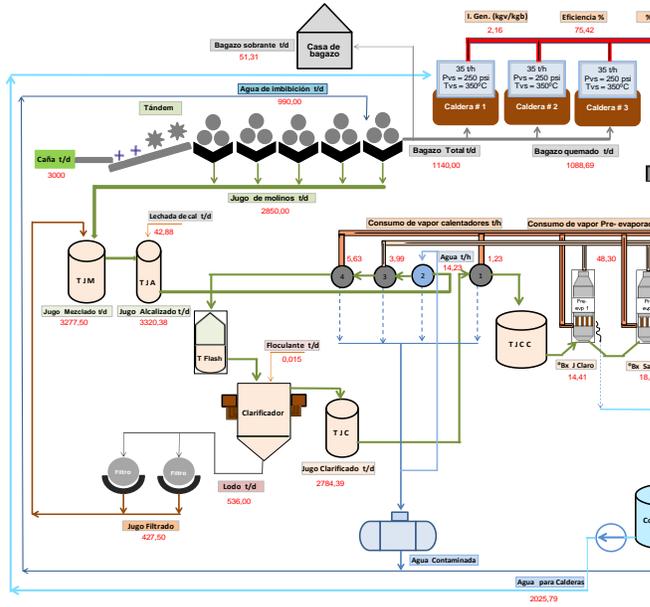
Ramírez J. L. (2002) Calidad de la caña, controles analíticos y eficiencia fabril. La Habana: Cuba.

Rivacoba y Morín. (2005). Normas y Procedimientos del programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar

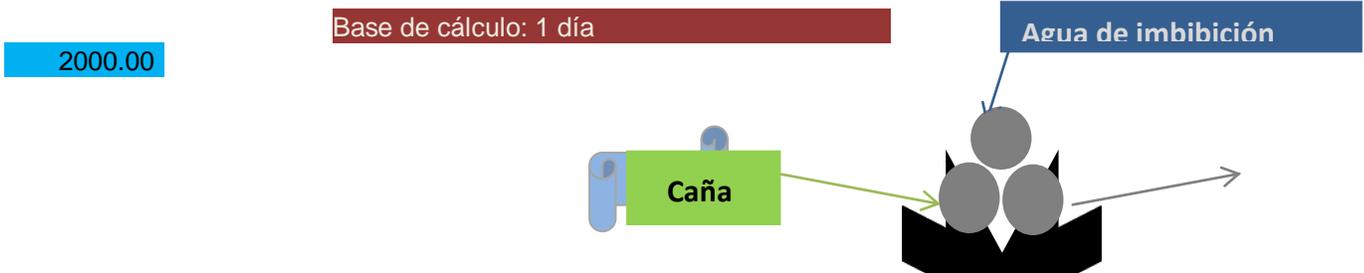
Skeldon Sugar Factory, Guyana. (n.d.). Retrieved from <http://www.foodprocessing-technology.com/projects/skeldonsugarfactory/>

Anexos:

Anexo 1. Diagrama de flujo del central 14 de Julio.



Anexo 2: Balance de masa y energía del central 14 de Julio.



30.90	Balance total en los molinos	
95.00	Caña+H ₂ O=Bagazo+Jugo de molinos	
74.00		
49.80		
14.80		
14.45		
64.32		
18.42		
24.31		
10.00		
	Cálculo de la cantidad de bagazo	
	Masa de bagazo (t/d)	618.00
0.10	Masa de bagazo (kg/h)	25750.00
639.00		
0.06	Calculo de la cantidad de Jugo en molinos	
633.77	Masa de jugo en molinos (t/d)	1900.00
103.00	Masa de jugo en molinos (kg/h)	79166.67
108.00		
	Cálculo de el agua de imbibición	
0.06	Agua de imbibición (t/d)	518.00
633.77		
0.01		
617.34	Calculo de la cantidad de jugo de filtros	
4.00	Jugo de filtros (t/d)	285.00
105.00		
103.00		
	Calculo de Jugo mezclado	
	Jugo Mezclado (t/d)	2185.00
	Jugo Mezclado (kg/h)	91041.67
13.23		
35.23		
90.06	Determinando la masa de lechada de cal	
64.28	$\rho(\text{CaO}) = 1.029 \text{ Kg/L}$	1.03
92.60	36g CaO/L de lechada	
1450.00	500g CaO/t de caña	
1.60		
	Kg de (CaO)	1000.00
12.06	Volumen de lechada de cal (L)	27777.78
39.08	$\rho(\text{lechada}) = m(\text{lechada}) / V(\text{lechada})$	
90.12	m (lechada) kg	28583.33
62.08	m (lechada) t	28.58
93.80		
2.50	Calculo de la cantidad de jugo alcalizado	

	m (Jugo alcalizado) t/d	2213.58
	m (Jugo a calentadores 2,3,4) kg/h	92232.64
16.99		
59.42	Balance total en el clarificador	
89.80	m (jugo que entra al clarificador) t/d	2213.59
64.28		
93.08	Balance total en el filtro	
2.00	Lodo (t/d)	359.00
	Cálculo de la masa de jugo clarificado	
10.03	m (Jugo claro) t/d	1854.59
30.73	m (Jugo claro) kg/h	77274.72
90.50	m (jugo al calentador 1)	77274.72
66.20		
92.50	Balance Parcial en el 1 Pre-Evaporador	
2.00	Jugo a la salida (kg/h)	60619.96
	Balance Parcial en el 2 Pre-Evaporador	
	Jugo a la salida (kg/h)	45932.53
	Balance Total en los Pre-Evaporadores	
12.06	Vapor Producido = Ext (kg/h)	31342.20
36.22		
90.06	Calculo del consumo de vapor en el Pre	
64.28	Cp (j(c)	0.92
92.75		
1.60		
	G (pre-evap) kg/h	32056.44
12.83		
36.25	Calculo del consumo de vapor en el 1er vaso	
92.50	Cp (j entrada)	0.86
66.20	Evaporación total (Vt)	28572.15
95.80	G=S (1er vaso) kg/h	7366.40
5.00	Economía	3.88
(ζ)	Cálculo de consumo de vapor de los Tachos	
1.10	Tacho # 1	
1.20	P (inic) kg	19183.50
1.30	W (inic) kg	526.20
	P (final) kg	51083.50
	P (mat) kg	45196.23
	W (mat) kg	13822.43
	G (tacho1) kg/h	9864.69
77274.72		
0.92	Tacho # 2	

101.00	P (inic) kg	17487.00
108.00	W (inic) kg	686.06
0.10	P (final) kg	56666.00
639.00	P (mat) kg	58161.05
1.05	W (mat) kg	19668.11
	G (tacho2) kg/h	9770.00
92232.64	Tacho # 3	
0.92	P (inic) kg	24635.50
45.00	W (inic) kg	868.12
56.00	P (final) kg	86159.00
98.00	P (mat) kg	87831.41
98.07	W (mat) kg	27176.03
	G (tacho3) kg/h	15424.28
92232.64	Tacho # 4	
0.92	P (inic) kg	14543.50
56.00	W (inic) kg	314.45
75.00	P (final) kg	44558.50
0.06	P (mat) kg	41500.01
633.77	W (mat) kg	11799.46
	G (tacho4) kg/h	7874.05
92232.64	Tacho # 5	
0.92	P (inic) kg	17487.00
75.00	W (inic) kg	507.17
102.00	P (final) kg	52519.00
0.10	P (mat) kg	49816.09
639.00	W (mat) kg	15291.26
	G (tacho5) kg/h	10861.42
4000.00	Tacho # 6	
0.70	P (inic) kg	18603.50
130.40	W (inic) kg	640.83
0.94	P (final) kg	52562.50
0.95	P (mat) kg	48215.72
0.94	W (mat) kg	14897.55
1.72	G (tacho6) kg/h	4039.98
340.00	G (total de tachos) kg/h	57834.41
745.40	Cálculo de consumo de vapor en calentadores	
0.12	G (Cal 1) kg/h	816.92
130.00	G (Cal 2) (Agua condensada) kg/h	9487.84
654.39	G (Cal 3) kg/h	2662.70
615.00		
2500.00		
0.94		

	G (Cal 4) kg/h	3752.87	
	G (total de calentadores) kg/h	7232.48	
110000.00			
6070.04	Cálculo de consumo de vapor en los turbos		
1.10	G (Turbogenerador 1) kg/h	45028.76	
230.00			
1.50	G (Turbogenerador 2) kg/h	28442.37	
1.93			
350.00	G (Total de Turbogeneradores) =G(mp) kg/h	73471.13	
749.60			
115.00	Consumo de vapor de necesidades tecnológicas		
115.24	G (NT) kg/h	36626.22	0.50
0.99			
0.93	Consumo de vapor por válvula reductora		
0.93	G (VR) kg/h	0.00	
	%G (VR)	0.00	
	Vapor generado en la caldera		
	G (Caldera) kg/h	86714.86	
3138.43			
	VCN (Valor Calórico Neto) kcal/kg	1834.70	
	Qp (calor sensible en los gases) kcal/kg bag	343.61	
0.10	Qrecup kcal/kg bag	1276.75	
2675.37	Qn (Calor necesario para obtener 1 kg de vapor)	634.36	
417.46	IG (índice de generación) kgv/kg bag	2.01	
	VCS (Valor calórico superior) kcal/kg	2309.20	
	η_{cal} (Eficiencia total de las calderas) %	55.29	
3120.84	Vpsm (vapor producido según la molida) kgv/h	51825.82	-34889.04
2683.50	Vpsm (vapor producido según la molida) t/h	51.83	
	Bq (bagazo quemado) kg/h	21143.84	
	Bq (bagazo quemado) t/h	21.14	
0.12	BS (bagazo sobrante) kg/h	4606.16	
2683.50	η_{cal} (Eficiencia en las calderas) %	141.80	
	Balance de condensado		
98.00	Ga (tec) kg/h	56143.16	
410.61	Ga (reposición) kg/h	30571.70	
	% H ₂ O (reposición)	35.26	
	Balance de calor		
	Q (caldera) kj/h	272148098.37	
	Q (caldera) kj/s = Kw	75596.69	
	Q NTkj/h	82698539.86	
	Q NTkj/s = Kw	22971.82	

Q (Pot)kj/h	32131918.26
Q (Pot)kj/s = Kw	8925.53
Q (otros)kj/h	16288952.25
Q (otros)kj/s = Kw	4524.71
Q (cond)kj/h	23052942.88
Q (cond)kj/s = Kw	6403.60
Q (Pérd)kj/s = Kw	32771.04
Pérdidas en %	
% Pérdidas generales	43.35
% Pérdidas en proceso	30.39
% Pérdidas de potencia	11.81
% Pérdidas de otros	5.99
% Pérdidas en condensados	8.47
Eficiencia térmica general %	56.65

Anexo 3: Base de datos en el libro de cálculo Excel

Base de Datos 14 Julio.xlsx - M

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Arial 12 A A

Pegar Fuente Alineación Número

1156

	A	B	C	D	E	F
1	Dias	Caña Molid	CP-5243	C.323-68	C.997	C.86-12
2	04/12/2013	2200	894	185	127	1
3	05/12/2013	2296	632	226	231	1
4	06/12/2013	2522	692	95	262	1
5	07/12/2013	3177	636		468	1
6	08/12/2013	3117	583	157	143	4
7	09/12/2013	2989	372	140		3
8	10/12/2013	2995	481	62		1
9	11/12/2013	2991	519	510		
10	12/12/2013	2997	498	699	44	3
11	13/12/2013	3073	784	652	214	4
12	14/12/2013	2999	541	200	362	3
13	15/12/2013	3000	482	78	226	3
14	16/12/2013	3003	504	160	187	7
15	17/12/2013	3005	252	355	80	8
16	18/12/2013	2995	377	519	151	8
17	19/12/2013	3078	407	42	176	5
18	20/12/2013	3006	243	61		3
19	21/12/2013	2997	283		256	4
20	22/12/2013	3181	120	77	496	
21	23/12/2013	2667	38		248	3
22	24/12/2013	2782	74		67	6
23	25/12/2013	3226	147	198		6
24	26/12/2013	2991	293	289	14	10
25	27/12/2013	3155	260	348	261	10
26	28/12/2013	2628	262	44	266	11

Las 8 variedades 13-14 al 60% 13-14 al 70% 13-14 al 80% 13-14 al 90%

Listo

Inicio Yudys Tesis Guión de tesis

Base de Datos 14 Julio.xlsx - Microsoft Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Complementos

Portapapeles Fuente Alineación Número

	A	M	N	O	P	Q	R
1	Dias	Desm Bri	Pol	% de Fibr	Azuc prod	Rendim	Miel Final
2	04/12/2013	17,94	10,46	15,08	0	8,41	
3	05/12/2013	16,64	10,23	16	201,99	8,41	6
4	06/12/2013	17,23	9,84	15,1	218,64	8,44	7
5	07/12/2013	16,43	9,65	14,6	256,1	8,44	81,2
6	08/12/2013	16,56	9,92	14,8	256,61	8,45	108,7
7	09/12/2013	17,53	10,4	14,9	300,84	8,94	82,2
8	10/12/2013	17,4	10,41	14,1	261,83	9,12	65,1
9	11/12/2013	17,73	10,88	14,1	313,94	9,7	106,
10	12/12/2013	17,58	11,06	14,9	301,88	10,1	34,
11	13/12/2013	17,63	11,22	14,1	258,87	10,13	71,
12	14/12/2013	17,59	11,19	13,9	278,28	10,14	42,
13	15/12/2013	17,84	11,17	14,7	299,44	10,14	45,
14	16/12/2013	17,89	11,04	14,7	285,04	10,15	83,4
15	17/12/2013	18,16	11,07	14,5	310,24	10,15	45,
16	18/12/2013	18,22	11,01	14,2	302,86	10,09	40,2
17	19/12/2013	17,3	11,03	13,9	241,41	10,1	77,
18	20/12/2013	17,26	10,95	14,1	270,05	10,01	5
19	21/12/2013	17,28	11,18	14	307,71	10,02	48,
20	22/12/2013	17	10,39	13	315,82	9,46	83,
21	23/12/2013	17,7	10,44	13,6	266,56	9,52	68,2
22	24/12/2013	17,27	10,53	14,1	248,44	9,52	101,
23	25/12/2013	17,28	10,62	13,5	323,54	9,52	4
24	26/12/2013	17,29	10,91	14	260,58	9,92	61,2
25	27/12/2013	17,35	10,86	14,2	361,8	9,92	94,3
26	28/12/2013	17,5	10,98	14,8	242,62	9,8	78,0

Las 8 variedades 13-14 al 60% 13-14 al 70% 13-14 al 80% 13-14 al 90%

Inicio Yudy's Tesis Guión de tesis ...

Regresión múltiple.

STATGRAPHICS Plus - StatFolio sin Nombre - [R múltiple70%.sf3]

Archivo Edición Gráficos Descripción Comparación Dependencia Avanzado SnapStats!! Ver Ventana Ayuda

Regresión Simple...
 Regresión Polinomial...
 Transformaciones Box-Cox...
Regresión Múltiple...

	Azuc prod	Rendim			C32368	C997	C8612	C86156	C89148
1	201,99	8,41	68		185	127	194		
2	218,64	8,44	75	632	226	231	133	223	
3	256,1	8,44	81,26	692	95	262	147	232	
4	256,61	8,45	108,72	636		468	196	64	
5	300,84	8,94	82,24	583	157	143	424	94	
6	261,83	9,12	65,17	372	140		316	75	
7	313,94	9,7	106,2	481	62		193	44	
8	301,88	10,1	34,2	519	510				
9	258,87	10,13	71,2	498	699	44	347		
10	278,28	10,14	42,2	784	652	214	458		
11	299,44	10,14	45,2	541	200	362	381		
12	285,04	10,15	83,46	482	78	226	371		
13	310,24	10,15	45,8	504	160	187	774	29	
14	302,86	10,09	40,24	252	355	80	810	198	
15	241,41	10,1	77,1	377	519	151	809	761	
16	270,05	10,01	58	407	42	176	504	1364	
17	307,71	10,02	48,4	243	61		322	1195	
18	315,82	9,46	83,7	283		256	417	845	
19	266,56	9,52	68,24	120	77	496	75	270	637
20	248,44	9,52	101,3	38		248	346	46	796
21	323,54	9,52	46	74		67	692	112	560
22	260,58	9,92	61,24	147	198		618	68	755
23	361,8	9,92	94,35	293	289	14	1018		87
24	242,62	9,8	78,91	260	348	261	1096	222	133
25	254,56	9,24	92,76	262	44	266	1112	226	27
26	289,07	9,49	75,89	202		238	1173	401	124
27	290,78	9,6	70,2	596			926	9	
28	294,06	9,63	61,42	77	322	269	818	118	
29	272,85	9,65	91,6	237	106	242	413	228	
30	252,32	9,52	61,8	816	184	327	471	43	
31	313,98	9,96	64,3	650	200	258	370	18	

Ajustar modelo con una o más variables independientes

Inicio | G:\Yudys Tesis | Tesis23demayo - Micro... | STATGRAPHICS Plus - St... | STATGRAPHICS Plus - ... | 09:56 am