

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE UN NO TEJIDO
A PARTIR DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR.**

ALEXANDRA CARDOZO FERREIRA

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
TECNOLOGÍA EN DISEÑO TEXTIL Y PRODUCCIÓN DE MODA
MEDELLÍN
2014**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE UN NO TEJIDO
A PARTIR DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR.**

ALEXANDRA CARDOZO FERREIRA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
“TECNÓLOGO EN DISEÑO TEXTIL Y PRODUCCIÓN DE MODA”

ASESORA
LUZ ARLEY ESPINOSA MORENO
ECONOMISTA Y DISEÑADORA DE MODAS

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
TECNOLOGÍA EN DISEÑO TEXTIL Y PRODUCCIÓN DE MODA
MEDELLÍN
2014**

RESUMEN

El bagazo de la caña de azúcar es considerado por los vendedores de guarapo de caña, como un desecho orgánico. Antiguamente para la Industria azucarera era un problema, ya que generaban demasiado bagazo y éste era contaminante, afectando el medio ambiente. En la actualidad es bien sabido la importancia del bagazo. Ya no se desperdicia. Lo que antes consideraban como desecho y además un problema, ahora es un recurso rescatable. Al bagazo de la caña de azúcar, además de ser un endulzante se le agregaron diferentes usos como: generador de energía, fabricación de aglomerados, y hasta forraje para ganado, entre otros. Pasó de ser basura a producto.

En la industria textil en Colombia, el bagazo no es bien visto para la formación de un tejido. De manera que las investigaciones que se han hecho del bagazo, concluyen que es de fibra corta, lo cual lo convierte en un no tejido. Mediante la investigación en este proyecto se observa que el bagazo puede ser un gran aporte en la Industria textil, ya que sus fibras no sólo son cortas, sino que también pueden ser fibras largas, utilizando los recursos y procedimientos apropiados para su elaboración.

El resultado de este proyecto trae consigo una solución al desperdicio de bagazo, por los vendedores de guarapo de caña; y cuidado del medio ambiente, con la reutilización de nuevos recursos. Y un aporte a la industria del sector textil, ya que se obtuvo como resultado un no tejido.

DEDICATORIA

A mis padres Liliana y Luis, porque son la base fundamental de lo que soy, por la dedicación que me brindaron tanto académica como moralmente. Por su apoyo en todas las etapas de mi vida y su constante amor.

A mi esposo Nicanor por su apoyo incondicional en este trabajo, y por hacer posible la culminación de mi carrera como Tecnóloga en Diseño Textil y Producción de Moda.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado el valor y la fuerza para culminar esta etapa de mi vida.

A mi esposo Nicanor, por su amor y paciencia. Su voz de aliento ante las adversidades y su apoyo incondicional.

A Luz Arley Espinosa mi asesora de proyecto, por su acompañamiento en todo el proceso de elaboración de este proyecto, su paciencia y su ánimo constante.

A Jorge Wilson Ocampo, Ingeniero Químico, docente de la Institución, por la valiosa información que me suministró en este trabajo, sus sugerencias y apoyo en los laboratorios realizados.

A mi Institución Universitaria Pascual Bravo, que son todas aquellas personas que a conforman, como profesores, compañeros y amigos incondicionales que gané en este lugar, de los que aprendí bastante, aprendizaje que seguro he aplicado y aplicaré en mi vida.

GLOSARIO

AGLUTINANTE: es una sustancia más o menos líquida y pegajosa que reúne las condiciones de aglutinar y adherir las partículas del pigmento sobre la superficie donde se aplica.

APÓSITO: cubierta de gasa, algodón u otro material esterilizado que se aplica sobre una herida o una zona enferma para protegerla de infecciones.

BIOPOLÍMEROS: Los polímeros "bio" consisten en un tipo de materiales que pueden sustituir a los tradicionales materiales plásticos en varias aplicaciones, con enormes ventajas de carácter ambiental: Bajo impacto ambiental, y el bajo consumo energético involucrado en su producción.

CALANDRA: Se denomina calandria a una máquina que se emplea en los telares o fábricas de tejidos para sacar a éstos el brillo y más principalmente cuando se trata de telas de algodón.

COPOLÍMEROS: Un heteropolímero o copolímero es un polímero derivado de dos especies monoméricas, en comparación con un homopolímero, donde sólo se usa un monómero. La copolimerización se refiere a los métodos usados para sintetizar químicamente un copolímero.

FIBRAS AGLOMERADAS: es un tablero que se fabrica empleando diferentes tipos de madera, encoladas a presión.

FIBRAS TERMOPLÁSTICAS: Fibras que comprenden uno o más poliésteres o poliésteres funcionalizados con hidroxí termoplásticos, preparados por la reacción de un monómero dinucleofílico con un éter de diglicidilo, un éster de diglicidilo o epihalohidrina y, opcionalmente, un polímero el cual no es un polímero poliéster funcionalizado con hidroxí, incluyendo poliolefina

FILAMENTOS: Un filamento es el pequeño "pelo" que junto a otros iguales, conforman un hilo sintético de "filamento continuo".

LIGANTE: Partículas un compuesto adhesivo que ligan y mantienen unidos dos elementos.

POLÍMERO: Los polímeros se definen como macromoléculas compuestas por una o varias unidades químicas (monómeros) que se repiten a lo largo de toda una cadena.

PUNZONADO: Operación mecánica consistente en practicar orificios en una superficie metálica, ya sea mediante un punzón o mediante una punzonadora.

RETICULACIÓN: La reticulación es una reacción química por la que los polímeros se unen en cadenas tridimensionalmente formando una especie de red. Tras esta reacción, las propiedades químicas del polímero inicial cambian.

SURFACTANTE: Los surfactantes son generalmente compuestos orgánicos anfílicos que en medios acuosos migran hacia las superficies acuosas para que su componente hidrosoluble permanezca en la fase acuosa y el hidrófobo quede fuera de esa fase. Esta organización y agregación de las moléculas de surfactante en las interfaces agua-aire o agua-aceite afecta a las propiedades de estas superficies.

TRAMA: Conjunto de hilos, que cruzados y enlazados con aquellos dispuestos de manera longitudinal y tensos en un marco saben formar todos juntos una tela.

URDIMBRE: Es el conjunto de hilos longitudinales que se mantienen en tensión en un marco o telar, para diferenciarlo del hilo insertado sobre la urdimbre y bajo ella que se llama «trama», «contrahílo» o «relleno».

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. PROBLEMA.....	14
1.1. Planteamiento	14
1.2. Formulación.	15
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. Objetivos generales.	16
2.2. Objetivos específicos.	16
3. JUSTIFICACIÓN.....	17
4. MARCO DE REFERENCIA.....	18
4.1. Marco histórico.....	18
4.1.1. Caña de azúcar.....	18
4.1.2. Ingenios azucareros y la organización de productores y obreros. ...	24
4.1.3. Clasificación botánica, taxonómica y sus variedades	30
4.1.4. Variedades de caña de azúcar	30
4.1.4.1. Caña criolla (saccharum officinarum).....	31
4.1.4.2. Caña cristalina (saccharum lubridatum).....	31
4.1.4.3. Caña violeta (saccharum violaceum).....	31
4.1.4.4. Caña veteada (saccharum versicola).....	32
4.1.5. Variedades en México.....	32
4.1.6. Principales plagas.....	34
4.1.7. Proceso de fabricación del azúcar	36
4.1.7.1. Molienda y clarificación.....	36
4.1.7.2. Evaporación.....	37
4.1.7.3. Cristalización.....	37
4.1.7.4. Centrifugación secado y enfriamiento.....	37
4.1.7.5. Envasado.....	37
4.1.8. Organizaciones en el sector cañero de Nayarit.....	38
4.1.9. Constituyentes de la caña.....	39

4.1.10.	Clima.	39
4.1.11.	Siembra	39
4.2.	Marco teórico	39
4.2.1.	La caña y sus usos	39
a.	Mieles	40
b.	Azúcares	40
c.	Panela:	41
d.	Ácido cítrico	41
e.	Citrato de sodio deshidratado	41
f.	Citrato de calcio (o sal amarga)	42
g.	Tableros aglomerados	42
h.	Acetato de etilo.	43
i.	Vinagre	44
j.	Etanol.	44
k.	Abonos:	45
l.	Energía:	46
4.2.2.	La caña, el cuidado del medio ambiente y los recursos híbridos	46
4.2.3.	La fibra como apósito.....	47
4.2.3.1.	Aderezos y repelentes de ropa orales.....	49
4.2.4.	Metodología para la formación del velo del bagazo de la caña	49
4.3.	Marco contextual.....	49
4.3.1.	Tejidos textiles.	49
4.3.1.1.	Tejido plano.	50
4.3.1.2	Tejido de punto	50
4.3.1.3.	No tejidos.	50
4.3.2.	Telas no tejidas.	50
4.3.2.2.	Como se fabrican los no tejidos	51
4.3.2.3.	Vía seca (dry laid)	51
4.3.2.4.	Airlaid	51
4.3.2.5.	Vía fundida (o hilado directo) spunbodend.....	52
4.3.2.6.	Vía húmeda (wet laid)	52
4.3.3.	Ligados.	52

4.3.3.1.	Ligado químico.....	53
4.3.3.2.	Ligado térmico-thermobondeado	54
4.3.3.3.	Métodos de unión térmica:.....	54
a.	Web vinculante	54
b.	Aire caliente	54
c.	Área de unión.....	55
d.	Ultrasonido.....	56
e.	Radiación	56
4.3.3.4.	Ligado mecánico-.....	56
a.	Needlepunched.....	56
b.	Spunlanced.....	57
c.	Stichbonded-cosido.....	58
5.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	58
5.1.	Técnicas de recolección de información	59
5.1.1.	Fuentes primarias.....	59
5.1.2.	Fuentes secundarias.....	59
5.3.	Localización	59
5.4.	Material biológico	59
6.	RESULTADOS.....	60
6.1.	Desarrollo del proyecto	60
6.1.1.	Proceso de extracción de la fibra.....	60
6.1.2.	Formación del velo a partir del bagazo de la caña de azúcar.....	66
7.	CONCLUSIONES.....	69
8.	RECOMENDACIONES.....	70
	BIBLIOGRAFÍA	71
	CIBERGRAFÍA.....	71
	ANEXOS	73

TABLA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1	Variedades de caña de azúcar más adaptables en México.	32
Tabla 2	Sistemas de riego para el cultivo de caña.....	33
Tabla 3	Vehículos utilizados para el transporte de caña de azúcar	35
Tabla 4.	Ventajas y desventajas del spunlanced.	57

TABLA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Caña de azúcar.....	60
Figura 2. Curva de calentamiento de descrude de la fibra.....	60
Figura 3. Volumen de baño.....	61
Figura 4. Humectante textil	62
Figura 5. Naoh	62
Figura 6. Naco.....	63
Figura 7. Fibra de bagazo de caña pesada.....	63
Figura 8. Lavado de la fibra.....	64
Figura 9. Resultados de la fibra luego del proceso de descrude.....	64
Figura 10. Resultados luego de segundo laboratorio.....	65
Figura 11 Gelatina industrial en agua.	66
Figura 12 Fibra sobre marco de madera para formación del velo.....	66
Figura 13 Gelatina industrial mezclada con fibra	67
Figura 14 Aplastamiento de la fibra.....	67
Figura 15 Fibra luego de aplastamiento.....	68
Figura 16 No tejido del bagazo de la caña de azúcar	73

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es una planta que nos ofrece gran variedad de productos y subproductos. Su constante estudio permite que se desarrolle tecnológicamente, registrado en el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar, CENICAÑA.

La caña de azúcar es uno de los cultivos que aportan al desarrollo económico del país, y contribuyen con el medio ambiente y la sostenibilidad. Generan empleos estables, tanto directos como indirectos. El cultivo de la caña de azúcar es una actividad agrícola de gran importancia socioeconómica en el mundo y en Colombia, porque hace un gran aporte al producto interno del país. En Colombia dentro de los cultivos permanentes ocupa el segundo lugar en extensión después del café. El 61% se dedica a la producción de panela, el 32% a la producción de azúcar y el 7% a mieles, guarapos y forrajes.

De la caña se rescata todo, sus hojas, tallo y hasta del bagazo. La caña de azúcar es otro de los cultivos utilizados en los tiempos de seca como alimento para ganado bobino por su alto contenido de azúcar y fibra, la caña al ser tratada con otros elementos da una mejor nutrición a los animales, semejante a lo que se obtienen con los granos. La caña de azúcar es procesada para la producción de endulzantes. Para realizar el proceso anterior, de manera mecánica se aplasta la caña y se extrae el jugo. Se saca la melaza de la sacarosa que es el ingrediente principal del jugo y es utilizada industrialmente, y para alimentos.

La caña de azúcar nos brinda una gran variedad de subproductos comenzando desde el jugo extraído y terminando con el bagazo. El bagazo es el residuo fibroso de la caña luego de sufrir un aplastamiento y extraer el jugo. Este proyecto se centrará en el uso del residuo de la caña de azúcar. En un tiempo se creía que el bagazo no era útil, pero a medida que ha pasado el tiempo se han dado cuenta lo importante que puede llegar a ser. Se ha visto su utilidad tanto en alimento para ganado como en combustible, entre otros usos. La caña de azúcar nos muestra que ninguna parte de su estructura debe ser desechada.

Cuando el bagazo es quemado lo utilizan para generar energía eléctrica. Existen investigaciones acerca de las propiedades de la caña de azúcar aplicables al consumo de la canasta familiar. En Brasil se han realizado estudios acerca del bagazo de la caña de azúcar para elaborar un no tejido de uso medicinal. En la Industria del Sector Textil en Colombia, no se ha visto la necesidad de elaborar un tejido, las investigaciones no se han llevado a fondo. En este proyecto se elaborará un no tejido a partir del bagazo de la caña de azúcar, que colabore con el Sector Industrial Textil.

1. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO

La caña de azúcar en todos sus derivados, ha sido un medio de cambio para la industria de alimentos en Colombia, desde su llegada al país. Con ella las grandes industrias han desarrollado productos de sostenimiento para la canasta familiar. A comienzos del cultivo de caña, las industrias que la procesaban pensaban que la caña solo servía para dar origen al azúcar; debido a investigaciones y a la necesidad del desarrollo de nuevos productos en este campo industrial, se pudo avanzar en su producción y en la elaboración de productos beneficiosos para el hombre, haciendo de este recurso un elemento fundamental en la industria.

Años atrás solo se utilizaba el jugo de la caña de azúcar para producir endulzantes, sin embargo la tecnología avanza y con ella las investigaciones, las que profundizan y nos llevan a ver todo desde otra perspectiva, aclarando que lo que creíamos no servía, pueden ser útil. El hombre se ha dado cuenta que debe cuidar su entorno, en especial la naturaleza y por eso hoy en día se habla mucho de cuidar el medio ambiente y de sostenibilidad. Por ello uno de los objetivos primordiales de las grandes empresas hoy en día es velar por el medio ambiente. En base a esta nueva política se le da paso a la reutilización del bagazo de la caña de azúcar.

Uno de los grandes problemas que tenían las empresas azucareras en un tiempo era que no sabían qué hacer con el bagazo de la caña, y se generaban grandes desperdicios, era realmente preocupante; de ahí nace la idea de encontrarle un uso adecuado al bagazo. A este elemento que se creía un desperdicio, ahora es utilizado en diferentes ámbitos como: aglomerados, refuerzos para ladrillos, como combustible y para generar energía.

En el departamento de Antioquia, podemos encontrar desperdicio del bagazo de caña, que son dejados por las personas que venden guarapo de caña, no sabiendo la importancia de este producto. Y en las empresas azucareras utilizan el bagazo de la caña para los productos mencionados en el párrafo anterior.

Aunque este elemento tiene una gran variedad de subproductos, aún no se le ha dado la importancia que merece en el sector de la industria textil en Colombia, ya que se cree que su fibra es muy corta para elaborar un tejido. De manera que en este proyecto se le dará un enfoque diferente a la investigación, para encontrarle un uso diferente a la fibra del bagazo de la caña de azúcar, que aporte a la industria textil en Colombia, con la elaboración de un no tejido.

1.2. FORMULACIÓN.

¿Qué clase de tejido se puede sacar del bagazo de la caña de azúcar? Y ¿qué aporte haría en el sector de la industria textil en Colombia?

¿Qué cambio generaría la recolección del bagazo de la caña de azúcar, en los puestos de venta de guarapo? Y ¿cómo impactaría en el medio ambiente?

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GENERALES.

Mediante la investigación en bibliotecas públicas y virtuales; en entrevistas y en internet, analizar la información que conduzca a la viabilidad de la elaboración de un no tejido del bagazo de la caña, realizándole pruebas físicas a la fibra, luego de elaborar el no tejido, que ayuden a darle un uso adecuado a la misma, que pueda ser adaptado a la Industria Textil en Colombia.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Recopilar y clasificar información importante, que ayude a la construcción y elaboración de un no tejido del bagazo de la caña de azúcar.
- Preparar la fibra del bagazo de la caña, para su elaboración, mediante el proceso de descruce con la ayuda de auxiliares textiles, como el humectante, hidróxido de sodio y carbonato de sodio.
- Luego de realizar las pruebas respectivas a la fibra, observar el comportamiento de la misma para así darle un uso que se adapte al efecto deseado.

3. JUSTIFICACIÓN

El bagazo de la caña de azúcar en el área metropolitana de Medellín, en empresas azucareras, es utilizado como generador de energía, forraje para ganado, entre otros. Para estas empresas que tienen el conocimiento de la utilidad de este producto, que muy bien podríamos llamar desecho orgánico, les es muy provechoso no votarlo, ya que este bagazo les ahorra grandes costos en energía. Para los empresarios de las industrias azucareras está bien. Pero en el área metropolitana de Medellín también encontramos comerciantes ambulantes que hacen uso de la caña de azúcar, para hacer guarapo de caña, una bebida refrescante natural.

La parte negativa de estos puntos de venta, es que las personas que los administran no tienen un conocimiento amplio de lo que se hace y se puede llegar a hacer con el bagazo de la caña, a lo que ellos llamarían basura. Ya que su volumen es muy pequeño comparado con las grandes empresas, le restan la importancia que se merece.

La tendencia hoy en día es de conservar el medio ambiente y de aprovechar los recursos al máximo. Con esta tendencia como fundamento se busca, recoger los desechos orgánicos que votan los comerciantes de guarapo de caña del área metropolitana de Medellín, y convertir este bagazo en un producto diferente, al que utilizan las empresas azucareras, y que sea parte de la industria textil. Este producto le daría valor al bagazo de la caña de azúcar en este sector industrial, y sería un gran aporte para el área textil, no sólo en Medellín sino también a nivel nacional, ya que este sería un primer paso de investigación a seguir y de esta manera se podrían conseguir muchos más productos para este sector, que aporten grandes beneficios a la comunidad.

Este proyecto se comenzaría a desarrollar primero en Medellín, lo que es la zona centro y en algunas universidades de Medellín donde se vende guarapo de caña por vendedores ambulantes, se hablaría con los comerciantes para que ellos en modo de reciclaje conserven el bagazo limpio, apartado de otros tipos de basura, como plásticos y papel, hasta que llegue una persona encargada de recoger el bagazo. De esta manera se haría la recolección del mismo para comenzar a trabajar en el producto final.

4. MARCO DE REFERENCIA.

4.1. MARCO HISTÓRICO

4.1.1. Caña de azúcar.

El origen de la caña de azúcar difícilmente puede ubicarse con precisión en relación al espacio y al tiempo, sin embargo, la mayoría de autores coincide en que se origina en Nueva Guinea. La literatura hindú la traslada a unos 3000 años a. C. y la literatura China a unos 475 a. C. La obtención de azúcar cruda la ubican a unos 400 a. C.; a Persia llega en el año 500 d. C. y a Egipto en el 710 d. C. El cultivo se extiende por toda Asia y el norte de África hasta el sur de Europa. Desde España en 755 d. C. llegó a las islas Canarias desde donde Colón la llevó al nuevo mundo en 1493 a partir de donde se extendió su cultivo por Centro y Sudamérica.

El gusto por los sabores dulces de la miel recogida de las colmenas del hombre primitivo, provocó la búsqueda de otras fuentes igualmente agradables al paladar, encontrando pequeñas cantidades acumuladas en hojas del tabaco, en tallos de la caña, del maíz y el sorgo, en la raíz de la remolacha y en algunos capullos de ciertas plantas, incluso se le atribuyeron propiedades dulcificantes, energéticas y hasta curativas debido al potencial energético que se conseguía al consumirlo. En el 510 a. C., los persas conocieron y saborearon la mágica planta a la cual se referían como “aquella que da miel sin necesidad de abejas”, lo que les motivó para que empezaran a cultivar y procesar dicho recurso. La expansión del cultivo cubrió toda Asia y el consumo pasó de ser una golosina acuosa a una de tipo sólido, producto del sometimiento a procesos de clarificación, cristalización y refinado por los egipcios en el siglo VII.

En la época de la conquista el cultivo de la caña se expandió en América, donde además se devastaron grandes cantidades de bosques para dar paso al cultivo de la caña, como sucedió en las islas de Barbados, Antigua y Tobago. Similar situación ocurrió en Brasil, donde los portugueses la llevaron entre años 1516 y 1600 con un vertiginoso crecimiento. La gran expansión de la azúcar en toda Latinoamérica se explica no solo por el clima favorable sino por la demanda en aumento al momento de consumirla. Ello explica la razón por la que América Latina (AL) superó en producción al resto del mundo en menos de cien años.

Desde el surgimiento y expansión del cultivo de caña de azúcar, los productores y los dueños de los medios de producción han estado estrechamente ligados a las fuerzas económicas mundiales y, por ende, han influido en la modelación del mundo. Ningún cultivo ha tenido tanto impacto radial como el de la caña de

azúcar y es, según la UNESCO, el cultivo agrícola más importante del planeta. Esta expansión del cultivo ha arrastrado mano de obra, tecnología, hábitos, historia, formas de organización y relaciones sociales de producción; sin embargo, también tuvo que ver con la esclavitud y con la expansión de la raza de color por varias zonas geográficas del mundo.

En los albores del siglo XVII, se introdujo la remolacha, en lugar de la caña, como fuente de azúcar, ya que la gramínea no se adaptó a los climas fríos, lo cual hizo que la producción de azúcar a partir de la remolacha se extendiera fuertemente por toda Europa. En contraste, en AL fue tal la adaptabilidad de la caña que tuvo una rápida expansión, primero en los países caribeños y después en el resto del continente.

Alrededor del 1900 el azúcar se había sumado al pan, la sal y al vino como uno de los componentes básicos de la dieta del hombre, no obstante, el impacto de la primera guerra mundial causó severo retroceso al cultivo y producción. Dicha confrontación bélica trastocó fronteras, intereses políticos y actividades económicas y productivas, al cabo de la cual, tanto obreros como productores y dueños de los medio de producción, se reorganizaron para recuperar tanto las áreas de cultivo como los mercados del azúcar y con ello el equilibrio y control de precios.

La caña de azúcar es una gramínea perteneciente a la misma familia (Andropogoneae) que el sorgo, el pasto Johnson y el maíz. La caña que se cultiva actualmente es un híbrido compuesto de al menos dos de la cinco especies del genero *Saccharum*: *S. barberi* Jeswiet, *S. officinarum* L., *S. robustum* Brandes & Jesé, ex Grassl, *S. sinense* Roxb y *S. spontaneum*. Muchas de estas especies forman híbridos, originando un género muy diverso⁸. La azúcar o sacarosa es un producto natural que se extrae de la caña o de la remolacha. La sacarosa es un disacárido compuesto molecularmente de dos monosacáridos: glucosa y fructosa. Es un componente esencial en una amplia variedad de alimentos y un componente clave para lograr una dieta equilibrada.

El desarrollo de la caña depende de la luz solar, la cual se absorbe por la clorofila presente en las células de las hojas. Esta sirve de energía para lograr que se lleve a cabo la reacción química entre el CO₂ absorbido del aire, el agua y nutrientes que la planta toma del suelo a través de la raíz. El resultado que se obtiene de esta reacción es la sacarosa, la cual se almacena en el tallo de la planta. Cabe destacar que la caña está considerada como una de las plantas más eficientes convertidores de energía solar que existen, mientras que el azúcar es una de las fuentes energéticas más económicas para el hombre, ya que proporciona alrededor del 12% de hidratos de carbono⁴.

Los componentes de la caña son: sacarosa (8 – 16%), agua (73 – 76%) y bagazo o fibra (11 – 16%). La sacarosa se obtiene mediante: $12\text{CO}_2 + 11\text{H}_2\text{O} = \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 12\text{O}_2$. El jugo de caña también contiene pequeñas cantidades de otras sustancias como glucosa (0.2-0.6%), fructosa (0.2-0.6%), sales (0.3-0.8%), ácidos orgánicos (0.1-0.8%), otros (0.3-0.8%)⁹.

En México, la azúcar forma parte de la canasta básica junto con el maíz, frijol y arroz. Cristóbal Colon llevó algunos trozos de caña de azúcar que sembró por primera vez en Santo Domingo y, para el siglo XVI, el azúcar se convirtió en un artículo comercial entre Europa y las regiones productoras de AL, especialmente en suelos de fácil adaptación como Cuba, México, Brasil y las colonias holandesas e inglesas de América. Puede afirmarse entonces que la industria cañera en México y en el resto de AL surgió en y con la conquista; pero además, tanto el proceso de desarrollo del cultivo de la caña como la producción de azúcar, fue muy similar en todo el continente.

En el territorio mexicano, el cultivo de la caña de azúcar se inició a partir de que Hernán Cortez trasladara plantas desde Cuba en 1522, incluso algunos estudios señalan que dos años después, es decir, en el año 1524 ya había cañaverales a orillas del río Tepengo en Santiago Tuxtla, Veracruz⁶. En Veracruz, la planta de la caña encontró inmejorables tierras fértiles para el cultivo, así como las condiciones climáticas, biológicas, hidrológicas y edafológicas para su desarrollo, lo que le permitió experimentar una rápida expansión por todo el territorio mexicano, particularmente en Michoacán, Jalisco y en la parte central del país cerca de Puebla. También se desarrolló en los alrededores de Atlixco e I azúcar así como en los valles de Cuernavaca y de Cuautla, iniciando así la industrialización de la caña para producir azúcar entre los años 1550 y 1600, en ingenios como el de Tlaltenango, el cual era un ejemplo de eficiencia, incluso mayor que ciertas regiones del mundo.

La azúcar desde ese momento se aquilató como producto de exportación al igual que el oro, la plata o el chocolate; se sabe por ejemplo que la producción del Tlaltenango, que era el ingenio más importante del país, se enviaba en su totalidad a la península ibérica. No obstante, el costo de producción tuvo un proceso indignante de opresión y esclavitud por parte de los avaros conquistadores. El surgimiento de la denominada “Encomienda” entre 1521 y 1560 favoreció la mano de obra esclavizada de los indígenas; en contraste, la disolución de esta norma provocó el surgimiento de haciendas y latifundios como unidades de producción cañera. Este ejercicio de poder por imponer una hegemonía dominante tuvo como resultado un proceso de sustitución de tierras destinadas al cultivo de algodón por el de caña de azúcar. El proceso de reconversión de tierras de cultivo fue violento entre productores, pero los cañeros

lograron expandirse de tal forma que para el siglo XVIII ya se contaban 300 fincas cañeras que abastecían a trapiches y fábricas.

El siglo XIX se caracteriza por los enfrentamientos entre conquistadores y conquistados en todo AL. Particularmente en México la suma de intereses políticos, económicos y sociales desencadenan el proceso de descolonización que inició el 15 de septiembre de 1810 con el grito de independencia. La intensa lucha trastocó todas y cada una de las estructuras organizativas del país. Muchos cañaverales e ingenios fueron destruidos o quemados particularmente en Córdoba, Cuernavaca y las Amilpas. Se asume hipotéticamente que este episodio tuvo que ver con la forma de edificar las haciendas cañeras a partir de entonces, las cuales integraron en su diseño arquitectónico varias medidas de seguridad para resguardar la integridad tanto de la mano de obra como la infraestructura tecnológica y productiva de la naciente industria cañera, como anticipándose a posibles ataques o asaltos de la ciudadanía o del gobierno.

Durante el Porfiriato, la hacienda azucarera se convirtió en el modelo económico de la época. Una estimación del azúcar que se producía en el año 1870 era de 2500 toneladas y entre 1903 y 1905, la exportación de azúcar se incrementó notablemente al pasar de 8,820 a 42,660 toneladas⁶. El cultivo se expandió, el proceso tecnológico sufrió cambios e innovaciones importantes para aumentar la eficiencia y eficacia de los ingenios, la demanda social por azúcar también se incrementó y el transporte, considerado un detonante de otras actividades productivas, se diversificó con la creación de un nuevo sistema de transporte de carga y el incremento de vías férreas por todo el país. Esta derrama económica derivada del tema caña/azúcar propició la generación y acumulación de riqueza entre aquellos industriales dueños de ingenios y haciendas, pero también el gobierno recibió gran parte de las regalías por este concepto. Por su parte los productores cañeros sin propiedad sobre las tierras y sin medios de producción obtuvieron lo que pudiésemos llamar “beneficios de sobrevivencia”, derivado de dos razones básicas. La primera tiene que ver con el reciente proceso de esclavitud del que se habían librado, pero que marcó culturalmente a esa generación, de tal forma que los productores de caña siguieron viendo a los dueños de los ingenios como los hacendados o sus patrones por recibir de ellos la paga por la caña cultivada, es decir, se repetía la imagen de la organización feudal por muchos ya superada. La segunda razón de tal afirmación es que los hacendados, dueños o expropiadores de grandes extensiones de tierra y de los medios productivos, pero además operando bajo el amparo de la protección del gobierno, actuaron sin impunidad y látigo en mano exigiendo la producción de los cañeros a precios que ellos mismo (industriales-gobierno) imponían a su antojo, lo cual provocó un proceso de supeditación y subordinación de los productores hacia el binomio hacienda-gobierno.

Poco menos de cien años después de ver caída la corona española en tierras mexicanas, los conflictos pendientes de resolver hicieron crisis al iniciar el siglo XX dando comienzo así al estallido social interno más importante del país. El inicio de la revolución mexicana puede explicarse a partir de tres grandes culpables. El primero de ellos fue el propio gobierno ciego e incapaz de incubar una verdadera democracia; en lugar de ello se aprovechó de la nobleza de la gente a través de la intimidación, opresión y alienación para crear un equipo de trabajo incondicional que le permitió al líder supremo, general Porfirio Díaz, crear uno de los imperios más largos y ambiciosos de la historia. Un segundo aspecto surge de la avaricia mostrada por los empresarios y personas de negocios, las cuales tuvieron rienda suelta para cometer cualquier tipo de abuso en contra de los derechos fundamentales de los mexicanos trabajadores (mediante la explotación de jornadas largas y bajos salarios), contra aquellos clientes que demandaban sus productos (a través de precios elevados y enajenación de bienes por deudas contraídas) y contra el propio erario público del gobierno que recibía protección. Por último, un tercer aspecto, y quizás el más importante, fue el cansancio y enfado en la cúspide de la gente; la cual, al no ver señales positivas del gobierno por autorregularse, ser más justo y controlar a los empresarios, además de observar en perspectiva que sin propiedad sobre la tenencia de tierras, pobres en extremo, sobreviviendo solo para mal comer, endeudados con los patrones y hacendados cada vez más y sin la posibilidad de tener acceso a otros niveles por carecer de oportunidades educativas y profesionales.

Las primeras manifestaciones (paros y huelgas) se iniciaron por los trabajadores ante los hacendados y empresarios en reclamo a demandas por mejores prestaciones laborales, siendo una de ellas la fábrica textil de Bellavista, Nay., y en la industria minera de Cananea, Son. Los cañeros también tuvieron mucho que ver con el inicio de la revolución mexicana; ello explica el por qué los primeros estados en manifestarse y reclamar tierras para el cultivo fueron aquellos que ya se dedicaban al cultivo de la caña: Veracruz, Morelos, Puebla y Michoacán, los cuales encontraron en Zapata el abanderado ideal para el reclamo de tierras. Estos cuatro estados más Sinaloa, lograron, durante 1913 una producción record de cien mil toneladas de azúcar.

La demanda por tierras era un asunto prioritario dentro de las peticiones sociales reclamadas al gobierno. Quince millones de campesinos sin tierras, lo que representaba el 95% de la población rural; además, poco más de diez mil haciendas controlando el 57% de las tierras cultivables, y solo el 7% de ellas mantenían 1.3 millones de kilómetros cuadrados de extensión.

El desconcierto social provocó, como mecanismo de defensa, que las haciendas cañeras fueran diseñadas como verdaderos “fortines” de guerra, donde se resguardaba artillería y municiones del propio ejército y desde donde atacaban a los sublevados. La razón: defender el patrimonio de los industriales, tecnología y materia prima. No obstante, a pesar de ello al final de la guerra, las pérdidas fueron cuantiosas. Dicha confrontación entre pueblo y gobierno, manteniendo como intermediario a ciertos empresarios y hacendados, tuvo como consecuencia que los ocho ingenios que operaban durante 1913 fueran quemados y destruidos once años después.

Tras la caída de Porfirio Díaz y la consumación de la revolución, se logró establecer en 1915 la Reforma Agraria con la finalidad de proporcionar a los campesinos tierras para el trabajo. No obstante, a pesar de que hubo beneficios entre algunos campesinos, las metas no se cumplieron como se esperaba dado que los acaudalados terratenientes de la época, se opusieron a ello tras la operación de acciones coercitivas con el propio gobierno. Surgieron así las figuras del ejido (tierras que se otorgaban gratuitamente por derecho histórico a los campesinos) y la pequeña propiedad (áreas con extensión limitada no mayor a 100 hectáreas); ambas deberían cumplir con pagos de impuestos prediales.

Alrededor de 1921, al parecer se entendió entre los campesinos que la mejor estrategia era la de trabajar no aisladamente, sino, en comunidad (hoy agrupaciones cañeras), lo cual provocó que se reactivara la industria cañera e hizo que, un año después, se lograra una producción de 126,000 toneladas de azúcar. Para mantener esta dinámica, el gobierno otorgó créditos los cuales se utilizaron para mejorar, desde el punto de vista técnico, tanto la industria como el campo. Estos apoyos crediticios lograron un verdadero auge del sector cañero, sin embargo, la crisis económica mundial de 1929 y la caída en los precios de la azúcar volvieron a causar estragos entre productores e industriales.

El conflicto se polarizó a tal grado que se presentaron luchas internas, huelgas y enfrentamientos entre todos. Por un lado se tenía a los campesinos, que desconocían los vaivenes económicos mundiales, la oferta-demanda del producto y los precios de garantía. Estos demandaban mejores ganancias y apoyos al campo. En el otro extremo estaban los obreros de los ingenios que luchaban por mejores salarios, prestaciones y una más adecuada jornada de trabajo. Los terceros en discordia eran los propios dueños de los ingenios, lo cuales buscaban obtener grandes ganancias con el mínimo de inversión a partir de la venta de su producto.

Esta situación provocó que los obreros e industriales de los estados de Veracruz y Sinaloa crearan la compañía Azúcar S.A., en enero de 1932 que luego de seis

años cambiaría al de Unión Nacional de Productores de Azúcar S.A. (UNPASA), pero quizás lo más trascendente fue que, en 1938, el entonces presidente Cárdenas, expidiera la Ley de Asociaciones de Productores para la Distribución y Venta en Común de sus Productos. El propósito de esta ley consistió en volver de nuevo solventes a los dependientes directos e indirectos del sector cañero, pero también el de regular los precios, la oferta y la demanda del producto. A pesar de que el gobierno invirtiera mucho dinero en préstamos para la agroindustria y UNPASA registrara grandes pérdidas financieras por lograr la estabilización de la industria, al finalizar la década de 1940, se tuvo que importar azúcar del extranjero para cubrir el déficit nacional. Posteriormente, debido a la agudización de la Segunda Guerra Mundial, México requirió de nuevo importar poco más de 250 mil toneladas a precios muy superiores a los vigentes en el país. En medio de la crisis mundial y ante ambientes de corrupción por la bonanza de créditos a la agroindustria, se emitió en septiembre de 1943, el primer decreto cañero que obligaba a campesinos asentados en los alrededores de los ingenios sembraran caña de azúcar y el ingenio se obligaba a comprarla. Este decreto hizo que las tierras de cultivo se incrementaran dos terceras partes más, que en términos reales equivalieron a 25 mil hectáreas más de lo que se tenía, lo que permitió aumentar la producción de azúcar a un millón de toneladas a finales de 1945. Un año después, en marzo de 1944, se emitió un segundo decreto que estableció las reglas para el reparto de utilidades entre campesinos e industriales. Ambos decretos fueron sustituidos por un tercero, donde se estableció, como interés público, la siembra, cultivo, cosecha e industrialización de la caña, dejando sin obligatoriedad la siembra de caña para aquellos campesinos asentados en los alrededores de los ingenios.

En 1991 y 1993, aparecen otros decretos similares más, los cuales establecen que la calidad de la caña entregada al ingenio es la que se toma como base para determinar el precio de pago a los productores cañeros, cuya fórmula fue conocida como KARBE (Kilogramos de Azúcar Recuperable Base Estándar) en sustitución de la anterior KABE (Kilogramos de Azúcar Base Estándar). Esta medida fomentó la producción de caña con criterios de calidad y eficiencia, además de que dejó en claro el rol de los industriales y los cañeros en términos de control, entrega y precios. Finalmente, en enero del 2005, se aprobó, la Ley de Desarrollo Sustentable para la Caña de Azúcar actualmente vigente.

4.1.2. Ingenios Azucareros y la organización de productores y obreros.

Se denomina ingenio azucarero o simplemente ingenio a una antigua hacienda colonial americana (con precedentes en las Islas Canarias) con instalaciones para procesar caña de azúcar con el objeto de obtener como productos principales azúcar, ron y alcohol. Su antecedente es el trapiche, cuya escala de

producción era muy pequeña y, a su vez, el ingenio vino a ser sustituido por las grandes centrales azucareras modernas que se desarrollaron en el siglo XX. Aunque la caña de azúcar no es un cultivo autóctono americano, sino importado desde Europa, se adaptó rápidamente a los ambientes cálidos y tropicales, hasta el punto de que los mayores productores mundiales de azúcar se encuentran en este continente (Brasil, Cuba, México y Colombia principalmente). Cabe destacar que, desde el surgimiento de los ingenios, se conformaron entidades de contexto en torno a uno de los sectores económicos y productivos más fuertes a nivel nacional como lo es el “sector cañero”. Estas entidades político-gremiales, impactaron no solo a las formas organizativas de los productores de caña de azúcar sino también a la estructura interna de los ingenios, su comercialización y su relación con el estado y gobierno. Las crisis periódicas por las que atravesó la industria azucarera en los años 1900’s provocaron la organización regional de productores para evitar el colapso definitivo de la industria y así algunos propietarios del estado de Morelos, que a principios de siglo representaban un fuerte porcentaje en la producción azucarera, intentaron organizarse en una asociación que denominaron “Asociación de Productores de Azúcar y Alcohol”, pero no tuvo éxito y al poco tiempo se disolvió. Otro intento similar surgió en occidente cuando se organizaron los sectores cañeros de Sinaloa, Nayarit y Colima como una estrategia para poder vender el azúcar. Al respecto fue creada en 1908, en el puerto de Guaymas, la Unión Azucarera de Sinaloa y en 1921 los azucareros de los mismos estados crearon la “Sonora Commission Co”. A fines de 1923, se comenzaron a habilitar las industrias de Jalisco y Veracruz, al ser trasladadas muchas de las maquinarias de los ingenios de Morelos a dichas entidades debido al deterioro que sufrieron tanto equipos como instalaciones por la lucha armada extrema en esa entidad.

Aún funcionaba la “Sonora Commission” cuando se organizó la “Cía. Comercial Comisionista” para vender los azúcares de Puebla y Veracruz, pero fracasó en 1926. En 1928 se disolvió la “Sonora Commission” para reorganizarse con el nombre de “Realizadora de Productos Mexicanos”, que controlaba azúcares de Sinaloa, Nayarit, Colima, Jalisco y “Potrero” de Veracruz. En 1929 cambió su razón social por “Cía. Almacenadora y Realizadora de Azúcar, S.A.”, la que actuó hasta principios de 1931. Por su parte los productores de Puebla y Veracruz habían organizado lo que llamaron “Agencia de Ventas del Sur”, que igualmente operó hasta principios de 1931. No obstante estos intentos, todas estas agrupaciones fracasaron y no pudieron resolver en definitiva la crisis.

Las empresas iban a la quiebra, con cierre de numerosas fábricas de azúcar y con las consiguientes pérdidas de salarios, ruina de agricultores cañeros, créditos incobrables, pérdidas para el comercio y el fisco y, lo más lamentable, miseria en las regiones cañeras, principalmente en Veracruz. En esa época,

finales de los años veinte, la calle de Mesones de la ciudad de México era el centro del comercio del dulce y otros productos alimenticios.

Había “corredores” que iban de un establecimiento a otro llevando y trayendo ofertas de carros por entero de toda la mercancía imaginable: especias de Oriente (que perfumaban toda la calle) canela, azúcar, alcohol, frijol, cebada y garbanzo entre otros. Así era el “mercado libre” de México y las transacciones que se efectuaban diariamente representaban varios millones de pesos en oro. La lucha armada, había quedado atrás y las heridas sufridas en el campo azucarero cicatrizaban con el tiempo.

Poco a poco se fueron surtiendo los centros de consumo, tanto de azúcar como de alcohol pero la falta de control hizo que se saturara el mercado. Los comerciantes, al disminuir la demanda, bajaban el precio, lo que provocó una competencia de libre mercado entre ellos mismos. Este fue un problema más que enfrentaron los azucareros que siempre estuvieron dispuestos a defender la industria a pesar de todo. Cuando los problemas se agudizaban los industriales y productores acudían con el general Plutarco Elías Calles, jefe supremo de la revolución Mexicana, en demanda de apoyo y consejo para sus problemas (así lo hacían en esa época funcionarios públicos, militares y políticos).

El día 6 de Enero de 1931 nace la ‘Estabilizadora del Mercado de Azúcar y Alcohol’, empresa a la que podemos considerar como la primera legalmente organizada y como arranque de la Unión Nacional de Productores de Azúcar, S.A. de C.V. (UNPASA). Su capital inicial fue de cien mil pesos representados por un millar de acciones, las cuales se distribuyeron como sigue:

United Sugar Co. (100 acciones \$10,000)

Compañía manufacturera El Potrero (100 acciones \$10,000)

Ingenio San Cristóbal (100 acciones \$10,000)

Haciendas de Redo y Compañía (150 acciones \$15,000)

Ricardo Céspedes (100 acciones \$10,000)

Tomás de Rueda (100 acciones \$10,000)

Sucesores de Aguirre –Puga (50 acciones \$5,000)

Harry Skipsey (50 acciones \$5,000)

J.R. Roane (50 acciones \$5,000)

Compañía Azucarera Almada (100 acciones \$10,000)

Ingenio Santo Domingo (50 acciones \$5,000)

Compañía Explotadora de Tuzamapan (20 acciones \$2,000)

Banco Nacional de Crédito Ejidal (30 acciones \$3,000)

El acta constitutiva fue elaborada ante el notario 36 de Antonio Rojo y fue el número 5048 del libro 56, del día 6 de enero de 1931.

Uno de los objetivos principales de esta empresa fue recaudar la cuota impuesta por el gobierno equivalente al 20% de la exportación de azúcar a Europa, la cual podía entregarse en especie.

Al existir una sobreproducción de azúcar, los industriales optaron por dos medidas; Exportar por cuenta de masa común y aplicación de la pérdida de acuerdo con la producción de cada ingenio.

La segunda, reducir la producción con el compromiso de destruir el 20% de sus cañas.

Los compradores de los productos eran los comisionistas y ellos fijaban los precios a pagar. El sistema de ventas era normal para la institución mercantil. El azúcar se vendía y se entregaba a los comerciantes a precios de mayoreo, dándoles plazos normales para el pago de sus compras. Pronto, los problemas resurgieron con mayor fuerza y volvió la competencia entre los productores. La situación se tornó grave para industriales, campesinos, obreros y en general, para la economía de las regiones productoras de azúcar. Ante esta situación se decidió a finales de 1931 disolver la Estabilizadora, liquidación que terminó en septiembre de 1932. Con el importe obtenido y un subsidio otorgado por el gobierno se creó el Banco Azucarero (a la postre Banca Confía). Una de las organizaciones político-gremial más importante que surgió luego de varias luchas internas fue la Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcoholera (CNIAA), fundada el 31 de agosto de 1942 y que integró desde sus orígenes al 100% de los ingenios. Esta organización actualmente coordina a 35 de 57 ingenios existentes en 227 Municipios de 15 diferentes Estados de la República Mexicana, de donde se genera una producción del 72% de la producción nacional (3'818,536 toneladas en el 2007). Esta asociación forma parte de la CONCAMIN, del Consejo Coordinador Empresarial y del Consejo Nacional

Agropecuario (CNA). En la actualidad, aproximadamente los 40 mil obreros azucareros que existen están sujetos a un Contrato Colectivo del Trabajo que data desde 1936 y cuyo titular es el Sindicato de Trabajadores de la Industria Azucarera y Similares de la República Mexicana (STIASRM-CTM), el cual fue designado fideicomitente de todos los fideicomisos relacionados que estuvo vigente hasta 1992 en que se da un rompimiento con los representantes empresariales. El total de ingenios mexicanos pertenecen a grupos de empresarios como: Agazucar (2), Beta San Miguel (5), Piasa (2), Porres (3), Saenz (3), Sagarpa Feesa (27), Del Trópico (1) Zucarmex (4), Independientes (7) y Otros (5). El ingenio de Puga pertenece a Agazucar y el ingenio El Molino está dentro del grupo de ingenios Independientes.

Según la Cámara Nacional de la Industria Azucarera y Alcoholera, en la actualidad en México existen alrededor de 57 ingenios azucareros dentro de 15 estados de la República.

En Nayarit la caña llega cuando al territorio de Tepic se le conocía como el Séptimo Cantón, donde a mediados de la guerra en los años 1846-1847 era el que más aportaba al estado de Jalisco y por supuesto a la capital Guadalajara que en ese entonces era la segunda ciudad más importante de México. El cultivo en la región se inicia en medio de grandes conflictos sociales y territoriales, ya que el Estado primero fue el séptimo cantón del Estado de Jalisco luego, mediante decreto del Porfiriato, se convirtió en Distrito Militar de Tepic y, a partir de la Constitución de 1917, Estado libre y soberano de Nayarit.

Las zonas donde se cultivaba eran la municipalidad de Tepic y el valle de Ahuacatlan. Gracias a las familias de los grandes comerciantes (Barrón, Forbes y Castaños) se introdujo la producción de la industria moderna importando maquinaria para sus ingenios azucareros y fábricas textiles en el año de 1853. El cultivo y procesamiento de caña se convirtió en un ícono para Nayarit, al igual que la industria del tabaco, del café y algodón, así como las grandes y famosas fábricas textiles de Jauja, la Escondida y Bellavista de su tiempo.

El estado de Nayarit cuenta con dos ingenios azucareros. El primero "Ingenio el molino S.A. de C.V." se encuentra ubicado en la zona noroeste de la ciudad de Tepic, en la colonia Menchaca, en honor al apellido de los siempre dueños del ingenio. Se fundó en 1882 por el Sr. Don José María Menchaca Martiarena como un trapiche de piloncillo. En 1922 adquirió tres equipos de molienda, lo que le permitió producir 600 toneladas de azúcar en cubos por zafra y 40 cajas diarias de alcohol.

Hoy en día el ingenio es manejado por la cuarta generación familiar de su fundador (bisnietos), los hermanos José Octavio, Carlos Ramón y Manuel Menchaca Díaz del Guante, tiene una producción de 700 toneladas diarias y se ubica entre los primeros diez ingenios de mayor rendimiento; además, ocupa el primer lugar en control de emisiones de gases y sólidos lanzados a la atmósfera. Tan solo durante la zafra 2010-2011 (de 162 días) se molieron 710,324.729 toneladas de caña equivalentes a 92,219.7 toneladas de azúcar estándar para un rendimiento del 12.983%, lo que le permitió obtener el tercer lugar nacional en rendimiento de fábrica.

Por su impacto económico esta empresa familiar se coloca entre las más importantes de Nayarit al beneficiar directamente a 2050 productores de 45 ejidos ubicados en cinco municipios: Tepic, Xalisco, Santa María del Oro, Compostela y Ahuacatlan; esto además de beneficios indirectos a través de proveedores, empleados, transportistas, cortadores y las propias familias, entre otros.

El “Ingenio de Puga” mientras tanto, se encuentra ubicado por la calle Veracruz s/n en el poblado de Francisco I. Madero ubicado a 15 km al norte de la ciudad de Tepic. Inició sus operaciones como trapiche en el año 1620 por su fundador Sr. Don Félix Velázquez de Puga. En 1846 pasó a manos de Don José María Castellanos de Llano quien construyó un fortín para defenderse de los revolucionarios denominada “Casa Hacienda” y hasta 1906 en que se adquirió maquinaria holandesa para la producción de azúcar pudo ser considerado como ingenio azucarero. Este ingenio operó sin problemas bajo la tutela de Don Juan Aguirre, quien lo vendió en 1940 a Don Manuel Suarez y, en 1978, pasó a formar parte de la paraestatal Azúcar S. A. Durante parte de la década de los setentas y ochentas su producción no tuvo mayor trascendencia, sin embargo, a partir de que fue adquirido por el consorcio AGA en 1988 (actual propietario), se convirtió en uno de los ingenios de mayor producción y rendimiento nacional. Algunos éxitos al respecto tuvieron lugar durante la zafra 1996-1997 y 2000-2001 en que lograron quedar en primer lugar nacional en rendimiento de fábrica. La búsqueda por lograr mejores estándares de producción permitió incorporar en el año 2000 una refinera para elevar la calidad de la azúcar. Datos de la zafra 2010-2011 indican que la molienda fue de poco más de 1'100,000 toneladas caña, las que produjeron 140,830 toneladas de azúcar para un rendimiento de fábrica del 12.8%. El abastecimiento se realizó desde 21,600 hectáreas localizadas en seis municipios: Tepic, Xalisco, Santa María del Oro, Compostela, San Pedro Lagunillas y Ahuacatlan.

Ambos ingenios han sufrido cambios importantes en su estructura orgánica y tecnológica. No obstante, lo más importante es el reto que se han planteado sus

grupos de directivos y asesores por lograr los mejores rendimientos en ambientes limpios, lo que se ha traducido en la incorporación de equipo tal que les permita no solo disminuir el consumo de energía, sino producirla y comercializarla a la Comisión Federal de Electricidad. Por otra parte se observan avances respecto a la diversificación de productos como el bioetanol, fibras, alimentos balanceados, fertilizantes naturales, muebles, entre otros. En cuanto a la competitividad con otros estados del país, el registro más actual de producción de azúcar de caña en Nayarit asciende a un total de 233,053 toneladas, ocupando con esto el 6º lugar nacional según resultados de la zafra 2011-201219. Se destinan alrededor de 30 mil hectáreas en seis municipios principales: Tepic, Xalisco, Santa María del Oro, San Pedro Lagunillas y Ahuacatlan, donde el 80% de las tierras para el cultivo mantienen un régimen de temporal. La producción obtenida históricamente asciende a cerca de 2 millones de toneladas de azúcar estándar y refinada; actividad que genera un total de 20 mil empleos directos y otros 30 mil indirectos por zafra (diciembre/mayo). La aportación es equivalente a 7.5% del PIB del Estado y, en el 2007, generó una utilidad de alrededor de 4 millones de pesos por zafra.

4.1.3. Clasificación botánica, taxonómica y sus variedades

La caña de azúcar es una planta herbácea plurianual, vivaz que emerge de un rizoma que se extiende y crece bajo el suelo; pertenece a la familia de las gramíneas, tribu de las sorgeas y por tener sus semillas un solo cotiledón corresponden a las monocotiledóneas. La raíz tiene un sistema radicular fasciculado con ramificaciones que se desarrollan a partir de un rizoma robusto del que parten. El tallo consiste en una caña maciza con una altura variable entre 2 y 4 metros, a veces hasta 6, con un diámetro que puede alcanzar los 6 centímetros. No tiene ramificaciones y los nudos jóvenes son pubescentes. Las hojas tienen la morfología típica de las gramíneas, linear lanceolada, con una vaina abrazadora, lígulas, aurículas y limbo de una anchura que puede alcanzar los 4-6 cm y una longitud de hasta 1 metro, con el nervio central claramente marcado. Los bordes son cerrados y la superficie es pubescente en la base del haz. A medida que la planta crece, las hojas inferiores van quedando en sombra y habitualmente caen. La inflorescencia es una panícula terminal de aspecto plumoso, densa, entre 30 y 60 cm de longitud, con espiguillas lanceoladas de unos 3-4 mm de longitud.

4.1.4. Variedades de caña de azúcar

Existen una gran diversidad de especies y variedades de la caña de azúcar, esto, debido a la fusión de composiciones químicas que se han desarrollado en

diversos países, cuya finalidad es de obtener plantas que desarrollen un mayor rendimiento, así como, una mayor resistencia a las diferentes zonas, climas, enfermedades y plagas donde se cultiva la caña de azúcar. La SAGARPA a través del Servicio de Información Agroalimenticia y Pesquera (SIAP), clasifican la caña de azúcar de la siguiente manera²².

Cañas verdes y amarillas, como la criolla y la cristalina.

Cañas moradas y coloradas, como la violeta.

Caña veteada o rayada como la listada.

4.1.4.1. Caña Criolla (*Saccharum Officinarum*).

Es la variedad que trajo Hernán Cortés, la más antigua y la más abundante en la República Mexicana; posee un jugo abundante y una mayor riqueza en sacarosa, dotada de gran vitalidad, pues a pesar de su larga estancia en el territorio, no ha degenerado en lo más mínimo. No obstante, tiene el inconveniente de que es muy sensible a los extremos de calor y frío, por lo que suele enfermarse algunas veces. Llega a alcanzar tres y medio metros de altura y sus cañutos son delgados.

4.1.4.2. Caña Cristalina (*Saccharum Lubridatum*).

Suelen generar tallos de hasta seis y medio metros. El nombre de Cristalina procede del aspecto de su tallo, cuyos cañutos están cubiertos de una capa de vello blanquecino que le comunican brillantes reflejos; el color de sus hojas, es de un verde más oscuro que el de las otras variedades. Este tipo de caña es robusto y tiene mayor resistencia a las adversas condiciones meteorológicas; pero tiene el defecto de ser muy dura, exigiendo por este motivo mayor gasto de energía en los trapiches. Se cultiva esta variedad en los estados de Morelos, Puebla y en algunas zonas de Campeche.

4.1.4.3. Caña Violeta (*Saccharum Violaceum*).

Tiene los tallos con una coloración violeta y las hojas ofrecen un color verde intenso. Tiene la ventaja de resistir, mejor que otras, las bajas de temperatura y ser también más precoz. Una de sus desventajas es su tendencia a secarse rápidamente y ser menos jugosa que sus congéneres.

4.1.4.4. Caña Veteada (*Saccharum Versicola*).

Alcanza una altura de unos tres y medio metros; resiste muy bien a los efectos del frío, es precoz y se distingue de las otras por su agradable aspecto rayado de amarillo y rojo violeta.

4.1.5. Variedades en México

Desde la conquista de Hernán Cortés introdujo a los suelos de Anáhuac, distintas variedades de caña de azúcar que pronto hicieron florecer con éxito el cultivo y la industria azucarera en el país; desde entonces hasta nuestras fechas se han adquirido grandes experiencias y con ellas se va alcanzando la obtención de más y más variedades hasta llegar a contar con diversos clones que cumplen con los rendimientos de producción en las distintas zonas ubicadas en la extensión geográfica de México.

Las variedades se agrupan en claves y están compuestas por letras y números. Las letras señalan el lugar de origen. El número indica el año cuando fue producida y la serie que corresponde; ejemplo, Mex 60-1403: Mex indica el lugar de origen, 60 el año en que se clasificó y 1403 la serie que se le asignó según su aparición. Las variedades con (*) son las que mayormente se utilizaron desde las décadas de los sesentas y setentas en México.

Tabla 1 Variedades de caña de azúcar más adaptables en México.

Mex 52-17*	Mex 55-286	MEX 69-290
Mex 52-23	Mex 56-105	MEX 68-P23
Mex 52-29*	Mex 56-356	MEX 64-1487
Mex 53.142*	Mex 56-476*	MEX79-431
Mex 53-157	Mex 56-563*	RB73-9735
Mex 54-81	ITAxMex 57-197	CP74-2005
Mex 54-88	Mex 57-863	Q-96
Mex 54-138	Mex 57-1287	RD75-11
Mex 55-21	Mex 58-1230*	CP72-2086
Mex 55.32	Mex 59- 144	Co-997
Mex 55-61	Mex 59-641	Q-68
Mex 55-250*	Mex 60-1403*	MEX-821
Mex 55-261	Mex 60-1469	

Fuente: Aguilar (1967)20.

Variedades en Nayarit. Las variedades que mejores resultados se han observado en el estado de Nayarit, de acuerdo a la clasificación de Cortés²³, son las siguientes: CO-213, CO-421, CO-290, L-6014, MX 57-354, POJ-2878 y IMO-2811. Aunque existe una amplia variedad de plantas de caña de azúcar, el sector azucarero de la Entidad no cesa en la búsqueda por encontrar variedades con mayor rendimiento y resistencias, ya que en la actualidad los cambios climáticos provocados por la contaminación mundial y el calentamiento global han sido muy extremos. Esto ha afectado de manera directa e indirecta todo el ecosistema mundial donde cada vez es más difícil encontrar buenos nutrientes para las plantas y que a su vez no provoquen erosión o algún otro perjuicio a la tierra, agua y aire.

Etapas del ciclo de vida de la caña. El proceso de cultivo de la caña de azúcar inicia con la preparación de los terrenos donde se ubicara la parcela. Es indispensable llevar a cabo una buena planeación ya que ello dependerá que el ciclo de vida de la planta sea lo más duradera posible. Previamente debe realizarse un contrato con algún ingenio azucarero para que de la misma manera se le pueda apoyar con un crédito, así como, la orientación y todos los equipos necesarios para el cultivo.

Para preparar los suelos es necesario limpiar de toda maleza o de cultivos anteriores, así como remover toda la tierra para que se oxigene, se combatan plagas y se puedan separar objetos indeseables. Se surca el terreno con una distancia entre 1 y 1.5 metros por surco y se aprovecha para adicionar abono y herbicidas. Se selecciona la semilla y se siembra. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) señala que en el cultivo de caña se necesita un promedio de entre 8 y 12 toneladas de semilla para plantar una hectárea, no obstante, esto dependerá de que tan lejos este cada surco y que tan cegada sea la siembra²⁴. Hecha la siembra, se surca de nuevo para que los mismos sirvan como canales de riego. La nivelación del terreno es también importante para el manejo y control adecuado del riego y el drenaje, así como de la época de lluvias que es lo más usual en este cultivo.

Tabla 2 Sistemas de riego para el cultivo de caña

Método de Riego	Ventajas	Desventajas

La germinación se presenta en un tiempo aproximado de dos semanas después de la plantación. En esta etapa la planta empieza a emerger de entre los nudos de la semilla y comienza a desarrollar sus raíces. Las etapas siguientes se les

Por Aspersión	No arrastra los nutrientes de la tierra ni la erosiona. Limpia el tallo y las hojas de plagas y polvo que puedan evitar el desarrollo de la fotosíntesis. Tiene mayor eficiencia el agua 80-85% de rendimiento. Distribución y uniformidad.	Alto costo de compra, renta y mantenimiento de maquinaria a utilizar. Se ocupa de esfuerzo y mano de obra para su instalación. Limitado en zonas con vientos fuertes y baja humedad relativa.
Por Gravedad	Bajo costo Mínimo esfuerzo y mano de obra para realizar el riego.	Tiene filtraciones donde pueden obtenerse grandes pérdidas del líquido de hasta 25% de eficiencia. Baja eficiencia sino se tiene buena nivelación. Cuando no hay buena infiltración en la parcela ocasiona encharcamientos dentro y fuera de la parcela.

conoce como macollamiento (1 a 3 meses), desarrollo (4 a 6 meses) y maduración o etapa final donde se producen los Brix necesarios para obtener la sacarosa. Este ciclo se realiza en un tiempo entre 9 y 14 meses según la variedad de tiempo de maduración y se puede notar a simple vista ya que las hojas añejas que utilizo para su fotosíntesis en su crecimiento las empieza a desechar. En esta etapa también se desarrolla una espiga con pequeñas semillas en la parte superior de la planta.

4.1.6. Principales plagas.

Las principales plagas que se desarrollan en los campos de cultivo del estado de Nayarit son las plagas subterráneas (que atacan las raíces) como el gusano barrenador, la gallina ciega y el ratón de campo. Otro tipo de plaga es la aérea (que atacan el tallo y hojas) como el salivazo, gusano cogollero y el mayate verde (que evoluciona y se convierte en palomilla blanca del salivazo).

Cosecha. Antes de dar inicio con la cosecha se debe hacer un estudio respecto al contenido de Brix del jugo (sólidos solubles totales presentes en el jugo expresados en porcentaje), el contenido de sacarosa en jugo o Pol (cantidad real de azúcar de caña presente en el jugo) y el coeficiente de pureza (porcentaje de

sacarosa respecto al contenido total de sólidos solubles del jugo) y si los resultados muestran óptimas condiciones se lleva a cabo la planeación de la cosecha. Este estudio es realizado por el mismo ingenio; y el encargado que da la orden es el inspector de la zona, quien a su vez pasa el comunicado al representante cañero y este último al dueño de la parcela. La planeación debe incluir el total de superficie a cosechar, mano de obra, gastos, maquinaria y posibles utilidades en relación con años anteriores o parcelas semejantes, sin olvidar la capacidad de recibo que en esos momentos tenga el ingenio.

Para la entrega de la caña a los ingenios se utilizan dos procesos más: la quema y el transporte. Es práctica común quemar la caña ya que le ahorra tiempo, dinero y esfuerzo, sin embargo, este proceso es el más contaminante entre la población vecina, la cual ha esperado por años un verdadero cambio. Es una técnica antigua que requiere de personal entrenado y con experiencia probada, así como cuidados y controles especiales en cuanto al tiempo, la programación y el levantamiento. La quema de parcelas tiene el propósito de eliminar follaje innecesario, plagas, roedores y reductores; normalmente se realiza por la noches cuando la temperatura es más baja y hay pocas corrientes de aire. Asimismo, debe hacerse veinticuatro horas antes de la entrega de la caña, ya que si excede este tiempo, la caña entra en proceso de óxido-reducción que deteriora las propiedades del jugo y disminuye el contenido de sacarosa.

Tabla 3 vehículos utilizados para el transporte de caña de azúcar.

	Carro cañero rabón	Carro torton cañero	Tráiler cañero
Tipo de vehículo	Ford 250	Kennwort 400	Caterpillar N145L PLUS
Motor	Perkins 250 hp	Cummis 400 hp	N145L PLUS 485 hp
Cilindros	6 cilindros	6 cilindros	6 cilindros
Trasmisión	9 velocidades	18 velocidades	18 velocidades
Carter	17 litros aceite	45 litros aceite	45 litros aceite
Diferencial	22,000 libras inter de 1 eje (4 llantas).	44,000 libras inter de 2 ejes (8 llantas).	46,000 libras inter de 2 ejes (8 llantas).
Neumáticos	6 llantas	10 llantas + 4-6 llantas del Tander (caja) eje loco.	10 llantas + 6 llantas del tander (caja) eje loco.
Capacidad de carga	10-15 toneladas.	20-30 toneladas.	30-40 toneladas.

Consumo	20 litros p/viaje. Distancia: 20 kilómetros (Xalisco-Tepic, Atonalisco-Puga, etc.).	120 litros p/viaje. Distancia: 60 kilómetros (Santiago-Tepic).	140 litros p/viaje. Distancia: 60 kilómetros Santiago- Tepic).
---------	--	---	--

Fuente: Santiago R. Rendón González, Técnico Mecánico en motores a gasolina y diesel. El gallo, Xalisco, Nay.

En cuanto al transporte, en Nayarit se continúan utilizando “camiones cañeros” rabones con capacidad de carga de 10 toneladas y los de tipo torton con capacidad para 35 toneladas; en ambos casos las distancias que recorren de los ejidos a los ingenios lo hacen a baja velocidad y por las mismas vías que otros vehículos. Respecto a la entrega se estima que, debido a la irregularidad de accesos, distancias y características de las carreteras, el tiempo varía entre 30 minutos para aquellos ejidos cercanos a los ingenios y 4 horas para los más lejanos. Otro aspecto observado y registrado por los autores de este texto fue el tiempo que tarda un camión cañero para hacer efectiva la entrega. Dicho tiempo varía entre 5 y 15 horas e incluye la toma de turno, peso en báscula, acceso a la rampa y descarga.

4.1.7. Proceso de fabricación del azúcar

Consiste en la transformación de la materia prima (caña) en un producto nuevo terminado (azúcar refinada o estándar). Esto a través de una serie de procesos industriales llevados a cabo dentro de los ingenios azucareros.

Patios y picado. La caña de azúcar se recibe en las básculas electrónicas en donde se pesa y posteriormente se traslada al patio de recepción (batey), lugar donde se prepara para la molienda.

4.1.7.1. Molienda y clarificación.

En el batey o área de recepción se determina si se almacena temporalmente o se ingresa en las mesas de alimentación de caña para dirigirla al conductor principal del molino. La extracción del jugo comienza con la alimentación al molino y pasa por el nivelador del conductor de caña; el cual está montado sobre unos ejes colocados a la entrada del conductor; este es accionado por una turbina alimentada por vapor, provisto de fragmentos de placas metálica cuya función es mantener un nivel constante de caña. Posteriormente se encuentra el llamado “juego de cuchillas” con la característica que al girar cortan las cañas en

astillas de regular tamaño para facilitar el paso por la desfibradora cuya función es romper las astillas recibida

4.1.7.2. Evaporación.

El jugo claro pasa a los evaporadores, en donde se eliminara el resto del agua presente. El proceso se da en evaporadores de múltiple efecto al vacío, que consisten en una solución de celdas de ebullición dispuestas en serie. El jugo entra primero en el pre-evaporador y se calienta hasta el punto de ebullición. Al comenzar la ebullición se generan vapores los cuales sirven para calentar el jugo en el siguiente efecto, logrando así el punto de ebullición en cada evaporador. En el proceso de evaporación se obtiene el jarabe o meladura.

4.1.7.3. Cristalización.

La meladura se convierte por una parte en cristales de sacarosa de 99.5 grados de pureza y por la otra en miel. Ambas partes son separadas a través de máquinas centrífugas que giran hasta 1,800 revoluciones por minuto. La miel reprocesada sufre un efecto de agotamiento y se convierte en miel final o melaza. El cristal húmedo obtenido en esta etapa, el cual se conoce como mascabado, pasa como tal al proceso de refinado. En el caso de que el jugo alcalizado sea tratado con vapores de dióxido de azufre se obtiene entonces el azúcar estándar. El azúcar mascabado se funde y se cuele para eliminar cualquier sólido que pudiera contener. Se le agrega cal y ácido fosfórico para obtener una suspensión de floculos en el azúcar fundido. Posteriormente se clarifica y se filtra para quitar las impurezas y obtener un licor de color claro. Este licor de azúcar es decolorado mediante la adsorción de las sustancias colorantes en columnas de carbón. El licor clarificado y decolorado pasa a unos evaporadores simples llamados tachos en donde se cristaliza, obteniendo una mezcla llamada templa.

4.1.7.4. Centrifugación secado y enfriamiento.

En esta etapa la mezcla es separada en cristales y siropes a través de centrífugas, donde los cristales de azúcar de 99.96° de pureza son secados.

4.1.7.5. Envasado.

Es la etapa final donde la azúcar refinada o estándar se envasa en sacos de 50 kg y/o bolsas de 1kg. Una vez embazada y etiquetada se transporta y comercializa en el mercado nacional e internacional.

4.1.8. Organizaciones en el sector cañero de Nayarit

En Nayarit, los productores se encuentran adheridos a una de tres organizaciones gremiales existentes: la Confederación Nacional Campesina (CNC), la Confederación Nacional de Productores Rurales (CNPR) y una Organización Independiente. Los adheridos a la CNC en primera instancia forman ya sea la Unión Local de Productores de Caña del Ingenio de Puga o en su defecto la Unión Local de Productores de Caña del Ingenio El Molino. Esta Unión Local forma parte de la Unión Nacional de Productores de Caña de Azúcar – CNC, los que a su vez se identifican con la Liga de Comunidades Agrarias o simplemente a la macro estructura de la CNC, la cual integra a productores de varios cultivos. Esta organización local de estructura cenesista mantiene afiliados a poco más de 45% de los productores de caña.

Por su parte, la CNPR, localmente se organiza como la Unión Local de Productores de Caña, los que a su vez forman parte de la Unión Nacional de Cañeros, A.C., la cual está afiliada a la Confederación Nacional de Productores Rurales (CNPR), a la Confederación Iberoamericana de Productores de Caña de Azúcar (CIPCA), al Organismo Internacional de Azúcar (ISO), a la Asociación Mundial de Productores de Cala de Azúcar y Remolacha (AMPCAR) y a la Federación Internacional de Productores Agrícolas (FIPA). La mayoría de los productores que integran la CNPR en Nayarit, son pequeños propietarios de entre 5 y 10 hectáreas de tierras para el cultivo y, según datos de finales del 2011, esta organización local cuenta con el 52% de los productores cañeros del estado, lo que representa cerca del 54% de la producción de caña.

Finalmente, la Organización de Productores Independientes alberga a no más del 5% de los productores cañeros (el número varía en cada zafra). Generalmente son cañeros que le trabajan al ingenio El Molino y son en su mayoría pequeños propietarios de pequeñas parcelas. Gremialmente no pertenecen a ninguna organización formalmente constituida como las mencionadas, pero sí se benefician de los acuerdos entre productores y dueños, así como de los precios de garantía, créditos y demás apoyos.

La caña de azúcar pertenece a la familia de las plantas gramíneas debido a su tallo de apariencia leñosa. Puede llegar a medir hasta cuatro metros de altura y se cultiva en parajes húmedos, aunque puede adaptarse a casi cualquier tipo de suelos. Pero su mejor desarrollo es en suelos francos, profundos y bien drenados. Debido a que este cultivo produce gran cantidad de materia verde y seca, requiere altos niveles nutricionales porque agota los suelos y requiere un sistema de fertilización adecuado. Aprovecha muy bien la luz del sol. La caña requiere gran cantidad de agua, y se caracteriza por hacer uso adecuado de este

recurso. Crece en climas tropicales y subtropicales, sin embargo su desarrollo es mejor cuando se cultiva en climas calientes.

4.1.9. Constituyentes de la caña.

El tronco de la caña de azúcar se divide en dos partes: una parte sólida y una parte líquida. La parte sólida se llama fibra, y la parte líquida es el jugo que contiene agua y sacarosa. Para procesar el azúcar la sacarosa del jugo se cristaliza, y la fibra se denomina como el bagazo después de molida. Las hojas crecen en los nudillos del tronco y a medida que crecen éstas se secan y son reemplazadas por unas más grandes.

4.1.10. Clima.

Los factores del clima son controlados principalmente por la luminosidad, la temperatura y la humedad. Cuanta más alta sea la temperatura mayor su crecimiento. El cultivo de caña requiere una gran cantidad de agua para que su absorción de nutrientes sea mayor. La caña se puede cultivar en la mayoría de suelos, pero cuando el suelo es de textura franco limoso y franco arenoso se pueden observar mejoras en su rendimiento y azúcar.

4.1.11. Siembra

La siembra de la caña de azúcar en Colombia, para la explotación comercial se realiza con material vegetativo, especialmente por los denominados comúnmente trozos. El sector azucarero ha desarrollado tecnologías tendientes a alcanzar una mayor celeridad en la multiplicación de variedades, con el objeto de probar en un menor tiempo aquellas generadas por el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar en Colombia (CENICAÑA), y de la misma manera, sustituir las menos productivas.

4.2. Marco teórico

4.2.1. La caña y sus usos

A continuación se presenta en detalle los usos y derivados de la caña. Se pretende contribuir a mejorar los conocimientos sobre dicha planta, a la que tanto se le debe:

a. Mieles

Existen varios tipos de mieles de acuerdo con el estado del proceso:

- **Meladura:** Es el jugo clarificado y concentrado por evaporación.
- **Miel virgen:** Es la meladura, que no ha sido sometida al proceso de cristalización, cuando su contenido de azúcares totales como reductores, es mayor a 67%.
- **Miel Rica Invertida.** Es el producto que se obtiene cuando la meladura se somete a los procesos de inversión y concentración, logrando contenidos de azúcares totales como reductores superiores a 75%.
- **Miel.** Líquido madre de las masas cocidas, que se separa de los cristales por centrifugación.
- **Masa Cocida.** Mezcla, altamente concentrada, de cristales y líquido madre, que se obtiene por evaporación al vacío.
- **Miel final o Melaza.** Líquido denso y viscoso obtenido de la centrifugación de la masa cocida final y del cual no es posible recuperar, económicamente, más sacarosa por los métodos usuales.

b. Azúcares

El azúcar de acuerdo con el estado dentro del proceso fabril y el color, granulometría y pureza puede ser:

- **Azúcar Crudo.** Es el producto cristalizado obtenido del cocimiento del jugo de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa cubiertos por una película de su miel madre original.
- **Azúcar Blanco.** Es el producto cristalizado obtenido del cocimiento del jugo de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa obtenidos mediante procedimientos industriales apropiados y que no han sido sometidos a proceso de refinación.
- **Azúcar Blanco Especial.** Es el producto cristalizado obtenido del cocimiento del jugo de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera, constituido

esencialmente por cristales sueltos de sacarosa obtenidos mediante procedimientos industriales apropiados y que no han sido sometidos a proceso de refinación.

- **Azúcar Refinado.** Es el producto cristalizado constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa obtenidos a partir de la fundición de azúcares crudo o blanco y mediante los procedimientos industriales apropiados.

Usos: Endulzante en el hogar, preparación de dulces y confites, elaboración de jugos y bebidas gaseosas, exfoliante en negocios de cosmética y belleza.

c. Panela:

Producto obtenido por evaporación directa del jugo de caña de azúcar, ya sea o no previamente clarificado. Hoy día, fuera de su tradicional presentación compacta en diferentes formas encontramos otras, tales como panela granulada, saborizada y empacada.

Usos: Casero y comercial.

d. Ácido cítrico

El ácido cítrico, o su forma ionizada, el citrato, es un ácido orgánico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. El ácido cítrico es uno de los aditivos más utilizados por la industria alimentaria. Se obtiene por fermentación de distintas materia primas, especialmente la melaza de caña de azúcar. En el mercado mundial, cerca del 90% del producto, considerado un commodity, es elaborado por la Unión Europea, Estados Unidos y China.

Usos: Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo en el envasado de muchos alimentos, caso los vegetales enlatados.

e. Citrato de sodio deshidratado

Es la sal sódica del ácido cítrico. Se obtiene en forma de cristales blancos, inodoros y con un sabor salino refrescante.

Usos y aplicaciones: Bebidas gaseosas, por su sabor salino y refrescante resulta grato al paladar, mejorando e intensificando el sabor de estas bebidas,

controlando la acidez ayudando a retener la carbonatación. En dulces y jaleas, forma un sistema amortiguador de pH. En leche evaporada, evita la precipitación de sólidos durante su almacenamiento. En quesos, evita la separación de la grasa, controla el cuerpo y textura durante y después del proceso. Mejora las propiedades del queso para untar (durante su aplicación), Desarrolla un sabor agradable en el requesón y no produce texturas granuladas ni pastosas. En la industria farmacéutica se usa en sueros anticoagulantes de la sangre para transfusión y como alcalinizador de la sangre y orina.

f. Citrato de calcio (o sal amarga)

Es la sal del ácido cítrico e hidróxido de calcio. Es una de las formas más comunes de suplementos de calcio. Las ventajas del citrato del calcio fácilmente le hacen un suplemento esencial para que usted agregue a su propio repertorio de la vitamina. Ha habido un número de estudios conducidos en las ventajas del citrato del calcio. En todos los estudios, el citrato del calcio proporcionó mayores ventajas que cualquier otra forma de calcio.

Usos: Es utilizado para la preservación y condimentación de alimentos, en Medicina se usa como complemento nutricional unido a la lisina.

Recomendación.

Puesto que el calcio es necesario para promover los huesos sanos y el cuerpo, tomar un suplemento del calcio como el citrato del calcio, puede beneficiar a largo plazo. Muchas veces usted no consigue sus requisitos diarios de calcio a través de los alimentos que ingiere, por eso un suplemento puede cubrir esta deficiencia. El cumplir con su requisito de calcio puede ayudar a evitar roturas y tensiones en sus huesos, caso osteoporosis.

g. Tableros aglomerados

El desarrollo de las tecnologías para la producción de tableros aglomerados, responde a la necesidad de incrementar los niveles de aprovechamiento de las explotaciones forestales, las cuales representan pérdidas en términos de reducción del área de bosques, así como a la necesidad de utilizar las ramas o los desechos que aparecen durante la explotación y la elaboración de la madera en los aserríos en forma de astillas y recortes. Son incombustibles e inmunes al ataque de las polillas.

Usos: En el caso de los tableros aglomerados del bagazo se tiene como antecedente la experiencia acumulada en la fabricación de: Paneles de fibras, elementos moldeados y otros tipos de paneles, cuyas principales aplicaciones son: panelería ligera para divisiones interiores, puertas interiores, closets y estantes de cocina, revestimiento de paredes, encofrado, etc., pudiendo señalarse, que el empleo de paneles aglomerados de bagazo compara ventajosamente desde el punto de vista económico (*reducción del tiempo de ejecución*), ecológico (*reducción en la emisión de CO₂ debido a la disminución en el consumo de cemento*) y el incremento en la flexibilidad de la utilización del espacio al permitir reajustes a través de la sustitución de paredes interiores de viviendas, lo que constituye una alternativa ventajosa para el empleo del bagazo excedente de la producción de azúcar. También se utiliza para la fabricación de muebles y construcciones prefabricadas.

h. Acetato de etilo.

El acetato de etilo es un líquido incoloro, olor característico a frutas, muy inflamable. Es obtenido por esterificación directa del ácido acético con alcohol etílico en presencia de un catalizador. El éster crudo formado es neutralizado y purificado por destilación. El producto obtenido es de calidad grado uretano.

Aplicaciones:

- Producción de tintas de impresión para la industria gráfica.
- Producción de thinners y solvente de pinturas en industria de pinturas.
- En la industria de adhesivos y colas derivados de la celulosa.
- En la industria alimenticia, en productos de confitería, bebidas, dulces.
- En esencias artificiales de frutas. En la extracción de cafeína a partir del café.
- Remoción de sustancias resinosas en la industria del caucho.
- En la elaboración de cueros artificiales y para revestir y decorar artículos de cuero.
- Disolvente de compuestos utilizados para revestir y decorar objetos de cerámica.
- Solvente para la elaboración de varios compuestos explosivos.
- En la industria fotográfica, como solvente para la fabricación de películas a base de celulosa.
- Ingrediente de preparaciones cosméticas (perfumes, esmaltes, tónicos capilares) y farmacéuticas.
- En la industria del papel, para la elaboración de papeles aprestados y para recubrir y decorar objetos de papel.

- En la industria textil, para la preparación de tejidos de lana para teñido. En procesos de limpieza y para la elaboración de textiles aprestados.
- Reactivo para la manufactura de pigmentos.

i. **Vinagre.**

Es una solución diluida de ácido acético hecho por fermentación, a la que se le agregan sales y extractos de otras materias. Estas sustancias adicionales, cuya naturaleza y cantidad exacta dependen sobre todo del ingrediente utilizado, dan al producto su cualidad distintiva. El azúcar es la base en la producción del vinagre. Cualquier solución diluida de un azúcar fermentable puede transformarse en vinagre en condiciones favorables. Muchos jugos de frutas se prestan para este fin si contienen en proporción apropiada azúcar y otras sustancias necesarias o deseables. Todo vinagre se hace por dos procedimientos bioquímicos distintos y ambos son el resultado de la acción de microorganismos. El primer proceso es llevado a cabo por la acción de fermentos que transforman el azúcar en alcohol y en el gas bióxido de carbono. Esta es la fermentación alcohólica. El segundo proceso resulta de la acción de un grupo amplio de aceto-bacterias que tienen el poder de combinar el oxígeno con el alcohol, para así formar ácido acético. Esta es la fermentación acética o acetificación.

Usos: El vinagre puede ser usado en muchas formas. Existen más de 300 aplicaciones de cómo usarlo. A veces se piensa que sólo es utilizado en la cocina como acompañante de las ensaladas mezclándolo con aceite y/o pimienta y sal. Sin embargo, el vinagre tiene usos que van desde ser un ingrediente versátil de sus comidas como resaltador del sabor o condimento, un ablandador de las carnes, un preservante natural de alimentos, un agente medicinal y un elemento de gran utilidad en la limpieza del hogar y los equipos utilizados en la industria de alimentos. En fin, el vinagre se utiliza en cualquier medio donde se requiera de un acidulante natural.

j. **Etanol.**

El compuesto químico etanol, o alcohol etílico, es un alcohol que se presenta como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78 °C. Principal producto de las bebidas alcohólicas.

El etanol que proviene de los campos de cosechas (*bioetanol*) se perfila como un recurso energético potencialmente sostenible que puede ofrecer ventajas medioambientales y económicas a largo plazo en contraposición a los

combustibles fósiles. Se obtiene fácilmente del azúcar o del almidón en cosechas de maíz y caña de azúcar.

Usos: El etanol puede utilizarse como combustible para automóviles, sin mezclar o mezclado con gasolina en cantidades variables para reducir el consumo de derivados del petróleo. El combustible resultante se conoce como gasohol (en algunos países, “alconafta”). Dos mezclas comunes son E10 y E85, que contienen el etanol al 10% y al 85%, respectivamente. El etanol también se utiliza cada vez más como añadido para oxigenar la gasolina estándar, como reemplazo para el metil tert-butil éter (MTBE). Este último es responsable de una considerable contaminación del suelo y del agua subterránea. También puede utilizarse como combustible en las celdas de combustible.

k. Abonos:

Cachaza: La cachaza está formada por los residuos que se obtienen en el proceso de clarificación del jugo de la caña durante la elaboración del azúcar crudo. Es un material oscuro, constituido por la mezcla de fibra, coloides coagulados- cera, sustancias albuminoides, fosfatos de calcio y partículas de suelo. La producción de cachaza es, en promedio, de 30 Kg. por cada tonelada de caña que se muele. Generalmente, se aplica en suelos próximos a las fábricas de los ingenios, ya que su alto contenido de humedad aumenta el Costo del transporte.

Usos: Entre los componentes de la cachaza fresca sobresalen la M.O., el calcio, el fósforo y el nitrógeno. Después de 13 semanas de descomposición de este subproducto, disminuyen la humedad, la M.O. y los nutrientes antes mencionados, y aumentan el hierro, el cobre y la actividad microbiana.

Cenichaza: La “*cenichaza*” es el producto de la mezcla de la cachaza con las cenizas del bagazo.

Usos: Usado como combustible en las calderas de los ingenios. Cuando estos Subproductos se mezclan en una proporción de 1:1 (peso húmedo) y se dejan descomponer durante 13 semanas, se obtiene un abono alcalino con relación C/N adecuada, pero con menor contenido de M.O., nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio, y mayor contenido de potasio que la cachaza descompuesta.

Vinaza: La vinaza es un residuo de las destilerías de alcohol que se produce en una proporción de 13 litros por cada litro de alcohol obtenido, proporción que puede variar entre 10 y 15 litros de vinaza por litro de alcohol. Este subproducto es alto en el contenido de M.O., potasio, *azufre* y calcio.

Aplicaciones

La vinaza se puede aplicar en el cultivo de la caña de azúcar por gravedad o aspersión sobre los surcos. El uso de carro tanques es costoso y generalmente se emplean para aplicar vinazas concentradas en dosis que varían entre 35 y 50 m³/ha. Cuando las aplicaciones se hacen por canales, dirigidas a los surcos, “*fertirrigación*”, las dosis son superiores a 1000 m³/ha. Por aspersión se aplican entre 200 y 500 m³/ha, según la cantidad de potasio que se desee aplicar en el suelo. El contenido de potasio intercambiable en el suelo es el criterio que se emplea para determinar la dosis de vinaza que se debe aplicar en las plantaciones, ya que ésta es una fuente importante de este nutrimento.

I. Energía:

En un ingenio azucarero o dual: azúcar-alcohol se requiere energía térmica, eléctrica y mecánica, en los procesos de transformación la caña trae consigo además de los azúcares, fibra y agua que proveen la capacidad de generar vapor en las calderas (energía térmica) la cual en turbogeneradores se convierte a energía eléctrica y en las turbinas a energía mecánica. Una porción de la energía térmica es destinada a procesos de calentamiento. Parte de la energía eléctrica es también convertida en los motores a energía mecánica para consumir en la fábrica y los excedentes se pueden vender a la red eléctrica nacional.

- **Energía eléctrica:** Energía que resulta de la existencia de una diferencia potencia de dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos. Se utiliza principalmente para accionar motores eléctricos.
- **Energía Mecánica:** Suma de la energía cinética y la energía potencial, es utilizada como forma de accionamiento para mover molinos, bombas y todo dispositivo mecánico que requiera movimiento.
- **Energía Térmica:** Energía que se libera en forma de calor.

4.2.2. La caña, el cuidado del medio ambiente y los recursos híbridos

La caña es la materia prima para la producción del alcohol carburante y de acuerdo con estudios científicos es el producto agrícola que presenta el balance energético más alto al compararlo con otros. Los combustibles que se generan en la caña son usados por los ingenios a través del bagazo y paja que son renovables y no contaminan.

El CO₂ que emite cuando se quema, al igual que al quemar el alcohol, es la misma cantidad que absorbe la caña cuando crece, de esta forma el CO₂ en la atmósfera no se incrementa. En los cultivos de caña hace muchos años no se utilizan insecticidas, se hace control biológico.

Los cañicultores hacen grandes inversiones en sistemas de riego por ventanas, de esta manera logran reducir el uso de agua y generan ahorros hasta de un 50%. Hoy el Ministerio de Agricultura sigue apoyando este cambio a través del programa, Agro Ingreso Seguro AIS.

4.2.3. La fibra como apósito.

La fibra con la adición de enzimas y los agentes pueden ser potencialmente utilizados como un apósito con múltiples aplicaciones: tejido desarrollado a partir de la caña de azúcar puede ser curativa

Uno de los residuos más abundantes de la industria del azúcar, el bagazo de la caña de azúcar, puede tener un destino diferente gracias a una investigación llevada a cabo en la Universidad de São Paulo (USP). El equipo, coordinado por el profesor Adalberto Pessoa Junior, Facultad de Ciencias Farmacéuticas, desarrolló una fibra que podría convertirse en una tela que, con la adición de enzimas y fármacos, tiene el potencial para ser utilizado como un apósito con múltiples aplicaciones. La investigación surgió de la iniciativa del profesor Silgia Aparecida da Costa, el Curso de Moda y Textil, Escuela de Artes, Ciencias y Humanidades, de la USP. El objetivo era hacer dos importantes residuos, el bagazo y el quitosano, una sustancia extraída de los caparzones de los crustáceos que tiene propiedades farmacológicas, dijo que la agencia de la FAPESP. El quitosano se obtiene de la quitina, un polisacárido que forma el esqueleto externo de crustáceos tales como cangrejos, y tiene propiedades fungicidas, bactericidas curación, y antialérgica. El trabajo, que contó con el apoyo de la FAPESP a través de la modalidad de Ayudas a la Investigación - Regular, se unió a la ingeniería farmacéutica y de los tejidos y las patentes depositadas en el proceso de fabricación de la fibra con potencial farmacéutico.

El primer desafío fue para extraer la fibra de la caña de azúcar, el trabajo realizado por Sirlene María da Costa, quien trabajó en el proyecto con el apoyo de una beca post-doctoral de la FAPESP. Durante su doctorado - que también contó con subvención de la Fundación - Sirlene había desarrollado un papel corrugado usado en cajas de cartón, hecho de celulosa de bagazo de caña de

azúcar. Al tener una fibra corta, la mayor preocupación era que la caña produciría una fibra de baja calidad para la fabricación de telas. Sin embargo, en pruebas realizadas en el Laboratorio de Textiles y el Vestido Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IPT), el tejido obtenido a partir del bagazo mostró un grado de polimerización cuatro veces mayor que el de la viscosa, lo que significa más resistencia.

Los buenos resultados de la fibra que se extrae de la pulpa hacen innecesario el mezclado con otros tipos de celulosa, una alternativa que los investigadores pueden predecir si la calidad del material de la caña no se corresponden con las normas requeridas.

La fibra obtenida por el equipo de la USP también tiene características que lo hacen adecuado para la fabricación de ropa. Es agradable al tacto y muy cómoda, siendo una especie de lyocell, dijo el profesor Silgia refiriéndose al nombre comercial que se deriva de fibra de pulpa de madera. Sin embargo, para su uso como un apósito fue necesario examinar si no había trazas de los reactivos utilizados en el proceso de obtención de celulosa. Se encontró que el 99% de reactivo se recupera después del proceso, por lo que la fibra no daña la salud, dijo. Para la fibra obtenida, el siguiente paso fue añadir las enzimas y las drogas. Además de quitosano, el maestro Silgia hizo pruebas, otras cuatro sustancias para inmovilizar las fibras de la caña: los fármacos comerciales y sulfadiazina anfotericina B y la bromelaína enzimas y la lisozima, la primera obtenida del tallo de la piña y el segundo nuevo. El equipo también tuvo éxito en esta etapa y más tarde las pruebas mostraron que las células de la caña de cicatrización de los tejidos no mostraron efectos tóxicos.

El producto es técnicamente factible. Si alguna empresa está interesada en licenciar el proceso, la evaluación económica será hasta la empresa privada.

4.2.3.1. Aderezos y repelentes de ropa orales

Un grupo de investigación en la Facultad de Odontología de Bauru, USP ha pensado desarrollar un vendaje en la asociación para ser utilizado en la mucosa oral. “La ubicación es difícil de agarrar, por lo que pondrá a prueba la fibra para ver si se pega en el interior de la boca”, explicó el profesor de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas.

4.2.4. Metodología para la formación del velo del bagazo de la caña

El proceso comienza por la recolección de la materia prima proporcionada por el bagazo de caña de azúcar sin tratamiento. Los campesinos productores de azúcar en las Industrias azucareras obtienen la materia prima limpiando impurezas. El bagazo después de ser exprimido, queda con sacarosa e impurezas de la caña, para ser procesada debe estar limpia, para eso se lava con mezcladores industriales como el agua potable. Se mezcla en los tanques, el Molino de martillos tritura el bagazo a una longitud determinada en este caso 2 mm. Triturado el material está listo para ser tejido. En el sistema de secado por chorro de aire comprimido se secan las fibras trituradas para que sean tejidas. Para la formación del velo, en la faja transportadora de materia prima carda se limpian las impurezas físicas que pueda tener la caña de azúcar, además de abrirse las fibras unas de otras e ir ordenándose. El orden que toman las fibras y su paralelismo hacen que se pueda formar el velo que posteriormente será convertido en tela. La carda será alimentada por la faja transportadora de fibra seca de bagazo de caña de azúcar. El velo pasará dentro de la Cámara de rociado de productos químicos y será rociado de resinas biodegradables para darle una resistencia y flexibilidad necesarias. Los rociadores son automáticos y se programan de acuerdo a la cantidad de productos que regará de acuerdo a la velocidad de la tela. Las resinas de maíz biodegradables, en líquido se rocían a la tela para que después pueda ser termo fijado, mediante calandras calientes. La resina rociada se cura y da cuerpo, resistencia y flexibilidad a la tela bobina. El no tejido es enrollado de acuerdo a un metraje establecido por la empresa para su comercialización. El no tejido de bagazo de caña de azúcar tiene un color particular marrón cuando no se le hace algún tratamiento de tintura.

4.3. Marco contextual

4.3.1. Tejidos textiles.

En la industria textil encontramos diferentes tipos de tejidos, desarrollados a través de fibras naturales y sintéticas. Son telas fabricadas por medio de hilos o

filamentos tejidos. Es todo aquel producto que resulta de una elaboración por medio de un proceso textil, partiendo de un hilo o na fibra textil. Existen diferentes clases de tejidos: Tejido plano, tejido de punto y no tejido o aglomerado.

4.3.1.1. Tejido plano.

Es un tejido formado por medio de dos hilos principales, URDIMBRE (O PIE) Y TRAMA; La urdimbre hace referencia al hilo vertical y la trama al hilo horizontal que forma el tejido. Estos se dividen en Tafetanes, Sargas y Rasos.

4.3.1.2. Tejido de punto

Es una estructura elaborada a base de mayas, los orígenes del tejido de punto remonta al anudado de redes en los pueblos antiguos, en donde se formaban rejillas entrelazando hilos mediante agujas manuales o automáticas en una serie de lazadas unidas entre sí. El tejido de fue introducido en Europa por los árabes en el siglo V y floreció en Inglaterra y en Escocia durante los siglos XIV y XV.

4.3.1.3. No tejidos.

Tela no tejida es una lámina de fibras de filamentos continuos o hilos cortados, de cualquier naturaleza u origen, que formaron una red por cualquier medio, y están unidas entre sí por cualquier medio, con excepción del tejido plano o por punto". La tela no tejida se encuentra definida de esta forma por la ISO standard 9092 y CEN EN 29092, y es aceptada mundialmente.

A este último tipo de tejido es el que va a ser referencia este trabajo.

4.3.2. Telas no tejidas.

Son estructuras elaboradas a base de fibras aglomeradas y prensadas entre sí como lo son las entretelas y las guatas. La estructura textil de una tela no tejida se logra uniendo o entrelazando las fibras con método mecánico, químico o térmico, utilizando disolventes o combinando los métodos anteriores.

Los principales sistemas son la unión con resina y la unión de fibras termo plásticas. En la primera de ellos la resina se pulveriza o se aplica en forma de espuma directamente sobre el retículo de fibras que se va saliendo de la máquina formadora; a continuación el retículo se saca, y se polimeriza mediante el calor y en algunos casos se plancha. En la adhesión termoplástica se mezcla con la fibra de base de una fibra termoplástica con menor punto de fusión, formando un

retículo, el cual se prensa entre rodillos calientes que adhieren las fibras termoplásticas a las fibras de base.

4.3.2.2. Como se fabrican los no tejidos

La fabricación de telas no tejidas se puede elaborar de tres formas: formación del velo, consolidación del velo, tratamiento y acabado.

En la formación del velo se pueden trabajar con fibras cortas y filamentos; todo tipo de fibras: naturales, artificiales, sintéticas, también fibras inteligentes, filamentos y polímeros. Para formar el velo la fibra es llevada una banda, en distintas formas de zigzag o en otra capa, en diferentes direcciones. Para su fabricación no es necesario formar una calada para el ligado de los filamentos, las fibras se vuelcan en una bandeja de forma aleatoria. Para que se consolide el velo se requiere un ligante.

En la primera fase para la fabricación de un no tejido, se realiza la formación de un velo o de un colchón de fibras. Se distingue cuatro métodos de base para la formación del velo, estos funcionan la gran mayoría de veces para clasificar los no tejidos.

4.3.2.3. Vía seca (Dry Laid)

El cardado, procedimiento mecánico, comienza por la apertura de las balas de fibras, las cuales son luego mezcladas y llevadas a la cardadora (a través de una cinta transportadora). Ésta está formada por uno o varios tambores rotativos erizados con hilos finos o dientes que peinan las fibras para formar una especie de velo. La configuración de las cardas dependerá muy especialmente del peso previsto para el no tejido o de la orientación prevista de las fibras. Se puede actuar de modo que estas fibras estén orientadas en la longitud del velo (sentido máquina) o colocadas al azar; en el primer caso, los velos de fibras tienen una buena resistencia a la tracción pero una débil resistencia al alargamiento y al desgarro en el sentido máquina. Estas características se invierten en el sentido transversal. Las velocidades de formación y la composición del velo pueden ser moduladas en función del abanico más o menos amplio de propiedades que se quieren obtener.

4.3.2.4. Airlaid

El segundo método de formación de velo es el Airlaid. Para este método, se dispersan las fibras, que pueden ser muy cortas, en un flujo de aire que las lleva a una cinta transportadora o a un tambor rotativo. Las fibras se depositan allí en

desorden para formar el velo. En relación a la mayor parte de los velos de carda, los velos obtenidos por vía aerodinámica se caracterizan por una densidad mucho menor, así como por mucha más suavidad y ausencia de estructura laminar. Este método tiene la ventaja de poder utilizar una gran variedad de fibras, homogéneas o en mezcla, para la formación del velo.

4.3.2.5. Vía fundida (o hilado directo) spunbodend.

En este proceso, más conocido con el término de Spunbodend, el polímero granulado es fundido y extruido por hileras; los filamentos que se desprenden se enfrían y se depositan en una cinta transportadora para formar un velo donde una serie de dispositivos asegura la uniformidad. El procedimiento de vía fundida (o de hilado directo) produce no tejidos de muy alta resistencia pero es mucho menos flexible en cuanto a la elección de las materias primas a utilizar. La co-extrusión de dos componentes es utilizada por numerosos no tejidos por vía fundida, la mayoría de las veces para obtener nuevas propiedades u otras características de consolidación del velo. Para los meltblown, se extruden unos polímeros de baja viscosidad en un chorro de aire de alta velocidad a la salida de las boquillas. Esto dispersa el polímero que al solidificarse forma un velo de hilos continuos muy finos.

4.3.2.6. Vía húmeda (wet Laid)

Una pasta, muy diluida de agua y de fibras se lleva a una cinta móvil donde se aspira luego el agua. A continuación, el velo se deshidrata y consolida por compresión entre cilindros y se seca. En esta fase interviene a menudo una impregnación del velo por aglutinantes. La vía húmeda ofrece las máximas posibilidades en la orientación de las fibras del velo, desde un paralelismo casi perfecto de estas fibras hasta su colocación aleatoria. En este caso, la resistencia del velo es prácticamente igual en todos los sentidos. Este procedimiento permite la utilización de una amplia gama de fibras naturales, minerales, sintéticas o artificiales, de longitud variada.

4.3.3. Ligados.

El ligado de los velos es el acabado final de la tela no tejida. Los velos o napas formados por cualquier sistema, necesita ser consolidado para obtener la tela no tejida. Existen características que se le adicionan para determinar su comportamiento.

Factores a considerar al elegir este sistema de ligado:

- Compatibilidad del proceso.
- Características del sustrato.
- Velocidad de la línea.
- Propiedades deseadas.
- Capacidad del secado.
- Economía del proceso

Existen tres tipos de ligados:

- Ligado químico.
- Ligado térmico.
- Ligado mecánico.

4.3.3.1. Ligado químico.

El ligado químico consiste generalmente en la aplicación de un agente aglutinante en estado líquido. Actualmente, se utilizan sobre todo tres grupos de sustancias: los polímeros y copolímeros de ácido acrílico, los copolímeros de estireno butadieno y los copolímeros de etileno y acetato de vinilo. Los sistemas que utilizan aglutinantes dispersos en el agua son generalmente preferentes pero también se recurre a otros medios como los adhesivos en polvo, las espumas, y en algunos casos, los disolventes orgánicos.

Es el más ampliamente difundido y está siendo reemplazado por los otros. Este tipo de ligado se aplica a los velos ya formados y requieren procesos de pro tratamiento térmico, como secado, curado y fisión del ligante en el caso de los polvos. Se acentúa el proceso Wet Laid, donde el ligante se adiciona a la más de pulpa y fibra. Los ligantes químicos o resinas sintéticas más frecuentes son:

- Polímeros.
- Cola o goma.
- Látex.
- Ligante.
- Resina.

Los polímeros sintéticos más frecuentes son: vinil acetato, acrílicos, cloruro de etil vinílico, acrílico estirenado, vinil acrilato, estireno, cloruro de vinilo y butadieno. Los látex son usados como ligantes porque son: económicos, versátiles, fácil de aplicar y son excelentes adhesivos.

La composición química de monómero determina las propiedades de: dures, suavidad, resistencia, afinidad al agua (hidrófilo o hidrófugo), elasticidad. El tipo y naturaleza de los grupos funcionales determina la resistencia a los solventes, características de suavidad y reticulación, El tipo y cantidad de surfactantes usados influye en el proceso de polimerización así como el método de aplicación.

La habilidad para incorporar aditivos para el curdo tales como: colorante, repelentes al agua, bactericidas, retardantes de llama, agentes humectantes, lubricantes y catalizadores; extiende aún más la versatilidad del ligante.

Los productos específicos dependen del uso final de la tela o aplicación. Los productos básicos son fundamentales en el proceso de formación del no tejido. Los ligantes textiles son aplicados en el rango del 5% al 60% por peso. Después de aplicado el ligante sobre el velo se debe sacar para removerles el agua y se debe curar en un horno a temperatura de 120C° a 160C°.

4.3.3.2. Ligado térmico-Thermobondado

Este proceso de ligado térmico, se une gracias a la utilización de fibras de bajo punto de fusión y el uso de fibras bicomponentes que con sus propiedades pueden unirse para dar origen a un no tejido. Estos no tejidos suelen ser ligeros, son económicos debido al proceso ya que no se necesita mucha mano de obra para realizar el producto.

4.3.3.3. Métodos de unión térmica:

a. Web vinculante

Un muy estructurado abierto, de bajo punto de fusión tejido termoplástico se coloca entre las bandas y, durante la unión térmica entre los rodillos de calandrado, el tejido se funde completamente la unión de las bandas entre sí. El género no tejido producido por esta técnica es suave y voluminoso.

b. Aire caliente

A través de aire unión térmica consiste en la aplicación de aire caliente a la superficie del no tejido. Los flujos de aire caliente a través de agujeros en una cámara impelente situada justo por encima de la tela no tejida. La presión negativa o succión, tira del aire a través de la plataforma transportadora abierto

que soporta el material no tejido a medida que pasa a fondo el horno. Los aglutinantes utilizados en aire pasante unión térmica incluyen fibras, fibras aglutinantes de dos componentes, y polvos. Al utilizar fibras aglutinantes cristalinas o polvos, el aglutinante se funde por completo y forma gotitas fundidas a lo largo de la sección transversal de la tela no tejida. Vinculación se produce en estos puntos tras el enfriamiento.

c. Área de unión

Dos, tres o cuatro calandrias de rodillos se pueden utilizar, dependiendo del peso de la banda a unir y el grado de unión deseada. La calandria de tres rodillos tiene el rodillo calentado en el medio, mientras que la configuración de cuatro rodillos con los rodillos calientes en la parte superior e inferior, con el rollo de la composición de dos en el medio. Las fibras aglutinantes amorfos o copoliméricos utilizados en este proceso proporcionan una unión en todos los puntos de cruce entre el portador y fibras aglutinantes. El producto resultante - de uso común en los sustratos de aislamiento y revestimiento eléctricos - es lisa, delgada y rígida.

- Calor
- Presión
- Velocidad
- Enrolle combinación.
- Rodillos de enfriamiento

Este método es una zona maquiladora calandrado en caliente figurado o esculpido. En este caso, sin embargo, el área de unión es tridimensional. Un producto "voluminoso pero delgada" se puede hacer en cualquier construcción agradable o funcional, dependiendo de las caras de los rodillos de estampado. La combinación rodillo de calandra tiene un patrón de rodillo de metal que se puede calentar macho y una hembra coincidente con dibujos sintió roll.

Calandrado en caliente este método implica el uso de una línea de contacto de dos rodillos que consiste en un patrón superior en el rodillo de metal calentado y un rodillo metálico liso o estampado. Este segundo rollo puede o no se puede calentar, dependiendo de la aplicación. En una línea de producción típica, la web es alimentado por un delantal que lleva a una línea de contacto calendario y la temperatura de la fibra se eleva hasta el punto en que los segmentos de fibra causa pegajosidad y fusión atrapados entre las puntas de los puntos grabadas y el rodillo liso para adherir juntos.

d. Ultrasonido

Este proceso consiste en la aplicación de alternar rápidamente fuerzas de compresión a las áreas localizadas de fibras en la banda. La tensión creada por estas fuerzas de compresión se convierte en energía térmica, que suaviza las fibras a medida que se presionan uno contra el otro. Tras la eliminación de la fuente de vibración ultrasónica, las fibras ablandadas enfrían, la solidificación de los puntos de unión. Este método se utiliza con frecuencia para el punto de unión o modelado de materiales unidos mecánicamente.

e. Radiación

Unión por calor radiante se lleva a cabo mediante la exposición de la web a una fuente de energía radiante en el rango infrarrojo. La energía electromagnética irradiada por la fuente es absorbida por la web, el aumento de su temperatura. La aplicación de calor radiante se controla de manera que se funde el aglutinante sin afectar a la fibra portadora. Vinculación se produce cuando el aglutinante se vuelve a solidificar tras la eliminación de la fuente de calor radiante.

4.3.3.4. Ligado mecánico-

a. Needlepunched.

También llamado punzonado, son agujas en forma de púas. Se punzan verticalmente a través del velo. Toma trozos de fibras y uniéndolas en áreas punzonadas. Las agujas entran y salen de velo, mientras está atrapada entre dos platos llamados: plato cama y plato separador. El velo es halado a través del telar de aguja por medio de rodillos. La producción de telas punzonadas, comienza con velos cardados depositados por aires, plegados o spunbond que son de características gruesas.

Lo telares están hechos para punzonar los velos desde arriba y desde abajo. Lo telares takers son utilizados para darle estabilidad dimensional al velo antes de que entre al telar de aguja. La distancia que viaja entre golpe se llama el avance que determina las penetraciones por cm^2 juntamente con el número total de agujas en cada tabla (densidad de aguja). La intensidad y eficiencia del proceso del punzonado puede ser aumentado por la profundidad de penetración de las agujas así como por la selección de diversos tipos de agujas. La distancia de las placas depende del grosor del material e influye el grado de profundidad de penetración.

Aplicaciones:

- Productos automotrices.
- Geo textiles y geo sintéticos.
- Filtros técnicos.
- Filtros para la fabricación de papel.
- Cuero artificial.

b. Spunlanced.

Es el entrelazamiento por agua. Utiliza jets de agujas para impactar un velo fibroso y ocasionar que las fibras se encrespen y se entrelacen unas con otras. Los jets de agujas perforan el velo en diseños creados para producir telas con aplicaciones de un no tejido y con excelente caída. No se necesitan ligantes, sin embargo una pequeña cantidad de resina se agrega a algunas telas spunlanced, para aumentar su resistencia y estabilidad dimensional o para convertirlas en repelentes al agua por una cara.

El proceso es utilizado principalmente en velos de formación en seco. Ha sido utilizado con éxito en velos de formación de húmedo. Cuando se utiliza jets de agujas a más baja velocidad, da como resultado un producto que requiere una cantidad significativa de ligante, para mejorar su resistencia debido a que las fibras están menos entrelazadas.

Tabla 4. Ventajas y desventajas del Spunlanced.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Telas de tacto suave.	Alto costo de capital
Resistentes.	Alto costo de energía
Alta absorbencia	Peso sobre 25g/m ²
Bajo pilling.	Alto costo por metro
Lavable.	
Libre de químicos.	

Fuente de Adriana Cifuentes, Ingeniera Sanitaria y Tecnóloga en Diseño Textil y Producción de Moda.

Las propiedades de la tela están determinadas en la dirección de la máquina. Los velos de resistencia son lo longitudinales. La tela puede conservar aproximadamente el 75% de su resistencia en húmedo, mientras la elongación no varía. En el sistema se pueden realizar mezclas hasta de un 50% con fibras como algodón o viscosa, con el fin de obtener productos absorbentes.

Aplicaciones:

- Paquetes médicos quirúrgicos.
- Limpiones.
- Esponjas médicas.
- Ropa de protección industrial.
- Entretelas.
- Sustratos para la laminación de vinilo.
- Componentes para automóviles.
- Papel de colgadura.
- Telas para la filtración.

c. Stichbonded-cosido.

Método mecánico de consolidación de velos de fibras, que emplean elementos de tejido de punto con o sin hilo para entrelazar las fibras. Esta tecnología fue desarrollada en Checoslovaquia y Alemania a finales de 1940, se produjeron estructuras con este tejido que se parecían mucho a un textil. Este proceso de unión mecánica utiliza filamentos continuos para tejer el velo de las fibras sin ligar. Se utilizan diferentes diseños. Los pelos de las telas están en el rango de 75 a 250g/m².

Aplicaciones:

- Componentes para calzado.
- Colchones.
- Cortinas verticales.
- Substratos de recubrimiento.
- Filtración.
- Empaques.

5. DISEÑO METODOLÓGICO.

Este proyecto fue soportado por asesorías técnicas dadas por el docente y tutoriales planteados en los diferentes esquemas que comprende el prototipo; también en la biblioteca y en la web. Se desarrollaron reuniones durante el semestre con la docente Luz Arley Espinosa y diferentes docentes relacionados con el proyecto. Se realizaron visitas a diferentes para reunir información de las bibliotecas de estas.

Cabe resaltar que desde el semestre 1-2014, se ha estado recogiendo información y revisando procesos con los que se ha fundamentado este proceso. También en el semestre 2-2014 se ha recopilado información suministrada por la docente Adriana Cifuentes, en la materia no tejidos.

5.1. Técnicas de recolección de información

5.1.1. Fuentes primarias.

Se obtuvo información de primera mano a través de información en la clase de no tejidos, y laboratorios hechos en clase. Se indagó a comerciantes ambulantes de guarapo de caña de azúcar acerca de que procesos que le daban a el bagazo de caña luego de extraer el jugo de la caña. Para la extracción de la fibra se necesitó la ayuda de expertos en la materia de química y tejidos.

5.1.2. Fuentes secundarias.

Con soporte de la web se obtuvo información valiosa para el desarrollo de este proyecto. Para profundizar la información suministrada en la web se realizaron visitas a distintas universidades que han utilizado el bagazo de la caña y han trabajado en el área del textil. Se obtuvo también información con tutoriales que muestran como extraer

5.3. Localización

Esta investigación se realizó en la ciudad de Medellín (Antioquia). La gran mayoría de los procesos y análisis de la fibra se realizaron en las instalaciones de la Institución Universitaria Pascual Bravo sede Robledo (Medellín). La limpieza y el análisis de la fibra se realizaron en el Laboratorio de Química de la Universidad.

5.4. Material biológico

El bagazo de la caña de azúcar obtenido de uno de los comerciantes ambulantes, vendedor de guarapo de caña, frente a la Institución metropolitana de Medellín (ITM). Luego de extraer el jugo de la caña.

6. RESULTADOS

Este proyecto fue motivado por la necesidad de cuidar el medio ambiente haciendo un aporte a la Industria Textil. Se tuvo en cuenta el bagazo de la caña de azúcar que arrojan a la basura los comerciantes ambulantes de guarapo de caña, ya que ellos no tienen el conocimiento de lo que las grandes industrias hacen con este desecho orgánico; que es utilizado de la manera en que se mencionan en el marco teórico. Con las cátedras que brinda la institución que enfocan a las soluciones tecnológicas, innovación y cuidado del medio ambiente, se verifican cada uno de los puntos de vista para la realización de este proyecto.

6.1. Desarrollo del proyecto

Para el desarrollo de este proyecto se recopiló la información suministrada mediante los métodos mencionados en metodología y visitas a Tecno parques y laboratorio de química de la Institución.

6.1.1. Proceso de extracción de la fibra

Para el proceso de la extracción de la fibra se dieron los siguientes pasos:

- a. Se obtuvo la fibra de un puesto de venta de caña de azúcar, situado en las afueras de la Institución Tecnológica Metropolitana.

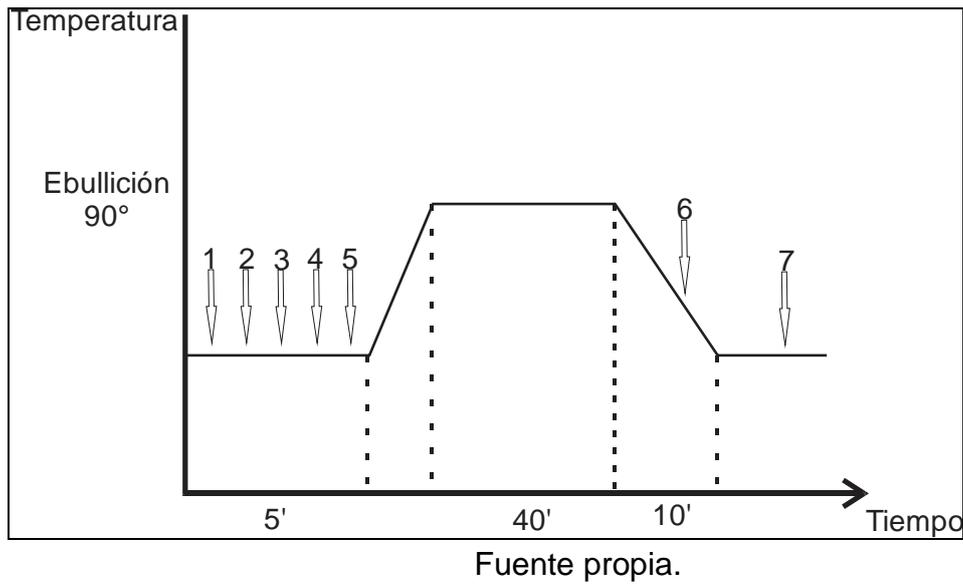
Figura 1. Caña de azúcar.



Fuente: Savoir Faire.

- b. Para el proceso de extracción de la fibra, primero se realizó una curva de calentamiento similar a la del algodón. Se le hizo el proceso de descruce para limpiar la fibra.

Figura 2. Curva de calentamiento de descruce de la fibra.



Procedimiento del descruce de la fibra del bagazo de la caña.

1. Volumen de baño según calculado.

Figura 3. Volumen de baño.



Fuente propia

2. Humectante.

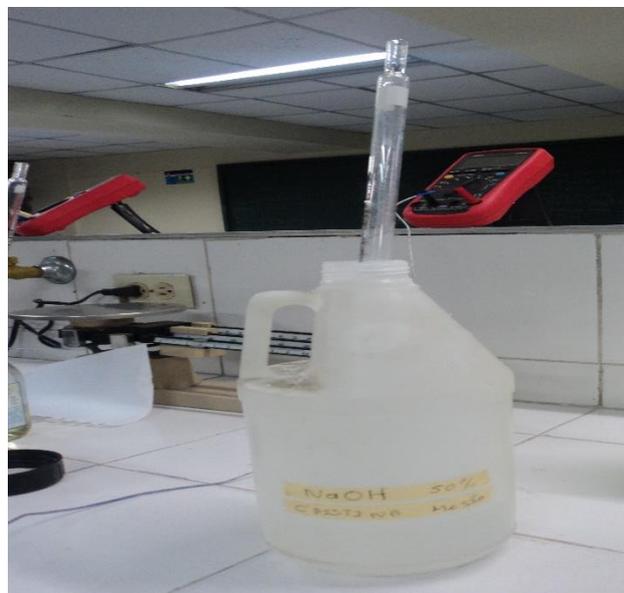
Figura 4. Humectante textil



Fuente propia.

3. Hidróxido de Sodio.

Figura 5. NaOH



Fuente propia.

4. Carbonato de Sodio.

Figura 6. NaCO



Fuente propia

5. Fibra pesada.

Figura 7. Fibra de bagazo de caña pesada.



Fuente Propia.

Luego de añadir todos los materiales para este proceso, se deja a punto de ebullición, sin dejar de revolver y abrir la fibra por medio de las pinzas. Se mide la temperatura hasta 90°C, y se mantiene constante por un espacio de 40 minutos.

6. Botar y lavar.

Figura 8. Lavado de la fibra



Fuente propia.

7. Secar.

Luego del proceso realizado en el laboratorio de química de la Institución Universitaria Pascual Bravo, para la limpieza de la fibra se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 9. Resultados de la fibra luego del proceso de descruce.



Fuente propia.

- Fibra mucho más suave, ya que la contextura de la fibra es muy tosca y difícil de manejar.
- Facilidad en la separación de fibras por filamentos.
- Fibras más delgadas luego del secado.

Después de haber realizado el anterior procedimiento se concluyó que la fibra podía tener un mejor resultado si se añadía el doble de los ingredientes a la fibra. De modo que el siguiente procedimiento se realizó en casa. Obteniendo los resultados que se muestran a continuación.

Figura 10. Resultados luego de segundo laboratorio.



Fuente propia.

El segundo laboratorio de descrude que se le realizó a la fibra del bagazo de la caña de azúcar, dejó ver un resultado mucho mejor que el anterior. Se observó:

- Fibra mucho más limpia y menos almidonada.
- Fibra más delgada y manejable.
- Al realizar el proceso en un recipiente mucho más grande, no se cortó la fibra, sino que se dejó tal como queda después de la extracción del jugo de caña en el trapiche, de manera que se obtuvieron fibras muchos más largas.
- Facilidad en la separación de las fibras.
- Facilidad para la completa limpieza de la fibra.

- Al agregarle el doble de los ingredientes en este proceso, el tiempo de la rata de calentamiento disminuye, ya que se realizó en la mitad del tiempo del primer laboratorio.

6.1.2. Formación del velo a partir del bagazo de la caña de azúcar.

La formación del no tejido del bagazo de la caña se realiza mediante la formación del velo vía húmeda, utilizando un polímero como ligante químico, que en este caso es gelatina industrial. Una vez seca la fibra se da el siguiente procedimiento:

1. A 100ml de agua se le agrega se le agrega 15g de gelatina industrial. Esta mezcla se deja al fuego hasta que la gelatina quede disuelta.

Figura 11. Gelatina Industrial en agua.



Fuente propia.

2. En un marco de madera de 20x30 cm con una tela seda, se acomoda la fibra de manera que las fibras queden un tanto separadas.

Figura 12. Fibra sobre marco de madera para formación del velo



Fuente propia.

3. Una vez puesta la fibra se le agrega la gelatina preparada.

Figura 13. Gelatina industrial mezclada con fibra



Fuente propia.

4. Se procede a retirar el exceso de líquido mediante aplastamiento por medio de un rodillo.

Figura 14. Aplastamiento de la fibra



Fuente propia

5. Se deja secar la fibra

Figura 15. Fibra luego de aplastamiento.



Fuente propia.

7. CONCLUSIONES.

En la ciudad de Medellín (Colombia), existe gran desperdicio de bagazo de caña de azúcar, por parte de los vendedores de guarapo de caña, como estas personas no tienen conocimiento del uso que se le puede dar en la industria, solo la ven como un desecho orgánico.

Mediante esta investigación del bagazo de la caña de azúcar, se observa que la fibra de la caña puede ser utilizada como un no tejido. Se creía que su fibra era muy corta, y por lo tanto no era apta para un tejido, pero si se utilizan los procesos adecuados para la extracción de la fibra se pueden conseguir fibras mucho más largas. Las fibras cortas se pueden utilizar para caminos de mesa e individuales.

8. RECOMENDACIONES.

Al momento de recolectar el bagazo, no pedirlo en las industrias azucareras, ya que estos tienen un uso para este residuo. Recolectarlo en puestos ambulantes de venta de guarapo, para así contribuir con el medio ambiente, con la transformación de los recursos.

Luego de obtener el bagazo, dejarlo secar al sol, para evitar malos olores, y obtener un peso deseado al momento de iniciar con el proceso de descruce de la fibra.

Se puede obtener fibras más largas, que pueden medir del tamaño de crecimiento de la caña, siempre y cuando se utilice un recipiente mucho más grande del tamaño del palo de la caña.

Lavar la fibra separándola, de tal manera que queden ordenadas, para facilitar la formación del velo.

Si se hace la formación del velo por vía húmeda por medio de ligante químico, evitar agregar mucho líquido sobre la fibra, para que la retirar el exceso de humedad de la fibra sea más rápido.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO CUBANO DE INVESTIGACIONES DE LOS DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR- MANUAL DE LOS DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR. Universidad Nacional de Colombia- Sede Medellín

El bagazo como combustible y su relación con los principales factores agroindustriales. Fuentes de energía en la industria de la caña de azúcar por Ing. Félix Gonzales Pérez. Mundo eléctrico. Revista especializada del sector eléctrico. Abril- Junio 2006. Vol. 20.63. Bogotá, Colombia.

CIBERGRAFÍA

CENICAÑA: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia
[HTTP://WWW.CENICANA.ORG/PDF/DOCUMENTOSNO SERIADOS/LIBROEL CULTIVO CANA/LIBRO P131-139.PDF](http://www.cenicana.org/pdf/documentosno_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p131-139.pdf)

Procaña: asociación colombiana de productores y proveedores de caña de azúcar.

<http://www.procana.org/new/quienes-somos/subproductos-y-derivados-de-la-ca%c3%b1a.html>

<http://prezi.com/eeobyi9tcnro/formacion-de-tela-no-tejida-a-partir-del-bagazo-de-cana-de-azucar/>

[Http://textilesytiposdetejidos.blogspot.com/2008/02/textiles-y-tipos-de-tejidos.html](http://textilesytiposdetejidos.blogspot.com/2008/02/textiles-y-tipos-de-tejidos.html)

Proceso Fabril y Artesana <http://cuitlahuacdejesusperzruiz.blogspot.com/>

Botanical Online <http://www.botanical-online.com/Lisina.htm>

<http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/autos-y-polucion/cataliza.htm>

Inteligenciafinanciera.blogspot.com

Universidad de Castilla L a Mancha

Hola Informativa en PDF. Centro Regional de Estudios del Agua

Enciclopedia Universal:

http://enciclopedia_universal.esacademic.com/52/acetobacteria

ECURED Conocimiento con todos y para todos

HTTP://WWW.ECURED.CU/INDEX.PHP/CA%C3%B1A_DE_AZ%C3%BACAR

PGI: Industrial División Europe.

No tejidos 2. 24 (24-11-2014).

Desde Definición ABC:

<http://www.definicionabc.com/general/trama.php#ixzz3K5LP4zpN>

ANEXOS

Prototipo del no tejido a partir del bagazo de la caña de azúcar.

Figura 16. No tejido del bagazo de la caña de azúcar



Fuente propia.