

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

**DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE OBTENCIÓN DE DEXTRINA
PARA LA PRODUCCIÓN DE PEGAMENTOS QUÍMICOS USADOS EN LA
INDUSTRIA CARTONERA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS
REQUISITOS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO DE PRODUCCIÓN.**

ING. MILENE DÍAZ

**JOSÉ RICARDO GANGOTENA PAZ Y MIÑO
2007**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la ingeniera Milene Díaz, Profesora de la Universidad de las Américas, por su paciencia y tiempo que dedicó en la dirección de mi trabajo, además de su experiencia me brindó su amistad.

DEDICATORIA

A mis padres por su ilimitado amor, su guía, consejos, apoyo y dedicación que sirvieron no sólo para la realización de este trabajo sino para conseguir y lograr muchas de las metas de mi vida.

A Patricia Paredes por su incondicional ayuda, por su compañía y por la fuerza que me inyectó en todo momento de la elaboración de esta tesis.

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto se basa en la investigación del proceso de fabricación de la principal materia prima utilizada para la elaboración de pegamentos en la fábrica JR Químicos, la DEXTRINA.

Se realiza un análisis de las características del pegamento y su materia prima, identificando la deficiencia de la dextrina utilizada en la actualidad por lo que se propone el diseño del proceso para fabricarla por medio de dos alternativas: la hidrólisis enzimática, que no puede aplicarse en la fabricación de pegamentos, y la hidrólisis ácida, que es el proceso más adecuado para fabricar el producto deseado.

Por esta razón y basándose en una investigación bibliográfica y experiencias personales de personas involucradas en diferentes fábricas que realizaban este proceso, se propone un proceso de la elaboración de dextrina por medio de la hidrólisis ácida.

Con el nuevo diseño se crea la necesidad de una maquinaria específica para llevar a cabo este proceso de elaboración de dextrina con todos sus equipos y herramientas necesarias, además de la adecuación y ampliación de la fábrica. Se realiza una estimación de los costos y de los ingresos del proyecto y el análisis financiero permite concluir que la implementación del proyecto es viable y rentable.

ÍNDICE

PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	1
Tema del trabajo de titulación	1
Hipótesis general	1
Objetivos de la investigación	1
a. Objetivo general	1
b. Objetivos específicos	1
Justificación de la investigación	2
1. Descripción de la fábrica	6
1.1. Reconocimiento	6
1.1.1. Localización	6
1.1.1.1. Posición relativa a clientes	6
1.1.1.2. Vías de acceso y facilidad de transporte	6
1.1.2. Servicios Básicos	7
1.1.3. Distribución de la planta	7
1.1.3.1. Galpón	7
1.1.3.2. Bodega	8
1.1.3.3. Oficinas	9
1.1.4. Maquinaria y Equipos	9
1.1.4.1. Plan de mantenimiento para la maquinaria	10
1.1.5. Capacidad de producción de pagamento	10
1.1.6. Control de calidad	11
1.1.6.1. Viscosidad	11
1.1.6.1.1. Equipos	12
1.1.6.1.2. Procedimiento	12
1.1.6.1.3. Condiciones para medir	12
1.1.6.2. Nivel de pH	13
1.1.6.2.1. Equipos	13
1.1.6.2.2. Procedimiento	13
1.1.6.2.3. Condiciones para medir	14
1.1.6.3. Contenido de sólidos solubles	14
1.1.6.3.1. Equipos y materiales	14
1.1.6.3.2. Procedimiento	14
1.1.6.3.3. Condiciones para medir	15
1.1.7. Herramientas y materiales de trabajo	15
1.1.7.1. Etiquetas	16
1.1.7.2. Hoja técnica	16
1.1.7.3. Ropa de trabajo	16
1.1.8. Materia prima utilizada	16
1.1.9. Mano de obra	17
1.1.10. Costos de la empresa	18
1.1.10.1. Costos variables (CV)	18
1.1.10.2. Costos fijos (CF)	19
1.1.10.3. Punto de equilibrio	21
1.2. Levantamiento de procesos	22
1.2.1. Descripción del proceso	22

2.	Descripción pegamento y materia prima	25
2.1.	Pegamento	25
2.1.1.	Descripción físico - química.....	25
2.1.2.	Descripción funcional.....	26
2.1.3.	Almacenamiento.....	26
2.1.4.	Riesgos	26
2.2.	Materia Prima	26
2.2.1.	Dextrina.....	26
2.2.1.1.	Propiedades físicas	27
2.2.1.2.	Almacenamiento	28
2.2.1.3.	Riesgos	28
2.2.2.	Hidróxido de sodio sólido (NaOH).....	28
2.2.2.1.	Propiedades físicas	29
2.2.2.2.	Almacenamiento	29
2.2.2.3.	Riesgos	29
2.2.3.	Colofonia.....	30
2.2.3.1.	Propiedades físicas	30
2.2.3.2.	Almacenamiento	30
2.2.3.3.	Riesgos	30
2.2.4.	Formol.....	31
2.2.4.1.	Propiedades físicas	31
2.2.4.2.	Almacenamiento	32
2.2.4.3.	Riesgos	32
2.2.5.	Bórax.....	32
2.2.5.1.	Propiedades físicas	33
2.2.5.2.	Almacenamiento	33
2.2.5.3.	Riesgos	33
2.2.6.	Urea	34
2.2.6.1.	Propiedades físicas	34
2.2.6.2.	Almacenamiento	34
2.2.6.3.	Riesgos	35
3.	Marco teórico.....	36
3.1.	Almidón	36
3.1.1.	Características físicas	37
3.1.2.	Fuentes de Almidón y sus aplicaciones	37
3.1.3.	Estructura del Almidón.....	39
3.1.3.1.	Amilosa	39
3.1.3.2.	Amilopectina.....	39
3.2.	Dextrina	41
3.2.1.	Definición.....	41
3.2.2.	Historia.....	42
3.2.3.	Características	42
3.2.4.	Elaboración.....	42
3.2.5.	Tipos.....	44
3.2.5.1.	Dextrinas blancas	44
3.2.5.2.	Dextrinas amarillas (Dextrinas de canario).....	44
3.2.5.3.	Gomas británicas	45
3.2.6.	Descripción física de la dextrina.....	45
3.2.7.	Descripción química de la dextrina	46

3.2.8.	Descripción funcional de la dextrina.....	46
3.2.8.1.	Industria de adhesivos	46
3.2.8.2.	Otras industrias.....	47
3.3.	Materia prima necesaria para elaboración de dextrina	47
3.3.1.	Almidón de maíz.....	47
3.3.1.1.	Métodos de control de calidad.....	48
3.3.2.	Ácido sulfúrico	48
3.3.2.1.	Propiedades físicas	49
3.3.2.2.	Almacenamiento	49
3.3.2.3.	Riesgos	49
3.3.2.4.	Método de control de calidad.....	50
3.3.3.	Ácido clorhídrico.....	50
3.3.3.1.	Propiedades Físicas	51
3.3.3.2.	Almacenamiento	51
3.3.3.3.	Riesgos	51
3.3.3.4.	Método de control de calidad.....	52
3.4.	Métodos de control de calidad de la dextrina	52
3.4.1.	Métodos artesanales o prácticos.....	52
3.4.1.1.	Solubilidad.....	53
3.4.1.1.1.	Equipos y materiales necesarios	53
3.4.1.1.2.	Procedimiento	54
3.4.1.1.3.	Condiciones de trabajo	55
3.4.1.2.	Color.....	55
3.4.1.2.1.	Equipos y materiales necesarios	55
3.4.1.2.2.	Procedimiento	55
3.4.1.2.3.	Condiciones de trabajo	55
3.4.1.3.	Forma y pureza.....	56
3.4.1.4.	Nivel de pH.....	56
3.4.2.	Métodos Analíticos	56
3.4.2.1.	Polarización	57
3.4.2.2.	Reacción Química	57
3.4.2.3.	Cromatografía.....	58
3.5.	Hidrólisis del almidón	59
3.5.1.	Hidrólisis ácida (Proceso químico).....	61
3.5.1.1.	Proceso general de la hidrólisis ácida	62
3.5.2.	Hidrólisis enzimática (Proceso bioquímico)	62
3.5.2.1.	Propiedades de las enzimas	64
3.5.2.2.	Tipos de enzimas	64
3.5.2.3.	Proceso general de la hidrólisis enzimática.....	66
3.5.2.4.	Proceso con vapor a baja temperatura	67
3.5.2.5.	Proceso a presión	68
4.	Diseño final del proceso para la fabricación de dextrina	70
4.1.	Capacidad de producción	74
4.2.	Descripción del proceso final	75
4.2.1.	Acidificación.....	75
4.2.2.	Presecado	76
4.2.3.	Cocido	77
4.2.4.	Descarga y Enfriado	77

4.2.5.	Pulverizado y tamizado.....	77
4.3.	Tiempos de producción.....	78
4.4.	Maquinaria y materiales necesarios.....	78
4.4.1.	Dextrinizadora	79
4.4.2.	Sistema de tamizado.....	80
4.4.3.	Materiales.....	80
4.5.	Mano de obra	80
4.6.	Distribución de la planta.....	81
4.7.	Servicios requeridos.....	81
5.	Análisis Económico	82
5.1.	Costos del proyecto.....	82
5.1.1.	Costos de fabricación.....	82
5.1.2.	Costos Administrativos.....	84
5.1.3.	Costos de venta.....	85
5.2.	Punto de Equilibrio	86
5.3.	Inversión del proyecto	87
5.4.	Estado de pérdidas y ganancias proyectado	89
6.	Análisis Financiero	90
6.1.	Valor actual neto VAN.....	90
6.1.1.	Cálculo del VAN.....	91
6.2.	Tasa interna de retorno	91
6.2.1.	Cálculo del TIR	92
6.3.	Rentabilidad.....	92
6.3.1.	Cálculo de la rentabilidad.....	92
7.	Conclusiones y Recomendaciones	94
7.1.	Conclusiones.....	94
7.2.	Recomendaciones	96
8.	Bibliografía	98
9.	Anexos	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Capacidad Real de Producción Anual de Pegamento	11
Tabla 1.1 Detalle de la mano de obra.....	17
Tabla 1.3 Costos variables del año 2005 para 200 Kg. de pegamento	19
Tabla 1.4 Costos fijos del año 2005.....	20
Tabla 3.1 Tipos de dextrinas y sus aplicaciones	46
Tabla 4.1 Resultados de las características en las muestras de dextrina obtenidas.....	73
Tabla 4.2 Tiempos de producción.....	78
Tabla 5.1 Materiales directos para producir 75,000 Kg/año de pegamento.....	83
Tabla 5.2 Materiales indirectos para producir 75,000 Kg/año de pegamento...	83
Tabla 5.3 Costos fijos de fabricación anuales	84
Tabla 5.4 Costos administrativos.....	85
Tabla 5.5 Costos de ventas	86
Tabla 5.6 Comparación del punto de equilibrio	87
Tabla 5.7 Costos de inversión	88
Tabla 6.1 Cálculo del VAN.....	91
Tabla 6.2 Cálculo de la rentabilidad.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Niveles de pH	13
Figura 3.1 Molécula de glucosa.....	36
Figura 3.2 Estructura de la amilosa	39
Figura 3.3 Estructura de la amilopectina	40
Figura 3.4 Hidrólisis del Almidón	60
Figura 3.5 Proceso general hidrólisis ácida.....	62
Figura 3.6 Reacción Sustrato-Enzima	63
Figura 3.7 Proceso General Hidrólisis Enzimática.....	67
Figura 3.8 Proceso con vapor a baja temperatura hidrólisis enzimática.....	68
Figura 3.9 Proceso a presión hidrólisis enzimática.....	69
Figura 4.1 Proceso Final.....	75

PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Tema del trabajo de titulación

Diseño del proceso productivo de obtención de dextrina para la producción de pegamentos químicos usados en la industria cartonera.

Hipótesis general

El diseño de un proceso productivo para la obtención de dextrina con las características específicas requeridas en la elaboración de pegamento de la fábrica JR Químicos es rentable y ejecutable.

Objetivos de la investigación

a. Objetivo general

Diseñar el proceso productivo de obtención de dextrina con las especificaciones necesarias y dentro de las normas internacionales para la producción de pegamentos de alta calidad en la Fábrica JR Químicos.

b. Objetivos específicos

- Analizar el producto actual, tomando en cuenta los parámetros de calidad y la importancia que tiene en los procesos de uso.
- Establecer métodos para el control de calidad del producto
- Proponer mejora de la calidad del producto final actual
- Diseñar el proceso productivo para obtener dextrina a partir de la harina de maíz

- Diseñar la maquinaria para la obtención de dextrina a partir de la harina de maíz
- Realizar una propuesta económica para bajar el costo final del producto en base al proceso

Justificación de la investigación

La fábrica JR Químicos fue creada en el año de 1992 por un grupo de hermanos cuyo fin era la producción de químicos y adhesivos. Durante los primeros años el objetivo de la empresa estuvo orientada a satisfacer el mercado nacional en un pequeño porcentaje, especialmente a quienes consumían pegamentos, como la industria cartonera, específicamente para unión de laminados de cartón y pegado de fundas de papel. Años después se incrementó la producción y se inició la elaboración de otros productos como pegamento para cartón corrugado y para tubos de cartón, incluyendo lo que hoy se denomina kores.

Desde que la fábrica entró en funcionamiento los procesos técnicos y administrativos han sido los mismos, se ha regido por procedimientos que hace 10 o 15 años eran los mejores. El avance de la tecnología y el alto nivel de competencia, obligó en los últimos años a efectuar algunos cambios y tomar medidas, especialmente en lo que se refiere a los procesos de producción, pero que no han sido suficientes para lograr que la fábrica pueda competir en igualdad de condiciones con otras similares. Por ello es necesario realizar un estudio en detalle y real, no solo del área productiva, sino de la administrativa,

que permita adoptar medidas encaminadas a lograr la eficiencia total en las áreas técnicas y administrativas.

En la actualidad existe muchos problemas con el producto final elaborado en la fábrica, por esta razón los clientes no están satisfechos con el pegamento, por consiguiente las ventas han bajado notablemente. Adicionalmente no hay procesos de control de calidad, por lo que la fábrica no puede certificar el mismo como óptimo.

Se ha detectado que una de las principales causas de dichos problemas es la mala calidad de la dextrina, materia prima utilizada en la elaboración del producto, la misma que fue adquirida en los primeros años de funcionamiento de JR Químicos localmente en la Fábrica INDAL (Industrias de Almidón), en esa época, única productora de dextrina en Ecuador, por lo tanto se constituyó por mucho tiempo en un monopolio. Problemas sindicales determinaron la liquidación de dicha empresa, lo que obligó a buscar proveedores extranjeros. Se consiguió el producto mediante importación directa desde nuestros países vecinos: Perú y Colombia. Sin embargo la constante devaluación de la moneda ecuatoriana, previa a la dolarización, hizo imposible continuar con la importación; por lo tanto debía buscarse una solución que permita mantener una producción estable sin depender de terceros y sin poner en riesgo el equilibrio financiero de la empresa. Debido a la inestabilidad económica del país no se pudo hacer efectiva la idea de tener una dextrinizadora propia.

Finalmente se consiguió una pequeña empresa productora, entre otros productos de dextrina, la cual se convirtió desde esa fecha en la proveedora de JR Químicos, pero el producto era y es de baja calidad y eficiencia, que si bien ayuda a la producción, no consigue ser el óptimo que la fábrica necesita para mantener su producto en condiciones óptimas y satisfacer a sus clientes.

Como se mencionó anteriormente, la producción de dextrina en el Ecuador es mínima, los pocos fabricantes de dicho producto no satisfacen las necesidades requeridas por el consumidor, menos aún tienen las características y las bondades de las importadas, por lo que al momento, lo importante sería instalar una dextrinizadora que ofrezca un producto que tenga la misma o mejor calidad que el importado, que reúna las condiciones y características específicas para que los adhesivos de JR Químicos sean los mejores y puedan competir en calidad y precio.

Si se logra lo proyectado anteriormente, no sólo se puede satisfacer la demanda de la fábrica JR Químicos sino también gran parte del mercado local. Para ello es necesario efectuar una investigación de los procesos productivos para la obtención del producto y proponer el diseño del proceso previo más conveniente para conseguir una materia prima óptima, que primero pueda competir con los extranjeros y luego que tenga un alto rendimiento en la fabricación del producto final; como complemento de esto se debería implantar un pequeño laboratorio para control de calidad de todos y cada uno de los productos en sus diferentes etapas.

Cabe mencionar que la demanda de dextrina de la fábrica JR Químicos ha sido de 30,000 Kg. anuales para la producción de 75,000 Kg. de pegamento en el mismo período; estos datos han sido obtenidos del promedio de ventas de pegamento de los tres últimos años.

JR Químicos está en capacidad de alcanzar una producción real de 204,800 Kg. anuales, en la actualidad la producción y venta anual es bastante inferior a la que se podría elaborar; esta sub-utilización de la maquinaria tiene un porcentaje de 36% de pérdida y un valor monetario de aproximadamente \$108,000 anuales. Este fenómeno, como ya se explicó anteriormente, se debe a la falta de confiabilidad de la materia prima y por consiguiente del producto final: el pegamento.

1. Descripción de la fábrica

1.1. Reconocimiento

1.1.1. Localización

La fábrica de la Empresa JR Químicos se encuentra ubicada en una zona rural de la parroquia de Conocoto, exactamente en el barrio de La Armenia en el Valle de los Chillos, la misma que se localiza a una distancia de 20 Km. al sur oriente del Distrito Metropolitano de Quito.

1.1.1.1. Posición relativa a clientes

En la ciudad de Quito existen dos zonas definidas como industriales, que se encuentran ubicadas en los extremos de la ciudad, una en la panamericana norte y la otra en la panamericana sur.

La fábrica al encontrarse al sur oriente de la ciudad está a una distancia menor de la zona industrial de Guamaní, donde se encuentran ubicados la mayor parte de clientes de la fábrica por lo que se facilita la distribución del producto.

1.1.1.2. Vías de acceso y facilidad de transporte

El sector de la Armenia se encuentra a tan solo 5 minutos de la autopista General Rumiñahui, la misma que se conecta con la autopista Simón Bolívar, que es una vía de descongestión y de fácil acceso para todo tipo de transporte, tanto para la zona industrial norte como para la del sur. De esta manera se facilita el ingreso de la materia prima por parte de los proveedores y su posterior distribución de productos para su comercialización.

Adicionalmente en el sector de la Armenia existe una operadora de transporte la misma que se encarga de realizar la distribución del producto a los diferentes clientes. También existe una compañía de transporte público, la cual atiende las necesidades de transporte del personal de la fábrica; con este servicio el cumplimiento del trabajo deberá ser satisfactorio.

1.1.2. Servicios Básicos

A pesar de que la planta se encuentra ubicada en una zona rural posee todos los servicios básicos como son agua potable, alcantarillado, luz eléctrica y teléfono puesto que la EMAAP-Quito, la Empresa Eléctrica "Quito" S.A. y Andinatel respectivamente, prestan estos servicios para este sector de la ciudad. Además de estos servicios mencionados, cuenta con varias vías de acceso en buen estado, transporte público, establecimientos educacionales, bancos, centros médicos, vivienda que satisface a todo estrato social, disponibilidad de mano de obra, etc., necesarios para el mejor desempeño de los trabajadores de una empresa.

1.1.3. Distribución de la planta

En cuanto se refiere a la infraestructura, la fábrica tiene un área total de construcción de 156 m² la misma que se divide en 3 áreas. (Anexo.1).

1.1.3.1. Galpón

Tiene un área de 72 m² (6 por 12), que representa el 46% del área total, y una altura de 4 metros Es el lugar donde se encuentra ubicada la maquinaria utilizada para la elaboración de pegamentos, cuenta con suficiente ventilación, instalaciones eléctricas tanto bifásicas, como trifásicas, agua potable, el piso es

de adoquín, de excelente resistencia a golpes y a continuo uso por el manejo de material pesado como son tanques de gas, recipientes de agua, carretillas y los recipientes de pegamento en el momento que está listo para ser transportado a los consumidores.

Una pequeña parte de esta área esta destinada para almacenar las herramientas y los instrumentos de control. Además cuenta con un sanitario y vestidor para el uso del personal.

1.1.3.2. Bodega

La bodega tiene un espacio de 30 m² que constituye un 20% del área total. Este lugar es utilizado para almacenar la materia prima. Tiene una altura de 4 metros, para facilitar el apilamiento de los sacos de dextrina. Es techado, tiene una ventilación apropiada y cuenta con iluminación natural y luz eléctrica. Esta área tiene una pequeña división de 8 m², con las respectivas seguridades ya que ahí se almacena productos de uso y tratamiento delicado, como la sosa y la colofonia.

Las condiciones de almacenaje del producto y materia prima están descritas en el capítulo 2.

La bodega y el galpón tienen un acceso bastante amplio al pasillo ya que éste se utiliza tanto para la recepción de la materia prima como para el despacho de la mercadería. Este espacio tiene un área de 36 m² que representa el 23 % del área total.

1.1.3.3. Oficinas

Es un área de 18 m² siendo aproximadamente el 11 % del área total, está asignada a la Gerencia de la Empresa y, es el lugar de partida para las operaciones administrativas, técnicas y comerciales de la empresa. Aquí de acuerdo con una programación se realizan las solicitudes de materia prima de conformidad a las necesidades y al nivel de producción. Se receipta también, entre otras actividades, los pedidos de pegamento. Cuenta con una computadora que registra todos los movimientos de la empresa, línea directa de teléfono exclusivamente para atención a clientes y proveedores. Además se dispone del sanitario respectivo.

1.1.4. Maquinaria y Equipos

Para la producción de pegamento la maquinaria y el equipo necesarios son los siguientes:

- Mezcladora: es una máquina de acero en forma de un tanque dividido en la mitad, como su nombre lo indica sirve para mezclar, sus dimensiones son: 1 m de largo por 0.60 m de ancho, con una capacidad para 200 kg. por parada, está sustentada sobre una base de cemento, a una altura de 1 m.
- Horno: está constituida por una base cuadrada de ladrillos, de 1 m. por lado y 0.50 m. de alto, en donde embona un tanque de acero. Sirve para el calentamiento del agua y tiene una capacidad para 200 cm³. El calentamiento se realiza por medio de una flauta que funciona con gas ubicada en la base del horno. Se utiliza además, un calefón que también funciona a gas, para aumentar la velocidad de calentamiento del agua.

1.1.4.1. Plan de mantenimiento para la maquinaria

La fábrica no cuenta con un servicio contratado de mantenimiento periódico, la manera como se opera es mediante un mantenimiento correctivo más no preventivo.

1.1.5. Capacidad de producción de pegamento

Para determinar la capacidad de producción de la fábrica se tomó en cuenta los siguientes datos:

- Capacidad de producción de la maquinaria: 200 Kg. por parada.
- Tiempo por parada: dos horas.
- Tiempo de trabajo diario: 8 horas, un solo operario.
- Días de trabajo en un año: 256 días.

Con estos datos se obtiene los siguientes resultados:

- 1 parada cada 2 horas por 8 horas diarias se tiene aproximadamente 4 paradas diarias.
- 4 paradas diarias por 256 días laborables se tiene 1024 paradas al año.
- 200 kg. de pegamento por parada por 1024 paradas al año se produce 204,800 Kg. de pegamento por año (17,000 por mes).

Tabla 1.1 Capacidad Real de Producción Anual de Pegamento

CAPACIDAD	PRODUCCIÓN DIARIA	PRODUCCIÓN ANUAL
MÁQUINARIA 200 Kg. por parada 2 horas por parada	4 paradas = 800 Kg.	1024 paradas = 204,800 Kg.
MANO DE OBRA 1 operario		

Fuente: Archivo de la fábrica JR Químicos
Autor: Ricardo Gangotena

Actualmente la fábrica sólo produce el 36 % de su capacidad operativa, es decir de 75,000 a 80,000 Kg. de pegamento por año por los motivos antes mencionados.

1.1.6. Control de calidad

Para el control de calidad del producto terminado se utiliza varios parámetros como son los siguientes:

- Grado de viscosidad.
- Nivel de PH.
- Contenido de sólidos.

La descripción detallada de los parámetros y de los instrumentos que se utiliza para el control se describe a continuación:

1.1.6.1. Viscosidad

La viscosidad es la resistencia que tiene una sustancia (líquida) para fluir cuando se la aplica una fuerza externa. A mayor viscosidad, el líquido fluye

más lentamente. Se puede medir la misma utilizando métodos manuales o mediante la tecnologías avanzadas. Una de las maneras manuales es controlando el tiempo que le toma fluir a cierta sustancia, por medio de un tubo delgado bajo la fuerza de la gravedad. Otro método es usando esferas de acero que caen a través del líquido, en ese momento se mide la velocidad de caída. Las esferas caen más lentamente en los líquidos más viscosos. Existen equipos sofisticados con los cuales se obtiene fácilmente el valor, con tan solo introducir el fluido en uno de ellos. En la fábrica se utiliza el primer método mencionado.

1.1.6.1.1. Equipos

- Cronómetro.
- Tubo de cristal de 1 cm. de diámetro por 40 cm. de largo.
- Termómetro de mercurio

1.1.6.1.2. Procedimiento

- Tomar una pequeña muestra e introducir en la parte superior del tubo de cristal.
- Tomar el tiempo que tarda en recorrer los 40 cm. del tubo de cristal.

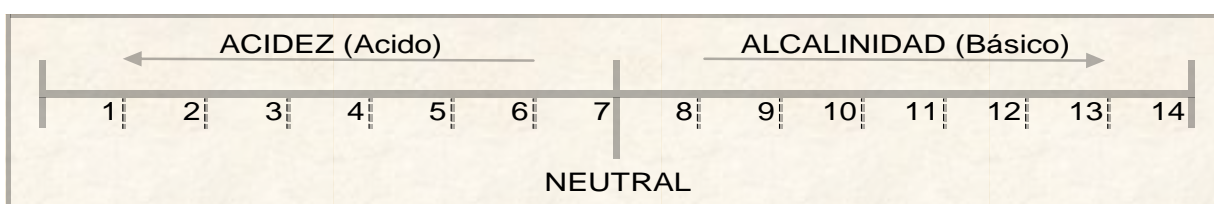
1.1.6.1.3. Condiciones para medir

La temperatura es un factor muy importante para medir la viscosidad de un fluido, toda vez que a mayor temperatura, la viscosidad es menor, por lo cual para un mejor control, la medición se realiza a una temperatura de 20° C con un termómetro de mercurio.

1.1.6.2. Nivel de pH

El pH mide la acidez de una sustancia. Un nivel de pH de 7,0 se considera neutro. Una sustancia con un nivel de pH menor a 7,0 se considera ácida. Entre más bajo el pH, más ácida es la sustancia. La sustancia con un pH mayor a 7,0 se considera alcalina o base. Entre mayor sea el pH, mayor será su alcalinidad (Figura 1.1).

Figura 1.1 Niveles de pH



Fuente: Realizado por Ricardo Gangotena

Actualmente medir el pH es muy sencillo gracias a la existencia de equipos como potenciómetros que permiten determinar la precisión y elementos indicadores (tiras de pH), que solo establecen una valoración cualitativa.

1.1.6.2.1. Equipos

- pH metro (Características descritas en el Anexo 2).

1.1.6.2.2. Procedimiento

- Se toma una pequeña muestra de la sustancia a ser medida.
- Se Introduce el pH metro en la sustancia.
- Se espera de 2 a 5 segundos. El resultado se lee en la pantalla de manera digital.

1.1.6.2.3. Condiciones para medir

Antes de realizar cualquier medición se comprueba que el pH metro se encuentre calibrado exactamente.

1.1.6.3. Contenido de sólidos solubles

Los grados Brix (símbolo °Bx) equivalen al contenido total de sólidos solubles que tiene un líquido de cualquier viscosidad. La forma o sistema más adecuado para medir es el sistema refractométrico escala Brix.

El refractómetro es un instrumento que permite medir de un modo sencillo y directo, sin necesidad de ningún tipo de cálculo, el índice de refracción de un fluido. La lectura oscura en un refractómetro expresa el porcentaje de sólidos solubles y por encima de ésta, la lectura incolora señala el porcentaje de agua hasta completar el 100%.

1.1.6.3.1. Equipos y materiales

- Refractómetro (Características descritas en Anexo 3)
- Gotero.

1.1.6.3.2. Procedimiento

- Con la ayuda de un gotero, se toma de 2 a 3 gotas de la muestra a ser medida y se coloca sobre el prisma del refractómetro.
- Se cierra cuidadosamente la tapa para que la muestra se reparta homogéneamente entre la tapa y el prisma.

- Se sostiene el refractómetro bajo la luz solar y se ve la escala a través del ocular. El valor se lee definiendo el límite claro/oscurο.

1.1.6.3.3. Condiciones para medir

- Antes de realizar cualquier medición se calibra el refractómetro
- Se comprueba que el prisma donde se coloca la muestra se encuentre limpio y seco.
- Se realiza la medición en un lugar con suficiente iluminación.

1.1.7. Herramientas y materiales de trabajo

Para las diferentes operaciones de mantenimiento la fábrica dispone de las herramientas e instrumentos necesarios.

Los equipos de laboratorio para el control de calidad incluyen viscosímetro, pH metro, refractómetro, termómetro de mercurio y balanza analítica. Todo este equipo se encuentra almacenado en la estantería ubicada en el galpón.

En lo que se refiere a materiales de trabajo se tiene: paleta de madera para mezclar, cernidor de metal, fundas plásticas de gran capacidad y resistencia para envasar el pegamento, tanques con capacidad de 200 Kg., hilo nylon para cerrar las fundas plásticas, alambre de amarre para asegurar las tapas de los tanques, rampa para el transporte y distribución, tanques de gas para el uso del calefón y del horno y etiquetas.

1.1.7.1. Etiquetas

Cada tanque posee una etiqueta en donde consta el nombre de la fábrica con datos informativos como: dirección, teléfono y dirección de correo electrónico, nombre de la pega, número del lote de fabricación, fecha de elaboración, fecha de expiración y recomendación de almacenaje. Toda esta información es muy importante ya que constituye un poderoso instrumento de venta y de publicidad.

1.1.7.2. Hoja técnica

La hoja técnica, la factura y la nota de pedido, por duplicado, son entregadas al despachador y transportista. En la hoja técnica se hace constar las características y las propiedades del pegamento, es muy importante la firma de recepción por parte de la persona que recibe el producto.

1.1.7.3. Ropa de trabajo

La ropa de trabajo es sumamente importante ya que la materia prima utilizada tiene características nocivas para la salud. Para contrarrestar esto se utiliza overoles de jean, mascarillas, guantes, mandil y botas.

1.1.8. Materia prima utilizada

Las materias primas utilizadas para la producción de pegamento son:

- Dextrina.
- Colofonia.
- Hidróxido de sodio sólido (NaOH).
- Formol
- Bórax

- Urea

Las características físicas, químicas y funcionales que debe tener se detallan en los capítulos siguientes.

1.1.9. Mano de obra

La mano de obra que se utiliza en los procesos de elaboración del pegamento es de nivel secundario o técnico ya que el trabajo que realiza no necesita de conocimientos universitarios, se requiere un excelente estado físico, ya que la actividad demanda un gran esfuerzo. Por el contrario la mano de obra del área administrativa, técnica y de supervisión es calificada, es decir que tiene un grado de educación superior (Ing. de Producción) ya que las funciones y decisiones que toma así lo ameritan.

La tabla a continuación indica el personal que trabaja en la actualidad dentro de la empresa. Las dos personas laboran un turno diario de 8 horas los 5 días laborables de la semana.

Tabla 1.1 Detalle de la mano de obra

TIPO MANO DE OBRA	DEPARTAMENTO	PERSONAL	CANT.
Directa (MOD)	Producción	Operario	1
Indirecta (MOI)	Gerencia	Ing. Producción	1

Fuente: Archivo de la fábrica JR Químicos
Autor: Ricardo Gangotena

1.1.10. Costos de la empresa

Los costos son la suma de los gastos efectuados por la empresa, como adquisición de materia prima, utilización de mano de obra y gastos administrativos, los cuales permiten generar un producto o servicio.

La fórmula del costo total es la siguiente:

$$\text{Costo total} = \text{costo variable (CV)} + \text{costo fijo (CF)} \quad (1.1)$$

1.1.10.1. Costos variables (CV)

Son aquellos que varían en forma proporcional con el total de producto elaborado (unidades, lotes, paradas), y son materia prima, materiales e insumos, transporte, envases, embalajes y etiquetas.

Estos costos intervienen directamente en la fabricación y distribución del producto terminado. Para obtener el valor del costo variable de cada Kg. de pegamento, se parte del costo de la materia prima empleada y la cantidad utilizada en una parada que elabora 200 Kg. de producto, información que se detalla en la tabla 1.3.

Tabla 1.3 Costos variables del año 2005 para 200 Kg. de pegamento

COSTOS VARIABLES	VALORES (\$)
Luz Eléctrica	0,003
Materia prima	61,710
Dextrina	48,960
Hidróxido de sodio sólido	0,640
Colofonia	2,950
Formol	0,810
Bórax	6,500
Urea	1,850
TOTAL	61,71

Fuente: Archivo de la fábrica JR Químicos
 Autor: Ricardo Gangotena

El costo variable para producir 200 Kg. de pegamento (1 parada) es de \$ 61.71, es decir que 1 Kg. de pegamento tiene un costo variable de \$ 0.31.

La fórmula del costo variable es la siguiente:

$$\text{Costo variable} = Q * \text{costo por Kg.} \quad (1.2)$$

Donde Q = cantidad producida en Kg.

1.1.10.2. Costos fijos (CF)

Los costos fijos son aquellos gastos cuyo valor permanece constante, independiente del nivel de producción de la empresa y son pago de alquiler o arriendo, impuestos fijos, servicios públicos (luz, agua, teléfono, gas, etc.), sueldos, salarios y suministros de oficina.

Para el análisis de los costos fijos de la empresa se tomó valores de referencia del año 2005 y se detallan en la tabla 1.4.

Tabla 1.4 Costos fijos del año 2005

COSTOS FIJOS	VALORES (\$)
Sueldo Operario	2.304,00
Sueldo Gerencia	7.200,00
Prestaciones sociales	3.817,44
Teléfono	726,62
Agua	213,00
Luz	200,00
Uniformes	154,00
Suministros	150,00
Otros	360,00
TOTAL	15.125,06

Fuente: Archivo de la fábrica JR Químicos
Autor: Ricardo Gangotena

Los costos fijos para el año 2005 tienen un valor total de \$ 15,125.06, es decir \$1,260.42 mensual.

Con los valores de los costos variables y fijos se obtiene el costo total de producción mensual que es el siguiente:

$$\text{Costo total} = 1,260.42 + (Q * 0.31)$$

1.1.10.3. Punto de equilibrio

El análisis de punto de equilibrio, se refiere al punto, en donde los ingresos totales recibidos se igualan a los costos asociados con la venta de un producto¹.

Se considera también, que es el punto en el cual los ingresos son equivalentes a los costos y gastos, y por lo cual no existe ganancia, y es el punto de corte en el cual desaparecen las pérdidas y empiezan las utilidades o viceversa.

Un punto de equilibrio es usado comúnmente en las empresas y organizaciones para establecer la posible rentabilidad de vender un determinado producto.

Si el producto puede ser vendido en mayores cantidades, de las que arroja el punto de equilibrio, tendremos entonces que la empresa percibirá beneficios. Si por el contrario, se encuentra por debajo del punto de equilibrio, tendrá pérdidas.

¹ Colaboradores de Wikipedia. *Análisis de Punto de Equilibrio* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2007 [fecha de consulta: 8 de febrero del 2007]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=An%C3%A1lisis_de_Punto_de_Equilibrio&oldid=6890710>.

Para determinar el punto de equilibrio de la empresa se igualaron los ingresos totales (IT) con el costo total (CT) es decir:

$$IT = CT \quad (1.3)$$

Ingreso total es igual a:

$$IT = Q * P \quad (1.4)$$

Donde P = precio de venta que es de \$ 0.56 por Kg. (Anexo 4).

La cantidad de 5,041.68 unidades como nivel de producción de equilibrio indica que se genera un costo de 2,823.34 dólares. Cada unidad producida por encima de este valor representa la utilidad generada por la empresa.

1.2. Levantamiento de procesos

En el Anexo 5 se muestra el diagrama de flujo del proceso utilizado por la fábrica para la elaboración de su producto.

1.2.1. Descripción del proceso

El siguiente proceso es el que se utiliza para la elaboración del pegamento:

1. Adquisición de materia prima: dextrina, hidróxido de sodio sólido, bórax, colofonia, formal y urea.
2. Calentamiento: en el horno se calienta a 80° C, 100 litros de agua y se utiliza el calefón para los otros 100 litros, con el fin de reducir el tiempo de calentamiento.

3. Mezcla 1: se vierte 45 litros de agua caliente a la mezcladora, se añade 80 Kg. de dextrina y se pone en movimiento la mezcladora hasta homogenizar la solución.
4. Preparación de materia prima (Solución 1): en un balde de plástico se mezclan 30 Kg. de colofonia y 16 Kg. de hidróxido de sodio sólido (sosa cáustica), en 30 litros de agua. Esta cantidad sirve para aproximadamente 15 paradas.
5. Preparación materia prima (Solución 2): con una paleta de madera y en un envase de plástico se mezcla 10 Kg. de bórax con 50 litros de agua.
6. Mezcla 2: se añade 5 Kg. de la solución 1, 60 Kg. de la solución 2, 1 Kg. de formol, 1 Kg. de urea a la mezcla 1 y se aumenta 45 litros de agua por partes. Se mezcla durante 15 min. hasta obtener una solución uniforme.
7. Reposo: se deja reposar la mezcla total hasta que llegue a una temperatura de 20° C.
8. Control de calidad: se mide y se verifica que los valores correspondientes a viscosidad, acidez y contenido de sólidos se encuentren dentro de los siguientes parámetros:
 - Viscosidad a 20° C: 20 seg.
 - Acidez a 20° C: 8.5 – 9.5

- Contenido de sólidos: 40 +/- 1.
9. Preparación para envasado: en un tanque de tol de 200 Kg. se coloca una funda de plástico resistente.
 10. Filtrado y envasado: se vierte la mezcla 2 en el tanque que tiene dentro la funda de plástico, filtrándolo con un cernidor, con el objeto de evitar el paso de impurezas.
 11. Cierre, etiquetado: se cierra la funda plástica con la piola nylon, se tapa el tanque y se asegura con el alambre de amarre. Se coloca la etiqueta en un lugar visible del tanque, con datos de la empresa y con el nombre del pegamento.

2. Descripción pegamento y materia prima

2.1. Pegamento

Es una pasta fuerte y traslúcida con características de adhesividad y pegado, también conocido como adhesivo o cola. Es una sustancia viscosa que fluye de diversos vegetales; es soluble en el agua e insoluble en el alcohol y el éter.

2.1.1. Descripción físico - química

Es un producto químico de consistencia líquida, de color café oscuro, utilizado para unir materiales entre sí, específicamente papel, cartón y cartulina.

Las propiedades del pegamento producido en la fábrica JR Químicos son las siguientes:

- Solubilidad: 100% soluble en agua.
- Viscosidad a 25° C: 1260 centipoise.
- Contenido de Sólidos: 31.48 %.
- ph a 20° C: 9.15.
- Densidad: 1.15 g/cm³.

Los valores antes descritos fueron proporcionados, luego del correspondiente análisis, por el Centro de Investigaciones Aplicadas a Polímeros (CIAP) de la Escuela Politécnica Nacional (Anexo 6)

2.1.2. Descripción funcional

El pegamento de forma general tiene un sin número de aplicaciones, esto depende de la materia prima, las cantidades y los procesos utilizados. La calidad y características del pegamento elaborado en la fábrica JR Químicos permite ser utilizado en la industria del papel higiénico, en la fabricación de Kores, que son los tubos de cartón ubicados en la parte interna del rollo; en la producción de fundas de papel kraft; en la industrialización de carpetas de cartulina y para el laminado de cartón, que consiste en la unión de las láminas de cartón, por medio de una máquina laminadora.

2.1.3. Almacenamiento

Se recomienda almacenar en lugares frescos y techados.

2.1.4. Riesgos

Por el hecho de estar elaborado con materia prima de uso controlado y delicado, tiene los mismos riesgos de cada una de ellas, por tal razón se debe evitar inhalar, ingerir y el contacto directo con la piel.

2.2. Materia Prima

2.2.1. Dextrina

La dextrina es un hidrato de carbono soluble, viscoso y amorfo que se forma en la pasta de almidón por la acción de la hidrólisis incompleta, ya sea ácida o enzimática; la hidrólisis es un mecanismo de transformación que involucra ruptura de los enlaces, restablecimiento de moléculas y repolimerización.

La dextrina es una mezcla de productos entre el almidón y el azúcar.

En el apartado 3.2 del capítulo 3 se describe detalladamente sus características.

2.2.1.1. Propiedades físicas

Las propiedades que tiene la dextrina actualmente son las siguientes:

- Solubilidad: 74%
- Color: amarillento
- Al mezclarse con agua tiene características pegajosas y de un jarabe.
- pH: 3.22 al 25% p/p.
- Forma y pureza: polvo con presencia de pequeñas partículas de color negro (Anexo 7).

Estos valores fueron obtenidos experimentalmente por medio de los métodos prácticos propuestos en el apartado 3.4.1 del capítulo 5, realizados a una dextrina nacional.

A continuación se describe las propiedades que debería tener la dextrina (producto ideal) para la producción de pegamentos en la fábrica JR Químicos.

- Solubilidad: 90%
- Color: blanco amarillento
- Al mezclarse con agua tiene características pegajosas y de un jarabe.
- Ph: 3.22 al 25% p/p.
- Forma y pureza: polvo blanco sin presencia de impurezas (Anexo 8).

Estos datos fueron obtenidos experimentalmente por medio de los métodos prácticos propuestos en el apartado 3.4 del capítulo 3, realizados a una dextrina importada.

2.2.1.2. Almacenamiento

La dextrina viene envasada en costales herméticamente cerrados, los mismos que se almacenan en un local fresco, seco, con buena ventilación, con renovación de aire, a una temperatura de 15 a 25° C y alejado de cualquier producto que pueda provocar incendios.

2.2.1.3. Riesgos

- Contacto con la piel: por lapsos de tiempo prolongado produce irritación.
- Inhalación: produce irritación en las vías respiratorias.
- Ingestión: causa irritación en la garganta.
- Contacto con ojos: provoca irritación; si la exposición es en grandes cantidades puede causar daños permanentes al ojo.
- Incendios: es un producto altamente inflamable, puede causar incendios, formación de gases de combustión y vapores peligrosos.

2.2.2. Hidróxido de sodio sólido (NaOH)

El hidróxido de sodio (NaOH) también conocido como sosa cáustica es una sustancia incolora e higroscópica, es decir, tiene la capacidad de absorber agua de la atmósfera y presenta un ligero olor a amoníaco; se vende en forma de trozos, escamas, hojuelas, granos o barras.

Es una materia prima que se la utiliza para aumentar la adhesividad y viscosidad del pegamento. En cantidades excesivas puede causar problemas en el funcionamiento de la máquina en la que se la usa, ya que el pegamento aumenta su viscosidad reduciendo su manipulación y distribución.

2.2.2.1. Propiedades físicas

- Masa molecular: 40 uma (unidad de masa molecular).
- Punto de fusión: 323 °C.
- Densidad: 2.1 Kg/l.

2.2.2.2. Almacenamiento

Se envasa en tambores y sacos de nylon, los que deben estar almacenados en lugares ventilados y secos.

2.2.2.3. Riesgos

- Ingestión: puede causar daños graves y permanentes al sistema gastrointestinal.
- Inhalación: irritación con pequeñas exposiciones, puede ser dañino o mortal en altas dosis.
- Contacto con la piel: los síntomas van desde irritaciones leves hasta úlceras graves.
- Contacto con los Ojos: puede causar quemaduras, daños a la córnea o conjuntiva.

2.2.3. Colofonia

Es una resina sólida (polvo), parda o amarillenta, residuo de la destilación de la trementina².

Las aplicaciones de la colofonia son variadas y entre ellas se destaca el uso en adhesivos, cola para papel, industria de goma, barnices y pinturas.

Su función fundamental es aumentar el contenido de sólidos.

2.2.3.1. Propiedades físicas

- Punto de fusión: 100-150° C.
- Densidad: 1.1 Kg/l
- Solubilidad en agua: Ninguna
- Punto de inflamación: 187° C

2.2.3.2. Almacenamiento

Debe almacenarse en lugares cerrados, secos, bien ventilados y protegida de daños físicos.

2.2.3.3. Riesgos

- Peligros físicos: es posible la explosión del polvo si se encuentra mezclado con el aire en forma granular.
- Peligros químicos: por combustión, formación de gases irritantes y tóxicos conteniendo formaldehído.

² Colaboradores de Wikipedia. *Colofonia* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 23 de octubre del 2006]. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Colofonia&oldid=6831999>>.

- Efectos de exposición de corta duración: la inhalación del polvo o humo puede originar reacciones asmáticas. La inhalación del humo puede originar irritación de los ojos y del tracto respiratorio.
- Efectos de exposición prolongada o repetida: el contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. La exposición a inhalación prolongada o repetida puede originar asma.

2.2.4. Formol

Es un líquido incoloro, transparente de olor característico fuertemente irritante. El formol 50.1% corresponde a una solución de aldehído fórmico al 50% de concentración estabilizada con 1% de alcohol metílico. El formaldehído (HCHO) es un gas volátil, ligeramente más pesado que el aire, incoloro y muy soluble en agua.

Su principal característica es como agente conservador en la industria de pinturas, recubrimientos, adhesivos y pegamentos.

2.2.4.1. Propiedades físicas

- Punto de Ebullición: 99° C.
- Punto de Inflamación: 85° C.
- pH: 3.0-4.5.
- Presión de vapor a 25° C: 1.3 mm Hg.
- Densidad a 25° C: 1.11 Kg/l.
- Solubilidad: Miscible con agua en todas proporciones.
- Solución de formaldehído: 37%.
- Concentración: 17.2%.

2.2.4.2. Almacenamiento

- El formaldehído debe ser almacenado en recipientes cerrados de acero inoxidable, aluminio ó poliéster reforzado.
- Consérvese en lugares bien ventilados y protegidos de temperaturas extremas.
- Manejar con guantes y gafas de seguridad u otra protección ocular adecuada. Se pueden necesitar botas de goma, pero en general el manejo físico de las disoluciones de formaldehído debe reducirse al mínimo.

2.2.4.3. Riesgos

- Inhalación: los vapores de formaldehído irritan todas las partes del sistema respiratorio superior.
- Contacto con la piel: la disolución de formaldehído es un irritante moderado para la piel y puede causar endurecimiento y cuarteamiento de la piel. También puede causar dermatitis y sensibilización de la piel en algunos individuos.
- Contacto con los ojos: la disolución de formaldehído es un irritante severo para los ojos y puede causar daños permanentes. El vapor puede causar irritación de los párpados.
- Ingestión: en caso de ingestión, produce irritación inmediata de la boca, garganta y estómago, provocando nauseas. En casos extremos puede llegar a producir fuertes dolores abdominales.

2.2.5. Bórax

Es un compuesto importante del boro también llamado borato de sodio o tetraborato de sodio. Es un cristal blanco y suave que se disuelve fácilmente en

agua. Si se deja reposar al aire libre pierde lentamente su hidratación y se convierte en tincalconita³.

El bórax sirve para aumentar la adhesividad.

2.2.5.1. Propiedades físicas

- Peso molecular: 381.4 uma (unidad de masa molecular).
- Punto de fusión: se descompone a 75 °C.
- Densidad: 1.7 kg/l.
- Insoluble al agua 0.1%.
- Contenido: 99.7%

2.2.5.2. Almacenamiento

El almacenamiento se lo debe realizar en un lugar que se encuentre a temperatura ambiente.

2.2.5.3. Riesgos

- Ingestión: produce irritación tracto gastrointestinal, en grandes dosis pueden ser fatales.
- Inhalación: puede causar irritación a las vías respiratorias.
- Piel y ojos: causa irritación.

³ Colaboradores de Wikipedia. *Bórax* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 26 de octubre del 2006]. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=B%C3%B3rax&oldid=6085845>>.

2.2.6. Urea

La urea es un compuesto químico cristalino, incoloro⁴. De forma esférica o granular. Es una sustancia higroscópica. Se encuentra abundantemente en la orina. La urea se forma principalmente en el hígado como un producto final del metabolismo.

La urea preparada comercialmente se encuentra presente en adhesivos, plásticos, resinas, tintas, productos farmacéuticos y acabados para productos textiles, papel y metales.

Es utilizada para mantener la humedad, en el pegamento retarda el tiempo de pegado.

2.2.6.1. Propiedades físicas

- Peso molecular: 60.06 uma (unidad de masa molecular).
- Densidad: 1.33 Kg/l.
- Punto de fusión: 132.7° C.
- Solubilidad: es muy soluble en agua, alcohol y amoníaco. Poco soluble en éter y otros a temperatura ambiente.

2.2.6.2. Almacenamiento

Almacenar en lugares cerrados, no expuestos al aire libre.

⁴ Colaboradores de Wikipedia. *Urea* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 26 de octubre del 2006]. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Urea&oldid=6697909>>.

2.2.6.3. Riesgos

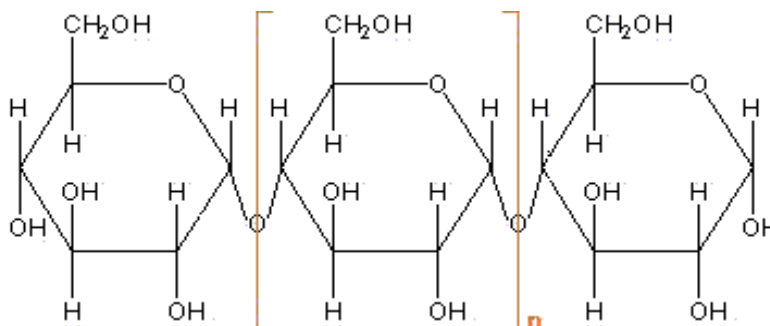
- La urea es una sustancia no peligrosa, no tóxica, no cancerígena y tampoco es inflamable aunque si es levemente irritante en contacto en los ojos y la piel.
- Es explosivo si se mezcla con agentes reductores fuertes, como hipoclorito y por termo descomposición, produce gases inflamables y tóxicos (NH_3 y CO_2).

3. Marco teórico

3.1. Almidón

El almidón es un polímero formado por moléculas de glucosa (Figura 3.1), su fórmula es: $(C_6 H_{10} O_5)_n$. El valor de n es la cantidad de moléculas de glucosa que tiene.

Figura 3.1 Molécula de glucosa



Fuente: <http://www.biologia.edu.ar/macromoleculas/azucar.htm>
Autores: Dr. Jorge Saul Raisman y Dra. Ana Maria Gonzalez

Tiene color blanco y aspecto granuloso, se almacena como material de reserva en los tubérculos, raíces y semillas de ciertas plantas.

Esta sustancia existe también en los vegetales; estos lo sintetizan por medio del dióxido de carbono, (CO_2) , tomado de la atmósfera y del agua, (H_2O) , absorbida del suelo. Durante este proceso toman energía del sol, la misma que es almacenada como glucosa.

El uso del almidón es muy común como alimento en la dieta diaria de los seres humanos, ya que se lo encuentra en tubérculos, cereales, frutas, etc., de los que se obtiene la mayor parte de la energía requerida diariamente.

El almidón se diferencia de los demás hidratos de carbono presentes en la naturaleza, porque se presenta como un conjunto de gránulos o partículas.

Estos gránulos o partículas son relativamente densos e insolubles en agua fría, aunque pueden dar lugar a suspensiones cuando se dispersan en el agua, suspensiones que pueden variar en sus propiedades en función de su origen.

3.1.1. Características físicas

- Polvo de color blanco.
- Insoluble en agua fría.
- Humedad del 4.5% a 7.0%.
- pH de 5.0 a 6.5.

3.1.2. Fuentes de Almidón y sus aplicaciones

Las principales fuentes de almidón son los cereales, tubérculos, raíces y leguminosas. A nivel mundial los principales insumos que se explotan para la producción de almidón son el maíz, la yuca, la papa y el trigo.

En el Anexo 9 se indica las fuentes que se comercializa a escala mundial, describiendo sus respectivas aplicaciones en la industria. Se puede ver que existe una gran diferencia del porcentaje de maíz utilizado con las demás fuentes para producir almidón. Las propiedades funcionales de todos estos cereales, tubérculos y raíces varían muy poco y en la mayoría de los casos éstos pueden ser usados en varias industrias. La diferencia la hace el costo, el maíz es un producto cuyo valor es mucho mas bajo comparado con los otros.

El Almidón puede ser usado en diferentes industrias, dentro de las cuales tiene las siguientes aplicaciones:

- Industria de alimentos: el almidón es usado como jarabe y en varias sub aplicaciones, en natillas, pudines, sopas (agente espesante), rellenos de pastel, aderezos de ensaladas, en productos de pastelería y en la fabricación de caramelo entre otros.

- Industria del papel: en esta industria el almidón es utilizado para aumentar la fuerza de la hoja y mejorar la resistencia al rasgado. Es usado también en la elaboración de papeles recubiertos, esto incrementa la fuerza de tensión del rollo de papel, que sirve y es necesario para la impresión en altas velocidades, de lo contrario el papel al pasar por las impresoras industriales podría hacerse pedacitos.

- Industria textil: brinda excelente resistencia a la abrasión producida en los telares. Es utilizado como encolante de los hilos de urdimbre para disminuir la pelusa y mejora la eficiencia en el telar.

- Industria del petróleo: en esta industria el almidón es usado como ingrediente en los lodos de perforación, como agente de flotación para facilitar las perforaciones.

- Industria de adhesivos: gracias a la característica de adhesión que tiene el almidón se puede producir pega, pegamento, goma, etc., sirve además como materia prima para elaborar diversas clases y tipos de adhesivos.

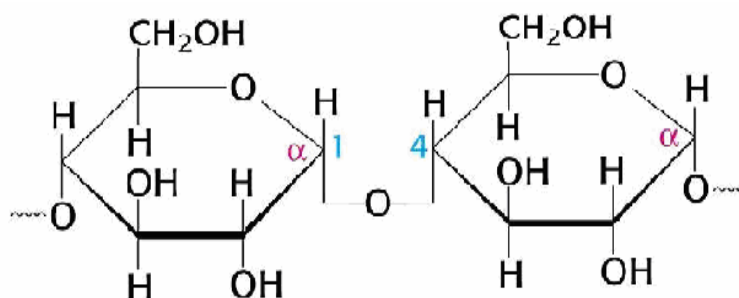
3.1.3. Estructura del Almidón

El almidón en su forma estructural está compuesto de dos partes distintas:

3.1.3.1. Amilosa

Cadena larga con forma lineal, no ramificada constituida por alrededor de 1000 moléculas de glucosa, las mismas que se encuentran unidas mediante enlaces alfa (1-4). (Figura 3.2)

Figura 3.2 Estructura de la amilosa



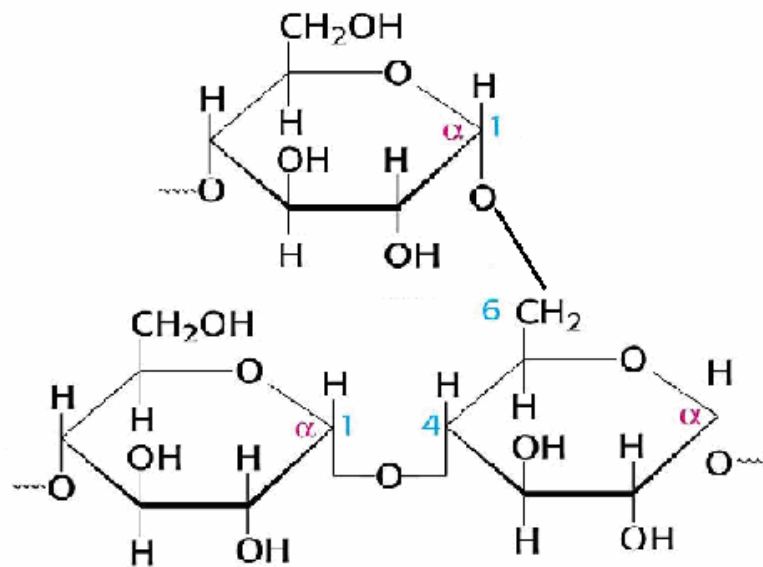
Fuente:

<http://bifi.unizar.es/jsancho/estructuramacromoleculas/16polisacaridos/polisacaridos/homopolisacaridos/almidon/amilopectina.JPG>

3.1.3.2. Amilopectina

La diferencia que posee con respecto a la amilosa es que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular parecida a la de un árbol; estas ramificaciones están unidas al tronco central por enlaces alfa (1-6). La amilopectina tiene de 5 a 6 % de enlaces alfa (1-6) y está formada por un promedio de 10.000 moléculas de glucosa. (Figura 3.3)

Figura 3.3 Estructura de la amilopectina



Fuente:

<http://bifi.unizar.es/jsancho/estructuramacromoleculas/16polisacaridos/polisacaridos/homopolisacaridos/almidon/amilopectina.JPG>

De manera general, los almidones contienen entre el 20% y el 30% de amilosa, y el 70% y 80% de amilopectina. (Anexo 10)

Según Braverman la diferencia entre los tipos de almidón están descritas por las siguientes características:

- Composición química
- Proporción de amilosa y amilopectina (Anexo 10).
- Tamaño y grado de ramificación de la amilopectina.
- Grado de polimerización de la amilosa y la homogeneidad de las unidades de las cadenas.

3.2. Dextrina

3.2.1. Definición

La dextrina es un carbohidrato "de bajo peso molecular" producida por la hidrólisis de almidón (descomposición química de la estructura molecular del almidón usando un componente ajeno a su estructura básica como son los ácidos o enzimas). Ellos tienen la misma fórmula general que los carbohidratos, pero son de longitud de cadena más corta. La producción industrial generalmente es realizada por la hidrólisis ácida de almidón de maíz.

Estas moléculas rotas por la hidrólisis producida tienen diferentes tamaños, las mismas que dependen del tipo de almidón utilizado; tipo y concentración de catalizador; y temperatura y tiempo de reacción.

La dextrina debe su nombre a la propiedad que tienen sus soluciones de ser intensamente dextrógiras al examen polarimétrico, es decir, que desvían la luz polarizada a la derecha.

Como Guy Fleche indica, las dextrinas son un producto resultante de una piroconversión del almidón, que es un tratamiento que se lo realiza al almidón acidificado sometido a altas temperaturas.

Por otra parte Davis R. Lineback define a las dextrinas como un sacárido nutritivo que se obtiene de la acción del calor o del calor más ácido sobre un almidón. Esta dextrina consiste en polímeros glucosídicos tanto lineales como ramificados, que son altamente solubles en agua y con una viscosidad baja.

3.2.2. Historia

La transformación del almidón para obtener dextrinas comenzó cerca del año 1870, cuando diferentes científicos modificaron el almidón mezclándolo con ácidos hasta que los gránulos de éste queden fragmentados. Años después modificaron dicho proceso y al almidón de papa lo mezclaban con cierta cantidad de ácido clorhídrico y lo dejaban reaccionar durante varios días, lo filtraban, lavaban y obtenían una sustancia granular que permanecía estable durante varios días. En 1897, descubrieron que el mismo almidón podría ser modificado usando una concentración inferior de ácido pero usando temperaturas más altas.

A partir de estos experimentos muchas fábricas comenzaron la elaboración de almidones modificados utilizando ácido clorhídrico en varias concentraciones y en varias temperaturas, las mismas que eran utilizados en diferentes actividades industriales.

3.2.3. Características

- Cuando las dextrinas son suspendidas en el agua y calentadas, los gránulos aumentan su volumen y luego se apartan, separándose en capas que se liberan y dispersan.
- Las dextrinas se diferencian de otros almidones modificados no sólo en la reducción de la viscosidad, sino también en una apreciable capacidad de solubilidad en agua fría y una reducida tendencia a gelificarse.

3.2.4. Elaboración

Las dextrinas son producidas del almidón cocido por calefacción seca o tostando el almidón no modificado con o sin un catalizador ácido o alcalino. En

este proceso, el almidón no modificado, secado a una humedad aproximadamente del 5-7%, por lo general es acidificado con pequeñas cantidades de ácido mineral y colocado en reactores o asadores. La temperatura se aumenta de una manera controlada para luego mantenerla a una temperatura máxima por lapsos de tiempo variado. El producto resultante es enfriado y mezclado. Otro método de dextrinización utiliza una cama (plancha), instalada dentro de un reactor, en la cual el almidón no modificado fluye en una corriente de aire con calefacción. El almidón entonces es acidificado y como en el proceso antes mencionado, la temperatura y tiempo es controlado hasta obtener el producto deseado. Utilizando diferentes combinaciones de las variables de temperatura y tiempo se obtiene una gama de dextrinas con propiedades que varían extensamente.

Otro método utilizado es el siguiente: la dextrina se forma por calentamiento del almidón húmedo, con presencia de una pequeña cantidad de ácido nítrico o clorhídrico diluidos. Una vez humedecida con dichos ácidos y antes de someter el almidón a temperaturas elevadas, se lo seca a bajas temperaturas para evitar la formación de engrudo y azúcar. Seguidamente se lo pone en contacto íntimo con aire caliente, saturado de humedad, con lo que, debido a la diferencia de temperatura entre el almidón y el aire se establece un equilibrio en la humedad de ambos. El calor y la humedad combinados producen el rompimiento de los enlaces, al mismo tiempo que el almidón es deshidratado. Finalmente se pulveriza y tamiza.

3.2.5. Tipos

Existen tres tipos principales de dextrinas: blancas, amarillas y gomas británicas.

3.2.5.1. Dextrinas blancas

Estas dextrinas tienen un color blanco similar al almidón de grano original, pero con una viscosidad reducida y con una solubilidad en agua fría de 35 a 85 % dependiendo de las condiciones de reacción.

Las dextrinas blancas con solubilidad baja (35 - 55 %) producen pastas similares a la mayoría de los almidones que fueron hervidos y modificados con ácido. Por otra parte las dextrinas blancas con alta solubilidad (el 55-85 %) pueden ser usadas en concentraciones mucho más altas para producir geles muy suaves.

Estas dextrinas tienen un peso molecular intermedio en comparación a las dextrinas amarillas y las gomas británicas.

3.2.5.2. Dextrinas amarillas (Dextrinas de canario)

Son dextrinas de color amarillo, con un alto grado de solubilidad en agua fría (90 – 95 %); pueden producirse usando menos ácido y mayor tiempo de exposición a mayores temperaturas. Las dextrinas amarillas son usadas para producir pastas con altos porcentajes de sólidos (40-60 %) y con características de adhesividad bastante altas y si son aplicadas en películas muy delgadas (finas) tiene un secado rápido.

Estas dextrinas son usadas principalmente para pegar productos de papel.

3.2.5.3. Gomas británicas

Se producen añadiendo un poco de ácido al almidón muy seco para luego tostarlo por un largo tiempo a una temperatura progresiva de manera lenta. Son tostados hasta llegar a un color café claro y con olor acaramelado. Se obtiene una gama de resultados de productos, que varían desde una baja a una alta solubilidad dependiendo del proceso utilizado. Las pastas listas de estas dextrinas varían de geles casi sólidos a geles muy suaves y a líquidos viscosos.⁵

3.2.6. Descripción física de la dextrina

- Inodoro e insípido
- Soluble en una parte de agua e insoluble en alcohol y éter.
- Humedad de 8 – 10%.
- pH de 3.0 a 4.0.
- Altamente inflamable.
- La solución es dextrógira, que quiere decir que tiene la propiedad de hacer girar el plano de la luz polarizada hacia la derecha.

⁵ Corn Refiners Association. *Corn Starch* [en línea]. 11ma. Edición. Estados Unidos: CRA, 2006. [fecha de consulta: 12 de noviembre del 2006]. Disponible en <<http://www.corn.org/Starch2006.pdf>>

3.2.7. Descripción química de la dextrina

La formulación química de la dextrina es la misma que la del almidón, es decir: $(C_6 H_{10} O_5)_n$, en donde n es un valor más pequeño que el valor de la n del almidón.

3.2.8. Descripción funcional de la dextrina

La principal característica funcional que tienen las dextrinas es la adhesividad, pero cabe destacar otros usos importantes dentro de la industria en general.

3.2.8.1. Industria de adhesivos

Las dextrinas dentro de las industrias de adhesivos tienen una gran variedad de aplicaciones, estas dependen del tipo de dextrinas utilizadas. La tabla 3.1 indica las aplicaciones que tiene cada una de las dextrinas para la producción de adhesivos.

Tabla 3.1 Tipos de dextrinas y sus aplicaciones

TIPO DE DEXTRINA	APLICACIONES
Dextrinas blancas	Pastas para unión de cajas Tubos de cartón Sellado de cajas de cartón Laminado de cartón Hojas y etiquetas con adhesivo Uniones posteriores de sobres
Dextrinas amarillas	Hojas y cintas con adhesivo Uniones delanteras de sobres Estampillas Laminado de cartón Tubos de cartón
Gomas británicas	Laminado de fibra sólida Pastas para unión de cajas Tubos de cartón curvos

Fuente: KENNEDY, H. y FISCHER A. "Starch"

3.2.8.2. Otras industrias

Las dextrinas son usadas en la fabricación de una pasta de yeso para la construcción de pared seca. Esta pasta es una mezcla de yeso y dextrina en solución; para su aplicación se la extiende entre dos hojas de papel, la dextrina migra hacia el papel y ayuda a formar una unión entre el yeso y el papel.

La dextrina era muy usada en la industria textil no sólo por su bajo costo de producción, sino también por la facilidad que tenía de adaptarse a diferentes grados de fluidez.

Dentro de la industria del papel la dextrina es empleada para la fabricación de papel de tamaños finos. Se usa para aumentar la fuerza del papel y para dar facilidad de impresión sobre el cartón. Dextrinas modificadas por ácidos cerosos han encontrado la utilidad en la fabricación de cartón corrugado.

3.3. Materia prima necesaria para elaboración de dextrina

Para la producción de dextrina por medio del proceso ácido es necesario lo siguiente:

3.3.1. Almidón de maíz.

Las propiedades, características y descripción del producto se encuentran detalladas en el apartado 3.1.

A continuación se describe los métodos de control de calidad del producto.

3.3.1.1. Métodos de control de calidad

La característica fundamental del almidón a ser analizado en este caso, es el contenido real de almidón en la harina de maíz, para esto se recomienda utilizar el método descrito en la Norma INEN número 524 (Anexo 11).

Otro parámetro importante a ser medido es el nivel de pH. El procedimiento para su medición se describe en el apartado 1.1.6.2 del capítulo 1.

Al ser el almidón de maíz una sustancia sólida, previamente es necesario transformarla en una solución. Para esto se deben seguir los siguientes pasos:

- Pesar 10 gr. de almidón de maíz y 90 gr. de agua por separado en la balanza.
- En un Erlenmeyer mezclar el almidón de maíz con el agua con la ayuda del agitador magnético durante 5 minutos para producir una solución al 10%.

En estas condiciones se procede a realizar las determinaciones deseadas.

3.3.2. Ácido sulfúrico

El ácido sulfúrico (H_2SO_4) es un líquido aceitoso, incoloro, de gran viscosidad y sumamente corrosivo. Tiene variedad de aplicaciones dentro de la industria química.

El ácido sulfúrico tiene una fuerte acción deshidratante y no sólo extrae el agua de las sustancias químicas y de los tejidos animales y vegetales, sino que por

contacto directo causa la destrucción de éstos. Es por esto que se utiliza para desecar sustancias.

3.3.2.1. Propiedades físicas

- Mayor Concentración: 98.5% a una temperatura de 15.5° C.
- Punto de ebullición: 338° C.
- Densidad a 20° C: 1.8 Kg/l.
- Punto de fusión: -40° C para una concentración de 65.13%.
- Solubilidad: soluble en agua, pero reacciona violentamente al mezclarse con ella, generando calor. Con otros solventes no hay mezcla, no hay reacción.
- Temperatura de descomposición: 340° C.
- Presión de vapor a 20 ° C: < 0.001 bar.
- Masa molecular: 98.1 uma (unidad de masa molecular).

3.3.2.2. Almacenamiento

- Evitar el contacto del ácido con el agua.
- Almacenar separado de carburos, cloratos, fulminatos, nitratos, metales en polvo, materiales oxidantes y combustibles.
- Almacenar en un lugar aislado, no expuesto a la luz solar y con suficiente ventilación.
- Almacenar en envases de vidrio o polietileno, protegiéndolo de la humedad.

3.3.2.3. Riesgos

- Inhalación: la inhalación de los vapores puede causar daño pulmonar grave.

- Efectos de una sobre exposición aguda: el ácido sulfúrico es corrosivo para todos los tejidos del cuerpo. La cantidad fatal para un adulto varía entre una cucharadita de té y seis gramos del ácido concentrado.
- Contacto con la piel: el contacto con la piel puede causar necrosis (gangrena) grave de los tejidos.
- Contacto con los ojos: el contacto del ácido sulfúrico con los ojos puede resultar en la pérdida total de la visión.
- Ingestión: el contacto del ácido sulfúrico con los órganos internos del cuerpo corroe las membranas mucosas de la boca, garganta y esófago, con dolor agudo y dificultad para tragar. Puede haber también hemorragia gástrica y vómito sanguinolento.
- Peligro para el medio ambiente: el ácido sulfúrico es dañino para la vida acuática en concentraciones muy bajas. El ácido sulfúrico debe ser usado, si es posible en circuitos cerrados de cañerías, a fin de reducir al mínimo la posibilidad de contacto por derrame accidental. No se debe permitir que el ácido entre en alcantarillas o fuentes de agua.

3.3.2.4. Método de control de calidad

Cuando se quiere utilizar industrialmente el ácido sulfúrico es necesario medir la acidez total de dicho producto, aplicando el método que detalla las Normas INEN 1877 (Anexo 12).

3.3.3. Ácido clorhídrico

También denominado como cloruro de hidrógeno (HCl). A temperatura ambiente es un gas incoloro y de olor acre. Es muy corrosivo, ácido e irritante, que forma nieblas con el aire húmedo por ser muy soluble en el agua. En la

disolución acuosa se comporta como un ácido muy fuerte. Tiene gran importancia industrial utilizándose como reactivo en análisis químicos.

3.3.3.1. Propiedades Físicas

- Densidad: 1.2 Kg/l (líquido).
- Solubilidad: 70 g en 100g de agua.
- Peso molecular: 36.45 g/mol
- Punto de fusión: -25 °C
- Punto de ebullición: 85 °C
- pH a una temperatura de 20° C: <1.

3.3.3.2. Almacenamiento

Debe almacenarse en lugares secos, bien ventilados, alejado de materiales oxidantes y protegido de daños físicos.

3.3.3.3. Riesgos

- Riesgos de fuego y explosión: no es inflamable. Se produce gas inflamable cuando se encuentra en contacto con metales. Se generan vapores tóxicos e irritantes de cloruro de hidrógeno cuando se calienta.
- Riesgos a la salud: el ácido clorhídrico y concentraciones altas de gas, son altamente corrosivos a la piel y membranas mucosas.
- Inhalación: en el caso de exposiciones agudas, los mayores efectos se limitan al tracto respiratorio superior. El gas causa dificultad para respirar, tos e inflamación y ulceración de nariz, tráquea y laringe.

- Contacto con ojos: este ácido es un irritante severo para los ojos y su contacto con ellos puede causar quemaduras, reducción la visión o incluso la pérdida total de ésta.
- Contacto con la piel: en forma de vapor o disoluciones concentradas causa quemaduras serias, dermatitis y fotosensibilización. Las quemaduras pueden dejar cicatrices, que pueden desfigurar las regiones que han sido dañadas.
- Ingestión: produce corrosión de las membranas mucosas de la boca, esófago y estómago. Los síntomas que se presentan son: disfagia, náuseas, vómito, sed intensa y diarrea. Puede presentarse incluso colapso respiratorio y muerte por necrosis del esófago y estómago.

3.3.3.4. Método de control de calidad

El análisis del ácido clorhídrico responderá al método descrito en la Normas INEN número 1877 (Anexo 12).

3.4. Métodos de control de calidad de la dextrina

Existen varios métodos para realizar el control de calidad de la dextrina, los artesanales o prácticos y los analíticos.

3.4.1. Métodos artesanales o prácticos

Los métodos artesanales o prácticos son los que se recomienda seguir para cada lote de producción por su facilidad y bajo costo, pero que al mismo tiempo tienen un grado de aceptación bastante alto para los parámetros exigidos por la fábrica JR Químicos. Estos métodos son:

- Solubilidad

- Color
- Forma y pureza
- Nivel de PH

3.4.1.1. Solubilidad

En química, la solubilidad es una medida de la capacidad de una determinada sustancia para disolver en un líquido. En términos generales, es la facilidad con que un sólido puede mezclarse homogéneamente con el agua para proporcionar una solución química. Puede expresarse en moles por litro, en gramos por litro, o en porcentaje de soluto/disolvente. La solubilidad de una sustancia en un líquido dado, depende de la naturaleza del soluto y del solvente, de la temperatura y de la presión. Cuando la concentración de una disolución alcanza la solubilidad, se dice que estamos en presencia de una solución saturada; bajo algunas condiciones puede sobrepasarla, denominándose solución sobresaturada⁶.

Para determinar la solubilidad que tiene la dextrina se utiliza un método que se describe a continuación:

3.4.1.1.1. Equipos y materiales necesarios

- Balanza analítica.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Agitador magnético.

⁶ Colaboradores de Wikipedia. *Solubilidad* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 15 de diciembre del 2006]. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Solubilidad&oldid=6603398>>.

- Kitasato de 250 ml.
- Papel filtro.
- Embudo Buchner.
- Probeta graduada de 100 ml.
- Bomba de vacío.
- Densímetro (g/l)

3.4.1.1.2. Procedimiento

- Pesar 25 gr. de dextrina y 225 gr. de agua por separado en la balanza.
- En un Erlenmeyer mezclar la dextrina con el agua con la ayuda del agitador magnético durante 5 minutos para producir una solución al 10%.
- Mojar el papel filtro y poner sobre el embudo buchner.
- Acoplar el embudo buchner con el Kitasato y filtrar la solución con la ayuda de una bomba de vacío.
- Trasvasar la solución filtrada a una probeta.
- Introducir el densímetro en la probeta y medir la densidad del producto (g/l).
- Transformar los valores de densidad (g/l) a grados brix con la ayuda de la tabla Densidad/Grados Brix⁷ (Anexo 13).

Es posible utilizar un refractómetro en lugar del densímetro, en ese caso no sería necesario realizar una conversión ya que este equipo proporciona valores en grados Brix.

⁷ En el caso de que los datos de la tabla no otorguen un valor exacto es necesario realizar una interpolación.

3.4.1.1.3. Condiciones de trabajo

La temperatura a la que se debe medir la solubilidad tiene que ser obligatoriamente a una temperatura de 20 ° C, considerada temperatura ambiente.

3.4.1.2. Color

El verificar el color que tiene el producto después del proceso es un método muy sencillo pero a la vez muy importante ya que indica si el producto llegó al punto (tiempo) indicado de cocido.

Para determinar el color exacto se toma como patrón el color indicado en el apartado 2.2.1.1 en el capítulo 2.

3.4.1.2.1. Equipos y materiales necesarios

- Muestra con color patrón (debe encontrarse entre dos placas de cristal).
- Placas de cristal.

3.4.1.2.2. Procedimiento

- Sacar una muestra del lote en proceso.
- Colocar sobre las placas de cristal al costado de las placas con la muestra patrón y comparar el color.

3.4.1.2.3. Condiciones de trabajo

- La persona que realice el control tiene que ser siempre la misma.

- Realizar el control en la mañana, es decir con luz solar o en un lugar que tenga suficiente iluminación.

3.4.1.3. Forma y pureza

La dextrina es un polvo de color blanco amarillento, el cual no tiene ninguna impureza, es decir que a la vista del ser humano no debe tener partículas de otro color.

Para comprobar que el producto tenga la forma y pureza apropiada se toma como patrón el producto indicado en el apartado 2.2.1.1 en el capítulo 2.

El procedimiento que se utiliza para determinar la forma y pureza adecuada es el mismo que se usa para medir el color.

3.4.1.4. Nivel de pH

El mismo procedimiento que se utiliza para medir el pH del almidón de maíz, se usa para la dextrina. Señalado en el apartado 3.3.1.1 del capítulo 3.

3.4.2. Métodos Analíticos

Los métodos analíticos son de gran exactitud y precisión, lo cual hace necesario el uso de equipos muy sofisticados con costos bastante elevados, por lo que se recomienda realizar los análisis en laboratorios especializados cuando el caso lo amerite. Los métodos existentes son:

- Polarización
- Reacción química
- Cromatografía

3.4.2.1. Polarización

Es una técnica que se basa en la medición de la rotación óptica producida sobre un haz de luz polarizada al pasar por una sustancia ópticamente activa. La actividad óptica rotatoria de una sustancia tiene su origen en la asimetría estructural de las moléculas⁸. Un compuesto se dice que es ópticamente activo si la luz polarizada es girada cuando pasa a través de él. La cantidad de rotación óptica es determinada por la estructura molecular y la concentración del compuesto⁹.

Por medio de esta técnica se puede hallar la concentración, contenido y pureza de una sustancia. La polarimetría es empleada en control de calidad, control de procesos e investigación en la industria farmacéutica, química, alimenticia y del azúcar.

El grado de rotación óptica de una sustancia se mide por medio de un instrumento llamado polarímetro (Anexo 14).

3.4.2.2. Reacción Química

La reacción química se define como el proceso mediante el cual una o más sustancias (elementos o compuestos) denominadas reactivos, sufren un

⁸ UNED. *Polarimetría* [en línea]. Técnicas instrumentales Físicoquímicas. 2006. [fecha de consulta: 17 de diciembre del 2006]. Disponible en <<http://www.uned.es/094258/contenido/tecnicas/polarimetria/polarimetria.htm>>.

⁹ GUTIÉRREZ, M. *Electroscopía* [en línea] UNAM, 2006 [fecha de consulta: 18 de diciembre del 2006]. Disponible en <http://www.fquim.unam.mx/sitio/usai_infra.asp>.

proceso de transformación o combinación para dar lugar a una serie de sustancias (elementos o compuestos) denominadas productos como por ejemplo la mezcla del almidón con el ácido clorhídrico tiene como resultado dextrina, maltosa, maltotriosa, o sacarosa dependiendo del proceso.

3.4.2.3. Cromatografía

Es una técnica muy versátil que se usa para la separación de los componentes de una mezcla y su posterior detección. Presenta muchas variantes pero todas ellas constan de una fase móvil que puede ser un líquido o un gas, la misma que transporta la muestra a través de la fase estacionaria que se trata de un sólido o un líquido fijado a un sólido manteniendo un contacto íntimo.

Los componentes de la muestra se distribuyen entre la fase estacionaria y la móvil interactuando de distinta manera, es decir que cada componente invierte diferente tiempo en recorrer cada fase, con lo que se produce la separación. Cuando un componente pasa la mayor parte del tiempo en la fase móvil se mueve rápidamente, mientras que si está la mayor parte en la fase estacionaria queda retenido y su salida es mucho más lenta. Una vez que todos los componentes de la muestra atravesaron la fase estacionaria y se separan, pasan a un detector que genera una señal la misma que determina la concentración o el tipo de compuesto.

Tomando en cuenta la naturaleza de la fase móvil, se puede mencionar dos tipos de cromatografía: cromatografía gaseosa y cromatografía líquida.

Cromatografía gaseosa: para transportar los componentes de la muestra a través de la fase estacionaria (columna) se utiliza un gas inerte. Con esta técnica se pueden separar muestras volátiles.

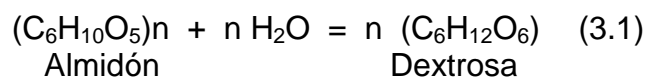
Cromatografía líquida: la fase móvil es un líquido en el cual los componentes de la muestra deben ser solubles y así poder transportarse por la fase estacionaria. Se usa para compuestos con poca volatilidad tales como moléculas grandes y altamente polares.

3.5. Hidrólisis del almidón

La hidrólisis en general, es una separación de las moléculas de ciertos compuestos orgánicos por el exceso de agua o por la presencia de una corta cantidad de fermento o ácido¹⁰.

El proceso de la hidrólisis del almidón, con agua y con una catálisis adecuada consigue que el agua entregue sus elementos a las moléculas del almidón.

La siguiente ecuación muestra lo dicho anteriormente.



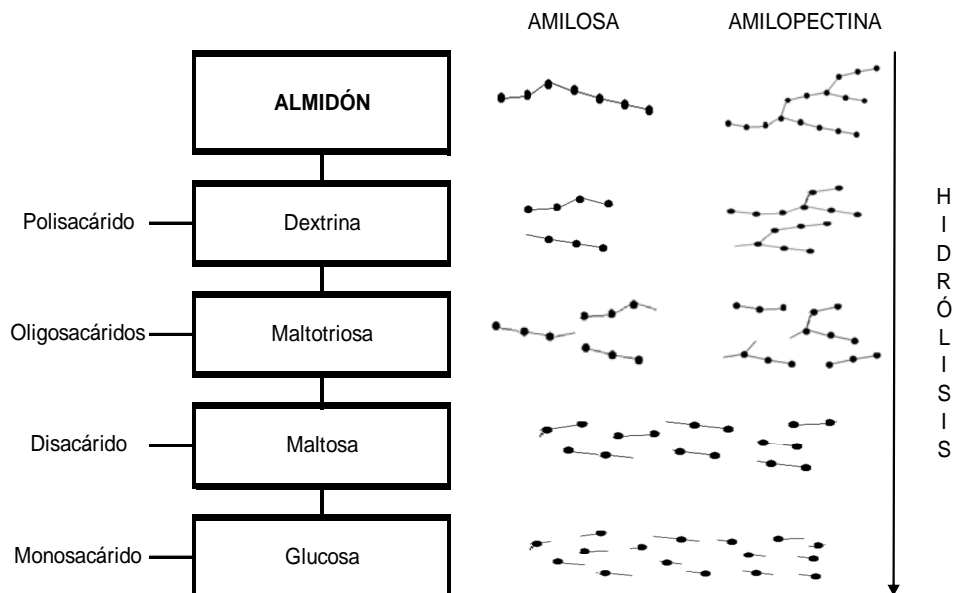
De acuerdo a la ecuación, con 81 unidades de almidón que reaccionan con 9 unidades de agua se produciría 90 unidades de dextrosa, esto cuando se

¹⁰ DICCIONARIO HISPÁNICO UNIVERSAL. Tomo 1. Panamá: Editorial Volcán S.A., 1970. p. 764.

produce la hidrólisis total del almidón. Menores grados de hidrólisis, producen maltosa y otros polisacáridos.

Para la hidrólisis industrial del almidón existe un proceso convencional que es utilizado desde hace muchos años, el cual usa cierta cantidad de ácidos fuertes como catalizadores en altas temperaturas. Esta descomposición de la estructura del almidón se produce de manera gradual (Figura 3.4).

Figura 3.4 Hidrólisis del Almidón



Fuente: Realizado por Ricardo Gangotena

Primero se obtiene dextrinas, las mismas que luego se descomponen sucesivamente en oligosacáridos, maltosas y por último en glucosa. La mezcla hidrosoluble resultante se concentra en forma de jarabes¹¹.

¹¹ BRAVERMAN, J. "Introducción a Bioquímica" Tercera Edición. España: Editorial Omega, 1980. p. 30-41, 129-145.

Estos jarabes pueden tener diferentes porcentajes de dextrina, maltosa y glucosa, dependiendo del grado de la hidrólisis. Las propiedades funcionales como la viscosidad, dulzura, sabor, etc. dependen de dicho grado el cual se puede definir como equivalente de dextrosa (ED). El ED es el contenido en azúcar reductor (como glucosa) expresado como porcentaje del total de sólidos solubles⁷.

Para la hidrólisis industrial del almidón en la actualidad, no sólo se usa el método convencional de transformación que es el método químico (por medio de ácidos u óxidos), sino que también se usa el método bioquímico (por medio de enzimas).

3.5.1. Hidrólisis ácida (Proceso químico)

El proceso químico para la producción de dextrinas o llamado por la industria, proceso de conversión, es aquel en donde el almidón es tratado con ácidos u óxidos.

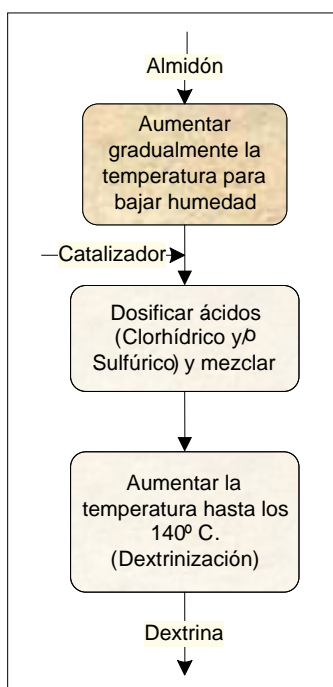
Durante el proceso ácido, el gránulo de almidón no es destruido pero la integridad del gránulo es interrumpida.

Una de las teorías dice que durante el proceso de la hidrólisis ácida se reduce las uniones químicas, causando una disminución del tamaño molecular y cambiando la organización molecular del almidón; se cree que ocurre una división hidrolítica natural.

3.5.1.1. Proceso general de la hidrólisis ácida

El proceso de la hidrólisis ácida se inicia colocando el almidón en una cámara; a continuación, se disminuye la humedad manteniendo una temperatura baja por un lapso de tiempo corto. A continuación se añade el catalizador (ácido sulfúrico y/o clorhídrico) en proporciones exactas y se aumenta la temperatura hasta los 140° C. La mezcla debe ser agitada constantemente (Figura 3.5).

Figura 3.5 Proceso general hidrólisis ácida



Fuente: Fábrica INDAL¹²

3.5.2. Hidrólisis enzimática (Proceso bioquímico)

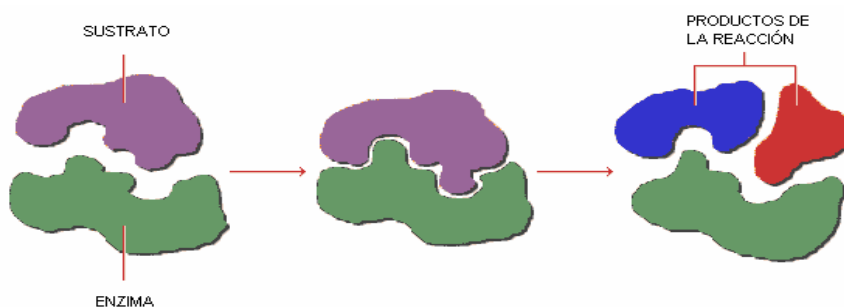
El proceso bioquímico, a diferencia del químico, utiliza enzimas en lugar de ácidos, por eso es llamado proceso enzimático. Todos los tipos de almidones son susceptibles a hidrólisis por enzimas. El principio utilizado es el mismo para

¹² Información verbal Ing. Cecilia Carpio, fábrica INDAL, en funcionamiento hasta 1996.

los dos procesos, se produce un rompimiento de las moléculas de los almidones (Figura 3.6) para tener cadenas de polímeros más pequeñas y con viscosidad reducida; la única diferencia que tiene con el proceso ácido es que este se lo realiza en una suspensión de almidón.

La hidrólisis enzimática es ampliamente utilizada, en especial en la industrial textil y papelera y en la preparación de jarabes de maíz y dextrosa.

Figura 3.6 Reacción Sustrato-Enzima



Fuente:

http://es.encarta.msn.com/media_461517494_761575875_1_1/Estructura_y_función_de_una_enzima.html

Las enzimas son proteínas que trabajan como catalizadores biológicos en procesos metabólicos de las células vivas; produce un cambio específico a la sustancia sobre la que actúa sin que exista un cambio sobre sí misma. Participan en la hidrólisis de sustancias alimenticias y de compuestos más sencillos y asimilables.

3.5.2.1. Propiedades de las enzimas

- Tienen usos específicos para cada sustrato y reacción.
- Para su eficiencia es necesario pequeñas cantidades; esto se da gracias a que la enzima no sufre cambios al catalizar las reacciones químicas, y la misma enzima puede catalizar repetidas veces una reacción.
- Aceleran las reacciones químicas sin sufrir transformaciones.
- No alteran las concentraciones de equilibrio de la reacción. Sólo hacen que este equilibrio se alcance más rápidamente, cambiando el mecanismo de reacción.
- No modifican el carácter exotérmico o endotérmico de la reacción.

3.5.2.2. Tipos de enzimas

Existen enzimas naturales que se encuentran en el organismo humano, en animales y vegetales como por ejemplo en la boca (saliva), estómago (jugo gástrico) e intestinos (jugo pancreático, jugo intestinal y mucosa intestinal), las cuales pueden convertir almidones, proteínas y azúcares en sustancias que el cuerpo pueda digerir. También existen enzimas industriales que se obtienen a partir de microorganismos controlados, las mismas que se usan para numerosas aplicaciones requeridas por las diferentes industrias.

Como se menciona existen varios tipos de enzimas:

- Oxidorreductasas.
- Transferasas.
- Hidrolasas.
- Liasas.

- Isomerasas.
- Ligasas o sintetetasas.

Cada una de estas tienen diferentes aplicaciones dentro de las industrias, para el caso en estudio se usan las hidrolasas que tienen como función acelerar las reacciones en las que una sustancia se rompe en componentes más pequeños por reacción con moléculas de agua.

Existen varios tipos de hidrolasas con diferentes propiedades funcionales:

- Alfa – Amilasa Bacteriana: actúa sobre los enlaces glucosídicos de las cadenas de polisacáridos. Rompe de manera casi exclusiva las uniones alfa (1-4) de cadenas largas dando como resultado amilosas de cadenas más cortas. Posee máxima actividad en presencia de iones de calcio (Ca^{2+}) y un pH de 5.5 – 6.5.
- Beta – Amilasa: hidroliza sólo las cadenas externas de la amilopectina produciendo principalmente maltosa, un poco de glucosa y algo de dextrinas.
- Glucoamilasa o amiloglucosidasa: hidroliza las uniones alfa (1-6) y alfa (1-4) de las cadenas de polisacáridos liberando unidades de glucosa. Tiene la capacidad de hidrolizar las dextrinas límites cercanas a los enlaces de ramificación.

- Pululanasa: enzima utilizada para evitar la reversión de la hidrólisis de los polisacáridos. Ataca los enlaces alfa (1-6). Actúa un pH óptimo de 5.6 – 6.5 y a una temperatura de 50° C.
- Isoamilasa: enzima utilizada para evitar la reversión de la hidrólisis de los polisacáridos. Trabaja a un pH óptimo de 3 -4; y a una temperatura de 50 – 55° C.
- Alfa – Amilasa fúngica: es una endohidrolasa que actúa sobre las uniones alfa (1-4) pero produce principalmente maltosa. Necesita de iones de calcio para poder actuar sobre su sustrato.

Esta variedad de hidrolasas permite obtener productos con características químicas y físicas específicas siempre y cuando se use la enzima adecuada o una combinación de las mismas de manera apropiada.

Actualmente existen algunos procesos enzimáticos de producción de dextrinas, los cuales tienen pequeñas diferencias.

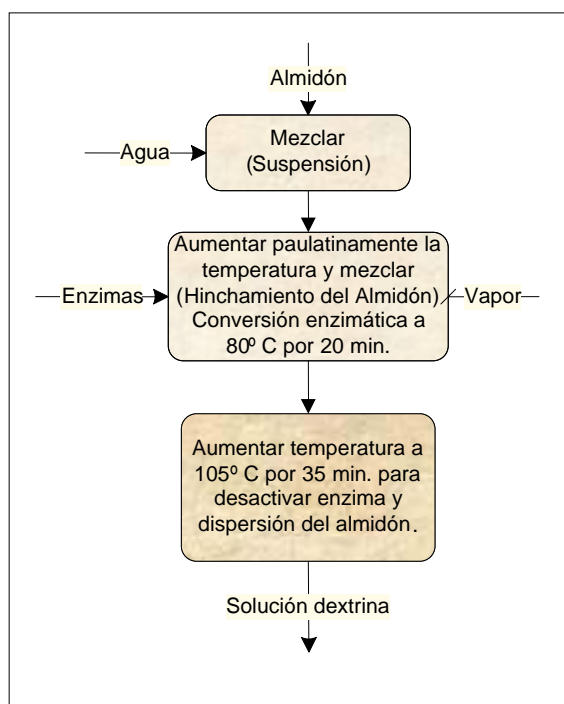
3.5.2.3. Proceso general de la hidrólisis enzimática

Se mezcla el almidón con una concentración apropiada de agua para tener una suspensión. Se vierte en un contenedor junto con la alfa – amilasa bacteriana y se inician ciclos programados de calor.

Cada ciclo comprende la aplicación de vapor al contenedor que mantiene la suspensión de almidón a una temperatura de 80° C., durante 20 min. Este paso

hincha al almidón e inicia una rápida conversión enzimática. A continuación se aumenta la temperatura a 105° C y se deja por 35 min. Esta elevada temperatura es mantenida para desactivar la enzima y dispersar el almidón (Figura 3.7).

Figura 3.7 Proceso General Hidrólisis Enzimática

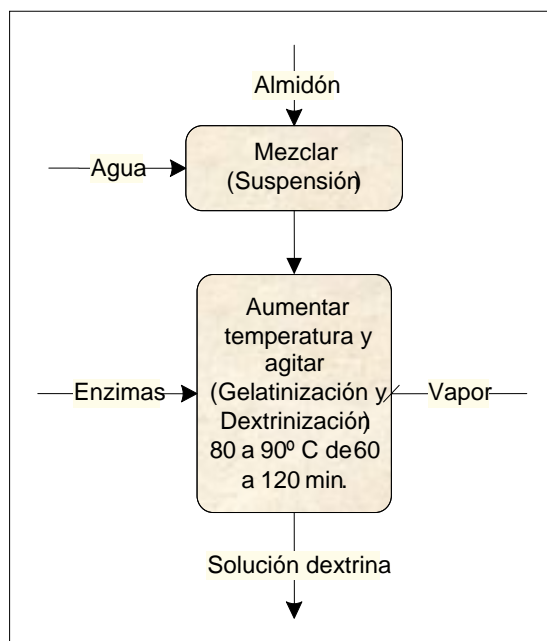


Fuente: ALBUJA, G. "Construcción de Planta Piloto de Dextrinización de Almidón". Tesis de Grado. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química. 1995.

3.5.2.4. Proceso con vapor a baja temperatura

En este proceso la lechada de almidón es mezclada junto con la enzima (alfa – amilasa bacteriana) en un contenedor el cual debe tener un agitador. Se introduce vapor para aumentar la temperatura a 80° o 90° C. por un tiempo de 60 a 120 min. para lograr la gelatinización y luego la dextrinización. Durante todo el proceso es necesaria la agitación de la suspensión (Figura 3.8).

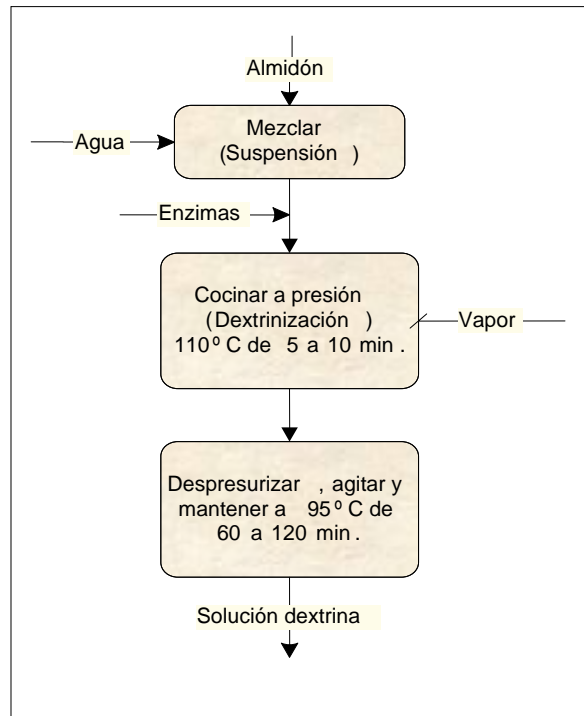
Figura 3.8 Proceso con vapor a baja temperatura hidrólisis enzimática



Fuente: ALBUJA, G. "Construcción de Planta Piloto de Dextrinización de Almidón". Tesis de Grado. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química. 1995.

3.5.2.5. Proceso a presión

Aquí se utiliza una enzima que sea estable a altas temperaturas (termoestable). Se mezcla con la suspensión de almidón antes de que ingrese a un contenedor, donde se va a cocinar a presión a una temperatura de 110° C. por un lapso de 5 a 10 min. Luego esta suspensión es despresurizada para mantenerla a 95° C. de 60 a 120 min. Es necesario mantener la suspensión en agitación (Figura 3.9).

Figura 3.9 Proceso a presión hidrólisis enzimática

Fuente: ALBUJA, G. "Construcción de Planta Piloto de Dextrinización de Almidón". Tesis de Grado. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química. 1995.

4. Diseño final del proceso para la fabricación de dextrina

En el apartado 3.5 del capítulo 3 se exponen dos alternativas que a priori parecen adecuadas para llevar a cabo la elaboración de dextrina para la fabricación de pegamentos de la fábrica JR Químicos, aunque una de ellas, la hidrólisis enzimática, se propuso sin tener la certeza de que sea posible realizarla. Por este motivo fue necesario realizar el proceso a nivel de laboratorio para así efectuar pruebas y verificar si el proceso propuesto puede funcionar.

Los resultados obtenidos fueron negativos, ya que el producto final fue una lechada de almidón que al añadirle los aditivos necesarios para producir pegamento no permitió obtener las características de adhesividad necesarias para las aplicaciones requeridas, básicamente este resultado está en función de las dextrinas generadas y por lo tanto de la enzima utilizada. No se descarta la posibilidad de definir una enzima que permita obtener dextrinas en cantidades y estructuras óptimas para otro tipo de aplicaciones.

Por el contrario, el proceso de hidrólisis ácida tiene resultados positivos. Este comportamiento, cuya teoría esta descrita en el apartado 3.5.1 del capítulo 3, fue comprobada en pruebas del proceso realizadas en dos fases, utilizando un pequeño reactor existente en la fábrica, el mismo que fue adquirido en años pasados para realizar pruebas de la dextrina a nivel de laboratorio.

Se elaboró 8 muestras variando la cantidad de ácidos, el tiempo y la temperatura de cocción, como se indica a continuación:

Muestra 1:

- Cantidad de ácidos: 0.13 Kg. de ácido sulfúrico y 0.07 Kg. de ácido clorhídrico.
- Tiempo de cocción: de 60 minutos a 90 minutos.
- Temperatura de cocción: de 80 ° C a 100 ° C.

Muestra 2:

- Cantidad de ácidos: 0.13 Kg. de ácido sulfúrico y 0.07 Kg. de ácido clorhídrico.
- Tiempo de cocción: de 90 minutos a 120 minutos.
- Temperatura de cocción: de 100 ° C a 120 ° C.

Muestra 3:

- Cantidad de ácidos: 0.13 Kg. de ácido sulfúrico y 0.07 Kg. de ácido clorhídrico.
- Tiempo de cocción: de 120 minutos a 150 minutos.
- Temperatura de cocción: de 120 ° C a 140 ° C.

Muestra 4:

- Cantidad de ácidos: 0.13 Kg. de ácido sulfúrico y 0.07 Kg. de ácido clorhídrico.
- Tiempo de cocción: de 150 minutos 180 minutos.
- Temperatura de cocción: mayor a 140 ° C.

Muestra 5:

- Cantidad de ácidos: 0.09 Kg. de ácido sulfúrico y 0.04 Kg. de ácido clorhídrico.

- Tiempo de cocción: de 60 minutos a 90 minutos.
- Temperatura de cocción: de 80 ° C a 100 ° C.

Muestra 6:

- Cantidad de ácidos: 0.09 Kg. de ácido sulfúrico y 0.04 Kg. de ácido clorhídrico.
- Tiempo de cocción: de 90 minutos a 120 minutos.
- Temperatura de cocción: de 100 ° C a 120 ° C.

Muestra 7:

- Cantidad de ácidos: 0.09 Kg. de ácido sulfúrico y 0.04 Kg. de ácido clorhídrico.
- Tiempo de cocción: de 120 minutos a 150 minutos.
- Temperatura de cocción: de 120 ° C a 140 ° C.

Muestra 8:

- Cantidad de ácidos: 0.09 Kg. de ácido sulfúrico y 0.04 Kg. de ácido clorhídrico.
- Tiempo de cocción: de 150 minutos 180 minutos.
- Temperatura de cocción: mayor a 140 ° C.

A continuación se realizó el análisis de las muestras utilizando los métodos de control de calidad propuestos en el apartado 3.4.1 del capítulo 3 y se obtuvo los resultados indicados en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Resultados de las características en las muestras de dextrina
obtenidas

	SOLUBILIDAD (%)	NIVEL DE Ph	FORMA Y PUREZA	COLOR
Muestra 1	65	3.25	Sin impurezas	Blanco amarillento
Muestra 2	75	3.15	Sin impurezas	Blanco amarillento
Muestra 3	90	3.22	Sin impurezas	Blanco amarillento
Muestra 4	95	3.24	Sin impurezas	Amarillento
Muestra 5	60	2.90	Sin impurezas	Blanco amarillento
Muestra 6	73	2.95	Sin impurezas	Blanco amarillento
Muestra 7	88	2.93	Sin impurezas	Blanco amarillento
Muestra 8	92	2.89	Sin impurezas	Amarillento

Fuente: Realizado por Ricardo Gangotena.

Posteriormente se utilizó cada una de las muestras de dextrina en la fabricación del pegamento y se evaluó cual de estas era la adecuada, o la que más se acercaba como producto ideal para elaborar el pegamento. Se obtuvo como resultado la muestra de dextrina 3, es decir que los parámetros utilizados en esa muestra fueron la base para el diseño del proceso de producción de dextrina para la fábrica JR Químicos el cual está descrito en los siguientes apartados.

Las pruebas desarrolladas en la segunda fase reproducen los resultados obtenidos en la primera permitiendo confirmar la decisión tomada.

4.1. Capacidad de producción

Para obtener la capacidad de producción de la maquinaria se toma en cuenta los valores de la demanda actual de pegamento que es de 75,000 Kg. anuales (promedio de datos históricos). Como se expuso en los antecedentes del planteamiento del trabajo de titulación la demanda de dextrina para producir estos 75.000 Kg. anuales de pegamento es de 30.000 Kg.

Con este valor de la demanda de dextrina se realizó el siguiente análisis:

- Demanda estimada de dextrina: 30.000 Kg. anuales.
- Días de trabajo por año: 256 días.
- Número de paradas diarias: 1 parada¹³.

Con estos datos se obtiene los siguientes resultados:

- Demanda de 30,000 Kg. por año, dividido para 256 días laborables, se obtiene 118 Kg. diarios de producción aproximadamente.

Como el número de paradas diarias es 1, la capacidad de producción de la máquina tiene que ser mayor a 118 Kg.

Esta demanda de dextrina se estima que tendría un aumento del. 20% anual, es decir 36,000 Kg. en el segundo año, el mismo que responde a mejoras en la

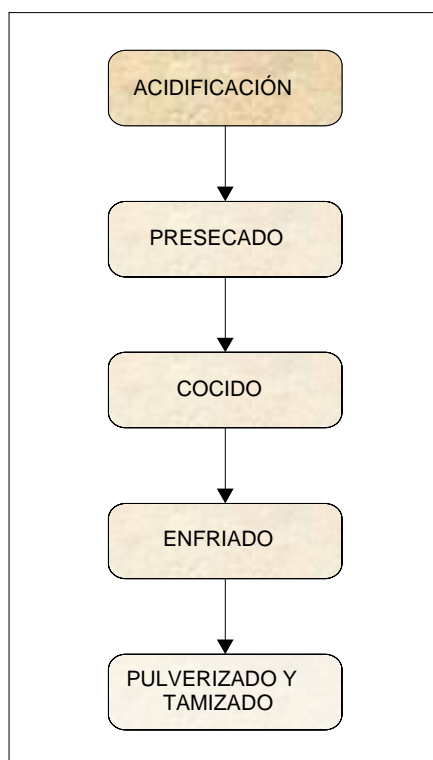
¹³ El primer año se estima satisfacer la demanda actual de pegamento y para esto solo se necesita una parada diaria. Sin embargo, la capacidad de la máquina permite realizar dos paradas diarias lo cual en un futuro permitiría duplicar la producción de dextrina y por consiguiente satisfacer el doble de la demanda de pegamento.

calidad del producto actual, por este motivo se decidió que la capacidad de la máquina debe ser de 150 Kg. por parada.

4.2. Descripción del proceso final

El diagrama de flujo (Figura 4.1) provee una idea general del proceso:

Figura 4.1 Proceso Final



Fuente: Fábrica INDAL ¹⁴

4.2.1. Acidificación

La acidificación es el primer paso a realizar dentro del proceso. A continuación se detalla los pasos a seguir:

- Introducir 150 Kg. de almidón de maíz dentro del reactor y cerrar la compuerta de carga.

¹⁴ Información verbal Ing. Cecilia Carpio, fábrica INDAL, en funcionamiento hasta 1996.

- Verter 0.13 Kg. de ácido sulfúrico y 0.07 Kg. de ácido clorhídrico en un matraz de destilación fraccionada.
- Acoplar una manguera a la parte tubular lateral del matraz de destilación fraccionada, la misma que va conectada a la parte interior del reactor (verificar que no exista escape por la manguera ni por el acople).
- Con la ayuda de un mechero bunsen calentar levemente el matraz de destilación fraccionada hasta que los ácidos comiencen a evaporarse y así el gas se transporta el gas hacia el interior del reactor.
- Encender el agitador del reactor para lograr lo homogenización de los ácidos en todo el almidón durante 5 min.

4.2.2. Presecado

Una vez que el almidón es acidificado es muy importante secarle antes de que llegue a la temperatura donde se produce la hidrólisis. Este presecado minimiza la reacción de hidrólisis por reducción del contenido de agua, la cual si no se reduce daría un contenido de azúcar muy alto. La calidad final de la dextrina es generalmente determinada en este punto.

Este paso se describe a continuación:

- Encender el sistema de flautas de gas, el cual va a calentar todo el planchaje en su parte inferior.
- Subir la temperatura hasta 80 ° C. y mantener esa temperatura por 5 min. El control de la temperatura ambiente dentro del reactor se lo realiza con la ayuda de un termómetro acoplado en la pared del mismo.

4.2.3. Cocido

En el paso de cocido es donde se produce el rompimiento de las cadenas del almidón. Aquí se define las características de la dextrina a producir, es decir el nivel de solubilidad deseado. Los valores de temperatura y tiempo para elaborar dextrina son:

Temperatura: 130 ° C.

Tiempo: 140 min.

4.2.4. Descargue y Enfriado

Una vez que la conversión se completó, la temperatura de la cámara del contenedor debe ser bajada drásticamente, para detener la hidrólisis del almidón, es decir evitar una sobre conversión. Para esto se sigue los siguientes pasos:

- Apagar el sistema de calentamiento.
- Abrir la compuerta de descarga ubicada en la parte inferior del reactor.
- Mediante el arrastre de las aspas, el producto es descargado en un recipiente.
- Con la ayuda de una paleta, mover el producto constantemente para que se enfríe.

4.2.5. Pulverizado y tamizado

El momento en que el producto se encuentra frío, éste es pulverizado y tamizado para obtener un producto uniforme y sin ninguna impureza visible, para esto se realiza lo siguiente:

- Con la ayuda de una pala pasar la dextrina al Sistema de tamizado.
- Realizar un movimiento de vaivén para facilitar el tamizado del producto.

- Colocar sacos de cartón debajo del Sistema de tamizado para almacenar el producto.

4.3. Tiempos de producción

La tabla a continuación presenta los tiempos empleados para el proceso de producción de dextrina:

Tabla 4.2 Tiempos de producción

PROCESO	TIEMPO (min)	
	PARCIAL	TOTAL
Acidificación		20
Preproceso	15	
Mezcla	5	
Presecado		30
Inicial	25	
Mantenido	5	
Cocido		140
Enfriado		30
Pulverizado y tamizado		60
Total		280

Fuente: Fábrica INDAL¹⁵

El tiempo total de producción es de 280 minutos lo que quiere decir aproximadamente 4 horas y media por parada.

4.4. Maquinaria y materiales necesarios

A continuación detallamos la maquinaria necesaria para el proceso de elaboración de dextrina, cuyo diseño es propuesto por el autor del presente trabajo de investigación.

¹⁵ Información verbal Ing. Cecilia Carpio, fábrica INDAL, en funcionamiento hasta 1996.

4.4.1. Dextrinizadora

Deberá ser fabricado totalmente en acero inoxidable de 3 mm. de espesor, dentro del mismo girará un eje de 2 pulgadas de diámetro sobre chumaceras de pared del mismo diámetro las cuales tendrán vías de lubricación. Sobre el eje se montarán aspas de agitación ajustadas a éste por manzanas desmontables de 3 pulgadas de diámetro. El eje tendrá un mecanismo de catalina piñón para su giro por medio de un motor eléctrico.

En la parte superior del reactor habrá una compuerta que servirá para la carga de la materia prima; y un agujero para el acoplamiento del termómetro de pared. En el área frontal poseerá acoplado un tubo de 1/2 pulgada de diámetro por el cual ingresarán los ácidos a utilizarse. Además de tener un sistema de puerta corrediza ubicado en la parte inferior para la descarga del producto terminado, el mismo que será depositado en una tina de metal que estará ubicada inmediatamente por debajo de la compuerta inferior.

Todas las compuertas constarán con un sistema de cerrado hermético para evitar fugaz de material, calor y de gases.

El reactor estará montado sobre una cámara de ladrillos refractarios, en la cual también se encuentra ubicado el sistema de flautas de gas.

El diseño de la máquina y sus dimensiones se encuentran en el Anexo 15.

4.4.2. Sistema de tamizado

Constará de un tamiz de forma rectangular, de 1 m. por 1 m., el cual estará suspendido a un metro de altura por cuatro cuerdas cada una de las cuales irá sujeta a una viga para permitir el movimiento de vaivén.

4.4.3. Materiales

- Matraz de destilación fraccionada
- Mechero bunsen
- Paleta
- Pala
- Sacos de papel

4.5. Mano de obra

El operador que se empleará como mano de obra necesaria para el proceso de elaboración de dextrina es el mismo que se utiliza para el proceso de elaboración del pegamento, basta con que tenga un nivel de instrucción secundario y un buen estado físico.

El proceso de transformación requiere tan sólo un operario que trabajará una jornada de 8 horas diarias, 5 días a la semana. Ya que para producir una parada se necesitan aproximadamente 6 horas, el tiempo restante se dedicará a la limpieza y al mantenimiento de las instalaciones y si fuese necesario en la producción de pegamento.

Por el contrario, el personal que se necesitará en el área de ventas, deberá tener un título de educación superior (Marketing o carreras afines) para poder

proporcionar una atención adecuada a los clientes y, de ser necesario aumentar el nivel de ventas.

4.6. Distribución de la planta

La distribución de la planta seguirá la secuencia del proceso de transformación, para que haya un mejor control y agilidad en el proceso productivo.

Los cambios que se proponen parten de la distribución actual de la planta, descrita en el apartado 1.1.3 del capítulo 1, estos incluyen una adecuación en el área correspondiente al galpón para la instalación de la nueva maquinaria, ampliación del área de bodega para el almacenamiento de la materia prima como es el almidón de maíz y los ácidos.

En el anexo 16 se presenta un diagrama Lay Out de la distribución propuesta.

4.7. Servicios requeridos

Los servicios básicos ya existentes en la planta son suficientes para llevar a cabo el nuevo proceso de producción de dextrina ya que se origina un aumento poco significativo en lo que se refiere a luz, por motivo del funcionamiento del motor eléctrico, y un consumo insignificante en lo que corresponde a agua ya que el proceso en sí mismo no lo utiliza.

Se originará un mayor consumo de combustible ya que el proceso de calentamiento lo requiere.

5. Análisis Económico

5.1. Costos del proyecto

El costo total descrito en el apartado 1.1.10 del capítulo 1 se calcula sin tomar en cuenta el proceso de producción de la dextrina ya que esta se compra en el mercado. En este proyecto se evalúa el costo total que tendría la empresa si fabricara la dextrina y para esto es necesario dividir los costos no sólo en fijos y variables sino también en costos de fabricación, de administración y de ventas.

5.1.1. Costos de fabricación

Son aquellos en los que incurre la empresa para la fabricación del producto; pueden ser variables o fijos.

Los costos variables son las adquisiciones de materia prima (Anexo 17), materiales directos, como luz eléctrica y combustible (Tabla 5.1), y materiales indirectos como tanques, etiquetas y material de embalaje (Tabla 5.2), que dependen directamente de la cantidad de pegamento que se produce.

Los costos variables de materia prima para producir 75,000 kg de pegamento al año suman \$ 17,396.47; lo que quiere decir que el costo variable de la materia prima es de \$0.23 para producir 1 Kg de pegamento.

Los costos variables de materiales directos para producir 75,000 Kg al año de pegamento son de \$ 1,820, es decir \$ 0.024 por kilogramo; de los cuales \$ 220 corresponden a luz eléctrica utilizada tanto en la máquina de pegamento como

en la dextrinizadora. En contraste el valor de \$ 1,600 correspondiente al combustible exclusivamente para el funcionamiento de la dextrinizadora.

Tabla 5.1 Materiales directos para producir 75,000 Kg/año de pegamento

MATERIALES DIRECTOS	COSTO TOTAL (\$)
Luz eléctrica	220,00
Combustible	1.600,00
TOTAL	1.820,00

Fuente: Cotización en el mercado y datos históricos de la fábrica JR Químicos

Los costos variable de materiales indirectos, es decir los que no intervienen directamente en la elaboración del producto final tienen un total de \$ 147.50, es decir de \$ 0.0019 por kilogramo.

Tabla 5.2 Materiales indirectos para producir 75,000 Kg/año de pegamento

MATERIALES INDIRECTOS	CANTIDAD / AÑO	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTALI (\$)
Tanques de 200 Kg.	375.00	0.23	87.50
Etiquetas	375.00	0.03	10.00
Material de embalaje	375.00	0.13	50.00
TOTAL			147.50

Fuente: Cotización en el mercado y datos históricos de la fábrica JR Químicos

Por el contrario, los costos fijos de fabricación se mantiene constantes, no dependen de la cantidad de producción y son: sueldos y salarios de la mano de

obra directa y sus prestaciones sociales, y equipos como uniformes e implementos de protección.

Tabla 5.3 Costos fijos de fabricación anuales

MANO DE OBRA DIRECTA	SUELDO ANUAL (\$)	PRESTACIONES SOCIALES (\$)	EQUIPOS (Uniformes e implementos de protección)
Operario 1	2,304.00	919.44	154.00
Operario 2	2,040.00	873.64	154.00
TOTAL	4,344.00	1,793.08	308.00

Fuente: Cotización en el mercado y datos históricos de la fábrica JR Químicos

5.1.2. Costos Administrativos

Los costos de administración son aquellos ocasionados por servicios y personal que no están específicamente dedicados a la producción o a la venta, como son sueldo y prestaciones sociales de gerencia, servicios básicos, útiles de aseo y de oficina, permisos de funcionamiento y depreciación de la maquinaria (Tabla 5.4).

Tabla 5.4 Costos administrativos¹⁶

COSTOS ADMINISTRATIVOS	VALOR (\$)
Sueldos y salarios ADM	7,200.00
Prestaciones Sociales	2,898.00
Permisos de funcionamiento	120.00
Útiles de aseo	40.00
Útiles de oficina	50.00
Papelería	20.00
Agua, luz, teléfono	1,236.54
Depreciación maquinaria	271.50
TOTAL	11,836.04

Fuente: Cotización en el mercado y datos históricos de la fábrica JR Químicos

5.1.3. Costos de venta

Para el análisis de costos de venta se consideran todos los valores que participan en el proceso de venta; es decir, la búsqueda de nuevo mercado y promoción del producto.

Estos costos pueden tener un componente fijo y otro variable, el primero corresponde al sueldo y prestaciones sociales del vendedor con un valor de \$ 3,466 anuales; y el segundo, a gastos varios en los que se consideran transporte y viáticos con un valor de \$ 184.70 para producir 75,000 kilogramos de pegamento al año (Tabla 5.5).

¹⁶ El cálculo de la depreciación de la maquinaria se calcula: 10% anual durante 10 años.

Tabla 5.5 Costos de ventas

MANO DE OBRA VENTAS	SUELDO ANUAL (\$)	PRESTACIONES SOCIALES (\$)	TRANSPORTE Y VIÁTICOS
Vendedor	2.400,00	1.066,00	184,70
TOTAL	2.400,00	1.066,00	184,70

Fuente: Cotización en el mercado

La empresa al convertirse en fabricante de dextrina, y no compradora de esta, disminuye sus costos variables y aumenta sus costos fijos, ya que como se explicó en el apartado 4.5 del capítulo 4 se contratará un operario más conjuntamente con una persona encargada de ventas.

El costo total del proyecto (Anexo 18) es la suma los costos de fabricación, administrativos y ventas con un resultado de:

$$\text{Costo total} = 1,812.26 + (Q * 0.26)$$

5.2. Punto de Equilibrio

Para calcular el nuevo punto de equilibrio de la empresa se igualan las ecuaciones (1.3) y (1.4) señaladas en el apartado 1.1.10.3 del capítulo 1. Se sustituyen los valores correspondientes al precio de venta de \$ 0.56 a \$ 0.58 debido a que se incrementó el precio en el mercado; asimismo se modifican los costos fijos y variables (Anexo 19).

Se puede evidenciar que el costo variable proyectado es más bajo que el actual pero hay un aumento de los costos fijos lo que se refleja en una elevación del punto de equilibrio y del costo total. Sin embargo, este nuevo punto de equilibrio está bajo el nivel de ventas actual lo que quiere decir que aún así se tendrá utilidad.

Tabla 5.6 Comparación del punto de equilibrio

PUNTO DE EQUILIBRIO	CANTIDAD DE EQUILIBRIO (Unidades)	COSTO TOTAL (\$)
Actual	5,042	5,663
Proyectado	2,823	3,016

Fuente: Realizado por Ricardo Gangotena

5.3. Inversión del proyecto

Este es el primer rubro que se debe calcular para saber cuánto dinero se necesitará para poner en marcha el proyecto. Como inversión del proyecto se considera todo aquello que se requiere comprar en primera instancia cuyo valor se amortiza a lo largo de los años, por lo que entran dentro de este concepto el costo de compra de máquinas, de útiles y de equipamientos, ya sean del área de producción o para el manejo de oficina.

A continuación se detallan los diferentes costos de la inversión del proyecto¹⁷:

¹⁷ El desglose de estos rubros se especifican en el Anexo 20

Tabla 5.7 Costos de inversión

ACTIVOS FIJOS	COSTOS (\$)
Dextrinizadora	2,715.00
Sistema de tamizado	22.00
Matraz de destilación fraccionada	12.50
Mechero bunsen	18.00
Paleta	1.00
Pala	5.00
Envases (papel)	30.00
Muebles de oficina	100.00
Computador	500.00
Materiales control de calidad	1,489.71
Ampliación y adecuación	2,000.00
TOTAL	6,893.21

Fuente: Cotización en el mercado

Los valores de activos fijos son tomados en dólares y se los ha obtenido por muestreos en el mercado.

Una vez financiada la maquinaria y equipos, es necesario tomar en cuenta la inversión que se tendría que realizar para adquirir la materia prima durante el primer año de funcionamiento. En este caso no es necesario debido a que este valor correspondería al costo de adquirir la dextrina, y como la fábrica ya está en funcionamiento, éste valor se encuentra dentro del presupuesto. Para adquirir 30.000 Kg. de dextrina se necesitarían \$ 18,360, y para fabricarla son necesarios \$ 12,615.22, lo que indica que ese valor no necesita ser financiado.

La inversión total del proyecto es de \$ 6,893.21, la cual será financiada por un préstamo de \$ 6,900 a una entidad privada como es el Banco del Pacífico del Ecuador. La tabla de amortización se muestra en el anexo 21.

5.4. Estado de pérdidas y ganancias proyectado

Los valores del estado de pérdidas y ganancias son el resultado del análisis de costos realizados anteriormente. Estos son evaluados durante los 5 años posteriores a la presentación de este proyecto.

La relación existente entre los costos de producción y las ventas es de aproximadamente 2 a 1 (Anexo 22), pudiendo concluir que existe una ganancia del 100 por ciento; sin embargo, al considerar los gastos en los que incurre la empresa se puede apreciar que la utilidad neta es baja al inicio pero aumenta con el transcurso de los años.

6. Análisis Financiero

Una vez ejecutado el análisis técnico, se pretende evaluar si el proyecto resulta factible desde el punto de vista económico, para lo cual es necesario realizar el análisis financiero.

Para efectuar el análisis financiero se calculan los siguientes indicadores económicos que permiten realizar una valoración sobre la rentabilidad de la empresa y la conveniencia de la inversión.

- Valor actual neto VAN
- Tasa interna de retorno TIR
- Cálculo del periodo de recuperación del capital
- Cálculo de la relación costo beneficio
- Cálculo de la rentabilidad

Para poder calcular estos indicadores se toma los valores analizados anteriormente.

6.1. Valor actual neto VAN

El VAN es la suma de valores positivos, o ingresos, y de valores negativos, o costos, que se producen en el periodo de tiempo analizado. Dado que el valor del dinero varía durante el tiempo es preciso descontar de cada período un porcentaje anual como valor perdido durante el lapso de inversión. Este porcentaje es una tasa de interés. Una vez descontado ese porcentaje se pueden sumar los flujos positivos y negativos. Si el resultado es mayor que

cero significará que es conveniente. Por el contrario si es menor que cero significa que el proyecto no es conveniente¹⁸.

6.1.1. Cálculo del VAN

Para el cálculo del VAN se toma los valores de inversión del proyecto y las cifras de utilidad da cada año por un periodo de 5 años (Tabla 6.1) y se propone tres escenarios en función de la tasa de interés.

Tabla 6.1 Cálculo del VAN

INVERSIÓN INICIAL	UTILIDAD AÑO 1	UTILIDAD AÑO 2	UTILIDAD AÑO 3	UTILIDAD AÑO 4	UTILIDAD AÑO 5
-6,893.21	79.21	3,228.63	7,007.93	13,347.19	18,789.39

Fuente: Tabla 5.7 y Anexo 22

Los resultados con las tres tasas de interés son las siguientes:

- Tasa del 5 % presenta un VAN del \$ 26,540.14.
- Tasa del 10 % presenta un VAN del \$ 19,904.81.
- Tasa del 15 % presenta un VAN del \$ 14,954.57.

6.2. Tasa interna de retorno

El TIR es la tasa de interés que lleva a cero el valor actual neto del proyecto VAN. Si la tasa resultante es mayor que los intereses pagados por el dinero invertido el proyecto es conveniente. Caso contrario no es conveniente¹⁹.

¹⁸ MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA – GOBIERNO DEL SALVADOR. *Hoja de Cálculo de Costos* [en línea], Agronegocios.Gov.sv., 2006. [fecha de consulta: 15de enero del 2007]. Disponible en <<http://www.agronegocios.gob.sv/calculo/calculos.htm>>.

6.2.1. Cálculo del TIR

Para el cálculo del TIR se tomó la cifra más baja del VAN y se obtuvo una tasa del 60%, el cual es mayor que la tasa de interés que se paga a cualquier institución financiera, lo que quiere decir que el proyecto es rentable.

6.3. Rentabilidad

La rentabilidad es un indicador que mide la capacidad de generación de utilidad por parte de la empresa.

Es la relación entre el promedio de utilidades proyectadas del periodo analizado de un proyecto y el total de la inversión del mismo.

6.3.1. Cálculo de la rentabilidad

Para el cálculo de la rentabilidad se toman el promedio de las utilidades proyectadas a 5 años y se dividió para la inversión total.

Tabla 6.2 Cálculo de la rentabilidad

AÑOS	UTILIDAD
1	79.21
2	3,228.63
3	7,007.93
4	13,347.19
5	18,789.39
TOTAL	42,452.35
PROMEDIO	8,490.47

¹⁹ MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA – GOBIERNO DEL SALVADOR. *Hoja de Cálculo de Costos*. [en línea], Agronegocios.Gov.sv., 2006. [fecha de consulta: 15 de enero del 2007]. Disponible en <<http://www.agronegocios.gob.sv/calculo/calculos.htm>>.

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Promedio utilidades}}{\text{Inversión}} = \frac{8,490.47}{8,504.92} = 1.00$$

Se obtuvo un valor de 1.00 el cual indica que por cada dólar invertido se obtiene una rentabilidad de \$ 100.

7. Conclusiones y Recomendaciones

7.1. Conclusiones

- La hipótesis propuesta en el planteamiento de la tesis es verdadera:
“El diseño de un proceso productivo para la obtención de dextrina con las características específicas requeridas en la elaboración de pegamento de la fábrica JR Químicos es rentable y ejecutable”, por lo cual se procede a plantear el diseño del proceso basado en el fundamento y los requerimientos para la hidrólisis ácida del almidón proceso que fue evaluado satisfactorio para el objetivo final en el desarrollo de la tesis.

- El pegamento actual no cumple con los parámetros de calidad exigidos por los clientes, situación que ocasiona la disminución de las ventas. Es por ello que en este proyecto se propone la implementación de diferentes métodos de control de calidad de la materia prima, causa de la deficiente calidad del producto final, los métodos de control se indican en apartado 3.4 del capítulo 3.

- A partir del análisis que se realizó de la principal materia prima para la elaboración de pegamento, la dextrina, se concluye que de las cinco características físicas evaluadas como son el nivel de pH, apariencia al mezclarse con agua, pureza, color y solubilidad, solamente el nivel de pH cumple con los parámetros de calidad. Por otro lado la pureza, la solubilidad y el color no cumplen con dichos parámetros, siendo éstos los que requieren mejoras significativas.

- Al no cumplir con los parámetros de calidad antes mencionados se hace necesario el diseño propuesto en este proyecto, descrito en el apartado 4.2 del capítulo 4, para obtener materia prima con las características requeridas en la obtención de un producto final de mejor calidad.

- Los equipos necesarios para la elaboración de la dextrina son el reactor, el sistema de tamizaje y todos los distintos materiales que se utilizan en las diferentes etapas de su producción, cuyas especificaciones se indican en el apartado 4.4 del capítulo 4.

- A partir de los resultados obtenidos del análisis financiero se puede comprobar que el proyecto resulta ser una inversión rentable, y el T.I.R. con un valor del 60% y el V.A.N. con un valor de \$ 14,954.57 son elevados, incluso para altas tasas de interés. Sin embargo existen varios factores que podrían modificar la rentabilidad del proyecto: un descenso en el precio del producto final o en la cantidad demandada provocarían disminuir los ingresos y peligraría la buena rentabilidad de la empresa. Por otro lado, se daría la misma situación en caso de incrementarse los costos sin aumentar la producción. De ahí la importancia de mantener un nivel de ventas que no sea menor al punto de equilibrio.

7.2. Recomendaciones

- Después del análisis sobre el proceso de hidrólisis enzimática se concluye que no puede ser aplicado en este proyecto ya que la dextrina obtenida no cumple las características necesarias para la fabricación de pegamento. Sin embargo, esta tiene gran variedad de aplicaciones dentro de otras industrias, como la azucarera, textilera, farmacéutica y alimenticia, por lo que se recomienda en un futuro diversificar el producto.
- Los estudios efectuados de los tiempos, temperaturas y demás parámetros utilizados para la producción de dextrina no son exactos debido a que estos pueden variar ya sea por la calidad de la materia prima manejada o por la maquinaria diseñada; por este motivo, en el caso de que la fábrica quiera implementar la propuesta de este proyecto dentro de su proceso de fabricación de pegamento se recomienda hacer pruebas para optimizar la obtención de dextrina considerando variables como: tiempos, temperaturas y diferentes proveedores de materia prima.
- Debido a que la materia prima utilizada, para la fabricación tanto del pegamento como de la dextrina, tiene características nocivas para la salud de los seres humanos se recomienda el uso de equipos de protección personal acordes con los materiales a manipularse, los cuales están indicados en las hojas de seguridad de cada producto.
- Como se menciona anteriormente los productos utilizados y los procesos que se llevan a cabo en la fábrica JR Químicos no sólo tienen

repercusiones en los seres humanos sino también en el medio ambiente por lo que es imprescindible realizar un estudio de impacto ambiental para determinar los potenciales riesgos de contaminación.

8. Bibliografía

DOCUMENTOS IMPRESOS

1. ALBUJA, G. "Construcción de Planta Piloto de Dextrinización de Almidón". Tesis de Grado. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química. 1995.
2. BREWSTER, R. "Química Orgánica". México: Editorial México Quirúrgica, 1960. p. 382-383.
3. BRAVERMAN, J. "Introducción a Bioquímica" 3ª Edición. España: Editorial Omega, 1980. p. 30-41, 129-145.
4. CLARK, G. "Enciclopedia de Química" Tomo I. Editorial Omega, 1961. p. 78-79.
5. DICCIONARIO HISPÁNICO UNIVERSAL. Tomo 1. Panamá: Editorial Volcán S.A., 1970. p. 764
6. INEN "Acido Sulfúrico Industrial. Determinación de la Acidez Total" Norma 1877. Ecuador
7. INEN "Harinas de Origen Vegetal. Determinación del Almidón" Norma 524. Ecuador.

8. LEES, R. "Análisis de Alimentos". España: Editorial Acribia S.A., 1969. p. 114-124.
9. LEWIS, M. " Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesado". España: Editorial Acribia S.A., 1993. p.39-59, 101-133.
- 10.LINEBACK, D. "Food Carbohydrates". Editorial AVI Publishing Company, 1982. p. 256-261.
- 11.LITWACK, G. "Bioquímica Experimental". España: Editorial Omega, 1967. p. 72-89
- 12.MATZ. "Cereal Technology" AVI Publising Company, 1970. p. 369-387.
- 13.MESTRES, C. "Los Estados Físicos del Almidón" En: *Conferencia Internacional del Almidón*, (Quito, 8 – 10 de mayo de 1996), 1996. p. 1-15.
- 14.MURRAY, R. "Bioquímica de Harper" 12ª Edición. México: Editorial Manual Moderno, 1992. p.133
- 15.PEREZ, E. "Algunas Experiencias sobre Modificación Química del Almidón, realizadas en Venezuela" En: *Conferencia Internacional del Almidón*, (Quito, 8 – 10 de mayo de 1996), 1996. p.129-147.

16. RADLEY, E. "Examination and Analysis of Starch". Editorial Applied Science Publisher, 1970.p. 61-85, 125- 27, 167-187.
17. SAMUELSON, P. "Economía". 15ª Edición. España: Editorial McGraw-Hill / Interamericana, 1996. p. 108-110.
18. SKOOG, D. "Análisis Instrumental" 2ª Edición. México: Editorial McGraw – Hill/ Interamericana, 1992. p. 967-702.
19. VAN BEYNUM, G. "Starch Conversion Technology". Editorial Marcel Debber Inc., 1985. p. 73-135.
20. WHISTLER, R. "Starch: Chemistry & Technology". 2ª edición. Estados Unidos: Editorial Academic Press, 1984. p. 87-119, 125- 251, 529-539, 593-609.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

1. ARTÍCULOS RELACIONADOS DE ENCARTA. *Dextrina* [en línea]. MSN Encarta. 2006 [fecha de consulta: 23 de octubre del 2006]. Disponible en http://es.encarta.msn.com/related_761577934_7/Dextrina.html.
2. ARTÍCULOS RELACIONADOS DE ENCARTA. *Estructura y función de una enzima* [en línea]. MSN Encarta. 2006 [fecha de consulta: 23 de octubre del 2006]. Disponible en http://es.encarta.msn.com/media_461517494_761575875_1_1/Estructura_y_función_de_una_enzima.html
3. CLAYUCA. *Poscosecha de Yuca* [en línea]. Clayuca 2006 [fecha de consulta: 25 de enero del 2007]. Disponible en http://www.clayuca.org/clayucanet/edicion09/06_poscosecha_yuca.pdf.
4. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Ácido Clorhídrico* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 14 de noviembre del 2006]. Disponible en http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%81cido_clorh%C3%ADrico&oldid=6996403.
5. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Ácido sulfúrico* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 14 de noviembre del 2006]. Disponible en http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%81cido_sulf%C3%BArico&oldid=7004440.

6. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Almidón* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 26 de octubre del 2006]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Almid%C3%B3n&oldid=6426708>
7. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Análisis de Punto de Equilibrio* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 22 de octubre del 2006]. Disponible en http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=An%C3%A1lisis_de_Punto_de_Equilibrio&oldid=6890710.
8. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Bórax* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 26 de octubre del 2006]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=B%C3%B3rax&oldid=6085845>
9. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Colofonia* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 23 de octubre del 2006]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Colofonia&oldid=6831999>.
10. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Dextrina* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 23 de octubre del 2006]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Dextrina&oldid=6771888>.

11. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Enzima* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 20 de noviembre del 2006]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Enzima&oldid=6971646>.
12. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Formaldehído* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 23 de octubre del 2006]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Formaldeh%C3%ADdo&oldid=697005>
13. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Hidróxido sódico* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 23 de octubre del 2006]. Disponible en http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Hidr%C3%B3xido_s%C3%B3dico&oldid=6794996.
14. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Pegamento* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 22 de octubre del 2006]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Pegamento&oldid=6818766>.
15. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *pH* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 22 de octubre del 2006]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=PH&oldid=6940206>

16. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Solubilidad* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 15 de diciembre del 2006]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Solubilidad&oldid=6603398>.
17. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Urea* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 26 de octubre del 2006]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Urea&oldid=6697909>
18. CORN REFINERS ASSOCIATION. *Corn Starch* [en línea]. 11ma. Edición. Estados Unidos: CRA, 2006. [fecha de consulta: 12 de noviembre del 2006]. Disponible en <http://www.corn.org/Starch2006.pdf>
19. DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. *Goma* [en línea]. Real Academia Española. Vigésima segunda edición [fecha de consulta: 22 de octubre del 2006]. Disponible en <http://buscon.rae.es/draeI/Srvlt/ObtenerHtml?LEMA=goma&SUPIND=0&CAREXT=10000&NEDIC=No>
20. GUTIÉRREZ, M. *Electroscopía* [en línea] UNAM, 2006 [fecha de consulta: 18 de diciembre del 2006]. Disponible en http://www.fquim.unam.mx/sitio/usai_infra.asp
21. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA – GOBIERNO DEL SALVADOR. *Hoja de Cálculo de Costos* [en línea], Agronegocios.Gov.sv.,

2006. [fecha de consulta: 15 de enero del 2007]. Disponible en <http://www.agronegocios.gob.sv/calculo/calculos.htm>
22. MORENO, P. *Hidróxido de sodio* [en línea]. Monografías, 2006. [fecha de consulta: 23 de octubre del 2006]. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos15/hidroxido-sodio/hidroxido-sodio.shtml>
23. NAVARRO, J. *Soluciones* [en línea]. Red Maestros de Maestros, 2006. [fecha de consulta: 20 de diciembre del 2006]. Disponible en http://www.rmm.cl/index_sub.php?id_contenido=2616&id_portal=253&id_seccion=1562
24. SÁENZ, Ch. *Azúcares o Glúcidos* [en línea]. Facultad de Agroindustrias, Universidad Nacional del Nordeste, 2005. [fecha de consulta: 26 de octubre del 2006] Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/macromoleculas/azucar.htm>
25. SCHEITLER, C. *Instrumentos de Medición para Industrias* [en línea]. Claus, Scheitler, 2006 [fecha de consulta: 22 de octubre del 2006]. Disponible en <http://www.scheitler.com.ar/Datos/DetallesDatos.asp?IdDatoUtil=163>
26. UNED. *Polarimetría* [en línea]. Técnicas instrumentales Físicoquímicas. 2006. [fecha de consulta: 17 de diciembre del 2006]. Disponible en <http://www.uned.es/094258/contenido/tecnicas/polarimetria/polarimetria.htm>

9. Anexos

ANEXO 1

Plano 1. Distribución actual de la planta



Título

DIAGRAMA LAY OUT

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

Elemento

DISTRIBUCIÓN ACTUAL

Realizado por

RICARDO GANGOTENA

ANEXO 2

Especificaciones Del pH Metro

Medidores de pH de Bolsillo con ATC (pHep®4/ pHep®5)

Características

El novedoso pHep®4/ pHep®5 revolucionó el diseño de los pHmetros de bolsillo conocidos hasta ahora. Hanna Instruments ha lanzado al mercado este nuevo diseño impermeable que además nos muestra en pantalla la temperatura de nuestra muestra y las condiciones de las baterías. La ventaja adicional es que cuenta con electrodo intercambiable. Para el agricultor este equipo hace la herramienta útil en campo para determinar el pH de su agua de riego o de su muestra de suelo, permitiendo así conocer las condiciones de acidez o alcalinidad que le permitan tomar las decisiones pertinentes antes de una fertilización o durante la misma y para la aplicación de agroquímicos. En el pasado, el mayor problema que presentaban los medidores de bolsillo era si el electrodo se contaminaba o se rompía, ya que suponía la compra de un nuevo medidor. Tanto el HI 98127 como el HI 98128 tienen un electrodo de fácil sustitución y compensación automática de temperatura. Además ambos modelos reconocen automáticamente los valores tampón de pH y se autocalibran.



Especificaciones

	HI 98127 (pHep®4)	HI 98128 (pHep®5)
RANGO	pH:0,00 a 14,00 pH Tº: 0,0 a 60,0 °C	
RESOLUCION	pH: 0.1 Tº: 0.5 °C	pH: 0.01 Tº: 0.1°C
PRECISION (@20°C)	pH: ±0.1 Tº: ±0.5 °C	pH: ±0.01 Tº: ±0.5 °C
CALIBRACION	Automática 1 ó 2 puntos	
COMPENSACION DE TEMP.	Automática	
ELECTRODO	recambiable HI 73127 (Incluído)	
DURACION Y TIPO DE PILA	4 x 1.5V con BEPS/ Aprox. 350 hrs.; autodesconexión tras 8 minutos	4 x 1.5V con BEPS/ Aprox. 50 hrs. ; autodesconexión tras 8 minutos
CONDICIONES DE TRABAJO	0 a 50 °C ; HR 95%	
DIMENSIONES	175 x 41 x 23 mm	
PESO	78 grs	

Como Pedir

- HI 98127, pHep®4, se suministra completo con tapa protectora, herramienta para retirar el electrodo, pilas e instrucciones.
- HI 98128, pHep®5, se suministra completo con tapa protectora, herramienta para retirar el electrodo, pilas e instrucciones.

Accesorios

- HI 7004L, Solución Buffer pH 4 (460 mL)
- HI 7007L, Solución Buffer pH 7 (460mL)
- HI 7010L, Solución Buffer pH 10 (460mL)
- HI 70300L, Solución de almacenamiento para electrodos
- HI 7061L, Solución de limpieza para electrodos (Uso general)
- HI 77400P, Kit de Buffers 4 y 7 en sachet de 20 mL.

ANEXO 3

Especificaciones Del Refractómetro

Refractómetros

Características

Simplemente coloque una gota de su muestra en el prisma del refractómetro y lea los resultados en la escala inmediatamente. Cuenta con foco ajustable , fácil lectura de números para una buena resolución y ajuste sencillo de a cero para la calibración.

Estos refractómetros portátiles entregan lecturas directas y pueden medir concentraciones de todo tipo de soluciones tales como: Jugo de Frutas, Vino, Mermelada, Miel, Leche, agua salada, salmuera, comida en lata, fluidos de limpieza, fluidos de batería, anticongelante, etc.

La temperatura es compensada automáticamente, para aplicaciones donde la temperatura de las muestras es variable



Especificaciones

Medidores Brix

Modelo	Rango	Resolución	Precisión
MR10ATC	0-10 %	0.1 %	±0.1 %
MR32ATC	0-32 %	0.1 %	±0.2 %
MR62ATC	28-62 %	0.2 %	±0.2 %
MR82ARC	45-82 %	0.2 %	±0.2 %
MR92ATC	58-92 %	0.2 %	±0.2 %

Medidores de Mosto

Modelo	Rango	Resolución	Precisión
MR200ATC	0-140 °Oe	1 °Oe	±1 °Oe
	0-25 °KMWBabo	0.2 °KMWBabo	±0.2 °KMWBabo
MR330ATC	0-32 % Brix	0,1 % Brix	±0,1 % Brix
	0-20 %Baume	0,2 Be'	±0,2 Be'
	0-25% Alcohol	0,2 %	±0,2 %

Medidores Salinidad

Modelo	Rango	Resolución	Precisión
MR100ATC	0-100 % Salinidad	1 %	±1 %
	1.000-1.070 SG	0.001	±0.001
MR110ATC	0-10 %	0.1 %	±0.1 %

Medidores Miel

Modelo	Rango	Resolución	Precisión
MR90ATC	58-90 %	0.5 %	±0.5 %
	38-43 Be'	0.5 Be'	±0.5 Be'
	12-27 % Agua	1 %	±1 %

ANEXO 4

Desarrollo De La Fórmula Del Punto De Equilibrio Y El Costo Total Actual

Se reemplaza los valores del ingreso total y el costo total y así se obtuvo el punto de equilibrio, o en otras palabras el nivel de producción de equilibrio:

$$Q * 0.56 = 1,260.42 + (Q * 0.31)$$

$$Q * 0.56 - Q * 0.31 = 1,260.42$$

$$Q * 0.25 = 1,260.42$$

$$Q = 5,041.68 \text{ (Nivel de producción de equilibrio)}$$

Por último este nivel de producción de equilibrio se reemplaza en la ecuación del costo total:

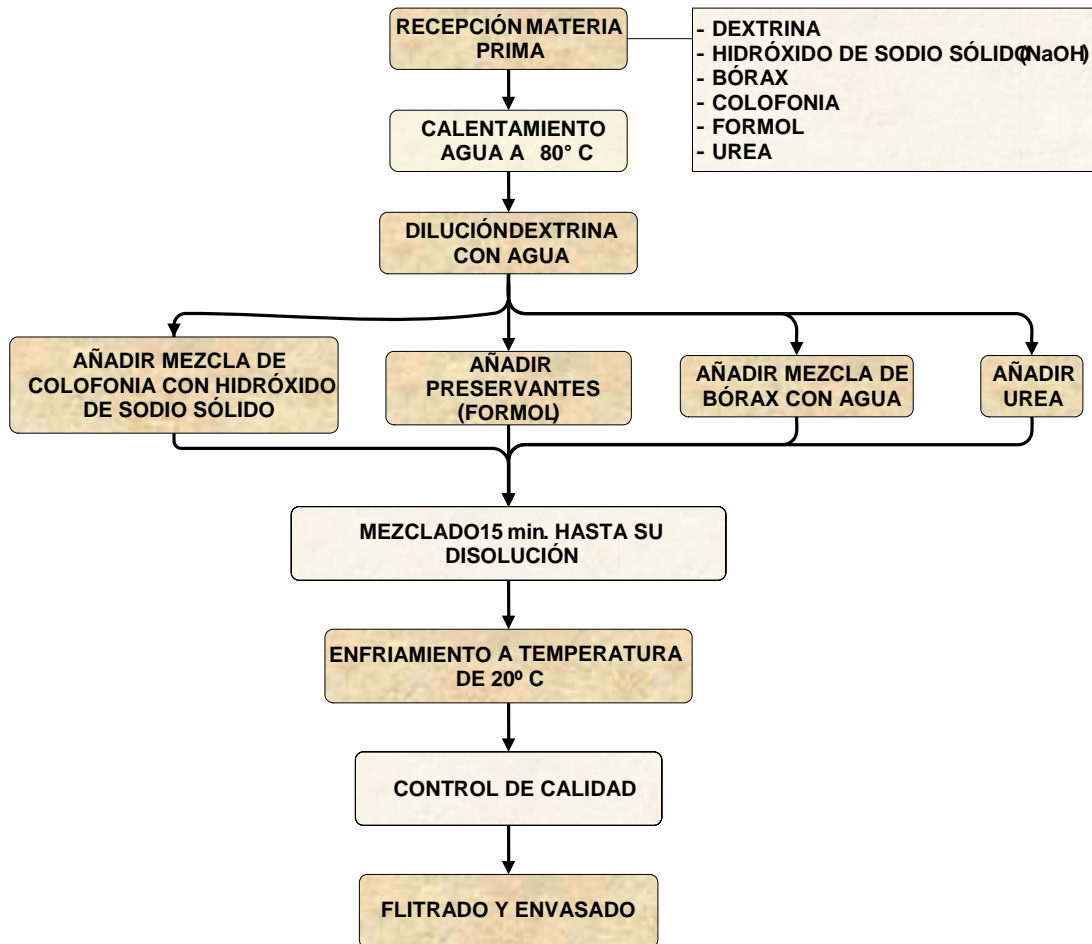
$$CT = 1,260.42 + (Q * 0.31)$$

$$CT = 1,260.42 + (5,041.68 * 0.31)$$

$$CT = 2,823.34$$

ANEXO 5

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de producción de pegamentos



Fuente: Archivo de la fábrica JR Químicos
Autor: Ricardo Gangotena

ANEXO 6

Informe Del Centro De Investigaciones Aplicadas A Polímeros



INFORME DE ANÁLISIS

No. 2004-068

Persona que solicita: Sr. José Gangotena.

Material recibido: Dos muestras de adhesivos identificadas por el cliente como:
Kuri JR
AC-70 JRQ

Fecha de recepción muestras: 04-07-13

Fecha de entrega: 04-07-15

Análisis solicitados: Determinación de la Viscosidad Brookfield.
Contenido de Sólidos.
Densidad.
pH.

Importante: Los resultados que constan en el presente informe conciernen exclusivamente a las muestras, artículos o materiales entregados al CIAP y no se extienden a lotes de producción o marcas. La reproducción total o parcial de este informe se la hará previa la autorización expresa del Departamento de Materiales de la E.P.N.



Dirección: c/Ladrón de Guevara s/n (Frente al Edf. de Ingeniería Civil)
Telefax: (593-2) 2558389 / Troncales: (593-2)2507144/507150ext. 272
E-mail: fquiroz@server.epn.edu.ec. Apartado 17-01-2759



RESULTADOS

1. Determinación de la viscosidad.

Metodología : Se procedió de acuerdo a lo estipulado en la norma ASTM D 2196

Equipos:

- ✓ Viscosímetro Brookfield modelo RVT.
- ✓ Baño térmico marca Haake D1.

Condiciones:

Temperatura : 25°C.
Spindle numero : 2.
Velocidad (rpm) : 20

Resultados:

Muestra	Viscosidad (centipoises)
AC 70 JRQ	1260±20
Kuri JR	1570±20

2. Determinación del contenido de sólidos.

Metodología: Se procedió de acuerdo a lo estipulado en la norma ASTM D2369

Equipos:

- ✓ Balanza analítica, marca Denver Instrument Company modelo AA 200.
- ✓ Estufa marca Venticell.

Resultados:

Muestra	Sólidos (%)
AC 70 JRQ	31,48±0,75
Kuri JR	42,44±0,15

Nota.-Adjunto determinaciones para cada muestra ANEXO 1

Importante: Los resultados que constan en el presente informe conciernen exclusivamente a las muestras, artículos o materiales entregados al CIAP y no se extienden a lotes de producción o marcas. La reproducción total o parcial de este informe se la hará previa la autorización expresa del Departamento de Materiales de la E.P.N.



Dirección: c/Ladrón de Guevara s/n (Frente al Edf. de Ingeniería Civil)
Telefax: (593-2) 2558389 / Troncales: (593-2)2507144/507150ext. 272
E-mail: fquiroz@server.epn.edu.ec. Apartado 17-01-2759



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES APLICADAS A POLÍMEROS
CIAP

3. **Determinación del pH.**

Equipo: Potenciómetro, marca Corning pH meter 440.

Muestra	pH	Temperatura. (°C)
AC 70 JRQ	9,15	21,3
Kuri JR	8,95	21,5

4. **Determinación de la densidad.**


Metodología: Se procedió se acuerdo a lo estipulado en la norma EO 13-4, apartado 9.21.

Equipos:

- ✓ Balanza analítica, marca Denver Instrument Company modelo AA 200.
- ✓ Baño térmico marca Haake D1..

Muestra	Densidad. (g/cm ³)
AC 70 JRQ	1,150
Kuri JR	1,217

Autorizado y revisado por:


Francisco Quiroz (MSc.)
DIRECTOR DEL CIAP

Importante: Los resultados que constan en el presente informe conciernen exclusivamente a las muestras, artículos o materiales entregados al CIAP y no se extienden a lotes de producción o marcas. La reproducción total o parcial de este informe se la hará previa la autorización expresa del Departamento de Materiales de la E.P.N.



Dirección: c/Ladrón de Guevara s/n (Frente al Edf. de Ingeniería Civil)
Telefax: (593-2) 2558389 / Troncales: (593-2)2507144/507150ext. 272
E-mail: fquiroz@server.epn.edu.ec. Apartado 17-01-2759



INFORME DE ANÁLISIS

No. CIAP-2004-068

ANEXO 1.

Determinación del contenido de sólidos.

Muestra :Kuri JR.

Determinación	Sólidos (%)
1	42,54
2	42,53
3	42,27
Promedio	42,44
Desv Estándar.	0,15

Muestra :AC-70 JRQ

Determinación	Sólidos (%)
1	31,09
2	32,35
3	30,99
Promedio	31,47
Desv Estándar.	0,75

Importante: Los resultados que constan en el presente informe conciernen exclusivamente a las muestras, artículos o materiales entregados al CIAP y no se extienden a lotes de producción o marcas. La reproducción total o parcial de este informe se la hará previa la autorización expresa del Departamento de Materiales de la E.P.N.



Dirección: c/Ladrón de Guevara s/n (Frente al Edf. de Ingeniería Civil)
Telefax: (593-2) 2558389 / Troncales: (593-2)2507144/507150ext. 272
E-mail: fquiroz@server.epn.edu.ec. Apartado 17-01-2759

ANEXO 7

Muestra de dextrina actual

ANEXO 8

Muestra de dextrina ideal

ANEXO 9

Tabla 1. Producción de almidón a nivel mundial

FUENTE	PRODUCCIÓN MUNDIAL	INDUSTRIA
Maiz	64 %	Industria de alimentos Industria del papel Industria del cartón
Papa	3 %	Industria de alimentos Industria textil Industria del petroleo Industria del cartón
Yuca	3%	Industria de alimentos Industria del cartón
Trigo	< 1 %	Industria de alimentos Industria del cartón
Camote	< 1 %	Industria de alimentos Industria del cartón Industria textil
Arroz	< 1 %	Industria del papel Industria textil Industria de alimentos
Palma Sago	< 1 %	Industria de alimentos Industria textil

Fuente: Conferencia Internacional del Almidón – 1996

ANEXO 10

Tabla 2. Composición química de algunos almidones

PRODUCTO	AMILOSA %	AMILOPECTINA %
Maíz	30	70
Arroz	8-30	70-92
Papa	18-20	80-82
Yuca	20-25	75-80

Fuente: Conferencia Internacional del Almidón – 1996

ANEXO 11

Norma INEN N° 524

<p>Norma Ecuatoriana</p>	<p>HARINAS DE ORIGEN VEGETAL DETERMINACION DEL ALMIDON</p>	<p>INEN 524 1980-12</p>
------------------------------	--	-----------------------------

OBLIGATORIA

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de almidón en harinas de origen vegetal.

2. TERMINOLOGIA

2.1 Almidón. Polisacárido de origen vegetal, considerado como el principal constituyente energético de los alimentos.

3. RESUMEN

3.1 El contenido de almidón se extrae de una muestra de harina de origen vegetal por lavado con agua y cloruro de calcio; hacer las lecturas correspondientes usando el polarímetro o sacarímetro.

4. INSTRUMENTAL

4.1 *Mortero de porcelana.*

4.2 *Tamiz 149 µm (ver INEN 154).*

4.3 *Tubos de centrífuga, de 50 cm³, de fondo redondo y borde en la boca.*

4.4 *Centrífuga.*

4.5 *Probeta graduada, de 250 cm³.*

4.6 *Matraz Erlenmeyer, de 250 cm³.*

4.7 *Plancha de calentamiento, con regulador de temperatura.*

4.8 *Teja metálica con asbesto.*

4.9 *Matraz aforado, de 100 cm³.*

4.10 *Embudo acanalado con papel filtro, wathman No. 12 o filtro de vidrio poroso o embudo tipo Hirsch.*

4.11 *Tubos de polarización, de 100 o de 200 mm de longitud.*

4.12 *Polarímetro o sacarímetro.*

4.13 *Fuente de luz monocromática o filtro para obtener luz monocromática.*

(Continúa)

4.14 *Piceta o frasco lavador.*

4.15 *Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.*

5. REACTIVOS

5.1 *Solución al 33^o/o de cloruro de calcio.* Disolver dos partes de cloruro de calcio exahidratado ($\text{Ca Cl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) en una parte de agua destilada y ajustar a una densidad de 1,30 a 20°C. Alcalinizar muy ligeramente mediante la adición de una solución 0,1 N de hidróxido de sodio, en presencia del indicador de fenolftaleína.

5.2 *Solución al 0,8^o/o de ácido acético.*

5.3 *Alcohol etílico al 65^o/o d = 0,88 a 20°C.*

6. PREPARACION DE LA MUESTRA

6.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

6.2 La cantidad de muestra de la harina de origen vegetal extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.

6.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

7.2 La muestra de harina de origen vegetal, pulverizada finamente, es pasada a través de un tamiz de abertura correspondiente a 149 μm .

7.3 Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 2 g a 2,5 g de muestra y transferir al tubo de la centrífuga de 50 cm^3 ; añadir 10 cm^3 de éter para remover la grasa, luego 10 cm^3 de alcohol de 65^o/o y agitar cuidadosamente con una varilla de vidrio.

7.4 Colocar el tubo y su contenido en la centrífuga y centrifugar por dos minutos (si no se dispone de centrífuga, lavar la muestra de harina colocándola sobre un papel filtro, usando un cono de platino y ligera succión). Decantar el solvente y, si es necesario, repetir el lavado hasta que se hayan usado 60 cm^3 del líquido lavador, agitando cada vez que sea posible.

7.5 Agitar el residuo con 10 cm^3 de agua destilada y transferir al matraz Erlenmeyer de 250 cm^3 . Se termina esta transferencia usando para el lavado un total de 60 cm^3 de la solución de cloruro de calcio que contenga 2 cm^3 de ácido acético al 0,8^o/o; colocar la varilla de vidrio en el matraz Erlenmeyer.

(Continúa)

7.6 Colocar el matraz Erlenmeyer y su contenido sobre la tela metálica con asbesto puesta sobre la plancha de calentamiento y llevar rápidamente a ebullición, agitando frecuentemente; continuar la ebullición de 15 a 17 minutos, tomando las precauciones necesarias para evitar el quemado y la espuma; pueden bajarse las partículas adheridas a las paredes del matraz Erlenmeyer usando la varilla.

7.7 Enfriar rápidamente la solución puesta en el matraz Erlenmeyer colocándolo bajo una llave de agua corriente y transferir la solución al matraz aforado de 100 cm³.

7.8 Lavar cuidadosamente las paredes del matraz Erlenmeyer con la solución de cloruro de calcio, contenida en una piceta, hasta completar el volumen. Para destruir la espuma, se puede agregar una gota de alcohol.

7.9 Agitar cuidadosamente el matraz aforado con su contenido y filtrar a través del embudo acanalado, desechando los 10 cm³ primeros del líquido filtrado (ver nota 1).

7.10 Llenar con el líquido filtrado dos tubos de polarización de 100 mm de longitud, colocar en el polarímetro y tomar 10 lecturas de cada uno de ellos.

8. CALCULOS

8.1 El contenido de almidón en la muestra de harina de origen vegetal, en porcentaje de masa sobre base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

a) Si se emplea un polarímetro o sacarímetro con tubo de 100 mm tendremos:

$$A = \frac{100 \times R \times 100}{1 \times 203 \times m (100-H)} = \frac{49 \times R}{m (100-H)}$$

Siendo:

A = contenido de almidón en la harina, en porcentaje de masa, sobre base seca.

R = ángulo de rotación observado.

m = masa de la muestra, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

203 = valor arbitrario tomado como rotación específica para todos los almidones, hasta que se determinen mejores factores individuales para cada tipo de almidón.

b) Si se emplea un polarímetro o sacarímetro con tubo de 200 mm, pesar 2 g de muestra, mezclar, diluir a 100 cm³ y aplicar la fórmula siguiente:

$$A = \frac{^{\circ}S \times 4,2586}{m (100 - H)}$$

Siendo:

A = contenido de almidón en la harina, en porcentaje de masa, sobre base seca.

^oS = grados sacarimétricos.

m = masa de la muestra en gramos.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

4,2586 = valor arbitrario.

(Continúa)

9. ERRORES DE METODO

9.1 La diferencia entre los resultados obtenidos después de promediar por separado 10 lecturas no debe ser mayor a 0,006; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

10. INFORME DE RESULTADOS

10.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación.

10.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

10.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

ANEXO 12

Norma INEN N° 1877

Norma Ecuatoriana Obligatoria	ACIDO SULFURICO INDUSTRIAL DETERMINACION DE LA ACIDEZ TOTAL	INEN 1 877 1992-02
-------------------------------------	--	-----------------------

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 3999 - Baquerizo 454 y Ave. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

1. OBJETO

D O N A C I O N

1.1 Esta norma describe el método de análisis para determinar la acidez total del ácido sulfúrico para uso industrial, expresado como ácido sulfúrico.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma establece el procedimiento para determinar la acidez total del ácido sulfúrico de 75 a 99⁰/_o (m/m) de concentración.

3. RESUMEN

3.1 El método consiste en diluir una cantidad de muestra y titular con una solución estándar 0,5 N de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador.

4. REACTIVOS

4.1 Indicador fenolftaleína, solución de alcohol (10 g/l). Disolver 1 g de fenolftaleína en 100 cm³ de etanol (95⁰/_o).

4.2 Solución estándar de hidróxido de sodio 0,5 N. (Ver Anexo A).

5. EQUIPO

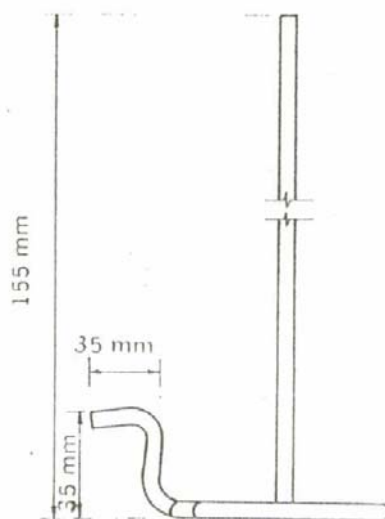
5.1 Tubo Dely, ampolla de vidrio esférica u otro recipiente adecuado para el efecto. Ver figura 1.

INEN
INSTITUTO ECUATORIANO
DE NORMALIZACION
BIBLIOTECA

(Continúa)

DESCRIPTORES: Acido sulfúrico, análisis químico, determinación de la acidez total.

FIGURA 1.



5.2 Balanza analítica, sensibilidad 0,0001 g.

5.3 Desecador

5.4 Bureta, de 100 cm³

5.5 Matraz volumétrico, de 600 cm³, con tapa esmerilada

5.6 Vaso de precipitación, de 400 cm³

5.7 Erlenmeyer, de 500 cm³

5.8 Termómetro, escala de -10 a 110°C

5.9 Ampolla de vidrio esférica

6. PROCEDIMIENTO

6.1 Efectuar la determinación por duplicado

6.2 Invertir el recipiente que contiene la muestra varias veces y mantener la tapa herméticamente cerrada.

(Continúa)

- 6.3 Secar y pesar el tubo Dely, introducir el brazo largo de éste en el recipiente (6.2), y mediante succión recoger de 2 a 3 g de la muestra, dependiendo de la concentración del ácido.
- 6.4 Invertir el tubo Dely y secar el ácido contenido en la parte exterior del brazo largo, usando un paño de varias capas y desechar inmediatamente para evitar quemaduras en los dedos. (ver nota 1).
- 6.5 Volver a pesar el tubo Dely, con una aproximación lo más cercana a 0,0001 g y anotar el peso de la muestra.
- 6.6 Inclinar el tubo Dely de manera que el ácido fluya hacia la curva del brazo corto y conectar éste mediante un tubo de caucho a un depósito de agua elevado. Cerrar el tubo, cerca de la parte final más baja, por medio de una abrazadera.
- 6.7 Introducir el brazo largo del tubo Dely en un vaso de precipitación de 400 cm³, que contiene aproximadamente 100 cm³ de agua.
- 6.8 Abrir la abrazadera y dejar fluir la muestra en el vaso hasta que todo el ácido del tubo Dely haya sido lavado. Ver notas 2 y 3.
- 6.9 Lavar la longitud final del tubo Dely, recolectar los lavados en el vaso de precipitación (6.7) y añadir de 3 a 5 gotas del indicador fenolftaleína.
- 6.10 Anotar la temperatura de la solución 0,5 N de hidróxido de sodio y entonces titular la muestra hasta un color rosado como punto final. Anotar la titulación lo más cercana a 0,1 cm³.

7. CALCULO

7.1 La acidez total expresada como ^o/_o (m/m) de ácido sulfúrico se expresa de la siguiente manera:

$$A = \frac{V \times N \times 0,04904}{m} \times 100$$

En donde:

- A = acidez total, porcentaje en masa
 V = volumen en cm³ de la solución de NaOH requeridos para titular la solución
 N = normalidad de la solución de NaOH
 m = masa en gramos de la muestra
 0,04904 = miliequivalente del ácido sulfúrico.

NOTA 1. Precaución Utilizar guantes y gafas de protección.

NOTA 2. La presencia de ácido en el tubo Dely puede detectarse mediante la coloración del agua en el depósito con el indicador fenolftaleína y una mínima cantidad de la solución de hidróxido de sodio, que producirá una ligera coloración violeta. El agua que fluye a través del tubo aparenta tener dos coloraciones de acuerdo a la cantidad de ácido que esté presente, y la apariencia de un ligero color rosado indica la ausencia de ácido.

NOTA 3. El ácido y el agua están separados por una burbuja de aire.

INEN
 INSTITUTO ECUATORIANO
 DE NORMALIZACION
 BIBLIOTECA

8. ERRORES DE METODO

8.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 5% del valor promedio de ambos ensayos, en caso contrario, debe repetirse la determinación.

9. INFORME DE RESULTADOS

9.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

9.2 En el informe de resultados, debe indicarse el método usado y el resultado obtenido, debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

9.3 Debe incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

ANEXO 13

Tabla 3. Densidad/grados brix

Tabla 2.10 Relación entre peso específico, escala Brix y escala Baumé para la sacarosa.

<i>Lectura Brix (°Brix)</i>	<i>Concentración (g/l)</i>	<i>Peso específico 20°C</i>	<i>Lectura Baumé (°Baumé)</i>
0	0	1,0000	0,00
5	50,9	1,0120	2,79
10	103,8	1,0400	5,57
15	158,9	1,0610	8,34
20	216,2	1,0829	11,10
25		1,1055	13,84
30	338,1	1,1290	16,57
35		1,1533	19,28
40	470,6	1,1785	21,97
45		1,2046	24,63
50	614,8	1,2317	27,28
55		1,2598	29,90
60	771,9	1,2887	32,49
65		1,3187	35,04
70	943,1	1,3496	37,56
75		1,3814	40,03
80	1129,4	1,4142	42,47

Adaptado según datos de Spencer y Meade (1957).

Fuente: LEWIS, M. " Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesado". España: Editorial Acribia S.A., 1993. p.39-59, 101-133.

ANEXO 14

Especificaciones Del Polarímetro

Polarímetros digitales automáticos ADP220 y

Bellingham+Stanley diseña y fabrica polarímetros desde hace más de ochenta y cinco años. Y los fabrica con los más altos niveles de calidad utilizando tecnologías de vanguardia. El ADP220 es un polarímetro barato de uso general totalmente automático que, en los pocos años transcurridos desde su lanzamiento, ha adquirido gran popularidad en el todo el mundo. El ADS220 es un sacarímetro basado en el mismo diseño, pero con características que se adaptan a su aplicación concreta en la industria azucarera.

ADP220 y ADS220:

características de diseño comunes

El funcionamiento de estos instrumentos resulta sencillo gracias a los mandos pulsadores para la puesta a cero del instrumento y para los cambios de modo y configuración. Los resultados se visualizan de forma digital y se pueden imprimir directamente o enviarlos a un ordenador. Además de la lectura, el instrumento muestra el modo: la escala activa, el estado de compensación de temperatura automática, la situación de la estabilidad de la lectura, la densidad óptica de la muestra y la temperatura.

La fuente de luz LED de 589 nm y la fuente de alimentación exterior reduce al mínimo la generación de calor dentro del instrumento. Se puede elegir entre dos sondas de temperatura: una sonda fija para vigilar la temperatura de la cámara de la muestra o una sonda móvil que se puede suspender en la muestra. Se pueden utilizar tubos de hasta 220 mm de longitud y el diseño de la tapa del instrumento admite tubos para transportar agua de circulación con el fin de controlar la temperatura de la muestra y para transportar la propia muestra con ayuda de un tubo de flujo de polarímetro (con bomba incorporada).

También se puede elegir entre diversas escalas y modos de compensación automática de la temperatura. Por ejemplo, se puede optar por la compensación de temperatura de cuarzo cuando se vayan a utilizar placas de control de cuarzo para verificar la precisión del instrumento. También se puede seleccionar la ISS o Escala Internacional del Azúcar (Z) en combinación con la compensación de temperatura de la sacarosa.

La respuesta de lectura puede ser lenta o rápida. Se recomienda escoger una respuesta lenta (aproximadamente, 30 segundos) cuando se precise un alto grado de exactitud y / o cuando las muestras estén diluidas o la densidad óptica sea elevada. En caso de que resulte aceptable una lectura de baja resolución ($\pm 0,1^\circ$), podría resultar adecuada una respuesta rápida de unos 5 segundos.

Asimismo, se puede introducir un factor de multiplicación o constante para multiplicar automáticamente la actividad óptica. Esta prestación puede resultar útil cuando se utilicen concentraciones o tubos de longitud no estándar o cuando sea necesario mostrar una actividad (molecular) concreta.

ADP220

Como instrumento de uso general, el ADP220 se puede utilizar para multitud de aplicaciones, incluidas las soluciones de azúcar para las que se podrán seleccionar la escala Z y la compensación de la temperatura del azúcar. Si se selecciona la escala angular, el usuario podrá seleccionar también los siguientes rangos de medición:

-355°	a	-185°
-265°	a	-95°
-175°	a	-5°
-85°	a	+85°
+5°	a	+175°
+95°	a	+265°
+185°	a	+355°

También cuenta con cinco escalas definidas por el usuario en las que, por ejemplo, el usuario puede programar relaciones simples entre concentración y actividad óptica, lo que convertiría al polarímetro en un "medidor de concentración". También tiene una función de compensación de temperatura definible por el usuario.

ADS220

El ADS220 es un sacarímetro, lo que quiere decir que está diseñado y optimizado para la medición de soluciones de azúcar. Además de la Escala Internacional del Azúcar (Z), viene de serie con la escala angular aunque no la característica de rango seleccionable del ADP220. En la escala Z, el ADS220 goza de una mayor exactitud de medición que el ADP220 (véanse las especificaciones).

Una característica importante es el modo "pureza". En este modo el instrumento puede mostrar directamente la pureza de la muestra medida. La ecuación utilizada es flexible lo que permite al usuario introducir las necesarias constantes (multiplicadores). Los valores de brixio de la muestra ensayada se pueden introducir manualmente o conectar el ADS220 directamente a un refractómetro RFM cuya lectura de transmite a través de la interfaz RS 232. La pureza resultante aparece en el ADS220.

El ADS220 puede incorporar una tapa "ranurada" cuyo diseño admite los tubos de flujo de embudo con los que se suele trabajar en los laboratorios de ensayo de azúcar.



ADS220



Especificaciones técnicas del ADP220 y ADS220

Fuente de luz	LED con filtro de interferencias (589 nm) Haz de 4 mm de diámetro
Interfaces	Serie RS232, paralelo, sensor de temperatura, refractómetro
Temperatura ambiente	De 5 a 45 °C

Especificaciones de funcionamiento del ADP220

Resolución de escala	0,01
Escala angular: rango*, precisión	-85 a +85 °A , ±0,02 °A
Escala de azúcar (ISS): rango, precisión	-225 a +225 °Z, ±0,05 °Z
Escala definibles por el usuario	Hasta 5, programables
Compensación de temperatura	Ninguna, azúcar, cuarzo, definida por el usuario

* Rango de escala de visualización seleccionable desde -355 hasta +355 °A

ADP220 Código de pedido 36-20	Polarímetro Digital Automático, suministrado con un tubo central recto de llenado (200 mm), programa de "Utilidades" ADP220 y manual de instrucciones.
-------------------------------------	--

Especificaciones de funcionamiento del ADS220

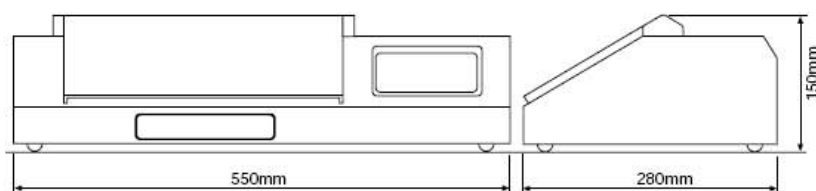
Resolución de escala	0,01
Escala de azúcar (ISS): rango, precisión	-225 to +225 °Z, ±0,03 °Z
Escala de pureza del azúcar	Conexión opcional a refractómetro
Compensación de temperatura	Ninguna, azúcar, cuarzo, definida por el usuario

ADS220 Código de pedido 36-21	Sacarímetro Digital Automático, suministrado con un tubo central recto de llenado (200 mm) y manual de instrucciones.
-------------------------------------	---

Pesos y dimensiones

Peso bruto: 14,5kg Peso neto: 9,0kg Dimensiones (empaquetado): 650x410x400 mm
Cubo: 0,107 Dimensiones reales: 550x280x150 mm, excluida la fuente de alimentación.

Fuente de alimentación: externa de 90-250V ~ 50-60 Hz. Suministrada con el instrumento.



Placas de control de cuarzo

Se puede utilizar una placa de control de cuarzo para verificar la precisión de las mediciones del polarímetro; en consecuencia, se trata de un instrumento fundamental para las empresas que deseen cumplir una norma de calidad reconocida.

Bellingham+Stanley ofrece dos placas aptas para su utilización con los instrumentos ADP220 y ADS220. Sus valores aproximados son: 100 °Z (33 °A) y 15 °Z (5 °A). Cada placa viene con un certificado en el que se indica el valor y tolerancia exactos.

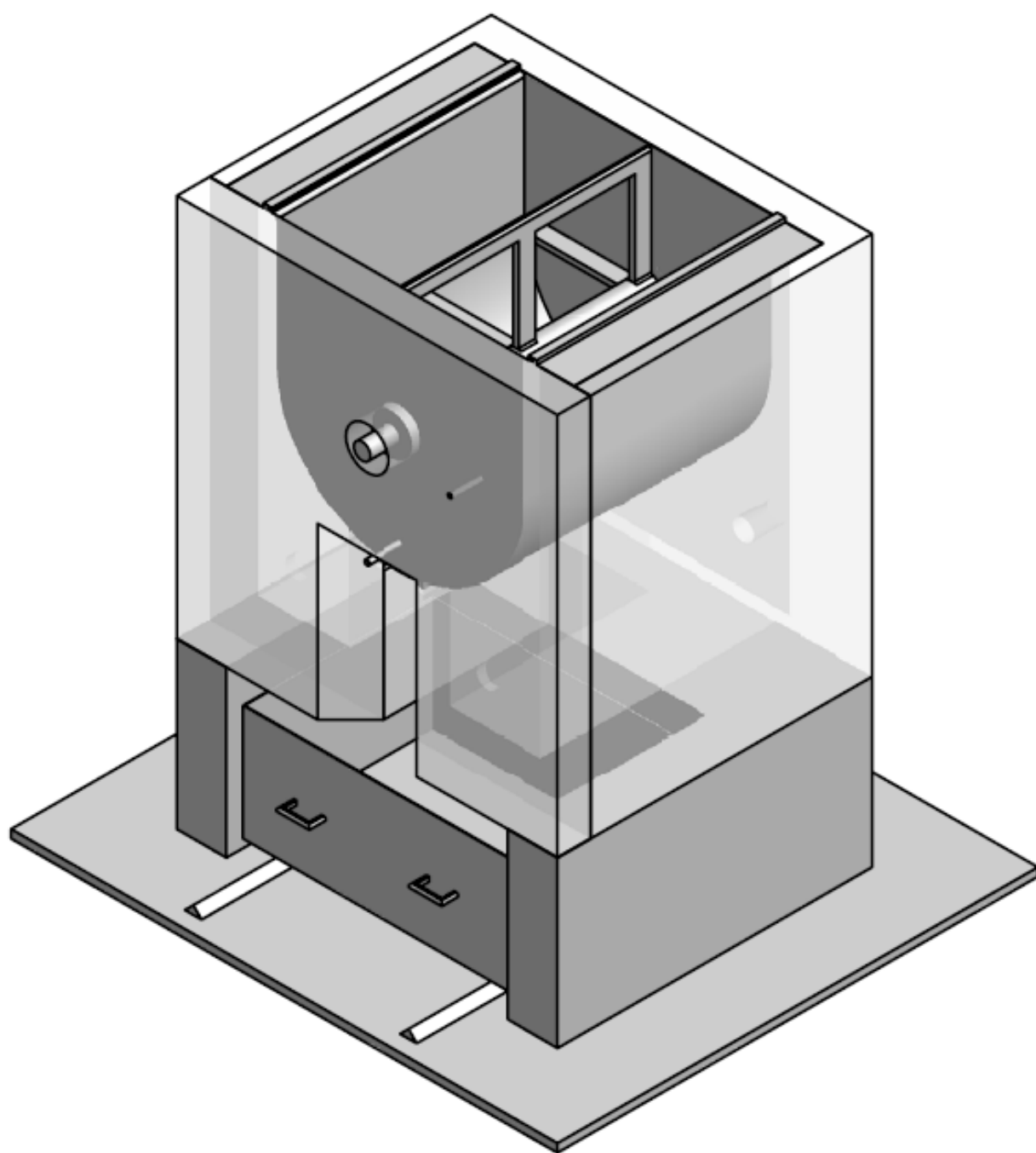


CE Este producto cumple los requisitos de la Directiva de Bajo Voltaje 73/23/CEE y la Directiva EMC 89/336/CEE

Bellingham & Stanley Ltd siguen una política de desarrollo y mejora continuos de productos y, en consecuencia, la información facilitada en esta hoja de datos podrá ser objeto de actualización o cancelación sin previo aviso. Se reconocen todas las marcas.

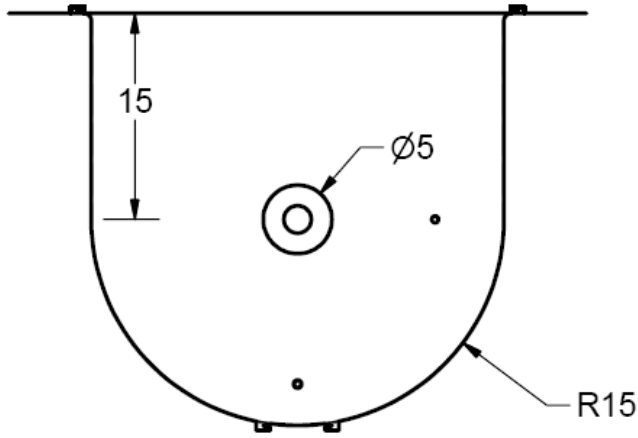
ANEXO 15

Figura 2. Dimensiones y diseño de la máquina propuesta

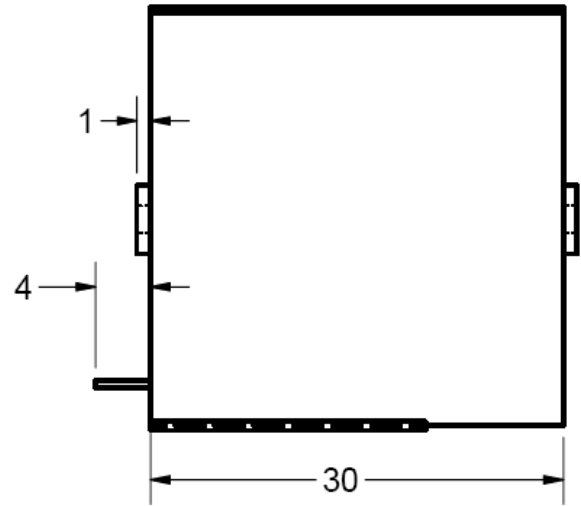


Unidad PULG.	Elemento DEXTRINIZADORA	Realizado por RICARDO GANGOTENA	
		Hoja 1 de 1	10/06/2007

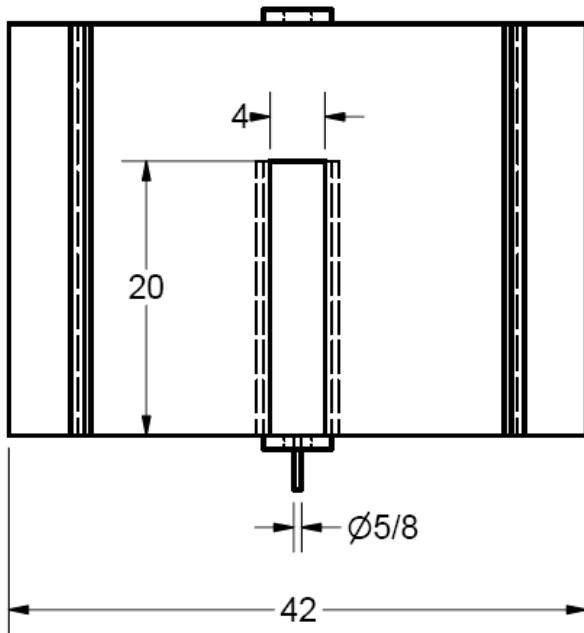
Frontal



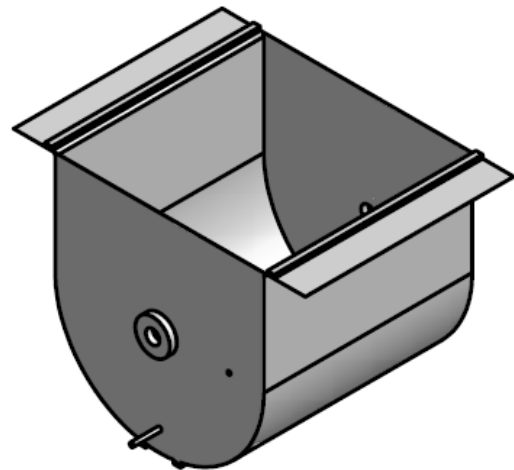
Lateral



Superior



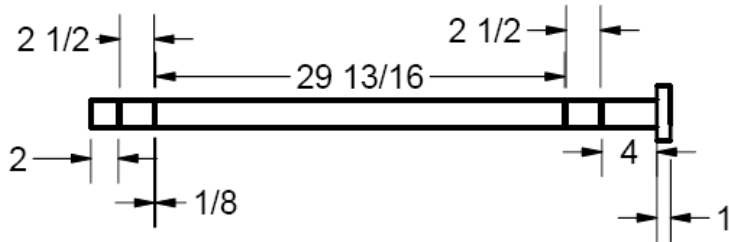
ESCALA 0.07:1



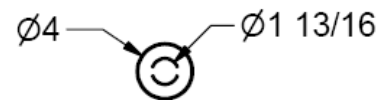
ESCALA 0.05:1

Título		DEXTRINIZADORA		UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS	
Unidad PULG.	Elemento		Realizado por		
	REACTOR		RICARDO GANGOTENA		
			Hoja 1 de 6	10/06/2007	

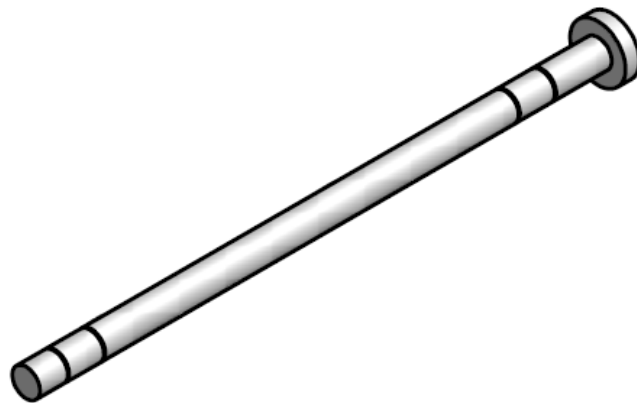
Frontal



Lateral



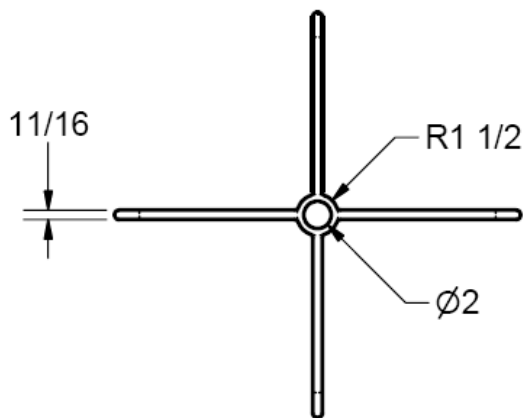
ESCALA 0.07:1



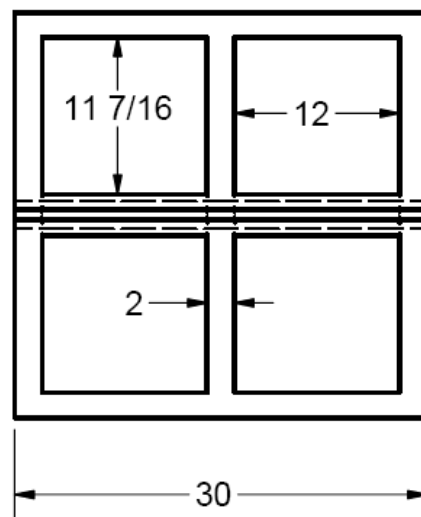
ESCALA 0.1:1

Título		DEXTRINIZADORA		UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS	
Unidad	Elemento	Realizado por			
		RICARDO GANGOTENA			
PULG.	EJE	Hoja 2 de 6		10/06/2007	

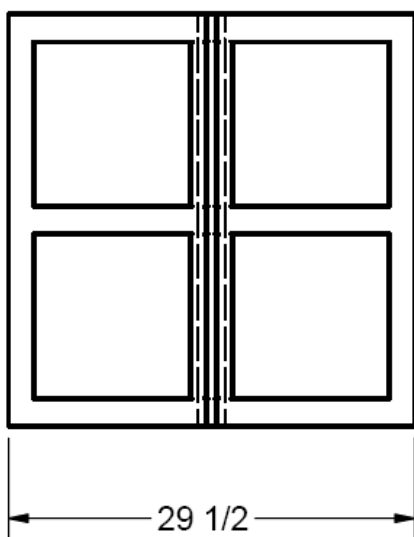
Frontal



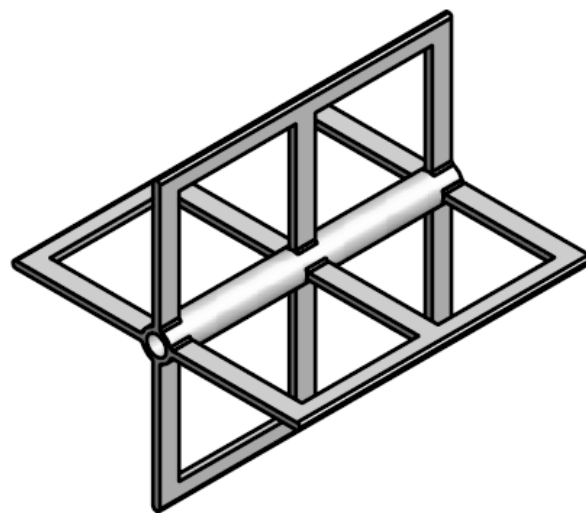
Lateral



Superior



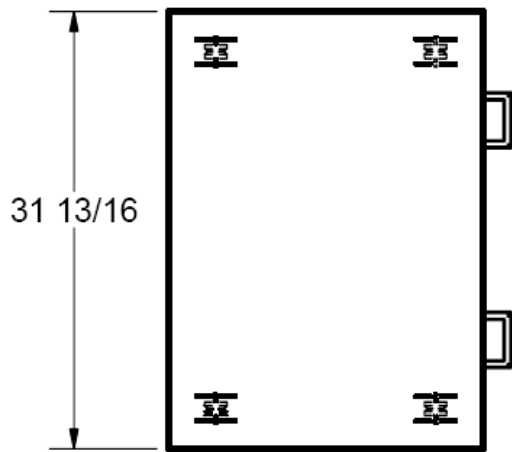
ESCALA 0.07:1



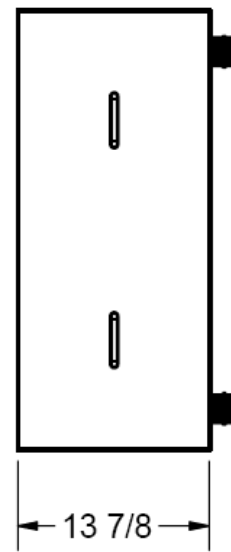
ESCALA 0.07:1

Título		DEXTRINIZADORA		UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS		
Unidad	Elemento	ASPAS				Realizado por
						RICARDO GANGOTENA
PULG.		Hoja	3 de 6	10/06/2007		

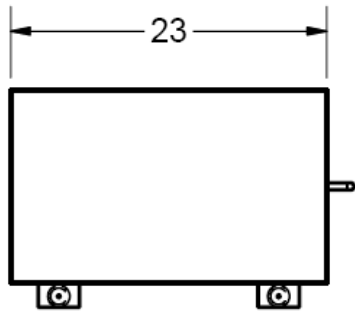
Frontal



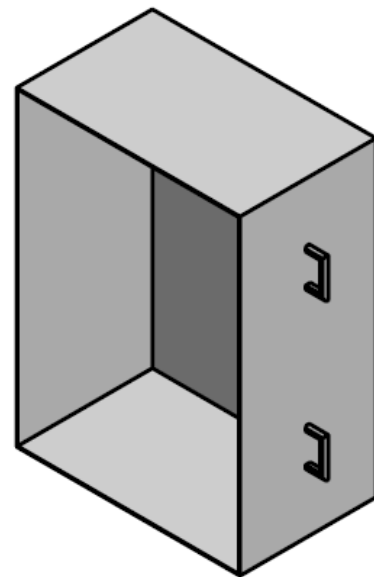
Lateral



Superior



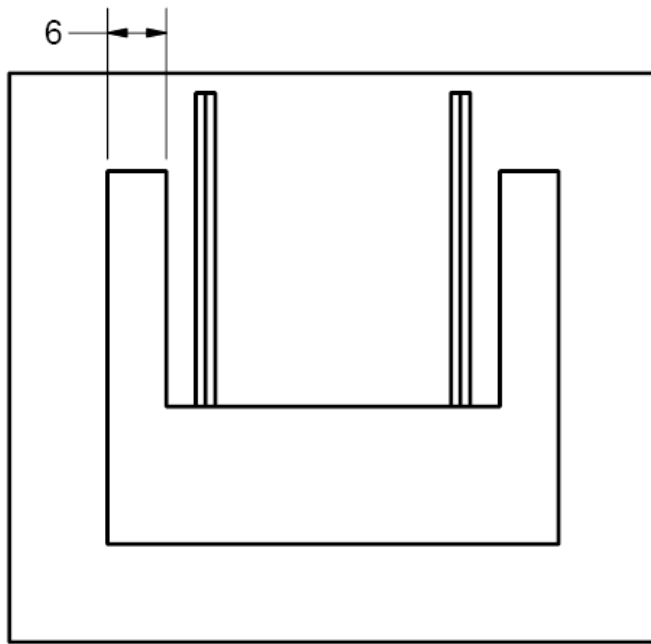
ESCALA 0.07:1



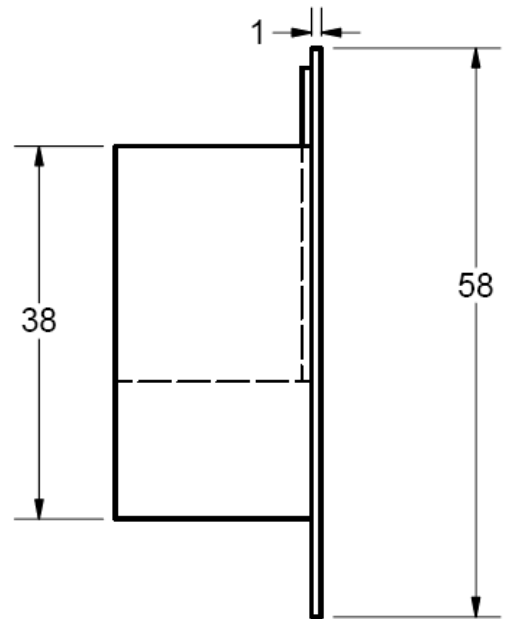
ESCALA 0.07:1

Título		DEXTRINIZADORA		UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS	
Unidad PULG.	Elemento			Realizado por	
	TINA			RICARDO GANGOTENA	
				Hoja 4 de 6	10/06/2007

Frontal

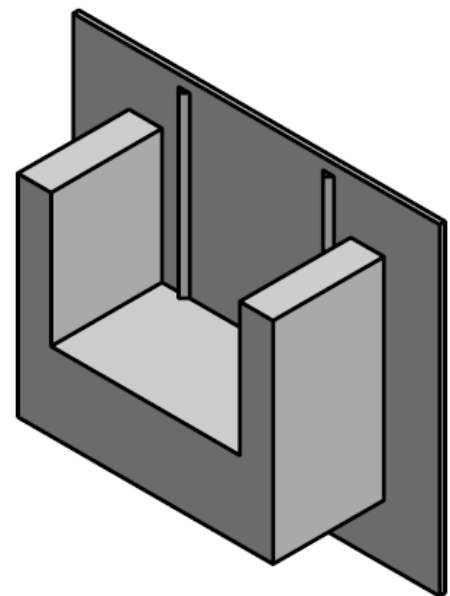
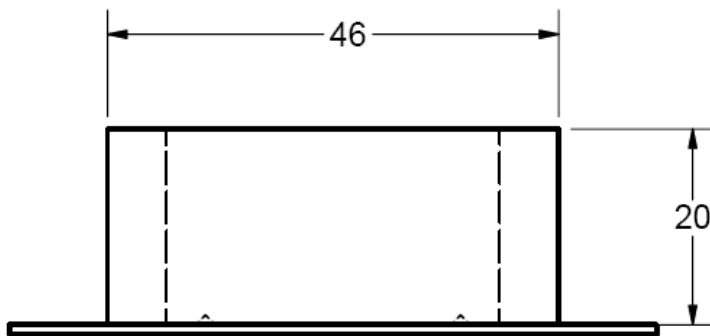


Lateral



ESCALA 0.05:1

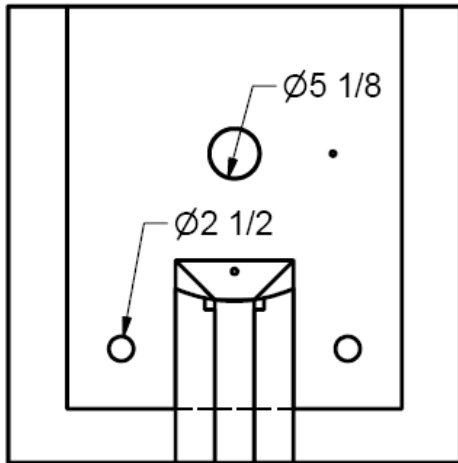
Superior



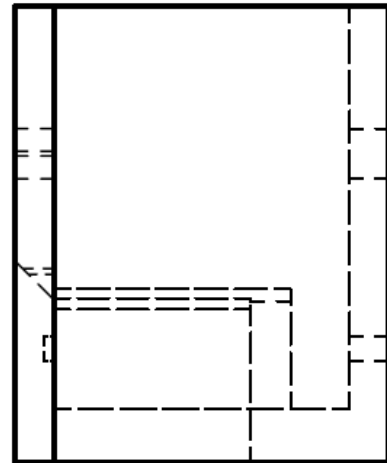
ESCALA 0.04:1

Título		DEXTRINIZADORA		UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS	
Unidad PULG.	Elemento			Realizado por	
	BASE			RICARDO GANGOTENA	
				Hoja 5 de 6	10/06/2007

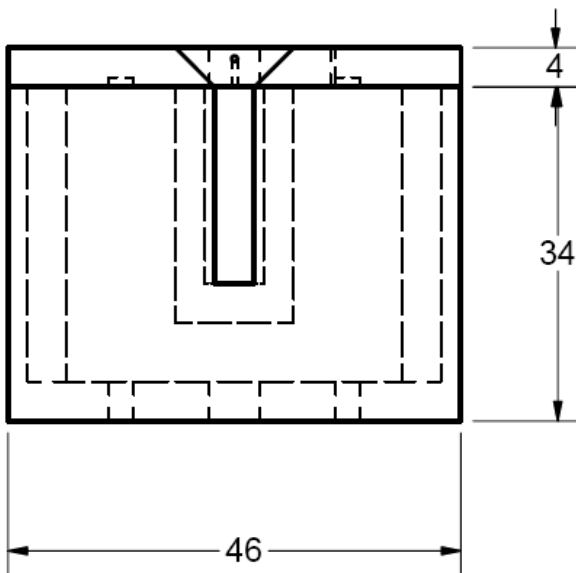
Frontal



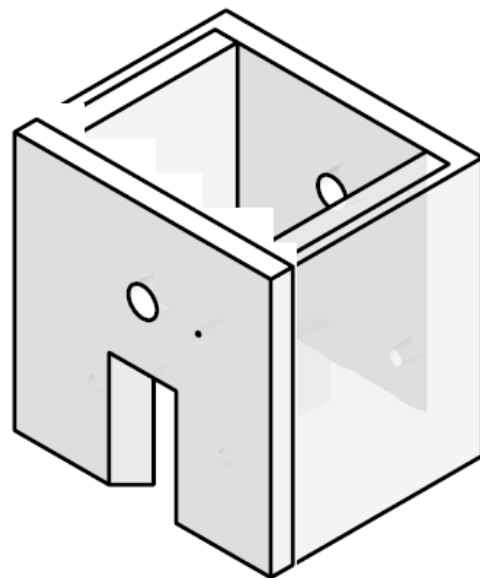
Lateral



Superior



ESCALA 0.05:1

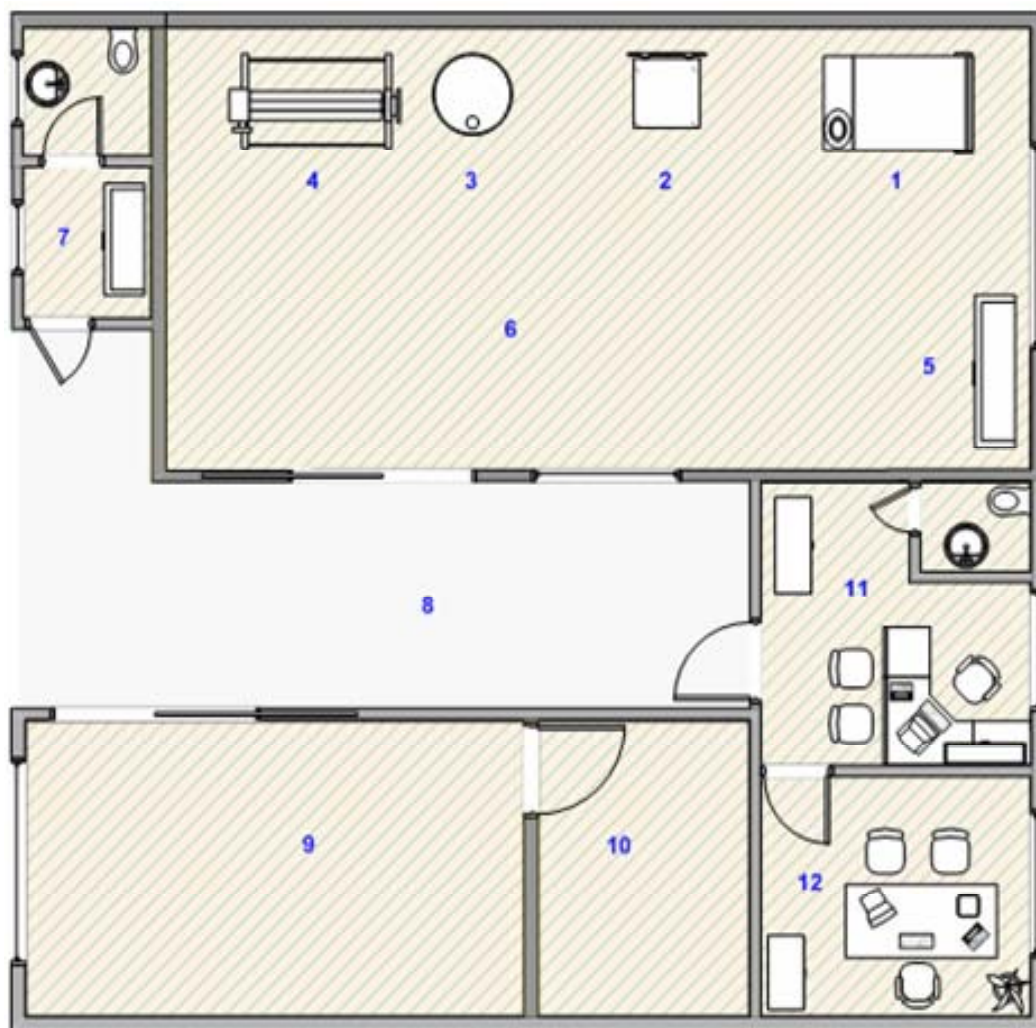


ESCALA 0.04:1

Título		DEXTRINIZADORA		UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS	
Unidad PULG.	Elemento			Realizado por	
	CAMARA			RICARDO GANGOTENA	
				Hoja 6 de 6	10/06/2007

ANEXO 16

Plano 2. Diagrama Lay Out de la distribución de la planta propuesta



- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| 1 Dextrinizadora | 7 Vestidor y sanitario |
| 2 Horno | 8 Pasillo |
| 3 Calentamiento de agua | 9 Bodega |
| 4 Mezclador | 10 Bodega productos controlados |
| 5 Caja de herramientas | 11 Oficina ventas |
| 6 Area de empaque | 12 Oficina gerencia |

Título

DIAGRAMA LAY OUT

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

Elemento

DISTRIBUCIÓN PROPUESTA

Realizado por

RICARDO GANGOTENA

ANEXO 17

Tabla 4. Materia prima para producir 75,000 kg/año de pegamento

PRODUCTO	MATERIA PRIMA	KILOS / AÑO	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
DEXTRINA	Almidón de maiz	30.000,00	0,42	12.600,00
	Ácido sulfúrico	26,00	0,23	5,98
	Ácido clorhídrico	14,00	0,66	9,24
PEGAMENTO	Hidróxido de sodio sólido	375,00	0,64	240,00
	Colofonia	937,50	1,18	1.106,25
	Formol	375,00	0,81	303,75
	Bórax	3.750,00	0,65	2.437,50
	Urea	375,00	1,85	693,75
TOTAL				17.396,47

Fuente: Cotización en el mercado y datos históricos de la fábrica JR Químicos

ANEXO 18

Tabla 5. Costo anual del proyecto

COSTOS DEL PROYECTO		
COSTOS DE FABRICACIÓN	FIJOS	VARIABLES
Materia prima		17,396.47
Materiales directos		1,820.00
Sueldos y salarios MOD	4,344.00	
Prestaciones sociales	1,793.08	
Materiales indirectos		147.50
Equipos indirectos	308.00	
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN		
Sueldos y salarios ADM	7,200.00	
Prestaciones Sociales	2,898.00	
Permisos de funcionamiento	120.00	
Utiles de aseo	40.00	
Utiles de oficina	50.00	
Papelería	20.00	
Agua, luz, teléfono	1,236.54	
Depreciación maquinaria	271.50	
COSTOS DE VENTA		
Sueldos y salarios VTS	2,400.00	
Prestaciones Sociales	1,066.00	
Gastos varios		184.70
TOTAL	21,747.12	19,548.67

Fuente: Cotización en el mercado y datos históricos de la fábrica JR Químicos

ANEXO 19

Desarrollo De La Fórmula Del Punto De Equilibrio Y El Costo Total Del Proyecto

Se reemplaza los valores del ingreso total y el costo total y así se obtuvo el punto de equilibrio, o en otras palabras el nivel de producción de equilibrio:

$$Q * 0.58 = 1,812.26 + (Q * 0.26)$$

$$Q * 0.58 - Q * 0.26 = 1,812.26$$

$$Q * 0.32 = 1,812.26$$

$$Q = 5,663.31 \text{ (Nivel de producción de equilibrio)}$$

Finalmente se reemplaza el nuevo nivel de producción de equilibrio en la ecuación del costo total:

$$CT = 1,812.26 + (Q * 0.26)$$

$$CT = 1,812.26 + (5,663.31 * 0.26)$$

$$CT = 3,284.72$$

ANEXO 20

DESGLOSE DE LOS RUBROS DE LA INVERSIÓN INICIAL

Tabla 6. Materiales para la construcción de la dextrinizadora

MATERIALES	COSTOS
Contenedor de acero inoxidable	350.00
Eje de acero inoxidable	50.00
Aspas de acero inoxidable	150.00
Chumaceras de pared	80.00
Termómetro de pared	25.00
Tina de metal	20.00
Motor eléctrico	300.00
Cámara de ladrillos refractarios	1,690.00
Sistema de calentamiento	50.00
TOTAL	2,715.00

Fuente: Cotización en el mercado

Tabla 7. Materiales para la construcción del sistema de tamizado

MATERIALES	COSTOS
Vigas	10.00
Cuerdas	2.00
Tamiz	10.00
TOTAL	22.00

Fuente: Cotización en el mercado

Tabla 8. Materiales para el control de calidad

MATERIALES	COSTOS
Erlenmeyer de 250 ml.	2.08
Agitador magnético.	420.80
Kitasato de 250 ml.	25.00
Papel filtro (pliego)	0.70
Embudo Buchner.	12.64
Probeta graduada de 100 ml.	6.59
Bomba de vacío.	1,000.00
Densímetro (g/l)	21.90
TOTAL	1,489.71

Fuente: Cotización en el mercado

ANEXO 21

Tabla 9. Tabla de Amortización

AÑO	PERIODO	CAPITAL	INTERÉS	DIVIDENDO	SALDO
	0		0.01		6,900.00
	1	155.33	80.50	235.83	6,744.67
	2	157.14	78.69	235.83	6,587.54
	3	158.98	76.85	235.83	6,428.57
	4	160.83	75.00	235.83	6,267.74
	5	162.70	73.13	235.83	6,105.04
1	6	164.60	71.23	235.83	5,940.44
	7	166.52	69.31	235.83	5,773.92
	8	168.47	67.36	235.83	5,605.45
	9	170.43	65.40	235.83	5,435.03
	10	172.42	63.41	235.83	5,262.61
	11	174.43	61.40	235.83	5,088.18
	12	176.47	59.36	235.83	4,911.72
	13	178.53	57.30	235.83	4,733.19
	14	180.61	55.22	235.83	4,552.59
	15	182.72	53.11	235.83	4,369.88
	16	184.85	50.98	235.83	4,185.03
	17	187.00	48.83	235.83	3,998.03
2	18	189.19	46.64	235.83	3,808.85
	19	191.39	44.44	235.83	3,617.46
	20	193.63	42.20	235.83	3,423.84
	21	195.89	39.94	235.83	3,227.96
	22	198.17	37.66	235.83	3,029.79
	23	200.48	35.35	235.83	2,829.31
	24	202.82	33.01	235.83	2,626.50
	25	205.19	30.64	235.83	2,421.31
	26	207.58	28.25	235.83	2,213.74
	27	210.00	25.83	235.83	2,003.74
	28	212.45	23.38	235.83	1,791.29
	29	214.93	20.90	235.83	1,576.36
3	30	217.44	18.39	235.83	1,358.93
	31	219.98	15.85	235.83	1,138.96
	32	222.54	13.29	235.83	916.42
	33	225.14	10.69	235.83	691.28
	34	227.77	8.06	235.83	463.52
	35	230.42	5.41	235.83	233.11
	36	233.11	2.72	235.83	0.00

Fuente: Banco del Pacífico

ANEXO 22

Tabla 10. Estado de pérdidas y ganancias proyectado

RUBROS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	44,250.00	53,100.00	63,720.00	76,464.00	91,756.80
Costos de producción	25,809.05	29,681.84	34,329.20	39,906.02	46,598.21
UTILIDAD BRUTA VENTAS	18,440.95	23,418.16	29,390.80	36,557.98	45,158.59
Gasto de ventas	3,650.70	3,687.64	3,731.97	3,785.16	3,848.99
Gasto de administración	11,836.04	11,836.04	11,836.04	11,836.04	11,836.04
UTILIDAD OPERACIONAL	2,954.21	7,894.47	13,822.79	20,936.78	29,473.56
Gastos financieros	2,829.96	2,829.96	2,829.96	0.00	0.00
UTILIDAD ANTES PARTICIPACION LAI	124.25	5,064.51	10,992.83	20,936.78	29,473.56
15%	18.64	759.68	1,648.92	3,140.52	4,421.03
UTILIDAD ANTES IMPUESTO RENTA	105.61	4,304.84	9,343.91	17,796.26	25,052.52
25%	26.40	1,076.21	2,335.98	4,449.06	6,263.13
UTILIDAD NETA	79.21	3,228.63	7,007.93	13,347.19	18,789.39

ANEXO 23

Tabla 11. Estado de situación inicial

ESTADO DE SITUACIÓN INICIAL			
ACTIVO		PASIVO	
Activo circulante		Pasivo corto plazo	0.00
Cja banco	0.00	Deudas corto plazo	0.00
Materia prima	17,396.47	Pasivo corriente	0.00
Total Activo circulante	17,396.47	Total pasivo corto plazo	0.00
Activo fijo		Pasivo largo plazo	0.00
Terreno	30,000.00	Deuda largo plazo	0.00
Equipos	3,737.00	Total pasivo largo plazo	0.00
Herramientas	1,556.21		
Obra civil	10,000.00	Total pasivo	0.00
Otros activos	600.00		
Total activo fijo	45,893.21		
Depreciación activos fijos	0.00		
Total activo fijo neto	45,893.21	PATRIMONIO	
Otros activos	0.00	Capital	63,289.68
		Utilidad del ejercicio	0.00
Total	63,289.68	Total	63,289.68

ANEXO 24

Tabla 12. Balance General del Año 1

BALANCE GENERAL AÑO 1			
ACTIVO		PASIVO	
Activo circulante		Pasivo corto plazo	0.00
Cja banco	3,180.67	Deudas corto plazo	0.00
Materia prima	17,396.47	Pasivo corriente	0.00
Total Activo circulante	20,577.14	Total pasivo corto plazo	0.00
Activo fijo		Pasivo largo plazo	0.00
Terreno	30,000.00	Deuda largo plazo	0.00
Equipos	3,737.00	Total pasivo largo plazo	0.00
Herramientas	1,556.21		
Obra civil	10,000.00	Total pasivo	0.00
Otros activos	600.00		
Total activo fijo	45,893.21		
Depreciación activos fijos	-271.50		
Total activo fijo neto	45,621.71		
Otros activos		PATRIMONIO	
Amortizaciones	-2,829.96	Capital	63,289.68
Total otros activos	-2,829.96	Utilidad acumulada	0
		Utilidad del ejercicio	79.21
Total	63,368.89	Total	63,368.89

ANEXO 25

Tabla 13. Balance General del Año 2

BALANCE GENERAL AÑO 2			
ACTIVO		PASIVO	
Activo circulante		Pasivo corto plazo	0.00
Cja banco	6,330.09	Deudas corto plazo	0.00
Materia prima	20,875.76	Pasivo corriente	0.00
Total Activo circulante	27,205.85	Total pasivo corto plazo	0.00
Activo fijo		Pasivo largo plazo	0.00
Terreno	30,000.00	Deuda largo plazo	0.00
Equipos	3,737.00	Total pasivo largo plazo	0.00
Herramientas	1,556.21		
Obra civil	10,000.00	Total pasivo	0.00
Otros activos	600.00		
Total activo fijo	45,893.21		
Depreciación activos fijos	-271.50		
Total activo fijo neto	45,621.71		
Otros activos		PATRIMONIO	
Amortizaciones	-2,829.96	Capital	66,768.97
Total otros activos	-2,829.96	Utilidad acumulada	79.21
		Utilidad del ejercicio	3,228.63
Total	69,997.60	Total	69,997.60

ANEXO 26

Tabla 14. Balance General del Año 3

BALANCE GENERAL AÑO 3			
ACTIVO		PASIVO	
Activo circulante		Pasivo corto plazo	0.00
Cja banco	10,109.39	Deudas corto plazo	0.00
Materia prima	25,050.92	Pasivo corriente	0.00
Total Activo circulante	35,160.31	Total pasivo corto plazo	0.00
Activo fijo		Pasivo largo plazo	0.00
Terreno	30,000.00	Deuda largo plazo	0.00
Equipos	3,737.00	Total pasivo largo plazo	0.00
Herramientas	1,556.21		
Obra civil	10,000.00	Total pasivo	0.00
Otros activos	600.00		
Total activo fijo	45,893.21		
Depreciación activos fijos	-271.50		
Total activo fijo neto	45,621.71		
Otros activos		PATRIMONIO	
Amortizaciones	-2,829.96	Capital	70,944.13
Total otros activos	-2,829.96	Utilidad acumulada	3,307.84
		Utilidad del ejercicio	7,007.93
Total	77,952.06	Total	77,952.06

ANEXO 27

Tabla 15. Balance General del Año 4

BALANCE GENERAL AÑO 4			
ACTIVO		PASIVO	
Activo circulante		Pasivo corto plazo	0.00
Cja banco	13,618.69	Deudas corto plazo	0.00
Materia prima	30,061.10	Pasivo corriente	0.00
Total Activo circulante	43,679.80	Total pasivo corto plazo	0.00
Activo fijo		Pasivo largo plazo	0.00
Terreno	30,000.00	Deuda largo plazo	0.00
Equipos	3,737.00	Total pasivo largo plazo	0.00
Herramientas	1,556.21		
Obra civil	10,000.00	Total pasivo	0.00
Otros activos	600.00		
Total activo fijo	45,893.21		
Depreciación activos fijos	-271.50		
Total activo fijo neto	45,621.71		
Otros activos		PATRIMONIO	
Amortizaciones	0.00	Capital	75,954.31
Total otros activos	0.00	Utilidad acumulada	10,315.77
		Utilidad del ejercicio	13,347.19
Total	89,301.51	Total	89,301.51

ANEXO 28

Tabla 16. Balance General del Año 5

BALANCE GENERAL AÑO 5			
ACTIVO		PASIVO	
Activo circulante		Pasivo corto plazo	0.00
Cja banco	19,060.89	Deudas corto plazo	0.00
Materia prima	36,073.32	Pasivo corriente	0.00
Total Activo circulante	55,134.21	Total pasivo corto plazo	0.00
Activo fijo		Pasivo largo plazo	0.00
Terreno	30,000.00	Deuda largo plazo	0.00
Equipos	3,737.00	Total pasivo largo plazo	0.00
Herramientas	1,556.21		
Obra civil	10,000.00	Total pasivo	0.00
Otros activos	600.00		
Total activo fijo	45,893.21		
Depreciación activos fijos	-271.50		
Total activo fijo neto	45,621.71		
Otros activos		PATRIMONIO	
Amortizaciones	0.00	Capital	81,966.53
Total otros activos	0.00	Utilidad acumulada	23,662.96
		Utilidad del ejercicio	18,789.39
Total	100,755.92	Total	100,755.92