

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

APROVECHAMIENTO DE LOS DESPERDICIOS
DE MADERA PARA LA PRODUCCION DE
MELAZAS

Biblioteca Central
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUIMICO
PRESENTA
ARTURO ALCANTARA HURTADO

QUERÉTARO, QRO.

1966

No. Reg 452304

TS

Clas. 664.118

A347a

CON TODO MI CARIÑO
A MIS PADRES
Y HERMANOS

Biblioteca Central
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

CON GRATITUD Y ESTIMACION A MI MAESTRO

QUIM. JESUS VENEGAS V.

HAGO PATENTE MI AGRADECIMIENTO A:

ING. HERBERT BARKER

QUÍM. DIONISIO MACIEL

ING. GILBERTO HERNÁNDEZ

QUÍM. FRANCISCO URQUIZA

Q.F.B. MA. ZOILA MONTES

T E M A R I O

- I.- INTRODUCCION
- II.- PROCEDIMIENTOS GENERALES
- III.- TRABAJOS EFECTUADOS
- IV.- ESTUDIO ECONOMICO
- V.- CONCLUSIONES

CAPITULO I

INTRODUCCION

GENERALIDADES E HISTORIA.-

POCOS PROCESOS QUÍMICOS INDUSTRIALES HAN TENIDO HISTORIAS QUE SE ASEMEJEN A LA SACARIFICACIÓN DE LA MADERA. DESDE LOS PRIMEROS DÍAS DE LA QUÍMICA ORGÁNICA, LOS CIENTÍFICOS HAN ESTADO INTRIGADOS POR EL HECHO DE QUE LA MAYOR PARTE DE LOS DESPERDICIOS DE LA CELULOSA, CONTIENE SUS DOS TERCERAS PARTES DE MATERIAL DE CARBOHIDRATOS, QUE POR TRATAMIENTO APROPIADO PUEDEN PRODUCIR AZUCARES ÚTILES COMO ALIMENTO O BIEN PARA LA PREPARACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS.

A PESAR DE LAS PRIMERAS ESPERANZAS Y DE LA CANTIDAD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, LA SACARIFICACIÓN DE LA MADERA NO HA PROMETIDO BASES SÓLIDAS Y HA TENIDO UNA HISTORIA DESALENTADORA CON MUCHAS DEFICIENCIAS, PERO HAY LA POSIBILIDAD DE QUE ESTE PROCESO LOGRE ENCENDERSE TAN BRILLANTEMENTE COMO NUNCA. LAS INVESTIGACIONES PRIMITIVAS HAN TENIDO UN GRAN SIGNIFICADO PARA EL FUTURO. LOS CIENTÍFICOS E INDUSTRIALES RECONOCEN EN LOS DESPERDICIOS DE LA CELULOSA UNA AMPLIA FUENTE POTENCIAL DE ALIMENTOS Y PRODUCTOS QUÍMICOS.

LA HIDRÓLISIS DE LA CELULOSA PARA TRANSFORMARLA EN GLUCOSA Y OLIGOSACÁRIDOS SIMPLES LLEGARÁ A SER UN FACTOR DOMINANTE, LOS SUB-PRODUCTOS DE LA CELULOSA CONSTITUIRÁN LA MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS ALIFÁTICOS, Y MIRANDO HACIA EL FUTURO PODREMOS VER, QUE LA CELULOSA, LA MAS ABUNDANTE DE LOS PRODUCTOS FOTOSINTÉTICOS PUEDE LLEGAR A SER UNA DE LAS MATERIAS PRIMAS MÁS ÚTILES PARA EL HOMBRE.

PARECE RAZONABLE DEDUCIR QUE CON NUESTRAS HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS ACTUALES Y CON SUFICIENTE ESFUERZO DE INVESTIGACIÓN, LOS PROCESOS PUEDEN HACERSE DISPONIBLES PARA UNA EFICIENTE UTILIZACIÓN DE LOS DESPERDICIOS DE LA CELULOSA.

CUALQUIER PAÍS CON UNA FUENTE ABUNDANTE DE MATERIAL DE DESPERDICIOS DE CELULOSA, PODRÁ PROCESAR EL MATERIAL A COMBUSTI-

BLE O ALIMENTO EN CASO DE GUERRA, SIN NECESIDAD DE RECURRIR A LAS TIERRAS DE CULTIVO. SIN EMBARGO, UN PROCESO DE SACARIFICACIÓN -- PROPUESTO PARA LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR Y POSTERIORMENTE FORMAR -- POR FERMENTACIÓN ALCOHOL, OFRECE Poca JUSTIFICACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN. EL INVESTIGADOR CEDERQUIST EN UNA PUBLICACIÓN SEÑALA -- QUE SI SE NECESITA COMBUSTIBLE ES MEJOR USAR CON ESTE FIN EL MATERIAL CELULÓSICO MAS QUE INTENTAR LA CONVERSIÓN A ALCOHOL.

LOS RESIDUOS CELULÓSICOS CONSIDERADOS COMO MATERIA PRIMA QUÍMICA SON UNA FUENTE DE AZUCARES FORMADOS POR EXOSAS Y PENTOSAS. LAS EXOSAS QUE FORMAN LA PRINCIPAL PARTE, SON ^tEQUIVALENTES A AZUCARES DE FUENTES COMUNES. LAS PENTOSAS, POR OTRA PARTE, SON ÚNICAS PORQUE PUEDEN PROCESARSE A FURFURAL, UN PRODUCTO QUÍMICO -- QUE NO SE HA PRODUCIDO DE OTRAS FUENTES.

LOS RESIDUOS DE MADERA QUE RESULTAN DEL TALADO DE LOS ARBOLES, CONTIENEN DEL 50 - 70% DE MATERIAL CARBOHIDRATO EN LA FORMA DE GELULOSA Y HEMICELULOSA, LAS CUALES POR HIDRÓLISIS ACIDA -- PUEDEN SER CONVERTIDAS EN SOLUCIONES DE AZÚCAR QUE SE PUEDEN USAR PARA LA ALIMENTACIÓN DE GANADO.

LA HIDRÓLISIS DE LA MADERA ES LA REACCIÓN QUÍMICA EFEECTUADA ENTRE LOS COMPONENTES DE LA CELULOSA Y EL AGUA. SE REQUIERE ACIDO PARA CATALIZAR LA REACCIÓN. LAS PEQUEÑAS UNIDADES O ENLACES SIMPLES DERIVADOS DE LAS CADENAS DE LA CELULOSA, POR ESTA -- REACCIÓN PRODUCE MOLÉCULAS DE AZÚCAR. RELACIONANDO EL TÉRMINO -- HIDRÓLISIS A LA QUÍMICA INORGÁNICA, SE CONSIDERA COMO EL FENÓMENO INVERSO A LA NEUTRALIZACIÓN, O SEA, PROPIAMENTE VENDRÍA SIENDO LA DISGREGACIÓN DE LAS SALES POR EL AGUA PARA DAR ÁCIDOS Y BASES LIBRES.

TANTAS COMO CINCO CLASES DIFERENTES DE MOLÉCULAS DE AZÚCAR SON COMUNMENTE OBTENIDAS DEL MATERIAL CARBOHIDRATO DE LA MADERA POR HIDRÓLISIS. GLUCOSA QUE CONTIENE SEIS ATOMOS DE CARBONO -- EN SU MOLÉCULA, ES EL AZÚCAR PREDOMINANTE OBTENIDO DE LA MADERA.-- MANOSA, LA QUE TAMBIÉN CONTIENE SEIS ATOMOS DE CARBONO, ES EL SEE

GUNDO COMPONENTE MÁS IMPORTANTE OBTENIDO DE MADERAS BLANDAS, Y EN MENOR PROPORCIÓN DE MADERAS DURAS; MIENTRAS LA XILOSA, QUE ES UN AZÚCAR CON CINCO ATOMOS DE CARBONO, OCUPA LUGAR PREPONDERANTE PARA LAS ESPECIES DE MADERA DURA. OTROS DOS AZUCARES COMUNES DERIVADOS DE LA MADERA, SON LA GALACTOSA Y ARABINOSA. LOS MATERIALES CARBOHIDRATOS EN LA MADERA PUEDEN FACILMENTE SER CLASIFICADOS PARA PROPÓSITOS DE HIDRÓLISIS EN DOS TIPOS: LA CELULOSA FACILMENTE HIDROLISABLE, Y LA QUE ES RESISTENTE AL PROCESO DE HIDRÓLISIS. LA PRIMERA PUEDE RENDIR TODOS LOS CINCO TIPOS DE AZUCARES, Y LA SEGUNDA, PRINCIPALMENTE RENDIRÁ GLUCOSA CON MENORES CANTIDADES DE MANOSAY XILOSA.

MELAZAS.-

CON EL NOMBRE DE MELAZAS SE DESIGNA AL RESIDUO DE MIELES INCRISTALIZABLES EN LA FABRICACIÓN DE AZÚCAR EN LOS INGENIOS. SON PRODUCTOS DE BAJO COSTO, QUE SE EMPLEAN COMO FUENTE DE CARBOHIDRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL O COMO FORRAJE. ESTAS SON RICAS EN SACAROSA PERO ADEMÁS CONTIENE GLUCOSA Y LEVULOSA EN FORMA CONCENTRADA.

LAS MELAZAS DE MADERA VARÍAN ALGO EN LA COMPOSICIÓN DE CENIZAS Y MATERIALES NO AZUCARES, ESTA VARIACIÓN ES DEBIDA A QUE DIFERENTES ESPECIES DE MADERA PRODUCEN AZUCARES TAMBIÉN VARIADOS; ASÍ LOS AZUCARES PRESENTES EN LAS MELAZAS PREPARADAS DE MADERAS SUAVES O CONÍFERAS, DIFIEREN DE LAS PREPARADAS DE MADERAS DURAS. AZUCARES DE PINO, ABETO ROJO, ABETO, CONTIENEN CERCA DE 80% DE GLUCOSA, 3-6% DE OTRAS EXOSAS Y 10-15% DE PENTOSAS. EL AZÚCAR DE MADERAS DE MAPLE O ALAMO CONTIENEN DE 65-75% DE HEXOSAS, PRINCIPALMENTE GLUCOSA Y 25-35% DE PENTOSAS, PRINCIPALMENTE XILOSA. EL AZÚCAR DE MADERAS SUAVES ES MÁS APROPIADO PARA LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA, ASÍ COMO ALIMENTO PARA AVES DE CORRAL Y ANIMALES QUE NO PUEDEN USAR AZUCARES DE CINCO CARBONES (ANIMALES NO RUMIANTES). LOS AZUCARES DE MADERAS DURAS SE USAN AMPLIAMENTE EN LA PRODUCCIÓN DE LEVADURAS DE FORRAJE. SE HA DEMOSTRADO QUE ESTOS AZUCARES OBTENIDOS DE LAS DOS ESPECIES DE MADERA TIENEN UN VALOR ALIMENTICIO QUE PARECE IGUAL.

UNA COMPOSICIÓN MEDIA DE UNA MELAZA TENIENDO COMO BASE EL

ANÁLISIS DE VARIAS ESPECIES DE MADERAS ES LA SIGUIENTE:

MATERIA SÓLIDA TOTAL	60-62	POR CIENTO
AZUCARES REDUCTORES (CÓMO GLUCOSA)	48-50	" "
CARBOHIDRATOS CONVERTIDOS A AZUCARES SIMPLES POR CONVERSIÓN	0.5-15.5	" "
MATERIA ORGÁNICA NO AZÚCAR	6.0-8.0	" "
CENIZAS	2 - 3	" "
NITRÓGENO	0.065	" "
ACIDOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	1 - 2	" "
FIBRA INSOLUBLE	0	" "

LA TECNOLOGÍA HACE UNA DISTINCIÓN ENTRE DOS TIPOS DE MELAZAS: LA BLACKSTRAP Y LA HIGHEST.

LA PRIMERA ES UN SUBPRODUCTO DE LA INDUSTRIA DEL AZÚCAR, - OBTENIDA DESPUÉS QUE LA SACAROSA HA SIDO CRISTALIZADA Y CENTRIFUGADA PROCEDENTE DEL JUGO DE CAÑA, EVAPORADO Y DEFECAO. EL PROCESO - DE EVAPORACIÓN Y CRISTALIZACIÓN SE REPITE USUALMENTE 3 VECES HASTA - QUE EL AZÚCAR INVERTIDO, CONSTITUYENTES ORGÁNICAS NO AZUCARES, Y LA ALTA VISCOSIDAD DE LA MELAZA, NO PERMITE CRISTALIZACIÓN POSTERIOR - DE LA SACAROSA. EL RESIDUO SE CONOCE COMO MELAZA FINAL O BLACKSTRAP. ESTA MELAZA ES POR TANTO UNA MEZCLA COMPLEJA QUE CONTIENE SACAROSA, AZÚCAR INVERTIDO Y TODO LO DE LOS INGREDIENTES NO AZUCARES QUE NORMALMENTE SE PRESENTAN EN EL JUGO DE CAÑA DEFECAO, ASÍ COMO LOS QUE SE FORMARON EN EL PROCESO DE MANUFACTURA DEL AZÚCAR.

ADEMÁS DE LA SACAROSA, GLUCOSA, FRUCTUOSA Y RAFINOSA QUE - SON FERMENTABLES, LA MEZCLA BLACKSTRAP TAMBIÉN CONTIENE SUBSTANCIAS REDUCTORAS NO FERMENTABLES POR LEVADURAS. LOS COMPUESTOS NO FERMENTABLES REDUCTORES DE COBRE SON PRINCIPALMENTE CAMELOS, LIBRES DE NITRÓGENO PRODUCIDO POR EL CALENTAMIENTO NECESARIO DURANTE LA MANUFACTURA DEL AZÚCAR, MELANOIDEAS, QUE CONTIENEN NITRÓGENO Y QUE SE DERIVAN DE PRODUCTOS DE CONDENSACIÓN DE AZUCARES Y AMINOCOMPUESTOS.

EL CONTENIDO REDUCTOR NO FERMENTABLE DE MELAZAS PUEDE SER - TAN ALTO COMO 17% EN LA BLACKSTRAP Y TAN BAJO COMO 5% EN LA MELAZA DE ALTA PRUEBA (HIGHEST). SE HAN REPORTADO CERCA DEL 10% DE LA -

FUERZA REDUCTORA DE LAS SUBSTANCIAS NO FERMENTABLES EN LA MELAZA DE CAÑA, SE DEBÍA A INGREDIENTES NO VOLATILES TALES COMO EL HIDROXIMETIL FURFURÁL, ACETONA, AC. FÓRMICO, AC. LEVULÍNICO, QUE ERAN PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN DE AZÚCARES. INVESTIGACIONES AL RESPECTO INDICAN QUE LAS SUBSTANCIAS NO FERMENTABLES SE FORMAN A PARTIR DE LA FRUCTUOSA QUE SUFRE TRANSFORMACIONES A COMPUESTOS REDUCTORES NO ACCESIBLES A LAS LEVADURAS.

LAS COMPOSICIONES DE ESTOS DOS TIPOS DE MELAZA VARÍAN DE ACUERDO CON EL SIGUIENTE CUADRO:

	BLACKSTRAP	HIGHTEST
SÓLIDOS	83-85 %	80-85 %
SACAROSA	30-40 "	15-35 "
AZÚCAR INVERTIDO	12-18 "	60-40 "
CENIZAS	7-10 "	2-4 "
NO AZÚCARES ORGÁNICOS	20-25 "	4-8 "

EN LA PRIMERA, CERCA DEL 90% DEL TOTAL DE AZÚCARES ES FERMENTABLE POR LEVADURAS Y EN LA SEGUNDA EL 95%.

ALMACENAMIENTO DE MELAZAS DE MADERA.-

EXISTE UN PROBLEMA CON MELAZAS DE MADERA, QUE NO ES COMÚN CON MELAZAS DE CAÑA DE AZÚCAR. DURANTE EL PROCESO DE HIDRÓLISIS SE FORMAN PRODUCTOS SOLUBLES QUE SON INESTABLES. ESTOS PRODUCTOS EXPERIMENTAN CAMBIOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DURANTE EL PERÍODO DE ALMACENAMIENTO Y LENTAMENTE SE VAN PRESIPITANDO FORMANDO DEPÓSITOS QUE VARÍAN DE UN FANGO SUAVE A UNO DURO. LA CANTIDAD DE MATERIAL QUE SE FORMA EN UNAS SEMANAS POR LO GENERAL NO TRAE PROBLEMAS EN SU BOMBEO, PERO CUANDO SE DEJA POR MESES, PUEDE TRAER PROBLEMAS DE ESTA CLASE. SE PUEDE QUITAR POR COMPLETO ESTA SUBSTANCIA MEDIANTE EL EFECTO DE UN CAMBIADOR IÓNICO, PERO ES UN COSTO ADICIONAL CUANDO LA MELAZA SE VA A USAR COMO FORRAJE Y ES PREFERIBLE USARLA CUANDO ESTÁ FRESCA.

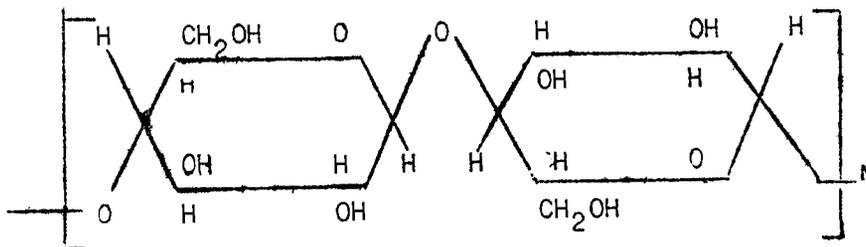
COMPOSICIÓN DE LA MADERA.-

LA COMPOSICIÓN ELEMENTAL DE MUCHAS ESPECIES DE MADERAS ES APROXIMADAMENTE LA SIGUIENTE: CARBONO $49 \pm 1\%$; HIDRÓGENO $6.1 \pm 0.1\%$; NITRÓGENO: $0.1 \pm 0.3\%$; Y EL CONTENIDO DE CENIZAS QUE PUEDE VARIAR DE UN 1 A 8%.

AL DESCRIBIR LOS COMPONENTES QUÍMICOS DE LA MADERA SUELEN DISTINGUIRSE; LOS COMPONENTES DE LA PARED CELULAR Y LA MATERIA EXTRAÑA. ENTRE LOS PRIMEROS SE ENCUENTRAN: LA LIGNINA Y LA FRACCIÓN LLAMADA POLISACARIDOS TOTALES, CONSTITUIDA POR CELULOSA Y HEMICELULOSA. LA MATERIA EXTRAÑA LA FORMAN SUBSTANCIAS QUE SE PUEDEN SEPARAR POR EXTRACCIÓN CON DISOLVENTES NO REACTIVOS Y COMPONENTES MINERALES.

CELULOSA.-

EL PRINCIPAL COMPONENTE CARBOHIDRATO DE LA MADERA ES LA CELULOSA. EN ESTADO PURO ES UN POLÍMERO LINEAL COMPUESTO POR UNIDADES DE ANHIDROGLUCOSA (GLUCOPIRANOSA), UNIDOS EN FORMA CRUZADA A TRAVÉS DE SUS POSICIONES CRUZADAS 1,4. MEDIANTE UNIONES DEL TIPO BETA GLUCOSIDICOS:



EN LA QUE 'N' PUEDE LLEGAR A TENER UN VALOR DE 3000

ANÁLISIS DE CELULOSAS MUESTRAN LAS VARIEDADES ALFA, BETA Y GAMA, CUYA DISTINCIÓN ESTÁ BASADA EN LA SOLUBILIDAD EN LOS ALCALIS: LA ALFA, INSOLUBLE EN HIDRÓXIDO DE SODIO DE 17.5%; LA BETA, QUE ES LA SOLUBLE Y QUE PRESIPITA AL ÁCIDULAR, Y LA GAMA, QUE ES LA PORCIÓN SOLUBLE QUE NO PRESIPITA AL AGREGAR ACIDO.

LA PORCIÓN RESISTENTE DE LA CELULOSA DE MADERA, MUESTRA UNA VELOCIDAD DE HIDRÓLISIS EN ACIDO DILUÍDO, CASI DOBLE DE LA CELULOSA DE ALGODÓN. LA MADERA ES SU PRINCIPAL FUENTE DE OBTENCIÓN,

AUNQUE SE HA OBTENIDO DE PLANTAS QUE NO TIENEN UTILIDAD INDUSTRIAL, ASÍ COMO DE RESIDUOS DE PLANTAS ENTRE LAS QUE SE PUEDEN MENCIONAR: EL BAGAZO DE CAÑA, LA CAÑA DE MAÍZ, EL BAMBÚ, LA PAJA, Y OTRAS.

HEMICELULOSA

LOS HIDRATOS DE CARBONO DE LA PARED CELULAR DE LA MADERA SON: LA CELULOSA Y LA HEMICELULOSA. ESTA SE HA DEFINIDO COMO LA PORCIÓN DE CELULOSA QUE SE HIDROLIZA FACILMENTE. ES UNA SUBSTANCIA AMORFA COMPUESTA POR MANOSA, GALACTOSA, ARABINOSA, XILOSA, AC. URICO, Y A VECES RAMNOSA. NINGÚN MÉTODO ANALÍTICO HA PERMITIDO LA REALIZACIÓN DE UNA SEPARACIÓN ENTRE LA CELULOSA Y LA HEMICELULOSA. A LA FRACCIÓN TOTAL HIDROCARBONADA SE LE LLAMA HOLOCELULOSA.

LIGNINA.-

ASÍ SE LLAMA AL COMPONENTE NO HIDRATO DE CARBONO DE LA PARED CELULAR, ES UN POLÍMERO CONSTITUIDO PRINCIPALMENTE POR UN FENILPROPANO SUBSTITUIDO; FORMA EL 18 A 28% DE LA MADERA. LA LIGNINA ES DIFÍCIL DE CARACTERIZAR DEBIDO A QUE SUFRE ALTERACIONES SEGÚN SEA EL PROCESO EMPLEADO PARA SU OBTENCIÓN; PARA COMPLICAR MAS ESTE PROBLEMA, LAS LIGNINAS DE LAS MADERAS BLANDAS Y DURAS DIFIEREN ENTRE SI.

MATERIA EXTRAÑA.-

TOMANDO COMO BASE VARIOS TIPOS DE MADERAS, SE HA VISTO QUE LOS PRINCIPALES CATIONES QUE CONTIENE SON: CALCIO, POTASIO, Y MAGNESIO. LOS ANIONES MAS COMUNES SON: CARBONATOS, FOSFATOS, SILICATOS Y FOSFATOS.

LAS MATERIAS EXTRAÑAS DEL TIPO ORGÁNICO SON MUY VARIADAS, Y ESTE ES UN MOTIVO PARA CLASIFICARLAS POR EL TIPO DE COMPUESTO DE LA SIGUIENTE FORMA: HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS Y AROMÁTICOS, TERPENOS, ACIDOS ALIFÁTICOS Y AROMÁTICOS Y SUS SALES RESPECTIVAS, ALCOHOLES, FENOLES, ALDEHIDOS, CETONAS, ESTERES, ETERES, Y PARTICULARMENTE ALGUNAS CONTIENEN ACEITES FIJOS, RESINAS, TANINOS Y PROTEÍNAS.

CAPE POR LA BOCA SUPERIOR, PARA QUE ARRASTRE EL AIRE DEL PERCOLADOR. UNA VEZ EXPULSADO EL AIRE SE SIGUE CALENTANDO POR LA PARTE INFERIOR HASTA QUE ALCANCE UNA TEMPERATURA DE 130°C. A 140°C. DESPUES DE LO CUAL YA EMPIESA LA PERCOLACIÓN.

EL AGUA Y EL ÁCIDO SE ELEVAN POR SEPARADO MEZCLANDOSE AMBOS LÍQUIDOS YA EN LA ENTRADA DEL PERCOLADOR, O ANTES DE ENTRAR EN EL, USANDO PARA TAL UNA VASIJA DE IMPULSIÓN QUE SE DISPONE ENTRE LAS BOMBAS DE ÁCIDO Y AGUA. EL LÍQUIDO IMPULSADO ENTRA AL PERCOLADOR ENTONCES. DEBIDO AL PODER DE ABSORCIÓN DEL MATERIAL, LA PRIMERA IMPULSIÓN SE HACE CON UN VOLUMEN DE LÍQUIDO DOBLE, O SEA ALREDEDOR DE 16 METROS CÚBICOS, SIGUIENDO LAS SIGUIENTES DE UNOS 8 METROS CÚBICOS, Y SIENDO REDUCIDO SU VOLUMEN EN EL CURSO DEL PROCESO HASTA UNOS 4 METROS CÚBICOS. DESPUÉS QUE EL LÍQUIDO HA IDO RECORRIENDO EL MATERIAL CELULÓSICO, RECOJIENDO A SU PASO EL AZUCAR FORMADO, ATRAVIESA EL FILTRO SITUADO EN EL CONO INFERIOR LLEGANDO A LA TABLADURA DE SALIDA Y DIRIGIENDOSE ENTONCES A UNA INSTALACIÓN DE EXPANSIÓN A TRAVES DE UNA VALVULA REGULADORA DE FLUJO.

LAS MASAS DE LÍQUIDO INTRODUCIDAS BRUSCAMENTE EN EL PERCOLADOR, A INTERVALOS DE 45 MINUTOS, SON MAS FRÍAS QUE LA CARGA CONTENIDA EN EL, Y ORIGINA A LA ENTRADA UNA FUERTE REDUCCIÓN DE PRESIÓN. ESTOS LÍQUIDOS NO PUEDEN PENETRAR ENSEGUIDA EN EL MATERIAL POR IMPEDIRLO EL VAPOR QUE CIRCULA EN SENTIDO CONTRARIO. UNA VEZ TERMINADA LA IMPULSIÓN DEL LÍQUIDO, SE TRANSPORTA A TRAVES DEL MATERIAL MEDIANTE UNA INYECCIÓN DE VAPOR POR LA PARTE SUPERIOR. PARA CADA PERCOLACIÓN SE EFECTÚA UN TOTAL DE UNAS 10 A 20 IMPULSIONES DE LÍQUIDO. EL AZUCAR FORMADO LO ARRASTRA LA SOLUCIÓN ÁCIDA HACIA AFUERA DEL PERCOLADOR ABANDONANDOLO A UNOS 125 A 170°C. A CONTINUACIÓN DE CADA EXPULSIÓN, LA CARGA DEL PERCOLADOR SE CALIENTA DE NUEVO INTRODUCIENDO VAPOR POR LA PARTE INFERIOR., CADA VES A UNA TEMPERATURA ALGO SUPERIOR A LA DEL ÚLTIMO PERÍODO DE IMPULSIÓN. ESTA OPERACIÓN SE REPITE ENTRE 10 Y 20 VECES.

LA SACARIFICACIÓN TERMINA EN UNAS 10 A 14 HORAS. LA SOLUCIÓN DE AZUCAR SE EXPULSA A UN RECIPIENTE DE EXPANSIÓN DONDE QUEDA

A UNA PRESIÓN DE 2 ATMÓSFERAS, PASANDO DESPUÉS A UNOS CAMBIADORES DE CALOR DONDE REDUCE SU TEMPERATURA DE 110 A 70°C. Y POSTERIORMENTE A SECCIÓN DE CLARIFICACIÓN. LAS SUCESIVAS PORCIONES DE LÍQUIDO DE LAS DISTINTAS EXPULSIONES TIENEN COMPOSICIONES DIFERENTES; LAS CUATRO PRIMERAS TIENEN POCOS AZÚCARES POLÍMEROS QUE SE PUEDEN HIDROLIZAR DEJANDOLOS 12 HORAS, A 100°C. EN PRESENCIA DE ÁCIDO.

EL RESIDUO DE LIGNINA QUEDA EN EL PERCOLADOR Y PRESENTA 1/3 DEL PESO DEL MATERIAL ORIGINAL, PERO SOLO OCUPA 1/4 DE SU VOLUMEN; SE LAVA CON IMPULSIONES DE AGUA A 170°C. Y LUEGO SE DESCARGA, ABRIENDO UNA VÁLVULA DE CHARNELA INFERIOR, QUEDANDO UNA ABERTURA DE UNOS 300 MM. DE DIÁMETRO. LA MEZCLA DE VAPOR Y LIGNINA SALE POR EL FONDO Y SE SEPARA EN UN CICLÓN, RESULTANDO UN POLVO SEMI-SECO CONTENIENDO MAS O MENOS 50% DE AGUA.

EN ESTE PROCEDIMIENTO COMO EN CUALQUIERA QUE SE LLEVA A UN PLAN INDUSTRIAL HAY QUE CONTAR CON LAS PÉRDIDAS DE RENDIMIENTO TÉCNICAS Y, ADEMÁS, EN ESTE CASO PARTICULAR AUMENTAR LA DESCOMPOSICIÓN DEL AZUCAR TENIENDOSE UN TOTAL DE PÉRDIDA DEL 14%.

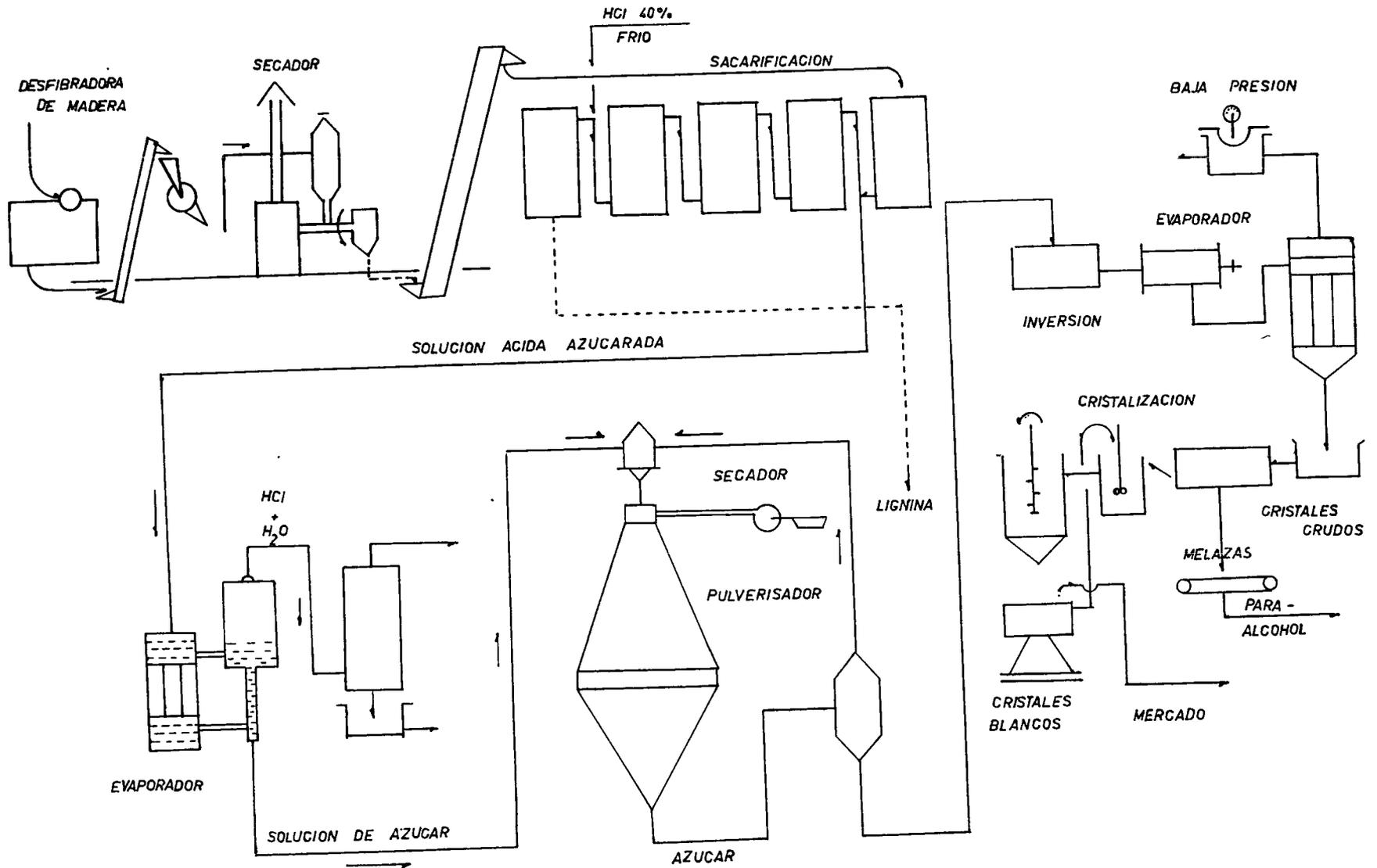
UNA REPRESENTACIÓN GRÁFICA APROXIMADA, SE PUEDE VER EN EL DIAGRAMA DEL CAPÍTULO III.

PROCEDIMIENTO DE BERGIUS-RHEINAU.

DESPUÉS DE MÚLTIPLES INVESTIGACIONES AL RESPECTO, BERGIUS DESARROLLÓ UN MÉTODO QUE USABA AC. CLORHÍDRICO CONCENTRADO, SIN ATENDER A LAS DIFICULTADES QUE PODÍA PRESENTAR AL LLEVARLO A ESCALA INDUSTRIAL.

LA MADERA USADA SE PRESENTABA EN FORMA DE COSTEROS, RABERONES Y RIPIAS QUE SE DESMENUZAN EN MÁQUINAS RALLADORAS HASTA UN TAMAÑO DE GUISANTES, PUDIÉNDOSE EMPLEAR CON ESTE FIN MÁQUINAS DESINTEGRADORAS COMO LAS DE LA INDUSTRIA DE LA CELULOSA. LA MADERA DESMENUZADA SUFRE ENTONCES UNA SACARIFICACIÓN PARCIAL CON ÁCIDO DILUIDO, BAJO PRESIÓN. PARA ESTA "PREHIDRÓLISIS" SE USA UN HCL DEL 1%, Y RESULTA UNA SOLUCIÓN DE AZÚCAR DE HEMICELULOSA A UNA CONCENTRACIÓN

PROCEDIMIENTO BERGIUS-RHEINAU



DE ALREDEDOR DE 4%. LAS EXOSAS CONTENIDAS EN ELLA SE TRANSFORMA EN ALCOHOL. LA MADERA RESIDUAL, UNA VEZ LIBERADA DE HEMICELULOSA Y SUS PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN, Y LAVADA, PARA SEPARAR EL AZÚCAR Y RESTOS DE ÁCIDO QUE HAYAN QUEDADO RETENIDOS, SE DESECA EN TAMBOR HASTA UNA HUMEDAD DE CERCA DEL 5%, Y LUEGO SE ENVÍA A LOS PERCOLADORES, DONDE EXPERIMENTA LA HIDRÓLISIS PRINCIPAL, FORMADOS POR UNA BACTERIA DE DIFUSIÓN EN CONTRA CORRIENTE, CON 7 DIFUSORES ENLAZADOS EN SERIE. ESTOS DIFUSORES ESTÁN CONSTRUÍDOS DE HIERRO Y REVESTIDOS INTERIORMENTE CON LOSETAS ANTIÁCIDAS Y TIENEN UNA CAPACIDAD ÚTIL DE 20 A 50 M³. EL HCL NUEVO, DA ALREDEDOR DEL 41% EN PESO, SE PONE PRIMERAMENTE EN CONTACTO CON EL MATERIAL MAS AGOTADO, PARA ACABAR, AL FINAL DE SU CARRERA, CON LA MADERA RECIÉN CARGADA. PARA FACILITAR LA SALIDA DEL CALOR DE REACCIÓN Y CONSEGUIR AL MISMO TIEMPO QUE LA MADERA SE MOJE Y EMPAPE MEJOR, SE LA MEZCLA, AL CARGARLA EN EL DIFUSOR, CON SOLUCIÓN HIDROLIZANTE YA MUY ENRIQUECIDA, QUE SE RECICLA A TRAVÉS DE UN REFRIGERADOR DE SALMUERA.

TRABAJANDO EN CONTRA CORRIENTE SE LOGRA UNA SOLUCIÓN CLORHÍDRICA DE AZÚCAR QUE CONTIENE ALREDEDOR DE 27 G. DE AZÚCAR POR 100 C.C. DE SOLUCIÓN.

EL PROCESO REQUIERE UNAS 40 HS. Y EL RESIDUO DE LIGNINA SE TRATA CON HCL DE CONCENTRACIÓN DECRECIENTE Y FINALMENTE CON AGUA, TAMBIÉN EN CONTRACORRIENTE POR ESPACIO DE OTRAS 40 HS. CON OBJETO DE RECUPERAR, A LA MÁXIMA CONCENTRACIÓN POSIBLE, EL HCL RETENIDO Y ELIMINARLO TODO LO POSIBLE DE LA LIGNINA.

LA SOLUCIÓN AZUCARADA ÁCIDA PASA A LA INSTALACIÓN DE VAPORIZACIÓN. SEGÚN BERGUIS, HABÍA QUE REALIZAR PRIMERO UNA VAPORIZACIÓN RÁPIDA Y SUAVE DEL HCL, PARA LO CUAL LA SOLUCIÓN CLORHÍDRICA DE AZÚCAR SE PULVERIZADA EN VACÍO SOBRE ACEITE CALIENTE, AUNQUE MAS TARDE SE PREFIRIÓ EMPLEAR VAPORIZADORES DE VACÍO EN LOS QUE LA SOLUCIÓN HIDROLIZANTE SE LIBERABA DE LA MAYOR PARTE DEL ÁCIDO, OBTENIÉNDOSE UN JARABE RESULTANTE CONSTITUÍDO ESENCIALMENTE POR AZÚCAR POLÍMERO, PRODUCTO DE LA REVERSIÓN QUE SE FORMA DURANTE EL PROCESO, PERO QUE SI SE QUIERE SE PUEDE NUEVAMENTE ESCINDIR A GLUCOSA POR CALENTAMIENTO SUAVE O A PRESIÓN.

COMO SE DIJO EN UN PRINCIPIO LA TAREA A RESOLVER DENTRO DEL PROCEDIMIENTO DE BERGIUS ES LA REGENERACIÓN DEL ÁCIDO. A CAUSA DEL ARRASTRE DE AGUA EN AC. CLORHÍDRICO RECUPERADO TIENE UNA CONCENTRACIÓN DEMASIADO PEQUEÑA PARA QUE PUEDA SER REUTILIZADO. ES NECESARIO ENTONCES SEPARARLE UNA BUENA CANTIDAD DE AGUA CON AUXILIO DE SOLUCIÓN DE CLORURO DE CALCIO. CON ESTE FIN SE USA UN APARATO QUE CONSISTE EN 2 VAPORIZADORES ENLAZADOS EN SU PARTE BAJA POR UNA CONDUCCIÓN DE GRAN DIÁMETRO. LOS TUBOS CALEFACTORES ESTÁN CONSTRUÍDOS DE TÁNTALO. LOS 2 VAPORIZADORES SE LLENAN CON SOLUCIÓN DE $CaCl_2$ CONCENTRADO E HIRVIENTE Y EL ÁCIDO A CONCENTRAR CON UNA RIQUEZA DE MÁS O MENOS 30% SE INTRODUCE EN EL PRIMER VAPORIZADOR; EN ESTAS CONDICIONES EL $CaCl_2$ REBAJA SU CONCENTRACIÓN HASTA EL 50%. SIMULTÁNEAMENTE SE DESPRENDEN VAPORES ÁCIDOS CON UNA CONCENTRACIÓN DE 50% EL CLORURO DE HIDRÓGENO, QUE SE HACEN PASAR POR UNOS CONDENSADORES, OBTENIÉNDOSE EN LA PARTE BAJA DE ÉSTOS SOLUCIÓN DEL 30% QUE SE RECICLA NUEVAMENTE AL PRIMER EVAPORADOR, Y EN LA PARTE ALTA SE OBTIENE UN GAS CLORHÍDRICO QUE HECHO SOLUCIÓN QUEDA DE LA CONCENTRACIÓN DEL 41%. LA INSTALACIÓN SE REFRIGERA CON SALMUERA,

EL OBJETO DEL VAPORIZADOR 2 ES EL CONCENTRAR LA SOLUCIÓN DE $CaCl_2$ DE EL PRIMERO, YA QUE DEBIDO AL DESCENSO DE CONCENTRACIÓN Y CONSECUENTEMENTE LA REDUCCIÓN DE DENSIDAD, ESTA SOLUCIÓN AUMENTA DE NIVEL PASANDO AL No. 2 EN DONDE SE LLEGA A TENER DE 64% PARA LUEGO REGRESARLA AL PRIMERO Y ASÍ SE LOGRE TRABAJAR TENIENDO LAS SOLUCIONES EN EQUILIBRIO DE CONCENTRACIÓN.

PROCEDIMIENTO DE MADISON.-

CADE HACER MENCIÓN AL PROCEDIMIENTO DE MADISON, QUE NO ES SINO UNA RÉPLICA DEL PROCESO SHOLLER, CON ALGUNAS VARIACIONES QUE RADICAN PRINCIPALMENTE, EN QUE PUEDE EMPLEARSE COMO MATERIA PRIMA NO SOLO SERRÍN, SINO TAMBIÉN MADERA ASTILLADA Y VIRUTA DE CARPINTERÍA. ADEMÁS, EL DEGSTOR SE FORJA DE METAL EVEDUR YA QUE SE ENCONTRÓ DABA SUFICIENTE PROTECCIÓN. LA PRINCIPAL CARACTERÍSTICA DE ESTE MÉTODO ES QUE PRESENTA UN PROCESO DE PERCOLACIÓN CONTINUA, ES DECIR, SE OPERA CON UN FLUJO CONTINUO DE ÁCIDO Y SE OBTIENE SU CORRESPONDIENTE SOLUCIÓN DE AZÚCAR; CON ESTA INOVACIÓN -

EL CICLO SE REDUCE A 6 HORAS Y EL RENDIMIENTO SE AUMENTA UN POCO. EL RESTO DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN COMO CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO Y SUBPRODUCTOS SON LOS MISMOS QUE EL PROCESO SHOLLER.

COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS.-

EN EL PROCEDIMIENTO DE BERGIUS-RHEUNAU, EL ÁCIDO EMPLEADO ES ÁCIDO CLORHÍDRICO CONCENTRADO Y SE REQUIERE QUE LA MADERA SEA SECA ADEMÁS QUE LA RECUPERACIÓN DEL ÁCIDO ES ESCENCIAL. EL PROCEDIMIENTO DA ALTOS RENDIMIENTOS DE AZÚCAR (60 - 65%) EN EL SHOLLER Y EL MADISON SE EMPLEA ÁCIDO DILUÍDO, DA RENDIMIENTOS MÁS ABAJO - - (49 - 55%) DE AZUCAR, Y SOLO SOLUCIONES MUY DILUÍDAS SON OBTENIDAS DIRECTAMENTE. LA DIFERENCIA EN RENDIMIENTO NO ES DE MUCHA IMPORTANCIA, YA QUE LA MAYERIA PRIMA SON DESPERDICIOS DE MADERA DE BAJO COSTO. SE PUEDE RECUPERAR FACILMENTE PARTE DEL CALOR, ADEMÁS QUE EL ÁCIDO NO NECESITA SER RECUPERADO. EN GENERAL, LOS PROCESOS CON ÁCIDO DILUÍDO OFRECEN MAYOR ECONOMÍA SOBRE LOS QUE OPERAN CON ÁCIDO CONCENTRADO.

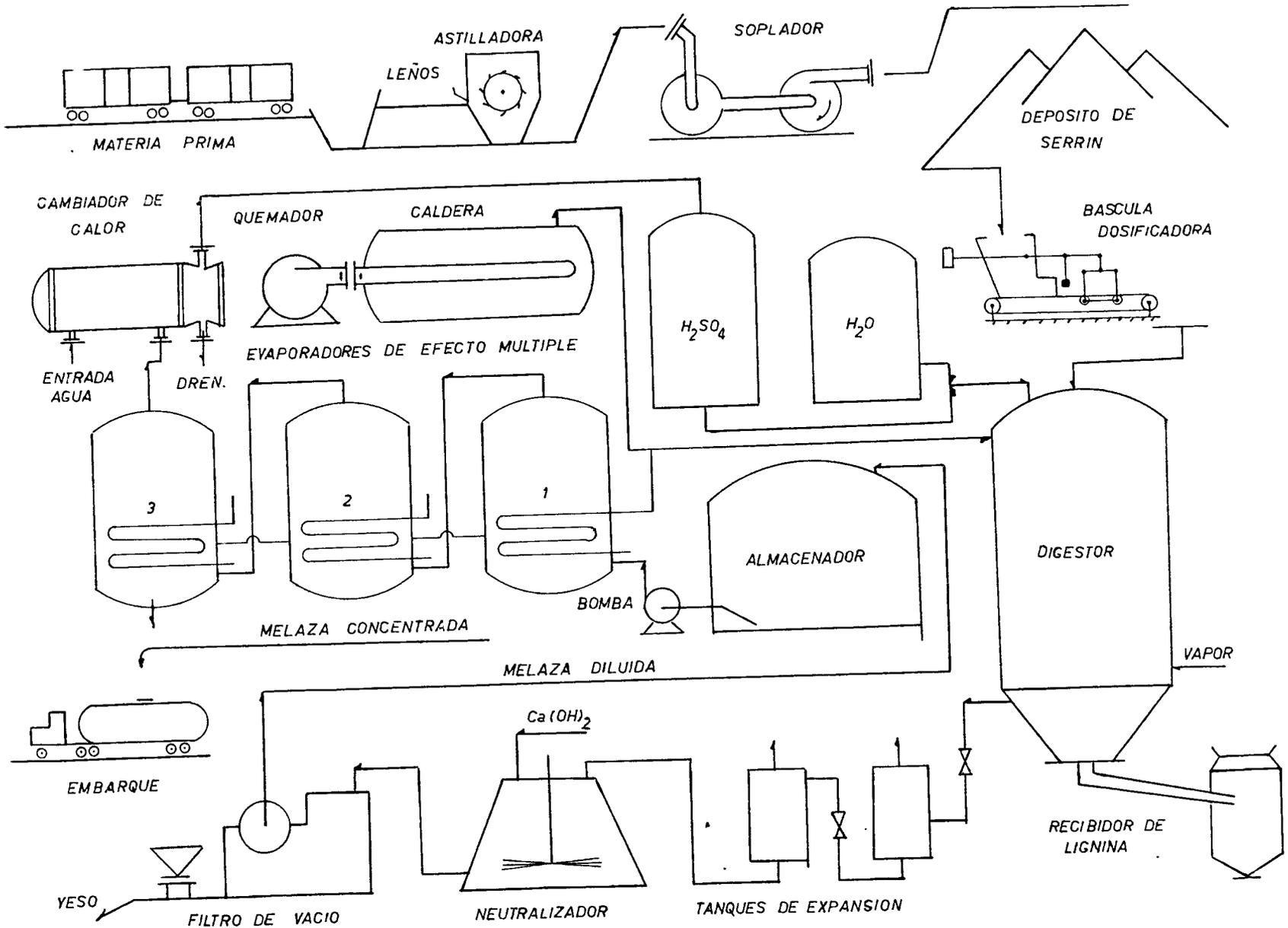
TRABAJOS EFECTUADOS

EN EL DESARROLLO DE ESTA INVESTIGACIÓN, PRIMERAMENTE HUBO LA NECESIDAD DE LIMITARSE AL MATERIAL DE LABORATORIO QUE SE TENÍA DISPONIBLE PARA ELLO, PERO VIENDO LA CARENCIA DE ALGUNOS DISPOSITIVOS ESPECÍFICOS, SE PROCEDIÓ A APEGARSE AL PROCEDIMIENTO -- SHOLLER CON ÁCIDO DILUIDO LO MÁS QUE SE PUDO, REALIZÁNDOSE DE ESTA MANERA EL MÉTODO EXPERIMENTAL QUE A CONTINUACIÓN SE DESCRIBE.

EN TRES MATRACES ERLLENMEYER DE 1000 C.C. DE CAPACIDAD, SE COLOCA LA MATERIA PRIMA CONSTITUIDA POR 75 GRAMOS DE VIRUTA DE CARPINTERÍA, QUE INCLUÍA DIVERSOS TIPOS DE MADERA. POSTERIORMENTE SE LE AGREGÓ A CADA MATRÁZ EL LÍQUIDO QUE IBA A HIDROLIZAR LA CELULOSA PRESENTE EN LA MUESTRA, Y QUE ESTABA FORMADA POR 750 C.C. DE UNA SOLUCIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO EN LAS CONCENTRACIONES DE 0.5%, 1% Y 2%, QUE SE LE AGREGABA RESPECTIVAMENTE A CADA UNA DE LAS MUESTRAS INICIALES; EL HECHO DE QUE LA PROPORCIÓN DE MUESTRA SECA A SOLUCIÓN ÁCIDA SEA DE 1:10, NO SE ESCOJIÓ ARBITRARIAMENTE, SINO QUE ERA LA CANTIDAD DE LÍQUIDO NECESARIA PARA CUBRIR LA MUESTRA EN EL RECIPIENTE QUE LA CONTENÍA. POSTERIORMENTE SE SOMETIERON LOS MATRACES EN UNA AUTOCLAVE A LA PRESIÓN DE 4 KG/CM² POR ESPACIO DE 3 HORAS Y A UNA TEMPERATURA DE 140°C. DESPUÉS DE TRANSCURRIR ESTE TIEMPO, SE CIERRA LA ENTRADA DE VAPOR Y SE DEJA QUE SE ENFRÍE EL AUTOCLAVE, LLEVÁNDOSE APROXIMADAMENTE OTRAS 3 HORAS, AL CADO DE LAS CUALES SE SACAN LOS PROBLEMAS Y SE FILTRAN EN UNA MALLA DE TELA, QUEDANDO AHÍ DETENIDA LA MUESTRA ORIGINAL, QUE PUEDE EMPLEARSE COMO COMBUSTIBLE PARA LA CALDERA, Y EL LÍQUIDO FILTRADO Y FRIO SE NEUTRALIZA CON HIDRÓXIDO DE CALCIO, OBTENIÉNDOSE UN LÍQUIDO DE COLOR CAFÉ QUE VA DEL CLARO AL OSCURO DE ACUERDO CON LA CONCENTRACIÓN CRECIENTE DEL ÁCIDO, Y QUE CONSTITUYE UNA SOLUCIÓN AZUCARADA DILUIDA, LA QUE POR CONCENTRACIÓN MEDIANTE EVAPORACIÓN DIRECTA SE LLEGA A PRODUCIR UNA MELAZA CUYA DENSIDAD VARÍA DIRECTAMENTE CON EL GRADO DE EVAPORACIÓN DE LA MISMA.

GENERALIDADES SOBRE FERMENTACIÓN ALCOHOLICA.

PROCEDIMIENTO SHOLLER MODIFICADO



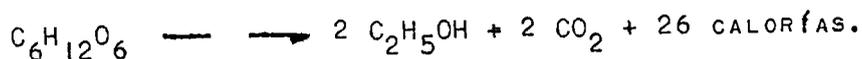
LA FERMENTACIÓN ALCOHOLICA CONSISTE FUNDAMENTALMENTE EN LA CONVERSIÓN DE AZUCAR A ETANOL Y ANHIDRIDO CARBÓNICO A CONSECUENCIA DEL DESARROLLO DE MICROORGANISMOS, EN CONDICIONES DE ANAEROBIOSIS.

CON ESTE FIN SE HAN EMPLEADO MELAZAS POR SU CONTENIDO DE AZÚCARES TALES COMO SACAROSA Y AZUCAR INVERTIDO, QUE ES UNA MEZCLA DE PARTES IGUALES DE D-GLUCOSA Y L-FRUCTUOSA, QUE PERMITEN SU FERMENTACIÓN DIRECTAMENTE POR LEVADURAS, ADEMÁS QUE SE HAN CONSIDERADO EN CIERTOS PAISES COMO LA FUENTE MAS ECONÓMICA PARA LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL. EL PROCESO INCLUYE ESCENCIALMENTE LA DISOLUCIÓN DE LA MELAZA, INOCULACIÓN CON LEVADURA, FERMENTACIÓN Y DESTILACIÓN.

PARA LA SIEMBRA DE LA MELAZA, ESTA SE DILUYE CON AGUA DE TAL MANERA DE OBTENER UNA SOLUCIÓN QUE CONTENGA CERCA DEL 10% DE AZÚCAR, Y SE BOMNEA DIRECTAMENTE AL FERMENTADOR. ESTA MASA GENERALMENTE NO SE ESTERILIZA, AUNQUE EN CIERTOS CASOS SE PASTEURIZA Y SE OBTIENE UN LIJERO AUMENTO EN LA EFICIENCIA. POSTERIORMENTE SE INOCULA LA LEVADURA DE LA QUE SE REQUIERE CERCA DEL 5% EN VOLUMEN; LA MASA SE AJUSTA A UN PH ÓPTIMO PARA EL MÁXIMO DE EFICIENCIA, QUE AUNQUE VARIANDO CON EL TIPO DE MELAZA, GENERALMENTE SE ENCUENTRA ENTRE 4 Y 5, SIENDO EL MAS FAVORABLE DE 4.8,. EXISTEN AGENTES NUTRIENTES QUE SE AGREGAN PARA DAR UNA FERMENTACIÓN MAS RÁPIDA Y EFICIENTE; EN LA MELAZA BLACKSTRAP YA TIENE BUENA PROPORCIÓN, AUNQUE SE RECOMIENDA AGREGARLE BEQUEÑAS CANTIDADES DE SALES DE AMONIO TALES COMO SULFATO, Y QUE EN ESTOS CASOS VARÍA ENTRE 0.5 Y 0.3 LIBRAS POR 1000 GALONES DE MASA, SIENDO LA CANTIDAD ÓPTIMA DETERMINADA POR PRUEBAS DE LABORATORIO. LA MELAZA HIGHEST ES MAS DIFICIL DE FERMENTAR QUE LA ANTERIOR YA QUE CONTIENE MENOR CANTIDAD DE AGENTES NUTRIENTES, POR LO CUAL SE AGREGA TAMBIÉN SULFATO DE AMONIO EN LA PROPORCIÓN DE 6 LIBRAS POR 1000 GALONES, ADEMÁS QUE HAY QUE FAVORECER LA FERMENTACIÓN POR EL AGREGADO DE ALGÚN FOSFATO.

LOS FERMENTADORES ESTÁN PUESTOS POR LO GENERAL A UNA TEMPERATURA ENTRE 70 Y 80° F. CONTROLANDO ESTO MEDIANTE SERPENTINES INTERNOS DE ENFRÍAMIENTO, YA QUE LA REACCIÓN QUE SE PRODUCE ES EXOTERMICA

CA, O BIÉN HACIENDO CÍRCULAR LA MASA POR ENFRIADORES EXTERNOS. LA TEMPERATURA PUEDE ELEVARSE AL MÁXIMO HASTA 100°F. (37.8°C.). LA REACCIÓN PRODUCIDA SEGÚN GAY LUSSAC, ASÍ COMO EL CALOR LIBERADO EN LA FERMENTACIÓN VA DE ACUERDO CON EL VALOR TÉORICO DE:



TRES HORAS DESPUES QUE SE LE AGREGÓ LA LEVADURA SE PUEDE OBSERVAR CLARAMENTE LA EVOLUCIÓN DEL ANHIDRÍDO CARBÓNICO. LA CANTIDAD DE GAS VA AUMENTADO DE PRODUCCIÓN Y SE VE LA MASA ENTERA MENTE EN ACCIÓN. EL TIEMPO REQUERIDO TAMBIÉN CON EL TIPO DE MELAZA, ESTAN DO COMPRENDIDO ENTRE 36 Y 72 HORAS.

DURANTE LOS PRIMEROS PASOS DE LA FERMENTACIÓN LA LEVADURA CRESE RÁPIDAMENTE Y PROCEDE LUEGO A CONVERTIR LA GLUCOSA Y MONOSACÁRIDOS EN ALCOHOL, Y AL MISMO TIEMPO LA ENZIMA INVERTASA DE LA LEVADURA TRANSFORMA LA SACAROSA EN MONOSACÁRIDOS. EL ANHIDRIFO CARBÓNICO SE PURIFICA HACIENDOLO BURBUJEAR EN AGUA CON EL FÍN DE DISOLVER EL POCO ALCOHOL QUE LLÉVE, Y LUEGO SE PASA A TRAVES DE UN MATERIAL ABSORBENTE TAL COMO EL CARBÓN, PARA POSTERIORMENTE EMBOTELLARLO. HAY QUE HACER NOTAR QUE LOS FERMENTADORES DEBEN SER DE UN MATERIAL QUE PERMITA SU FACIL LAVADO Y ESTERILIZADO, GENERALMENTE SON DE ACERO.

EL PRODUCTO DE LA FERMENTACIÓN ES UN ALCOHOL DEVIL EL CUAL DEBE SER CONCENTRADO, SEGUIDO DE UNA RECTIFICACIÓN. EL PRODUCTO FINAL ES UN ALCOHOL DE 95%, TENIÉNDOSE UN RENDIMIENTO DE 0.4 GALONES POR GALÓN DE MELAZA DE INGENIO. EXISTEN PÉRDIDAS DE ALCOHOL QUE ESCAPAN EN FORMA DE VAPOR DEL FERMENTADOR.

LO ANTERIOR REFERENTE A FERMENTACIÓN ALCOHOLICA, SE HA TOMADO EN CUENTA PARA TRATAR, POR UN MÉTODO HASTA CIERTO PUNTO INDIRECTO DE DETERMINAR EL CONTENIDO DE GLUCOSA EN LAS MUESTRAS PREPARADAS.

CON EL FÍN DE VER CUAL DE LOS TRES PROBLEMAS HABÍA EXTRA--

IDO MAYOR CANTIDAD DE GLUCOSA, ES DECIR, QUE CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO PRODUJO MAS, SE HIZO EL SIGUIENTE DESARROLLO: LOS LÍQUIDOS FILTRADOS Y NEUTRALIZADOS DE CADA UNO DE LOS MATRACÉS SE DIVIDIERON POR MITAD EN OTROS TRES RECIPIENTES, TENIENDOSE EN ESTA FORMA UN TOTAL DE SEIS; DE LOS DOS CORRESPONDIENTES A LA SOLUCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE 0.5%, UNO DE ELLOS SE PUSO A FERMENTAR DIRECTAMENTE, AGREGÁNDOLE UN POCO DE PEPTONA (300 MG) APROXIMADAMENTE, Y LEVADURA EN LA PROPORCIÓN DE 5% EN VOLUMEN, EL OTRO MATRÁZ SE PUSO A EVAPORAR DIRECTAMENTE HASTA DEJAR EN EL RECIPIENTE 1/3 DE SU VOLUMEN, Y POSTERIOR FERMENTACIÓN DE UN MODO ANÁLOGO AL ANTERIOR POR UN TIEMPO DE 72 HS. LA MISMA OPERACIÓN DE PARTICIÓN, CONCENTRACIÓN Y FERMENTACIÓN SE EFECTUÓ DE UNA MANERA SEMEJANTE EN LAS CONCENTRACIONES DE 1 Y 2%. - DE ESTA MANERA SE TIENEN TRES MATRACES CON SOLUCIONES DILUIDAS (NO CONCENTRADAS), Y TRES CON SOLUCIONES CONCENTRADAS A 1/3 DE SU VOLUMEN (EVAPORADAS) DE CADA UNA DE LAS CONCENTRACIONES DE ÁCIDO INICIAL. DESPUÉS DE QUE LA FERMENTACIÓN TERMINA, SE DESTILA CADA UNA DE LAS MUESTRAS CONTROLANDO LA TEMPERATURA PARA QUE SOLAMENTE DESTILE EL PRINCIPAL COMPONENTE DE LA FERMENTACIÓN QUE ES EL ALCOHOL Y NO PASE AGUA AL REFRIGERANTE, AUNQUE LOS VAPORES DE ALCOHOL SI LLEVAN CONSIGO ALGO DE AGUA, PRODUCIENDO ENTONCES UNA MEZCLA ALCOHOL-AGUA, QUE MEDIANTE PICNÓMETRO SE LES TOMA LA DENSIDAD, DATO QUE NOS ES ÚTIL Y NECESARIO PARA VER SU EQUIVALENCIA A POR CIENTO DE ALCOHOL EN VOLUMEN EN TABLAS QUE ESPECIFICAN ESTA RELACIÓN Y POSTERIORMENTE VER SU POR CIENTO EN PESO EN OTRAS TABLAS ANÁLOGAS; AUNQUE POR LOS RANGOS TAN GRANDES ENTRE DOS VALORES DE ESTA ÚLTIMA TABLA, NO SE PUDIERON LEER VALORES EXACTOS, Y VIENDOSE QUE LA GRÁFICA NO AUMENTA PROPORCIONALMENTE, SE TUVO QUE HACER ENTONCES UNA GRÁFICA AMPLIA LLEVANDO EN ABCISAS EL POR CIENTO EN PESO Y OBTENIENDO SU CORRESPONDIENTE EN VOLUMEN EN LAS ORDENADAS. CON LOS DATOS OBTENIDOS SE PASÓ A HACER LA DETERMINACIÓN DE GLUCOSA, SOLO QUE MIS RAZONAMIENTOS PARA TAL IMPLICABAN LA DETERMINACIÓN PREVIA DE HUMEDAD.

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.-

ESTA DETERMINACIÓN SE LLEVÓ A CABO EN UNA MELAZA PROPIA--

MENTE DICHA, DE LA MANERA SIGUIENTE: SE TOMA UNA MUESTRA QUE VARÍA DE 7 A 10 GRS., SE PONE EN UN PEQUEÑO CRISOL PUESTO A PESO CONSTANTE Y SE INTRODUCE A LA ESTUFA A UNA TEMPERATURA DE 100 C., POR UN TIEMPO DE 2 HS. ENFRIÁNDOLO DESPUÉS DE ESTE TIEMPO EN UN DESECADOR Y LUEGO SE PESA. LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA MUESTRAS DE 0.5, 1 Y 2% SON LAS SIGUIENTES:

HUMEDAD 0.5%

PESO DEL CRISÓL MÁS MUESTRA	37.8900
PESO DEL CRISÓL SOLO	29.2040
MUESTRA SOLA (DIFERENCIA)	8.6860

PESO AL SALIR DE LA ESTUFA - 33.2928

AHORA: $\frac{8.6860}{4.5972} = \frac{100}{X}$ X = 52.9% DE HUMEDAD.

HUMEDAD 1%:

PESO DEL CRISÓL MÁS MUESTRA	15.3148
PESO DEL CRISÓL SOLO	8.0440
MUESTRA SOLA (DIFERENCIA)	7.2708

PESO AL SALIR DE LA ESTUFA - 11.7038

AHORA: $\frac{7.2708}{3.6110} = \frac{100}{X}$ X = 49.6% DE HUMEDAD.

HUMEDAD 2%:

PESO DEL CRISÓL MÁS MUESTRA	17.7047
PESO DEL CRISÓL SOLO	8.1110
MUESTRA SOLA (DIFERENCIA)	9.5937

PESO AL SALIR DE LA ESTUFA - 13.3367

AHORA: $\frac{9.5737}{4.3680} = \frac{100}{X}$ X = 45.5% DE HUMEDAD.

DETERMINACIÓN DE GLUCOSA.-

LOS DATOS RESULTANTES PARA LA MELAZA DILUIDA SON LOS SIGUIENTES:

CONCENTRACIÓN	HUMEDAD	DENSIDAD DESTILADO	% EN VOLUMEN	% EN PESO
0.5	66.8	0.9930	4.86	3.95
1.0	63.4	0.9946	3.70	2.94

$$\frac{\text{SI EN 182 G. DE MELAZA}}{\text{TIENEN 3.64 G. DE ALCOHOL}} = \frac{76.5 \times 1.150}{\text{SE TENDRÁN X}}$$

$$X = 1.76 \text{ GRAMOS DE ALCOHOL CONTENIDOS EN LA MELAZA OBTENIDA. (2)}$$

AHORA, SEGÚN LA REACCIÓN SIGUIENTE PUEDE ENCONTRARSE LA CANTIDAD DE GLUCOSA QUE PRODUCE DICHA CANTIDAD DE ALCOHOL.



$$\frac{\text{SI 180 G. DE GLUCOSA PRODUCEN}}{\text{CUANTA GLUCOSA X PRODUCIRÁN}} = \frac{92 \text{ G. DE ALCOHOL}}{1.76}$$

$$X = 3.44 \text{ GRAMOS DE GLUCOSA. (3)}$$

RELACIONANDOLE A LA MUESTRA, QUE FUÉ DE 37.5 GRAMOS, SE TIENE:

$$\frac{\text{SI 3.44 G. DE GLUCOSA}}{\text{ESTAN EN 37.5 G. DE MUESTRA}} = \frac{\text{CUANTA GLUCOSA X}}{\text{ESTARÁN EN 100 GRAMOS}}$$

$$X = 9.96 \text{ G. DE GLUCOSA EN 100 G. DE MUESTRA. (4)}$$

PARA LAS CONCENTRACIONES DE 1 Y 2% SE OBTUVIERON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

	1%	2%
PROPORCIÓN No. 1	196.10	214.19
PROPORCIÓN No. 2	0.778	0.534
PROPORCIÓN No. 3	1.52	0.829
PROPORCIÓN No. 4	4.00	2.21

DETERMINACIÓN DE CENIZAS.-

PARA ESTA DETERMINACIÓN SE CALIENTAN DE 5 A 10 G. DE MELAZA EN UNA CÁPSULA DE PORCELANA A LA TEMPERATURA DE 100°C. CON EL FÍN DE EVAPORAR EL AGUA; SE AGREGAN UNAS GOTAS DE ACEITE DE OLIVA PURO, Y SE MANTIENE EN LA MUFLA A LA TEMPERATURA DE 450°C. HASTA APARICIÓN DE UNA CENIZA BLANCA.

RESULTADOS:

CONCENTRACIÓN 0.5%.-

CÁPSULA CON MUESTRA	15.9010
CÁPSULA SOLA	8.1100
MUESTRA (DIFERENCIA)	7.7910

PESO DESPUÉS DE CALCINAR: 8,3790

AHORA:

$$\begin{array}{l} \text{SI EN LA MUESTRA: } \frac{7.7910}{0.2690} \frac{\text{EN } 100}{X} \quad X = 3.4\% \text{ DE CENIZAS.} \\ \text{EXISTEN (CENIZAS)} \end{array}$$

PROCEDIENDO DE IGUAL FORMA CON LAS OTRAS DOS CONCENTRACIONES SE OBTUVIERON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

	CONCENTRACIÓN 1%	CONCENTRACIÓN 2%
% DE CENIZAS	2.9	1.0

LAS DETERMINACIONES DE HUMEDAD Y CENIZAS SE HICIERON CON UNA MELAZA TIPO DE DENSIDAD 1.150 OBTENIDA POR PIGNÓMETRO

HAY QUE ADVERTIR QUE SE HICIERON DETERMINACIONES DE GLUCOSA TANTO PARA PROBLEMAS DILUIDOS COMO PARA CONCENTRADOS, ÚNICAMENTE CON EL FIN DE VER SI NO HABÍA PÉRDIDAS DE GLUCOSA EN EL CURSO DE EVAPORACIÓN

EL SIGUIENTE CUADRO MUESTRA UB RESÚMEN DE LOS CÁLCULOS EFECTUADOS DURANTE EL PRESENTE CAPÍTULO.

CONCENTRACIONES:	0.5%	1%	2%
GLUCOSA EN %	9.96	4.00	2.21
HUMEDAD	52.9	49.6	45.5
CENIZAS	3.4	2.9	1.0

PARA LAS DETERMINACIONES DE GLUCOSA, SE HICIERON REPETIDAMENTE EN CUATRO OCASIONES SACANDO CUARTA A LOS RESULTADOS OBTENIDOS QUE SON LOS QUE APARECEN TABULADOS EN LAS HOJAS 19 Y 20. CABE NOTIFICAR, QUE SIGUIENDO ESTE MÉTODO, Y DESPUÉS DE OBTENER EL LÍQUIDO NEUTRALIZADO Y DEJÁNDOLO EVAPORAR AL MEDIO AMBIENTE EN CAPA DELGADA (5 MM.), SE LLEGA A OBTENER AL CABO DE ALGUNAS SEMANAS UNA MELAZA DE UNA DENSIDAD MAYOR A LA QUE PUEDE PRESENTAR LA MIEL DE COLMENA Y

CON UN OLOR CARACTERÍSTICO A MIEL DE MAPLE.

A CONTINUACIÓN SE EXPLICAN BREVEMENTE OTROS PROCESOS QUE SE INVESTIGARON.

EL MISMO PROCESO QUE EL ANTERIOR SOLO QUE A UNA PRESIÓN REDUCIDA DE 1.3 Kg/cm^2 Y A UNA TEMPERATURA DE 128° C. , EMPLEANDO LA MISMA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO Y CANTIDAD DE MUESTRA SECA. DESPUÉS DE FILTRAR Y NEUTRALIZAR, SE EVAPORÓ AL VACÍO OBTENIÉNDOSE UN PRECIPITADO DOPOSO Y CASI BLANCO DE ASPECTO RARO, QUE SEGÚN ENSAYOS QUE SE LE HICIERON ESTABA CONSTITUIDA POR SUBSTANCIAS INORGÁNICAS. ESTE TIPO DE PRUEBA SE REPITIÓ CON ALGUNAS MODIFICACIONES COMO SON CAMBIOS EN LA CONCENTRACIÓN DEL ÁCIDO, TIEMPO DE EXTRACCIÓN, EVAPORACIÓN MÁS LENTA Y OTRAS, SUMANDO UN TOTAL DE 15 PRUEBAS.

TAMBIÉN SE HIZO UNA EXTRACCIÓN CON PURA AGUA EN LAS CONDICIONES ANTES MENCIONADAS, SIN QUE SE OBTUVIERA LO DESEADO, SIN EMBARGO, LA PRUEBA DE MOLISH DEL AFA-NAFTÓL AL 10% EN SOLUCIÓN ALCOHOLICA PARA CARBOHIDRATOS SE EFECTUÓ SALIENDO POSITIVA, AL IGUAL QUE EN LOS CASOS ANTERIORES; ESTO SIGNIFICA QUE EL AGUA TAMBIÉN EXTRAE UNA PEQUEÑÍSIMA CANTIDAD DE AZUCARES, PERO QUE INDUDABLEMENTE ES NECESARIA LA PRESENCIA DE ÁCIDO PARA ROMPER LAS CADENAS DE LA CELULOSA. (TOTAL DE 6 PRUEBAS).

TAMBIÉN SE HICIERON PRUEBAS A CONTRACORRIENTE CON ÁCIDO CLORHÍDRICO CONCENTRADO Y FRÍO, APEGÁNDOSE HASTA DONDE SE PUDO AL PROCEDIMIENTO DE BERGIUS, POR UN TOTAL DE 40 Hs. DE LIXIVIADO, SIN QUE SE OBTUVIERAN RESULTADOS SATISFACTORIOS. ESTE PROCEDIMIENTO TAMBIÉN SE HIZO CON MUESTRAS SELECCIONADAS DE MADERA DE ENCINO, PINO, MEZQUITE Y MUESTRAS DE AMBAS. (TOTAL 4 PRUEBAS).

FINALMENTE SE INVESTIGÓ LA EXTRACCIÓN AGOTANTE CON PURA AGUA Y LA MISMA MUESTRA, HACIENDO DIGESTIONES POR UN TIEMPO DE 15 MINUTOS Y SIENDO UN TOTAL DE CINCO. DESPUÉS SE HIZO LA MISMA PRUEBA SÓLO QUE CON MUESTRA DIFERENTE, Y ÚLTIMAMENTE CON LÍQUIDO ÁCIDO. EN TODOS LOS CASOS DIÓ POSITIVA LA PRUEBA ESPECÍFICA DE CARBOHIDRA-

TOS, ASÍ COMO OTRAS BASADAS EN LA REDUCCIÓN DEL COBRE. DESPUÉS DE UN TOTAL DE SEIS PRUEBAS NO SE OBTUVO LO QUE SE DESEABA, DEBIDO A LA POCA CANTIDAD DE AZÚCARES QUE SE EXTRAÍAN.

HUBO OTRAS PEQUEÑAS INVESTIGACIONES RELACIONADAS AL RESPECTO, QUE AUNQUE NO SE ENLISTEN AQUI, FUERON INDISPENSABLES PARA LLEGAR A OBTENER CONDICIONES ÓPTIMAS DE RENDIMIENTO EN EL MÉTODO PROPUESTO AL PRINCIPIO, ASÍ COMO LOS QUE LE SIGUEN.

CAPITULO IV

ESTUDIO ECONOMICO

ESTIMACIÓN APROXIMADA DEL COSTO DE UNA PLANTA PARA HIDROLI-
ZAR MADERA CON UNA CAPACIDAD DE 60 TONELADAS DIARIAS.

COSTO PARA INSTALAR LA PLANTA.-

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO M.N.
2	ASTILLADORAS PARA MADERA	} 75000.00
2	SOPLADORES PARA ASTILLAS	
1	BULLDOZER PARA EL MANEJO DE MADERA	
3	DOSIFICADORAS DE ASTILLAS	
3	HIDROLIZADORES - 7 FT. DIÁM. POR 20 FT. DE ALTO	1080200.00
3	VÁLVULAS ESPECIALES DE DESCARGA 8" DIÁM.	375000.00
1	RECIBIDOR DE LIGNINA - 12 FT. - DIÁM. POR 14 FT. DE ALTURA	45000.00
2	TANQUES DE EXPANSIÓN - 6 X 6 FTS.	14575.00
2	TANQUES NEUTRALIZADORES CON MEZ- CLADORES 12 X 12 FT.	18750.00
2	FILTROS DE VACÍO (CONTINUOS)	187500.00
2	TANQUES DE ALMACENAMIENTO CON AGI- TADORES. 12 X 12 FT.	31250.00
1	EQUIPO DE EVAPORACIÓN DE TRIPLE EFEC- TO CON APROVISIONAMIENTO DE VACÍO Y- BOMBAS	2512500.00
1	EQUIPO DE BOMBEO PARA AC. SULFÚRICO	12500.00
1	EQUIPO DE BOMBEO PARA APROVISIONA- MIENTO DE AGUA	37000.00
1	CALDERA	500000.00
	TOTAL:	<u>\$ 5564275.00</u>
	25% ADICIONAL, POR DERE- CHOS DE IMPORTACIÓN	\$ 1391068.00
	COSTO TOTAL DE LA MAQUINARIA INSTALADA	\$ 6955343.00
	AGREGANDO 25,000 M ² DE SUPERFICIE PARA ESTABLECER LA PLANTA, A RAZÓN DE 3.00 - C/METRO	75000.00
	POR CONCEPTO DE CONSTRUCCIÓN CIVIL, INCLUYENDO BODEGAS, OFICINAS, PLANTA PROPIAMENTE DICHA, ETC.	2100000.00
	COSTO TOTAL DE LA PLANTA INSTALADA:	<u>9130343.00</u>

LOS INFORMES ANTERIORES SE HAN EXTRACTADO DE UNA BUENA -
FUENTE, APEGANDOSE LO MAS QUE SE HA PODIDO A LOS VALORES REALES,

INCLUYENDO MUCHOS DE ELLOS Y, CONSIDERANDO ESTOS COSTOS COMO MAQUINARIA YA INSTALADA.

A CONTINUACIÓN SE PRESENTA EL CUADRO CORRESPONDIENTE AL COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA ANTERIOR.

	REQUERIMIENTO ANUAL	PRECIO POR UNIDAD	COSTO POR AÑO	% DEL TOTAL
<u>COSTOS DE PRODUCCIÓN DIRECTOS.</u>				
MATERIAS PRIMAS:				
SERRÍN DE MADERA	TONS.	18000	\$ 150.00	2700000.00 31.01
H ₂ SO ₄	"	1665	220.00	366300.00 4.27
CA(OH) ₂	"	1564	180.00	281520.00 3.24
VAPOR	Kg.	243000000	0.017	1875474.00 21.59
AGUA	M ³	1687500	0.10	168750.00 1.95
ELECTRICIDAD	Kw-HR.	1200000	0.20	240000.00 3.77
MANO DE OBRA	HRS.	36000	20.00	720000.00 8.29
SUPERVISIÓN		-	-	90000.00 1.04
SALARIO DE ADMINISTRACIÓN		-	-	197500.00 2.28
MANTENIMIENTO		-	-	35000.00 0.41
REFACCIONES		-	-	65000.00 0.75
TOTAL				<u>6739544.00 77.55</u>
<u>COSTOS DE PRODUCCIÓN INDIRECTOS.</u>				
SERVICIOS TÉCNICOS Y ANALÍTICOS				800000.00 9.23
<u>COSTOS FIJOS.</u>				
DEPRECIACIÓN TOTAL				1000000.00 11.50
IMPUESTOS LOCALES Y SEGURO				<u>150000.00 1.72</u>
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				8689544.00 100.00

MEDIANTE EL COSTO DE PRODUCCIÓN ANTERIOR SE DEDUCE QUE EL KILOGRAMO DE MELAZA OBTENIDO POR ESTE MÉTODO, SALE COTSNADO 48 CENTAVOS EN LA PLANTA.

AHORA BIEN, LA MELAZA OBTENIDA DE LA CAÑA EN LOS INGENIOS AZUCAREROS, TIENE UN COSTO DE PRODUCCIÓN FIJADO POR LA SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, DE 29 CTVS. POR KILO. DE AQUÍ SE CONCLUYE QUE NUESTRO PROCESO, EXCEDE AL ANTERIOR EN 19 CENTAVOS POR KILO.

C A P I T U L O V

CONCLUSIONES

DURANTE EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO SE PUDIERON OBSERVAR LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

BASANDOME EN EL ESTUDIO ECONÓMICO HECHO, CLARAMENTE SE PUEDE OBSERVAR QUE AL LLEVAR A ESCALA INDUSTRIAL ESTE PROCESO SERÍA INCOSTEABLE, YA QUE EL PRECIO DE OBTENCIÓN MEDIANTE EL PROCESO Y TÉCNICA ENCONTRADOS, NO ES CAPAZ DE COMPETIR CON EL PRECIO QUE ACTUALMENTE SE FIJA PARA MELAZAS DE INGENIO, ADEMÁS DE QUE ESTAS SON MÁS RICAS EN SU COMPOSICIÓN QUE LAS MELAZAS DE MADERA. ESTA CONCLUSIÓN ES OBVIA, YA QUE PAISES EXCELENTEMENTE MADEREROS, COMO SUECIA, FINLANDIA, ÉTC.. Y EN LOS CUALES NO PUEDE VEGETAR LA CAÑA DE AZÚCAR NI LA REMOLACHA, NO HAN ENCONTRADO DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONÓMICO, UNA SOLUCIÓN VIABLE AL PROBLEMA DE LAS MELAZAS DE MADERA. VOLVIENDO AL PROCESO QUE SE SIGUIÓ, TAMBIÉN PUEDE CONSIDERARSE UN RENDIMIENTO BAJO, PUES AUNQUE FUÉ DE 57.2%, SE PUEDE CONSIDERAR COMO TAL, YA QUE DATOS RECOPIADOS AL RESPECTO, PRESENTAN RESULTADOS MÁS ALAGADORES QUE LOS OBTENIDOS. HACIENDO UN ESTUDIO CONCIENSUDO DE LA TÉCNICA QUE SE SIGUIÓ, SE PUEDE CONCLUIR QUE EL BAJO RENDIMIENTO DE GLUCOSA, SE DEBE A QUE LA PRESIÓN CON QUE SE TRABAJÓ QUE FUÉ DE 4 - Kg/cm^2 , FUÉ INCAPAZ DE PRODUCIR EL ATAQUE TOTAL DEL MATERIAL CELULÓSICO DE LA MUESTRA, Y QUE SOLAMENTE PROVOCÓ LA HIDRÓLISIS DE LA CELULOSA BLANDA, O SEA LA HEMICELULOSA, CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS ANTERIORMENTE. EN NUESTRA INVESTIGACIÓN AL NO POSEER UN DISPOSITIVO APROPIADO PARA ESTE FIN, QUE PUDIERA DAR UNA PRESIÓN MÍNIMA DE DOCE ATMÓSFERAS, SE TRATÓ ENTONCES, EN CIERTO MODO DE PODER REDUCIR EL USO DE LA PRESIÓN ELEVADA, MEDIANTE UN AUMENTO CONSECUENTE EN LA CONCENTRACIÓN DEL LÍQUIDO HIDROLIZADOR, Y EN ESTA FORMA PODER ATACAR UNA MAYOR PARTE DEL MATERIAL CELULÓSICO, SIN QUE HUBIERA OBTENIDO LOS RESULTADOS DESEADOS, POR LO QUE SE ABANDONÓ ESTA IDEA.

LA PRIMITIVA META DE ESTA INVESTIGACIÓN, ERA LA OBTENCIÓN DE ESTAS MIELES, EXTRAYENDOLAS CON PURA AGUA; PERO TRABAJANDO ENTRE

UN RANGO DE 1 A 5 ATMOSFERAS NO PUDO SER PÓSIMBLE SU OBTENCIÓN; SIN EMBARGO, SI SE LLEGÓ A OBTENER UNA MÍNIMA PARTE DE CARBOHIDRATOS, YA QUE LOS LÍQUIDOS OBTENIDOS DE ESTA FORMA DABAN POSITIVA SU PRUEBA ESPECÍFICA.

CABE EN ESTA OCASIÓN MENCIOANR, QUE EN EL CÁLCULO DE LA GLUCOSA, LOS RESULTADOS QUE SE INDICAN EN EL CAPÍTULO III PUEDEN ESTAR SUJETOS A CAMBIOS PEQUEÑÍSIMOS, DEBIDO A QUE AL DESTILAR LA SOLUCIÓN ALCOHOL-AGUA, HAY PÉRDIDAS DE ALCOHOL POR VAPORIZACIÓN. PARA PODER DILUCIDAR, SI EN EL DESTILADO EFECTIVAMENTE HABÍA ALCOHOL, A TODOS ELLOS SE LES HIZO LA PRUEBA DEL YODO, QUE IMPLICABA LA FORMACIÓN DE YODOFORMO EN CRISTALES CARACTERÍSTICOS DE COLOR AMARILLO. CONFORME A LA MANERA DE CUANTEAR LA GLUCOSA, SE PRESENTA AQUÍ UNA MANERA DIFERENTE Y POCO COMÚN, PERO MEDIANTE LA CUAL SE EVITA EL ANÁLISIS COLORIMÉTRICO, EN EL QUE SE BASAN LA MAYORÍA DE LOS MÉTODOS USADOS, AUNQUE ADOLECE DE LA EXACTITUD QUE PROPORCIONAN LOS ANÁLISIS CON SOLUCIONES COLOREADAS.

HASTA AQUÍ SE CONCLUYE, QUE TÉCNICAMENTE EL TRABAJO SE PUEDE LLEVAR A EFECTO, PERO QUE ECONÓMICAMENTE NO ES CONVENIENTE POR LAS RAZONES QUE SE MENCIONAN AL PRINCIPIO.

HAY QUE ADVERTIR QUE EL PRECIO DE UN HILOGRAMO DE VIRUTA DE MADERA QUE ES DE 15 CENTAVOS, ORIGINA UN PRODUCTO TERMINADO, QUE DE ACUERDO CON EL RENDIMIENTO ENCONTRADO (57.2%), DA UN VALOR DE 27 CENTAVOS. DESDE LUEGO, EL PRECIO POR KILO COMO SE DIJO ANTES NO COM PITE CON EL PRECIO DE 29 CENTAVOS, SEGÚN DATO DE LA SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, PERO DEBO HACER LA ACLARACIÓN DE QUE POSIBLEMENTE CON MEJOR TÉCNICA Y MEDIANTE EL USO DE APARATOS ADECUADOS, - AUN SIGUIENDO EL MISMO PROCESO QUE LLEVÉ A EFECTO, PUEDEN LOGRARSE MEJORES RENDIMIENTOS QUE TAL VEZ LLEGUEN A ABATIR UN POCO EL COSTO DE PRODUCCIÓN, ASÍ COMO TAMBIÉN BAJAR UN POCO EL PRECIO POR KILO AND TADO DE 29 CENTAVOS.

R E F E R E N C I A S

METODOS DE ANALISIS QUIMICO INDUSTRIAL
BERL-LUNGE-D'ANS
TOMO V. PRIMERA PARTE.

ENCICLOPEDIA DE TECNOLOGIA QUIMICA
RAYMOND E. KIRK
PAGS: 289 Y SIGUIENTES. TOMO X.

TECNOLOGIA QUIMICA
K. Y E. WINNACKER
TOMO V. PAGS: 60 A 85

FERMENTACIONES INDUSTRIALES
L.A. UNDERKOFER Y R.J. HICKEY
VOLUMEN I. CAPITULOS III Y V

QUIMICA INDUSTRIAL
RIEGEL'S
PAGS: 575 Y SIGUIENTES

METODOS DE ANALISIS
A.O.A.C.
PAGS: 740 A 767

MANUAL DEL INGENIERO QUIMICO
JOHN H. PERRY
CUARTA EDICIÓN. SECCIÓN 25.