

**DESHIDRATACION DE AJO MEDIANTE EL CAMPO DE
UN QUEMADOR DE GAS GENERADOR DE RADIACIONES
INFRARROJAS**

GUILLERMINA SOLEDAD HERRERO DOMINGUEZ

MEXICO, D. F.

1961



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DESHIDRATACION DE AJO MEDIANTE EL EMPLEO DE
UN QUEMADOR DE GAS GENERADOR DE RADIACIONES
INFRARROJAS

T E S I S

QUE PRESENTA PARA SU EXAMEN PROFESIONAL DE

INGENIERO QUIMICO

GUILLERMINA SOLEDAD HERRERO DOMINGUEZ

ANTE LA

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUÍMICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES

TECNOLÓGICAS, A. C.

SECCIÓN DE INGENIERÍA

MÉXICO, D. F.

1 9 6 1

MI CUMPLIDO AGRADECIMIENTO AL INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS POR LAS FACILIDADES QUE ME BRINDÓ, A TRAVÉS DE SU SECCIÓN DE INGENIERÍA, ASÍ COMO A TODO EL PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO DEL INSTITUTO QUE CONTRIBUYÓ, DIRECTA O INDIRECTAMENTE, A HACER POSIBLE LA REALIZACIÓN DE ESTA TESIS.

CONTENIDO.

- I.- INTRODUCCION.
- II.- GENERALIDADES.
- III.- AJO.
- IV.- DESCRIPCION DEL EQUIPO.
- V.- EXPERIMENTACION.
- VI.- ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO PRELIMINAR DEL PROCESO.
- VII.- CONCLUSIONES.
- VIII.- APENDICE.
- IX.- BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO I.
INTRODUCCION.

MÉXICO ES UNO DE LOS PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES Y EXPORTADORES DE AJO POR LO QUE SE PENSÓ CONVENIENTE ESTUDIAR LA OBTENCIÓN DE UN PRODUCTO EN POLVO, CUYA ESTABILIDAD SE EVALUARÍA POR SUS CARACTERÍSTICAS ESENCIALES; OLOR Y SABOR. AL OBTENER UN PRODUCTO QUE CONSERVARA ESTAS PROPIEDADES SE PODRÍA AUMENTAR EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO Y DISPONER DE ÉL EN PERÍODOS EN LOS QUE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS SON DESFAVORABLES PARA EL CULTIVO DEL AJO. ADEMÁS SE DISMINUIRÍA EL COSTO DE TRANSPORTE. ESTO PROPORCIONARÍA LA VENTAJA DE DISMINUIR LAS FLUCTUACIONES EN SU PRECIO DURANTE EL CURSO DEL AÑO

DURANTE EL PRESENTE TRABAJO SE SELECCIONÓ Y DISEÑÓ UN SECADOR EXPERIMENTAL, TENIENDO EN CUENTA PARA ELLO QUE EL AJO ES UN MATERIAL TERMOSENSIBLE, QUE SE AFECTA CONSIDERABLEMENTE A ALTAS TEMPERATURAS Y A LAS EXPOSICIONES PROLONGADAS AL CALOR. SE PENSÓ HACER USO DE RADIACIONES INFRA-ROJAS, YA QUE POR SUS CARACTERÍSTICAS SE PUEDE, BAJO CIERTAS CONDICIONES, LOGRAR UNA DISMINUCIÓN EN LOS TIEMPOS DE SECADO REQUERIDOS POR OTROS TIPOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR. PARA LA GENERACIÓN DE ESTAS RADIACIONES EN EL PRESENTE ESTUDIO SE EMPLEÓ UN QUEMADOR DE GAS. PARA ESTA SELECCIÓN SE TUVO EN CUENTA QUE EN COMPARACIÓN CON LAS LÁMPARAS ELÉCTRICAS, ESTE TIPO DE QUEMADORES TIENE LAS VENTAJAS DE DISMINUIR LAS PÉRDIDAS POR FRACTURA, MENOR COSTO DE ENERGÍA Y PRODUCIR RAYOS INFRA-ROJOS LEJANOS AL ESPECTRO

CAPITULO II
GENERALIDADES.

MÉXICO ES UNO DE LOS PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES Y EXPORTADORES DE AJO POR LO QUE SE PENSÓ CONVENIENTE ESTUDIAR LA OBTENCIÓN DE UN PRODUCTO EN POLVO, CUYA ESTABILIDAD SE EVALUARÍA POR SUS CARACTERÍSTICAS ESENCIALES: OLOR Y SABOR. AL OBTENER UN PRODUCTO QUE CONSERVARA ESTAS PROPIEDADES SE PODRÍA AUMENTAR EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO Y DISPONER DE ÉL EN PERÍODOS EN LOS QUE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS SON DESFAVORABLES PARA EL CULTIVO DEL AJO. ADEMÁS SE DISMINUIRÍA EL COSTO DE TRANSPORTE. ESTO PROPORCIONARÍA LA VENTAJA DE DISMINUIR LAS FLUCTUACIONES EN SU PRECIO DURANTE EL CURSO DEL AÑO.

DURANTE EL PRESENTE TRABAJO SE SELECCIONÓ Y DISEÑÓ UN SECADOR EXPERIMENTAL, TENIENDO EN CUENTA PARA ELLO QUE EL AJO ES UN MATERIAL TERMOSENSIBLE, QUE SE AFECTA CONSIDERABLEMENTE A ALTAS TEMPERATURAS Y A LAS EXPOSICIONES PROLONGADAS AL CALOR. SE PENSÓ HACER USO DE RADIACIONES INFRA-ROJAS, YA QUE POR SUS CARACTERÍSTICAS SE PUEDE, BAJO CIERTAS CONDICIONES, LOGRAR UNA DISMINUCIÓN EN LOS TIEMPOS DE SECADO REQUERIDOS POR OTROS TIPOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR. PARA LA GENERACIÓN DE ESTAS RADIACIONES EN EL PRESENTE ESTUDIO SE EMPLEÓ UN QUEMADOR DE GAS. PARA ESTA SELECCIÓN SE TUVO EN CUENTA QUE EN COMPARACIÓN CON LAS LÁMPARAS ELÉCTRICAS, ESTE TIPO DE QUEMADORES TIENE LAS VENTAJAS DE DISMINUIR LAS PÉRDIDAS POR FRACTURA, MENOR COSTO DE ENERGÍA Y PRODUCIR RAYOS INFRA-ROJOS LEJANOS AL ESPECTRO

VISIBLE, LOS QUE PROBABLEMENTE SON MÁS FÁCILES
DE ABSORBER POR EL MATERIAL (45).

CAPITULO II
GENERALIDADES.

A.- SECADO.

EL SECADO ES UNA OPERACIÓN UNITARIA POR LA CUAL SE SEPARA UN LÍQUIDO DE UN SÓLIDO; GENERALMENTE EL LÍQUIDO QUE SE SEPARA ES EL AGUA. ESTA SEPARACIÓN SE PUEDE EFECTUAR POR MEDIOS MECÁNICOS, TALES COMO PENSADO, CENTRIFUGACIÓN, ETC. O POR MEDIO DE CALENTAMIENTO, EMPLEANDO POR EJEMPLO, GASES CALIENTES O RADIACIONES. EN ESTE ÚLTIMO TIPO DE SECADO SE PUEDE EFECTUAR LA TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN, CONVECCIÓN Y RADIACIÓN.

AL EMPLEAR LA CONDUCCIÓN PARA SECAR UN MATERIAL, EL CALOR SE TRANSMITE A TRAVÉS DEL RECIPIENTE QUE CONTIENE DICHO MATERIAL, SI SE EMPLEA EL CALENTAMIENTO POR CONVECCIÓN SE NECESITA USAR COMO MEDIO DE TRANSMISIÓN UN FLUIDO, POR EJEMPLO AIRE CALIENTE, QUE DEBE CEDER EL CALOR AL MATERIAL; EN EL SECADO POR MEDIO DE RADIACIÓN, LA ENERGÍA SE TRANSFORMA EN CALOR AL SER ABSORBIDA POR EL MATERIAL, LO QUE PROPORCIONA LA VENTAJA DE NO TENER QUE CALENTAR EL MEDIO ENTRE ÉSTE Y LA FUENTE, YA QUE EL AIRE ES CASI TRANSPARENTE A LA RADIACIÓN.

B.- RADIACION.

EL ORIGEN DE LA ENERGÍA RADIANTE SE HA EXPLICADO POR DIFERENTES TEORÍAS, ALGUNAS DE LAS CUALES SE RESUMEN A CONTINUACIÓN:

UNA DE ELLAS SE BASA EN EL CUADRO DEL ÁTOMO DE BOHR Y SE SUPONE QUE LOS ELECTRONES VIAJAN CERCA DEL NÚCLEO ATÓMICO, EN ÓRBITAS ELÍPTICAS A VARIAS DISTANCIAS. LOS ELECTRONES TIENEN UNA ENERGÍA DEFINIDA QUE ABARCA LA POTENCIAL Y LA CINÉTICA EN VIRUTD DE SU ROTACIÓN ALREDEDOR DEL NÚCLEO. LA ENERGÍA POTENCIAL ES LA ENERGÍA REQUERIDA PARA LLEVAR UN ELECTRÓN DE CDE SU ÓRBITA A UNA DISTANCIA INFINITA DEL NÚCLEO. UN ELECTRÓN EN UNA ÓRBITA, A UNA DETERMINADA DISTANCIA DEL NÚCLEO, TENDRÁ CIERTA ENERGÍA; AL OCURRIR UN DISTURBIO, TAL COMO LA COLISION DEL ÁTOMO CON UN ELECTRÓN O CON OTRO ÁTOMO, UN ELECTRÓN ES DESPLAZADO DE SU ÓRBITA, A LA QUE PUEDE POSTERIORMENTE REGRESAR, PASAR A OTRA ÓRBITA O BIEN ABANDONAR POR COMPLETO EL SISTEMA. SI EL PASO O CAMBIO ES DESDE UNA ÓRBITA DE ALTA ENERGÍA A UNA DE BAJA ENERGÍA EL REAJUSTE ES EFECTUADO POR LA EMISIÓN DE ENERGÍA.

LA TEORÍA ATRIBUYE EL ORIGEN DE LA ENERGÍA RADIANTE A CAMBIOS EN LAS ENERGÍAS DE ÁTOMOS Y MOLECULAS, SIN REFERENCIA A LOS ELECTRONES INDIVIDUALES. SI 2 O MÁS NÚCLEOS DE LAS MOLECULAS ESTÁN VIBRANDO UNO CON RESPECTO AL OTRO, UN CAMBIO EN LA AMPLITUD O AMPLITUDES DE VIBRACIÓN O UNA ALTERACIÓN DE SU ENERGÍA CINÉTICA DE ROTACIÓN O TRANSLACIÓN CAUSARÁ CAMBIOS EN EL CONTENIDO ENERGÉTICO. UNA DISMINUCIÓN DE ESTA ENERGÍA ES EL RESULTADO DE UNA EMISIÓN DE ENERGÍA RADIANTE, MIENTRAS QUE COMO CONSECUENCIA A LA ABSORCIÓN DE ESTA ENERGÍA AUMENTA EL CONTENIDO ENERGÉTICO MOLECULAR.

LA TEMPERATURA ES UNA MEDIDA DEL PROMEDIO DE ENERGÍA CINÉTICA DE LAS MOLECULAS Y POR LO TANTO A MAYOR TEMPERATURA SERÁ MÁS ALTO EL PROMEDIO DE ENERGÍA CINÉTICA DE ROTACIÓN Y TRANSLACIÓN Y LA CANTIDAD DE ENERGÍA EMITIDA POR ESA

SUSTANCIA SERÁ MAYOR (19). COMO EL MOVIMIENTO MOLECULAR SOLO CESA EN EL CERO ABSOLUTO DE TEMPERATURA, TODAS LAS SUSTANCIAS ABSORBERÁN O EMITIRÁN ENERGÍA RADIANTE ARRIBA DE ÉSTE, Y LA CANTIDAD DE ENERGÍA SOLO DEPENDERÁ DE LA TEMPERATURA (LEY DE STEFAN-BOLTZMANN). DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE EXPRESIÓN:

$$E = s T^4$$

EN DONDE:

E = ENERGÍA RADIADA
S = CONSTANTE DE STEFAN-BOLTZMANN
T = TEMPERATURA ABSOLUTA

LAS ONDAS INCIDENTES SOBRE LA SUPERFICIE DE UNA SUSTANCIA PUEDEN SER EN PARTE ABSORBIDAS EN PARTE REFLEJADAS Y EN PARTE TRANSMITIDAS A TRAVÉS DE LA MISMA. LA FRACCIÓN DE ENERGÍA RADIADA QUE ES ABSORBIDA SE DENOMINA ABSORTIVIDAD (A), LA FRACCIÓN REFLEJADA (R) Y LA FRACCIÓN TRANSMITIDA A TRAVÉS DE LA SUSTANCIA ES LA TRANSMISIVIDAD (T) Y:

$$A + R + T = 1$$

CUANDO $R = 0$, SE DICE QUE LA SUSTANCIA ES OPACA A LA RADIACIÓN, CONDICIÓN A LA CUAL SE APROXIMAN LA MAYORÍA DE LOS SÓLIDOS OPACOS A LA LUZ. NINGUNA SUSTANCIA ES PERFECTAMENTE TRANSPARENTE A LA RADIACIÓN, PERO FLÚIDOS MENOS DENSOS, COMO LOS GASES DIATÓMICOS, TIENEN ALTA TRANSMISIVIDAD.

PARA QUE LA ENERGÍA RADIANTE PUEDA SER EMITIDA DESDE EL INTERIOR DE UN SÓLIDO DEBE ATRAVESAR LA SUPERFICIE DE ÉSTE SIN SER DISIPADA POR LA PRODUCCIÓN DE OTROS CAMBIOS DE ENERGÍA EN

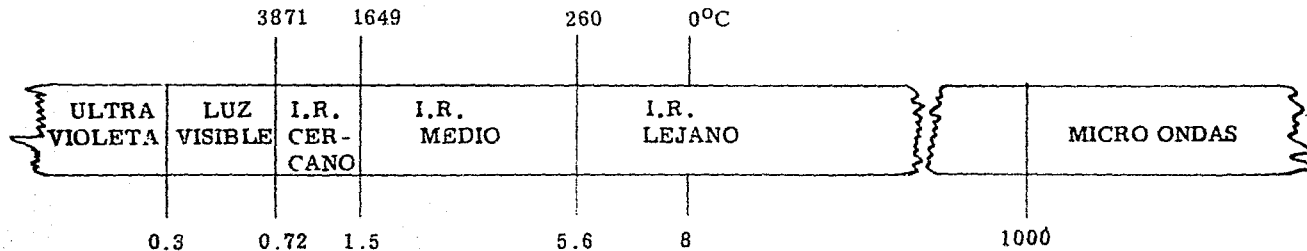
LAS MOLÉCULAS. HAY Poca PROBABILIDAD QUE LA ENERGÍA RADIANTE GENERADA EN EL INTERIOR DE UN SÓLIDO ALCANCE LA SUPERFICIE SIN ENCONTRAR OTRA MOLÉCULA Y DE AQUÍ QUE TODA LA ENERGÍA RADIANTE EMITIDA DESDE LA SUPERFICIE DE LOS CUERPOS SÓLIDOS SE GENERA POR CAMBIOS EN EL NIVEL DE ENERGÍA EN MOLÉCULAS SUPERFICIALES Y CERCANAS A LA SUPERFICIE. LA PROBABILIDAD DE QUE LA ENERGÍA RADIANTE GENERADA INTERNAMENTE ALCANCE LA SUPERFICIE ES MAS GRANDE PARA GASES CALIENTES QUE PARA SÓLIDOS Y LA ENERGÍA RADIANTE EMITIDA POR LOS PRIMEROS ES FUNCIÓN DE SU VOLUMEN, EN TANTO QUE PARA LOS SEGUNDOS LO ES DE SU SUPERFICIE.

C.- RADIACIONES INFRA ROJAS.

LAS RADIACIONES INFRA-ROJAS FUERON DESCUBIERTAS EN 1800 POR EL ASTRÓNOMO SIR WILLIAM HERSCHEL QUE MIDIO EL INCREMENTO EN LA TEMPERATURA DE TERMÓMETROS COLOCADOS EN EL ESPECTRO SOLAR DISPERSADO POR UN PRISMA DE VIDRIO Y ENCONTRÓ QUE LA TEMPERATURA AUMENTABA DEL VIOLETA AL ROJO (15).

LOS RAYOS INFRA-ROJOS SON ONDAS DE ENERGÍA EN FORMA DE FUERZA ELECTROMAGNÉTICA QUE VIAJA EN LÍNEA RECTA A UNA VELOCIDAD DE 300,000 KM/SEG Y TIENEN LA CARACTERÍSTICA DE NO AFECTAR A LOS CUERPOS QUE ATRAVIESA, SINO SOLAMENTE A LOS QUE LA ABSORBEN. CUANDO LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS CAEN SOBRE UN CUERPO QUE NO ES COMPLETAMENTE TRANSPARENTE A ELLAS SON ABSORBIDAS Y SU ENERGÍA SE TRANSFORMA EN CALOR. TODAS LAS SUSTANCIAS EMITEN Y ABSORBEN ENERGÍA RADIANTE EN UN VALOR QUE DEPENDE DE LA TEMPERATURA ABSOLUTA Y DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA SUSTANCIA. COMO SE INDICÓ ANTERIORMENTE, LAS ONDAS INCIDENTES SOBRE LA SUPERFICIE DE UNA SUSTANCIA PUEDEN SER, EN PARTE ABSORBIDAS, PARTE REFLEJADAS Y PAR-

TEMPERATURA DEL MAXIMO DE ENERGIA RADIADA.



LONGITUD DE ONDA, EN MICRONES.

FIGURA I

TE TRANSMITIDAS A TRAVÉS DE LA SUSTANCIA. UN CUERPO PUEDE RECIBIR CALOR POR RADIACIÓN SÓLO SI DA LA CARA A LA FUENTE DE LA RADIACIÓN SÓLO ENERGÍA, YA SEA DIRECTAMENTE O POR REFLEXIÓN. LOS RAYOS INFRA-ROJOS PUEDEN SER REFLEJADOS CON ESPEJOS O ENFOCADOS CON LENTES. LAS LONGITUDES DE ONDAS DE LAS RADIACIONES INFRA-ROJAS ESTÁN COLOCADAS CERCA DEL ESPECTRO VISIBLE (FIG. 1) (15) POR LO QUE LAS RADIACIONES SE DIVIDEN EN: RAYOS INFRA-ROJOS CERCANOS Y RAYOS INFRA-ROJOS LEJANOS DE ACUERDO CON SU CERCANÍA O LEJANÍA A DICHO ESPECTRO. LA LONGITUD DE ONDA DE ESTAS RADIACIONES SOLO DEPENDE DE LA TEMPERATURA DE LA FUENTE EMISORA (FIG. 11) (34). COMO EJEMPLO TENEMOS QUE A 260°C PRÁCTICAMENTE TODA LA ENERGÍA RADIANTE EMITIDA POR UN CUERPO ES TRANSPORTADA POR ONDAS INFRA-ROJAS LEJANAS; A 820°C UN CUERPO EMITE ENERGÍA RADIANTE VISIBLE EN CANTIDAD SUFICIENTE PARA HACERSE LUMINOSO, SIN EMBARGO LA MAYORÍA DE LA ENERGÍA ES TODAVÍA TRANSPORTADA POR ONDAS INFRA-ROJAS LEJANAS; A $3,000^{\circ}\text{C}$ TODA LA ENERGÍA RADIANTE ES TRANSPORTADA POR ONDAS CERCANAS, DE MODO QUE EL CUERPO APARECE CERCA DEL "BLANCO CALIENTE". EN LA PRÁCTICA INDUSTRIAL LAS RADIACIONES INFRA-ROJAS PUEDEN SER PRODUCIDAS BIEN POR MEDIO DE FILAMENTOS CALENTADOS ELÉCTRICAMENTE, BIEN POR REFRACTARIOS O REJILLAS DE METAL INCANDESCENTES CALENTADOS POR GAS, AUN CUANDO CON FRECUENCIA SE HA EMPLEADO LA FUENTE NATURAL QUE ES EL SOL.

D.- SECADO POR CALENTAMIENTO CON RADIACIONES INFRA-ROJAS.

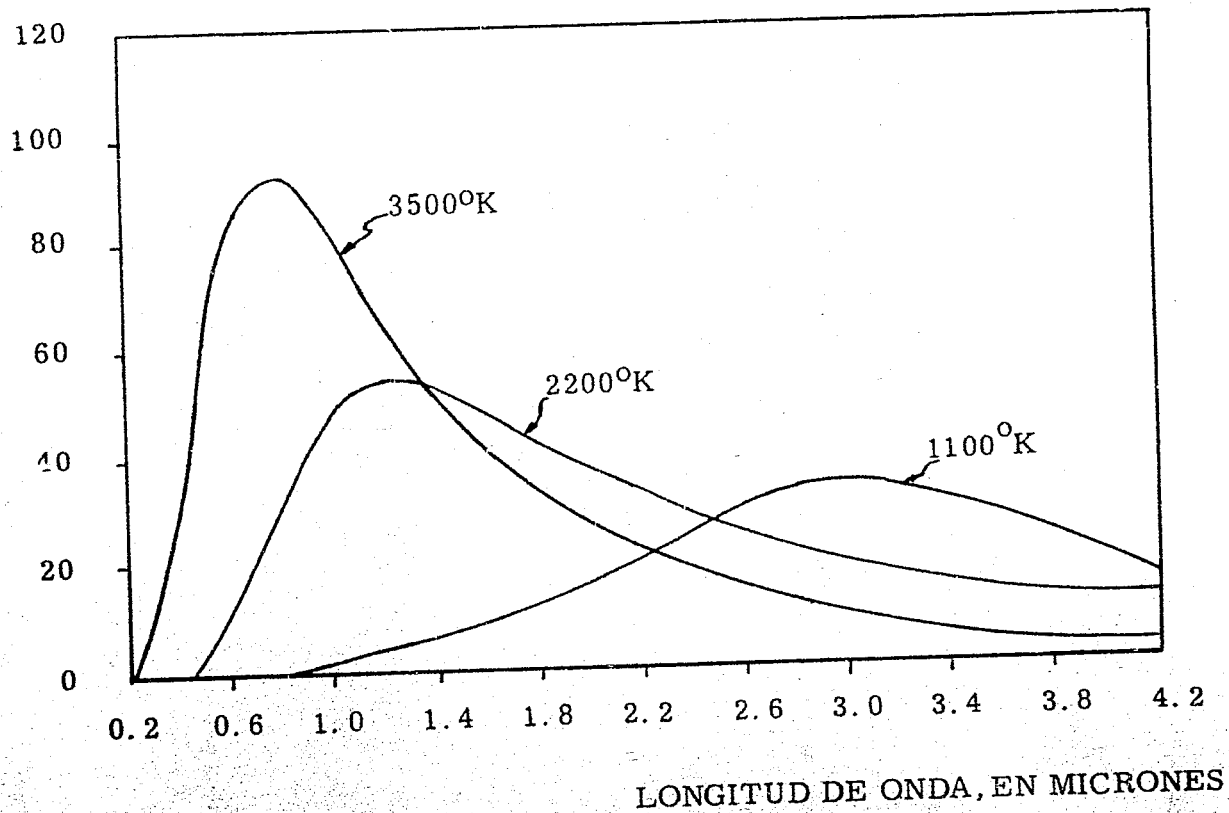
UNA DE LAS PRIMERAS APLICACIONES INDUSTRIALES DEL CALENTAMIENTO CON RADIACIONES INFRA-ROJAS FUE EL SECADO DE BARNICES Y ACABADOS POR HORNEADO DE CARROCERÍAS DE AUTOMÓVILES POR LA FORD MOTOR COMPANY DE ESTADOS UNIDOS EN 1933

(36). DE ALLÍ EN ADELANTE, CON EL ESTABLECIMIENTO DE LOS PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DE LAS LÁMPARAS INFRA-ROJAS, EL CAMPO DE UTILIZACIÓN SE HA AMPLIADO NOTABLEMENTE Y TENEMOS ENTRE OTRAS LAS SIGUIENTES APLICACIONES: CALEFACCIÓN DE CASAS, FÁBRICAS, TALLERES, CRIADEROS, ETC.; EN LA AGRICULTURA PARA LA DESHIDRATACIÓN DE FORRAJES, SECADO DE GRANOS; EN LA INDUSTRIA TEXTIL EN EL SECADO Y ADEREZO DE TELAS; EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL SECADO DE PISOS Y TECHOS; EN LA INDUSTRIA QUÍMICA FARMACÉUTICA PARA SECADO RÁPIDO DE GRÁNULOS, MEZCLAS PARA PASTILLAR Y GRAGEADOS (47). LA APLICACIÓN MÁS RECIENTE HA SIDO EN EL SECADO DE ALIMENTOS Y ÉSTE SECADO DEPENDERÁ PRINCIPALMENTE DE LA CAPACIDAD DEL MATERIAL PARA ABSORBER LAS RADIACIONES, ADEMÁS DE LA INTENSIDAD DE RADIACIÓN EN SU SUPERFICIE, DE SU CAPACIDAD CALORÍFICA Y POR ÚLTIMO DE LAS PÉRDIDAS POR RADIACIÓN (36). EL USO DE RADIACIONES INFRA-ROJAS PARA DISMINUIR LA HUMEDAD DE SÓLIDOS GENERALMENTE SE RESTRINGE AL SECADO DE PELÍCULAS O LÁMINAS DE MATERIAL. NO SE TIENE REFERENCIA DE QUE ESTE MÉTODO SE HAYA APLICADO A MATERIALES EN LOS QUE EL FLUJO INTERNO DE LA HUMEDAD ES EL FACTOR QUE CONTROLA EL SECADO.

PARA APLICAR LAS RADIACIONES INFRA-ROJAS AL SECADO SE DEBEN TOMAR EN CUENTA LOS SIGUIENTES FACTORES:

1.- LEY DE ABSORCIÓN DE LA LUZ; LA CANTIDAD DE ENERGÍA ABSORBIDA POR UNIDAD DE PESO DEL MATERIAL DISMINUYE AL AUMENTAR EL ESPESOR DE ÉSTE, YA QUE LA SUPERFICIE DE ESE MATERIAL ABSORBERÁ LA MISMA PROPORCIÓN DE LA ENERGÍA QUE INCIDA SOBRE ELLA, POR LO QUE LA ENERGÍA QUE ALCANZA CAPAS SUCESIVAS DE MATERIAL ES CONSTANTE REDUCIDA POR ABSORCIÓN EN CAPAS ANTERIORES. ÉSTE FACTOR TAMBIÉN VARÍA CON LA TEMPERATURA A LA

INTENSIDAD RELATIVA.



CUAL SE PRODUCE LA RADIACIÓN POR LO QUE ES CONVENIENTE GRAFICAR EL ESPESOR DEL MATERIAL CONTRA PROPORCIÓN DE ABSORCIÓN A DIFERENTES TEMPERATURAS. DE ESTA GRÁFICA SE PUEDE DEDUCIR SI LA ABSORCIÓN ES SUPERFICIAL O PROFUNDA Y ESCOGER EL ESPESOR MAS CONVENIENTE.

2.- PROPORCIÓN DE ENERGÍA ABSORBIDA CON RELACIÓN A LA LONGITUD DE ONDA: COMO EN LA MAYOR PARTE DE LOS CASOS EL MATERIAL ESTÁ EN SOLUCIÓN O CONTIENE UNA GRAN CANTIDAD DE AGUA, SE PUEDE HACER UNA GRÁFICA DE ABSORCIÓN DEL AGUA A DIFERENTES LONGITUDES DE ONDA Y SELECCIONAR LA MÁS CONVENIENTE.

3.- QUE LA FUENTE TENGA UNA AMPLIA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA A LO LARGO DE LA ESCALA DE LONGITUDES DE ONDA MÁS FACILMENTE ABSORBIDAS POR EL MATERIAL. ESTO DEPENDERÁ ÚNICAMENTE DE LA TEMPERATURA DE LA FUENTE.

CON LOS 2 ÚLTIMOS FACTORES SE PUEDE HACER UNA ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE LA FUENTE APROPIADA, YA QUE LA QUE TENGA MAYOR EMISIÓN DE ENERGÍA EN LAS LONGITUDES DE ONDA MAS FÁCILMENTE ABSORBIDAS POR EL AGUA, DARÁ EL MEJOR RENDIMIENTO (FIG. 111) (34). SI SE HACE UNA COMPARACIÓN DE ESTE RESULTADO CON EL OBTENIDO AL CONSIDERAR EL ESPESOR, SE TENDRÁ LA FUENTE MAS EFECTIVA PARA EL PROCESO. ADEMÁS DE ESTOS FACTORES SE DEBEN CONSIDERAR PARA EL SECADO DE PRODUCTOS VEGETALES, LA CALIDAD FINAL.

LA ACCIÓN DE CALENTAMIENTO DEBIDA A UN CUERPO CALIENTE SE DEBE A QUE EXISTE UN DIFERENCIAL DE TEMPERATURAS ENTRE ÉSTE Y LOS OBJETOS QUE LO MODELAN, Y LA ENERGÍA CALORÍFICA DEL CUERPO ES TRANSMITIDA A DICHS OBJETOS POR MEDIO DE RADIACIONES INFRA-ROJAS.

EN EL CALENTAMIENTO POR MEDIO DE GAS, LA GENERACIÓN DE RADIACIONES INFRA-ROJAS SE DEBE A LA TEMPERATURA ALCANZADA DURANTE LA COMBUSTIÓN Y A LAS CARACTERÍSTICAS EMISIVAS DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS DE ÉSTA, AGUA Y BIÓXIDO DE CARBONO, LOS CUALES ESTÁN A TEMPERATURA RELATIVAMENTE ALTA Y CEDEN CALOR EN FORMA DE RADIACIONES INFRA-ROJAS LEJANAS.

EN EL QUEMADOR QUE SE EMPLEÓ EN ESTE TRABAJO (45) SE USARON LAS DOS VENTANAS ANTERIORES PARA PRODUCIR RADIACIONES INFRA-ROJAS: LA SUPERFICIE DE LA PARRILLA ERA UNA PLACA QUE SE CALENTABA A TEMPERATURA ELEVADA POR MEDIO DE LA COMBUSTIÓN DEL GAS; LOS GASES PRODUCIDOS POR COMBUSTIÓN, ADEMÁS DE EMITIR RAYOS INFRA-ROJOS, AUMENTABAN LA TEMPERATURA DENTRO DEL SECADOR, CON LO CUAL LAS PÉRDIDAS POR CONVECCIÓN DEL MATERIAL FUERON CONSIDERABLEMENTE REDUCIDAS. ADEMÁS DICHS GASES CREABAN UNA CORRIENTE NATURAL DE AIRE QUE ARRASTRABA EL VAPOR PRODUCIDO EN EL SECADO.

INTENSIDAD RELATIVA.

120

100

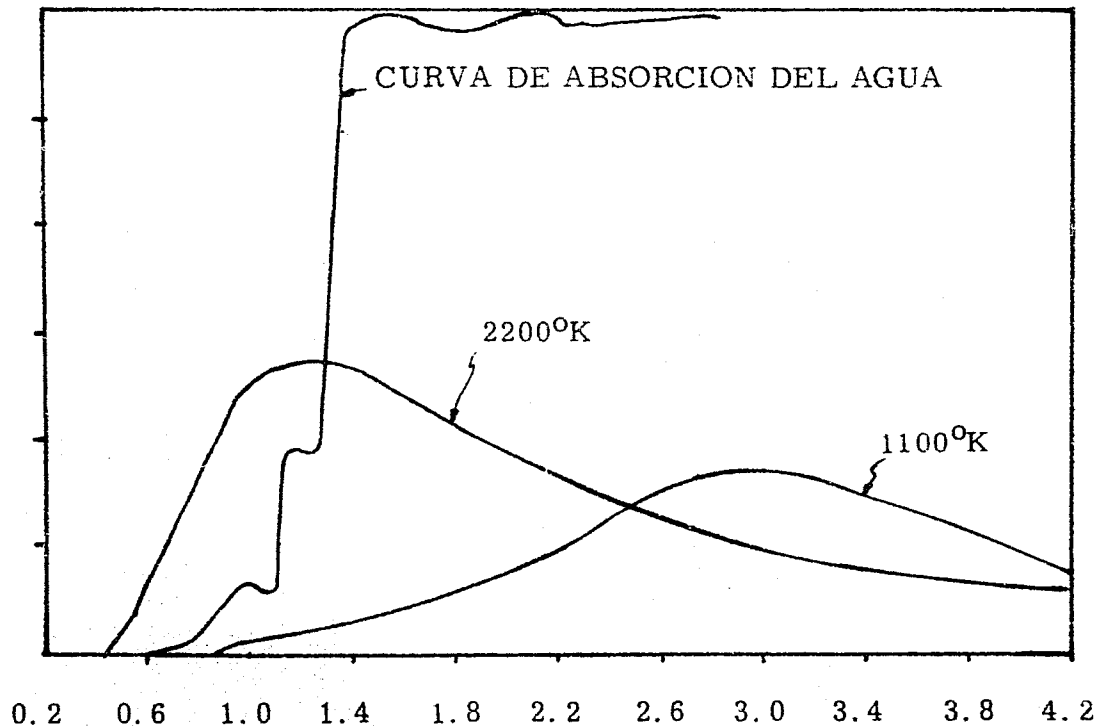
80

60

40

20

0



LONGITUD DE ONDA, EN MICRONES.

FIGURA III

CAPITULO III

AJO.

EL AJO TIENE IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA EN ESPECIAL POR SU CAPACIDAD ODORIFICA Y SU SABOR. ES UN PRODUCTO PERECEDERO, QUE SIN REFRIGERACION NO SE CONSERVA MAS DE 4 MESES (44). SU CULTIVO SE EXTIENDE EN CASI TODA LA REPUBLICA MEXICANA, PERO EL ESTADO QUE OCUPA EL PRIMER LUGAR ES GUANAJUATO QUE PRODUCE EL 60% DEL TOTAL Y LE SIGUEN EN ORDEN DE IMPORTANCIA LOS ESTADOS DE PUEBLA, SONORA Y SAN LUIS POTOSI. LA EXPORTACION DE AJO MEXICANO SE DESARROLLO DURANTE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL, YA QUE EL MERCADO MAS GRANDE, ESTADOS UNIDOS, CARECIO POR COMPLETO DEL ABASTECIMIENTO EUROPEO DURANTE ESA EPOCA Y LOS PRODUCTORES IBEROAMERICANOS TUVIERON QUE CUBRIR ESE MERCADO, OCUPANDO CHILE Y MEXICO LOS PRIMEROS LUGARES.

EL AJO (*ALLIUM SATIVUM*) ES UNA PLANTA DE LA FAMILIA DE LAS LILIACEAS, CON TALLOS DE 40 A 50 CENTIMETROS DE ALTURA, DE HOJAS LARGAS, ESTRECHAS, BULBOS FORMADOS POR DIENTES BLANCOS EN VUELTOS POR UNA PELICULA FINA. SUS INFLORESCENCIAS PRODUCEN BULBILLOS QUE SE UTILIZAN PARA PRODUCIR LA PLANTA.

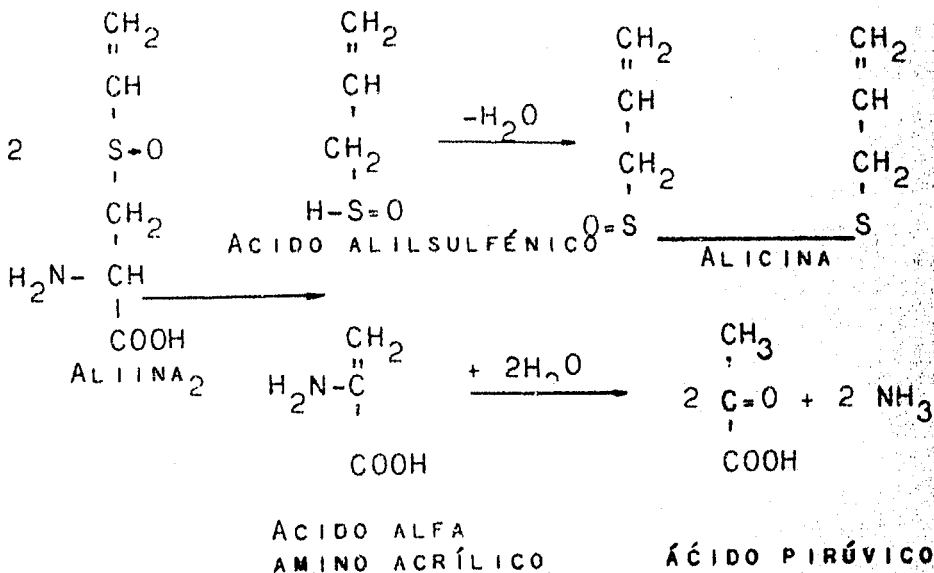
SU CULTIVO REQUIERE CLIMAS SECOS, YA QUE EN LOS HUMEDOS SE PUDRE FACILMENTE. RESISTE EL FRIO Y PREFERE LOS SUELOS SUELTOS Y FRESCOS. SE PUEDE ABONAR EL SUELO CON NITRATO SODICO, SU PERFOSFATOS Y FOSFATO POTASICO.

SI SE SIEMBRA EN OTIÑO, LA RECOLECCIÓN SE EFECTÚA EN PRIMAVERA ARRANCANDO LOS BULBOS Y EXTENDIENDO LAS PLANTAS PARA QUE SE SEQUEN. DESPUES SE REÚNEN EN MANUJOS Y SE ACABAN DE SECAR EN SITIOS VENTILADOS.

HAY NUMEROSAS VARIEDADES DE AJO Y LA QUE MÁS SE PRODUCE EN MÉXICO ES LA DENOMINADA CRIOLLO MEXICANO, QUE ES DE COLOR MORADO Y CONTIENE DE 30-40 DIENTES POR "CABEZA" DE AJO. SE HA PROPORADO INCREMENTAR EL CULTIVO DE LA VARIEDAD "MORADO CHILENO", QUE POSEE MEJORES CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, MEJOR CAPACIDAD QUORÍFICA Y CONTIENE SOLO DE 4 A 10 DIENTES DE MAYOR TAMAÑO. SU VALOR NUTRITIVO SE HA EVALUADO EN 99 CALORÍAS POR 100 GRAMOS Y SE LE HAN ENCONTRADO LAS SIGUIENTES VITAMINAS: VITAMINA A, GLUCOHIDRATO DE TIAMINA, ÁCIDO ASCÓRBICO, TOCOFEROL Y R BOFLAVINA (44).

NORMALMENTE EL AJO ES INODORO, PERO UNA LIGERA LESIÓN DE LOS BULBOS HACE QUE SE DESARROLLE EL OLOR CARACTERÍSTICO. EL COMPUESTO QUE DA ORIGEN A ESTE OLOR ES LA ALIINA. ESTE COMPUESTO DEBE SU ORIGEN A LA ESCISIÓN ENZIMÁTICA DE LA ALIINA, QUE ES UNO DE LOS COMPUESTOS BÁSICOS DEL AJO, LA CUAL CON AGUA Y EN PRESENCIA DE UNA ENZIMA ESPECÍFICA LLAMADA ALINASA, QUE SE SUPONE SE ENCUENTRA EN ESTRUCTURAS DIFERENTES DENTRO DE LA MISMA CELDILLA, FORMA EL COMPUESTO ANTIACIDO MENCIONADO, ASÍ COMO ÁCIDO PIRÚVICO Y AMONIACO EN CANTIDADES ESTEQUIOMÉTRICAS. ESTO TIENE IMPORTANCIA YA QUE LA VALORACIÓN DE ALGUNO DE ESTOS PRODUCTOS PUEDE SERVIR DE ÍNDICE DE CALIDAD DEL AJO ORIGINAL Y DESHIDRATADO.

LA ESCISIÓN ENZIMÁTICA DE LA ALIINA ES LA SIGUIENTE:



POR SUS CARACTERÍSTICAS, SU USO PRINCIPAL ES PARA CONDIMENTAR ALIMENTOS, A LOS CUALES LES IMPARTE UN GUSTO PECULIAR. PARA ESTE FIN SE EMPLEA BIEN EL AJO FRESCO O BIEN EL DESHIDRATADO, YA SEA EN FORMA DE OBLEAS O EN POLVO. EL POLVO MEZCLADO CON SAL COMÚN ES LO QUE SE CONOCE EN EL MERCADO COMO SAL DE AJO. A ESTE BULBO SE LE HA ATRIBUIDO CIERTO VALOR TERAPÉUTICO Y SE HA USADO EN EL TRATAMIENTO DE ALGUNAS ENFERMEDADES COMO TUBERCULOSIS EN SU PRIMER GRADO, PULMONÍAS LEVES, PLEURESÍA, ETC. (17).

DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AJO.

ES DE INTERÉS CONOCER, TANTO PARA EL AJO FRESCO, COMO PARA LOS PRODUCTOS DE SU DESHIDRATACIÓN EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y LA CALIDAD DE

LOS MISMOS, PRINCIPALMENTE EN LO REFERENTE A LA CAPACIDAD ODORÍFICA. LOS METODOS SEGUIDOS PARA ESTAS DETERMINACIONES SE DESCRIBEN A CONTINUACIÓN:

HUMEDAD. - SE SIGUIÓ EL MÉTODO MODIFICADO POR LÓPEZ (48). SE PONEN 50 G DE AJO Y 100 G DE AGUA Y SE SOMETEN A LA ACCIÓN DE UNA LIQUADORA MODIFICADA DURANTE 2 MINUTOS A BAJA VELOCIDAD Y UN MINUTO A ALTA VELOCIDAD. DE LA SUSPENSIÓN RESULTANTE SE PESAN APROXIMADAMENTE 10 MILILITROS EN UNA CAJA DE ALUMINIO PREVIAMENTE TAPADA Y SE METER A UNA ESTUFA DE VACÍO A 50°C Y 4 PULGADAS DE MERCURIO ABSOLUTAS, HASTA PESO CONSTANTE. EL CONTENIDO DE HUMEDAD, BASE HÚMEDA, ESTÁ DADO POR LA EXPRESIÓN SIGUIENTE:

$$\% \text{ HUMEDAD} = \frac{(A/C/B - D) \cdot 100}{AC/B}$$

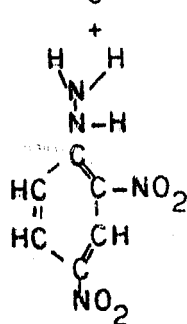
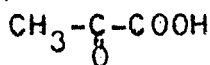
EN DONDE:

- A = PESO ALÍCUOTA DE LA SUSPENSIÓN
- B = PESO SUSPENSIÓN
- C = PESO AJOS
- D = PESO FINAL.

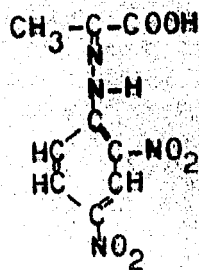
CAPACIDAD ODORÍFICA. - SE TOMÓ COMO BASE LA CANTIDAD DE ÁCIDO PIRÚVICO QUE PUEDE FORMARSE DEL AJO O DEL PRODUCTO DE SU DESHIDRATACIÓN. PARA LA DETERMINACIÓN DE DICHO ÁCIDO SE TUVO EN CUENTA QUE ÉSTE, EN PRESENCIA DE UNA SOLUCIÓN DE 2 - 4 DINITRO FENIL HIDRACINA, DA LUGAR A LA HIDRAZONA CORRESPONDIENTE, COMPUESTO COLORIDO CUYA VALORACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA EN MEDIO AMONIACAL DA VALORES DE ABSORCIÓN CORRESPONDIENTES A LA MUESTRA, POR COMPARACIÓN CON UNA CURVA ESTÁNDAR Y APLICACIÓN DEL FACTOR APROPIADO.

PARA LA PREPARACIÓN DE LA CURVA ESTÁNDAR SE SIGUIÓ EL MÉTODO DE JÄGER (42). SE HIZO REACCIÓN, EN CONSTANTE AGITACIÓN, UNA SOLUCIÓN CLORHÍDRICA DE 2-4 DINITRO FENIL HIDRACINA CON UNA SOLUCIÓN ACUOSA DE ÁCIDO PIRÚVICO EN PROPORCIÓN DE 2 EQUIVALENTES DE ÁCIDO POR 1 DE LA 2-4 DINITRO FENIL HIDRACINA. SE FORMÓ UN PRECIPITADO, LA 2-4 DINITRO FENIL HIDRAZONA DEL ÁCIDO PIRÚVICO. SE CRISTALIZÓ, SE PULVERIZÓ 20 MILIGRAMOS DE ELLA Y SE LLEVARON A 100 MILILITROS CON ACETATO DE ETILO PURO; DE ESTE MODO 1 MILILITRO CONTENÍA 200 GAMAS DE 2-4 DINITRO FENIL HIDRAZONA DEL ÁCIDO PIRÚVICO. DE ESTA SOLUCIÓN SE HICIERON DILUCIONES PARA OBTENER DIFERENTES CONCENTRACIONES CONOCIDAS. SE EFECTUARON LAS EXTRACCIONES NECESARIAS Y EN EL ESPECTROFOTÓMETRO SE LEYERON LAS ABSORCENCIAS CORRESPONDIENTES A CADA CONCENTRACIÓN, A UNA LONGITUD DE ONDA DE 370 MILIMICRONES. CON ESTOS VALORES SE TRAZÓ LA CURVA ESTÁNDAR (FIG. IV). LA REACCIÓN EFECTUADA ES:

(ÁCIDO PIRÚVICO):



2-4 DINITRO FENIL H₂N
DRACINA.



2-4 DINITRO FENIL
HIDRAZONA DEL ÁCIDO
PIRÚVICO.

TENIENDO LA CURVA ESTÁNDAR SE PROCEDIÓ A LA DETERMINACIÓN DE ÁCIDO PIRÚVICO DE LOS AJOS. PARA ÉSTO SE SIGUIÓ EL METODO SIGUIENTE:

SE PESARON APROXIMADAMENTE 50 G DE AJO, SE COLOCARON DENTRO DE LA LICUADORA, SE AGREGARON 100 ML DE AGUA. SE LICUARON DURANTE 5 MINUTOS, LOS 2 PRIMEROS A BAJA VELOCIDAD Y EL TERCERO A ALTA VELOCIDAD, Y SE COMPLETÓ EL TIEMPO REQUERIDO A BAJA VELOCIDAD. SE PESÓ UN MATRAZ AFORADO DE 100 ML. Y QUE CONTUVIERA APROXIMADAMENTE 60 ML DE ÁCIDO TRICLOROACÉTICO (15 G/100 ML) Y SE LE AGREGARON UNOS MILILITROS DE LA SUSPENSIÓN DE AJO FILTRADA. SE VOLVIÓ A PESAR Y DE ESTE MODO SE PUDO CONOCER EL PESO DE LA SUSPENSIÓN CONTENIDA EN EL MATRAZ Y SE COMPLETÓ A 100 ML. EN UN EMBUDO DE SEPARACIÓN DE 50 ML SE COLOCARON 2 DE ESTA SOLUCIÓN Y SE LE AÑADIÓ 1 ML DE SOLUCIÓN DE 2-4 DINITRO FENIL HIDRAZINA. SE AGITÓ FUERTEMENTE Y SE DEJÓ REPOSAR UNA HORA. TRANSCURRIDO ESTE TIEMPO SE HICIERON TRES EXTRACCIONES CON ACETATO DE ETILO A LA SOLUCIÓN QUE CONTENÍA LA HIDRAZONA, LA PRIMERA CON 4 ML, LA SEGUNDA CON 2 Y FINALMENTE CON 1 ML. SE REUNIERON LOS EXTRACTOS ESTÉRICOS Y SE EXTRAJERON CON 5 Y 4 ML DE AMONIACO (2N) SUCESIVAMENTE. LOS EXTRACTOS AMONIACALES SE REUNIERON Y SE PURIFICARON EXTRAYÉNDOLOS CON 2 ML. DE ÉSTER ACÉTICO PURO. EL ÉSTER ACÉTICO SEPARADO SE DESECHÓ. DESPUÉS DE 40 MIN DE REPOSO SE MIDIÓ LA ABSORCIÓN DE LA SOLUCIÓN AMONIACAL DE LA HIDRAZONA A 370 MILIMICRONES, CONTRA AMONIACO 2N. ESTE VALOR SE LLEVÓ A LA CURVA ESTÁNDAR Y SE LEYERON LOS MILIGRAMOS POR KILOGRAMO DE ÁCIDO PIRÚVICO LA FÓRMULA EMPLEADA FUÉ:

$$\frac{\text{MG DE ÁCIDO PIRÚVICO}}{\text{KG AJO (B.S.)}} = \frac{(\% \text{DEBH}) (0.328) \text{AB}}{2 \text{CD.}}$$

EN DONDE:

BH = 2-4 DINITRO FENIL HIDRAZONA DEL ÁCIDO PIRÚ-
VICO

A = PESO SUSPENSIÓN TOTAL

B = ML DEL SEGUNDO AFORO

C = PESO ALÍCUOTA

D = PESO AJOS

CAPITULO IV

DESCRIPCION DEL EQUIPO.

EL SECADOR EXPERIMENTAL QUE SE EMPLEÓ PARA LOS ESTUDIOS DE SECADO DE AJO SE HA REPRESENTADO ESQUEMÁTICAMENTE EN LA FIGURA (IV). CONSISTÍA EN UNA MESA RECTANGULAR DE ÁNGULO DE FIERRO (1) SOBRE LA CUAL SE COLOCÓ UNA LÁMINA DE ASBESTO (2) PARA SOPORTAR LAS CHAROLAS QUE CONTENÍAN EL MATERIAL POR SECAR (3). EL DISPOSITIVO PARA SOPORTAR AL QUEMADOR (4) SE DISEÑÓ DE MODO QUE ÉSTE QUEDARA EN POSICIÓN PARALELA A LAS CHAROLAS Y CEDIERA RADIACIONES DE ARRIBA HACIA ABAJO, Y DE QUE SE PUDIERA, ASIMISMO, ACERCARLO O ALEJARLO DE LAS CHAROLAS. SOBRE LA MESA, Y RODEANDO TODA SU SUPERFICIE SE INSTALÓ UNA CÁMARA DE LÁMINA GALVANIZADA (5), DESCUBIERTA EN LA PARTE SUPERIOR E INFERIOR. EN UNA DE LAS CARAS DE LA CÁMARA SE HIZO UNA PUERTA PARA PODER INTRODUCIR LAS CHAROLAS.

EL SUMINISTRO DE GAS AL QUEMADOR SE HIZO POR MEDIO DE UN TANQUE DE GAS PROPANO-BUTANO. INMEDIATAMENTE DESPUES DEL TANQUE SE CONECTÓ UNA VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN Y OTRA DE AGUJA. PARA PODER CONOCER EL GASTO DE GAS SE INSTALARON UN MEDIDOR DE ORIFICIO Y UN MANÓMETRO DE MERCURIO.

QUEMADOR. EL QUEMADOR ESTABA FORMADO POR CINCO PARTES PRINCIPALES REPRESENTADAS EN LA LÁMINA (3), A SABER:

1.- ESPREA Y SOPORTE DE LA ESPREA. POR MEDIO

DE LA ESPREA SE INTRODUCÍA EL GAS AL QUEMADOR. EL GASTO, PODER CALORÍFICO Y PRESIÓN DEL GAS QUE ENTRA AL QUEMADOR DETERMINA EL TAMAÑO DEL ORIFICIO DE LA ESPREA. EL GAS AL SALIR DE ÉSTA IBA A UNA VELOCIDAD MUY GRANDE Y ARRASTRA BA EL AIRE NECESARIO PARA LA COMBUSTIÓN.

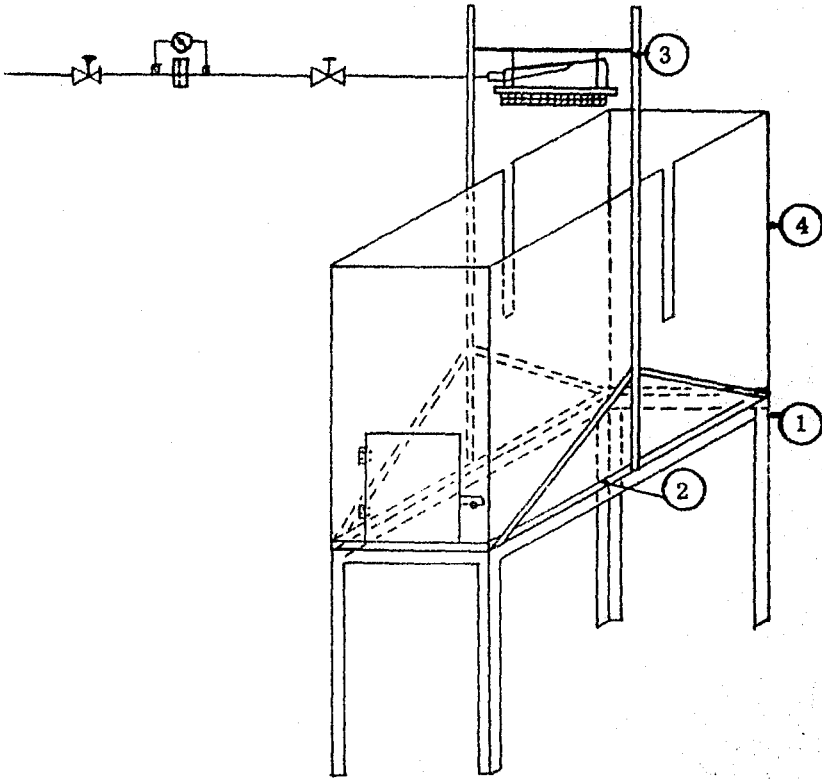
2.- TUBO DE MEZCLA. EN EL CUAL SE MEZCLABA EL GAS CON EL AIRE INSPIRADO

3.- CÁMARA DE COMBUSTIÓN. ERA DE HIERRO FUNDIDO Y TENÍA COMO OBJETO ALINEAR EL TUBO DE MEZCLA CON LA ESPREA, HOMOGENEIZAR LA MEZCLA DE GAS CON EL AIRE Y DISTRIBUIR A LO LARGO DE LA SUPERFICIE INTERNA DE LA MALLA.

4.- ARREGLO DE MALLAS. SU OBJETO EN DISTRIBUIR LA MEZCLA GAS-AIRE EN TODA LA SUPERFICIE INTERNA DE LA MALLA Y OBTENER UNA COMBUSTIÓN UNIFORME. CONSTABA DE UNA MALLA GRUESA QUE CUBRÍA EL TUBO DE MEZCLA Y DE TRES CAPAS DE MALLA DE ALAMBRE MUY FINO CON UNA ABERTURA DE 0.6 MM. LA COMBUSTIÓN SE LLEVABA A CABO EN LA SUPERFICIE EXTERIOR DE DICHAS MALLAS Y LA ALTURA ALCANZADA POR LA FLAMA ERA APROXIMADAMENTE DE 0.079 CM. LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DE DICHAS MALLAS ERA DE 815°C.

5.- REJILLA METÁLICA. ERA DE ALAMBRE GRUESO CON UNA ABERTURA DE 3MM, SEPARADA 0.632 CM DE LA SUPERFICIE DEL CONJUNTO DE MALLAS Y SU OBJETO ERA RECIBIR DE ESTA SUPERFICIE TODA LA RADIACIÓN Y ADEMÁS UTILIZAR EL CALOR DE LOS PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN PARA ELEVAR SU TEMPERATURA 38°C SOBRE LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DE LAS MALLAS. ESTE INCREMENTO DE TEMPERATURA AUMENTABA LA EFICIENCIA DEL QUEMADOR.

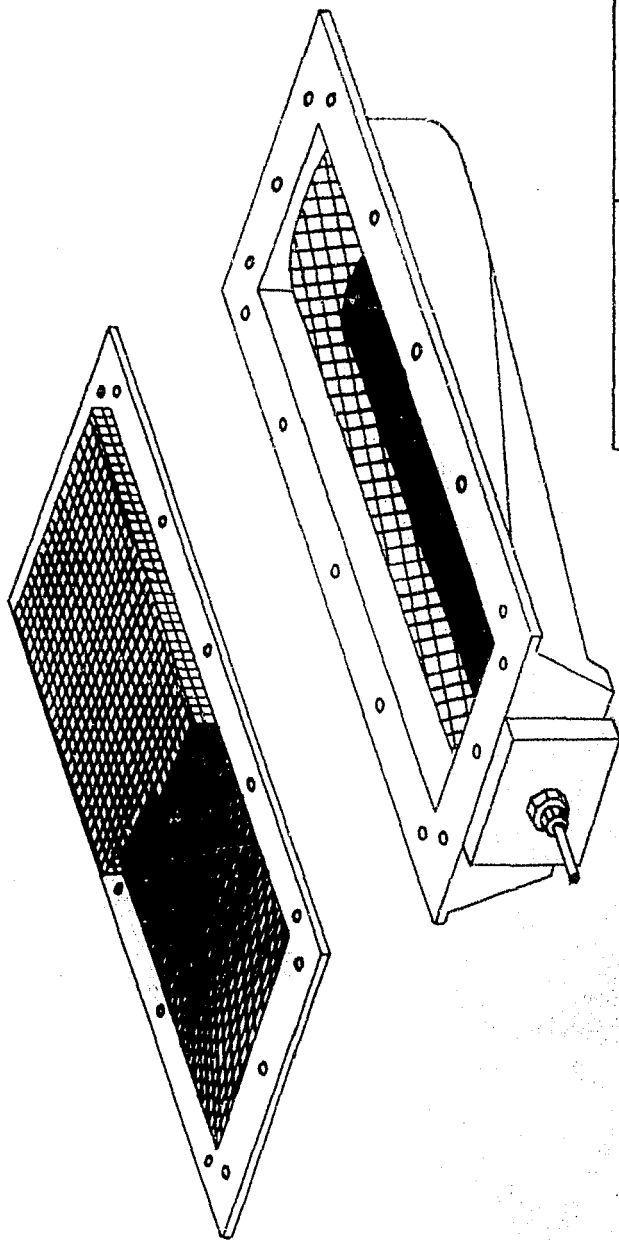
LAS CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DEL QUEMADOR



U . N . A . M	E . N . C . Q
SECADOR	
GUILLERMINA. SOLEDAD HERRERO D.	
TESIS PROFESIONAL	D-2

DOR, PARA LAS CONDICIONES DE EXPERIMENTACIÓN FUERON:

NO SE NECESITÓ INYECCIÓN DE AIRE A PRESIÓN YA QUE EL GAS ARRASTRÓ EL NECESARIO PARA SU COMBUSTIÓN. EL QUEMADOR OPERÓ SATISFACTORIAMENTE CUANDO LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE EXTERIOR DE LA REJILLA QUEDABA COMPRENDIDA ENTRE LOS 850 Y 950°C, LOS CUALES SE ALCANZABAN CON UN GASTO APROXIMADO DE 9.35 PIES CÚBICOS POR HORA DE GAS. PARA GASTOS MENORES SE TENÍA EL PROBLEMA DE COMBUSTIÓN EN EL TUBO DE MEZCLA DEL QUEMADOR, EN TANTO QUE PARA GASTOS MAYORES SE ALZABAN DEMASIADO LAS FLAMAS DANDO COMO RESULTADO UNA DISMINUCIÓN CONSIDERABLE EN LA EMISIÓN DE RADIACIONES INFRA-ROJAS.



U. N. A. M. E. N. C. O.

QUEMADOR

GUILLEMINA SOLEDAD HERRERO D.

TESIS PROFESIONAL

P-3

CAPITULO V
EXPERIMENTACION.

EL CARÁCTER PERECEDERO DEL AJO Y SU LIMITADO PERÍODO DE COSECHA EN MÉXICO CONTRIBUYE A QUE ESTE PRODUCTO PRESENTE FLUCTUACIONES EN SU DISPONIBILIDAD Y PRECIOS EN EL MERCADO NACIONAL. ESTOS MISMOS FACTORES, AUNADOS A LA CONCURRENCIA AL MERCADO INTERNACIONAL DE AJOS DE OTRAS PROCEDENCIAS, AFECTAN EN FORMA SIMILAR LOS PRECIOS Y LA EXPORTACIÓN DEL PRODUCTO NACIONAL, EL CUAL SATISFIZO APROXIMADAMENTE EL 45% DEL AJO IMPORTADO POR ESTADOS UNIDOS EN 1951, EN TANTO QUE PARA 1955 SÓLO REPRESENTÓ EL 25%.

ES PROBABLE QUE ALGUNOS DE ESTOS PROBLEMAS PUEDAN SOLUCIONARSE, AL MENOS PARCIALMENTE, MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE UN PRODUCTO DESHIDRATADO QUE SEA DE FÁCIL ALMACENAMIENTO Y MANEJO, Y CON SERVE ADEMÁS, LAS CARACTERÍSTICAS DEL AJO EMPLEADO COMO CONDIMENTO.

DURANTE EL PRESENTE TRABAJO SE ESTUDIARON TRES ALTERNATIVAS TENDIENTES A LA OBTENCIÓN DE UN POLVO DE AJO CON PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS COMPARABLES A LAS DE ALGUNO DE LOS PRODUCTOS DISPONIBLES EN EL MERCADO.

COMO YA SE DIJO ANTERIORMENTE, AL SUFRIR UNA PEQUEÑA LESIÓN EL AJO, SE EFECTÚA LA REACCIÓN ENZIMÁTICA Y SE DESARROLLA INMEDIATAMENTE EL OLOR. POR ESTO, EN EL PRESENTE ESTUDIO, PA-

RA LA PRIMERA ALTERNATIVA DE SECADO SE TRATÓ DE EVITAR LAS TRITURACIONES Y SE SECARON LOS AJOS ENTEROS. EL CONGELADO TENÍA COMO FIN INHIBIR LA ENZIMA (48). PARA LOS VEGETALES QUE TIENEN UN ELEVADO CONTENIDO DE HUMEDAD SE RECOMIENDA UN CONGELAMIENTO PREVIO AL SECADO QUE PERMITE QUE LAS ESTRUCTURAS CELULARES SE EXPANDAN O SE ESTIREN Y FACILITEN LA SALIDA RÁPIDA DEL AGUA EVAPORADA; ADEMÁS, LOS CRISTALES DE HIELO PRODUCEN UN ENFRIAMIENTO DURANTE EL SECADO DEBIDO A LA EVAPORACIÓN DEL AGUA, LO QUE PERMITE USAR TEMPERATURAS MÁS ELEVADAS DURANTE EL MISMO (18). LA SEGUNDA ALTERNATIVA COMPRENDIÓ EL ESTUDIO DE SECADO DE REBANADAS DE AJO Y LA TERCERA FUE EL SECADO DE SUSPENSIONES DE AJO.

B.- PREPARACION DE LA MUESTRA.

DURANTE LA EXPERIMENTACIÓN SE CONTÓ CON TRES DIFERENTES REMESAS DE AJO, LAS CUALES SE OBTUVIERON EN DISTINTAS ÉPOCAS DEL AÑO. LAS CABEZAS DE LA PRIMERA REMESA DE AJO CONTENÍAN DE 8 A 10 DIENTES CON VARIACIÓN EN PESO: 6G POR DIENTE COMO MÁXIMO. EL DE LA SEGUNDA Y EL DE LA TERCERA PRESENTABA DE 2 A 6 DIENTES POR CABEZA Y UN PESO MÁXIMO DE 65 G POR DIENTE. PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE ESTUDIO SE SELECCIONÓ EL AJO DENOMINADO "MORADO CHILENO", YA QUE ESTA VARIEDAD POSEE LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ODORÍFICAS, ADEMÁS DE QUE SUS DIENTES SON DE MAYOR TAMAÑO, PROPORCIONANDO LA VENTAJA DE UN DESCASCARILLADO MÁS FÁCIL. EL DESCASCARILLADO SE EFECTUÓ MANUALMENTE CON UNA PÉRDIDA DE 5% POR CONCEPTO DE CÁSCARA; LOS DIENTES YA PELADOS SE SEPARARON EN LOTES, TENIENDO EN CUENTA SU PESO MEDIO Y SE GUARDARON EN EL CONGELADOR PARA TENER DISPONIBLE LOS AJOS EN CUALQUIER TIEMPO.

C.- SECADO.

1.- PRIMERA ALTERNATIVA.- SE TRATÓ DE SECAR EL AJO ENTERO, SE CUBRIÓ LA SUPERFICIE DE LAS CHAROLAS CON UNA CAPA MAS O MENOS UNIFORME DE DIENTES DE AJO, APROXIMADAMENTE DEL MISMO PESO. SE TOMÓ EL PESO DE LA CHAROLA A DISTINTOS TIEMPOS. SE COLOCÓ UN TERMÓMETRO ENTRE LOS AJOS EN LA PARTE MEDIA DE LA CHAROLA Y SE LEYERON LAS VARIACIONES DE LA TEMPERATURA. ESTA PRUEBA NO DIÓ RESULTADO DEBIDO A QUE LA SUPERFICIE ABSORBE GRAN CANTIDAD DE CALOR, POR LO TANTO SE SOBRECALIENTE Y EXPULSA RÁPIDAMENTE EL AGUA SUPERFICIAL, LO QUE PROVOCA QUE LOS POROS O CELULAS SE CIERREN BRUSCAMENTE FORMANDO UNA CAPA IMPERMEABLE QUE IMPIDE LA SALIDA DEL AGUA INTERIOR. ESTO HACE QUE LOS AJOS SE QUEMEN, PRESENTEN UN OLOR DESAGRADABLE Y UN COLOR ROJIZO, ADEMÁS DE TENER UN GRAN CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL.

EL RESUMEN DE LOS RESULTADOS SE ENCUENTRA EN LA TABLA NO. 1.

TABLA No. 1

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EFECTUADAS CON AJOS ENTEROS (HUMEDAD INICIAL 64% B.H.)						
Nº. PRUEBA.	PESO MEDIO AJOS G	TIEMPO MIN.	TEMPERATURA SOBRE AJOS °C	DISTANCIA ENTRE EL QUEMADOR Y CHAROLAS. CM.	HUMEDAD FINAL B.H. %	ACIDO PÍRICO. MG/KG 3.5.
1	3.53	110	100	100	28.2	770
2	2.50	190	87	120	24.0	885
3	4.80	220	90	110	26.3	1550
4	6.00	50	120	100	43.0	860
5	1.67	340	75	130	29.7	1240
6	1.05	300	75	130	27.5	995

OBSERVACIONES.- LA HUMEDAD FINAL SE DETERMINÓ DIRECTAMENTE POR PÉRDIDA DE PESO. EL AJO SECO RESULTÓ CON OLOR DESAGRADABLE, COLOR ROJIZO Y UN CONTENIDO DE HUMEDAD BASTANTE ALTO. EL SECADO SE SUSPENDIÓ AL LLEGAR AL CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL INDICADO EN CADA PRUEBA, PUES EN ESE PUNTO EL AJO ESTABA QUEMADO EN SU SUPERFICIE.

2.- SEGUNDA ALTERNATIVA.- COMPRENDIÓ EL ESTUDIO DEL SECADO DE REBANADAS DE AJO. ESTAS SE HICIERON CON EL FIN DE OBTENER UNA MAYOR SUPERFICIE DE SECADO. EL REBANADO DEL AJO SE FACILITÓ EN VIRTUD DE QUE LA VARIEDAD EMPLEADA ERA DE DIENTES GRANDES. LOS RESULTADOS FUERON DESFAVORABLES YA QUE LA PARTE SUPERIOR DE LAS REBANADAS SE QUEMÓ UN POCO. LAS REBANADAS SECAS SE MOLIERON EN UN MOLINO DE MARTILLOS Y SE OBTUVO UN POLVO ROJIZO AL CUAL SE LE EVALUÓ SU CONTENIDO DE ÁCIDO PIRÓVICO.

EL RESUMEN DE LOS RESULTADOS SE PUEDE VER EN LA TABLA No. 2.

OBSERVACIONES.- EL POLVO RESULTÓ SER DE COLOR ROJIZO Y OLOR MUY PENETRANTE A AJO, UN POCO QUEMADO. EL CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL NO SE DETERMINÓ, PERO EL VALOR DE LA PÉRDIDA DE PESO HACE SUPONER QUE FUE CERCANO A CERO.

3.- TERCERA ALTERNATIVA.- SE ESTUDIÓ LA DESHIDRATACIÓN DE UNA SUSPENSIÓN DE AJO MOLIDO CON HIELO Y AGUA. EL AJO CONGELADO SE METIÓ EN LA LICUADORA PREVIAMENTE ENFRIADA, A LA CUAL SE AGREGARON HIELO Y AGUA EN CANTIDAD SUFICIENTE PARA TENER UNA BUENA MOLIENDA. SE ENCONTRÓ NECESARIO DAR UN TIEMPO DE LICUADO DE DOS MINUTOS A FIN DE TENER UNA MOLIENDA HOMOGÉNEA. INMEDIATAMENTE DESPUÉS DEL LICUADO SE METIÓ LA SUSPENSIÓN AL SECADOR EN UNAS CHAROLAS DE ACERO INOXI

TABLA No. 2

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EFECTUADAS CON REBANADAS DE AJOS PARA LA OBTENCION DE UN POLVO.				
NO DE PRUEBA	TEMPERATURA CERCANA A LAS REBANADAS. °C	DISTANCIA ENTRE EL QUEMADOR Y EL MATERIAL CM	PÉRDIDA DE PESO %	ACIDO PIRÚVICO mg/Kg (B.S.)
1	90	100	65	1980
2	90	100	64	2270
3	90	100	65	2010

ESPESOR DE LA REBANADA 2 MILÍMETROS.

HUMEDAD 64% (B.H.)

EL TERMÓMETRO SE COLOCÓ SOBRE LAS REBANADAS, LO QUE HACE SUPONER QUE ÉL MISMO RECIBIÓ RADIACIONES QUE PODÍAN DAR UNA LECTURA ALTA.

DABLE, LLEVÁNDOSE UN REGISTRO DE LA TEMPERATURA, TIEMPO Y PÉRDIDA DE PESO TOTAL. EL POLVO OBTENIDO FUE RASPADO MANUALMENTE DE LAS CHAROLAS.

LAS CONDICIONES DE SECADO Y LOS RESULTADOS SE DAN EN LA TABLA No. 3.

OBSERVACIONES.- EL POLVO OBTENIDO FUE DE ASPECTO HOMOGÉNEO, COLOR AMARILLO CLARO, OLOR AGRADABLE, CARACTERÍSTICO DEL AJO.

EL POLVO RESULTANTE DE ESTAS PRUEBAS SE COMPARÓ CON EL AJO COMERCIAL, AL CUAL SE LE DETERMINÓ SU CONTENIDO DE SALES INORGÁNICAS.

EN VISTA DE QUE LA DETERMINACIÓN DE LA CA

TABLE No. 3

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE SECADO EFECTUADAS CON SUSPENSIONES DE AJO						
COMPOSICIÓN DE LA SUSPENSIÓN:			TIEMPO PROMEDIO DE LA SUSPENSIÓN	TIEMPO DE SECADO EN MIN.	DISTANCIA DE LA CHAQUETA AL QUEMADOR CM	PÉRDIDA DE PESO %
AGUA %	HIELO %	AJO FRESCO %	°C			
28.6	22.7	48.7	100	40	100	65
46.0	21.0	33.0	75	43	130	64
21.3	26.7	52.0	90	45	110	64
HUMEDAD INICIAL DEL AJO 04%						

PACIDAD ODORÍFICA DE LOS PRODUCTOS DEL AJO ESTÁ BASADA, EN ESTE ESTUDIO, EN LA VALORACIÓN DEL ÁCIDO PIRÚVICO, ES NECESARIO CONSIDERAR QUE DURANTE EL PROCESO DE SECADO POSIBLEMENTE SE FORMA UNA CANTIDAD DE DICHO ÁCIDO QUE QUEDA CONTENIDA EN EL PRODUCTO FINAL. PARA CONOCER LA PROPORCIÓN DE ÁCIDO PIRÚVICO DEBIDA EXCLUSIVAMENTE A LA REACCIÓN ENZIMÁTICA PRODUCIDA AL ADICIONAR AGUA AL POLVO, SE HICIERON DOS PRUEBAS: EN LA PRIMERA SE DETERMINÓ EL ÁCIDO PIRÚVICO TOTAL SEGÚN EL MÉTODO DESCRITO ANTERIORMENTE. PARA SABER EL CONTENIDO DE ÁCIDO PIRÚVICO PREFORMADO, SE PESÓ UNA MUESTRA DEL POLVO Y SE MEZCLÓ CON UNA SOLUCIÓN DE ÁCIDO TRICLOROACÉTICO AL 15%. EN ESTE PASO, EL ÁCIDO TRICLOROACÉTICO SOLUBILIZA EL ÁCIDO PIRÚVICO YA FORMADO E IMPIDE QUE LA ENZIMA ACTÚE SOBRE EL RESTO DEL POLVO (48). DE ESTA SUSPENSIÓN SE TOMÓ UNA ALÍCUOTA Y SE DILU-

YÓ CON AGUA Y SE SIGUIÓ EL MÉTODO PARA DETERMINAR ÁCIDO PIRÚVICO.

PARA TENER UNA IDEA DE LA CALIDAD SE PUEDE USAR LA RELACIÓN SIGUIENTE:

$$\frac{(\text{ÁCIDO PIRÚVICO TOTAL} - \text{ÁCIDO PIRÚVICO PREFORMADO})}{\text{ÁCIDO PIRÚVICO TOTAL}} \times 100$$

EL POLVO QUE PRESENTÓ MEJORES CUALIDADES FÍSICAS SE COMPARÓ CON EL AJO COMERCIAL.

	ACIDO PIRÚVICO TOTAL MG	ACIDO PREFORMADO MG	CALIDAD %
AJO POLVO (COMERCIAL)	3740	1320	65
AJO POLVO (EXPERIMENTAL)	4470	1300	71

COMO LAS COMPARACIONES DE CALIDAD SE HICIERON CONTRA EL AJO COMERCIAL, NO ES EXACTO COMPARAR LOS DOS POLVOS CON EL AJO ORIGINAL DEL QUE SE PARTIÓ PARA ESTAS PRUEBAS, YA QUE SE IGNORA LA PROCEDENCIA DEL AJO COMERCIAL. COMO EL CONTENIDO DE ÁCIDO PIRÚVICO PUEDE DIFERIR DE UNA VARIEDAD A OTRA Y DENTRO DE LA MISMA VARIEDAD PUEDE HABER DIFERENCIAS CON EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO, SE RECOMIENDA QUE PARA UN PROCESO CONTINUO SE HAGAN VARIAS DETERMINACIONES DE ÁCIDO PIRÚVICO EN LOS AJOS FRESCOS PARA PODER COMPARARLOS CON EL AJO EN POLVO OBTENIDO Y ASI PODER OBTENER UN PRODUCTO UNIFORME.

CAPITULO VI

ESTUDIO TECNICO ECONOMICO PRELIMINAR
DE UNA PLANTA DESHIDRATADORA DE AJO.

INTRODUCCIÓN.

ESTE ESTUDIO ESTÁ BASADO EN LOS DATOS OBTENIDOS EXPERIMENTALMENTE AL DESHIDRATAR EL AJO. EL EQUIPO CONSIDERADO PARA EL PRESENTE ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO SE SELECCIONÓ TOMANDO COMO BASE EL EMPLEADO EN LAS PRUEBAS ANTES DESCRITAS. LA CAPACIDAD REAL DEPENDERÁ DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS AL HACER UN ESTUDIO MÁS DETALLADO QUE INCLUYA EL MERCADO POTENCIAL DE AJO EN POLVO.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.- SE PARTE DE CABEZAS DE AJO Y LA SEPARACIÓN DE DIENTES SE HACE MANUALMENTE, EN ESTE PASO SE INCLUYE LA SELECCIÓN. LOS DIENTES SEPARADOS PASAN A UNA CRIBA ROTATORIA EN LA QUE SE INTRODUCE AIRE A PRESIÓN PARA QUITAR LA CASCARILLA (18). EL TIEMPO DE RESIDENCIA, LAS REVOLUCIONES POR MINUTO DE LA CRIBA Y LA CANTIDAD DE AIRE DEBERÁN DETERMINARSE EXPERIMENTALMENTE. PARA EL PRESENTE ANÁLISIS ECONÓMICO SE DIERON VALORES APROXIMADOS.

LOS AJOS MONDADOS SE CONGELAN A UNA TEMPERATURA DE -5°C (VALOR EXPERIMENTAL). EN EL MOLINO DESINTEGRADOR SE ALIMENTAN ESTOS AJOS, NIELO Y AGUA A UNOS 50°C . LA SUSPENSIÓN QUE SALE DEL MOLINO SE HOMOGENEIZA EN UN TANQUE DE ASBESTO CEMENTO RECUBIERTO Y PROVISTO DE UN AGITADOR. LA SUSPENSIÓN QUE SALE DE ESE TANQUE QUE SE ALIMENTA A UN TRANSPORTADOR DE BANDA QUE ESTÁ BAJO LA RADIACIÓN DE LOS QUEMADORES DE GAS. LA

SUSPENSIÓN, AL ENTRAR A LA BANDA, DEBE TENER UNA TEMPERATURA MÁXIMA DE 50°C Y DENTRO DEL SECADOR SE DEBERÁ MANTENER UNA TEMPERATURA CERCANA A LOS 60°C MEDIANTE EL SUMINISTRO, A CADA QUEMADOR, DE UNA CANTIDAD DE GAS ADECUADA (APROXIMADAMENTE 560 g/HR POR CADA QUEMADOR) Y MANTENIENDO UNA DISTANCIA DE UN MÉTRO ENTRE EL QUEMADOR Y LA BANDA. DE LA BANDA SALE EL POLVO QUE SE SEPARA EN FORMA NATURAL Y POR MEDIO DE UN RASPADOR SE ELIMINA LO QUE PUEDA QUEDAR ADHERIDO. ESTE POLVO PASA A LA EMPACADORA DONDE SE ALMACENA EN RECIPIENTES DE TAMAÑO VARIABLE SEGUN EL USO A QUE SE DESTINE, (FRASCOS PARA CONSUMO DOMÉSTICO, PARA FÁBRICAS DE SOPAS EN POLVO, EXPORTACIÓN, ETC.).

BASES CONSIDERADAS PARA EL ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO.

AJO FRESCO	1,000 TONS AL AÑO.
AJO EN POLVO	360 TONS AL AÑO

SE VAN A TRABAJAR 4 MESES PUES ES EL TIEMPO APROXIMADO QUE DURA LA COSECHA. CONSIDERANDO EL MES DE 25 DÍAS DE TRABAJO Y 3 TURNOS DIARIOS DE 8 HORAS CADA UNO, TENDREMOS UN TOTAL DE 2400 HORAS:

$$4 \text{ MESES} \times 25 \text{ DÍAS/MES} \times 24 \text{ HR/DÍA} = 2,400 \text{ HRS}$$

LOS KILOGRAMOS QUE SE VAN A PROCESAR SERÁN:

$$1,000,000/2,400 = 415 \text{ Kg/HR DE AJO FRESCO}$$

$$360,000/2,400 = 150 \text{ Kg/HR DE AJO SECO.}$$

CÁLCULO Y ESTIMACIÓN DEL EQUIPO:

1.- TRANSPORTADOR DE BANDA.

A.- CÁLCULOS PARA OBTENER LAS DIMENSIONES DE LA BANDA.- DE LOS DATOS DEL APÉNDICE SE TIENE QUE DE 55.3 G DE SUSPENSIÓN SE OBTUVIERON 9.2 G DE AJO EN POLVO, POR LO TANTO LA RELACIÓN DE POLVO A SUSPENSIÓN FUE:

$$9.2 \times 100/55.3 = 0.17 \text{ (17\%)}$$

Y PARA OBTENER 150 KG/HR DE AJO EN POLVO ES NECESARIO PROCESAR 880 KG/HR DE SUSPENSIÓN DE AJO, HIELO Y AGUA:

$$150/0.17 = 880 \text{ KG/HR}$$

TOMANDO UNA DENSIDAD APROXIMADA DE 1.2 KG/L, EL VOLUMEN SERÁ DE:

$$880/1.2 = 730 \text{ L/HR}$$

EXPERIMENTALMENTE SE OBTUVO UN TIEMPO DE SECADO DE 40 MINUTOS POR LO QUE LA BANDA HABRÁ DE CONTENER:

$$730 \times 40/60 = 490 \text{ LÍTRROS DE SUSPENSIÓN.}$$

EL ESPESOR DE ESTA SUSPENSIÓN ES DE 1 CENTÍMETRO DENTRO DEL SECADOR, POR LO QUE SE TENDRÁ UNA SUPERFICIE DE:

$$490,000 \text{ cm}^2 = 49 \text{ m}^2$$

ESTA ES LA SUPERFICIE DE LA BANDA QUE VA A ESTAR BAJO LA ACCIÓN DEL CALENTAMIENTO Y SUS DIMENSIONES PUEDEN SER 49 x 1 m POR LO CUAL SU VELOCIDAD SERÁ:

$$49 \text{ m}/40 \text{ MIN} = 1.23 \text{ m/MIN}$$

B.- MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA BANDA.-

UNO DE LOS TIPOS DE MATERIAL QUE SE PODRÍA EMPLEAR SERÍA DE ACERO INOXIDABLE, PERO TENDRÍA UN COSTO ELEVADO DEBIDO A QUE LA MANUFACTURA SERÍA ESPECIAL. DE LOS PLÁSTICOS SE ESCOGIÓ EL POLIPROPILENO, QUE APARENTEMENTE NO PRESENTA UNA ADSORCIÓN DE AMINOÁCIDOS. EN EL EMPLEO DE PLÁSTICOS SE DEBEN HACER INVESTIGACIONES, YA QUE ALGUNO DE LOS COMPONENTES DEL MATERIAL QUE SE VA A PROCESAR PUEDE ACTUAR COMO CATALIZADOR DE LA POLIMERIZACIÓN. UNA DE LAS FORMAS EN QUE SE PODRÍA EMPLEAR LA BANDA ES DOBLADA A UN ÁNGULO DE 20° Y EN ESTA FORMA EL RASPADO PODRÍA SER CASI NATURAL YA QUE EL PASAR POR EL RODILLO, LA BANDA QUE ES DE MATERIAL NO RÍGIDO, SE DESDOLARÍA Y EL MATERIAL CAERÍA POR GRAVEDAD.

C.- COSTO DEL TRANSPORTADOR.- PARA LA ESTIMACIÓN DEL COSTO DE UN TRANSPORTADOR DE BANDA SE PUEDE TOMAR COMO BASE EL COSTO POR METRO CUADRADO, EL QUE PARA EL TIPO DE BANDA QUE SE HA ESCOGIDO ES DE \$ 850.00/m² QUE DA UN COSTO TOTAL DE \$ 85,000.00 PARA LOS 100 m².

2.- QUEMADORES..

A.- CÁLCULO DEL NÚMERO DE QUEMADORES.- LA SUPERFICIE DE LA BANDA EXPUESTA A LA RADIACIÓN ES DE 49 m² POR LO QUE EL NÚMERO DE QUEMADORES SERÁ:

$$49 \text{ m}^2 / 0.425 \text{ m}^2 / \text{QUEMADOR} = 115 \text{ QUEMADORES}$$

B.- EL EQUIPO DE SEGURIDAD ES EL 10% DEL COSTO DE LOS QUEMADORES (45.)

$$27,000 \times 0.1 = 27,000.00$$

3.- CONGELADOR DE AJOS.

A.- CANTIDAD DE CALOR QUE ES NECESARIO SU
TRAER AL AJO. DATOS:

$s_0 = 0.91 \text{ BTU/LB } ^\circ\text{F}$ (CALOR ESPECÍFICO DEL
AJO ARRIBA DEL PUNTO DE FUSIÓN).

$s_1 = 0.46 \text{ BTU/LB } ^\circ\text{F}$ (CALOR ESPECÍFICO DEL
AJO ABAJO DEL PUNTO DE FUSIÓN).

$L = 124 \text{ BTU/LB } ^\circ\text{F}$ (CALOR LATENTE DE
FUSIÓN) (1)

$T_F = 30^\circ\text{F}$, (TEMPERATURA DE FUSIÓN)

$T_0 = 68^\circ\text{F} = 20^\circ\text{C}$

$T_1 = 23^\circ\text{F} = -5^\circ\text{C}$

$G = 415 \text{ KG/HR}$

ECUACIÓN:

$$Q/\text{HR} = G s_0 (T_0 - T_F) + G L_F + G s_1 (T_F - T_1)$$

$$Q/\text{HR} = 415 \times 2.2 \times 0.91 \times (68-30) + 415 \times 2.2 \times 124 + 415 \times 2.2 \times 0.46 \times (30-23)$$

$$Q/\text{HR} = 140,000 \text{ BTU/HR}$$

$$\text{TONELADAS DE REFRIGERACIÓN} = 140,000 / 12,000 = 11.6$$

EN DONDE UNA TONELADA DE REFRIGERACIÓN = 12,000
BTU/HR (27)

B.- COSTO.

COSTO INSTALADO = 11,000 DLS EN 1954. (3)

COSTO INSTALADO, EN MÉXICO, EN 1961, =
 $11,000 \times 12.5 \times 1.26 = \$ 173,000.00 \text{ M.N.}$

4.- ENFRIAMIENTO DE AGUA.

A.- CANTIDAD DE CALOR QUE ES NECESARIO SUSTRAER AL AGUA.

DATOS:

$$T_0 = 68^{\circ}\text{F} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_L = 41^{\circ}\text{F} = 5^{\circ}\text{C}$$

$$W = 274 \text{ KG/HR}$$

$$s = 1 \text{ BTU/LB } ^{\circ}\text{F}$$

ECUACIÓN:

$$Q/\text{HR} = W s (T_0 - T_L)$$

$$Q/\text{HR} = 274 \times 1 \times (68 - 41)$$

$$Q/\text{HR} = 10,200 \text{ BTU/HR}$$

$$\text{TONELADAS DE REFRIGERACIÓN} = 10,200/12,000 = 0.85$$

B.- COSTO:

$$\text{COSTO INSTALADO} = 1,500 \text{ DLS. EN 1954 (3)}$$

$$\text{COSTO INSTALADO EN MÉXICO EN 1961} = 1,500 \times 12.5 \times 1.26 = \$ 23,000.00 \text{ M.N.}$$

5.- CONGELACIÓN DE AGUA.

A.- DATOS.

$$L_{TF} = 144 \text{ BTU/LB}$$

$$T_0 = 68^\circ\text{F} = 20^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 28.5^\circ\text{F} = -2^\circ\text{C}$$

$$W = 191 \text{ Kg/HR}$$

$$S_L = 0.496 \text{ BTU/LB } ^\circ\text{F (DE } 30 \text{ A } 20^\circ\text{F)}$$

ECUACIÓN:

$$Q/\text{HR} = W S (T_0 - T_1) + W L_{TF}$$

$$Q/\text{HR} = 191 \times 1 \times 2.2 (68 - 32) + 191 \times 144 \times 2.2 \\ + 191 \times 2.2 \times 0.426 \times (32 - 28.5)$$

$$Q/\text{HR} = 72,900 \text{ BTU/HR}$$

$$\text{TONELADAS DE REFRIGERACIÓN} = 72,900/12,000 = 5.7$$

B.- COSTO.

$$\text{COSTO INSTALADO} = 4,500 \text{ DLS EN 1954}$$

$$\text{COSTO INSTALADO EN MÉXICO EN 1961} = 4,500 \\ \times 12.5 \times 1.26 = \$ 71,000.00 \text{ M.N.}$$

6.- MOLINO DESINTEGRADOR.

LA CANTIDAD DE MATERIAL QUE VA A MANEJAR POR HORA EL MOLINO ES DE 880 KG. EN LA BIBLIOGRAFÍA (41) SE ENCONTRÓ QUE UN MOLINO CON CAPACIDAD DE UNA TONELADA REQUIERE UN MOTOR DE 2HP/TON HR.

$$\text{COSTO} = 2,500 \text{ DLS. EN 1957}$$

COSTO EN MEXICO, EN 1961 SERA: $\approx 2,500 \times 12.5 \times 1.12 = \$ 39,500.00 \text{ M.N.}$

7.- CRIBA ROTATORIA.

CAPACIDAD $\approx 68 \text{ KG DE AJO.}$

DIMENSIONES: $61 \text{ CM} \times 3.62 \text{ M}$

ESTAS DIMENSIONES SON APROXIMADAS, YA QUE SOLO SE TOMÓ EN CUENTA LA DENSIDAD A GRANUL (0.5 G DE AJO/ML); Y SE DIÓ UN FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPENSAR POR EL ESPACIO NECESARIO PARA LA ALIMENTACIÓN DE LOS DIENTES DENTRO DE LA CRIBA.

COSTO $\approx 1,750 \text{ DLS EN 1954}$ Y LA POTENCIA NECESARIA PARA MOVER ESTA CRIBA ES DE 5 HP (6).

EL COSTO EN MEXICO EN 1961 $\approx 1,750 \times 12.5 \times 1.26 = \$ 27,500.00 \text{ M.N.}$

8.- VENTILADOR.

PARA LA CAPACIDAD DEL VENTILADOR SE SUPONE QUE DEBE MANEJAR $85 \text{ M}^3/\text{MIN}$ Y DICHA CAPACIDAD SE PODRÁ MODIFICAR CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRÁCTICA.

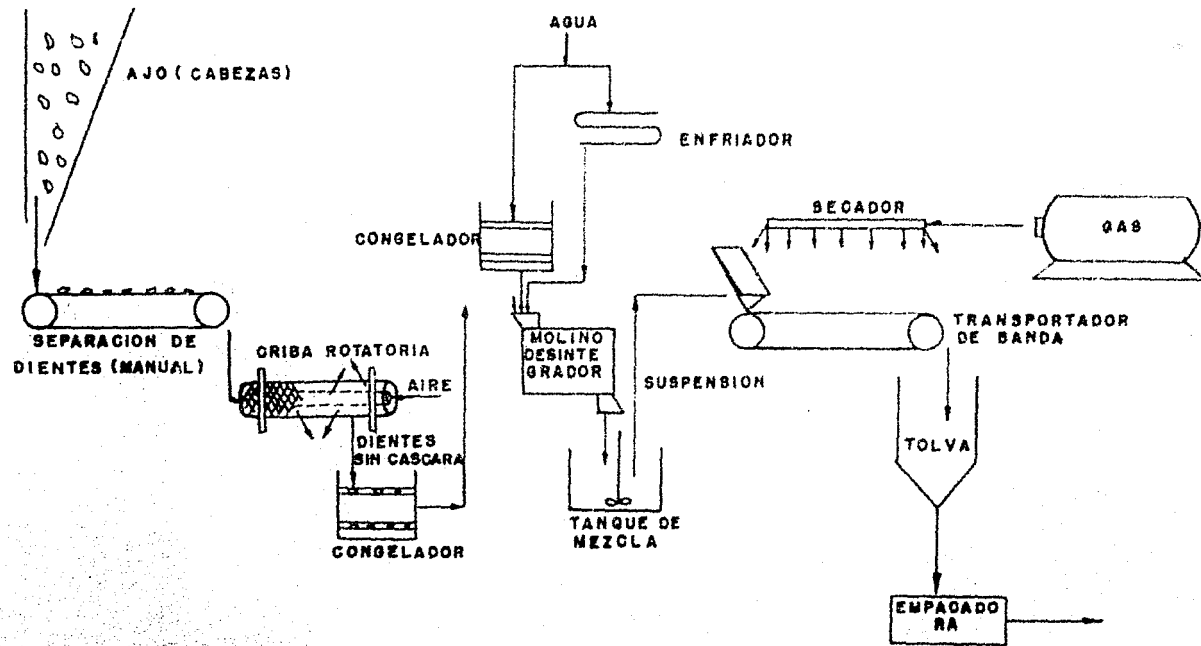
LAS COTIZACIONES PARA DICHO VENTILADOR SE PIDIERON DIRECTAMENTE A LOS DISTRIBUIDORES.

9.- TANQUE DEL ALMACENAMIENTO Y TANQUE DE MEZCLA.

LAS COTIZACIONES DE DICHS TANQUES SE PIDIERON DIRECTAMENTE A LOS DISTRIBUIDORES.

NOTA:

PARA CALCULAR EL CAPITAL DE INVERSIÓN Y EL



U. N. A. M.	E. N. C. Q.
DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA PLANTA PARA LA OBTENCION DE POLVO DE AJO	
GUILLERMINA BOLEDAD HERRERO D.	
TESIS PROFESIONAL	D-1

PARA CALCULAR EL CAPITAL DE INVERSIÓN Y EL COSTO DE PRODUCCIÓN SE USARON LOS FACTORES QUE DA LA BIBLIOGRAFÍA (26).

PARA LA ESTIMACIÓN DEL MONTO DE LOS IMPUESTOS SOBRE RENTA Y UTILIDADES EXCEDENTES, SE CONSULTÓ LA LEY DE IMPUESTO SOBRE LA RENTA, CÉDULA I Y II.

COSTO DEL EQUIPO.

QUEMADORES.

Pesos M.N.

115 QUEMADORES.

COSTO INDIVIDUAL \$ 240.00

COSTO TOTAL = 115 x 240 =

\$ 27,600.00

EQUIPO DE CONTROL PARA QUEMADORES

10% COSTO DE LOS QUEMADORES

COSTO = 0.1 x 27,600 =

2,760.00

TRANSPORTADOR DE BANDA.

AREA DE LA BANDA = 100 M²

COSTO POR METRO CUADRADO \$ 850.00

COSTO = 850 x 100 =

85,000.00

MOLINO DESINTEGRADOR.

CAPACIDAD = 1 TON/HR

POTENCIA = 2 HP

COSTO 2,500 x 1.12 x 12.5 =

35,000.00

CONGELADOR (AJOS)

CAPACIDAD = 11.6 TONELADAS DE REFRIGERACIÓN.

COSTO INSTALADO = 11,000 x 12.5 x 1.26 = 173,000.00

COSTO DE INSTALACIÓN 173,000 x
 43/143 = 52,000.00
 COSTO DEL EQUIPO = 173,000 - 52,000 = 121,000.00

CONGELADOR (AGUA)

CAPACIDAD = 5.7 TONELADAS DE REFRI-
 GERACIÓN.
 COSTO INSTALADO = 4,500 x 12.5 x 1.26 =
 \$ 71,000.00
 COSTO DE INSTALACIÓN = \$ 71,000.00 x
 43/143 = \$ 21,700.00 49,300.00

ENFRIADOR AGUA.

CAPACIDAD = 0.85 TONELADAS DE REFRI-
 GERACIÓN.
 COSTO INSTALADO 1,500.00 x 12.5 x 1.26
 = \$ 23,600.00
 COSTO DE INSTALACIÓN \$ 23,600.00 x
 43/143 = \$ 7,090.00
 COSTO DEL EQUIPO \$ 23,600 - 7,090 = 16,510.00

TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

CAPACIDAD = 1100 LITROS.
 TANQUE DE ASBESTO CEMENTO, TIPO TINA
 CO, RECUBRIMIENTO DE PLÁSTICO, COSTO
 DEL TANQUE \$ 484.00
 COSTO DEL RECUBRIMIENTO 100.00
 COSTO TOTAL 584.00 600.00

TANQUE DE MEZCLA.

CAPACIDAD = 1100 LITROS
 TANQUE DE ASBESTO CEMEN-
 TO, TIPO TINACO, RECUBIER

TO DE PLÁSTICO CON AGITA-		
DR DE PALERAS		
COSTO TANQUE	\$ 480.00	
COSTO RECUBRIMIENTO	100.00	
COSTO MOTOR 1 HP	1400.00	
COSTO DEL REDUCTOR	1600.00	
COSTO DOS COPLES	200.00	
COSTO SOPORTE	200.00	
COSTO TOTAL.	<u>4200.00</u>	4,200.00

CRIBA ROTATORIA.

CAPACIDAD = 68 KG AJO (DIENTES)
 DIMENSIONES 24"x12"=61 CMx3.64M
 MOTOR 5 HP
 COSTO 1750 x 12.5 x 1.26 = 27,500.00

VENTILADOR.

CAPACIDAD 85 m ³ /MIN		
COSTO	\$ 870.00	
COPLE	50.00	
MOTOR 1/2 HP	350.00	
COSTO TOTAL.	<u>\$1270.00</u>	<u>1,270.00</u>

COSTO TOTAL DEL EQUIPO. \$ 370,740.00

CAPITAL TOTAL DE INVERSION.

BASE:

CAPACIDAD: 0.15 TON/HR (AJO EN POLVO)
 PRODUCCIÓN 360 TON/AÑO " " "

	PESOS M.N.
A.- COSTO NETO DEL EQUIPO	371,000.00
B.- COSTO DE INSTALACIÓN	
43% COSTO EQUIPO	
0.43 x 371,000 = \$ 160,000.00	160,000.00

C.- TUBERÍA.
 36% COSTO EQUIPO
 $0.36 \times 371,000.00 = \$ 133,500.00$ 133,500.00

D.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA.
 15% COSTO EQUIPO
 $0.15 \times 371,000.00 = \$ 55,600.00$ 55,600.00

E.- EDIFICIOS (INCLUYENDO SERVICIOS)
 35% COSTO EQUIPO
 $0.35 \times 371,000.00 = \$ 129,850.00$ 129,850.00

F.- PATIOS Y BARDAS.
 10% COSTO EQUIPO
 $0.1 \times 371,000.00 = \$ 37,100.00$ 37,100.00

G.- SERVICIOS GENERALES.
 35% COSTO EQUIPO
 $0.35 \times 371,000.00 = \$ 129,850.00$ 129,850.00

COSTO FÍSICO TOTAL \$ 1,016,800.00

INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 40% COSTO EQUIPO
 $0.4 \times 371,000.00 = \$ 148,400.00$ 148,400.00

COSTO DIRECTO DE LA PLANTA 1,165,200.00

CONTRATISTA
 22% COSTO EQUIPO
 $0.22 \times 371,000.00 = \$ 81,600.00$ 81,600.00

CONTINGENCIAS
 48% COSTO EQUIPO
 $0.48 \times 371,000.00 = \$ 178,000.00$ 178,000.00

TOTAL CAPITAL FIJO DE INVERSIÓN \$ 1,424,000.00

CAPITAL DE TRABAJO.

A.- MATERIAS PRIMAS (25 DÍAS)
 $1,460,000/4 = 365,000.00$

- B.- PROCESO (25 DÍAS)
1,978,000/4=494,000.00
- C.- PRODUCTO TERMINADO (25 DÍAS)
3,438,000/4=859,500.00
- D.- CUENTAS POR COBRAR
IGUAL AL PRODUCTO TERMINADO (25 DÍAS)=859,500.00 \$ 2,578,000.00

CAPITAL TOTAL DE INVERSIÓN \$ 4,002,000.00

COSTO DE PRODUCCIÓN.

BASE:

CAPACIDAD 0.15 TON/HR (AJO EN POLVO)
PRODUCCIÓN: 360 TON/AÑO " " "

COSTO POR 360 TON AJO EN POL VO.	COSTO POR TONELADA AJO EN POL VO.	POR- CIENTO
---	--	----------------

COSTOS DIRECTOS. PESOS M.N. PESOS M.N.

- 1.- MATERIAS PRIMAS (AJO FRESCO) 1,460,000.00 4,056.00 42.51
- 2.- COMBUSTIBLE 745,000.00 2,070.00 21.68
- 3.- ELECTRICIDAD
 - A.- REFRIGERACIÓN
18.15 TON/HR
REF. x 2,400 HR
x 7.5/TON DÍA.
REF.=384,000.00
 - B.- RESTO DEL EQUIPO.
10.5 HP x 2,400 HR=25,200 HP/HR

25,200 HP/HR x
 0.745 KW-HR/HP-
 HR =
 18,800 KW-HR x
 \$ 0.2/KW-HR = 3,760

TOTAL = 387,760.- 387,760.00 1,077.11 11.29

4.- MANO DE OBRA DI
 RECTA.

A.- 12 HOMBRES x
 \$ 2.00 / HOMBRE
 HORA x 2,400 HR
 = \$ 57,600.00

B.- PRESTACIONES
 50% MANO DE
 OBRA DIRECTA
 0.5 x \$ 57,000.00
 = \$ 28,800.00

TOTAL 86,400.00 240.00 2.45

SUMA DE COSTOS

DIRECTOS 2,679,100.00 7,442.00 77.93

COSTOS INDIRECTOS:

1.- SUPERVISIÓN Y CONTROL.

4 JEFE DE TURNO \$ 3,000.00/MES
 4 AYUDANTES. 1,100.00/MES
 1 QUÍMICO. 5,000.00/MES

TOTAL (4 MESES) 86,000.00 250.14 2.51%

2.- ADMINISTRACIÓN

1 GERENTE 7,000.00/MES
 2 SECRETARIAS 1,000.00/MES

TOTAL (4 MESES) 36,000.00 104.71 1.04

3.- MANTENIMIENTO.

2% ANUAL CAPITAL FIJO
 0.02 x 1,424.000 = 28,480.00 79.10 0.83

4.- MISCELANEOS.

5% ANUAL COSTOS DI-
 RECTOS. 133,960.00 372.00 3.89

SUMA COSTOS IN-
 DIRECTOS. 284,440.00 790.00 8.27

COSTOS FIJOS.

1.- AMORTIZACIÓN

A.- EQUIPO 10 AÑOS
 531,000/10 53,100.00

B.- EDIFICIO 20 AÑOS
 129,850/20 6,495.00

TOTAL = 59,595.00 165.5 1.74

2.- SEGUROS.

1% ANUAL CAPITAL
 FIJO.

0.01 x 1,424.000 = 14,240.00 39.5 0.42

3.- INTERESES.

10% CAPITAL TOTAL
 DE INVERSIÓN

0.1 x 4,002,000.00 = 400,200.00 1,111.66 11.64

SUMA COSTOS FIJOS. 474,000.00 1,065.3 13.80

COSTO PRODUCCION. 3,438,000.00 9,550.00 100.00

COSTO PROCESO. 1,978,000.00 5,494.00 57.49

ESTIMACION DE INGRESOS.

(ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS)

BASE: PRECIO DE VENTA \$ 15.00/Kg

EGRESOS
\$/AÑO M.N.

INGRESOS
\$/AÑO M.N.

A.- VENTAS. 15 x 360,000 KG		5,400,000.00
B.- GASTO DE PRODUCCIÓN	3,438,000.00	
C.- GASTO DE VENTA 10% VENTAS 0.1 x 5,400,000 =	540,000.00	
D.- IMPUESTOS SOBRE ING. MERC. 3% 0.03 x 5,400,000 = 162,000	162,000.00	
E.- IMP. SOBRE LA RENTA. 1).- UTILIDAD SUJETA A IMPUESTO: 1,260,000.00 2).- IMP. 33.1% SOBRE UTILIDADES 0.331 x 1,260,000.00	415,000.00	
F.- IMP. SOBRE UTILIDADES EXCEDENTES 1).- UTILIDAD BRUTA: 845,000.00 2).- UTILIDAD PERMISIBLE 15% CAPITAL TOTAL DE INVERSIÓN 0.15 x 4,002,000.00 = 600,000.00 3).- UTILIDADES EXCEDENTES 845,000.00 - 600,000.00 = 245,000.00		

4. - IMP. SOBRE
UTILIDADES EXCE-
DENTES.

REFERIDO A POR-
CENTAJE DE LA UTI-
LIDAD EXCEDENTE
A LA INVERSIÓN

A) PORCENTAJE DE
LA INVERSIÓN

$$245,000 \times 100 /$$

$$4,002,000 = 6.15$$

ESTE PORCIENTO
QUEDA COMPREN-

DIDO ENTRE LOS
SIGUIENTES LÍ-

MITES:

$$20 - 30\% - 10\%$$

UTILIDADES
EXCEDENTES.

$$0.10 \times 245,000 = 24,500.00$$

G UTILIDAD NETA 821,000.00

$$\text{PORCIENTO RENTABILIDAD NETA} = \text{UTILIDAD NETA} \times$$

$$100 / \text{CAPITAL TOTAL DE INVERSIÓN} = \$ 821,000.00 \times$$

$$100 / 4,002,000.00 = 20.5\%$$

CAPITULO VII

APENDICE.

SE INSTALÓ UN MEDIDOR DE ORIFICIO DE 1/8 DE PULGADA. PARA MEDIR LA CAÍDA DE PRESIÓN A TRAVÉS DEL ORIFICIO SE COLOCÓ UN MANÓMETRO DE ALCOHOL BUTÍLICO (0.796 G/ML.) DESPUES DEL MEDIDOR DE ORIFICIO Y SIGUIENDO EL FLUJO DEL GAS, SE CONECTÓ EL GASÓMETRO (WEY TEST METER PRECISION SCIENTIFIC CO. CHICAGO), QUE ADEMÁS CONSTA DE UN MANÓMETRO DE MERCURIO Y UN TERMÓMETRO PARA MEDIR LA PRESIÓN DEL GAS Y TEMPERATURA RESPECTIVAMENTE. EL QUEMADOR SE TRABAJÓ Y SE REGULÓ LA CANTIDAD DE GAS DE MANERA DE LOGRAR LA TEMPERATURA DE FLAMA DE 1700-1750⁰F (37) QUE ES LA MÁS APROPIADA. ESTA TEMPERATURA FUE MEDIDA CON EL PIRÓMETRO ÓPTICO (PYRO 1400-3400) THE PYROMETER INSTRUMENT CO. NEW YORK). SE TOMARON VARIAS LECTURAS PARA DIFERENTES GASTOS Y SÓLO UN GASTO DA LA TEMPERATURA REQUERIDA. LOS DATOS OBTENIDOS EXPERIMENTALMENTE ESTÁN TABULADOS A CONTINUACIÓN:

PULGADAS DE MERCURIO.		PRESIÓN EN MANÓMETRO AL COHOL. CM	TIEMPO MIN.	GASTO PIE ³ /MIN	GASTO TOTAL PIE ³ /HR	TEMPERATURA DEL GAS. °C
PRESIÓN LEIDA EN GASÓMETRO	PRESIÓN ABSOLUTA DEL GAS					
5.3	28.8	2	1.60	0.25	9.35	23.3
4.2	27.7	1.5	1.78	0.25	8.45	23.9

COMO LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA FUE DE SÓLO 0.6⁰C, NO SE HIZO CORRECCIÓN POR ESTE CONCEPTO.

LA VARIACIÓN DE LA DENSIDAD DEL GAS CON

LAS PRESIONES DE OPERACIÓN SE CALCULÓ DE LA SIGUIENTE MANERA:

SUPONEMOS UNA COMPOSICIÓN DEL GAS IGUAL A:

PROPANO 30%, BUTANO 70%

EL PESO MOLECULAR SERÁ POR LO TANTO:

$$PM = 0.3 PM_1 + 0.7 PM_2 = 0.3 \times 44 + 0.7 \times 58 = 53.8$$

$$D_{G1} = 53.8 / 359 \times 273 / 296.3 \times 28.8 / 29.9 = 0.134 \text{ LB/PIE}^3$$

$$D_{G2} = 53.8 / 359 \times 273 / 296.9 \times 27.7 / 29.9 = 0.129 \text{ LB/PIE}^3$$

EN LOS CÁLCULOS SE USÓ LA PRESIÓN LEÍDA EN EL GASÓMETRO, SE CALCULÓ LA CONSTANTE DEL ORIFICIO A PARTIR DE LA FÓRMULA:

$$K = \frac{G}{\sqrt{\frac{HA}{DG}}}$$

QUE SON LAS VARIABLES, YA QUE PARA ESTAS CONDICIONES EL DIÁMETRO DEL ORIFICIO, EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA, Y LA DENSIDAD DEL ALCOHOL PERMANECEN CONSTANTES.

$$K_1 = \frac{9.35}{\sqrt{\frac{2}{0.134}}} = 1.33$$

$$K_2 = \frac{8.45}{\sqrt{\frac{1.5}{0.129}}} = 1.36$$

DE DONDE LA CONSTANTE DEL ORIFICIO SERÁ LA MEDIA ARITMÉTICA DE LAS DOS:

$$K = \frac{1.33 + 1.36}{2} = 1.345$$

B.- CANTIDAD DE RADIACION PRODUCIDA POR EL QUEMADOR.

1.- INTENSIDAD DE RADIACION.

FÓRMULA

$$I = SE T^4$$

S = CONSTANTE DE STEPHAN BOLTZMANN

$$= 0.173 \times 10^{-8} \text{ BTU/HR PIE}^2 \text{ } ^\circ\text{R}^4$$

$$= 4.7 \times 10^{-9} \text{ KCAL/M}^2 \text{ HR } ^\circ\text{R}^4$$

E = EMISIVIDAD = 0.76

(20)

T = 1750^oF = 2210^oR

$$I = 4.7 \times 10^{-9} \times 0.76 (2210)^4 = 85,000 \text{ KCAL/M}^2 \text{ HR}$$

2.- CANTIDAD DE RADIACION.

FÓRMULA

$$C = I \cdot A$$

I = INTENSIDAD DE RADIACION

$$= 85,000 \text{ KCAL/M}^2 \text{ HR}$$

A = ÁREA DEL QUEMADOR = 0.025 M²

$$C = 85,000 \times 0.025 = 2130 \text{ KCAL/HR}$$

C.- INTENSIDAD SOBRE LA SUPERFICIE PROYECTADA POR EL QUEMADOR.

FÓRMULA.

$$I_P = \frac{C}{A_P}$$

C = CANTIDAD DE RADIACIÓN

$$= 2130 \text{ Kcal/HR}$$

$$A_P = 85 \times 50 = 4250 \text{ cm}^2 = 0.425 \text{ m}^2$$

SE TOMA COMO SI EL ÁREA DENTRO DE LA CÁMARA CORRESPONDIERA A LA QUE SE PROYECTARÍA CON UN REFLECTOR.

$$I_P = \frac{2130}{4250} = 0.5 \text{ Kcal/HR cm}^2$$

D.- CANTIDAD DE ENERGÍA RECIBIDA POR LA CHAROLA.

FÓRMULA.

$$C_{CH} = I_P \cdot A_{CH}$$

$$I_P = 0.5 \text{ Kcal/HR cm}^2$$

$$A_{CH} = \text{ÁREA DE LA CHAROLA} = 22 \times 19 = 417 \text{ cm}^2$$

$$C_{CH} = 0.5 \times 417 = 209 \text{ Kcal/HR}$$

ESTO ES EN UNA HORA, PERO COMO EL TIEMPO DE SECADO ES DE 40 MINUTOS, LA CANTIDAD TOTAL DE ENERGÍA RECIBIDA POR LA CHAROLA DURANTE EL SECADO SERÁ:

$$209 \times \frac{40}{60} = 139 \text{ K CAL}$$

E. - CANTIDAD DE CALOR SUMINISTRADO AL QUEMADOR.

PODER CALORÍFICO BAJO DEL PROPANO Y DEL BUTANO A 760 MM DE MERCURIO Y 15.6°C:

$$P_P = 2358 \text{ BTU/PIE}^3$$

$$P_B = 3113 \text{ BTU/PIE}^3$$

EN LA MEZCLA SE TENDRÁN:

$$0.3 \times 2358 = 707 \text{ BTU/PIE}^3 \text{ (PROPANO)}$$

$$0.7 \times 3113 = 2179 \text{ BTU/PIE}^3 \text{ (BUTANO)}$$

Y EL PODER CALORÍFICO DE LA MEZCLA SERÁ LA SUMA DE LOS DOS:

$$P_M = 2886 \text{ BTU/PIE}^3$$

Y EL CALOR PRODUCIDO SERÁ:

$$C = G \cdot P_M$$

$$G = \text{GASTO} = 9.35 \text{ PIE}^3/\text{HR} \text{ (A 28.8 PULG DE MERCURIO Y 23.3°C)}$$

$$G = \text{GASTO} = 8.75 \text{ PIE}^3/\text{HR} \text{ (A 30 PULG DE MERCURIO Y 15.6°C)}$$

$$C = 8.75 \text{ PIE}^3/\text{HR} \times 2886 \text{ BTU/PIE}^3 = 25,200 \text{ BTU/HR} \\ = 6,000 \text{ K CAL/HR}$$

$$\text{EFICIENCIA DE RADIACIÓN} = \frac{2130 \times 100}{6000} = 35.5$$

F. = CALOR APROVECHADO POR LA SUSPENSIÓN DE AJO.

LA SUSPENSIÓN DE AJO ESTA CONTENIDA EN UNA CHAROLA DE ACERO INOXIDABLE DE UNA SUPERFICIE DE 417 CM² Y EL ESPESOR DE LA SUSPENSIÓN EN LA CHAROLA ES DE UN CENTIMETRO. LA CHAROLA ESTÁ COLOCADA A UN METRO DEL QUEMADOR.

	26.5 g AJO		46.1 g VA- POR DE AGUA
55.3 g	16.4 g AGUA	SECADOR	9.2 g AJO EN POLVO
	12.4 g HIELO		

LA SUSPENSIÓN AL ENTRAR AL SECADOR TIENE UNA TEMPERATURA DE 5°C. LA TEMPERATURA DENTRO DEL SECADOR SE MANTIENE A 60°C.

FÓRMULA:

$$Q = W \cdot C_{PA} \cdot (T_2 - T_1) + W \cdot l_{T_2} + W_F \cdot C_{PF} \cdot (T_2 - T_1)$$

W = CANTIDAD DE AGUA EVAPORADA = 46.1 g

W_F = PESO FINAL DEL AJO.

C_{PA} = CALOR ESPECÍFICO DEL AGUA = 1 CAL/G°C

C_{PA} = CALOR ESPECÍFICO DEL AJO. = 0.179 (APROX)

T₁ = 5°C

T₂ = 60°C

$$Q = 46.1 \times 1 \times (60-5) + 46.1 \times 565 + 9.2 \times 0.179(60-5)$$

= 28.6 Kcal.

ESTE ES EL CALOR QUE APROVECHÓ LA CHAROLA

DURANTE LOS 40 MIN DEL SECADO.

3.- CALIDAD DE LOS POLVOS.

SE HIZO UNA DETERMINACIÓN DE LA SAL QUE CONTIENE EL POLVO COMERCIAL Y EL CONTENIDO ES EL SIGUIENTE:

CARBONATO DE CALCIO	1.23 MG/G DE AJO
CLORURO DE SODIO	690.46 MG/G DE AJO
T O T A L	691.69 MG/G DE AJO

POR LO QUE EL CONTENIDO DE AJO ES: 30.8%

A.- CONTENIDO DE ACIDO PIRUVICO TOTAL DEL AJO COMERCIAL:

$$\frac{171 \times 0.3283 \times 67.8 \times 50}{21.2 \times 7.8} = 1150 \text{ MG ÁCIDO PIRÚVICO TOTAL/KG SAL AJO}$$

$$1150 / 0.308 = 3740 \text{ MG ÁCIDO PIRÚVICO TOTAL / KG AJO}$$

B.- EL CONTENIDO DE ÁCIDO PIRÚVICO DEL AJO EXPERIMENTAL ES:

$$\frac{71 \times 0.3283 \times 62.1 \times 50}{2.1 \times 7.7} = 4470 \text{ MG ÁCIDO PIRÚVICO TOTAL/KG AJO.}$$

SE DETERMINÓ EL ÁCIDO PIRÚVICO PREFORMADO PARA LOS DOS CASOS. PARA ÉSTO SE PESÓ UNA CANTIDAD DE ÁCIDO TRICLOROACÉTICO Y SE LE AGREGÓ EL POLVO, SE COMPLETÓ A 100 ML CON EL MISMO ÁCIDO TRICLOROACÉTICO. SE FILTRÓ LA SOLUCIÓN Y SE TOMÓ UNA ALÍCUOTA Y SE SIGUIÓ EL MÉTODO YA DESCRITO PARA DETERMINAR ÁCIDO PIRÚVICO, LOS RESULTADOS FUERON:

A).- AJO COMERCIAL:

$$\frac{27 \times 0.3283 \times 60.2 \times 25}{2 \times 4 \times 4.1} = 406.7 \text{ ÁCIDO PIRÚVICO PREFORMADO MG/KG SAL DE AJO.}$$

$$406.7 / 0.308 = 1320 \text{ MG ÁCIDO PIRÚVICO PREFORMADO, KG AJO}$$

B).- AJO EXPERIMENTAL:

$$\frac{24.4 \times 0.3283 \times 53.9 \times 25}{2 \times 3.95 \times 1.05} = 1300 \text{ MG ÁCIDO PIRÚVICO PREFORMADO/KG AJO}$$

Y LA COMPARACIÓN SE HIZO DE LA SIGUIENTE FORMA:

A.- AJO COMERCIAL:

$$\frac{3740 - 1320}{3740} \times 100 = 65\%$$

B.- AJO EXPERIMENTAL:

$$\frac{4470 - 1300}{4470} = 71\%$$

C.- CONTROL DE CALIDAD DEL AJO.

1.- CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (AJO FRESCO).

SE LICUARON 42 G DE AJO Y 100 G DE AGUA. SE TOMARON 11.77 GRAMOS DE ESTA SOLUCIÓN, SE METIÓ A LA ESTUFA DE VACÍO DURANTE 18 HORAS. EL PESO FINAL FUE 1.26 GRAMOS.

FÓRMULA:

$$\text{HUMEDAD} = \frac{(11.77 \times 42 / 142 - 1.26) \times 100}{11.77 \times 42 / 142} = 63.7\%$$

2.- CONTENIDO DE ÁCIDO PIRÚVICO DEL AJO FRESCO.

SE PESARON 30.6 G DE AJO, SE LE AGREGARON 100 G DE AGUA, SE LICUARON Y SE TOMÓ UNA ALÍCUOTA DE 8.7 G Y LLEVÓ A 100 MILILITROS EN ÁCIDO TRICLOROACÉTICO AL 15%. SE FILTRÓ Y SE TOMARON 2 MILILITROS, LOS CUALES SE TRATARON CON UN MILILITRO DE 2-4-DINITRO FENIL HIDRACINA. FORMADA LA HIDRAZONA SE PURIFICÓ Y SE EXTRAJO CON 9 MILILITROS DE AMONIACO 2N Y SE COMPLETÓ EL VOLUMEN FINAL A 10 MILILITROS. SE LEYÓ SU ABSORBANCIA EN EL ESPECTRO Y AL COMPARARSE CON LA CURVA ESTÁNDAR SE VIÓ QUE SU CONTENIDO ERA DE 222 GAMAS DE 2-4-DINITRO FENIL DEL ÁCIDO PIRÚVICO.

CÁLCULO: (A PARTIR DE LA FÓRMULA YA VISTA)

$$\frac{222 \times 0.3283 \times 130.6 \times 50}{8.7 \times 30.6} = 1787 \text{ MG ÁCIDO PIRÚVICO/KG DE AJO FRESCO.}$$

ESTE CONTENIDO ES BASE AJO FRESCO. PARA TENERLO EN BASE AJO SECO:

$$1787/0.36 = 4980 \text{ MG. DE ÁCIDO PIRÚVICO/KG AJO SECO.}$$

CAPITULO VIII:

DISCUSION DE RESULTADOS.

POR LO VISTO ANTERIORMENTE SE PUEDE DECIR QUE NO ES POSIBLE SECAR EL AJO ENTERO Y OBTENER UN PRODUCTO EN POLVO, EN LAS CONDICIONES EN QUE SE LLEVÓ A CABO LA EXPERIMENTACIÓN. EL PRODUCTO OBTENIDO DE ESTA DESHIDRATACIÓN ES DE COLOR CAFÉ ROJIZO, DE OLORES DESAGRADABLES Y CON UN GRAN CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL.

LAS REBANADAS DE AJO SI SE PUEDEN SECAR EN ESAS CONDICIONES, PERO DEBIDO A QUE PROBABLEMENTE EL ESPESOR CON EL QUE SE TRABAJÓ ES TODAVÍA GRUESO FUE NECESARIO LLEVAR EL SECADO A CONDICIONES DRÁSTICAS PARA QUE SE EXPULSARA EL AGUA INTERIOR, POR LO QUE EL POLVO QUE SE OBTUVO ES DE COLOR ROJIZO Y OLORES LIGERAMENTE DESAGRADABLES.

EL MEJOR RESULTADO SE OBTUVO MEDIANTE LA DESHIDRATACIÓN DE LA SUSPENSIÓN DE AJO. PARA LA PREPARACIÓN DE LA SUSPENSIÓN SE ENSAYARON DISTINTAS RELACIONES DE AJO, HIELO Y AGUA Y SE ESTUDIÓ EL EFECTO DE ÉSTAS EN EL SECADO. EL AJO MOLIDO, SIN ADICIÓN DE AGUA O HIELO, FUE DIFÍCIL DE SECAR, EN TANTO QUE LA SOLUCIÓN RESULTANTE DE APROXIMADAMENTE UNA PARTE DE AJO CON 0.6 DE AGUA Y 0.4 DE HIELO, DIÓ UNA SUSPENSIÓN QUE FORMÓ ESPUMA. ESTA SUSPENSIÓN FUE DE FÁCIL SECADO Y EL POLVO OBTENIDO DE ESTE MODO PRESENTÓ LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: ASPECTO HOMOGÉNEO, COLOR AMARILLO CLARO, OLORES AGRADABLES Y CARACTERÍSTICOS DEL AJO. ADEMÁS ESTE POLVO ES APARENTEMENTE NO-HIGROSCÓPICO.

CAPITULO IX
BIBLIOGRAFIA.

- 1.- AMERICAN SOCIETY OF REFRIGERATING ENGINEERS
AIR CONDITIONING REFRIGERATING, DATA BOOK,
8A. EDICIÓN,
NUEVA YORK, 1953.
- 2.- ANDREW, L. W., Y CHAMBERLAIN E.A.C.,
RADIANT HEATING FOR INDUSTRIAL PROCESSES,
41-54.
THE INSTITUTE OF FUEL WAR TIME BULLETIN,
1943.
- 3.- ARIES, R. S. & NEWTON, R. D.,
CHEMICAL ENGINEERING COST ESTIMATION,
MCGRAW HILL BOOK CO. INC.,
NEW YORK, 1955.
- 4.- BOSWORTH, R.C.L.,
PHYSICS IN CHEMICAL INDUSTRY, 285,608-30
MC MILLAN & CO. LONDRES, 1950.
- 5.- BROWN, G. G.,
UNIT OPERATIONS, 415, 457-72.
JOHN WILEY & SONS INC., NUEVA YORK, 1950.
- 6.- CHILTON, C. H.,
COST ENGINEERING IN THE PROCESS INDUSTRIES,
MCGRAW HILL BOOK CO. INC., NUEVA YORK, 1960
- 7.- CONNELL, L.J.C.,
INFRA-RED RADIATION AND ITS APPLICATION TO
INDUSTRIAL HEATING PROCESSES,
TRANS INST. RUBBER IND., 21, 285-96, 1946.

- 8.- DENVER EQUIPMENT COMPANY HANDBOOK,
DENVER EQUIPMENT COMPANY, 1954.
- 9.- DUCHENE, R.,
LE SECHAGE PAR LES RAYONS INFRA-ROUGES AU
MOYEN DE TUBES RADIANTS CHAUFFES AU GAZ
DE VILLE, 123, 84-5,
LE GENIE CIVIL, 1946
- 10.- ELLICKSON, R. T.,
RECENT DEVELOPMENTS IN THE DETECTION OF
INFRA-RED RADIATION, 15, 199,
AM. JOURNAL OF PHYSICS, 1947.
- 11.- FINZI, D. E.,
L'ESSICCAZIONE DELLE SOSTANZE ALIMENTARI
PER MEZZO DELLE RADIAZIONI INFRAROSSE, 5,
14-6,
ALIMENTI, 1949.
- 12.- FLEURY, P.,
LE DEVELOPPEMENT DES UTILIZATIONS DE LA
LUMIERE INFRAROUGE, 10, 489,
REVEU D'OPTIQUE THEORIQUE ET INSTRUMENTA-
LE, 1954.
- 13.- GANS, F.,
LAMPES INFRAROUGES A RENDEMENT AMELIORE,
10, 491,
REVEU D'OPTIQUE THEORIQUE ET INSTRUMENTALE
1954.
- 14.- GARROD, J. E.,
INFRA-RED EQUIPMENT AND ITS USE, 5, 41-3
INDIA RUBBER WORLD, 1941.
- 15.- HACKFORTH, H. S.,
INFRA-RED RADIATIONS,
MC. GRAW HILL BOOK CO. INC., 1960.

- 16.- HOUGEN, O. A. Y WATSON, K. M.,
 CHEMICAL PROCESSES PRINCIPLES,
 JOHN WILEY & SONS INC., NUEVA YORK, 1957.
- 17.- JACOBS, M. B.,
 THE CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF FOOD AND
 FOOD PRODUCTS, 2A. EDICIÓN, 1212, 1345.
 INTERSCIENCE PUBLISHERS INC., NUEVA YORK,
 1951.
- 18.- KELLOG, J. L.,
 METHOD OF DEHYDRATING FOOD PRODUCTS,
 PAT. 2,467,318, APR. 12, 1949.
- 19.- KERN, D. Q.,
 PROCESS HEAT TRANSFER,
 MC GRAW HILL BOOK CO. INC. NUEVA YORK,
 1950.
- 20.- KRUPP, P. H.,
 INFRA-RED, OCT., 15-22,
 PRODUCTS FINISHING, 1943.
- 21.- LANDFERMANN C. A.
 VERFAHRENSTECHNISCHE ANWENDUNGEN DER
 STRAHLUNGSERWÄRMUNG, 1, 5-7,
 CHEM. ING. TECHNIK, 1950.
- 22.- LINDSAY B. R.
 GENERAL PHYSICS.
 JOHN WILLEY & SONS, INC., NUEVA YORK 1940
- 23.- MACKADAM, A.C.F.,
 THE INDUSTRIAL APPLICATION OF INFRA-RED
 (RADIANT HEAT) 54, 258-66.
 INST. ENGRS., 1944.

- 24.- MARTENS, H.,
BERECHNUNG UND EINRICHTUNG VON ULTRA-ROT-
TROCHNUNGSANLAGEN, 4, 201-3;
FARBEN LACKE, ANSTRICHSTOFFE, 1950.
- 25.- MARTENS, H.,
GRUNDLAGEN DER STRALUNGSTROCKNUNG, 4, 392
4, FARBEN LACKE, ANSTRICHSTOFFE, 1950.
- 26.- PETERS PH. D.M.S.,
PLANT DESIGN AND ECONOMICS FOR CHEMICAL
ENGINEERS, 101,
Mc.GRAW HILL BOOK Co. INC., NUEVA YORK,
1958.
- 27.- PERRY, J.H.,
CHEMICAL ENGINEERS' HANDBOOK, 3A. EDICIÓN
Mc.GRAW HILL BOOK Co. INC., NUEVA YORK,
1950.
- 28.- PFUND, A.H.,
INFRA-RED FILTERS OF CONTROLLABLE TRANSMIS-
SION, 36, 71-6,
PHYSICAL REVIEW, 1930.
- 29.- SANDERSON, L.,
THE INFRA-RED BURNER, FEB., 187-9
METALLURGIA, 1947.
- 30.- SASSO, J.,
INFRA-RED IN INDUSTRY, 84, 867-9.
AM. MACHINIST, 1940.
- 31.- SEARS, F. W. & LEE, J. F.,
THERMODYNAMICS, 2A. EDICIÓN.
PUBLISHING Co. INC. MASSACHUSETTS, 1956.

- 32.- SEURIN, G.,
L'INFRA-ROUGE ET SES APPLICATIONS AU SECHA
GE DES PRODUITS AGRICOLES ET ALIMENTAIRES,
71, 535-9.
INDUST. AGR. ALIM., 1954.
- 33.- SEYMOUR, H.,
INFRA-RED BAKING, AUGUST, 200-4.
THE ELECTRICIAN, 1942.
- 34.- SCHUMAN, A. C. & STALEY, C. H.,
DRYING BY INFRA-RED RADIATION, DECEMBER,
481-4, FOOD TECHNOLOGY, 1950.
- 35.- STANIAR, W.,
PLANT ENGINEERING HANDBOOK, 1646-50.
MC. GRAW HILL BOOK CO. INC., NUEVA YORK,
1950.
- 36.- TILLER, F. M., & GARBER, H. J.,
INFRA-RED RADIANT HEATING, 34, 773-81
INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY, 1942.
- 37.- TOOKE, A. E., & GATEHOUSE, H.W.C.,
INFRA-RED RADIATION I, ENERO, 137-41.
ELECTRICAL REVIEW, 1942.
- 38.- TOOKE, A. E. & GATEHOUSE, H.W.C.
INFRA-RED RADIATION II, FEBRERO, 169-72.
ELECTRICAL REVIEW, 1942.
- 39.- FREYBALL, R. E.,
MASS TRANSFER OPERATIONS,
MC GRAW HILL BOOK CO. INC. NUEVA YORK,
1955.
- 40.- URBINA, A.,
20. CURSO DE INGENIERÍA QUÍMICA.
EDITORIAL CIENCIAS QUÍMICAS, TACUBA,
MÉXICO, 1950.

41.- ZIMMERMAN, I.L.,
COST ENGINEERING, 2, 49-54.
APRIL, No. 2, 1957.

BIBLIOGRAFIA ESPECIAL.

- 42.- ALFONSO H., N.
CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LA CALIDAD DE ALGUNAS VARIETADES DE AJO MEXICANO,
TESIS U.N.A.M., IMIT, MÉXICO, 1957.
- 43.- AVILES, R. M.,
OBTENCIÓN DE DATOS BÁSICOS DE SECADO Y DISEÑO PRELIMINAR DE UN SECADOR CONTINUO, AL VACÍO, DE PELÍCULA EN BANDA Y CALENTAMIENTO CON RAYOS INFRA-ROJOS PARA UN MATERIAL PROTEICO,
TESIS U.I.A., IMIT, MÉXICO, 1956.
- 44.- BANCO NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR, S.A.,
SERVICIO DE INFORMACIÓN AGRÍCOLA Y COMERCIAL,
AJO, AÑO II, BOLETÍN I, 1957.
- 45.- INFORMACIÓN PARTICULAR PROPORCIONADA POR LA CASA "GETZ DE MÉXICO, S. A."
PINO # 479, MÉXICO, 1960.
- 46.- INFORMACIÓN OBTENIDA DE "THE AMERICAN INFRA-RED RADIANT Co."
AGRICULTURE NEWS, HOUSTON TEXAS, 1960.
- 47.- INFORMACIÓN PARTICULAR PROPORCIONADA POR LA CASA "CAL O REX",
CALZ. DE TLALPAN, 2073, MÉXICO, 1960.
- 48.- LÓPEZ D., E.
ESTUDIO DEL MECANISMO DE FORMACIÓN DE VGLÁ TILES AROMÁTICOS DEL AJO.
TESIS U.N.A.M., IMIT, MÉXICO, 1959.