

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS



Manual de Prácticas para el Laboratorio de
Procesamiento de Cereales

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO EN ALIMENTOS

PRESENTAN:

GLORIA TORRES FLORES

Ma. GERARDA NAVA MARTINEZ

Ma. AUXILIADORA RANGEL TORRES

SAN LUIS POTOSI, S. L. P.

1988

TS

TS2145

T6

C.1



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

MANUAL DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO
DE PROCESAMIENTO DE CERFALES.

TESIS PROFESIONAL.

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN ALIMENTOS.

P R E S E N T A N:

GLORIA TORRES FLORES.

MA. GERARDA NAVA MARTINEZ.

MA. AUXILIADORA RANGEL TORRES.

SAN LUIS POTOSI S. L. P.



T
TS2145
T6



A LOS SINODALES:

M.C. LUIS ALONSO GONZALEZ DE ALBA.

I.A. JORGE RAMIREZ TELLEZ.

M.C. CARLOS MATIENZO LOPEZ.

I.A. ELENA DIBILDOX ALVARADO.

AGRADECEMOS A TODOS ELLOS POR

SU ASESORAMIENTO Y VALIOSA

AYUDA EN LA REALIZACION DE

ESTE TRABAJO.

DOY GRACIAS A DIOS POR HABERME PERMITIDO
LOGRAR UNO DE MIS GRANDES PROPOSITOS, POR
DARME FUERZA E ILUMINAR MI CAMINO.

DEDICO ESTA TESIS

A MI MAMA:

ALTAGRACIA MARTINEZ.

POR DEPOSITAR TODA SU CONFIANZA, PACIENCIA,
APOYO Y BENDICIONES, DURANTE ESTE TIEMPO.

A MIS HERMANOS:

LEONOR.
MARCELINA.
PORFIRIA.
J. SANTOS.
SUSANA.
ESPERANZA.
J. ZACARIAS.

POR EL APOYO Y VOLUNTAD SIN INTERES ALGUNO.

A GLORIA Y MARISOL:

POR SU COMPRESION Y PACIENCIA.

MA. GERARDA NAVA MARTINEZ.

A MIS QUERIDOS PADRES:

SOTERO Y PAZ.

QUE ME BRINDARON TODO SU APOYO
PACIENCIA Y COMPRENSION PARA LOGRAR
LA TERMINACION DE MI TESIS.

A MIS HERMANOS:

ARMANDO
JORGE
ARTURO
SAUL
RAQUEL

A MIS AMIGAS:

MARISOL Y LALA.
POR TODOS LOS MOMENTOS COMPARTIDOS
PARA LA REALIZACION DE NUESTRA TESIS.
GRACIAS A LAS DOS POR SU APOYO,
ENTUSIASMO Y PACIENCIA.

ESPECIALMENTE A FRANCISCO.

QUE SIEMPRE ME DA TODO
SU ANIMO Y COMPRENSION
CUANDO MAS LO NECESITO

GRACIAS DIOS MIO POR HABERME DADO
TODA ESA PACIENCIA Y ENTUSIASMO PARA
AL FIN LOGRAR ESTE TRABAJO QUE
SIGNIFICA MUCHO PARA MI.

POR LA CONCLUSION DE ESTE

TRABAJO DOY GRACIAS A:

MIS PADRES.

SALOMON Y MA. LUISA
PORQUE CON SU EJEMPLO ME ENSEÑARON
A NUNCA DESISTIR.

A T O Ñ O.
POR TANTAS COSAS.
T. O.

A MIS HERMANOS:

GUILLE
NINA
GLORIA
SALOMON
LUIS
VERO
MARINA
LILI
CARO
DAVID

‡

POR SU VALIOSA COMPRESION.

A MIS SOBRINOS.
CON CARINO.

A CONCHITA.
CON RESPETO.

A LUPITA.
POR SER UNA GRAN AMIGA

A GLORIA Y LALA.
POR SU DESINTERESADA AMISTAD.

A MI NIÑA, MARISOL.
POR SU DIARIA SONRISA.

A D I O S
POR DARME LA VIDA.

I N D I C E.

	Pagina
PRACTICA 1.	
ANALISIS QUIMICOS DE HARINAS (Parte I).....	1
PRACTICA 2.	
ANALISIS QUIMICOS DE HARINAS (Parte II).....	2P
PRACTICA 3.	
DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES REOLOGICAS DE MASA DE HARINA DE TRIGO.....	35*
PRACTICA 4.	
DETERMINACION ESTATICA DEL MODULO DE YOUNG DE LOS SPAGHETTIS.....	49
PRACTICA 5.	
PANIFICACION (Metodo Esponja & Masa).....	59
PRACTICA 6.	
SECADO DE GRANOS DE MAIZ.....	86
PRACTICA 7.	
NIXTAMALIZACION.....	116
PRACTICA 8.	
ANALISIS PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN EL GRANO DE ARROZ.....	129

INTRODUCCION.

Con el nombre de CEREALES se designa a las plantas de la familia de las gramíneas y a sus frutos aunque comercialmente se incluye dentro de este epígrafe al alforfón o trigo sarraceno. Su cultivo se remonta a los tiempos prehistóricos.

Los cereales son frutos farináceos, maduros y desecados de las gramíneas, a las que se les dió el nombre para honrar a Ceres, diosa de la agricultura símbolo de la nueva mies entre los griegos y romanos. El maíz es el único cereal originario del hemisferio americano, se introdujo en el antiguo continente poco después del descubrimiento de América. El trigo parece derivar de una gramínea salvaje nativa del Asia Menor. El arroz es una planta oriental cuyo cultivo en China se remonta al año 300 A.C. El centeno y la avena se consideran originarios de Europa Central, la cebada del Asia central y el alforfón del Asia Septentrional.

Los cereales más usados en nuestro país son; maíz, trigo, arroz, centeno y sorgo.

Los cereales enteros están formados por dos partes principales, las envolturas y las semillas con caracteres histológicos culinarios y nutritivos muy diferentes.

En general, los cereales son alimentos energéticos y constituyen normalmente una tercera parte o más del ingreso calórico proteínico del sujeto humano, su gran importancia como comestibles se debe a su adaptabilidad y a muy diversos suelos y condiciones climatológicas, a su gran capacidad productora y a su fácil cultivo.

PRACTICA # 1.

ANALISIS QUIMICOS DE HARINAS. (Parte I).

1.1 OBJETIVO. Realizar algunos análisis químicos de harinas.
(Prueba de: humedad, cenizas, acidez, pH).

1.2 CONSIDERACIONES TEORICAS.

Se da el nombre de harina al producto industrial que resulta de la molienda y tamizado total o parcial, de los granos de trigo sanos y limpios.

La palabra harina es un nombre específico que se aplica al producto principal derivado del trigo, pero también se usa la palabra harina en sentido genérico para indicar que se trata de un alimento sólido finamente subdividido. En éste último caso se indica el origen, diciendo; harina de centeno, harina de maíz, de avena, de cebada, de arroz, harina de frijol, de garbanzo, de lenteja, o de soya harina de plátano o de yuca.

El grano de trigo tiene la siguiente composición;

Endospermo	85 %
Cascarilla	12.5 %
Germen.....	2.5 %

Sin embargo, la composición de la harina de trigo, varía considerablemente de acuerdo a la clase de trigo, a su país de origen, y a la proporción de partes externas eliminadas en el proceso particular de molienda.

También la harina integral es más oscura en color, mientras que las más finas (conteniendo el mínimo de fibra) son más blancas.

La harina de trigo difiere de las otras harinas por su considerable contenido de gluten y su especial disponibilidad para hacer pan.

La composición del gluten existente tiene la relación con la consistencia y las propiedades de fijar agua de la harina. Las dos proteínas que constituyen la mayor proporción del gluten son; glutenina y gliadina, y mientras esta última es aparentemente idéntica en los trigos fuertes y débiles, la primera presenta variación en las diferentes variedades.

El peso de harina obtenida cuando se muelen 100 partes de trigo es lo que se conoce con el nombre de "Rendimiento en harina o Grado de extracción".

Las harinas se clasifican por la cantidad de celulosa que en íntima relación con las proporciones de cenizas, grasa, gluten, color y tersura, y a su vez estos caracteres varían con el grado de extracción o proporción de harina que se obtiene en relación al peso total y a la calidad del trigo que se usa.

Los trigos duros producen más harina, que los semiduros y estos más que los trigos blandos, por la diversa proporción que hay entre las envolturas celulósicas y el núcleo amiláceo.

Las harinas de alta extracción que varía entre 80 y 85 % en relación al peso del trigo, son de color oscuro por los pigmentos, de las envolturas, son poco tersas por la alta proporción de celulosa y conservan las proteínas, grasas, almidones, la tiamina y los minerales que forman parte de las estructuras histológicas que pueden digerirse.

Las harinas de extracción media que varía entre 75 y 85 % son las de uso común y se destinan para elaborar el pan ordinario y productos de pastelería, tienen menos proteína, grasa, celulosa, vitaminas y minerales que las harinas de alta extracción, porque la industria ha separado del grano de trigo el pericarpio, los tegumentos, la capa de aleurona y hasta la parte externa del núcleo amiláceo.

En las harinas de baja extracción no significa necesariamente que las harinas sean muy blancas y tersas porque pueden ser morenas y algo ásperas si se emplean trigos blandos por eso la industria mezcla diversas calidades de trigos, para que las harinas tengan los caracteres comerciales y dietéticos más convenientes.

Los análisis rutinarios químicos de harinas incluyen la determinación de humedad, cenizas, proteína, grasa, carbohidratos, celulosa (fibra), acidez, pH, almidón, actividad diastásica*, blanqueadores y maduradores.

* ACTIVIDAD DIASTASICA.

Es la determinación de la actividad enzimática de la alfa-amilasa por medio de una digestión del almidón, a una temperatura y pH adecuados y el cuanteo de la maltosa producida, haciendo una desproteínización previa.

El "índice de maltosa" es una medición del azúcar producido por acción enzimática sobre el almidón cuando la harina se incuba con agua (la actividad diastásica). Industrialmente el índice de maltosa es de considerable interés ya que da una indicación del poder productor de gas de la masa correspondiente.

El daño al almidón de harina se refleja por el número de maltosa. Sin embargo, si el número de maltosa es elevado, la principal causa puede ser una elevada actividad de alfa-amilasa.

Aplicación.- Es aplicable a todos los tipos de harina.

ANALISIS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE UNA HARINA.

Materia extraña.- El producto deberá estar exento de insectos, fragmentos de insectos, pelos y excretas de roedores así como de cualquier otra materia extraña.

Contaminantes químicos.- El producto no deberá tener ningún contaminante en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud.

Aditivos. - Blanqueadores u oxidantes y/o agentes de maduración o mejoradores.

- Oxido de Nitrógeno.

- Cloruros de Nitrosilo.

- Cloro.

- Dióxido de cloro.

- Persulfato de amonio.

- Peróxido de benzoilo. (Mezcla de una parte con seis partes de carbonato de calcio o fosfato tricálcico o carbonato de magnesio, en cantidad necesaria para la buena elaboración.

- Bromato de potasio, cuando la harina lo contenga se ostentará en la etiqueta la denominación "harina bromatada",

- Azodicarbonamida.

- Acido ascórbico

* Enzimas proteolíticas o amilolíticas. (alfa-amilasa).

NOTA.- No se permite el uso de conservadores o agentes antimicrobianos.

Sensoriales.

- Color blanco o ligeramente amarillo característico. Para el control específico de lotes se puede utilizar escalas colorimétricas con referencia al trigo.

- Olor. Debe ser característico del producto. Sin ningún olor extraño.

- Sabor. Farináceo característico del producto sin sabor extraño o desagradable.

FABLA 1.1 COMPOSICION DE HARINA EN DIFERENTES GRADOS DE EXTRACCION.

	Harina 72 %	Harina 80 %	H. Integral 95 - 100 %	Harina de Germen	Salvado
Humedad (%)	13-15	13 -14	13 - 14	9 - 12	14
Proteína (%N x 5.7)	8 -13	8 - 14	10 - 15	25 - 30	12- 16
Grasa (%)	0.9-1	1 -1.6	1.5 - 2.5	8.5 - 11	3 - 4
C.H. (%)	64-70	64 -70	60 - 68	39 - 45	---
Fibra (%)	0.1-3	0.2-0.4	1.8 - 2.5	2 - 2.5	9 - 12
Cenizas	.3+.5	0.6-0.9	1.2 - 2	4 - 4.5	4 - 6
Calcio (mgCa/100g)	15	20	30	---	---
Hierro (mgFe/100g)	1.2	1.7	2.5	---	---
Vit. B1 (mg/100g)	0.10	0.25	0.40	---	---
Ac. Nicotín.	0.8	1.3	6.0	---	---

CLASIFICACION.

La harina de trigo se clasifica en un solo tipo con tres grados de calidad.

GRADO I.— Harina de trigo para panificación.

Harina de trigo adicionada o no de levadura, agentes leudantes, sal y agua con la que se elabora previo proceso de cocción, pan blanco, bollo, pasteles y otros.

GRADO II.— Harina de trigo para galletas.

Harina de trigo semifina adicionada de levadura, agentes leudantes, azúcar, mantequilla, grasa vegetal comestible u otros ingredientes permitidos para su elaboración.

GRADO III.— Harina de trigo común o estándar.
(Para pasta para sopa).

Harina de trigo común adicionada o no de ingredientes opcionales y aditivos permitidos para su elaboración.

TABLA 1.2. ESPECIFICACIONES FISICAS Y QUIMICAS.

	GRADO I	GRADO II	GRADO III
Humedad (% Máximo)	14	14	14
Proteínas (Nx5.7 Mín.)	9.5	9.0	9.0
Cenizas (% Máximo).	0.55	1.0	0.6
Fibra cruda (% Máximo).	0.4	0.6	0.3
Gluten húmedo (% Mín.).	31.3	29.7	29.7

NOTA.— Los porcentajes están expresados sobre base húmeda de 14 %; excepto gluten.

1.3.— GUIA DE ESTUDIOS.

1.— ¿QUE ES UNA HARINA?

Se da el nombre de harina al producto industrial que resulta de la molienda y tamizado, total o parcial de los granos de trigo, sanos y limpios.

La palabra harina es un nombre específico del producto principal derivado del trigo. Pero también se usa la palabra "harina" en sentido genérico para indicar que se trata de un alimento sólido finamente subdividido.

2.- CUALES SON LOS ANALISIS QUIMICOS QUE SE HACEN PARA DETERMINAR SU CALIDAD?

- Humedad.
- Cenizas.
- Acidez.
- pH.
- Blanqueadores.
- Maduradores.
- Gluten.
- Proteínas.
- Grasa.
- Celulosa.
- Almidón.
- Actividad diastásica.

3.- INVESTIGUE LAS TECNICAS Y FUNDAMENTOS DE LOS SIGUIENTES ANALISIS PARA HARINAS:

Humedad, cenizas, acidez, pH, gluten, proteína, grasa, Celulosa y actividad diastásica.

HUMEDAD.

Humedad es la pérdida en peso que sufre un alimento al calentarlo a una temperatura no mayor a la de ebullición del agua, generalmente se considera que esta pérdida corresponde al agua.

Método:

"Calentamiento en estufa de aire".

Material:

- o Cápsula de porcelana.
- Desecador.
- Estufa.
- Balanza.

Procedimiento:

- Llevar la cápsula a peso constante, colocándola en una mufia a 500 - 600 °C.
- Pesar en la cápsula de 5 a 10 gr, de muestra y colocarla en la estufa a 90 - 98 °C, durante 3 a 4 horas.
- ↳ Transferir la capsula a un desecador (15 a 30 min.) para que descienda la temperatura. Pesar la cápsula con la muestra desatada la pérdida de peso corresponde a la humedad.

Cálculos:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

CENIZAS.

Todos los alimentos contienen minerales, algunos formando parte de compuestos orgánicos. Son los compuestos conocidos como cenizas ya que se obtienen al incinerar un alimento, destruyéndose la materia orgánica, ya que siempre el residuo representa toda la substancia inorgánica porque algunas sales sufren volatilización o reducción a altas temperaturas.

Material:

- Crisol o cápsula de porcelana.
- Triángulo de porcelana.
- Soporte.
- Pinzas.
- Mufla.

Procedimiento:

- Pesarse la muestra (1 gr) en un crisol puesto previamente a peso constante.
- Carbonizar la muestra previamente con el mechero, lentamente para evitar pérdidas por arrastre de humo.
- Cuando cese el desplazamiento de humo, llevar el crisol a la mufla a 500 - 600°C hasta que las cenizas estén libres de carbón, esto es cuando aparezcan blancas o grises.
- Si no se logra tener el color gris o blanco de las cenizas dejar enfriar, agregar unas gotas de agua destilada, sacar nuevamente el mechero y dejar calcinando hasta peso constante en la mufla.
- Llevar a la estufa para enfriar y posteriormente al desecador.
- Cuando la muestra es un producto muy azucarado añadir unas gotas de aceite de oliva y posteriormente carbonizar y continuar como se describió anteriormente.

Cálculos:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Residuo en gramos}}{\text{Peso de la muestra (gr)}} \times 100$$

CELULOSA (Fibra cruda).

Método de Kennedy modificado.

* Este método se basa en la hidrólisis de celulosa a moléculas de D-Glucosa a través de un ácido mineral, el cual causa rápidamente despolimerización.

Material:

- Matraz erlenmeyer de 500 ml.
- Canastilla.

- * Pinzas.
- Embudo Buschner.
- * Bomba para vacío.
- Refrigerante.
- Soporte.
- Crisol de porcelana.
- Papel filtro.

Reactivos:

- Asbesto preparado.
- Hidróxido de sodio al 3.52%.
- Ácido sulfúrico al 1.25 %.

Procedimiento:

- Colocar en un matraz erlenmeyer de 500 ml aproximadamente 0.5 gr de muestra seca y desgrasada, 0.1 gr de muestra de asbesto y 50 ml de ácido sulfúrico al 1.25 % caliente, a fin de que el tiempo de la digestión sea controlado.
- Conectar el matraz con el refrigerante y mantener a ebullición por 30 min.
- Filtrar en caliente a través de papel filtro, libre de cenizas y peso conocido utilizando un embudo Buschner conectado a un sistema de vacío.
- * Lavar con agua caliente hasta eliminar el álcali, agregar ácido sulfúrico al 1.25% hasta ligera acidez con papel tornasol, y agua hasta que esté libre de acidez.
- Pesar el papel filtro con el precipitado a un crisol de tara conocida, secar a 110°C hasta peso constante.
- Pesar, restar el peso del papel filtro al peso del crisol con muestra y papel filtro.
- Incinerar en el mechero y después en la mufla a 550°C llevar a peso constante, enfriar en el desecador y pesar.

Cálculos:

La pérdida de peso corresponde a la celulosa en la muestra seca y desgrasada.

$$\% \text{ de Celulosa} = \frac{\text{Gramos de celulosa}}{\text{Peso de muestra seca s/grasa}} \times 100$$

GLUTEN.

Muchos cereales tienen sus cadenas de proteínas, unidas en forma transversal a través de enlaces disulfuro; el ejemplo más conocido de esta clase de interacción se encuentra en el gluten de trigo, complejo proteico, compuesto por dos fracciones; una prolamina llamada "gliadina" y una glutelina llamada "glutenina", las cuales son insolubles en agua.

Material:

- Mortero con pistilo.
- + Vidrio de reloj.
- * Tamiz fino o manta de cielo.
- Estufa.

Reactivos:

- Solución de cloruro de sodio al 2 %.

Procedimiento:

Estado húmedo:

- * Pesar 30 gr de harina y colocarlos en un mortero, agregar poco a poco y agitando 17 ml de cloruro de sodio al 2 % para operar con pH constante.
- Amasar primero en el mortero y luego con las manos, hasta que la masa no se adhiera ni al mortero ni a las manos.
- Dejar reposar la masa.
- Dejar caer agua en chorro muy fino, sobre la masa y continuar amasando con la punta de los dedos manteniéndola sobre un tamiz para recoger las partículas que puedan desprenderse. Continuar lavando hasta que el líquido salga bien claro, lo que demuestra que ya ha arrastrado todo el almidón. Reunir las partículas reunidas sobre el tamiz.
- Exprimir el gluten, para eliminar el exceso de agua, hasta que empiece a adherirse a la mano.
- Pesar obteniendo así el gluten húmedo en forma de masa elástica color crema o gris.

Estado seco:

- Colocar el gluten húmedo en un vidrio de reloj y secarlo en una estufa a 90- 100 °C. Enfriar y pasar al desecador.
- Pesar de nuevo así el gluten seco, el cual es córneo, quebradizo y de color amarillo pardo oscuro.

Cálculos:

$$\% \text{ Gluten húmedo} = \frac{\text{Peso del G. Húmedo}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ Gluten seco} = \frac{\text{Peso del G. Seco}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

$$\text{Poder de hidratación} = \% \text{ de G. Húmedo} - \% \text{ de G. Seco.}$$

ACIDEZ VOLUMÉTRICA.

En esta determinación se lleva a cabo la valoración de los ácidos grasos libres presentes en la muestra, los cuales se extraen de la harina por un tratamiento alcohólico y por agitación.

Material:

- Matraz aforado de tapón esmerilado.
- Vaso de precipitado de 100 ml.
- Pipeta de 10 ml.
- Bureta.
- Soporte.
- Agitador.

Reactivos:

- Alcohol neutralizado.
- Solución de hidróxido de sodio 0.1 N.
- Fenolftaleína.

Procedimiento:

- Colocar 5 gr, de harina en el matraz volumétrico y adicionar 40 ml de alcohol neutralizado.
- Agitar fuertemente para poner en suspensión la harina, evitando la formación de aglomerados. (Durante 2 horas).
- Filtrar y tomar una alícuota de 20 ml que en sí equivale a 2.5 gr de muestra, colocarlos en el vaso de precipitado.
- Titular el grado de acidez, mediante la solución 0.1 N de hidróxido de sodio utilizando la fenolftaleína como indicador.

Cálculos:

$$\% \text{ Ac. Graso} = \frac{(\text{ml gastados}) (\text{N NaOH}) (\text{meq})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

DETERMINACION DE PH.

Material:

- Potenciómetro medidor de pH.
- Vasos de precipitado de 100 y 200 ml.
- Agitador.

Reactivos:

- Agua desmineralizada.
- Solución Buffer pH = 7.

Procedimiento:

- Vertir 10 gr de Harina en un vaso de precipitado enjuagando con agua desmineralizada y aforar a un volumen de 100 ml con agua destilada recientemente hervida.

- Agitar de tal manera la muestra, para que quede como un líquido homogéneo. Digerir a 25°C, durante 30 min.
- Reposar 15 min y decantar a través de papel filtro.
- Efectuar la lectura del pH de la solución en el potenciómetro previamente calibrado.

PROTEINAS.

Las proteínas son sustancias muy complejas constituidas por aminoácidos unidas entre sí por enlaces peptídicos; estos polímeros de elevado peso molecular son componentes fundamentales de ciertos alimentos como la carne, huevo, queso, cereales, indispensables en una dieta adecuada.

Determinación de proteínas en un alimento por el método de Kjeldahl;

* Es un método que se basa en la determinación del nitrógeno amónico de carácter básico, pasando este a nitrógeno inorgánico como sulfato ácido de amonio, el cual posteriormente se alcaliniza, destilando el amoníaco presente, que se recoge en una solución valorada de HCl. El exceso de HCl se titula con NaOH conociendo de esta manera la cantidad de amoníaco combinado y por lo tanto la cantidad de nitrógeno.

Material:

- Matraz Kjeldahl.
- Parrilla Kjeldahl.
- Matraz balón de 1 litro.
- Refrigerante.
- Bureta.
- Pinzas.
- Soporte.
- Vaso de precipitado de 400 ml.

Reactivos:

- Sulfato de cobre pentahidratado.
- Sulfato de potasio anhidro.
- Hidróxido de sodio en lentejas.
- Granalla de zinc.
- Solución NaOH 0.1 N.
- Solución HCl 0.1 N
- Indicador anaranjado de metilo.

Procedimiento:

Digestión:

- Colocar en un matraz Kjeldahl de 500 ml (limpio y seco) de 0.5 a 1.0 gr de muestra.
- Adicionar 1 gr, de sulfato de cobre pentahidratado, 10 gr de sulfato de potasio y 25 ml de ácido sulfúrico concentrado, procurando que se vayan al fondo y no se adhieran a las paredes del cuello del matraz.

Colocar el matraz en un soporte sostenido por el cuello en posición inclinada y sobre una parrilla Kjeldahl o sobre un mechero.

- Calentar suavemente al principio, y después, en forma enérgica, para eliminar los vapores tóxicos (girar ocasionalmente el matraz). Toda esta operación se ejecuta dentro de la campana para gases.

- Calentar hasta completa oxidación aproximadamente 30 min, punto donde la solución se torna verde clara transparente, algunas veces se presenta un precipitado blanco o gris, correspondiente a los catalizadores. Dejar 10 min más y enfriar dentro de la campana para gases.

Destilación.

- Añadir 50 ml de agua destilada al contenido del matraz Kjeldahl (calentar si es difícil la disolución) pasar toda la solución a un matraz balón de fondo plano de 1 litro, que contenga 50 ml de agua destilada, enjuagar repetidas veces el matraz Kjeldahl, reunir los lavados, hasta reunir 500 ml. - Añadir al matraz unas gotas de antiespumante (octanol, parafina).

- Montar un aparato de destilación utilizando el matraz unido por la perilla Kjeldahl y ésta a un refrigerante. El extremo del refrigerante se introduce en un vaso de precipitado, receptor del destilado. Colocar en el vaso 50 ml de solución de HCl 0.1 N, utilizando como indicador, anaranjado de metilo.

- Las uniones matraz - perilla Kjeldahl - Refrigerante deben ser hechas por medio de tapones de hule de perfecto ajuste.

- Añadir una pequeña cantidad de zinc de granalla, 2 gr de NaOH por cada ml de ácido sulfúrico adicionado durante la digestión.

- Conectar inmediatamente el sistema de destilación (prender mechero, abrir la llave del agua, y mezclar lentamente el contenido del matraz ya conectado al destilador, con movimientos rotatorios).

- Una vez ajustado el aparato en todas sus partes se calienta intensamente el matraz para provocar una destilación rápida, procedente de una destilación muy intensa, pero sin sobresaltos.

En 30 min de esta operación se reciben de 100 a 150 ml del destilado, suficientes para pasar todo el destilado (amoníaco)

Retirar el vaso de precipitado, apagar el mechero (para evitar que se haga sifón) desconectar la perilla, lavar con agua destilada del tubo del refrigerante, juntando los lavados con el destilado.

Titulación.

Valorar el exceso de HCl 0.1N, que quedó en el vaso receptor utilizando solución de NaOH 0.1 N en presencia de anaranjado de metilo.

Cálculos:

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{(\text{VHCl}) (\text{NHCl}) (\text{meq Nitrógeno})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

donde el meq de Nitrógeno = 0.014

% de Proteínas = % de Nitrógeno x factor.

NOTA: El factor varía según el alimento, de que se trata en el caso de la harina se toma el factor = 5.7.

EXTRACTO ETereo.

Método: Soxhlet.

Este método utiliza un sistema de extracción cíclica de los componentes solubles en éter que se encuentran en el alimento. Es aplicable para la determinación de ácidos grasos en todos los alimentos sólidos, excepto los productos lácteos.

Material:

- * Aparato extractor Soxhlet.
- * Cartucho o dedal para extracción.
- * Parrilla eléctrica.
- * Estufa, 100 - 110°C, con termostato y termómetro.
- * Balanza analítica.

Reactivos:

- * Éter etílico.

Procedimiento:

- Pesar de 2 a 10 gr según sea el producto e igual cantidad de sulfato de sodio anhidro o arena lavada y calcinada. Mezclar y colocar un cartucho o dedal y cubrir con una porción de algodón.
- * Pesar previamente el matraz del aparato Soxhlet, y luego montar el aparato; matraz, extractor y refrigerante.
- * Colocar el cartucho dentro del extractor.
- * Añadir éter etílico al extractor, en cantidad suficiente como para tener dos descargas del extractor, aproximadamente 200 ml.
- * Dejar en reposo varias horas, para facilitar la disolución de la materia grasa.
- * Circular agua por el refrigerante y calentar para provocar la destilación del éter, que cae de nuevo sobre el extractor, hasta dar un sifoneamiento.
- * Se efectúan una serie de extracciones durante 2 horas lo que equivale aproximadamente a 4 sifoneamientos.
- * Suspender el calentamiento, para hacer una prueba al disolvente, si ya no arrastra más grasa. Dejar caer una gota del éter del extractor a un papel filtro, si al evaporarse el éter se observa una mancha de grasa, ajustar el aparato soxhlet nuevamente al matraz y continuar la extracción.

- En caso contrario quitar el cartucho del extractor y recuperar el solvente puro por destilación.
- Se deseca el matraz con su contenido en la estufa a 100 - 110°C por 2 horas.
- Pasar al desecador y enfriar.
- Pesarse el matraz con su contenido. Por diferencia de peso se conoce la cantidad en gramos correspondiente al extracto etéreo.

Cálculos:

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{P2 - P1}{M} \times 100$$

M

En donde;

P1 = Peso del matraz.

P2 = Peso del matraz con grasa.

M = Peso de la muestra.

ALMIDON.

Método volumétrico de Eynon Lane.

Este método está basado en la oxidación de los azúcares en la forma carbonilo y en la función alcohol primario, por medio de una solución tartrato - alcalina de sulfato cúprico, a la temperatura de ebullición usando como indicador una solución de azul de metileno, el cual tiene la propiedad de pasar a la forma de leucobase o incolora en presencia de agentes oxidantes.

Material:

- Matraz erlenmeyer de 500ml.
- Refrigerante.
- Parrilla de calentamiento.

Reactivos:

- HCl concentrado.
- NaOH al 4 %.
- Solución A de Fehling Soxhlet.
- Solución B de Fehling Soxhlet.
- Indicador azul de metileno al 1 %.

Procedimiento:

- En un matraz erlenmeyer de 500 ml colocar 1 gr de muestra pulverizada, adicionar 60 ml de agua destilada y 1 ml de HCl concentrado.
- Calentar a ebullición suave con refrigerante a reflujo por dos horas.
- Es muy importante agitar el concentrado del matraz, de vez en cuando para evitar la carbonización de la muestra en las paredes del matraz, así como para disminuir la espuma formada.

13

unas gotas del hidrolizado adicionar 1 o 2 de solución de yodo, si está de color azul se continúa la hidrólisis del almidón presente.

→ Si la coloración tras la adición de yodo a las gotas del hidrolizado es amarilla, enfriar la muestra y continuar como en azúcares reductores totales.

Cálculos:

Título del reactivo de F-S,

Glucosa anhidra = _____

ml de azúcar reductor

ACTIVIDAD DIASTASICA.

Es la determinación de la actividad enzimática de la alfa-amilasa por medio de una digestión del almidón, a una temperatura y pH adecuados y el cuanteo de la maltosa producida, haciendo una desproteínización previa.

Material:

- Baño de temperatura constante, regulado a 30°C.
- Papel filtro Whatmann no. 4 o equivalente.
- Microbureta, capacidad 10 ml

Reactivos:

1. Solución buffer, disolver 3 ml de ácido acético glacial y 4.1 ml de acetato de sodio anhidro y llevar a 1 litro con agua,

- El pH de esta solución es de 4.6 a 4.8.

2. Acido sulfúrico en solución a 3.68 N; diluir 10 ml de ácido sulfúrico concentrado (densidad = 1.84) a 100 ml y ajustar la concentración si es necesario.

- Solución de tungstato de sodio al 12 %; disolver 20 gr de tungstato de sodio dehidratado, diluir a 100 ml.

3. Reactivo de ferrocianuro alcalino 0.1 N; disolver 33 gr de ferrocianuro de potasio puro y seco y 44 gr de carbonato de sodio anhidro y diluir a 1 litro, para estandarizar agregar 30 ml de esta solución, 25 ml de la solución ácido acético-sal y 1 ml de solución de almidón soluble - yoduro de potasio y titular con tiosulfato 0.1 N.

Se deben requerir exactamente 10 ml para eliminar el color azul exactamente.

- Solución ácido acético-sal; disolver completamente 70 gr de cloruro de calcio y 40 gr de sulfato de zinc heptahidratado en 750 ml de agua agregar lentamente 200 ml de ácido acético glacial y diluir a 1 litro con agua.

4. Solución de almidón soluble-yoduro de potasio. Suspender 2 gr de almidón soluble en una pequeña cantidad de agua fría y vaciar lentamente en agua caliente con agitación constante, enfriar muy bien (o la mezcla resultante será de color oscuro) añadir 50 gr de yoduro de potasio, diluir a 100 ml y agregar 1 gota de solución saturada de hidróxido de sodio.

Solución de tiosulfato 0.1N; disolver 24.82 gr de tiosulfato de sodio pentahidratado y 3.8 gr de bórax (para evitar el crecimiento bacteriano) y llevar a 1 litro, con agua fría recientemente hervida.

Procedimiento:

- Introducir 5 gr de harina y una cucharadita de arena de cuarzo calcinada en un matraz erlenmeyer de 125 ml y mezclar, girando el matraz, agregar 46 ml de solución buffer a 30°C y otra vez mezclar frotando el matraz hasta que toda la harina esté en suspensión.
- Colocar en un baño a temperatura constante, a 30°C exactamente 1 hora, agitando el matraz por rotación cada 15 minutos.
- Al final de 1 hora añadir 2 ml de ácido sulfúrico 3.69 N y mezclar muy bien, agregar inmediatamente 2 ml de tungstato de sodio y volver a mezclar.
- Dejar reposar 2 min y filtrar, descartando las primeras 8 a 10 gotas.
- Mezclar el filtrado, sacar una alícuota de 5 ml. Determinar maltosa como sigue:

Pipetear 5 ml de extracto en un matraz de 125 ml. Agregar con pipeta 10 ml de ferrocianuro alcalino, mezclar y meter el matraz en un baño de agua hirviendo de tal modo que la superficie del líquido en el matraz este 3 a 4 cm debajo de la superficie del agua hirviendo (el retraso entre el filtrado del extracto y el tratamiento en el baño de agua hirviendo no debe exceder de 15 a 20 min. Un retraso mayor puede causar error debido a la hidrólisis de la sacarosa en solución ácida).

Exactamente 20 min. después de la inmersión, sacar el matraz del baño y enfriar bajo agua corriente, agregar 20 ml de solución ácido-acético-sal y 1 ml de solución de almidón soluble-KI mezclar bien por rotación. Titular con tiosulfato 0.1 N hasta la completa desaparición del color azul.

4.- QUE ES EL PORCENTAJE DE EXTRACCION DE UNA HARINA?

El porcentaje de extracción son los kg de harina obtenidos por cada 100 kg de trigo limpio.

$$\text{Porcentaje de extracción} = \frac{\text{Kilogramos de harina}}{100 \text{ kg de trigo limpio}}$$

El porcentaje de extracción de una harina es un término que define a las harinas en su calidad, es decir indica a que tipo de harina pertenece, de esta forma se tiene:

Harina de alta extracción	80 - 85 %
Harina de media extracción	75 - 80 %
Harina de baja extracción	70 - 75 %

El valor normal del porcentaje de extracción para una harina debe corresponder al 72 %. Una medida del porcentaje de extracción para harinas corresponde a la prueba de cenizas (residuo que se obtiene al incinerar la harina destruyendo la materia orgánica). Una baja cantidad de cenizas indica bajo porcentaje de extracción. Una alta extracción muestra harinas oscuras ya que en ellas se arrastran pigmentos de la cascarrilla; la harina es poco tersa por la cantidad de celulosa que lleva, se conservan las proteínas, grasas, tiamina llevándose solamente una parte del germen además de compuestos no permitidos en panificación, mientras que una harina de extracción media contiene cantidad de proteínas, celulosa, minerales; se presentan amarillas (menos oscuras que las anteriores), se utilizan para pastelería. Y las harinas de baja extracción son blancas; no tienen proteínas, minerales, grasas, que son indeseables en panificación, contiene proteínas aceptables en el organismo.

5.- CUALES SON LOS AGENTES BLANQUEADORES Y CUALES LOS MADURADORES Y DIGA LOS RANGOS DE CADA UNO. Y PARA QUE SE MADURAN LAS HARINAS.

Agentes blanqueadores:

- Peróxido de benzoilo (50 mg/kg).
- Cloro (900 mg/kg).
- Dióxido de cloro (15-30 mg/kg).
- Clorhidrato de L-cisteína (75mg/kg)
- Bióxido de azufre (200 mg/kg).
- Oxígeno atmosférico.

Agentes maduradores:

- Bromato de potasio (50 mg/kg).
- Persulfatos de amonio y de potasio (200 mg/kg).
- Metabisulfito de sodio (200 mg/kg, como dióxido de azufre).
- Azocarbonamida (45 mg/kg).
- Acido ascórbico (75 mg/kg).

La maduración es una forma de fermentación de la harina, por lo cual se deja en almacenamiento de 3 a 6 meses.

La maduración tiene como fin principal romper los enlaces -SH y formar los enlaces S-S con lo que se obtiene mejor elasticidad y resistencia de la harina aunque sin rigidez.

6.- INVESTIGUE CUALES SON LAS TECNICAS PARA DETECTAR LOS AGENTES BLANQUEADORES EN UNA HARINA.

El blanqueo de las harinas que tiene lugar naturalmente durante la maduración y que parece ser debido a una oxidación de la carotina, es obtenido muchas veces artificialmente para conferir a las harinas de bajo valor comercial, blancura, un mejor aspecto y consecuentemente un aumento en el precio.

Ordinariamente se usan anhídrido nitroso, cloruro de nitrosilo, cloro de ciertos peróxidos, como el peróxido de benzoilo.

DETERMINACION DE PEROXIDO DE BENZOILO.

Material:

- Tubos de ensaye de 8 x 100.
- Pipetas de 1 y 5 ml.

Reactivos:

- Reactivo de Rother-Fusser:
Sulfato de p-diamidodifenilamina al 1 % en solución alcohólica.
- Eter de petróleo.

Procedimiento:

- Introducir 0.7 gr de harina en el tubo de ensaye.
- Adicionar 2.5 ml de éter de petróleo. Agitar vigorosamente para pulverizar la harina en el éter.
- Vertir 1 ml del reactivo alcohólico sobre la muestra en el tubo de ensaye y agitar durante unos minutos.
- Dejar reposar hasta la separación de los dos líquidos.
- Observar la capa etérea. En presencia de peróxido de benzoilo (1:10000) la capa etérea toma una coloración verde-azulada. Si existen cantidades mayores de blanqueante se colorea, incluso la harina.

DETERMINACION DE BIOXIDO DE NITROGENO.

La prueba se basa en la formación del azobenzal naftilamina del ácido sulfanílico color rosa en presencia de nitritos.

Material:

- * Matraz erlenmeyer de 250 ml.
- Tubo de Nessler de 50 ml.
- Pipeta de 5 ml.
- Embudo.
- Papel filtro.

Reactivos:

- Reactivo de Griess-Illosvy separadamente en 150 ml de ácido acético caliente al 30 %, 0.5 gr de ácido sulfanílico y 0.1 gr de naftilamina.

Procedimiento:

- Agitar durante 10 minutos 10 gr de harina con 100 ml de agua excenta de nitritos.
- Dejar sedimentar, reposar y filtrar
- * Llevar 45 ml del filtrado a un tubo de Nessler y agregar 5 ml del reactivo de Griess.
- * Llevar a un baño María a 70°C durante 5 min.

→ Una coloración rosa neta, incluso roja es indicio de harina blanqueada, con bióxido de nitrógeno.

Es recomendable tener un estándar de referencia para lo cual trabajar de la misma forma con una harina que no ha sido blanqueada.

1.4. PROCEDIMIENTO.

Realizar las siguientes técnicas:

- Humedad.
- Cenizas.
- Acidez.
- pH.

1.5. PRESENTACION DE RESULTADOS.

1.- Explicar como realizó los cálculos.

Muestra 1: "Harina la Perla"

HUMEDAD.

	Muestra "A"	Muestra "B"
Peso del crisol	37.3022 gr	36.3265 gr
Peso de la muestra húmeda	1.0035 gr	0.9275 gr
Peso de la muestra seca	0.9139 gr	0.8441 gr
Diferencia	0.0896 gr	0.0834 gr

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

$$\% \text{ de Humedad "A"} = \frac{0.0896 \text{ gr}}{1.0035 \text{ gr}} \times 100 = 8.92 \%$$

$$\% \text{ de Humedad "B"} = \frac{0.0834 \text{ gr}}{0.9275 \text{ gr}} \times 100 = 8.99 \%$$

$$\% \text{ de Humedad promedio} = 8.95 \%$$

CENIZAS.

	Muestra "A"	Muestra "B"
Peso del crisol + muestra	13.4615 gr	14.5359 gr
Peso del crisol	13.4597 gr	14.5343 gr
Peso de la muestra húmeda	1.0561 gr	1.0214 gr
Peso de la muestra calcinada	0.0018 gr	0.0016 gr

$$\% \text{ de Cenizas} = \frac{\text{Peso de la muestra calcinada}}{\text{Peso de la muestra húmeda}} \times 100$$

$$\% \text{ de Cenizas "A"} = \frac{0.0018 \text{ gr}}{1.0561 \text{ gr}} \times 100 = 0.17 \%$$

$$\% \text{ de Cenizas "B"} = \frac{0.0016 \text{ gr}}{1.0214 \text{ gr}} \times 100 = 0.15 \%$$

$$\% \text{ de Cenizas promedio} = 0.16 \%$$

ACIDEZ VOLUMETRICA.

	Muestra "A"	Muestra "B"
Volumen de NaOH	0.8 ml	0.7 ml
Peso de la muestra	5.0 gr	5.0 gr

$$\% \text{ de Ac. Oleico} = \frac{(\text{Vol. NaOH}) (\text{N NaOH}) (\text{meq Ac. Oleico})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{P.M. Ac. Oleico} &= 282 \text{ gr/mol} \\ \text{meq. Ac. Oleico} &= 282/1000 = 0.282 \end{aligned}$$

$$\% \text{ Ac. Oleico "A"} = \frac{(0.8 \text{ ml}) (0.1135 \text{ N}) (0.282 \text{ meq})}{5.0 \text{ gr}} \times 100 = 0.51 \%$$

$$\% \text{ Ac. Oleico "B"} = \frac{(0.7 \text{ ml}) (0.1135 \text{ N}) (0.282 \text{ meq})}{5.0 \text{ gr}} \times 100 = 0.44 \%$$

$$\% \text{ AC. Oleico promedio} = 0.475 \%$$

pH.

Se lee directamente en el potenciómetro:

Muestra "A" pH = 6.22

Muestra "B" pH = 6.23

pH promedio = 6.225

Muestra 2: "Harina Sello de Oro".

Muestra 3: "Harina Río Bravo".

Los cálculos de las muestras 2 y 3 se realizan de la misma forma que la muestra 1.

1.6. OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS.

Observaciones:

Al realizar ésta práctica en la prueba de humedad se observa que la de mayor porcentaje es la harina Río Bravo, en segundo lugar la Sello de Oro y La Perla fue la más baja.

En cuanto a cenizas La Perla es la de contenido mas bajo la de Río Bravo en segundo término, quedando en último la Sello de Oro.

Respecto al pH todas presentan poca diferencia entre sí ya que los valores son muy parecidos.

Sugerencias:

Al realizar la prueba de humedad se debe tener precaución de que la temperatura y el tiempo sean los suficientes para que la muestra quede completamente seca y en el período del desecador que este el tiempo necesario para evitar resultados erróneos.

Para las cenizas hay que tener en cuenta que la temperatura de la mufla se mantenga elevada (600°C) para una completa calcinación de la muestra, así como suficiente tiempo.

Y que en el desecador permanezca por lo menos 24 horas, para evitar que tome humedad del ambiente y nos de resultados erróneos.

Para la prueba de acidez, los reactivos en general deben ser preparados recientemente y con la normalidad requerida.

Que la prueba se lleve a cabo correctamente en la agitación y titulación.

pH, el potenciómetro debe estar bien calibrado a la temperatura de la muestra que se va a analizar y tener cuidado de que los electrodos estén bien sumergidos en la muestra.

*Bibliografía: Misma que la practica # 2.

PRACTICA # 2

ANALISIS QUIMICOS DE HARINAS (Parte II).

2.1. OBJETIVO. - Realizar los análisis químicos de harinas (proteína, grasa, celulosa y gluten). Y determinar la calidad de la harina analizada además de conocer el funcionamiento de los aparatos necesarios para análisis físicos de harinas.

2.2. CONSIDERACIONES TEORICAS.

Para determinar la calidad de una harina es necesario realizar tanto análisis físicos como químicos.

Para llevar a cabo los análisis físicos se elabora una masa a partir de una harina.

Dentro de estos análisis se encuentran principalmente; torque o viscosidad y elasticidad los cuales se realizan en aparatos específicos, entre ellos están; el farinógrafo, alveógrafo, etc. Y los que van a registrar automáticamente los parámetros necesarios para determinar la calidad de la harina analizada.

Estos aparatos registran los datos en forma de gráfico, que además de determinar la calidad de una harina y sus posibilidades para panificación y bollería, también nos sirven para controlar las recepciones y así asegurar una producción uniforme.

Industrialmente otros tipos de análisis importantes, a parte de los ya mencionados son: determinación del tamaño de partícula, maltosa, moldeado, impurezas y una examinación microscópica en harinas.

El valor panadero de las harinas depende de las características del gluten y del empuje de la masa.

El empuje de las harinas se mide por la cantidad de anhídrido carbónico que se produce en el período de fermentación y por la resistencia de la masa que se traduce en aumento del volumen. Si la cantidad de gas es grande y la elasticidad de la masa es pequeña, se rompe la masa y el pan se achata, pero si la resistencia de la masa es suficiente aumenta el volumen durante la fermentación y la cocción.

La mejor harina para pan es la que tiene 12 % de gluten, con 3 gr de glutelina y 9 gr de gliadina, o relación glutelina - gliadina, 1:3.

Para medir el valor panadero de las harinas se utilizan el farinógrafo, el fermentógrafo y el extensígrafo.

El farinógrafo de Brabender sirve para medir la consistencia, el desarrollo, la persistencia, el decaimiento y la elasticidad de la masa de harina y agua, mantenida a una temperatura a 39°C en el aparato.

La consistencia de la masa se mide por la cantidad de agua que necesitan 300 gr de harina para obtener la resistencia modelo de 500 dinas.

El desarrollo de la masa se mide por la altura máxima del farinograma y por los minutos que se necesitan para lograr la resistencia modelo.

La estabilidad del volumen o persistencia se mide por el tiempo que se mantiene el farinógrafo a la altura máxima.

El decaimiento o aflojamiento de la masa se marca por el descenso progresivo del farinograma y se produce por una reducción progresiva en el volumen de la masa.

La elasticidad o extensibilidad de la masa se mide por la anchura del trazado.

La elasticidad de la masa y la estabilidad del volumen están en relación íntima y reciben el nombre de tolerancia de fermentación.

Las harinas de trigos blandos producen desarrollo rápido porque se forma mucho anhídrido carbónico y la pasta se deja extender fácilmente por la red de gluten insuficiente y de poca resistencia. La elasticidad está disminuida y el grado de aflojamiento es muy largo, por eso las harinas de trigo blando producen panes de volumen reducido y de masa compacta.

Fermentógrafo de Brabender.

Se usa para medir la cantidad de anhídrido carbónico, que se forma en un amasado hecho en condiciones habituales.

El amasado se coloca en un caucho que se sumerge en agua a 39°C y como el gas produce aumento de volumen del globo, hay desplazamiento del agua y el cambio se registra en una gráfica. Cada hora se vacía el globo y se mide el aumento de volumen en la hora siguiente.

La producción máxima de anhídrido carbónico se registra en la segunda hora y en la tercera, disminuye en la cuarta hora, y es mínima en la quinta hora.

En las harinas equilibradas por la mezcla adecuada de harinas de trigos duros y harinas de trigos blandos coincide la producción máxima de anhídrido carbónico con el desarrollo máximo de la masa.

En las harinas no equilibradas no coincide el desarrollo máximo con la mayor producción de anhídrido carbónico como sucede en las harinas de trigos blandos.

Extensígrafo de Chopin.

El extensígrafo es un amasador especial con temperatura adecuada de 39°C y el extensígrama mide la elasticidad o extensibilidad de los amasados.

El amasado se pone en un plato perforado en el centro y se inyecta aire a presión por la parte inferior, para extender la masa y la parte periférica de la masa extendida se sujeta con un aro de metal. El volumen del globo de masa que se forma por la acción del aire sobre la masa determina la amplitud del extensígrama.

2.3. GUIA DE ESTUDIOS.

1.- ¿CUALES SON LOS ANALISIS FISICOS QUE SE HACEN PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE UNA HARINA. Y MENCIONE APARATOS UTILIZADOS.

Los análisis necesarios para determinar la calidad de una harina, físicamente se efectúan sobre una masa elaborada a partir de la harina a analizar. Se realizan con diversos aparatos que miden las siguientes variables:

- Aparatos que miden torque o viscosidad.
- Aparatos que miden elasticidad de la masa.

De esta forma se tienen:

A		}	Torque	}	Farinógrafo				
N	F				Mixógrafo				
A	I		}	y	}	Viscógrafo o			
L	S					Amilógrafo			
I	I					}	Elasticidad	}	Extensógrafo
S	C								Alveógrafo
I	D								Maturógrafo
S	S								Mixatrón
									Extensómetro
									Zymotaquígrafo

2.- ¿QUE ES UN FARINOGRAFO, QUE ES UN FARINOGRAMA?. DESCRIBA AMBOS Y PARAMETROS QUE SE MIDEN EN EL FARINOGRAMA.

El Farinógrafo de Brabender sirve para medir la consistencia, el desarrollo, la persistencia, el decaimiento y la elasticidad de la masa de harina y agua mantenidas a una temperatura de 30°C en el aparato.

La consistencia de la masa se mide por la cantidad de agua que necesitan 300 gr de harina para obtener la resistencia modelo de 500 dinas.

Por medio de este instrumento, se puede determinar el rendimiento probable de pan que puede dar una harina, midiendo la absorción de agua, así como el acondicionamiento de la masa y la resistencia que presentará a su fermentación.

También se puede utilizar para estudiar la influencia sobre la consistencia y características de la masa, de los mejoradores de todo tipo. Con el se puede observar la influencia de los persulfatos y bromatos, utilizados a distintas proporciones; la influencia de los agentes enriquecedores, productos de malta y enzimas bacterianas.

Está compuesto por una amasadora de dos brazos, que giran a 55 y 82 r.p.m. respectivamente. Está conectado a un dinamómetro compensado, cuyos movimientos se transmiten por un sistema de palancas, con amortiguador de aceite, a un dispositivo tipo báscula, y este último conectado a un aparato registrador, donde se graba en un papel la resistencia que opone la masa al trabajo mecánico a que se somete en la amasadora.

La amasadora está dotada con camisa de agua y control termostático para mantenerla a 30 °C. Se ponen en la amasadora 300 gr de harina y con una bureta se va añadiendo agua fría, hasta conseguir la absorción correcta, lo cual ocurre cuando la curva alcanza la línea 600. Luego se toma una muestra nueva de harina y se comienza el amasado, al tiempo que se registra en el farinógrafo la evolución de la masa y la resistencia que pone al amasado.

Esta operación se prolonga hasta que la muestra toma síntomas de debilitamiento.

La forma de la curva varía según el tipo de harina y la naturaleza de los aditivos. En general, se puede decir que cuanto más tiempo resiste una harina al proceso del amasado tanto más fuerte es.

La influencia del aditivo se demuestra del mismo modo.

Mediante la interpretación del farinograma, se puede deducir la siguiente información:

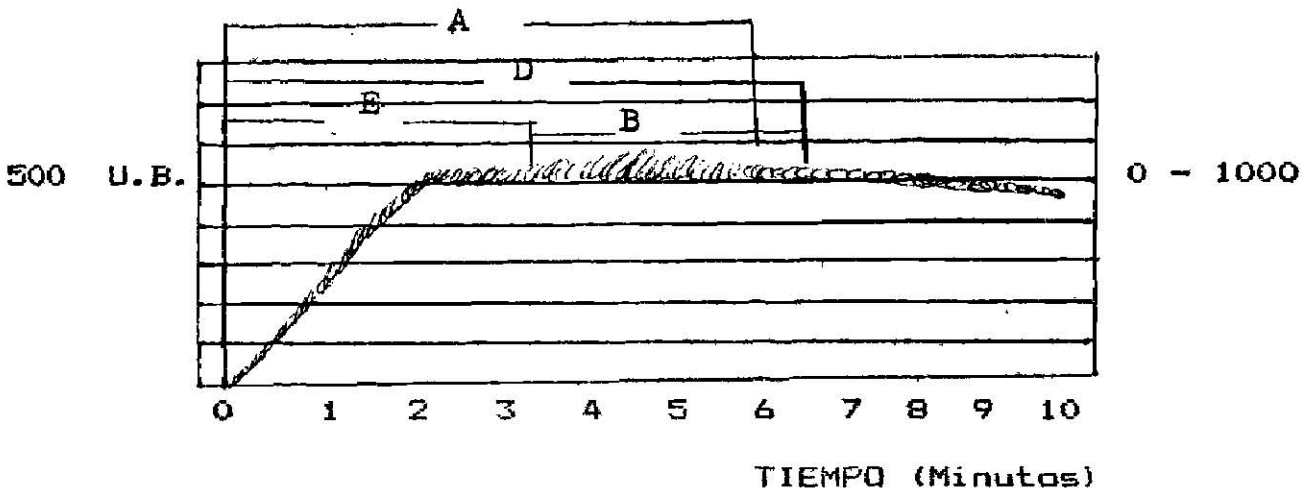
1. Consistencia de la masa. Esta y la capacidad de absorción de agua se deducen de la cantidad de agua necesaria para producir una masa de consistencia correcta que llegue a la línea 600. Esto es cuando se prueba una harina con buena capacidad de absorción, se tendrá que ajustar, pues el pico de la curva subirá bastante por encima de este nivel. El ajuste se ha de hacer con cada tipo de harina a probar para mantener el pico de la curva en esta línea.

Para las harinas de uso general y las que se emplean en tortitas, se suele seguir la línea 500, pues tienen menos proteína de gluten. Al interpretar el porcentaje de absorción de agua con sentido comercial, es necesario por lo general hacer una deducción de 3.5 a 5.4 litros de agua por 100 kg de harina, cuando se trata de harinas de consistencia media.

2. Evolución de la masa. Es de gran importancia para poder determinar el tiempo de amasado. Cada harina necesita su tiempo de amasado y el farinógrafo es sumamente útil para indicar este tiempo. La situación del punto más alto de la curva indica el tiempo que puede ser necesario para la confección de la masa en condiciones industriales. Hay muchas harinas comerciales de las que se obtiene pan de baja calidad a causa de que la masa ha sido poco trabajada. Igualmente se estropean harinas por exceso de trabajo. Precisamente, este fue el caso durante los primeros días de introducción de las harinas de alta extracción.

Las harinas con alto contenido proteico llevan asociado un tiempo largo de amasado.

Figura 2.1. FARINOGRAMA.



3.- Estabilidad de la masa. Indica el tiempo que transcurre hasta que se debilita la masa y es una medida de la cantidad de fermentación que resistirá una harina y, en cierto modo, es una indicación de la tolerancia de la misma al tiempo de fermentación. También es una medida del exceso del amasado que resiste una harina, antes de que ésta empiece a debilitarse.

4.- Elasticidad y extensibilidad. La anchura de la banda es una medida de la dureza de la harina y de su elasticidad. NO obstante, el extensígrafo es el aparato mas adecuado para hacer ésta medida.

5.- Debilitamiento de la masa. Queda representado por la caída de la curva por debajo de la línea 600, durante un período determinado del amasado. Las harinas fuertes darán números bajos, mientras que las débiles darán numeros altos.

Parámetros a medir:

Parámetro A.- Tiempo de desarrollo: representa el tiempo desde la primera adición de agua a 0 min, hasta el punto máximo de desarrollo.

Es indicativo de la calidad del gluten, ya que harinas fuertes proporcionan un mayor tiempo de desarrollo, en comparación con harinas débiles. es de gran importancia para poder determinar el tiempo de amasado. La situación del punto más alto de la curva indica el tiempo que puede ser necesario para la confección de la masa en condiciones industriales.

Las harinas asociadas con un alto contenido proteico llevan consigo un tiempo largo de amasado.

Parámetro B.- Estabilidad al mezclado: es indicativo por la diferencia entre el tiempo de arribo o llegada y el tiempo de derrumbamiento o quiebra. Indica la tolerancia a la mezcla que una harina ha de tener.

Indica el tiempo que transcurre hasta que se debilita la masa y es una medida de la cantidad de fermentación, que resistirá la harina, y en cierto modo, es una indicación de la tolerancia de la misma al tiempo de fermentación. También es una medida del exceso de amasado que resiste una harina, antes de que ésta empiece a debilitarse.

Parámetro C.- Índice de tolerancia de mezclado: Se mide desde el punto más alto de la curva hasta pasar o atravesar 5 min, dándose cuenta cuantas U.B. (Unidades Brabender) decae la curva. En base a lo anterior se tiene:

Disminución en consistencia desde el punto mas alto hasta los 5 minutos.	Tolerancia al Mezclado
0 - 20	Excelente
20 - 30	Muy bueno
30 - 60	Bueno
60 - 70	Regular
Mayor de 70	Pobre

Parámetro D.- Tiempo de quiebra o derrumbamiento: tiempo medido desde 0 hasta el punto donde la curva farinográfica vuelve a interceptar las 500 U.B.

Parámetro E.- Tiempo de arribo o llegada: es la diferencia entre el tiempo a 0 y el tiempo en el cual el tope de la curva alcanza la línea de las 500 U.B. Representa una medida del grado de absorción de agua por la harina.

Una harina dura (alto contenido proteico) tiene un tiempo de llegada más alto. Es decir, en el farinograma va desde cero hasta que llega a 500 U.B.

Parámetro F.- Porcentaje de absorción de agua y se mide en la bureta.

3.- QUE ES UN AMILOGRAFO, QUE ES UN AMILOGRAMA. DESCRIBA AMBOS Y LOS PARAMETROS QUE SE MIDEN EN EL AMILOGRAMA.

Amilógrafo: Aparato utilizado para efectuar un analisis físico en harinas. La gelificación del almidón influye en las características de la corteza en cuanto a sequedad o humedad; con éste aparato se gelifica una suspensión de harina a la vez que se va elevando la temperatura a velocidad constante registrándose mientras tanto el amilograma o el grado de gelificación.

Este aparato inscribe un gráfico de la viscosidad de un líquido en función del tiempo, de una disolución o de una suspensión de sólido en líquido mientras se va elevando la temperatura a velocidad constante o se aumenta a una temperatura seleccionada, donde se mantiene. El amilógrafo está dotado de una cabeza de sensibilidad fija, de 700 cmg y se utiliza generalmente para ensayar la gelificación de harinas y centenu.

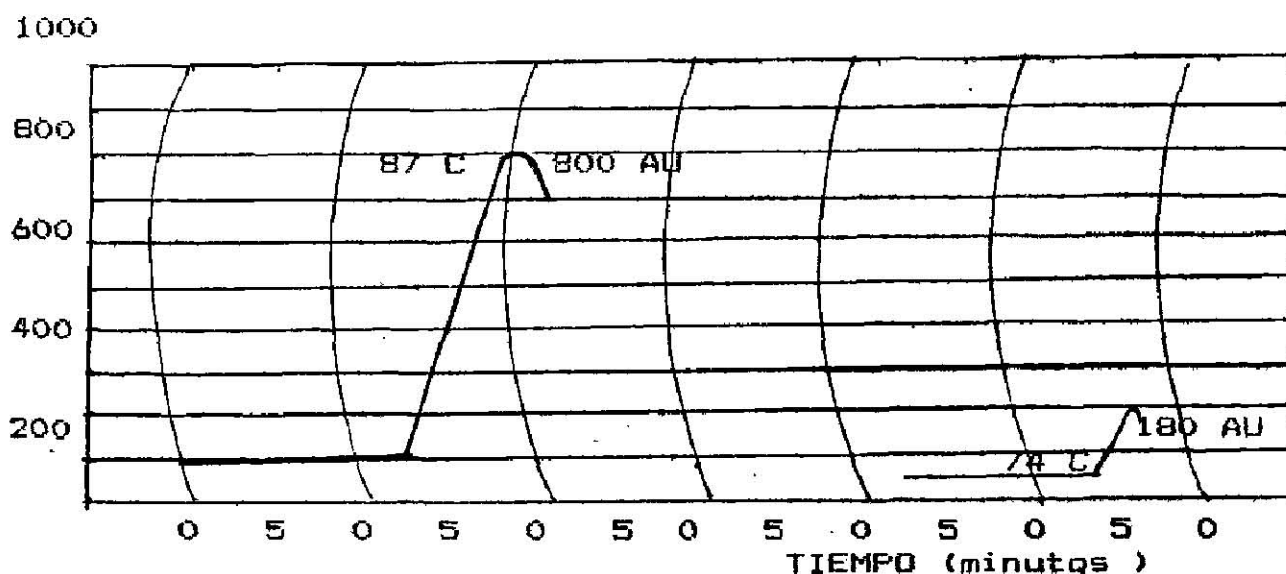
La altura de la curva indica el grado de gelificación. Una curva baja indica una mala gelificación, lo cual quiere decir que el almidón no se une con el agua, y el agua permanece libre. La corteza del pan resultará húmeda y gomosa.

Una curva elevada demuestra un alto grado de gelificación y una buena capacidad para mantener agua, de modo que no quede libre. El resultado será pan con corteza seca al paladar. El tipo adecuado de harina será cuando de una curva intermedia.

El amilógrafo tiene una velocidad única de 75 r.p.m.

La velocidad de variación de la temperatura es de 1.5°C por minuto y el margen normal es de 20 a 79°C.

FIGURA 2.2 AMILOGRAMA.



4.- DESCRIBA EL EXTENSOGRAFO DE BRABENDER.

La medida de la extensibilidad de una masa es tan importante como la medida de su fuerza. En la amasadora del farinógrafo se hace una masa de consistencia estándar, con 300 gr, de harina y 5 gr de sal, se amasa durante 1 min, se deja reposar 5 min y se amasa durante 2 min más, tras los cuales se divide en trozos de 150 gr y se moldean en redondo con un redondeador especial que se suministra con el extensógrafo; a cada pieza se le dan 20 vueltas.

Las piezas redondeadas pasan entonces a la moldeadora y les dá forma de barrita y se pasan entonces a los portaprobetas. Estos las soportan de modo que se puedan colocar en cámaras termostáticas donde reciben una maduración de 45 min. En el momento oportuno, se toman los portaprobetas y se colocan en posición en el aparato, de modo que un brazo desplazable estira la masa hasta que finalmente ésta se rompe. La fuerza necesaria para estirar y romper, se registra automáticamente en una gráfica junto con la longitud que ha estirado.

Una vez estirada la masa hasta el máximo, se recoge y vuelve a moldear en forma redondeada como antes y se le deja otro período de maduración de 45 min; entonces se somete a otra prueba, y el proceso se repite hasta que la masa ha permanecido 135 min, con lo que se obtienen 3 curvas de la misma muestra.

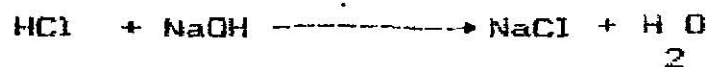
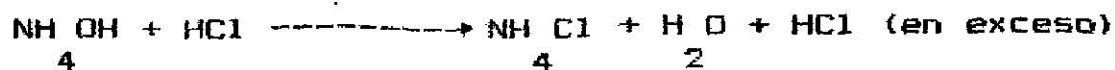
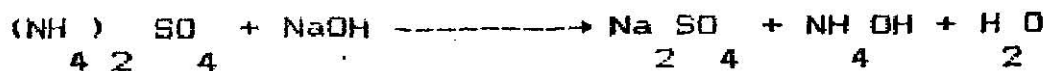
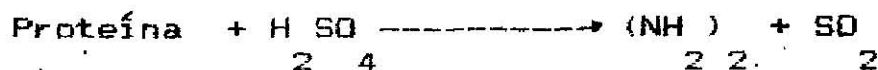
La harina de buena calidad dará curvas cada vez más elevadas, demostrando su buena estabilidad. Para la interpretación de los resultados se toma la altura de la curva a los 5 cm. La extensibilidad viene dada por la longitud de la curva; el área abarcada representa la energía, pues prácticamente está compuesta por: cantidad de deformación y fuerza necesaria para efectuarla.

Un valor alto de energía unido a gran extensibilidad, indica una harina fuerte. Un valor bajo de energía y gran extensibilidad, muestra una harina floja inadecuada para panificación y es más a propósito para galletas, harinas preparadas con levaduras artificiales o para pastas. Una masa corta dá curva alta y baja extensibilidad, éste aparato revela muy fácilmente el efecto producido por los tratamientos de las harinas con el se puede controlar muy fácilmente las operaciones de decoloración.

5.- DESCRIBA LAS REACCIONES QUE SE LLEVAN A CABO EN EL ANALISIS DE PROTEINA.

Las sustancias se descomponen por ebullición con ácido sulfúrico concentrado y sulfato de potasio para elevar el punto de ebullición, y un catalizador, como Cobre, Selenio y Magnesio.

El Nitrógeno orgánico se convierte en sulfato de amonio, después al agregar el exceso de álcali y el amoníaco destilado al vapor se difunde dentro del ácido y se titula.



2.4. PROCEDIMIENTO.

Realizar las pruebas de proteína, extracto etéreo, celulosa (fibra), y gluten.

2.5. PRESENTACION DE RESULTADOS.

1.- Explicar como realizó los calculos para proteína, grasa, celulosa y gluten.

PROTEINA.

Muestra 1: "Harina La Perla".

	Muestra "A"	Muestra "B"
Peso de la muestra	0.2369 gr	0.2424 gr
Volumen de HCl	2.3 ml	2.3 ml
Normalidad del HCl	0.1336 N	0.1336 N
Factor proteico	5.7	5.7
meq del Nitrógeno	0.014	0.014

$$\% \text{ de Proteína} = \frac{(\text{VHCl})(\text{NHCl})(\text{meqN})(\text{Factor proteico})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ de Proteína "A"} = \frac{(2.3\text{ml})(0.1336\text{N})(0.014)(5.7)}{0.2369 \text{ gramos}} \times 100 = 10.35\%$$

$$\% \text{ de Proteína "B"} = \frac{(2.3\text{ml})(0.1336\text{N})(0.014)(5.7)}{0.2424 \text{ gramos}} \times 100 = 10.15\%$$

% de Proteína promedio = 10.25 %

GRASA.

	Muestra "A"	Muestra "B"
Peso del dedal	0.8314 gr	0.9639 gr
Peso de la muestra	2.9896 gr	3.0483 gr
Peso de la muestra desgrasada	0.0226 gr	0.036 gr

Muestra "A"

% de Grasa = gr de grasa x 100 gr de muestra/peso de muestra

$$\% \text{ de Grasa} = \frac{0.0226 \text{ gr grasa} \times 100 \text{ gr de muestra}}{2.9896 \text{ gr de muestra}} = 0.75 \%$$

Muestra "B".

$$\% \text{ de Grasa} = \frac{0.0360 \text{ gr} \times 100 \text{ gr de muestra}}{3.0483 \text{ gr de muestra}} = 1.18 \%$$

% de Grasa promedio = 0.965 % de Grasa.

CELULOSA.

	Muestra "A"	Muestra "B"
Peso del papel filtro	1.1428 gr	1.1405 gr
Peso del papel filtro más muestra desgrasada	1.6428 gr	1.6405 gr
Peso del papel filtro más celulosa	1.1444 gr	1.1430 gr
Peso de la celulosa	0.0016 gr	0.0025 gr
Peso de la muestra desgrasada	0.5 gr	0.5 gr

$$\% \text{ de Celulosa} = \frac{\text{Peso de celulosa}}{\text{Peso de la m. desgrasada}} \times 100$$

$$\% \text{ de Celulosa "A"} = \frac{0.0016 \text{ gr}}{0.5 \text{ gr}} \times 100 = 0.32 \%$$

$$\% \text{ de Celulosa "B"} = \frac{0.0025 \text{ gr}}{0.5 \text{ gr}} \times 100 = 0.5 \%$$

% de Celulosa promedio = 0.41 %

GLUTEN.

Gluten húmedo:

	Muestra "A"	Muestra "B"
Peso del gluten húmedo	8.4412 gr	8.2308 gr
Peso de la muestra	30 gr	30 gr

$$\% \text{ de G. Húmedo} = \frac{\text{Peso del gluten húmedo}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ de G. Húmedo "A"} = \frac{8.4412 \text{ gr}}{30 \text{ gr}} \times 100 = 28.13 \%$$

$$\% \text{ de G. Húmedo "B"} = \frac{8.2308 \text{ gr}}{30 \text{ gr}} \times 100 = 27.36 \%$$

$$\% \text{ de G. Húmedo promedio} = 27.74 \%$$

Gluten secos:

	Muestra "A"	Muestra "B"
Peso del gluten seco	5.2916 gr	5.2315 gr
Peso de la muestra	30 gr	30 gr

$$\% \text{ de G. Seco} = \frac{\text{Peso del gluten seco}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ de G. Seco "A"} = \frac{5.2916 \text{ gr}}{30 \text{ gr}} \times 100 = 17.63 \%$$

$$\% \text{ de G. Seco "B"} = \frac{5.2315 \text{ gr}}{30 \text{ gr}} \times 100 = 17.43 \%$$

$$\% \text{ de Gluten Seco promedio} = 17.53 \%$$

2.- Elabore una tabla con los resultados obtenidos en la práctica # 1 y # 2.

ANALISIS	Harina "La Perla"	Harina "Sello de Oro"	Harina "Río Bravo"
% de Humedad	8.95	9.0	12.0
% de Cenizas	0.16	0.37	0.53
% Ac. Volumétrica	0.475	0.251	0.302
% de G. Húmedo	27.74	29.31	28.30
% de G. Seco	17.53	14.81	13.18
Poder de hidratación	10.21	12.32	14.08
% de Grasa	0.965	0.390	0.430
% de Proteína	10.25	11.15	12.42
% de Celulosa	0.410	0.520	0.350
pH	6.225	6.500	6.310

3.- Qué observaciones hizo durante la prueba del gluten.

Durante la prueba del gluten en donde se formó una masa con la harina, se observa que esta tiene aspecto pegajoso y es de color amarillo claro, al ser lavada con agua fría ésta sale turbia y blanquisca lo que nos indica el desprendimiento del almidón haciéndose cada vez más clara, quedando la masa con un color crema y textura elástica, que nos indica la presencia de las proteínas gliadina y glutenina, debido a que éstas son insolubles en agua, quedando en la masa algunos otros componentes de la harina insolubles en el agua.

Se obtiene así el gluten húmedo que posteriormente se seca a una temperatura de 120°C dando por resultado el gluten seco color café claro, córneo y quebradizo.

Al secar el gluten se esponja y empieza a perder el agua evaporándose y quedan retenidos los gases dando un gluten en forma de esfera.

4.- Discuta la calidad de cada una de las harinas y trate de obtener la de mejor calidad.

	"La Perla"	"Sello de Oro"	"Río Bravo"
Proteína	*	*	* 2
Humedad	*	*	*
Cenizas	*	*	*
Grasa	*	**	**
Acidez	*	**	*
pH	*	*	*
Celulosa	*	**	*
Gluten húmedo	**	**	**

NOTA:

- * = Dentro del rango permitido.
- ** = Abajo del rango permitido.

Segun los resultados obtenidos en la tabla anterior se observa que la harina "La Perla", es la de mejor calidad ya que se encuentra dentro de las especificaciones requeridas de una harina para panificación.

El bajo porcentaje de gluten húmedo nos indica que mantiene la calidad suficiente para panificación ya que este es importante para dar "fuerza" a la masa y ayuda a las propiedades de absorción de agua en la harina ya que de éstas dependen las características deseables en un pan.

La harina "Río Bravo" queda en segundo lugar pero, se puede considerar que es de buena calidad, porque cumple con las especificaciones requeridas mas importantes.

En último lugar de calidad se encuentra la "Sello de Oro", ya que en la mayoría de los rangos se encuentran en bajo porcentaje por lo que se considera una harina de mala calidad.

BIBLIOGRAFIA.

- Benmion Edmund B. Fabricacion de pan.
4a. Edicion, Ed. ACRIBIA, Zaragoza Espana.1970.

- Kent. N.L. Tecnologia de los Cereales.
Ed. ACRIBIA. Zaragoza Espana. 1971.

- Pearson David. Analisis Quimico de Alimentos.
Ed. Continental, S.A.; Mexico, D.F.; 1987.

- Quintin Olascoaga Jose. Bromatologia de los Alimentos
Industrializados. 4a Edicion. Mexico. 1983.

- Instructivo de Analisis Bromatologicos de la Facultad de
Ciencias Quimicas. U.A.S.L.P.

- Catalogo de Normas de Calidad de Productos Alimenticios.
Sistema de distribuidores CONASUPO.
Unidad Corporativa de Investigacion y Desarrollo.1985.

PRACTICA # 3

DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES REOLOGICAS DE MASA DE HARINA DE TRIGO.

3.1. OBJETIVO.- Conocer la importancia de las propiedades reológicas de algunos alimentos derivados de Cereales (harina), así como obtener sus parámetros por medio de pruebas empíricas.

3.2 CONSIDERACIONES TEORICAS.

Los alimentos, además de ofrecer un olor, color y un sabor característico, exhiben determinado comportamiento mecánico; reaccionan de un cierto modo cuando intentamos deformarlos.

Pueden ser duros o blandos, correosos o detezuables, gomosos o quebradizos, de textura uniforme o fibrosa, etc. Unos fluyen fácilmente, otros con dificultad. Para expresar o estimar su comportamiento mecánico existen dos procedimientos; uno de ellos consiste en tocar, extrujar, morder o masticar el alimento y describir las sensaciones recogidas.

Metódo sensorial (fisiológico - psicológico).

Las apreciaciones de este tipo varían ampliamente con el individuo que las efectúa, por lo que es preciso someterlas a un tratamiento estadístico. A veces estas cualidades son sensorialmente valoradas por medio de un panel o jurado de catadores, que asigna determinada calificación al producto. Este procedimiento de valorar el comportamiento mecánico ha sido denominado "Haptaestésis" (del griego tacto, sensación).

La Haptaestésis es una rama de la psicología (o de la fisiología sensorial), que trata de la percepción, a través de los sentidos, del comportamiento mecánico de los productos.

El segundo grupo de procedimientos de evaluación utilizan métodos físicos; el valor apreciado no depende, en este caso, del individuo que efectúa la medición, estos métodos suelen ser considerados como "objetivos".

Los resultados obtenidos vienen expresados en metros (m) kilogramos (kg) y segundos (s).

Al estudio físico del comportamiento mecánico de los materiales se le denomina REOLOGIA que es una rama de la física que puede definirse como la ciencia de la deformación de la materia.

La interacción entre la Haptaestésis y la Reología reciben el nombre de psicoreología, que consiste en el estudio de las relaciones resistentes entre las evaluaciones sensoriales y las medidas reológicas.

REOLOGIA.

La reología, o ciencia de la deformación de la materia, se ocupa preferentemente de la deformación de los cuerpos aparentemente continuos y coherentes, pero con frecuencia trata también de la fricción entre sólidos, de flujo de polvos, e incluso de la reducción a partículas o molidura.

JUSTIFICACION DE LOS ESTUDIOS REOLOGICOS.

Existen cuatro razones fundamentales para justificar el comportamiento del estudio reológico de los cuerpos.

En primer lugar, contribuye al conocimiento de su estructura por ejemplo, existe cierta relación entre el tamaño y forma molecular de las sustancias en disolución y su viscosidad, así como entre el grado de entrecruzamiento de los polímeros y su elasticidad.

En segundo lugar, en la industria se efectúan medidas reológicas sobre las materias primas y los productos en elaboración, que son de gran utilidad, para el control de los procesos, como ejemplo cabe citar el control reológico de la masa durante la fabricación del pan.

En tercer lugar, la Reología presenta una valiosa ayuda al diseño de las máquinas, es preciso que tolvas, tuberías y bombas se adecuen a las características de los productos que van a ser utilizados.

Cuanto mejor se conozca la Reología del producto a mover más eficaces serán las tolvas y las bombas.

Finalmente, sus características Reológicas influyen de un modo considerable en la aceptación de un producto.

3.3.- GUIA DE ESTUDIOS.

1.- DEFINICION DE REOLOGIA.

La Reología o ciencia de deformación de la materia, se ocupa preferentemente de la deformación de los cuerpos aparentemente continuos y coherentes, pero con frecuencia trata también de la fricción entre sólidos del flujo de polvos e incluso de la reducción a partículas, o molidura.

2.- EXPLICAR LOS TERMINOS FUERZA, ESFUERZO Y TENSION.

Fuerza:

Una fuerza se define en términos de su capacidad de producir una aceleración, pero también es un agente de deformación de un cuerpo.

Esfuerzo:

2

Es la relación fuerza/área = Newton/m

Tensión:

Un cuerpo está sometido a esfuerzo de tensión o simplemente tensión, cuando las fuerzas exteriores que obran sobre él tienden a extender o alargar sus fibras.

3.- CUAL ES LA DIFERENCIA ENTRE DEFORMACION Y DEFORMACION RELATIVA.

La diferencia está en que la deformación de un cuerpo es cuando actúa una fuerza, cuando se le somete a una tensión, ejemplos típicos de deformación son: el alargamiento y la compresión, la deformación relativa y la deformación unitaria que se define como el cambio de dimensión experimentada por cada unidad de ésta.

Ejemplo: imaginemos que estamos estirando un alambre; si su longitud original (L) aumenta en (l), (su longitud final valdrá L + l), la deformación relativa será igual a l/L y valdrá lo mismo en cualquier trozo del alambre.

4.-QUE RELACION EXISTE ENTRE TENSION Y DEFORMACION RELATIVA.

Experimentalmente se demuestra que, en muchas sustancias, cuando la deformación relativa es pequeña, la tensión numéricamente es igual al producto de la deformación relativa por una constante, es decir, que la deformación relativa es proporcional a la tensión.

La constante de proporcionalidad es el módulo de elasticidad.

$$T \propto \sigma$$

$$T = K \sigma$$

Tensión = Deformación relativa x Módulo de elasticidad.

Esta ecuación es típica de los sólidos elásticos, y es una ecuación de estado (las ecuaciones de estado reológicas constituyen la relación matemática entre la deformación relativa y la tensión).

5.- PORQUE LA MASA DE HARINA PRESENTA CARACTERISTICAS VISCO - ELASTICAS.

Si mezclamos agua y harina de trigo en proporciones adecuadas obtendremos una masa, a partir de la cual, puede prepararse con facilidad, una tira por extrusión, o mediante el uso de unas tijeras.

Si colocamos esta tira de masa sobre una pileta de mercurio, flotará. Si ahora le estiramos mediante la tracción de sus extremos se alargará y parecerá fluir como un líquido viscoso. Si dejamos libres los extremos, la tira de masa se contraerá, como una pieza blanda de goma, pero la recuperación elástica sera sólo parcial; la tira de masa no adquirirá su longitud original este experimento demuestra que la masa exhibe simultáneamente las propiedades viscosas propias de un líquido y las elásticas características de un sólido; la masa es visco-elástica.

6.- EXPLICAR LOS MODELOS VISCOELASTICOS Y DECIR CUAL NOS REPRESENTA LA VISCOELASTICIDAD DE LA MASA.

a). Modelo Maxwell.

Consta de un muelle y una caldera unidos en serie y representa el líquido viscoelástico ideal, en el que la aplicación de la menor fuerza producirá un flujo. Véase la fig. 3.1 la representación del modelo, la fórmula simbólica y la gráfica de deformación en función del tiempo. En el diagrama de deformación puede apreciarse el incremento del módulo de alargamiento al estirarse y la subsiguiente contracción parcial al retirar la carga.

Al aplicar una carga F , H se alarga de inmediato y luego lo hace N lentamente. Al retirar la fuerza, H se contrae, en tanto que N permanece inalterable. Ambos hechos vienen expresados por el diagrama de deformación en función del tiempo que muestra la deformación de H y N al aplicar y retirar la fuerza F .

Cuatro puntos conviene recordar con el Modelo de Maxwell:

1.- N tiene un coeficiente de viscosidad y H tres módulos, G , E y K , habitualmente, el modelo puede considerarse como incomprensible de manera que no es necesario tomar en consideración K y, si es isotrópico, $G = 1/3$ de E .

2.- A tensiones constantes H se alargará instantáneamente hasta alcanzar su deformación correspondiente a la tensión aplicada. Después, la deformación dependerá de n y en éste sentido el líquido de Maxwell se comporta como un líquido Newtoniano.

3.- Si el modelo se extiende en cierto grado y se mantiene así (es decir, a tensión constante), la tensión interna se relaja, H anula a N hasta que desaparece la tensión, proceso al que se le denomina relajación. El cociente η/G es el llamado " tiempo de relajación ", T_M .

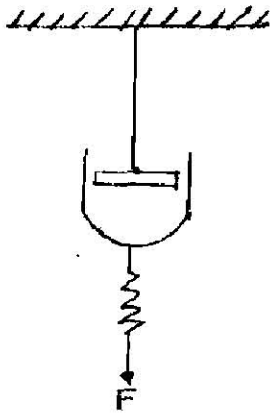
4.- Si se deja libre antes de que la relajación se complete, el sistema se recupera. Las propiedades producen inestabilidad del flujo y dan origen a un número crítico de Reynolds bajo. Recuperación y relajación son propiedades típicas de los fluidos viscoelásticos y no se dan en los fluidos viscosos.

b). Modelo Kelvin - Voight.

En este modelo, los dos elementos que intervienen en el de Maxwell se acoplan en paralelo; representa un sólido. El alargamiento límite, tras un período de tiempo suficientemente largo, depende exclusivamente de la magnitud de la fuerza y es totalmente recuperable cuando la carga cesa (vease fig. 3.2).

Figura 3.1. MODELO FF MAXWELL.

MODELO.



SIMBOLO: $M = H - N$

GRAFICA DE DEFORMACION-TIEMPO

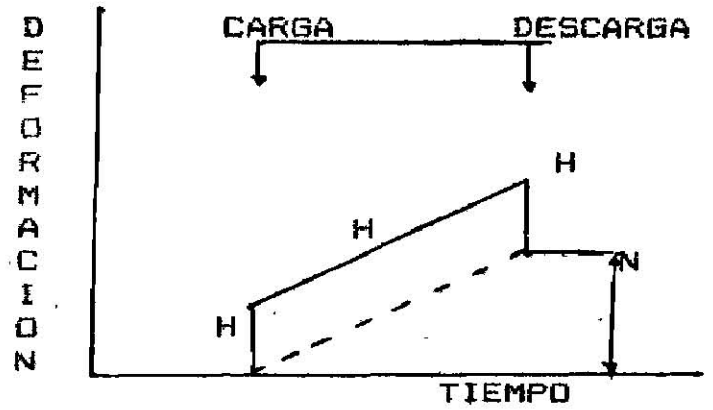
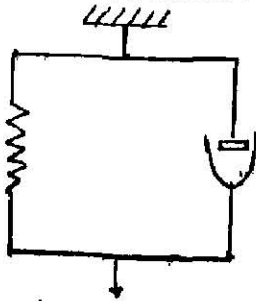


Figura 3.2. MODELO DE KELVIN - VOIGHT.

MODELO



SIMBOLO: $KV = H/N$

GRAFICA DE DEFORMACION-TIEMPO

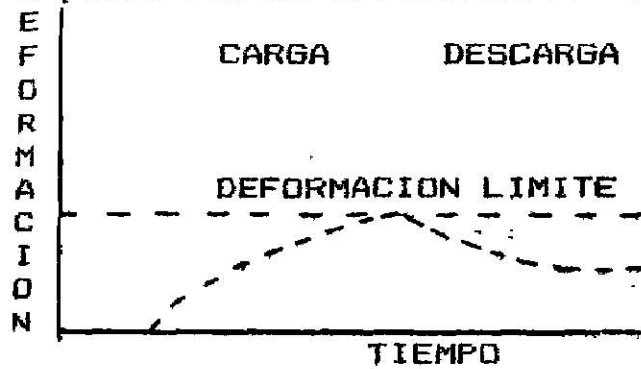
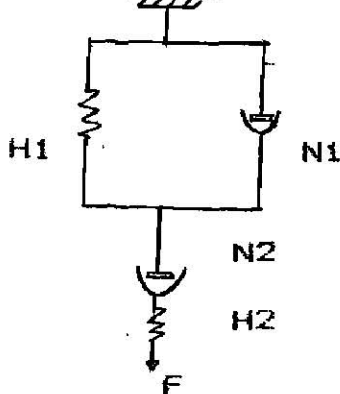


Figura 3.3. MODELO DE BURGERS.

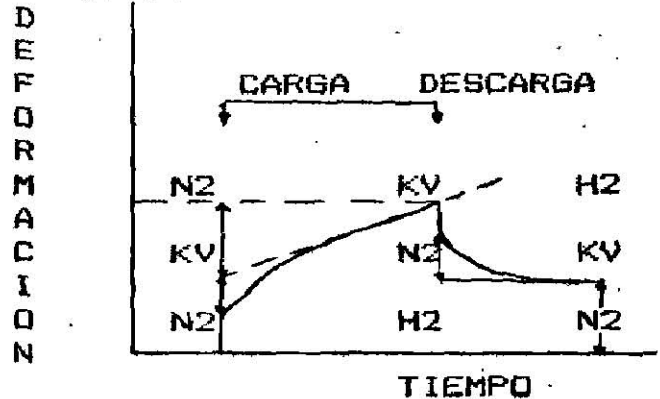
MODELO



SIMBOLO:

$$B_u = (H1/N1) - (H2 - N2)$$

GRAFICA DE DEFORMACION-TIEMPO



Cuando se aplica una fuerza F , aumentan tanto H como N . Cuando la fuerza cesa, H acorta lentamente a N , lo que da origen al fenómeno conocido como elasticidad retardada o postefecto elástico. Se define como la recuperación retardada a una deformación elástica teóricamente, en este modelo la recuperación tarda un tiempo infinito en producirse; el tiempo para la recuperación efectiva depende del tamaño relativo de las constantes de los elementos viscoso y plástico.

A diferencia del modelo de Maxwell, el de Kelvin - Voight tiene acoplado sus elementos en paralelo. En el de Maxwell, los dos elementos soportan la misma tensión, como dos eslabones de una cadena; el alargamiento total es por tanto la suma de los de cada elemento. En el modelo de Kelvin - Voight ambos elementos sufren la misma deformación relativa y la tensión es la suma de las tensiones de cada elemento. Es por tanto, evidente que aunque ambos modelos, el de Maxwell y el de Kelvin - Voight ofrezca un solo H y un solo N , en las ecuaciones apropiadas a los dos sistemas deben ser distintas. Con respecto al modelo Kelvin - Voight conviene recordar los siguientes puntos:

- 1.- La tensión total es la suma de las tensiones de N y H .
- 2.- Las deformaciones relativas de N y H son iguales.
- 3.- El comportamiento límite del modelo Kelvin - Voight, tras haber transcurrido un período suficiente de tiempo, es el modelo de Hooke.
- 4.- n/G es el denominado tiempo de retraso T_{kv} .

c). Modelo Burgers.

En la industria alimentaria es difícil encontrar productos que se asemejen a los modelos de Maxwell y Kelvin - Voight.

Sin embargo, el resultante de acoplar en serie ambos modelos, el llamado modelo Burgers, ofrece considerablemente interés práctico y se representa en la figura 3.3.

Cuando se aplica a este modelo una carga o fuerza, F , se produce una deformación inmediata H_2 . Se denomina elasticidad instantánea. el modelo Kelvin - Voight es el responsable de la elasticidad retardada y del postefecto elástico (H_1 , N_1). Transcurrido un período de tiempo suficiente, la elongación se debe únicamente al componente viscoso del modelo de Maxwell (N_2). Al retirar la carga, H_2 determina la recuperación instantánea. La recuperación retardada se debe al componente Kelvin - Voight. El conjunto recuperación instantánea y recuperación retardada constituye la llamada elasticidad total. El resto (N_2) es la deformación viscosa.

Este modelo es el que nos representa la viscoelasticidad de la masa.

7.- MENCIONE LAS DETERMINACIONES VISCOELASTICAS EN LA MASA.

- A). Determinación vibracional.
- B).- Experimento de carga - descarga.
- C).- Método de relajación bajo tensión.
- D).- Componente normal de la tensión.

3.4 PROCEDIMIENTO.

a).- Preparar una masa y transferir a un extrusor con una boquilla de unos 5 mm de diámetro, descartar la masa extruída durante los primeros 15 seg.

b).- Cortar la masa extruída, colocar luego dos tiras de cinta adhesiva, en los extremos rodeando el cilindro obtenido, ambas llevan un hilo. Atar el de uno de ellas al extremo del extensómetro en posición vertical y el de la otra a la carga.

Recubrir ahora un cilindro de masa con aceite de oliva para reducir la fricción sobre el vidrio y evitar las pérdidas por evaporación. con esto el cilindro de masa está listo para el ensayo. Mídase en otra muestra igualmente obtenida su longitud y volumen, por desplazamiento de azúcar.

Dividiendo el volumen por la longitud se encuentra el área de la sección transversal, necesaria para transformar la carga en tensión (carga por unidad de área de la sección transversal). Se necesita efectuar este cálculo porque el área de la sección transversal del cilindro de masa es mayor que la de la boquilla del extrusor en una cuantía que depende de las propiedades de la masa.

Utilizar un cilindro por cada prueba efectuar determinaciones con cargas situadas en el rango de 15 - 65 gr.

Esperar el tiempo necesario, hasta que la pesa rompa el cilindro de masa, y registrar éste como tiempo de deformación y detener el cronómetro hasta que el cilindro de masa se recupere. Con la escala marcada en el extensómetro se mide la longitud de la masa tanto en la extensión como en la recuperación.

Preparación de la muestra:

Muestra: Harina para galletas.

Peso de la harina = 50 gr.

Volumen de agua = 30 ml.

Mezclar la harina con el agua, hasta formar una masa, dejar reposar la masa a 37°C, durante 15 minutos y formar cilindros con las siguientes medidas:

longitud = 8 cm.

Diámetro = 1.0 cm.

Peso del cilindro = 15 gr. aproximadamente.

Muestra: Harina para panificación.

Los cilindros de masa se preparan de la misma forma que la muestra anterior.

3.5 DATOS NECESARIOS.

Tabla 3.5.1. Carga (kg), Extensión (m), Compresión (m).

	CARGA (kg)	EXTENSION (seg) (m)		COMPRESION (seg) (m)	
		(seg)	(m)	(seg)	(m)
Muestra	0.016	20	0.017	65	0.034
		40	0.034	75	0.030
		60	0.017		
harina	0.032	10	0.017	35	0.041
		20	0.037	38	0.040
		30	0.065		
para	0.055	5	0.053	20	0.055
		15	0.10	25	0.053
galletas	0.032	20	0.005	64	0.002
		40	0.008	70	0.010
		60	0.010		
Muestra:	0.055	8	0.014	18	0.016
		15	0.025	22	0.015
harina	0.065	2	0.010	11	0.025
para		6	0.021	13	0.025
panifi-		10	0.030		
cación					

3.6. PRESENTACION DE RESULTADOS.

1.- Explicar como realizó los cálculos para deformación relativa, módulo de Young y tensión.

Muestra: harina para galletas.

Carga = 0.016 kg.

Extensión a los 20 segundos

- Deformación relativa (l/L').

$L' = L + l$ donde: L = Longitud ordinaria (m)
 l = Incremento medido (m)

$$L = 0.08 \text{ m}$$

$$l = 0.017 \text{ m}$$

$$L' = 0.08 + 0.017 = 0.097 \text{ m}$$

$$l/L' = 0.017\text{m}/0.097 \text{ m} = 0.175$$

- Módulo de Young (E),

$$E = \frac{Mg/l}{l/L'} = \frac{Mg/A}{l/L'}$$

$$M = \text{Carga aplicada} = 0.016 \text{ kg}$$

$$g = \text{Constante gravitacional} = 9.81 \text{ m/seg}$$

A = Area del cilindro de masa

$$\text{Area} = \text{Volumen/Longitud}$$

$$\text{Area} = 6 \text{ cm}/8 \text{ cm} = 0.75 \text{ cm} = 0.000075 \text{ m}$$

$$E = \frac{(0.016\text{kg})(9.81\text{m/seg}) / (0.000075 \text{ m})}{0.175} = 11,958.857 \text{ N/m}$$

2.- Reportar en una tabla los resultados obtenidos.
(ver siguiente hoja).

Tabla 3.6.1. RESULTADOS.

H A R I N A P A R A :
G A L L E T A S .

	Carga (kg)	Tiempo (seg)	Deformación Relativa (e)	Mod.de Young (E = N/m)	Tensión (N/m)
Extensión	0.016	20	0.175	11,958.8	2092.8
	"	40	0.298	7,022.8	"
	"	60	0.428	4,889.7	"
Compresión	"	65	0.298	7,022.8	"
	"	75	0.272	7,694.1	"
Extensión	0.032	10	0.175	23,917.7	4,185.6
	"	20	0.316	13,255.5	"
	"	30	0.448	9,342.8	"
Compresión	"	35	0.338	12,383.4	"
	"	38	0.330	12,683.6	"
Extensión	0.055	5	0.398	10,516.5	7,194.0
	"	15	0.555	7,541.6	"
	"	20	0.407	10,284.0	"
Compresión	"	25	0.398	10,516.5	"

H A R I N A P A R A :
P A N I F I C A C I O N .

Extensión	0.032	20	0.059	42,565.4	2,511.4
	"	40	0.093	27,003.8	"
	"	60	0.111	22,624.8	"
Compresión	"	68	0.030	83,712.0	"
	"	75	0.0	-----	"
Extensión	0.055	8	0.148	22,164.8	4,316.4
	"	15	0.238	18,136.1	"
	"	18	0.166	26,002.4	"
Compresión	"	22	0.157	27,492.9	"
Extensión	0.065	2	0.111	45,957.7	5,101.2
	"	6	0.207	24,643.4	"
	"	10	0.272	18,754.4	"
	Compresión	"	11	0.239	21,342.9
	"	13	0.238	21,433.6	"

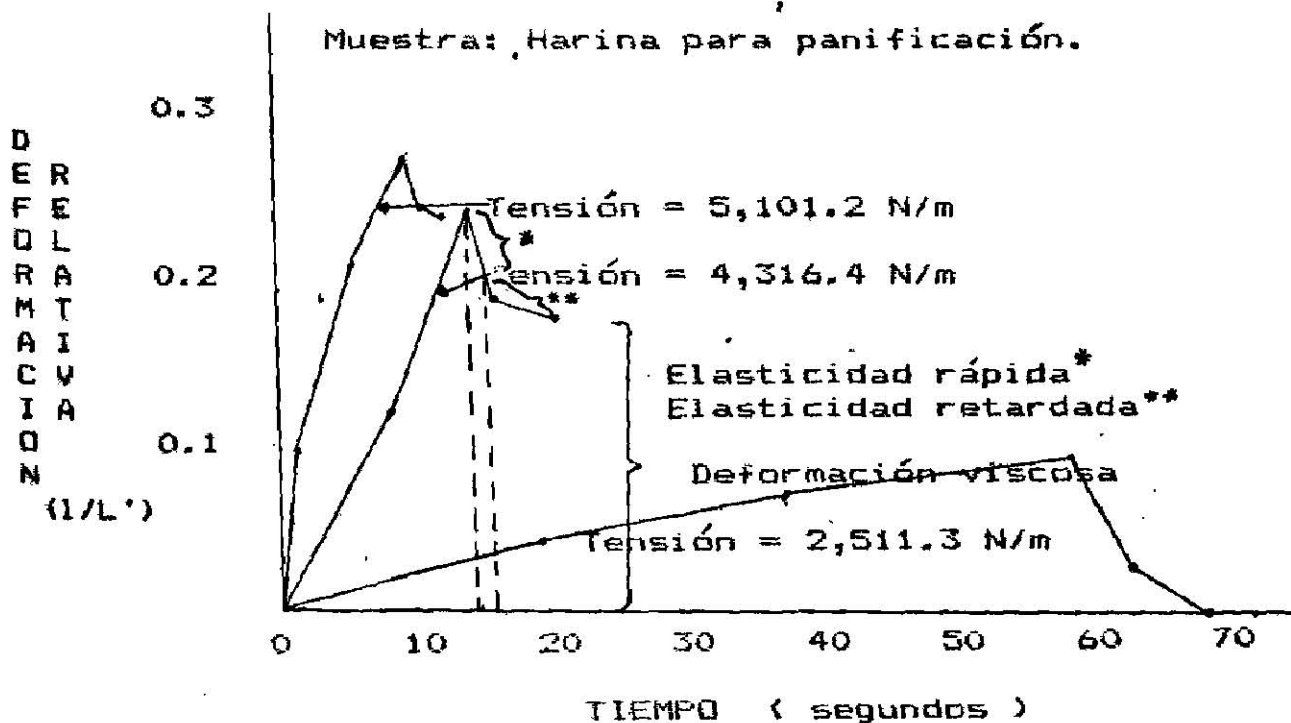
3.- Hacer una gráfica de la deformación relativa (l/L') contra tiempo (seg), a diferentes tensiones. Para cada una de las muestras analizadas.

4.- De la gráfica anterior, determinar los parámetros del modelo de Burgers.

Muestra	Tensión (N/m)	Elast. Rápida	Elast. Retardada	Elast. Total	Deformación Viscosa
Harina para galletas	2,092.8	0.132	0.03	0.162	0.265
	4,185.6	0.11	0.005	0.115	0.335
	7,194.0	0.14	0.01	0.15	0.4
Harina para panific.	2,511.3	0.04	0.07	0.11	0.0
	4,326.4	0.05	0.032	0.082	0.156
	5,101.2	0.034	0.002	0.036	0.236

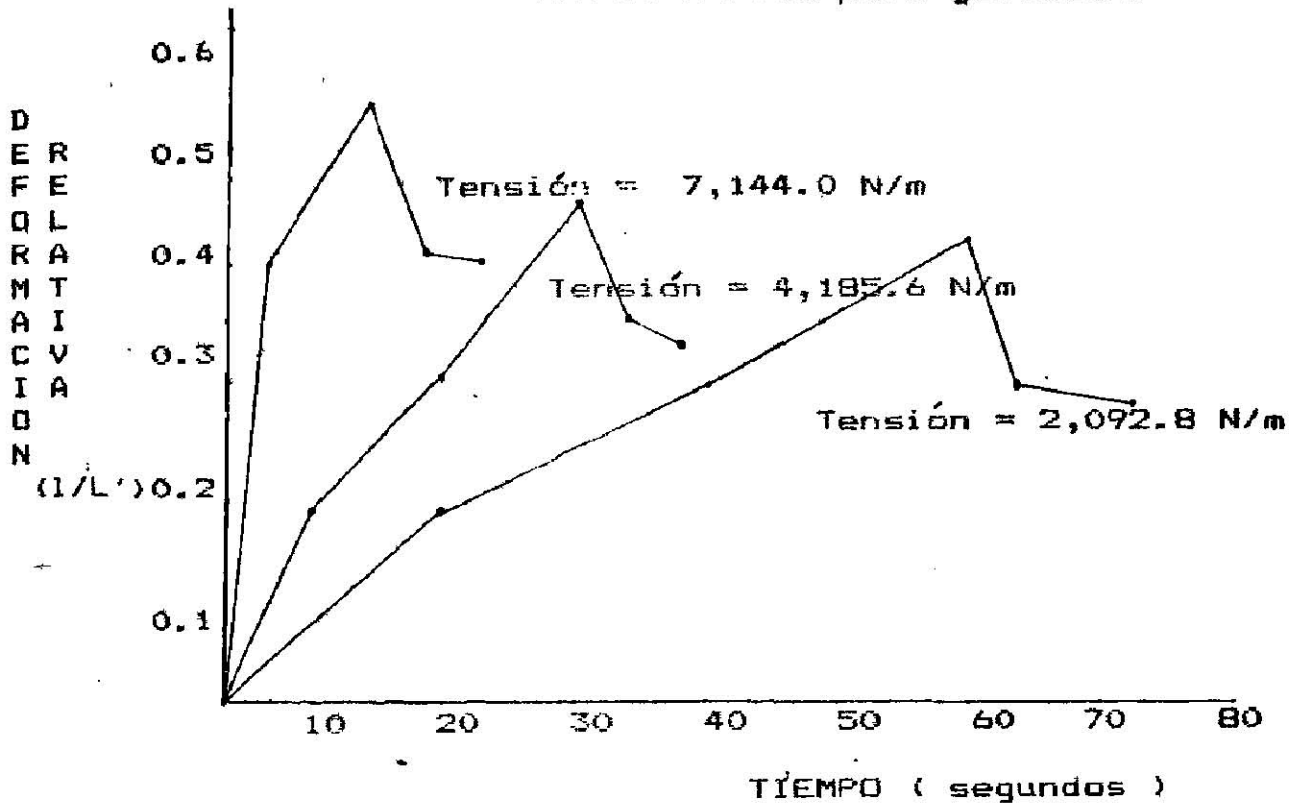
NOTA; Los valores se toman de la gráfica anterior, donde están señalados los distintos parámetros.

GRAFICA. 3.6.1. Deformación relativa contra tiempo (seg)

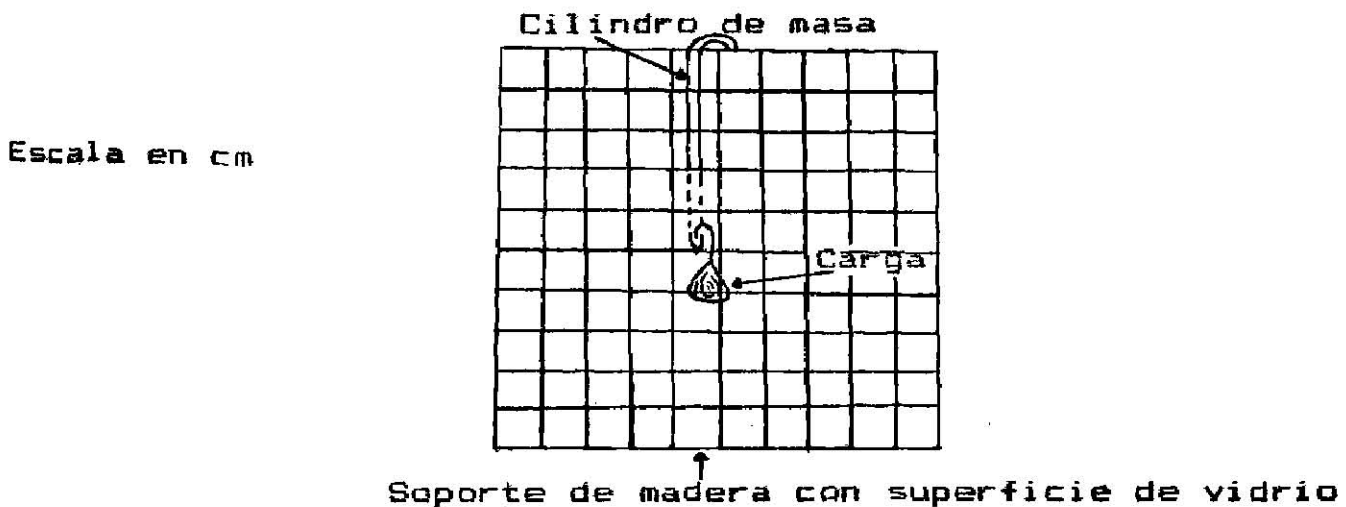


GRAFICA 3.6.2. Deflexión contra tiempo (seg).

Muestra: Harina para galletas.



5.- Por medio de un esquema, explique la realización de la práctica.



3.7 OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

Observaciones.

En esta práctica se trabaja con dos muestras: harina para galletas y harina para panificación.

Las muestras se preparan a partir de 50 gr, de harina y 30 ml de agua aproximadamente, que se le agrega poco a poco hasta obtener una masa de textura suave, observándose diferencia entre ambas muestras, ya que la muestra preparada con harina para panificación tiene textura más rígida que la preparada con harina para galletas que es mucho mas suave, al formar los cilindros con esta última y colocar la carga en el extremo inferior, se tiene una rapida extensión y una lenta compresión, mientras que en la primera la extensión es lenta y la compresión rápida.

Por lo tanto se requiere de pesos mayores en la harina para panificación para lograr la máxima extensibilidad del cilindro de masa a analizar.

Conclusiones.

Con la realización de esta práctica que es una prueba empírica, se pueden comprobar las propiedades viscoelásticas de la masa ya que posee una deformación elástica rápida y por tanto contiene un elemento Hookiano libre, posee también una deformación residual irrecuperable, conteniendo por tanto un elemento de Newton libre, estos dos elementos constituyen el modelo de Maxwell.

La masa posee también una deformación elástica retardada de lo que se deduce que tiene un componente Kelvin- Voight.

Ya que el modelo de Maxwell colocado en serie con el Kelvin - Voight dan como resultado el modelo de Burgers, se comprueba que la masa se asemeja mucho a éste, y en la gráfica de deformación contra tiempo se obtienen los parámetros característicos de este modelo como son, elasticidad rápida que se lleva a cabo en los primeros 5 seg de la recuperación en la muestra de harina para galletas y a los 2 seg en la harina para panificación, obteniéndose la retardada en mayor tiempo y con una compresión menor, hasta que esta llega a un punto constante.

La elasticidad total se obtiene de la suma de la rápida mas la retardada.

De esta gráfica también se obtiene la deformación viscosa residual irrecuperable, excepto en el caso de la muestra de harina para panificación sometida a la carga de menor peso donde se obtiene una recuperación total o bien no se obtiene una deformación viscosa.

Al comparar los resultados de ambas muestras se concluye que la muestra de harina para galletas presenta una mayor elasticidad a menor tensión y la deformación es mucho mayor que en la harina para panificación ya que ésta requiere de cargas mayores para que se aprecie su elasticidad.

elasticidad a menor tension y la deformacion es mucho mayor que en la harina para panificacion ya que esta requiere de cargas mayores para que se aprecie su elasticidad.

Aunque como ya se dijo esta es solo una prueba empirica, se puede comprobar que la masa presenta propiedades visco - elasticas que concuerdan con el modelo reologico de Burgers, que teoricamente es el modelo ideal para la masa de harina de trigo, que en gran parte se comprueba experimentalmente, aunque no es practico, para uso industrial, sino mas bien para fines de investigacion.

Sugerencias.

- Se recomienda preparar primero una muestra y tomar las mediciones en menos de 10 min, o un tiempo relativamente corto, para evitar la resequedad del cilindro de masa.
- Se debe frotar el cilindro de masa con aceite para evitar perdidas por evaporacion y la friccion con el vidrio.
- En la muestra preparada con harina para panificacion, se recomienda utilizar cargas mayores que en la harina para galletas para obtener resultados mas claros, y precisos.

Bibliografia:

- Introduccion a la Reologia de los Alimentos; M.G. Muller Editorial Acribia.
- Rheology and Texture in Food Quality; J.M. de Man Westport, Conn; AVI 1976.
- Tratado de Construccion. Propiedades de los materiales aglomerantes: fabricacion, aplicacion y usos. Tomo 1, Ing. Antonio Miguel Saad. Ed. CECOSA. Mexico 1980.
- Circulo de Lectores. Diccionario Enciclopedico VOX. Lexis 22. Espana, 1983. Tomo 2, 11.

PRACTICA # 4

DETERMINACION ESTADICA DEL MODULO DE YOUNG DE LOS SPAGHETTIS.

4.1. OBJETIVO.- Conocer las características del sólido de Hooke y hacer la determinación estática del módulo de Young.

4.2. CONSIDERACIONES TEORICAS.

Los spaghettis se fabrican a partir de una masa preparada con semolina de trigo Durum y agua, extruyéndola a través de un orificio para obtener barras cilíndricas largas y uniformes, que se deshidratan luego; el producto de la deshidratación son: los spaghettis que vienen a tener una longitud de unos 500 mm y un diámetro alrededor de 1.5 mm.

Antes de someterlos a los ensayos reológicos, conviene "acondicionarlos" manteniéndolos durante 48 horas a una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 65 %.

Todos los sólidos (acero, vidrio, rocas) exhiben algunas características propias de los líquidos, menos uno, el sólido ideal que, por definición, carece de éstas propiedades.

De igual modo, existe un líquido que, también por definición, carece de cualquiera de las propiedades típicas de los sólidos: el líquido ideal (líquido de Newton).

El sólido ideal se le llama sólido de Hooke, en memoria de Robert Hooke.

El sólido de Hooke, al igual que el líquido de Newton, constituyen auténticos límites del comportamiento reológico.

Ningún producto real, por anómalo que sea, es más sólido que el sólido de Hooke ni más líquido que el líquido Newtoniano.

Ambos carecen de estructura (no tienen átomos), son isotrópicos (exhiben idénticas propiedades en todas las direcciones), y siguen con precisión sus respectivas leyes.

El sólido de Hooke es el sólido teórico en el que la deformación es proporcional a la fuerza (o tracción) que la produce. Carece de viscosidad y estructura y es isotropo.

Su comportamiento reológico no se ve afectado por el tiempo y se demuestra por la siguiente ecuación :

$$\text{Tensión} = \text{Deformación relativa} \times \text{módulo.}$$

La deformación longitudinal relativa es la causada por una tensión de tracción o compresión. Si se alarga la longitud de un valor L, a otro L + l, el alargamiento relativo, o unitario valdra l/L.

Al módulo obtenido en este experimento se le denomina módulo de Young, (E).

De donde;

$$n = e \times E$$

Siendo n la tensión, o esfuerzo de tracción o compresión, y e = deformación longitudinal relativa.

A tensión constante, cuanto menor sea el módulo de Young mayor será la deformación elástica del material.

4.3. GUIA DE ESTUDIOS.

1.- A QUE SE LLAMA SOLIDO DE HOOKE?

El sólido de Hooke es el sólido teórico en el que la deformación es proporcional a la fuerza (o tracción), que la produce. Carece de viscosidad y estructura y es isótropo. Su comportamiento reológico no se ve afectado por el tiempo y sigue la Ley de Hooke:

Tensión = Deformación relativa \times módulo.

2.- QUE ES UNA SUSTANCIA ISOTROPICA. QUE ES UNA SUSTANCIA ANISOTROPICA?

Sustancia isotópica: es aquella sustancia consistente en que cualquiera que sea su dirección que en la misma se considere, presenta el mismo comportamiento e idénticas propiedades. Generalmente los gases y los líquidos son isotrópicos; también lo son los cuerpos amorfos.

Sustancia anisotrópica: Característica de una sustancia consistente en que algunas de sus propiedades dependen de la orientación considerada. por ejemplo, los cristales.

3.- CUALES SON LAS CARACTERISTICAS DEL SOLIDO DE HOOKE Y EXPLICARLAS.

Son cuatro características:

1.- Módulo de Young: la deformación longitudinal relativa es la causada por una tensión de tracción o compresión. Si se alarga la longitud de un valor L , a otro, $L + l$, el alargamiento relativo o unitario, valdrá l/L . Al módulo obtenido en este tipo de experimentos se le denomina módulo de Young E . De donde;

$$n = e \times E$$

Siendo n = tensión o esfuerzo de tracción o compresión, y e = deformación longitudinal relativa.

A tensión constante, cuanto menor sea el módulo de Young mayor será la deformación elástica, y por consiguiente tanto más fácil será la deformación elástica del material.

2.- Módulo de rigidez: es la deformación causada por una fuerza tangencial cuando solo produce pequeñas deformaciones; la deformación relativa se expresa adecuadamente como un ángulo.

Imaginemos que el cubo de la fig. 4.1. a) esta siendo deformado por la tensión tangencial (tensión de cizalladura) σ La deformación viene dada por el angulo alfa, o L/H es decir, tangente de alfa) Ver fig. 4.2. b).

Al módulo en éste tipo de deformación se le llama módulo de rigidez, tensión o cizalladura, G . De donde;

$$\sigma = \alpha \times G.$$

Donde:

σ = Tensión, o presión tangencial de cizalladura
 α = Angulo de deformación

El módulo de rigidez es 2 o 3 veces menor al módulo de Young.

Para definir un cuerpo elástico, si es isótropo, basta con el módulo de Young y el de rigidez; es frecuente sin embargo que se midan otras dos constantes; el coeficiente de Poisson y el modulo de compresión, o módulo de volumen.

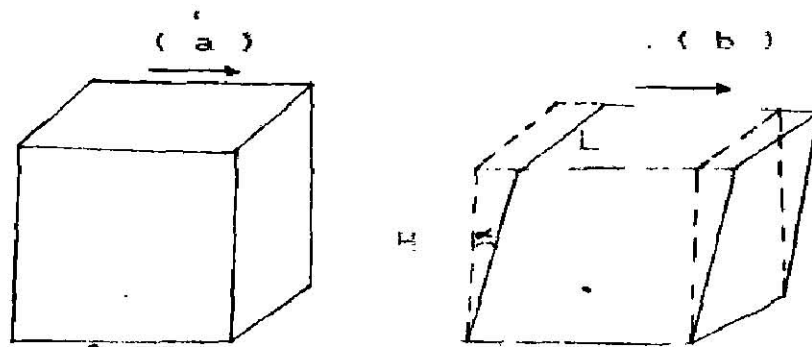


Figura 4.1. Cizalladura de un cubo.

3.- Coeficiente de Poisson: casi siempre que un cuerpo se acorta o se alarga cambia de anchura, al comprimir un cilindro, su diámetro aumenta y al alargarlo disminuye. Al cociente entre la contracción lateral (expresada como fracción del diámetro) y el alargamiento longitudinal o deformación (relativa o unitaria) dentro del rango elástico, se le denomina coeficiente de Poisson (μ), que carece de dimensiones. En los materiales en que la deformación tiene lugar sin cambios de volumen (la goma se aproxima a esta definición), el coeficiente de Poisson vale 0,5.

El corcho y la miga de pan tienen un coeficiente de Poisson de 0; pueden comprimirse si aumentar su diámetro. Las patatas por contener menos aire tienen un coeficiente de Poisson más alto que las manzanas.

4.- Modulo de compresión o Volumen: si se sumerge un cuerpo en agua se comprime a consecuencia de la presión ejercida por el líquido situado por encima. A la deformación causada por la presión hidrostática que se ejerce con igual intensidad en todas las direcciones, se le denomina deformación volumetrica $v/V = \epsilon_v$

Donde;

$V =$ volumen original
 $v =$ Cambio de volumen

Al módulo se le llama módulo de volumen o compresión, K .

$\sigma_v = \epsilon_v \times K$. En esta ecuación σ_v es la presión hidrostática y ϵ_v la deformación volumétrica relativa.

El módulo de volumen mide la compresibilidad.

Como todos los productos son en cierto grado, compresibles, todos ofrecen un módulo de compresión. Es la única constante elástica de líquidos y gases. En un gas ideal éste módulo no es una constante, adquiere el valor de la presión.

La menos compresible de todas las sustancias conocidas es el diamante. Solo en los cuerpos isótropos son interconvertibles las cuatro constantes elásticas consideradas.

Conociendo dos, se pueden calcular las demás. Si las propiedades de un sólido varían según las direcciones (si se trata de una sustancia anisótropa), como ocurre con los cristales, muchos plásticos, el papel y los productos textiles, para describir sus propiedades en las distintas direcciones se necesitan más constantes.

Conviene por supuesto, no confundir las unidades de medida, que deben darse siempre en metros y kilogramos.

$$G = 3EK/9K - E$$

$$K = E/3(1 - 2\mu) = EG/9G - 3E = G^2(1 + \mu)/3(1 - 2\mu)$$

$$E = 9GK/3K + 3K + G = 2G(1 - \mu) = 3K(1 - 2\mu)$$

$$\mu = E - 2G/2G = [1 - E/3K] / 2$$

En estas ecuaciones G es el módulo de rigidez, E el módulo de Young, K el módulo de volumen y μ el coeficiente de Poisson.

4.* DE LAS CUATRO CONSTANTES CONSIDERADAS, EXPLIQUE Y ESQUEMATICE SU DETERMINACION ESTATICA.

El módulo de Young se ha determinado en barras de spaghetti, manzanas y patatas estirando y doblando la muestra.

En los ensayos de alargamiento se pinza rígidamente la muestra en su parte superior se cuelga un peso de su extremo inferior y se mide el alargamiento de un trozo de la muestra delimitada por dos señales. Ver fig. 4.2 a).

$E =$ tracción (esfuerzo) / deformación relativa

$$E = [Mg / \pi r^2] / [l/L] = Mg L / l r^2 = N/m^2$$

5.- COMO HARIA LA DETERMINACION DINAMICA DE LAS CONSTANTES ELASTICA Y ESQUEMATICE.

En la figura 4.2. b). Se muestra como puede determinarse el módulo de Young (E), aplicando al fuerza al extremo de una varilla en cuestión por ejemplo un trozo de spaghetti, se le da un pequeño golpe, comenzará a vibrar y finalmente queda en reposo. A esta vibración se le llama "vibración libre".

Mediante un vibrador eléctrico pueden aplicarse repetidamente fuerzas a intervalos muy cortos de tiempo, lo que se denomina "vibración forzada". En este tipo de experimento se puede medir la amplitud del movimiento. La deformación es del mismo carácter que en el experimento estático, pero los ciclos de aplicación y supresión de la fuerza son extremadamente rápidos.

La frecuencia de la aplicación es equivalente a la deformación y suele ser de orden de 50 ciclos por segundo es decir, que el ciclo aplicación - supresión de la fuerza dura una centésima de segundo y va seguido de otro en dirección opuesta.

6.- QUE RELACION HAY ENTRE LOS EXPERIMENTOS DINAMICOS Y LOS ESTATICOS.

En esencia, los experimentos dinámicos son semejantes a los estáticos, excepto en cuanto que es preciso considerar la inercia de la muestra.

Inercia es la tendencia de un cuerpo a mantener su estado de reposo o, como en este caso, de movimiento, por tanto;

$$E = 4 \rho f_e^2 L^2$$

donde;

E = Modulo de Young

ρ = Densidad del producto

f_e = Frecuencia de resonancia longitudinal

Si la longitud de onda es muy pequeña, en comparación con el diámetro del cuerpo en resonancia, es preciso aplicar un factor de corrección.

La relación entre el módulo de rigidez G , y la frecuencia de un cilindro resonante en torsión es la siguiente:

$$G = 4 \ell f^2 L^2$$

La frecuencia se mide en Herzios (Hz).

1 Herzio equivale a 1 ciclo completo por segundo.

Conociendo E y G , pueden determinarse M y K empleando las ecuaciones ya mencionadas.

En los experimentos dinámicos, las constantes elásticas se denominan constantes "dinámico - elásticas". Los resultados obtenidos sólo son válidos si el material es homogéneo, isotrópico y muestra una elasticidad ideal de ahí que todos los resultados obtenidos con alimentos sean solo valores aproximados.

4.4. MATERIAL Y EQUIPO.

- Dispositivo experimental para la determinación del Módulo de Young que consta de; 2 barras de madera provistas de un orificio y una regla graduada, soportadas por una base de madera.
- Pesas de 1 a 16 gr.
- Spaghetti de diferentes diámetros.

4.5. PROCEDIMIENTO.

Colocar una muestra de spaghetti atravesada entre los orificios de las barras de madera colocadas en posición vertical, separadas entre 0.20 m entre si y distantes 0.15 m de la superficie de la base.

Aplicar sucesivamente varios pesos (kg) sobre el centro del spaghetti y medir la deflexión vertical "d" en metros. La deflexión producida por cada carga colocada puede medirse con una regla precisa. Los pesos a aplicar pueden colocarse sobre una hoja delgada de aluminio y un alambre fino.

Representar la carga aplicada en función de la deflexión causada y trazar una recta que pase a través de los puntos representados. Leer en la gráfica la deflexión correspondiente a una determinada carga y calcularse así el módulo de Young.

Donde;

E = Módulo de Young

M = Peso colgado en kg

L = Longitud de la muestra (m)

l = Alargamiento en (m)

r = radio (m)

g = Constante gravitacional (9.81 m/seg)

$\pi = 3.1416$

También puede pinzarse la muestra, en posición horizontal, en uno de sus extremos dejando libre el otro, fig. 4.2 b), pero la tensión es mas compleja y no uniforme.

Al aplicar una fuerza al extremo, se produce una flexión " a " (m).

$$E = 4 MgL^3 / 3 r^4 = N/m^2$$

Finalmente, puede colocarse horizontalmente la muestra sujetandola de ambos extremos y aplicar la carga en el centro Fig. 4.2.c).

$$E = 4 Mgl^3 / 12 r^4 = N/m^2$$

El módulo de rigidez G; se puede determinar colocando horizontalmente una muestra en forma de varilla, con uno de los extremos fijos y el otro libre y sometiendo este a torsión (fig. 4.2.d).

La deformación no es sin embargo, igual en la superficie que en el centro.

$$G = 2 Mg L / r^4 = N/m^2$$

Puede de igual modo sujetarse verticalmente la barra por su extremo superior y someter a torsión el inferior.

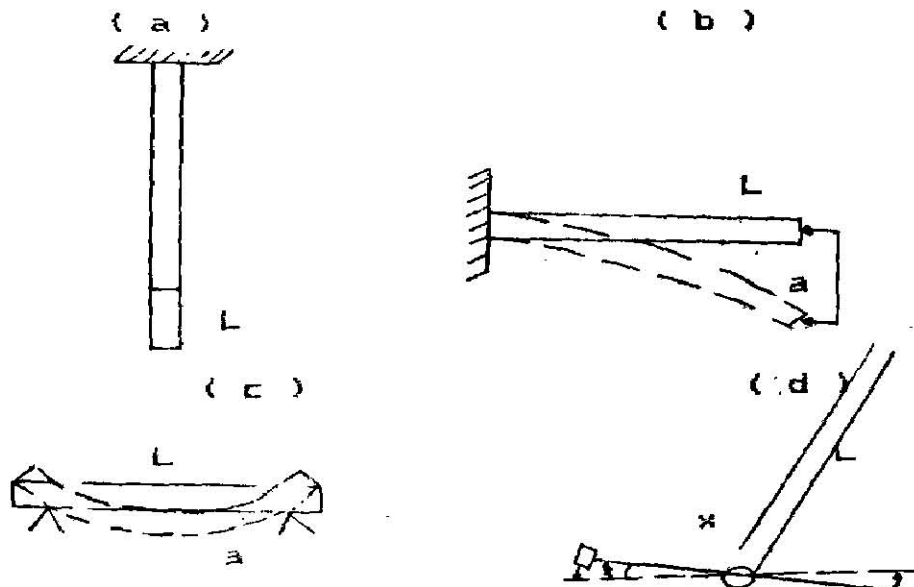


Figura 4.2. Dispositivos experimentales para la determinación del Módulo de Young y de rigidez ó cizalladura.

$$\frac{1}{2} = \frac{Mg L^3}{12 \pi r^4 d}$$

donde;

M = Carga en kg

g = Constante gravitacional (9.81 m/seg²)

L = distancia entre las barras de madera en (m)

π = 3.1416

r = radio del spaghetti (m)

d = deflexion (m) en el centro del spaghetti

4.6. DATOS NECESARIOS.

Temperatura ambiente = 24°C

Tabla de pesos aplicados (kg, contra deflexión (a)).

Medición	Carga (m) (kg)	Deflexión (a) (metros)
1	0.0014	0.001
2	0.0025	0.003
3	0.0035	0.004
4	0.0055	0.006
5	0.0075	0.007
6	0.0095	0.008
7	0.137	0.010

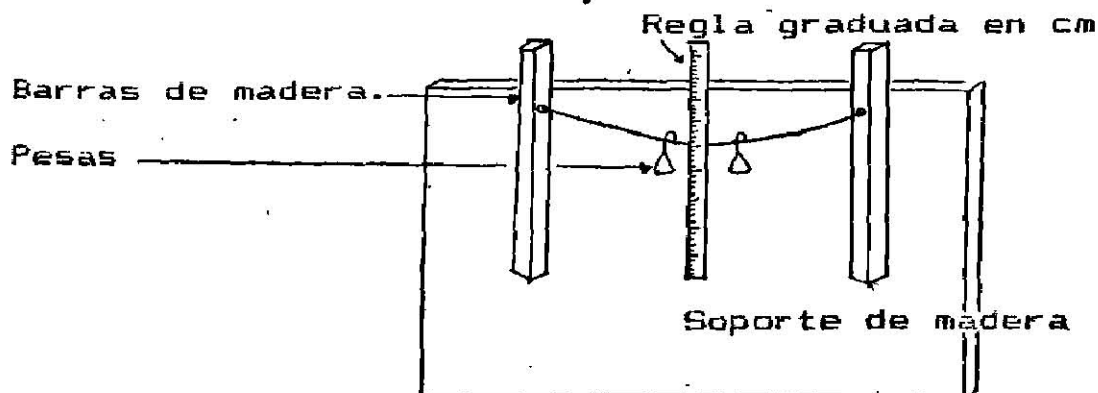
Muestra: spaghetti, con radio = 0.001 m.

Distancia entre las barras de madera = 0.20 m (L)

Altura del spaghetti en las barras = 0.15 m

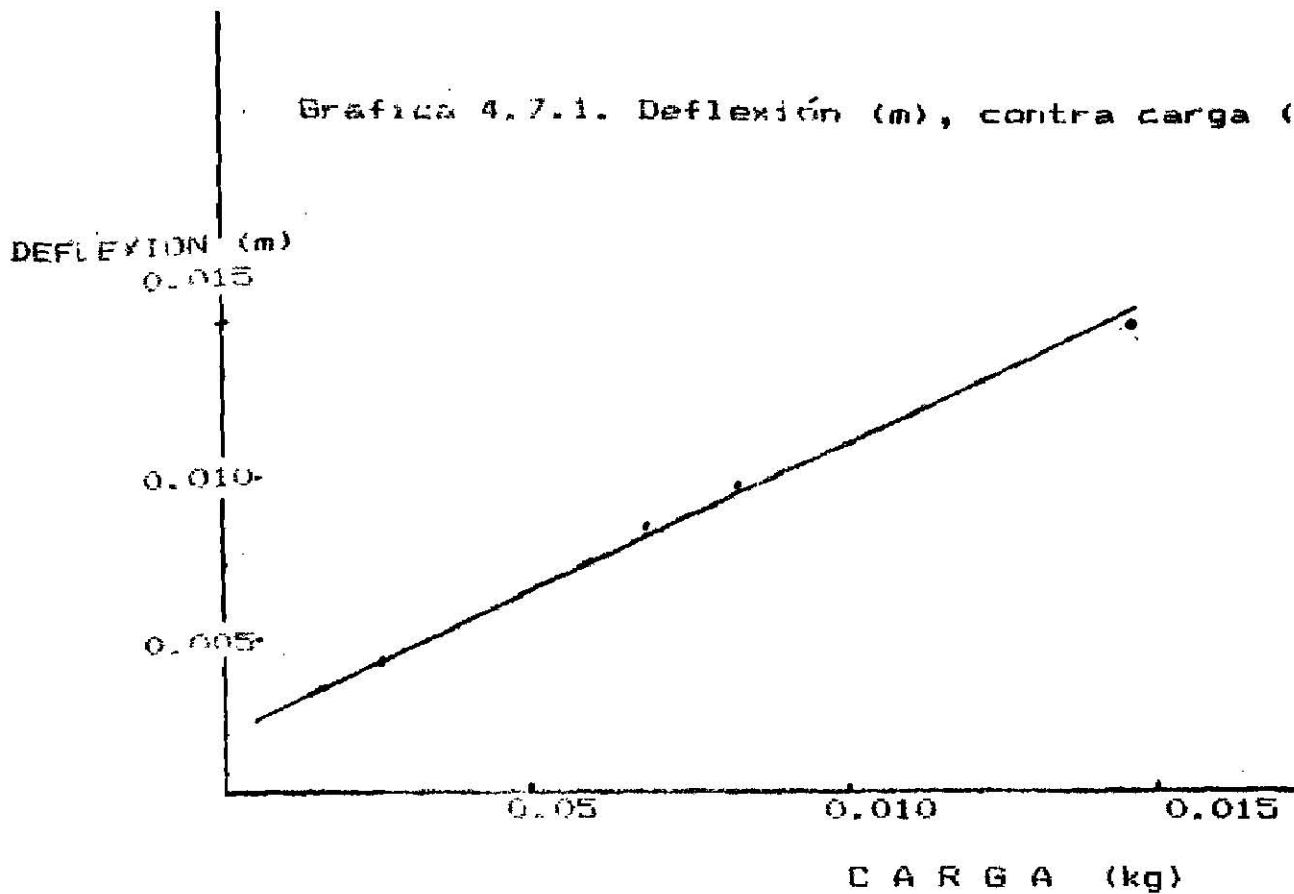
4.7. PRESENTACION DE RESULTADOS.

1.- Esquematice el experimento realizado.



2.- Elaborar una gráfica de carga aplicada en función de la deflexión causada y trazar una recta que pase a través de los puntos realizados.

Grafica 4.7.1. Deflexión (m), contra carga (kg)



3.- Leer en la gráfica la deflexión correspondiente a una determinada carga y calcular el módulo de Young.

Para la primera lectura de la grafica;

$$E = Mg L^3 / 12r^4 a$$

$$E = (0.001) (9.81) (0.20)^3 / (12) (3.1415) (0.001)^4 (0.002)$$

$$E = 8.6700 \times 10^9 \text{ N/m}^2$$

Carga (m) (kg)	Deflexión (a) (metros)	Módulo de Young (E) (Newton/ m ²)
0.001	0.0024	8.67 x 10 ⁹
0.002	0.003	1.38 x 10 ⁹
0.003	0.0037	1.68 x 10 ⁹
0.004	0.0043	1.93 x 10 ⁹
0.005	0.0049	2.12 x 10 ⁹
0.006	0.0056	2.23 x 10 ⁹
0.007	0.0063	2.31 x 10 ⁹
0.008	0.0069	2.41 x 10 ⁹
0.009	0.0075	2.49 x 10 ⁹
0.010	0.0081	2.57 x 10 ⁹

4.8. OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

Observaciones.

Se trabaja con spaghetti de diferente diámetro y de una misma longitud y se observa que a mayor diámetro del spaghetti su deformación es menor y requiere de mayor carga (kg) por lo que se opta por trabajar con spaghetti de diámetro menor ya que la deformación es más notoria y sus resultados mucho más precisos.

También se observa que al aplicar la carga sobre el spaghetti este presenta una deflexión la que es mayor a medida que aumenta la carga. Al retirar la carga del spaghetti este regresa a su estado estático.

Al spaghetti se le aplican varias cargas, se le mide la mínima y la máxima deflexión hasta provocar el rompimiento del mismo.

Conclusiones.

Se concluye que los spaghetti presentan las características del sólido de Hooke ya que la deformación que presentan es proporcional a la fuerza o tracción que la produce.

Su comportamiento reológico no se ve afectado por el tiempo, ya que al retirar la carga del spaghetti, esta regresa a su forma original.

El módulo de Young indica el comportamiento del sólido ideal de Hooke por lo que se comprueba que cumple con las características de dicho sólido.

A tensión constante, cuanto mayor sea el módulo de Young mayor será la deformación elástica; y por consiguiente, tanto más fácil será la deformación elástica del material.

Sugerencias.

Se recomienda trabajar con spaghetti de diámetro pequeño.

Si se desea trabajar con spaghetti de diámetro mayor se deben utilizar cargas de mayor peso.

BIBLIOGRAFIA.

→ Muller M.G. Introducción a la Reología de los Alimentos. Editorial ACRIBIA.

* De Man J.M. Rheology and Texture in Food Quality. A.V.I. Westport. Connecticut. 1976.

PRACTICA # 5

PANIFICACION. (Metodo Esponja - Masa)

5.1. OBJETIVO. Conocer la metodología para la fabricación de pan blanco y el efecto y función del contenido de levadura, azúcar y sal en la calidad del pan y analizar sus características organolépticas finales.

5.2. CONSIDERACIONES TEORICAS.

Se dará el nombre de PAN al producto que resulta de la masa que se prepara con la mezcla de harina, agua, levadura y sal que se deja fermentar y se somete a cocción en un horno especial.

La palabra "PAN" se emplea en forma específica para referirse al producto elaborado con harina refinada de trigo, porque si se usan harinas no refinadas o harinas de algún otro cereal en proporciones mayores del 1 %, que permite el reglamento sanitario, es indispensable decir; pan integral, pambazo, pan de arroz, pan de centeno, etc.

En la panificación es indispensable el esponjamiento de la masa por incorporación de un gas y su coagulación por medio del calor de un horno en forma que el gas quede retenido y la estructura del material se estabilice.

La ventaja de tener un producto esponjoso y con miga finamente vesiculada, es su fácil masticación.

La elaboración del pan, o panificación se realiza en tres tiempos fundamentales: amasado, fermentación y cocción. Que varían mucho en relación al tipo de pan que se elabora en la industria o en la cocina.

Las características ideales de un buen pan deberan ser:

- 1.- La corteza dura, brillante y dorada.
- 2.- El pan suena como un sólido compacto cuando se golpea sobre un objeto resistente.
- 3.- Al ejercer presión sobre la miga, se forma una masa compacte de color pajizo, excento de puntos negros pardos o rojos que aparecen cuando se usan harinas invadidas por mohos.
- 4.- El sabor del pan blanco debe ser agradable y de olor débil y característico.
- 5.- El volumen específico del pan es la relación que existe entre el volumen de una pieza determinada y los gramos que pesa, y ha de ser superior a 3.2 unidades para estar seguro de que hay una esponjosidad suficiente o sea que el volumen debe ser 3 veces mas que el peso.

Al juzgar la calidad de un pan se deben considerar siempre los siguientes puntos:

- 1.- Aspecto general.
- 2.- Colorido.
- 3.- Volumen.
- 4.- Exfoliaciones.
- 5.- Grietas.
- 6.- Estructuras.
- 7.- Brillo.
- 8.- Jugosidad de la miga.
- 9.- Sabor.
- 10.- Estabilidad de la miga.
- 11.- Grano.

1.- ASPECTO GENERAL.

Es una de las propiedades más importantes del pan, ya que cuando se presenta el pan tan próximo a la perfección como sea posible, este atrae a los consumidores. Implica varias de las cualidades que se describen luego. El mal aspecto puede ser motivado por:

- Modelo defectuoso.
- Mala colocación en los moldes o en el horno.
- Falta de vapor en el horno.
- Formación de costra en las piezas durante la maduración final.
- Exceso de harina coloreada (cuando se usa).
- Manejo poco cuidadoso de los panes cocidos después de sacarlos del horno.

2.- COLORIDO.

El colorido es una indicación segura respecto en general del pan que se examina. El colorido que se debe tomar como tipo, es el que representa un pan de corteza hecho con harina de alta calidad, bien fermentado y cocido correctamente. Este colorido esta formado por tonos delicados pardo y rojos que se funden uno en el otro, que tiene las partes expuestas de pardo rojizo y que en las partes menos expuestas al calor del horno se convierte en una cortezaa amarillo-dorado. También habrá un color blanco argentino en aquellas partes que se han separado de la pieza, poco después de poner en el horno y antes de que el calor haya podido producir mucho color. Para obtener un buen colorido en el pan debe usarse harina de alta calidad .

Las deficiencias en el colorido pueden atribuirse a las siguientes causas:

- Harina de baja calidad, de por si ya deficiente en colorido natural.
- Poca maduración de la masa. Produce pan de corteza tosca y muy roja, miga aspera de tono verdoso desvaído. La pieza tiene aspecto característico amasacotado y poco volumen.

- Harina deficiente en azúcares naturales, con bajo contenido en maltosa y deficiente en alfaamilosa. Para facilitar a una harina como ésta en la producción de colorido se puede utilizar extracto de malta, azúcar y productos lácteos.
- La maduración excesiva de la masa produce un pan con poco color, con miga grisácea y aspecto exterior variable, generalmente con corteza tosca.
- Un horno frío no producirá colorido, mientras que uno demasiado caliente se extralimitará en la producción de color, el calor seco hace desaparecer el colorido deseable.
- Harinas tratadas cuyo tratamiento o blanqueo ha sido excesivo.
- Masas calientes.

3. VOLUMEN.

Depende principalmente de la calidad de la harina, pero mediante la manipulación adecuada se puede aumentar el volumen en una harina determinada. La harina procedente de un trigo determinado producirá piezas con un volumen característico que depende de la calidad y cantidad del gluten y de la cantidad de azúcar presente.

La clase de un tratamiento determina un grado alcanzado: una maduración corta dará menos volumen, mientras que una larga dará un gran volumen.

La falta de volumen puede ser producida por: masas duras, exceso de sal, falta de maduración, harina floja, harina vieja, levadura que ha sufrido un aumento de temperatura, harina recientemente molturada, insuficiencia de maduración final, masas frías, excesivo trabajo mecánico, división de la masa con tiempo inadecuado de recuperación, horno demasiado caliente, falta de vapor en el horno.

El exceso de volumen puede ser causado por: fermentación conjunta excesiva, maduración final excesiva, sal insuficiente con harina fuerte bien fermentada, moldeo suelto, horno frío, masas blandas, con alto contenido en levadura.

4.- EXFOLIACIONES.

Los panes de "Batch" (pan escosés que presenta corteza superior e inferior gruesa y sin corteza lateral) de cualquier variedad, se colocan juntos en el horno, unos al lado de otros, al sacarlos y separarlos quedan adheridos a los lados, donde no hay cortezas, copos sueltos o láminas de pan que se pueden desprender como si fueran capas de piel. Esto es lo que se llama "exfoliaciones" del pan. Lo interesante para juzgar las cualidades de un pan es su espesor, color y aspecto argentino de dicha exfoliación.

Si la exfoliación sale en trozos bastos es señal de que la harina resistirá mas fermentación sin detrimento de ninguna de sus buenas cualidades. Si sale en forma de hojas grandes, es señal de que la masa ha madurado perfectamente y el pan es de buena calidad. Si se pela en hojas muy finas tiene viso gris plateado y no salen trozos grandes, sino que se rompe muy fácilmente, la masa se ha pasado de su punto de madurez y, al perder la tenacidad, la exfoliación se rompe.

5.- ESTRUCTURA.

Se confunde frecuentemente con la exfoliación, pero, en realidad, la estructura se refiere a la uniformidad de vesiculación, es decir a la igualdad de los huecos de la miga la estructura fina es la que presenta la superficie al corte con huecos o vesículas pequeñas, todas del mismo tamaño y distribuidas uniformemente. Si estos huecos son de distintos tamaño y hay de vez en cuando, otros muy grandes, se dice que la estructura es basta y es un grave defecto. El pan hecho a máquina, generalmente tiene uniformidad de estructura a causa de la acción eficaz de los moldeadores.

6. BRILLO DE LA MIGA.

Solo puede tenerlo el pan confeccionado con harina de buena calidad y color. Como es el caso de exfoliación, depende de la fermentación correcta. Es posible conseguir esta cualidad con harinas de baja calidad, pues depende de la producción de un viso característico en la miga, probablemente debido a la transparencia de esta y a la igualdad de la vesiculación, que hace que la luz se refleje bien desde el interior de los alveólos o vesículas.

7.- JUGOSIDAD.

La humedad en el pan no depende primordialmente de la cantidad de agua que se ha añadido para confeccionar el pan, si no que depende del estado físico del gluten.

Es importante distinguir entre humedad y jugosidad. La primera se puede llamar "humedad absoluta", o contenido real de humedad. Y la segunda "humedad aparente", que es una estimación puramente subjetiva determinada por la sensación en el paladar. La humedad absoluta en la miga de pan varía de 35 a 42 % mientras que la fórmula seguida, del grado de fermentación, modo de manipulación y cocción influyen en la humedad aparente del pan.

8.- SABOR.

No es una cualidad que se pueda estandarizar; cada distrito o región tiene sus ideas y preferencias propias, mientras que algunos desean un sabor dulce en el pan otros prefieren el sabor neutro que tiene el pan corriente, producido en una fábrica. En Escocia, el sabor del pan "Batch" depende del ácido y otras sustancias presentes, que a los forasteros les parece ágría, pero en realidad es una combinación de muchos sabores que no resulta del todo desagradable si el pan ha fermentado correctamente.

El sabor no está influido solamente por los ingredientes, si no también y mucho, por el tipo de fermentación y manipulación y por el método de cocción.

9.- ESTABILIDAD DE LA MIGA.

Segun las necesidades actuales, particularmente desde la introducción de las máquinas automáticas para cortar el pan, esta es una de las cualidades más importantes, la estabilidad de la miga viene determinada por la calidad de la harina y el grado de fermentación y de trabajo mecánico ha que se ha sometido.

La miga del pan debe recuperarse rápidamente después de ser presionada y no ha de notarse demasiado esponjosa ni volver ha adquirir su forma con demasiada lentitud. El grado de elasticidad de la miga es importante para determinar la facilidad con que se puede repartir sobre ella la mantequilla, sobre todo cuando está dura.

10.-GRANO.

Se refiere al tamaño de las celdillas de la miga. Las masas duras producen un grano más apretado o celdillas más pequeñas que las masas blandas. El grano es afectado considerablemente por el grado de fermentación, así como también por la manipulación de la masa. Por ejemplo, en la producción de panes trenzados de 2 o 4 piezas.

Si la masa no ha madurado bien, el grano es basto y abierto, si se ha pasado, el grano es abierto y con falta de cohesión por haberse supermadurado el gluten, y el pan producido se desmigaja fácilmente.

11.- GRIETA.

Se refiere a la subida de la pieza de masa al expansionarse en el horno, y el estiramiento y ruptura que se producen a los lados de la pieza. Al ponerse en el horno pan de molde, bajo las condiciones correctas de vapor, se forma corteza en los lados de la pieza antes que en la parte superior. Al producir la levadura las últimas cantidades de gas, ocurre la expansión correcta de la masa; si esta fuera fermentada correctamente, se produce una grieta limpia. Si la fermentación no llegó al punto óptimo, no se producirá la grieta y la pieza tendrá un aspecto cerrado. Si la masa se paró de pronto en la maduración, se rasgará y producirá una grieta basta y rugosa. Por eso, la grieta es un indicador del grado de fermentación conseguido y de la corrección en la utilización del vapor de agua.

5.3. GUIA DE ESTUDIOS.

1.- CUALES SON LOS INGREDIENTES BASICOS EN LA ELABORACION DE PAN BLANCO O PAN FRANCÉS.

Los principales son: harina de trigo, agua, levadura, sal y azúcar. A veces se pueden añadir otros ingredientes como harina malteada, alimentos para levadura, leche y productos lácteos, grasa, frutos y gluten.

2.- DESCRIBA LA FUNCION DE CADA UNO DE LOS INGREDIENTES MENCIONADOS EN LA PREGUNTA ANTERIOR.

Harina.

Para la elaboración del pan la harina debe de proceder en gran proporción de trigos fuertes. Debe tener ciertas características especiales; proteína en cierta cantidad y de calidad satisfactoria, fuerza y estabilidad adecuada, producción de gas y actividad amilásica satisfactoria y con buen contenido de humedad.

Su principal función, además de aportar azúcar y otros alimentos a la levadura, es formar con el agua una masa elástica que retenga el gas producido por la fermentación.

Agua.

Cuando la harina se mezcla con el agua, tanto el gluten como el almidón absorben agua. El gluten absorbe más agua que el almidón además tiene un poder muy fuerte o grande de disolución en las sustancias utilizadas como azúcar, sal, malta, levadura y aditivos que junto con la harina nos forman la masa.

Levadura.

Realiza dos funciones en la masa:

- Produce gas que esponja la masa y el pan acabado.
- Ayuda a la maduración o acondicionamiento de la masa.

Sal.

- Da sabor al pan.
- Confiere al pan terminado aspecto atractivo.
- Contrae y estabiliza el gluten de la harina, facilitando así el conseguir una pieza bien formada con miga que no desmorone al corte.
- En las fermentaciones prolongadas impide que la levadura trabaje demasiado rápidamente y restrinja la actividad de las bacterias acidógenas en la masa. Ayuda a mantener la humedad de la pieza una vez que esta ha salido del horno.

Azúcar.

El azúcar de caña (sacarosa) se utiliza más que para aumentar la producción gaseosa, para mejorar el color y aspecto del pan ya que en la harina normal hay suficiente cantidad de azúcar para la producción de gas.

3.- QUE CARACTERISTICAS DEBE TENER LA HARINA PARA PANIFICACION (RESPECTO AL GLUTEN).

La harina para panificación debe ser de trigo de buena calidad. además de este se emplean harinas de otros cereales, o almidones, o harinas de leguminosas, especialmente harinas de soya y harinas de algunas frutas, pero como la mayor parte de esos alimentos no tienen una proporción adecuada de gluten superior al 8% para lograr una panificación aceptable, es indispensable mezclarlos en proporciones más o menos grandes con harina para panificación.

4.- CUALES SON LOS METODOS MAS UTILIZADOS PARA LA ELABORACION DE PAN BLANCO. DESCRIBA CADA UNO DE ESTOS METODOS.

- Proceso Chorleywood.
- Sistema Strahmann.
- Sistema Baker Perkins Ivarson.
- Sistema Do - Maker.
- Sistema Amflow.
- Sistema Gatelin.

Proceso Chorleywood.

Este procedimiento es por hornadas, fue realizado por BBIRA (Asociación Británica para la Investigación de Industrias de Panificación).

Mediante el trabajo mecánico intensivo y dosificado aplicado a la masa, la utilización de ácido ascórbico como mejorador y ligeros ajustes, de las recetas corrientes, se elimina la necesidad de la fermentación conjunta. No es necesaria la utilización de un caldo el pan que se obtiene es de sabor y aspecto convencionales. Y no tiene ninguna de las características indeseables que suelen llevar consigo los sistemas sin fermentación conjunta.

Los pasos esenciales del procedimiento:

- La cantidad de trabajo aplicada a la masa, durante el amasado es fija y debe medirse. Esta cantidad es de 0.9 CV minuto/kg de masa. Como se mide eléctricamente es necesario recordar que 11 Wh/kg de masa.
- Se debe incluir en la receta ácido ascórbico, para que cumpla la misma función que un mejorador oxidante. Aunque no es en sí un agente oxidante funciona en la masa del mismo modo por transformación en ácido dehidroascórbico.
- Es necesaria la adición de grasa.
- Se debe añadir a la masa, agua adicional.

Obtención de la masa:

La cantidad de trabajo especificada de 11 Wh/Kg de masa, durante el amasado es por lo menos 5 a 8 veces superior de la empleada en el amasado. Es ideal que el tiempo total invertido en la mezcla y amasado no pase de 5 minutos.

La adición de 75 p.p.m. de ácido ascórbico da buenos resultados para la producción comercial de todos los panes y pocas veces esta cantidad resulta insuficiente. Sin embargo puede no ser necesario en la obtención del pan integral.

El ácido ascórbico que es muy soluble, se debe disolver en el agua para amasar, es conveniente hacer una solución madre, disolviendo 40 gr de ácido ascórbico en 10 litros de agua; 1/4 de litro de ésta solución para cada 12.7 kg de harina (28 libras) el agua de amasar se debe de ajustar teniendo en cuenta el líquido añadido.

Es esencial la presencia de grasa. Se recomiendan cantidades del orden de 2 libras por saco (907 gr, por 127 kg).

Es preferible una grasa especial con alto punto de fusión (39 - 40°C).

Cualquier harina panaria puede ser útil en éste proceso.

Las variaciones normales en la calidad de la harina no exigen cambios en las condiciones fundamentales con excepción de los ajustes para la absorción de agua, aunque naturalmente las variaciones de la calidad de la harina se reflejaran en la calidad del pan.

Las mezclas de harina de bajo poder de gasificación no necesitan suplemento diastásico y se puede conseguir buena estructura con métodos de moldeo menos elaborados.

La cantidad de levadura en éste procedimiento es superior a la cantidad normal en los procesos rápidos. Para la producción en gran escala de pan corriente, se recomiendan cantidades de 4 a 5 libras por saco (1.800 a 2.250 gr) para producciones de menor envergadura, hasta seis libras por saco (2.750 gr).

Temperatura.

En este procedimiento, en el que no hay fermentación conjunta, la temperatura es menos crítica se obtienen buenos resultados en la zona de 26.5 a 32°C aunque, naturalmente la temperatura de la maduración final, debe de estar más ajustada. El trabajo intensivo de la masa eleva la temperatura de la misma a unos 11 a 14°C requiriendo el agua de amasar una temperatura de 7 a 18°C, según la temperatura de la harina.

Esto evita en gran parte la necesidad de calentar el agua y la mayor parte se puede utilizar directamente del agua del grifo, en tiempo caluroso es necesario usar agua enfriada.

Procedimiento:

La masa debe de seguir su procedimiento tan pronto como sea posible, después del amasado, los retrasos en esta etapa pueden dar por resultado un ligero agrietamiento en la estructura de la miga.

Se hace la división y después de esto la masa necesita una maduración intermedia de 6 a 10 min, según las condiciones de la panadería y el tipo de cámara.

Se pueden utilizar los moldeados convencionales y con este procedimiento se siguen los mismos efectos que en el pan por fermentación conjunta con el retorcido, trenzado.

Permanece sin alteración la maduración final, la cocción, el cortado, en rebanadas y el empaquetado.

Sistema Strahmann.

Este procedimiento es también adecuado para una gran variedad de pan corriente por el sistema de amasado continuo.

La acción de la máquina es tan rápida que la masa permanece en el interior solamente durante 30 segundos. Al extruir solamente se han llevado a cabo las dos primeras partes del trabajo mecánico total a esto se le llama "acondicionamiento". La etapa final tiene lugar por reposo y se acelera en la operación de moldeo que queda como una necesidad esencial y básica.

En este procedimiento se puede emplear, bien un mosto en fermentación, una esponja o una sencilla suspensión de levadura en agua. A continuación del procedimiento de acondicionamiento se divide la masa en piezas, de aquí pasan las masas en piezas a una moldeadora, redondeadora y luego sigue un período variable de primera maduración.

En caso en que se utilicen mostos o esponjas, el período necesario para la primera maduración es muy breve (inferior a 1/2 minuto) a menos que se quiera pan con una estructura muy abierta.

Si se ha empleado una suspensión de levadura sin activar, se necesita normalmente un período mas convencional de maduración unos 10 a 15 minutos por regla general el período corto de esta primera maduración produce estructuras más finas y los períodos más prolongados, tipos más abiertos.

A la primera maduración, sigue un proceso de moldeo convencional, tras el moldeo se pone el pan en la bandeja y se le da una maduración final, como de costumbre.

Sistema Baker Perkins (Ivarson).

Este sistema difiere de otros sistemas continuos en que la primera etapa supone la confección de una esponja. Una vez que la esponja ha reposado el tiempo necesario, se desgasifica y pasa a la mezcladora continua, donde se añaden ingredientes en cantidades predeterminadas; la grasa en forma líquida y la sal en forma sólida mediante un dispositivo dosificador especial. La cantidad de agua utilizada en esta etapa raramente supera 4.5 litros por saco y se añade para ajustar la consistencia de la masa.

Sistema Do - Maker.

En los procedimientos descritos anteriormente, el amasado y acondicionamiento de la masa se realizan en el mismo aparato, pero en el sistema Do - Maker se hacen por separado.

Además del sistema del amasado Do - Maker no depende de la velocidad de operación del amasado y todo el funcionamiento es completamente automático.

El primer paso es la preparación de un mosto o caldo que contiene todos los ingredientes que no son harina. El tiempo de fermentación es de 1 a 4 horas y se agita continuamente y se mantiene a temperatura de 29.4°C (85°F), durante su período de fermentación. Se deben ir haciendo tandas de mostos suficientes para que duren todo el período de trabajo de planta.

Los ingredientes principales del mosto son; azúcar, levadura, alimentos para levadura y agua. Los mostos se mantienen en depósitos con doble pared a una temperatura de 29.4°C

La fermentación debe prolongarse el tiempo suficiente para que se produzcan las sustancias necesarias para dar al pan un sabor característico. También están presentes sustancias que impiden que el mosto llegue a ponerse demasiado ácido como resultado de la fermentación, éstas sustancias son como tampones ante el exceso de ácido; la harina de soya y la leche en polvo son tampones adecuados.

El pan Do - Maker se caracteriza por una estructura celular muy fina con miga tierna y poca corteza, pero si se desea se puede producir pan con una miga más convencional.

Sistema Amflow.

En este procedimiento se añade al recipiente de mezcla un mosto compuesto por levadura, alimento para levadura, agua y parte del azúcar. También se añade algo de la esponja final al depósito del mosto para que se produzca sabor. Este mosto se fermenta durante 1 hora antes de añadirle sal, más azúcar, y hasta 12 % de harina, dando así una esponja líquida que se bombea luego a un recipiente, donde dura otra hora en fermentación. La agitación se mantiene al mínimo.

La esponja se bombea seguidamente a una artoza horizontal, donde se le añade mas líquido azucarado para asegurar un nivel adecuado de azúcar para el pan. Se enfría la esponja y se la bombea a un inductor, que es un mezclador continuo de tipo tornillo sin fin, donde se mezcla con el resto de la harina, manteca fundida y oxidante (normalmente una mezcla de yodato y bromato). En este paso, es importante impedir la inclusión de exceso de aire en la masa, ya que, con el fin de conseguir la estructura fina característica de este procedimiento, todo el aire presente ha de ser disuelto en la masa como resultado de las presiones existentes en el subsiguiente acondicionamiento.

Esta eliminación de aire se realiza permitiendo que se forme una depresión entre la bomba de masa y el premezclador.

Esta masa mezclada, pero esencialmente no trabajada, pasa por medio de una bomba, en forma dosificada, por el acondicionador y, durante su paso, se la somete a la acción intensa de corte y estiramiento de unas palas en contrarrotación. El nivel de trabajo realizado se controla, primero, ajustando la velocidad de las palas y, segundo, por ajuste de los niveles de presión en el acondicionador.

Sistema Gatelin.

Este sistema fue ideado específicamente para trabajar según el sistema "esponja - masa" y es muy utilizado en la Unión Soviética. Está compuesto por un mezclador continuo de esponja, del cual se traspasa esponja líquida a una de las seis secciones de una gran vasija cónica. Cada sección de la vasija se llena por turno. La vasija gira su eje central a medida que cada sección está suficientemente llena. El tiempo de una revolución completa es el tiempo necesario para que madure una esponja. Al acabar este tiempo, la esponja fermentada es bombeada a una segunda mezcladora y la sección vaciada se rellena de nuevo. En este segundo mezclador se añaden más harina y líquidos y de aquí se pasa a una vasija similar en diseño y funciones a la primera, en la que se completa la fermentación de la masa. Esta, se divide entonces y se moldea del modo usual.

5.- CUALES SON LOS PASOS FUNDAMENTALES PARA LA ELABORACION DE PAN?.EXPLIQUELOS.

La elaboración del pan o panificación se realiza en tres tiempos fundamentales: amasado, fermentación y cocción, que varía mucho en relación al tipo de pan que se elabora en la industria o en la cocina.

Amasado. Para el pan blanco se trabaja la masa hasta lograr darle la plasticidad suficiente para que conserve la forma que imprime y quede lisa y seca en la superficie, sin dar la sensación de humedad al tocarla. La masa para bizcochos y para pasteles se prepara en forma particular para cada tipo de receta.

Fermentación. La fermentación de la masa se hace en varios tiempos: cuando se prepara el pan blanco, el bizcocho y otros panes de consumo ordinario, en primer lugar se deja fermentar la masa total y se expulsan los gases en los amasados siguientes y al último se dejan fermentar las porciones de masa ya cortadas, a las que se ha dado la forma especial que caracteriza el tipo de pan que se elabora. La fermentación se inicia mezclando al nuevo amasijo una porción de masa reservada de los días anteriores o se emplea levadura prensada, que no requiere preparación previa de larga duración. La fermentación de las porciones de masa, trabajada por los panaderos en forma especial, se hace durante el tiempo de reposo que transcurre entre el amasado final y el momento en que se realiza la cocción.

Para lograr una fermentación correcta se deja el pan crudo en los amasijos o en cámaras especiales de temperatura moderada, para favorecer el desarrollo de la levadura o la acción de los polvos de hornear sobre la pasta.

Durante la fermentación se produce algo de alcohol y anhídrido carbónico que provoca el levantamiento del pan con alargamiento de la red de gluten y formación de grumos de almidón húmedo mezclando a los otros sólidos de la masa durante la fermentación se deseca ligeramente la superficie del pan crudo por evaporación moderada del agua, lo que ayuda a evitar que se escapen los gases.

El tiempo de fermentación dura de 30 minutos a 4 horas o más.

Cocción. El medio de cocción, el tiempo y la temperatura, varían en relación al tipo de pan que se fabrica.

Por regla general la temperatura del horno ha de ser superior a los 200°C y se inicia la cocción con temperatura moderada en la mayoría de las preparaciones o con temperatura baja para algunas fórmulas especiales.

La cocción del pan se inicia cuando la fermentación de los almidones y el desarrollo y estiramiento del gluten llegan al grado óptimo, para obtener un volumen correcto y que la consistencia, la corteza y la miga sean buenas.

Durante la cocción sufre el pan las siguientes transformaciones: la parte periférica se calienta más rápidamente que la porción central y al evaporarse parte del agua, se deseca en la superficie, se forma una costra de 2 a 5 mm y se carameliza una parte del almidón.

En el interior del pan la temperatura no pasa de 100°C pero el vapor de agua gelifica el almidón y coagula el gluten, y los gases dilatados y el vapor de agua producen el último aumento en el volumen del pan.

La humedad que hay en el horno durante la cocción impide la carbonización de la superficie del pan y produce brillo en la costra tostada.

6.-CUAL ES EL METABOLISMO (REACCIONES) DE LOS CARBOHIDRATOS POR FERMENTACION EN UNA LEVADURA?

Las actividades bacterianas que con más facilidad pueden darse durante la fermentación de la masa son las producidas por bacterias lácticas, acéticas y butíricas.

Fermentación láctica. Es primordialmente la fermentación por medio de la cual la leche se agría, y es un proceso químico muy sencillo, esta alteración también se produce en la fermentación normal de la masa. Por hidrólisis de un azúcar tipo lactosa o azúcar de caña, se forma primeramente lacto - glucosa o bien azúcar invertido, y después esta azúcar se degrada a ácido láctico según la reacción:



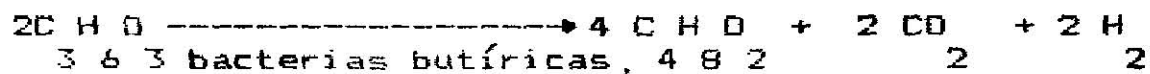
Azúcar invertido

Acido láctico

La temperatura óptima para la fermentación láctica es de unos 35°C y a la temperatura normal de fermentación de la masa por la levadura, los bacilos lácticos actúan lentamente.

Es necesario una cantidad apropiada de ácido ya que la levadura necesita un ambiente ácido y el pH de la masa, por regla general se ajusta, entre 5.8 y 6.2. Además el ácido favorece la maduración del gluten y aumenta su elasticidad. demasiado ácido provoca el que pase y por último que adquiera un sabor ácido. Esta dificultad se puede originar también por utilizar en el amasado leche agria descremada o leche mazada.

Fermentación Butírica. Una vez establecida en la masa la fermentación láctica, el ácido láctico o sus sales pueden ser objeto del ataque por diferentes variedades de bacterias con la producción de ácido butírico y desprendimiento de anhídrido carbónico e hidrógeno;



Acido láctico

Ac. butírico + anh. carb. + Hidrógeno

Las bacterias butíricas trabajan a temperaturas ligeramente superiores a las de las lácticas unos 40°C de modo que estas bacterias no deben constituir ninguna dificultad en la fermentación de la masa. Sin embargo si una masa o esponja se deja demasiado tiempo con el resultado de que la temperatura suba, a 32°C puede producirse algo de fermentación butírica y esto estropea el sabor del producto que no debe ocurrir si se controla la operación debidamente.

Fermentación acética. Las bacterias acéticas se diferencian de los dos grupos anteriores por trabajar mejor con gran exceso de aire. El micoderma acety es considerado como el organismo mas importante que transforma en ácido láctico el alcohol etílico producido por la levadura en la fermentación normal. Siempre se produce algo de ácido acético en la masa.

En una esponja normal solamente un 5 % de la acidez normal es de ácido acético. Cuando la masa entra en el horno, una parte del alcohol se oxida a ácido acético, pudiéndose reconocer su olor en el vapor que sale del horno. El principal constituyente de todos los vinagres es el ácido acético diluido y por esta razón, el vinagre se puede utilizar como preventivo de la viscosidad.

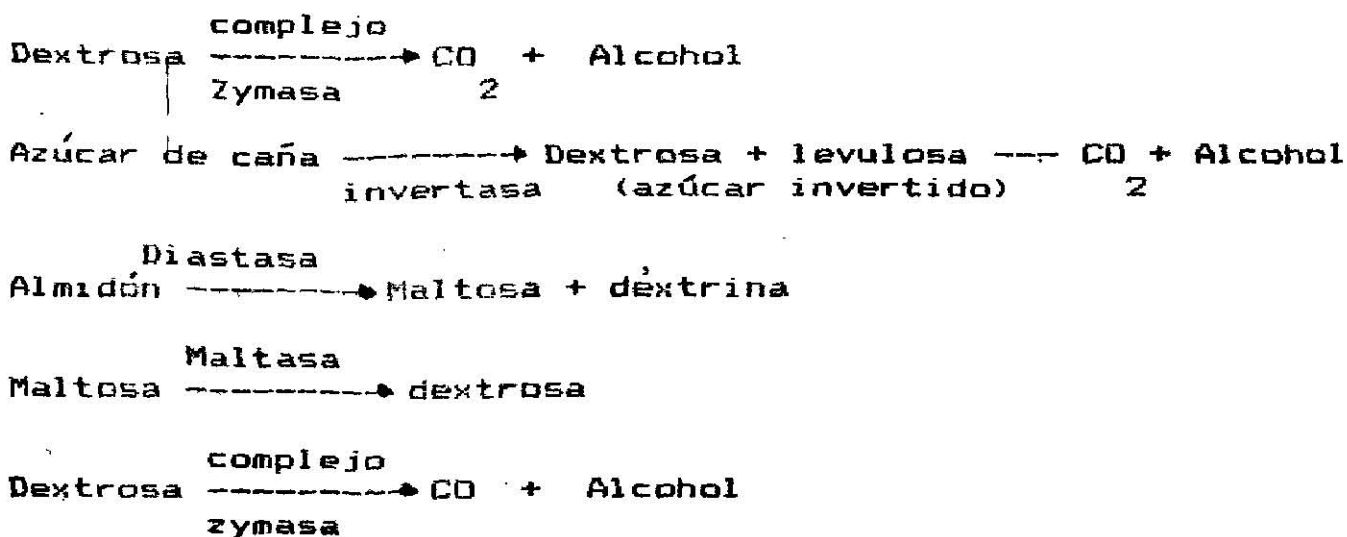
La acción de la levadura en la fermentación panaria tiene tres funciones:

- Producir anhídrido carbónico en cantidades suficientes y en el momento oportuno para hinchar la masa, dando una estructura ligera y esponjosa, que una vez cocida correctamente, se convierte en un pan sabroso.
- Producir una mezcla de compuestos químicos de muchos tipos que contribuyen al sabor del pan.
- Ayudar a producir los cambios esenciales en la estructura del gluten conocidos como maduración de la masa. Las transformaciones principales a considerar; la inversión del azúcar de caña por la enzima invertasa.

La levadura tiene el complejo zymasa, que convierte el azúcar (maltosa) en anhídrido carbónico y alcohol.

La alfa amilasa que tiene la harina transforma el almidón en maltosa mientras fermenta la masa y constituye un suministro suplementario del cual se puede alimentar la levadura.

Resumiendo estas transformaciones tenemos:



7.- QUE ES EL ENVEJECIMIENTO DEL PAN? A QUE SE DEBE? Y COMO SE RETARDA?

El endurecimiento de la miga de pan no es un proceso de desecación, ya que no está relacionado directamente con la pérdida de humedad. La causa fundamental del endurecimiento reside en la transformación de una forma química del almidón en otra. El almidón se transforma lentamente a temperaturas inferiores a 55 °C pasando de una forma alfa a una beta ya que esta última se une con cantidades mucho más bajas de agua que la primera. Esta transformación lleva consigo a un rápido endurecimiento y a una contracción de los gránulos de almidón que se separan del esqueleto del gluten con quien se encuentran asociados produciendo una alteración en la estructura de la miga.

Otra causa del endurecimiento del pan es un apelmamiento interno, por ejemplo, a una agregación reversible por el calor de la porción de amilopectina (cadena ramificada) del almidón y que no está relacionada con cualquier transformación de la amilosa (cadena recta) de este, ya que este se insolubiliza por retrogradación irreversible, durante la cocción y por tanto no puede influir en el añejamiento que tiene lugar después.

Se puede decir que el pan ha envejecido cuando la miga esta seca y se desmorona, exige mucha saliva para deglutir y no da la sensación de que se disuelve a su paso por la boca. Estas particularidades del envejecimiento se suman a las del sabor, que en pan reciente puede calificarse de dulce, y en el pan envejecido de insípido.

El problema del envejecimiento del pan presenta varias facetas. Los aspectos principales del envejecimiento del pan se pueden subdividir como sigue:

Envejecimiento de la corteza. Es motivada por higroscopicidad de la corteza. La presión de vapor de agua en la corteza de pan es casi tan alta como la del agua pura, de modo que el agua se evapora fácilmente de la corteza del ambiente y es retenida parcialmente por la corteza, si no hay una ventilación adecuada en el almacén.

Esto produce una corteza blanda y húmeda, frecuentemente correosa.

La causa principal del envejecimiento rápido de la corteza resulta, en la practica, del almacenamiento en malas condiciones, esto es, almacenamiento en atmósfera húmeda, con ventilación no adecuada. Lo mismo puede ocurrir si el pan se envuelve antes de haberse enfriado suficientemente.

Es necesario controlar la humedad durante el almacenamiento del pan, pues si la humedad relativa supera el 75 %, algo de humedad es absorbida por el pan. Las variaciones de temperatura también pueden producir dificultades, ya que un rápido enfriamiento del aire puede producir una condensación de humedad de la superficie del pan, humedad que se absorberá. Por esta razón no se ha admitido el enfriamiento rápido por medio de ventiladores extractores. Por todo ello, el pan debe conservarse en almacenes cuya humedad no pase del 75 % ni sea menor del 65%. El aire debe circular lentamente y la humedad estar regulada cuidadosamente.

Los factores principales que afectan a la conservación de la corteza en estado crujiente son:

- a).- Utilización de harinas adecuadas para cada procedimiento.
- b).- Fermentación correcta de la harina.
- c).- Cocción correcta y desecación correcta de la corteza.
- d).- Condiciones de almacenaje del pan.

Envejecimiento de la miga.

Se ha demostrado que en el envejecimiento del pan se producen alteraciones en la molecula del almidón y que la proteína es afectada principalmente por el agua liberada por el almidón. Estas alteraciones se han podido demostrar gracias a investigaciones sobre la estructura del almidón del pan por medio de los rayos X.

Si se calienta con agua, el almidón se gelifica al cocer el pan no hay agua suficiente para que se gelifique completamente todo el almidón de la masa.

Sin embargo, hay suficiente para producir lo que se llama "gelificación de primer grado, en cuyo estado las celdillas de almidón se hinchan fuertemente y contiene 50 % de agua. Este almidón hinchado se puede considerar como la condición de todo el almidón de pan reciente. Poco tiempo despues de haberse enfriado el almidón que ésta en un estado muy inestable, empieza a ceder parte del agua; las celdillas se encogen, se endurecen, se hacen menos elásticas y más secas. Esta es la situación en que se encuentra el pan envejecido. Al calentar el almidón, reabsorbe el agua exudada y de nuevo se hinchan las celdillas, se ablandan y se hacen mas elásticas y húmedas, volviendo a la situación en que estaban cuando el pan era reciente, así, el pan envejecido vuelve a adquirir las propiedades de recién cocido.

Este proceso es reversible y constituye un ejemplo de "sinéresis". Dicha palabra describe la condición variable del almidón durante el envejecimiento del pan, observables con cualquier muestra del engrudo de almidón espeso. Para demostrarlo se gelifica una pequeña cantidad de almidón y se observa que, con el tiempo, se forma una capa de humedad en la superficie del gel; también que el gel se contrae y endurece.

Esta humedad ha salido del gel del almidón por el proceso de sinéresis, la retracción de las celdillas del almidón en el interior de la estructura del gluten del pan que se produce durante el envejecimiento, ocasiona el endurecimiento y facilidad para desmoronarse que van asociados al pan envejecido. Se ha visto que la producción de pan con estructura firme y uniforme tiene una gran dependencia con el grado y rapidéz del envejecimiento. Esto, a su vez, indica la importancia que tiene para la producción de pan con buenas facultades de conservación, que la masa haya sido trabajada y fermentada adecuadamente. Las moléculas de almidón del pan tierno, son principalmente del tipo alfa, de gran capacidad para ligar agua, así pueden mantener en su interior grandes cantidades de agua ligada coloidalmente, dando por resultado que los granulos estén hinchados y sean elásticos. El gluten forma una estructura que mantiene los granulos juntos, aunque no está clara la naturaleza exacta de esta unión. a bajas temperaturas, la forma alfa del almidón es inestable y lentamente se

convierte en una mezcla de formas alfa y beta. El almidón del tipo beta, tiene una facultad mucho menor para ligar agua, de modo que los gránulos encogen durante el cambio y se endurecen; disminuye la elasticidad y se desecan a causa de la pérdida de agua producida en la transformación del almidón de alfa a beta. El agua así liberada es absorbida por el gluten.

Otros factores que influyen en el envejecimiento de la miga son: el estado de la red de gluten en la masa, que es dependiente del grado de fermentación alcanzado en una determinada harina; el agua de absorción utilizada al amasar, y el grado de cocción alcanzado con la gelificación de la mayor cantidad posible de almidón.

El pan de buena calidad siempre se conserva tierno durante un periodo de tiempo mayor que el pan que, inicialmente es ya de calidad mediocre.

El proceso de sinéresis descrito antes tiene lugar con intensidad variable, según la temperatura a la que se almacena. Cuanto más baja es la temperatura, mayor es la producción de la forma más seca de almidón (conocida técnicamente como almidón beta), con la consiguiente pérdida de agua por el gel de almidón, cuanto más elevada la temperatura de almacenamiento, menor es la sinéresis y más bajo el porcentaje de almidón beta producido y, por tanto menor el envejecimiento.

El envejecimiento puede retardarse almacenando el pan a una temperatura de 55°C, ya que temperaturas superiores a ésta, la transformación de almidón alfa a la forma beta, es muy escasa.

El almacenamiento del pan a temperaturas por debajo del punto de congelación retrasa el envejecimiento químico, y cuanto más baja es la temperatura utilizada, mejor es el resultado. Se ha establecido que a -15°C es una temperatura muy adecuada pero cuando este pan recobra la temperatura ambiente pronto envejece, como de costumbre.

El envejecimiento de la miga sólo se puede evitar o retrasar manteniendo el equilibrio químico entre las formas alfa y beta del almidón, favoreciendo la forma alfa como ocurre con el pan tierno, de este modo se retrasa el cambio físico de la sinéresis.

Un método que se puede adoptar, para retrasar el envejecimiento de la miga es reducir el contenido de almidón del pan. Este se ha hecho popular y es esa la razón por la que los panes pobres en almidón tienen mejores propiedades de conservación que los panes corrientes. Actualmente se puede adquirir gluten adecuado que puede añadirse en forma hidratada.

Ciertas emulsiones de gluten han demostrado ser muy eficaces. El empaquetado de pan con papel parafinado, es otro procedimiento que, desde este punto de vista, tiene no obstante poca ventaja.

Las sustancias que se añaden para intentar retener más humedad o para mejorar la jugosidad de la miga, son las siguientes; jarabe de glucosa, dextrina comercial, harina y extracto de malta, emulsiones, emulgentes, harina de soya, patatas escaldadas, grasas y productos lácteos y sus emulsiones. Se han probado también y con bastante éxito, combinaciones de éstas sustancias como medio para prolongar la frescura aparente del pan.

La manteca de cerdo, es la mejor grasa para este objeto, y los preparados de suero son los mejores entre los productos lácteos.

El almidón en sus distintas formas, por ejemplo, productos gelificados o dextrinizados, o al estado de engrudo, harina de maíz, o harina de patata, se han usado también con grados variables de éxito. Los preparados de malta, en unión con productos de almidón gelificado, tienen mas ventajas mientras que la malta sólo en cantidades variables, ha demostrado que tiene un límite, traspasado el cual no ejerce influencia en la retención acuosa, y éste límite esta hacia los 1:100 gr por saco. La lecitina emulsionada, también ha sido utilizada y funciona indirectamente por modificar la estructura de la miga de algunos tipos de pan. De éste modo conserva la frescura y produce una miga muy suave.

Con éstas adiciones, en la mayoría de los casos no se modifica en absoluto el verdadero envejecimiento, pero se prolonga el estado aparente del pan de ser reciente, lo cual, desde el punto de vista comercial, es de lo más importante. Si se consiguiera siempre una fermentación correcta, el pan se mantendría fresco durante más tiempo, pero en vista de que gran parte del pan del comercio, no está fermentado correctamente, la utilización de éstos preparados ayuda a la obtención del pan con miga, mejor acondicionada, capaz de conservar su frescura aparente durante mas tiempo.

Como medio de impedir el envejecimiento, se usan determinados emulgentes, como; tartrato de estearilo y ésteres parciales de la glicerina. Cuando éstos se emplean en unión con grasa, parece que producen en el pan un efecto físico debido a la emulsión, que se refleja en una suavidad de la miga, muy apreciada en el comercio. Otra explicación que se ha propuesto para la acción de éstos suavizadores es que impiden las uniones de hidrogeno de las macromoléculas de almidón, produciendo un efecto lubricante, esto permite el deslizamiento del almidón, pudiendo quedar así al alcance de un puente de unión de oxígeno o hidrógeno de otras moléculas.

Finalmente la transformación del almidón de la forma alfa a la beta se puede impedir mediante el empleo de aldehídos y ciertos derivados orgánicos del amoníaco pero, éste método es impracticable comercialmente a causa de sus propiedades tóxicas o aromáticas.

8.- QUE SON LOS MEJORADORES DEL PAN? CUALES SON? PARA QUE SIRVEN?

Son numerosas sustancias minerales de las cuales se valen tanto los fabricantes de harinas como los panaderos para mejorar el comportamiento de la harina en la panadería y, para asegurar un rendimiento constante.

Los aditivos se pueden clasificar como sigue:

- Aquellos cuya naturaleza química corresponde a los utilizados tanto por el fabricante de harina, como por el panadero, bromatos, ácido ascórbico, persulfatos y fosfato ácido de calcio.
- Los añadidos por el fabricante de harina para cumplir la legislación en cuanto a requisitos de nutrición, vitamina B1, ácido nicotínico y hierro.
- Los que se añaden como coadyuvantes de fermentación; productos malteados, azúcar, cloruro amónico, amilasas de hongos, proteasas bacterianas.
- Inhibidores de hongos y organismos responsables de la viscosidad; fosfato ácido de calcio, ácido acético y propionato cálcico.
- Emulgentes; lecitina, monoestearatos de glicerina (g.m.s.), monoestearato de polioxietileno (p.o.e.m.s.), tartrato de estearilo, ésteres parciales del glicerol.
- Enriquecedores; grasas, leche, huevo, soya, patata y germen de trigo.

Mejoradores minerales.

Persulfatos.- Se utilizan mucho para mantener constante la capacidad de absorción de agua de las harinas. El persulfato amónico, se utiliza en proporciones de 50 a 200 p.p.m.. Esta sustancia no solo incrementa la absorción de agua, si no que influye en la estabilidad y elasticidad de la masa y produce una miga mas fina.

Bromatos.- Son los mas poderosos de todos los mejoradores minerales y se utilizan en cantidades del orden de 1 parte por 100000 de harina (1/10 de onza por saco). El bromato potásico es un constituyente importante de varios mejoradores de pan bien conocidos en el comercio.

La utilidad de los bromatos se destaca, cuando se trabaja con masas "verdes", particularmente en las instalaciones automáticas. Gracias a los bromatos se pueden manejar con relativa facilidad éstas masas. Las piezas de masa quedan estabilizadas, para la maduración final. Esto facilita el manejo, conservando la forma de las piezas. Con frecuencia se presenta el peligro de que se produzca "costra" a menos que se mantengan correctamente las condiciones de humedad durante la maduración.

Fosfatos.- Se utilizan en cantidades de una libra por saco (453.6gr por 127 kg). Generalmente van ya incorporados en los mejoradores para pan.

Sulfatos.- El alumbre y la sal de Glauber (sulfato sódico), se han empleado con harinas de trigo germinado, la utilización de alumbres, es hoy día ilegal, pero la sal de Glauber se puede utilizar todavía como astringente.

Acido ascórbico.- Aunque no es mineral, actúa de modo similar a los mejoradores minerales y se utiliza como oxidante en el proceso de Chorleywood en cantidades de 75 p.p.m. de harina

Coadyuvantes de la fermentación.

Productos malteados.- 0.25 a 1 libra por saco (113 a 453.6 gr/127kg).

Azúcares.- Desde 1 a 3 libras por saco (453.6gr a 1360 gr/127 kg), según el tipo de azúcar y producto.

Cloruro amónico.- Se encuentra en algunos mejoradores de panificación y alimentos de levadura en cantidades de 1 a 1.5 onza por saco.

Amilasas de hongos.- La cantidad depende de las necesidades de la harina de 0.5 a 2 onzas por saco.

Proteasas bacterianas.- La cantidad depende de la duración del proceso de fermentación, hasta 0.5 onza por saco.

9.-CUALES SON LOS DEFECTOS DEL PAN Y CUALES SON SUS CAUSAS?

Se producen principalmente por:

- 1.- Alteraciones en la fermentación.
- 2.- Por la utilización de ingredientes defectuosos.
- 3.- Por trabajar métodos incorrectos.

El 75 % de los defectos se deben a los dos primeros puntos.

FALTA DE MADURACION.

- Masa demasiado fría.
- Enfriamiento de la masa durante la fermentación.
- Contenido en levadura, demasiado bajo para el procedimiento seguido.
- Tiempo escaso de fermentación.
- Levadura de baja calidad o vieja.
- Demasiada sal.
- Harina excesivamente fuerte.
- Uso de cualquier sustancia que tiende a retardar la fermentación.

MADURACION EXCESIVA.

- Masa demasiado caliente.
- Empleo de cantidad excesiva de levadura.
- Tiempo de fermentación conjunta demasiado largo.
- Cantidad de sal insuficiente.
- Utilización de harina excesivamente blanqueada, o tratada con mejoradores químicos.
- Utilización errónea de mejoradores de naturaleza ácida.

DEFECTOS DE LA CORTEZA.

- Corteza correosa, se debe a:
 - 1.- Masa poco madura.
 - 2.- Utilización de levadura fuerte y glutinosa.
 - 3.- Masa excesivamente blanda.
 - 4.- Cocción a vapor e insuficiente secado posterior.
- Dureza; se produce generalmente por fermentación incorrecta de las harinas fuertes que se suelen emplear para, hacer las masas duras adecuadas para el pan de corteza y "cottage".
- Resquebrajamiento de la corteza; lo más probable es que sea causado por un horno demasiado caliente, el gluten se estira excesivamente en el horno y al sacar la pieza se produce una contracción rápida.

CASQUETES HUECOS.

- Poca fermentación.
- Poca maduración.
- Excesivo trabajo mecánico en las panaderías mecanizadas.

DEFECTOS EN LA MASA.

- Fermentación insuficiente.
- Harina débil, floja.
- Presencia o adición de trigo germinado en la harina.
- Utilización de harina molida muy recientemente.
- Empleo abusivo de malta.

GRUMOS EN EL PAN.

- Cocción insuficiente del pan, especialmente en los tipos de corteza y "cottage".
- Por trabajar una masa que ha formado costra gruesa.
- Por dejar las piezas de masa sobre la mesa, después de moldear y dejar que llegue a formar costra o que se enfríe ligeramente.
- Por utilización de harina tratada, de harina con trigo germinado o helado cuyo gluten se ha vuelto inestable, que atrae consigo al cocer, el colapso de la masa, produciéndose grumos de naturaleza gomosa.

- En las masas hechas a mano por no trabajar completamente los retazos.
- Por apilar las piezas unas arriba de otras, mientras están todavía calientes, en los estantes o en los vehículos.

HOQUEDADES EN EL PAN.

- Moldeo malo o flojo.
- La fermentación precaria de la masa producirá huecos grandes y alargados en el pan. Esto a su vez, puede ser debido a; levadura de baja calidad, que trabaja lenta e irregularmente, masas trías, harina demasiado fuerte para los procesos cortos de modo que, la masa es dura y no cedera a la presión.
- Distribución irregular de los ingredientes de la masa, particularmente de grasa, sal y levadura, probablemente provocada por un tiempo insuficiente de amasado.
- Mala colocación del pan en el horno y especialmente, en los hornos de hogar lateral, por insuficiente protección de las piezas que quedan cerca del mismo.
- Demasiado calor en la hoveada del horno, que con frecuencia producirá ampollas en las partes superiores de las piezas.
- En los panes moreno, excesiva maduración.
- Maduración insuficiente en cualquier forma de pan pero, sobre todo en el pan "cottage".
- Abuso de harina para espolvorear que produce costra en la masa e impide que ésta ligue al moldear.

IRREGULARIDADES EN LOS PESOS DEL PAN.

- División incorrecta, divisoras defectuosas o inexactas.
- Inexactitud de la divisora, defectos mecánicos, alimentación irregular.
- Poca fermentación, las masas "verdes" pierden mas agua durante la cocción, que las fermentadas correctamente.
- Cocción excesiva, horno demasiado caliente o tiempo excesivo.
- Enfriamiento y subsiguiente almacenamiento del pan en cámara fría, las bajas temperaturas para el enfriamiento producen pérdida de peso, envejecimiento prematuro y endurecimiento.
- Humedad incorrecta donde se almacena el pan. Una atmósfera demasiado seca conducirá a una pérdida de peso.

5.4. PROCEDIMIENTO.

1.- Elaborar una con las siguientes esponjas.

	I	II	III	IV	V	VI
HARINA (gr)	80	80	80	80	80	80
LEVADURA (gr)	1.0	3.0	1.5	1.5	1.5	1.5
AGUA (ml)	45	45	45	45	45	45

- a).- Mezclar la levadura y el agua hasta formar una suspensión.
- b).- Agregar esta suspensión a la harina.
- c).- Amasarla hasta formar una masa que no se pegue en las manos.
- d).- Colocar la masa en un vidrio de reloj grande.
- e).- Ponerla a fermentar en la estufa a 26 °C durante 2.5 horas.

2.- Preparar las siguientes masas:

	I	II	III	IV	V	VI
HARINA (gr)	35	35	35	35	35	35
AZUCAR (gr)	8.5	8.5	6.0	10	8.5	8.5
SAL (gr)	2.5	2.5	2.5	2.5	5.0	2.5
AGUA (ml)	23	23	23	23	23	23

- a).- Mezclar el harina, sal y azúcar.
- b).- Agregar agua y amasar.
- c).- Mezclar cada masa con su esponja y amasarla hasta que se forme mas suave y no esté pegajosa.
- d).- Ponerla a fermentar en la estufa a 45°C por 60 minutos.

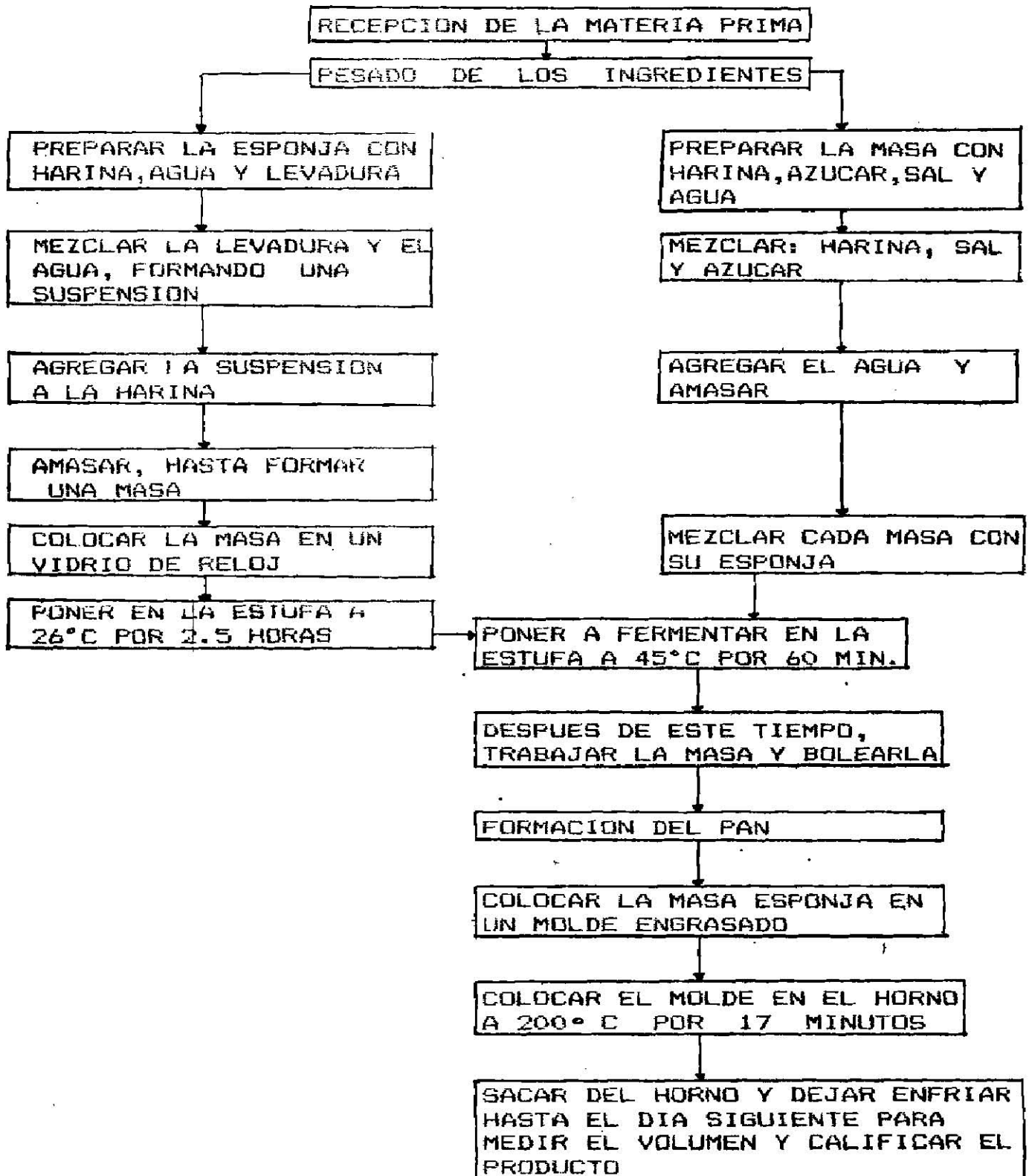
3.- Al término de los 60 minutos trabajar la masa según indique el instructor para bolearla y formar el pan.

4.- Colocar la masa - esponja en un molde engrasado y hornear por 17 min a 200 - 225°C.

5.- Sacar del horno y dejar hasta el día siguiente para hacer la prueba de volumen y calificar el producto.

5.6. PRESENTACION DE RESULTADOS.

1.- Elaborar un diagrama de bloques del proceso, indicando en cada paso, las temperaturas tiempo, equipo, etc.



2.-Indique las observaciones hechas durante el desarrollo del proceso con respecto al volumen.

Primera fermentación (esponja).

Tiempo (min.)	Esponja					
	I	II	III	IV	V	VI
15	5	6	3	4	2	1
30	4	6	5	3	2	1
45	4	6	5	3	2	1
60	4	6	5	5	2	1
75	4	6	3	5	2	1
90	4	6	5	5	2	1
105	4	6	3	5	2	1
120	4	6	3	5	2	1
135	4	6	3	5	2	1

Segunda fermentación (esponja-masa).

Tiempo (min.)	Esponja-masa					
	I	II	III	IV	V	VI
15	3	4	5	6	1	2
30	3	4	5	6	1	2
45	2	4	6	3	1	5
60	2	5	6	3	1	4

6 = mayor volumen

1 = menor volumen

3.- Reportar el volumen de cada uno de los panes.

Volumen	I	II	III	IV	V	VI
(ml)	350	340	370	400	340	370

4.- Realice una prueba de degustación e indique cual es el mejor (personal).

	I	II	III	IV	V	VI
Mejor color	1	3	2	1	3	4
Mejor sabor	4	1	2	3	1	4
Mejor miga	4	3	2	3	4	4
Mejor textura	1	2	3	1	4	4

4 = muy bueno

3 = bueno

2 = regular

1 = malo

El pan que tuvo las mejores características fue el no.6 ya que tiene la formulación ideal para la elaboración de un pan blanco.

El pan no. 5 fué el que ocupa segundo lugar.

En tercer lugar colocamos al pan no. 1.

El pan no. 2 está en cuarto lugar.

El quinto lugar es para el pan no. 4.

El último lugar lo ocupó el no. 3.

5.6 CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

Conclusiones.

En el pan no.6 todos los ingredientes estaban en proporción adecuada por lo que nos dió con buenas características.

Y en los demás panes variaban las proporciones y esto hizo que no dieran las características deseables.

El pan con mayor cantidad de sal fué el no. 5 en el que observamos que este ingrediente le confirió un sabor muy pronunciado.

Esta pieza presenta aspecto atractivo, bién formado con miga sin desmoronar al corte, y apariencia de pan fresco.

El pan no.1 contiene en su formulación cantidad de levadura un poco baja, por lo que su volumen no fue muy elevado aunque los demás ingredientes estaban en forma proporcionada no tuvo un buen color.

El volumen del pan no.2 fue bajo debido a un exceso de gasificación que repercutió en el rendimiento, debido a la desaparición del azúcar consiguiente a las fermentaciones.

Presenta una buena miga debido a la cantidad de levadura que ayuda a la maduración o acondicionamiento de la masa.

El pan que esta en 5o. lugar, contiene en su formulación mayor cantidad de azúcar presentando una deficiencia de sal dando con esta proporción un pan de mal aspecto en textura y un color no deseable, de un tono amarillo pálido.

El azúcar le confiere buen sabor, y buena producción de gas que se reflejó en la obtención de buena miga.

Su volumen estuvo un poco bajo, debido al exceso de azúcar.

El pan que obtuvo el último lugar tiene sus características en término regular, fue el no. 3. Ya que el azúcar está en poca cantidad, por lo que el sabor y color no son muy buenos aunque la proporción con la sal esta bién y por esto presenta una buena textura.

Para la obtención de un buen pan además de una formulación adecuada se debe dar importancia al amasado, y a la distribución uniforme de todos los ingredientes.

También se deben tomar en cuenta las temperaturas óptimas de fermentación de la masa.

Y por último que las temperaturas de cocción sean las adecuadas. Ya que todo esto influye en la buena calidad del pan con respecto al volumen, sabor, y textura.

Sugerencias.

Se sugiere que los ingredientes a utilizar estén bien pesados y sean de buena calidad.

Así como el control de las temperaturas de fermentación sea constante y adecuada.

Al realizar ésta práctica se debe tener conocimiento acerca de los distintos efectos de los ingredientes en la elaboración del pan ya que de éstos depende la calidad del producto.

Es conveniente realizar un buen amasado y que los ingredientes estén bien distribuidos por que de lo contrario no se podran llevar a cabo las reacciones de fermentación del pan y dar las características deseables.

Para la cocción del pan el horno debe de tener la temperatura óptima antes y durante ésta. Y el tiempo necesario para llevar a cabo ésta etapa.

Se sugiere tratar de variar más las proporciones de los ingredientes trabajando con más muestras para que sean más notorios los efectos de cada uno de éstos para interpretar mejor los resultados y conocer la importancia de las materias primas en la elaboración de pan blanco.

BIBLIOGRAFIA.

- Bennion Edmund. Fabricacion de Pan.
4a. Edición, Editorial ACRIBIA. Zaragoza España. 1970
- Kent. N.L. Tecnología de los Cereales.
Editorial ACRIBIA, Zaragoza España. 1971.
- Quintin Olascoaga Jose. Bromatología de los Alimentos Industrializados. 4a. Edición. Mexico 1983.
- Matz. Samuel A. Bakery Technology and Engineering,
2a. Edición. A.V.I. Westport Connecticut. 1972.

FRACTICA # 6

SECADO DE GRANOS DE MAIZ.

- 6.1 OBJETIVO.-Conocer la importancia del proceso de conservación de granos por el método de secado, así como el funcionamiento del secador de charolas del laboratorio de Ingeniería en Alimentos.
- Determinar las curvas de velocidad de secado para un cereal y su humedad en equilibrio para diferentes condiciones.

6.2. CONSIDERACIONES TEORICAS.

Durante la conservación, los granos pierden peso y valor nutritivo, principalmente por evaporación y respiración, pero también por la acción de insectos, roedores, hongos y bacterias.

Para reducir la respiración y para obstaculizar la acción de los hongos y bacterias, es necesario que el producto tenga una humedad de 15 % o menos. En el caso de que la humedad del producto cosechado sea mayor se le debe secar antes o durante el almacenamiento.

En el secado de granos de una cosecha, el grano contiene aproximadamente de 30 a 35 % de humedad y para poder almacenarlo sin problemas durante 1 año deben secarse hasta obtener un 13 % de humedad en peso. La desecación consiste en la absorción de la humedad del grano por medio de aire, y el transporte del aire saturado hacia afuera, a través de los espacios entre granos.

Al respecto el aire caliente tiene una mayor capacidad de absorción que el aire frío. En climas secos, el sol mismo calienta el aire. En éste caso, la desecación natural se puede efectuar al aire libre. Pero en climas fríos y en las regiones húmedas es necesario calentar el aire artificialmente.

Para favorecer una rápida extracción del aire saturado en el caso de la desecación natural, los granos se distribuyen en capas delgadas, sobre un piso seco, y se mueven varias veces durante el día.

En el caso de secado artificial se emplea un ventilador para forzar el transporte de aire saturado. La temperatura máxima para la desecación artificial, depende del tipo de granos. Varía entre 35°C para frijol de consumo y 74°C para granos destinados a piensos.

El tiempo de secado depende de varios factores. Será menor cuando:

- La humedad inicial del producto sea menor.
- La humedad final requerida sea mayor.
- La capacidad del ventilador sea mayor.
- La temperatura del aire sea mayor.

Los factores secundarios que afectan el tiempo de secado son:

- Área de contacto (sistema físico o estructura).
- Flujo de aire.
- Humedad inicial y final del grano (tipo de grano).

Objetivos del secado:

- 1.- Conservación.
- 2.- Se puede hacer una programación de cosecha para evitar las pérdidas mínimas.
- 3.- Razones económicas.
- 4.- Para poder lograr la viabilidad del grano.
- 5.- Mejor calidad.
- 6.- Largo tiempo de almacén.

Operaciones para el secado:

- a).- Cosecha.
- b).- Limpieza.
- c).- Clasificación.
- d).- Secado.
- e).- Almacenamiento.

Las temperaturas óptimas de secado para diferentes tipos de granos son:

Los granos que se van a utilizar como semillas se deben secar a 110°F. Para granos que se van a usar como harinas la temperatura debe de ser 140°F, a mayor temperatura el almidón se empieza a gelatinizar.

Para granos que se van a utilizar directamente se usa una temperatura de 190°F.

6.3. GUIA DE ESTUDIOS.

1.- CUALES SON LAS FORMAS DE ALMACENAMIENTO DE GRANOS, Y EN QUE CONDICIONES DEBEN ESTAR?

El almacenamiento de grano, en sacos y a la intemperie, es un procedimiento utilizado en los centros de acopio ubicados en zonas de climas secos.

- 1.- El piso debe ser una plataforma de cemento que impida la absorción de la humedad del suelo.
- 2.- Los sacos deben colocarse cruzados, bien asentados y con una ligera pendiente hacia adentro.
- 3.- El montón se cubre con una lona de plástico reforzado para protegerlo contra la lluvia y el rocío.

El almacenamiento bajo cobertizo se utiliza para guardar pequeñas cantidades de grano, en climas secos.

4.- El piso de madera es elevado para que los sacos no absorban humedad.

5.- El techo protege los granos de la lluvia y del calor del sol.

6.- Las paredes se protegen con malla metálica para impedir el acceso a roedores y pajaros.

7.- Los sacos se apilan en forma tal que sea posible espolyorearlos con insecticidas.

En la bodega, el producto no queda expuesto a la intemperie, además, el control de las plagas se efectúa con mejores resultados.

8.- El estibado se hace sobre tarimas de madera que permita la circulación del aire e impidan la absorción de la humedad del piso.

9.- Los sacos no deben apilarse alrededor de las columnas.

10.- Deben dejarse corredores que favorezcan la circulación del aire.

11.- Las ventanas deben permitir la ventilación en el interior.

Los depósitos para granos a granel son silos de metal, hormigón o madera, tienen un fondo cónico o plano el fondo cónico permite la descarga del silo por gravedad. El silo de fondo plano debe ser descargado manualmente o por medio de transportadores de gusano.

2.- EXPLIQUE LA DIFERENCIA QUE EXISTE ENTRE SECADO Y EVAPORACION.

En general, el secado significa la remoción de cantidades de agua relativamente pequeñas de un cierto material. La evaporación se refiere a la eliminación de cantidades de agua bastante grandes. En la evaporación, el agua se elimina en forma de vapor a su punto de ebullición. En el secado, el agua casi siempre se elimina en forma de vapor con aire.

3.- CUAL ES LA COMPOSICION QUIMICA DEL GRANO DE MAIZ?

Los principales componentes del grano entero de maíz son: almidón, proteínas y lípidos, y en menor cantidad: fibra cruda, azúcares, minerales y sustancias orgánicas incluyendo vitaminas.

Composición promedio del grano de maíz.

Fracción	Grano Entero%	Almidón (%)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Azúcares (%)	Cenizas (%)
G. Entero	--	71.5	10.3	4.8	2.0	1.4
Endosp.	82.3	86.4	9.4	0.8	0.6	0.3
Germen	11.4	8.7	18.8	34.5	10.5	10.1
Pericar.	5.3	7.3	3.7	1.0	0.3	0.8
Pedúnculo	0.8	5.3	9.1	3.8	1.6	1.6

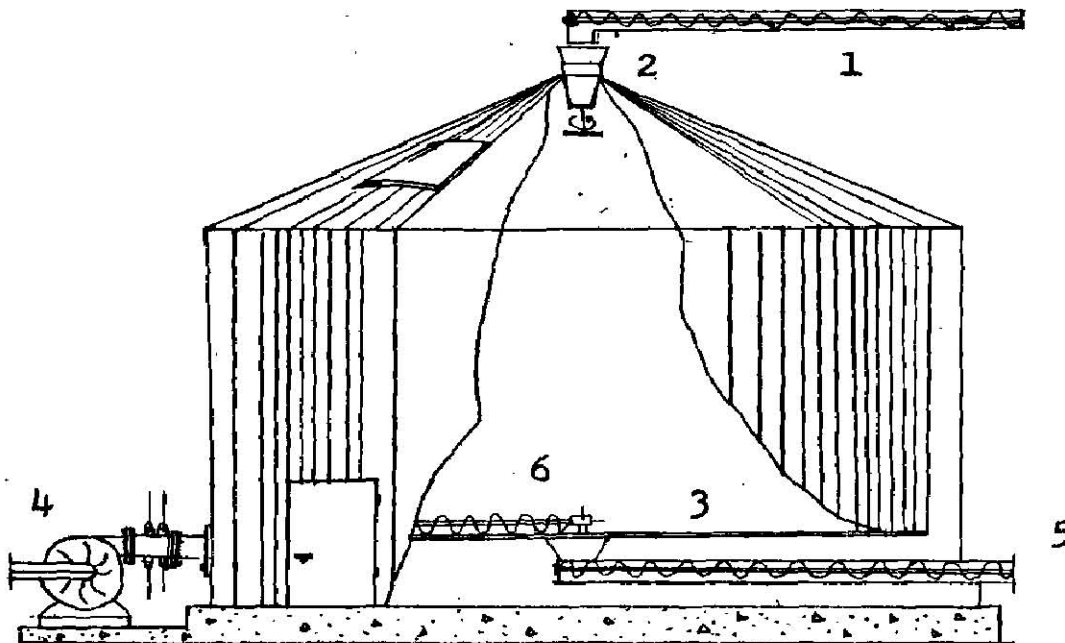
4.- QUE SE ENTIENDE POR HUMEDAD LIBRE Y HUMEDAD EN EQUILIBRIO, Y DE QUE FACTORES DEPENDE?

Supóngase que un sólido húmedo se pone en contacto con una corriente de aire con humedad y temperatura constantes. se usa un gran exceso de aire, por lo que las condiciones permanecen invariables. Después de haber expuesto el sólido por tiempo suficiente para alcanzar el equilibrio, llegara un momento en que dicho sólido tendrá un contenido de humedad definido. A éste valor se le conoce como contenido de humedad en equilibrio del material bajo las condiciones especificadas de humedad y temperatura del aire. En general, el contenido de humedad se expresa en base seca como kilogramos de agua por kilogramo de sólido sin humedad (completamente seco) o kg de agua por 100 kg de sólido seco; en unidades inglesas, se expresa como libras de agua por 100 lb de sólido seco.

Para algunos sólidos, el valor del contenido de humedad de equilibrio depende de la dirección de la cual proviene un equilibrio. Los valores del contenido de humedad en equilibrio varían de acuerdo a que la muestra húmeda, se seque por desorción o bien una muestra seca absorba humedad por adsorción. En los cálculos de secado, se usa el valor de equilibrio por desorción, puesto que es el mayor.

El contenido de humedad libre de una muestra es la humedad que está por encima del contenido de humedad de equilibrio. Esta humedad libre es la que puede eliminarse por secado con las condiciones dadas de porcentaje de humedad relativa.

5.- ESQUEMATICE UN SILO Y PARTES DE QUE CONSTA



- 1.- Transportador de gusano para cargar el silo.
- 2.- Distribuidor automático del grano.
- 3.- Piso perforado de rejilla que permite el paso de aire caliente a través de los granos.
- 4.- Ventilador de turbina con resistencias eléctricas para la desecación.
- 5.- Transportador horizontal de gusano para vaciar el silo.
- 6.- Gusano en el piso que lleva el producto hacia la tolva de descarga. Permite el vaciado automático del silo.

6.- EXPLIQUE EL FUNCIONAMIENTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SECADORES.

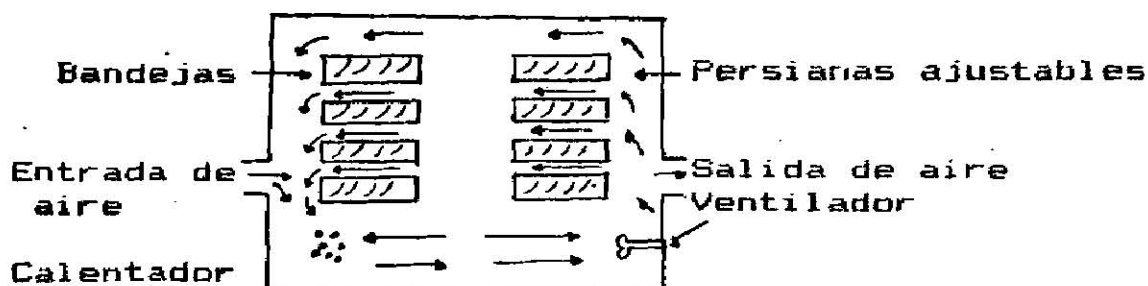
Secador de bandejas.

En los secadores de bandejas, que también se llaman secadores de anaqueles, de gabinete o de compartimiento, el material, que puede ser un sólido en forma de terrones o una pasta, se esparce uniformemente sobre una bandeja de metal con una profundidad de 10 a 100 mm. Un secador de bandejas típico, contiene bandejas que se cargan y descargan desde un gabinete.

Un ventilador recircula aire calentado con vapor sobre la superficie de las bandejas, paralelamente a las mismas. También se usa calor obtenido con electricidad, en especial cuando el calentamiento es bajo. Mas o menos el 10 al 20 % del aire que pasa sobre las bandejas es aire nuevo, siendo el resto aire recirculado.

Después del secado, se abre el gabinete y las bandejas se reemplazan con otras con mas material para secado. Una de las modificaciones de este tipo de secador es el de bandejas con carretillas, donde las bandejas se colocan en carretillas rodantes que se introducen al secador.

En el caso de materiales granulares, el material puede colocarse sobre bandejas cuyo fondo es un tamiz. Entonces, con este secador de circulación atravesadora, el aire pasa por un lecho permeable, obteniendose tiempos de secado mas cortos debido a la mayor area superficial expuesta al aire.



Secador de bandejas.

Un secador rotativo consiste de un cilindro hueco que gira sobre su eje, por lo general con una ligera inclinación hacia la salida. Los sólidos granulados se alimentan por la parte superior y se mueven por el cilindro a medida que este gira. El calentamiento se lleva a cabo por contacto directo con gases calientes con flujo a contracorriente. En algunos casos, el calentamiento es por contacto indirecto a través de la pared calentada del cilindro. Las partículas granuladas se mueven hacia adelante con lentitud y a contracorriente.

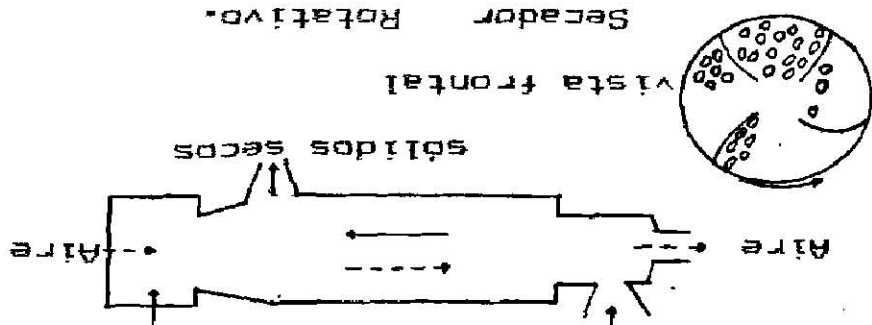
Secadores rotativos.

Los secadores de vacío con anaqueles se calientan indirectamente y son de tipo lotes, similares a los de bandejas. Esta clase de secador consiste de un gabinete construido de hierro colado o plancha de acero con puertas herméticas de tal manera que se puede operar con vacío. Los anaqueles huecos de acero se montan dentro de la cámara y se conectan en paralelo con los conectores de vapor de entrada y salida. Las bandejas que contienen los sólidos mojados se colocan sobre los anaqueles huecos. El calor se conduce a través de las paredes metálicas y por radiación entre los anaqueles. Para operaciones a temperaturas más bajas, se usa circulación de agua caliente en lugar de vapor, para suministrar el calor que vaporiza la humedad. Los vapores se colectan en un condensador. Estos secadores se usan para secar materiales costosos o sensibles a la temperatura o bien que se oxidan fácilmente. Son muy útiles para manejar materiales con disolventes tóxicos o volátiles.

Secadores indirectos de vacío con anaqueles.

Los secadores de vacío con anaqueles se calientan indirectamente y son de tipo lotes, similares a los de bandejas. Esta clase de secador consiste de un gabinete construido de hierro colado o plancha de acero con puertas herméticas de tal manera que se puede operar con vacío. Los anaqueles huecos de acero se montan dentro de la cámara y se conectan en paralelo con los conectores de vapor de entrada y salida. Las bandejas que contienen los sólidos mojados se colocan sobre los anaqueles huecos. El calor se conduce a través de las paredes metálicas y por radiación entre los anaqueles. Para operaciones a temperaturas más bajas, se usa circulación de agua caliente en lugar de vapor, para suministrar el calor que vaporiza la humedad. Los vapores se colectan en un condensador. Estos secadores se usan para secar materiales costosos o sensibles a la temperatura o bien que se oxidan fácilmente. Son muy útiles para manejar materiales con disolventes tóxicos o volátiles.

Serpentines de calentamiento



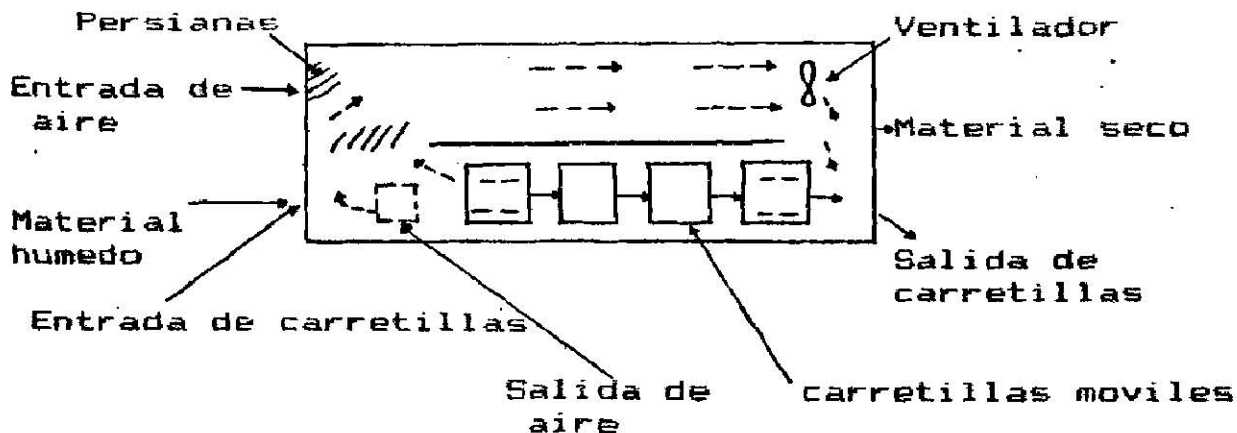
Secador Rotativo.

Secadores continuos de túnel.

Los secadores continuos de túnel suelen ser compartimientos de bandejas o de carretillas operando en serie. Los sólidos se colocan sobre bandejas o en carretillas que se mueven continuamente por un túnel con gases calientes pasando sobre la superficie de cada bandeja. El flujo de aire caliente puede ser a contracorriente a cocorriente o una combinación de ambas. Muchos alimentos se secan con este procedimiento.

Cuando se desean secar partículas sólidas granulares, pueden utilizarse transportadores perforados o de fondo de tamiz.

Los sólidos granulares húmedos se transportan en forma de una capa que tiene entre 25 a 150 mm de profundidad, sobre una superficie de tamiz o perforada a través de la cual se fuerza el paso de aire caliente, ya sea hacia arriba o hacia abajo. El secador consiste de diversas secciones en serie, cada una con un ventilador y serpentines de calentamiento. Un ventilador adicional extrae cierta cantidad de aire hacia la atmósfera. En algunos casos los materiales en forma de pasta puede preformarse en cilindros y colocarse sobre el transportador para secarse.



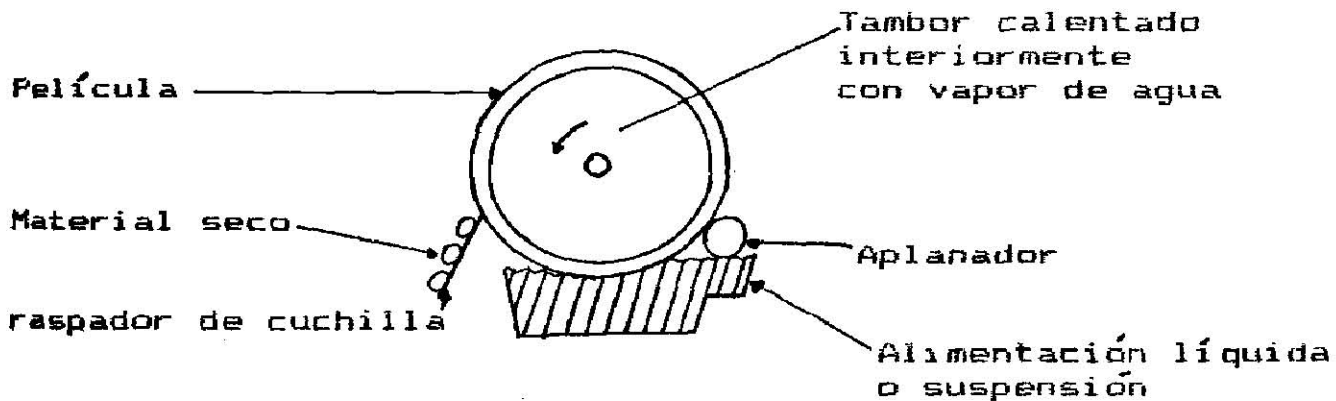
Secador continuo de tunel.

Secadores de tambor.

Un secador de tambor consiste de un tambor de metal calentado en cuyo exterior se evapora la capa delgada de un líquido o una suspensión hasta lograr secarla. El sólido seco final se raspa del tambor que gira lentamente.

Los secadores de tambor son adecuados para el procesamiento de suspensiones o pastas de sólidos finos, así como para soluciones verdaderas.

El tambor funciona en parte como evaporador y en parte como secador. Otras variaciones del secador de tambor son los tambores dobles rotatorios con alimentación y por inmersión, o bien con alimentación superior sobre el espacio entre los dos tambores.



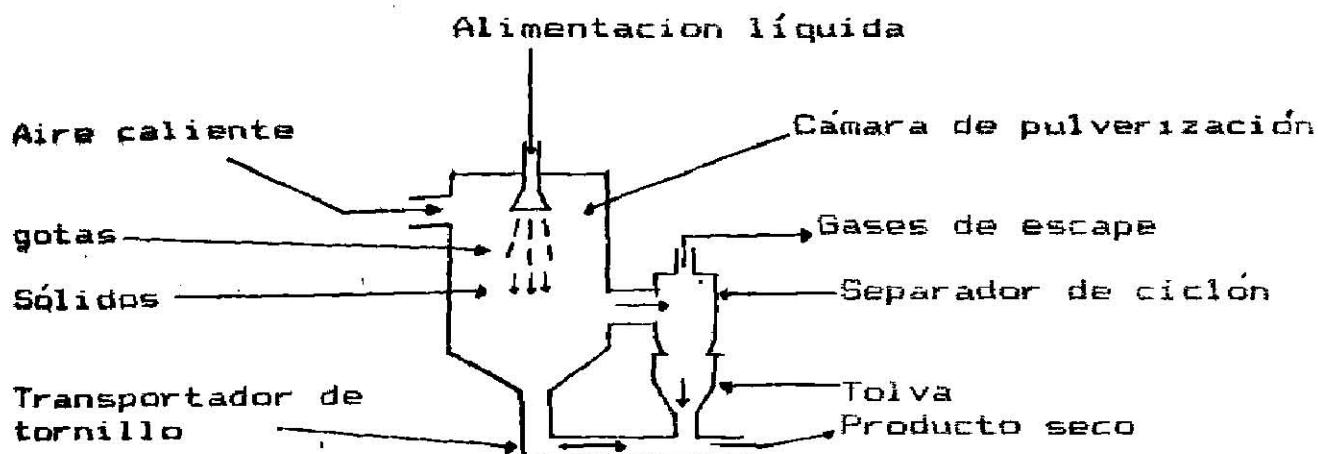
secador de tambor.

Secadores por pulverización.

En un secador por pulverización, un líquido o una suspensión se pulveriza o se rocía con una corriente de gas caliente para obtener una lluvia de gotas finas.

El agua se vaporiza de dichas gotas con rapidez, obteniéndose partículas secas del sólido que se separan de la corriente de gas. El flujo de gas y del líquido de la cámara de pulverización puede ser a contracorriente a cocorriente o una combinación de ambos.

Las gotas finas se forman al introducir el líquido en toberas de pulverización o discos giratorios de rociado de alta velocidad, en el interior de una cámara cilíndrica. Es necesario asegurarse de que las gotas o partículas húmedas del sólido no choquen ni se adhieran a la superficie sólidas antes de que se hayan secado. Por consiguiente, es necesario emplear cámaras bastante grandes. Los sólidos secos salen por el fondo de la cámara a través de un transportador de tornillo. Los gases de escape fluyen hacia un separador de ciclón para filtrar las partículas muy finas. Las partículas que se obtienen son muy ligeras y bastante porosas.



Secador de pulverización.

7.- COMO SE DETERMINA EXPERIMENTALMENTE LA VELOCIDAD DE SECADO Y COMO DEBERA SER LA VELOCIDAD, HUMEDAD, TEMPERATURA Y DIRECCION DEL AIRE?

Para determinar experimentalmente la velocidad de secado de un material, se procede colocando una muestra en una bandeja. Si se trata de un material sólido, debe llenar por completo la base de la bandeja de tal manera que solo quede expuesta a la corriente de aire de secado la superficie de dicho sólido.

La pérdida en peso de humedad durante el secado puede determinarse a diferentes intervalos sin interrumpir la operación, colgando la bandeja de una balanza a un gabinete o a un ducto a través del cual fluye el aire de secado.

Al realizar experimentos de secado por lotes, deben observarse ciertas precauciones para obtener datos útiles en condiciones que se asemejen lo mas posible a las que imperaran en las operaciones a gran escala. La muestra no debe ser demasiado pequeña y debe introducirse en una bandeja similar a la que se usara en producción. La relación de superficie de secado a superficie de no secado "superficie aislada" así como la profundidad del lecho de secado deben ser idénticas. La velocidad, la humedad, la temperatura y la dirección del aire deben ser los mismos y constantes para simular un secado en condiciones invariables.

8.- DE QUE FACTORES DEPENDE EL TIEMPO DE SECADO?

La cantidad de agua a remover depende de la humedad inicial, de la humedad final requerida y de la cantidad del producto a secar.

El tiempo de desecación es directamente proporcional a la cantidad de agua a remover.

Por otro lado, el tiempo de secado depende también de la temperatura del aire y de la capacidad del ventilador. La capacidad del ventilador se mide en m^3 por minuto. A mayor capacidad del ventilador se requiere menos tiempo para la desecación.

El tiempo de desecación será también menor cuando se calienta el aire en menor grado. Sin embargo, la temperatura del aire no puede ser tan elevada que provoque la muerte del embrión del grano o el deterioro de la calidad.

9.- QUE CAMBIOS OCURREN EN EL ALIMENTO DURANTE LA DESECACION?

Entre los componentes de los alimentos figuran proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas, enzimas y sales inorgánicas y muchos de estos componentes está fuertemente hidratados. El agua presente en los alimentos no se encuentra en estado puro si no que puede estar en forma de solución de sólidos, de gel, en emulsión o ligada de diversos modos a los constituyentes sólidos. Además, tanto los tejidos vegetales como animales son de naturaleza celular, hecho que también afecta a su conducta durante la desecación.

Movimiento de solutos.

Una característica singular e importante de la desecación de los alimentos es el movimiento de sólidos solubles que se produce durante la desecación. El agua líquida que fluye hacia la superficie durante la desecación contiene diversos productos disueltos. El movimiento de algunos compuestos solubles resulta impedido por las paredes celulares que actúan como membranas semiimpermeables.

A la migración de los sólidos en los alimentos contribuye también la retracción del producto, que crea presiones en el interior de las piezas. El resultado neto de éstos factores puede ser la deposición de componentes solubles en la superficie al evaporarse el agua.

También puede ocurrir la migración de sólidos solubles en la dirección opuesta, hacia el interior de las piezas. Cuando la superficie se deseca, se establece un gradiente de concentración entre la superficie y el centro húmedo de la pieza que puede dar origen a la difusión de productos solubles hacia el centro. El que predomine uno u otro de ambos fenómenos depende de las características del producto y de las condiciones de desecación. Se ha demostrado que ambos mecanismos ocurren durante la desecación de los alimentos.

Retracción,

Durante la desecación de los tejidos animales y vegetales por cualquier método, con la posible excepción de la liofilización, se produce cierto grado de retracción del producto.

Los productos coloidales también se retraen cuando se desecan. Durante las primeras fases de la desecación a bajas velocidades la cuantía de la retracción está simplemente relacionada con la cantidad de humedad eliminada. Hacia el final de la desecación la retracción es cada vez menor de modo tal que el tamaño y la forma finales o definitivas del producto se alcanzan antes de completarse la desecación.

La densidad y porosidad de los trozos de verduras desecadas dependen en gran medida de las condiciones de desecación. Si las velocidades iniciales de desecación son altas, las capas externas de los trozos se hacen rígidas y los trocitos de verdura adquieren el tamaño final definitivo mas precozmente durante la desecación.

Al continuar la desecación, los tejidos se rompen internamente dando origen a una estructura mas abierta. En estas condiciones el producto tiene poca densidad y posee buenas características para la rehidratación. Si las velocidades iniciales de la desecación, son bajas los trocitos se retraen más y el producto tiene mayor densidad. La retracción de los alimentos durante la desecación puede influir en las velocidades de la desecación debido a los cambios en el area de la superficie de desecación y a la creación de gradientes de desecación en el interior del producto.

Endurecimiento superficial.

Se ha observado que durante la desecación de algunas frutas, carnes y pescados, frecuentemente se forma en la superficie una película impermeable y dura. Esta determina normalmente una reducción de la velocidad de desecación y a éste fenómeno se suele denominar " endurecimiento superficial ". Aunque el mecanismo exacto del endurecimiento superficial no se conoce bien, es probable que esté influido por múltiples factores, entre los que figuran la migración de solidos solubles a la superficie y las elevadas temperaturas que se alcanzan en la superficie hacia el final de la desecación que inducen cambios físicos y químicos en la capa superficial.

6.4 DESCRIPCION DEL EQUIPO:

El secador de bandejas consta esencialmente de una camara rectangular que tiene las paredes recubiertas de material aislante al calor. En el interior de la camara hay estanterías hechas de ángulo ligero sobre las que las charolas pueden deslizarse.

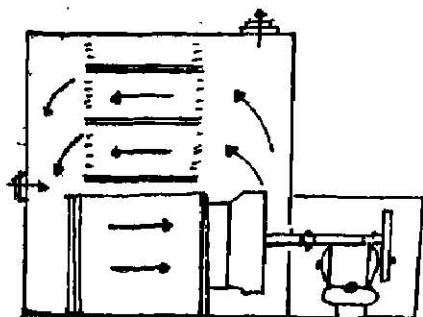
Un ventilador recircula el aire calentado con vapor sobre la superficie de las bandejas paralelamente a las mismas, o atravesandolas de arriba hacia abajo o viceversa. Una válvula de mariposa, varía el porcentaje de aire fresco que se introduce y el aire cargado de humedad que sale del secador.

Posee además una serie de servoválvulas que controlan el vapor de calentamiento y el aire que se emplea en el atomizador para humidificar el aire de secado. Estas servoválvulas están controladas desde un panel general, gracias a las señales que recibe de los sensores de bulbo seco y de bulbo húmedo.

El motor que mueve el ventilador está acoplado a una polea con canal en "V" para que mediante una manivela, puedan variarse las revoluciones del ventilador y por lo tanto el flujo del aire. La manivela acciona un carro sobre el cual descansa el motor.

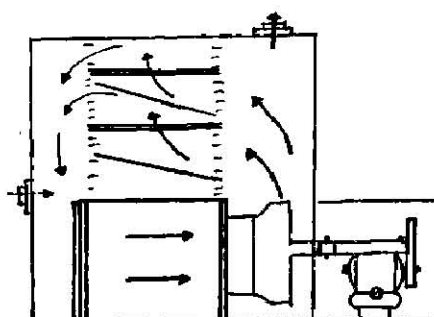
En la siguiente figura se observan los mecanismos de circulación de aire dentro del secador, empleando unas placas deflectoras para lograrlo.

TIPOS DE CIRCULACION DE AIRE DEL SECADOR " PROCTOR " DEL LABORATORIO DE INGENIERIA EN ALIMENTOS.



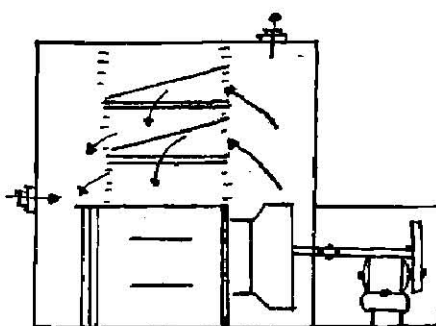
A

CIRCULACION HORIZONTAL DEL AIRE



B

CIRCULACION DEL AIRE DE ABAJO HACIA ARRIBA



C

CIRCULACION DEL AIRE DE ARRIBA HACIA ABAJO

Las charolas que emplea el secador pueden ser lisas o con aberturas y permiten colocar el material con una profundidad que va de 5-50 mm.

en el panel de control se encuentra un manómetro que nos registra la caída de presión (pulgadas de agua) debido a la cama de producto que se va a secar.

6.5 PROCEDIMIENTO:

- Pesar el producto total (elotes).
- Deshojar y desgranar cada elote de tal forma que el grano quede entero.
- Mezclar bien los granos y pesarlos, quitando las fibras (pelos) y material extraño.
- Tomar una muestra y determinar la humedad del grano (estufa a 110°C por 3 horas).
- Determinar la humedad del grano, pesando 1 litro de granos (probeta de 1000 mls).
- Determinar el porcentaje de espacios vacíos, agregando agua al litro de granos del punto anterior hasta completar el litro y midiendo posteriormente dicho volumen de agua.
- Pesar una charola perforada, medir el área total de la charola y el área que ocupan los espacios o aberturas de éste.
- Pasar el grano a esta charola y distribuirlo uniformemente en ella.
- Poner en funcionamiento el secador de charolas, (de acuerdo al procedimiento anexo).
- Introducir la charola al secador registrando el tiempo.
- A los 15 min. sacar la charola (utilizando guantes) y pesarla lo más rápidamente posible, manteniendo la puerta del secador cerrada mientras se pesa.
- Retorne la charola al secador y repita la operación cada 15 min. hasta que el peso sea constante.
- Una vez alcanzado el peso constante, detener el funcionamiento del secador.
- Colocar una muestra del producto de secado en una bolsa, sellarla y ponerle una etiqueta a las condiciones de trabajo.

PROCEDIMIENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SECADOR DE CHAROLAS.

- * Poner a funcionar el compresor para abastecer al sistema de una presión de al menos 30 lb/in² para iniciar el arranque.
- Abrir la válvula general del compresor.
- Abrir la válvula no.1 (línea amarilla) situada en la parte superior del panel de control para abastecer de aire al controlador.
- Abrir el panel de control, colocando el segundo en posición OFF y accionando la manija en sentido contrario a las manecillas del reloj.

* Ajustar el regulador de presión del controlador girando el tornillo superior (del regulador) hasta alcanzar una presión de 15 lb/in .

* Cerrar el panel y colocar el seguro en posición ON.

* Abrir la válvula no.18 del tanque de agua "línea azul " que se encuentra a la izquierda y en la parte posterior del secador.

* Cerrar la válvula no.20 (línea Verde) que corresponde al drenaje de este tanque de agua.

* Abrir la válvula no.9 (línea azul) que corresponde al suministro de agua para el bulbo húmedo, asegurarse que el recipiente de este bulbo este lleno de agua; una vez logrado esto cerrar la válvula. Durante el funcionamiento del secador asegurarse que se mantiene lleno dicho recipiente con agua pudiendo vigilar a través de la mirilla de la parte derecha del secador. Asegurarse también de la posición correcta de los bulbos y de que el bulbo húmedo este cubierto correctamente con la tela, y caiga sobre el recipiente de agua esta tela.

-Conectar el interruptor que suministra corriente (220V) al controlador, el interruptor se encuentra en la pared, detrás del controlador.

- Colocar el interruptor de energía del controlador en posición ON (lado derecho del panel); si hay corriente éste se encendera, si no , checar los fusibles del interruptor o si las cuchillas de este están en posición correcta.

* Encender el motor del ventilador, presionando el botón verde que se encuentra en el lado derecho en el panel de control.

- Ajustar a la velocidad de aire deseada mediante la manivela situada en la parte frontal del secador, donde se localiza el motor. No accionar ésta manivela cuando el motor no se encuentra funcionando.

* Checar dentro del secador si los deflectores y cuchillas están en posición correcta, para obtener el flujo de aire en la dirección deseada.

* Cerrar las puertas del secador.

* Abrir la puerta del registrador de temperatura que se encuentra del lado izquierdo del panel de control y ajustar las agujas roja (bulbo húmedo) y verde (bulbo seco) de acuerdo a las temperaturas necesarias para obtener la humedad relativa deseada. Este ajuste se hace con las manivelas que se encuentran debajo de cada una de éstas agujas.

* Colocar en posición ON el interruptor que acciona el motor que hace girar la carta del registro. Cerrar la puerta del registrador.

- Abrir la válvula no. 2 para la alimentación general de vapor.

- Abrir las válvulas nos. 3, 4, 12 5, 6, de las servoválvulas controladoras de vapor en ésta secuencia para suministrar vapor al sistema de calefacción.

Asegurarse de mantener cerradas las válvulas no 7 y 8; todas estas válvulas se encuentran en la parte posterior del secador las cuales están controladas por el panel.

- Abrir las válvulas nos. 13, 14, 15, y 16 (línea amarilla) de la servoválvula que controla el aire del humidificador y se encuentra en la parte posterior izquierda del secador asegurarse de mantener cerrada la válvula no. 17.

- Esperar a que el sistema se estabilice (las temperaturas) y comenzar el experimento introduciendo el producto a secar en las charolas adecuadas.

Para detener el funcionamiento del secador seguir las siguientes instrucciones:

1.- Cerrar las válvulas no. 3, 4, 12, 5, y 6 de las servoválvulas controladoras del vapor y la no. 1 de la alimentación general del vapor.

2.- Abrir la puerta del secador para hacer circular aire fresco y enfriar el sistema.

3.- Cerrar las válvulas nos 13, 14, 15 y 16 del sistema de alimentación de aire.

4.- Esperar a que la temperatura del sistema baje, detener el motor de la caja de registro y el motor del ventilador, para éste último presionar el botón rojo del panel.

5.- Apagar el interruptor (posición OFF) de energía del controlador, y girar el seguro (perilla negra) a la posición OFF.

6.- Desconectar la corriente del interruptor de corriente.

7.- Cerrar la válvula no. 1 del suministro de aire del panel.

8.- Abrir el panel y desahogar la presión del sistema haciendo girar el tornillo superior del registrador de presión, hasta que marque cero el indicador.

9.- Cerrar la puerta del panel y apagar el compresor, cerrando su válvula de salida de aire.

6.6. DATOS NECESARIOS:

- Wch = Peso de la charola (libras).
- Wo = Peso del producto (libras)
- Wt = Peso del producto + Charola a un tiempo t (libras)
- D = Densidad del producto (lb/bu)
- A = Area total de la charola (ft)
- E = % de Espacios vacíos en el producto (decimal)
- Ho = Humedad inicial del producto (base húmeda y base seca)
- He = Humedad en equilibrio (base húmeda y base seca) en base a las condiciones de trabajo.
- Tbs = Temperatura de bulbo seco. (°F) del aire de secado.
- Tbh = Temperatura de bulbo húmedo (°F) del aire de secado.
- M.R. = Humedad relativa del aire de secado.

CALCULOS PARA LA OBTENCION DE DATOS NECESARIOS.

-Area total de la charola (ft)

Ach = Base x altura.

$$Ach = (1.668 \text{ ft}) (2.5 \text{ ft}) = 4.17 \text{ ft}$$

- Area de las aberturas de la charola (ft)

$$\text{área círculo} = D / 4 = (4.92 \times 10) / 4 = 1.90214 \times 10 \text{ ft}$$

Area rectángulo = Base x altura

$$Ar = (0.0147 \text{ ft}) (0.0049 \text{ ft}) = 7.203 \times 10 \text{ ft}$$

$$\text{Area rectángulo} + \text{área círculo} = 9.10514 \times 10$$

área de las aberturas = No. aberturas x área de una abertura

$$Aa = (10816 \text{ aberturas}) (9.105 \times 10 \text{ ft}) = 0.984 \text{ ft}$$

Ejemplo de cálculos para la 1a. corrida.

- Densidad del producto (lb/bu).

$$D = (39.1 \text{ lb/ft}) (1.25 \text{ ft} / 1 \text{ bu}) = 48.88 \text{ lb/bu}$$

$$D = 48.88 \text{ lb/bu}$$

- % de espacios vacíos en el producto (decimal)

- Volumen de agua ocupado por el espacio vacío

$$\begin{array}{l} 1000 \text{ ml} \text{ ----- } 100\% \\ 370 \text{ ml} \text{ ----- } X \end{array}$$

$$X = 37 \% \text{ de espacio vacío}$$

$$\% E = 0.37$$

- Humedad inicial del producto (base húmeda y base seca).
 (Estos datos se obtuvieron de la muestra que se secó en la estufa).

$$\text{Base Húmeda; } Ho = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso seco}}{\text{Peso total}}$$

$$\text{Base Seca; } Ho = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}}$$

Peso de muestra húmeda = 5.0 gr = 0.011 lbs.

Peso de muestra seca = 1.5 gr = 0.0033 lbs.

$$\text{B.H. } Ho = \frac{0.011 - 0.0033}{0.011} = 0.70 \text{ lbs agua/lbs totales.}$$

$$\text{B.S. } Ho = \frac{0.011 - 0.0033}{0.0033} = 2.33 \text{ lbs agua /lbs s.s.}$$

Humedad en equilibrio (base húmeda y base seca)

He = Humedad inicial - Máximo de agua evaporada *

* Este dato se obtiene de la gráfica de porcentaje de agua evaporada contra tiempo.

Base húmeda; He = 0.70 - 0.6457 = 0.0543 lbs agua/lb totales

Base seca; He = 0.543/1 - 0.543 = 0.057 lbs agua/lbs s.s.

6.7. PRESENTACION DE RESULTADOS.

1.- Tabla de datos experimentales.

Datos	C o r r i d a							
	1	2	3	4	5	6	7	8
D (lb/bu)	51.8	48.8	39.2	41.8	49.8	49.9	49.0	52.0
E (decimal)	0.31	0.37	0.35	0.30	0.30	0.34	0.33	0.32
Mo.B.Seca	1.94	2.33	3.0	3.54	4.0	2.33	3.16	2.84
Mo.B.Humeda	66	70	75	78	80	70	76	74
He.B.Seca	0.068	0.057	0.080	0.030	0.095	0.044	0.025	0.01
He.B.Humeda	6.4	5.4	7.4	3.0	8.7	4.2	2.5	9.2
Tbs (°F)	167	167	167	167	194	194	194	194
Tbh (°F)	113	113	140	140	113	113	140	140
H.R. (%)	18	18	60	60	8.0	8.0	28	28
Ws (lbs)	1.13	1.19	0.39	0.64	0.42	0.86	0.84	0.78
Vel.Aire	1	3	1	3	1	3	1	3

2.- Elaborar una gráfica de % de agua evaporada contra tiempo (min). Determinar en ésta gráfica la humedad en equilibrio (He).

El peso del producto se obtiene:

Wt = peso del producto total en lbs

$Wp = Wt - Wch$

Wch = Peso de la charola en lbs

Ejemplo. 1a Corrida; $Wp = 10.18 \text{ lbs} - 6.86 \text{ lbs} = 3.34 \text{ lbs}$

Tiempo (minutos)	C o r r i d a s (Wp en libras)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	3.34	3.99	1.57	2.95	2.14	2.89	2.67	3.03
15	2.82	3.50	1.28	2.48	1.42	2.21	2.33	2.31
30	2.48	3.25	1.23	2.20	1.17	1.75	2.11	1.97
45	2.24	3.0	0.93	1.92	0.89	1.43	1.72	1.64
60	2.05	2.63	0.80	1.70	0.77	1.28	1.46	1.43
75	1.86	2.42	0.70	1.47	0.69	1.18	1.17	1.31
90	1.72	2.24	0.61	1.28	0.67	1.11	1.15	1.24
105	1.60	2.07	0.56	1.14	0.65	1.07	1.05	1.18
120	1.53	1.89	0.53	1.03	0.64	1.05	0.99	1.15
135	1.48	1.77	0.51	0.92	0.32	1.03	0.96	1.14
150	1.45	1.68	0.50	0.84	0.62	1.01	0.95	1.12
165	1.42	1.61	0.50	0.81	0.61	1.0	0.93	1.11
180	1.38	1.56	---	0.78	---	1.0	0.93	1.10
195	1.37	1.51	---	0.76	---	0.99	---	1.09
210	1.36	1.49	---	0.74	---	0.99	---	1.08
225	1.35	1.47	---	0.73	---	---	---	1.07
240	1.35	1.45	---	---	---	---	---	1.07
255	1.35	1.34	---	---	---	---	---	1.07
270	---	1.44	---	---	---	---	---	---
285	---	1.42	---	---	---	---	---	---
300	---	1.42	---	---	---	---	---	---
315	---	1.42	---	---	---	---	---	---
330	---	1.42	---	---	---	---	---	---
345	---	1.41	---	---	---	---	---	---
360	---	1.41	---	---	---	---	---	---

El % de agua evaporada se obtiene;

$$\% \text{ de Agua evaporada} = W_o - W_p \times 100/W_o$$

Ejemplo. 1a. Corrida;

$$\% \text{ de Agua evaporada} = 3.34 - 2.82/3.34 \times 100 = 15.75 \%$$

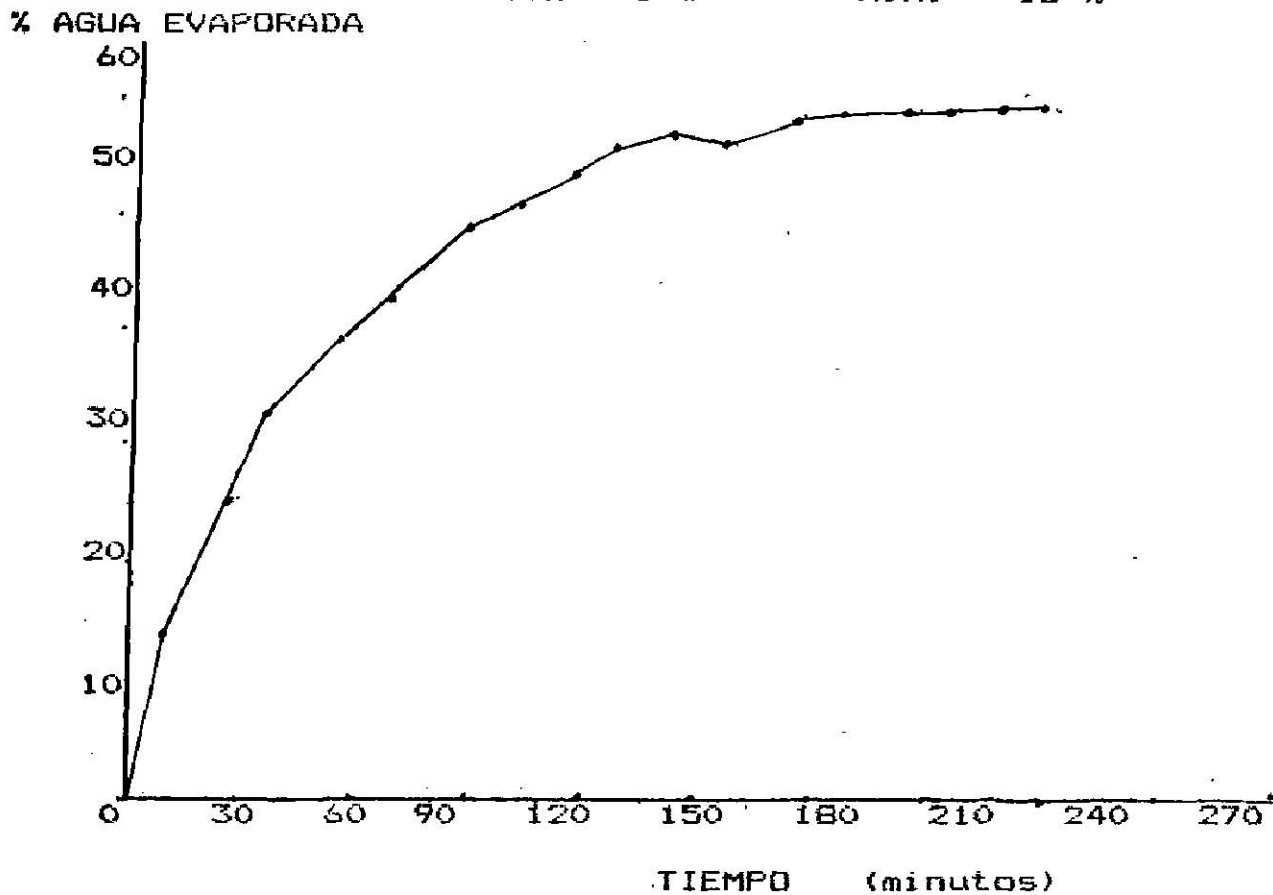
Tiempo (minutos)	C o r r i d a s (% Agua Evaporada)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	15.7	12.4	18.4	15.6	33.8	23.5	21.3	23.4
30	25.6	18.6	28.5	25.3	45.6	39.4	33.9	35.1
45	32.8	24.9	40.6	34.7	58.3	50.5	40.2	45.9
60	38.7	31.5	48.8	42.1	64.1	55.7	51.0	52.9
75	44.3	39.4	55.5	50.0	67.7	59.1	58.3	56.8
90	48.5	43.9	61.0	56.3	68.7	61.4	63.7	59.1
105	51.9	48.2	64.1	61.2	69.3	62.9	62.7	61.0
120	54.2	52.6	66.3	64.9	70.0	63.6	70.2	62.3
135	55.7	55.7	67.2	68.8	70.7	64.3	71.8	62.2
150	56.5	57.7	67.7	71.2	71.0	65.0	72.4	62.7
165	57.5	59.5	67.7	72.3	71.2	65.3	72.9	63.2
180	58.5	60.8	---	73.3	---	65.3	73.4	73.7
195	59.0	62.0	---	74.1	---	65.7	73.4	64.1
210	59.2	62.5	---	74.6	---	65.7	---	64.4
225	59.4	63.1	---	75.0	---	---	---	64.4
240	59.6	63.5	---	---	---	---	---	64.5
255	59.6	63.8	---	---	---	---	---	64.7
270	---	63.9	---	---	---	---	---	---
285	---	64.0	---	---	---	---	---	---
300	---	64.2	---	---	---	---	---	---
315	---	64.3	---	---	---	---	---	---
330	---	64.4	---	---	---	---	---	---
345	---	64.5	---	---	---	---	---	---
360	---	64.5	---	---	---	---	---	---

Gráfica de % de Agua Evaporada contra tiempo.

Corrida # 1

Condiciones;

T_{bs} = 167 F Vel. aire = 1
T_{bh} = 113 F H.R. = 18 %



3.- Construir las curvas de velocidad de secado para condiciones de secado constante.

a).- Calcular el contenido de agua total por peso de sólido seco para cada tiempo:

$$H_t = W_p - W_s / W_s = \text{lbs totales de agua / lbs s.s.}$$

Ejemplo. 1a. Corrida:

$$W_s = 1.1356 \text{ lbs}$$

$$H_t = 3.34 - 1.135 / 1.135 = 1.94 \text{ lbs.tot. de agua / lbs s.s.}$$

Tiempo (minutos)	C o r r i d a s (Ht en lbs tot.agua/lb s.s.)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1.94	2.37	3.0	3.54	4.0	2.33	3.17	2.84
15	1.48	1.91	2.26	2.82	2.31	1.54	2.28	1.92
30	1.18	1.71	2.13	2.38	1.63	1.01	1.76	1.49
45	0.97	1.50	1.36	1.95	1.07	0.64	1.5	1.07
60	0.80	1.27	1.03	1.61	0.79	0.47	1.03	0.81
75	0.63	1.01	0.78	1.26	0.61	0.36	0.72	0.65
90	0.51	0.86	0.55	0.97	0.56	0.28	0.50	0.57
105	0.40	0.72	0.42	0.75	0.61	0.23	0.36	0.49
120	0.34	0.57	0.35	0.58	0.49	0.21	0.24	0.45
135	0.30	0.47	0.29	0.41	0.44	0.18	0.17	0.44
150	0.27	0.40	0.27	0.29	0.44	0.16	0.14	0.41
165	0.25	0.34	0.27	0.29	0.42	0.15	0.12	0.40
180	0.21	0.30	----	0.20	----	0.15	0.10	0.39
195	0.20	0.25	----	0.17	----	0.14	0.10	0.38
210	0.19	0.24	----	0.14	----	0.14	----	0.37
225	0.18	0.22	----	0.12	----	----	----	0.36
240	0.18	0.20	----	----	----	----	----	0.36
255	----	0.20	----	----	----	----	----	0.36
270	----	0.20	----	----	----	----	----	----
285	----	0.18	----	----	----	----	----	----
300	----	0.18	----	----	----	----	----	----
315	----	0.18	----	----	----	----	----	----
330	----	0.18	----	----	----	----	----	----
345	----	0.17	----	----	----	----	----	----
360	----	0.17	----	----	----	----	----	----

b).- Calcular el contenido de agua libre (H) para cada valor de Ht.

$$H = Ht - He = \text{lbs agua/lbs de s.s.}$$

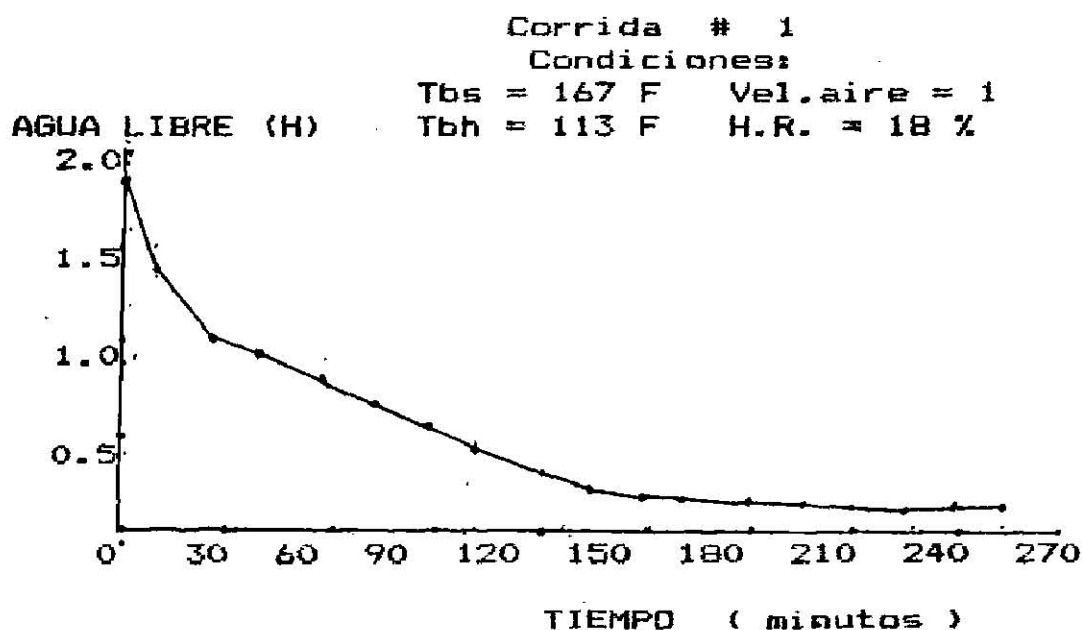
Ejemplo. 1a. Corrida:

$$H = 1.94 - 0.068 = 1.87 \text{ lbs agua/ lbs s.s.}$$

Tiempo (minutos)	C o r r i d a s (H en lbs agua/lbs s.s.)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1.87	2.26	2.92	3.51	3.90	2.28	3.14	2.74
15	1.41	1.85	2.18	2.79	2.21	1.49	2.25	1.82
30	1.11	1.65	2.05	2.35	1.53	0.96	1.73	1.39
45	0.90	1.44	1.28	1.91	0.97	0.56	1.47	0.97
60	0.73	1.22	0.96	1.54	0.69	0.42	1.0	0.71
75	0.56	0.96	0.70	1.23	0.55	0.31	0.69	0.55
90	0.44	0.80	0.47	0.94	0.46	0.23	0.47	0.47
105	0.33	0.66	0.34	0.72	0.41	0.18	0.33	0.39
120	0.27	0.51	0.27	0.55	0.39	0.16	0.21	0.35
135	0.23	0.41	0.21	0.38	0.34	0.13	0.14	0.34
150	0.20	0.34	0.19	0.26	0.34	0.11	0.11	0.31
165	0.18	0.28	---	0.21	0.32	0.10	0.09	0.30
180	0.14	0.24	---	0.17	---	0.10	0.07	0.29
195	0.13	0.19	---	0.14	---	0.09	0.07	0.28
210	0.12	0.18	---	0.11	---	0.09	---	0.27
225	0.11	0.16	---	0.09	---	---	---	0.26
240	0.11	0.14	---	---	---	---	---	0.26
255	0.11	0.14	---	---	---	---	---	0.26
270	---	0.14	---	---	---	---	---	---
285	---	0.12	---	---	---	---	---	---
300	---	0.12	---	---	---	---	---	---
315	---	0.12	---	---	---	---	---	---
330	---	0.12	---	---	---	---	---	---
345	---	0.11	---	---	---	---	---	---
360	---	0.11	---	---	---	---	---	---

c).- Construir una gráfica de agua libre (H) contra tiempo.

Gráfica de Agua libre (H) contra tiempo.



d). → Construir una grafica de velocidad de secado R contra humedad libre \bar{H} .

$$R = W_s dW/A dt$$

donde: W_s = libras de sólido seco usado

A = Area superficial expuesta al secado (ft)

dW = Pérdida de peso para un dt

dt = Intervalo de tiempo de pesada

La velocidad R es un promedio entre dos tiempos y debe graficarse a la humedad libre promedio (\bar{H}) entre estos dos tiempos. Denotar en esta grafica las diferentes zonas de secado.

Ejemplo. 1a. Corrida:

$$R = - (1.1356lb) (0.52) / (4.17) (0.25) = 0.56 \text{ lbs agua/hr.ft}$$

Tiempo (minutos)	Corridas (R en lbs agua/hr.ft)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.56	0.56	0.10	0.29	0.13	0.56	0.6	0.22
15	0.36	0.28	0.01	0.17	0.4	0.37	0.35	0.10
30	0.25	0.28	0.03	0.17	0.05	0.26	0.17	0.10
45	0.20	0.31	0.02	0.13	0.02	0.12	0.31	0.06
60	0.20	0.35	0.03	0.14	0.01	0.08	0.20	0.03
75	0.15	0.20	0.03	0.11	0.04	0.05	0.15	0.02
90	0.12	0.19	0.01	0.08	0.002	0.03	0.09	0.01
105	0.07	0.020	0.01	0.06	0.002	0.01	0.08	0.008
120	0.05	0.13	0.007	0.06	0.002	0.01	0.04	0.003
135	0.03	0.10	0.003	0.03	0.001	0.01	0.01	0.004
150	0.03	0.08	---	0.01	0.008	0.008	0.01	0.004
165	0.04	0.05	---	0.01	---	---	0.01	0.004
180	0.01	0.05	---	0.01	---	0.008	---	0.002
195	0.01	0.02	---	0.01	---	---	---	0.002
210	0.01	0.02	---	0.01	---	---	---	0.002
225	---	0.02	---	---	---	---	---	0.002
240	---	0.01	---	---	---	---	---	0.002
255	---	---	---	---	---	---	---	---
270	---	0.02	---	---	---	---	---	---
285	---	---	---	---	---	---	---	---
300	---	---	---	---	---	---	---	---
315	---	---	---	---	---	---	---	---
330	---	0.01	---	---	---	---	---	---
345	---	0.01	---	---	---	---	---	---
360	---	---	---	---	---	---	---	---

Ejemplo. 1a. Corrida:

$$\bar{H} = H_1 + H_2/2$$

$$\bar{H} = 1.782 + 1.412/2 = 1.64 \text{ lbs agua/ lbs s.s.}$$

Tiempo (min.)	C o r r i d a s (\bar{H} en lbs agua/ lbs s.s.)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1.64	2.05	2.55	2.15	3.0	1.89	2.7	2.28
15	1.26	1.75	2.11	2.57	1.87	1.23	1.99	1.60
30	1.0	1.54	1.66	2.13	1.25	0.08	1.60	1.18
45	0.81	1.32	1.11	1.75	0.83	0.51	1.25	0.84
60	0.64	1.08	0.82	1.41	0.73	0.37	0.86	0.83
75	0.50	0.87	0.58	1.08	0.62	0.27	0.58	0.51
90	0.38	0.73	0.40	0.83	0.51	0.21	0.40	0.43
105	0.30	0.58	0.30	0.63	0.44	0.16	0.27	0.35
120	0.25	0.46	0.24	0.46	0.40	0.15	0.18	0.34
135	0.21	0.37	0.20	0.32	0.37	0.12	0.13	0.32
150	0.19	0.31	---	0.22	0.34	0.11	0.10	0.30
165	0.16	0.26	---	0.19	0.33	0.10	0.08	0.29
180	0.13	0.21	---	0.15	---	0.10	0.07	0.28
195	0.12	0.18	---	0.12	---	0.09	---	0.27
210	0.11	0.17	---	0.10	---	---	---	0.26
225	0.11	0.15	---	---	---	---	---	0.26
240	0.11	0.14	---	---	---	---	---	---
255	---	0.14	---	---	---	---	---	---
270	---	0.13	---	---	---	---	---	---
285	---	0.11	---	---	---	---	---	---
300	---	0.12	---	---	---	---	---	---
315	---	0.12	---	---	---	---	---	---
330	---	0.11	---	---	---	---	---	---
345	---	0.11	---	---	---	---	---	---
360	---	---	---	---	---	---	---	---

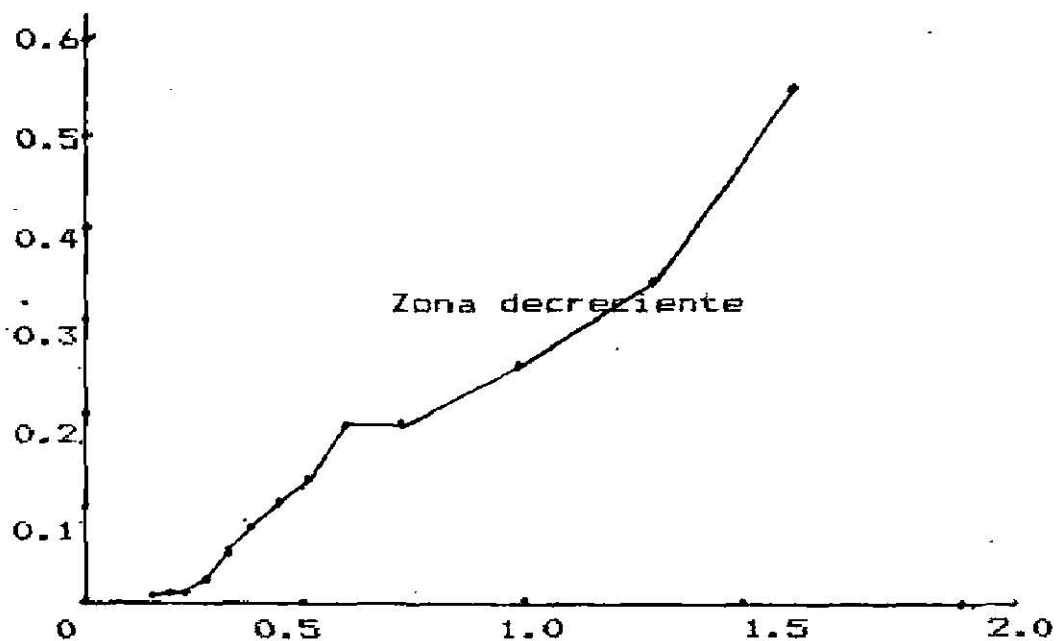
Gráfica de velocidad de secado (R) contra humedad libre promedio (Ā).

Corrida # 1

Condiciones:

T_{bs} = 167 F Vel aire = 1
T_{bh} = 113 F H.R. = 18 %

VELOCIDAD DE SECADO (R)
(lb agua/hr.ft)



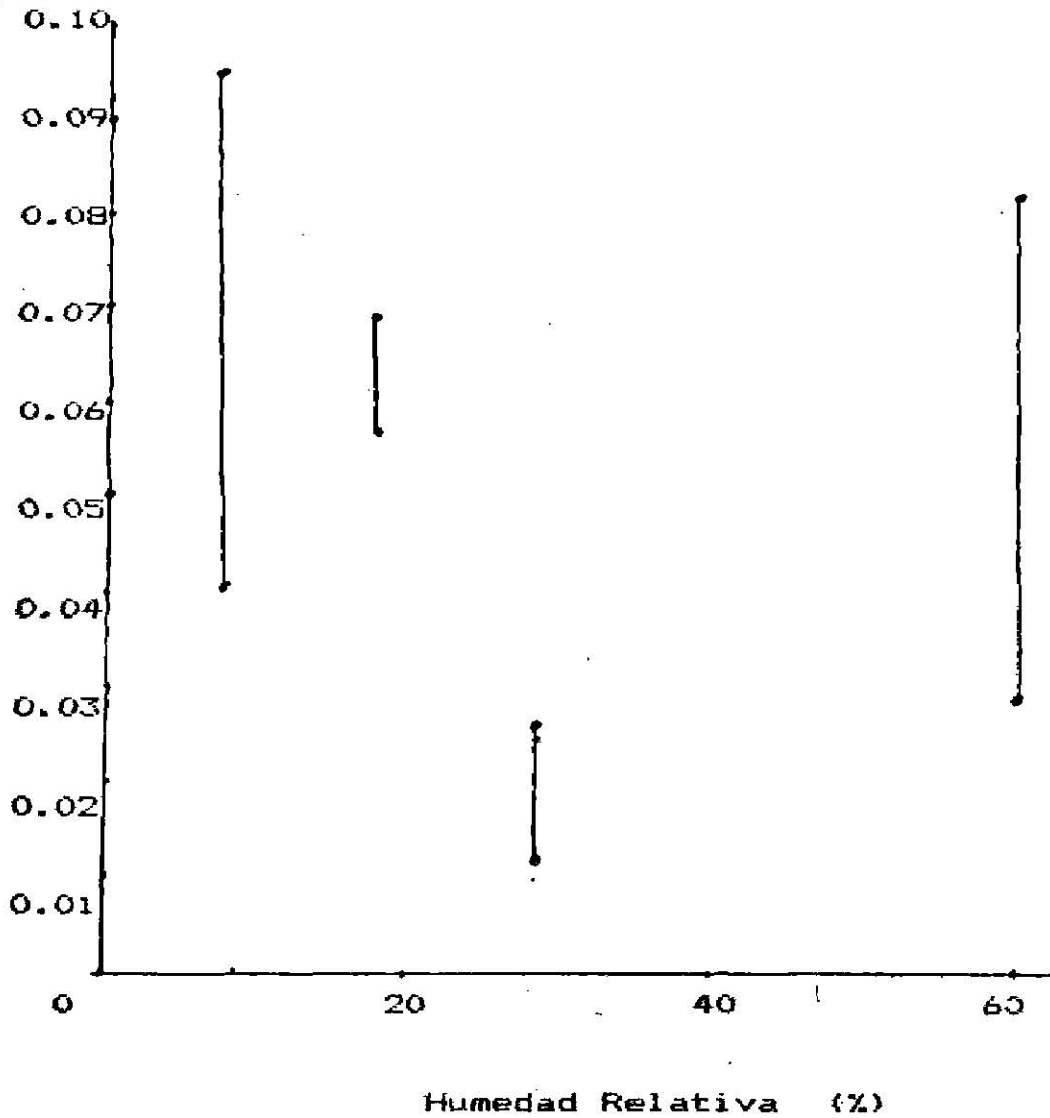
HUMEDAD LIBRE (Ā) (lb agua/lb s.s)

4.- Elaborar una tabla de He contra H.R.

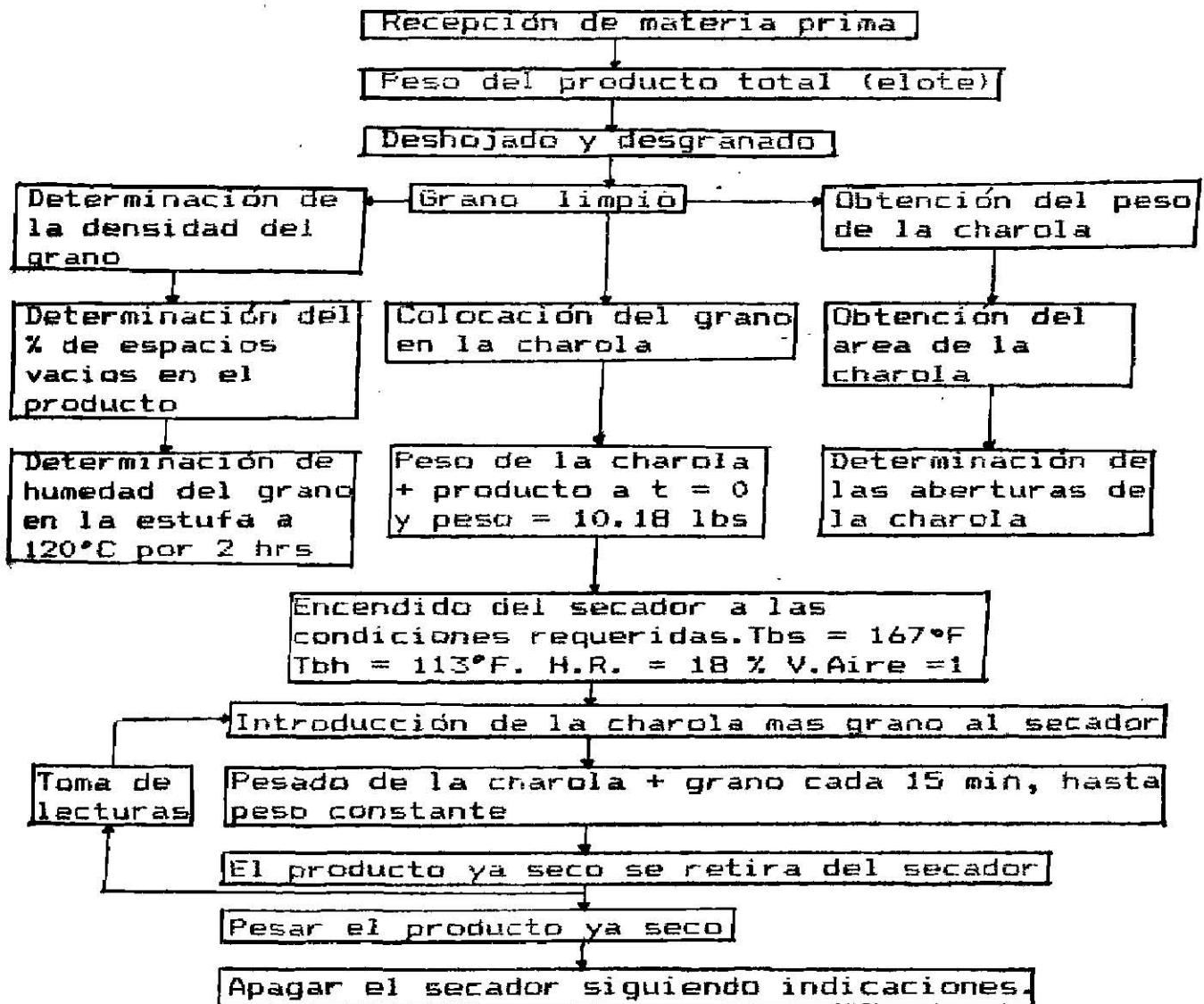
Corrida	He (lb agua/lb s.s.)	H.R. (%)
1	0.068	18
2	0.057	18
3	0.080	60
4	0.030	60
5	0.095	8.0
6	0.044	8.0
7	0.025	28
8	0.010	28

5.- Construir una gráfica de He contra H.R.

Humedad en equilibrio (He)
(lbs agua/ lbs s.s.)



6.- Elaborar un diagrama de bloques del proceso realizado, indicando tiempos, temperaturas, pesos, etc.



6.8. OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

Observaciones.

Se realizaron 8 corridas variando las condiciones de: Temperatura de bulbo húmedo (Tbh), Temperatura de bulbo seco (Tbs), Humedad relativa (H.R.), Velocidad del aire (Va), y se observó que unas tardan mas tiempo en alcanzar la humedad en equilibrio.

Se observa que al utilizar grano de maíza muy tierno tarda mas tiempo en secarse que un grano de maíz un poco mas maduro además queda de una apariencia muy tostada y color café oscuro. En cambio la apariencia del maíz tierno al final del secado queda suave y de color amarillo pálido.

Al principio el grano es de color blanco y lechoso y conforme se va secando cambia su textura y apariencia debido a que el agua del grano se evapora a medida que transcurre el tiempo de secado, debido a las corrientes de aire que se encuentran en el secador. Una vez que el grano se somete al secado se observa como va disminuyendo el peso del grano poco a poco durante el proceso.

Conclusiones.

Los factores a considerar en el tiempo que tarda en alcanzar la humedad en equilibrio el grano de maíz son temperaturas de bulbo húmedo, temperatura de bulbo seco, humedad relativa y velocidad del aire, estos se combinaron de la siguiente forma:

Corrida	Tbs (°F)	Tbh (°F)	V. Aire
1	(-)	(-)	(-)
2	(-)	(-)	(+)
3	(-)	(+)	(-)
4	(-)	(+)	(+)
5	(+)	(-)	(-)
6	(+)	(-)	(+)
7	(+)	(+)	(-)
8	(+)	(+)	(+)

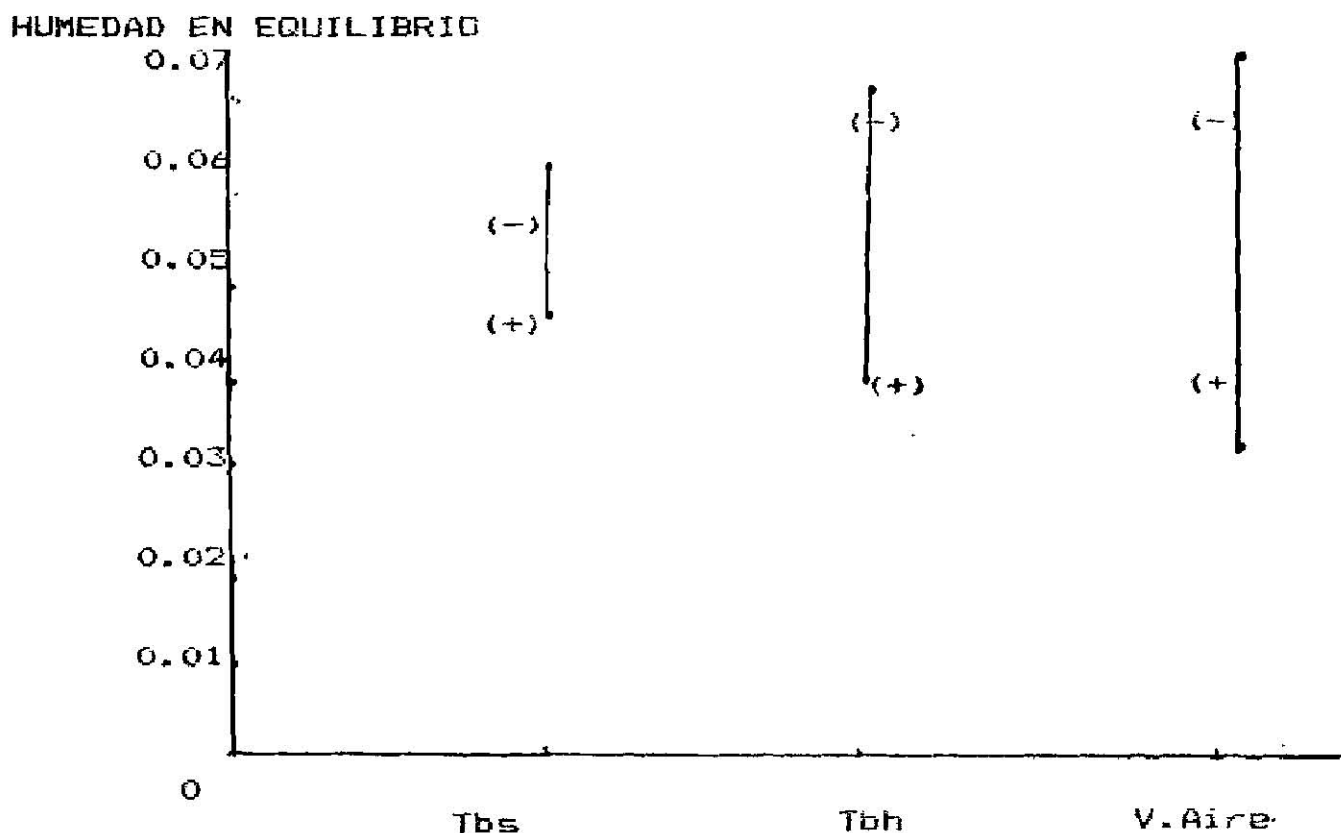
Para: Tbs = 167 F = (-) y Tbs = 194 F = (+)
 Tbh = 113 F = (-) y Tbh = 140 F = (+)
 V. Aire = 1 = (-) y V. Aire = 3 = (+)

Con las curvas de velocidad de secado (R) contra humedad libre promedio (\bar{H}), se concluye que el comportamiento de la velocidad de secado es decreciente en todas las condiciones de temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo, velocidad del aire, y humedad relativa utilizadas, desde el comienzo hasta el final del secado.

Esto se debe a que el alimento utilizado es un cereal, por lo que presenta un contenido de humedad bajo dando lugar sólo a la zona de velocidad decreciente.

Para conocer la influencia de las variantes; Tbs, Tbh, H.R. V. Aire en la humedad de equilibrio se realizó la gráfica de; "Niveles promedio de humedad en equilibrio que influencian en el secado":

Gráfica de "Niveles promedios de humedad en equilibrio que pueden influenciar en el secado"



Los valores de He promedio se obtuvieron de la tabla de datos experimentales alto y bajo de las respectivas variantes, que el rango de Tbs utilizado no influye considerablemente en la He.

Sin embargo, Tbh y V.A. se consideran importantes en la influencia sobre He, ya que a un nivel alto de Tbh y de V.A., la He es menor. Y para un nivel bajo de Tbh y V.A., la He resulta mayor.

Estas variables se pueden combinar de acuerdo a los requerimientos de trabajo si se quiere un tiempo de secado corto se debe trabajar con Tbs baja, Tbh alta, V.A. baja o a Tbs alta, Tbh baja, y V.A. baja.

Si lo que se pretende es tener una He baja se trabaja con; Tbs alta, Tbh alta y V.A. alta que es lo que realmente interesa en un proceso de secado.

Los rangos de Tbs y Tbh (del aire) se escogen de acuerdo a los más utilizados en el proceso de secado ya que si rebasan estos límites el producto se deteriorara en su calidad en general. Y si son menores, el cereal tarda más tiempo en secarse o no se secara.

Sugerencias.

Para obtener mejores resultados, se recomienda que el elote se desgrane con cuidado para evitar que el grano se destruya y se obtengan resultados erróneos por pérdida de agua.

Se debe tener cuidado de que el bulbo húmedo se mantenga sumergido en el baño de agua, para esto se debe checar constantemente la entrada de aire al depósito.

Ya que esto provoca que la guja de Tbh no se mantenga a la temperatura requerida.

La purga se debe mantener semiabierta para que se alcancen más rápido las condiciones requeridas y se mantengan estables. En general se debe tener cuidado con el funcionamiento del secador siguiendo las instrucciones correctamente para evitar el deterioro del aparato y posibles accidentes personales.

Se recomienda también procurar que el peso del maíz sea constante, o que no varíe mucho en las corridas que se hagan.

BIBLIOGRAFIA.

- Donald. B. Booker. Fred. W. Baker - Arkena, Carl W. Hall. Drying Cereal Grains. The AVI. Publishing Company INC. 1974
- Norman W. Desrosier. Conservación de Alimentos. Editorial Continental S.A. Decimotercera Impresión. Abril. 1984.
- Christie J. Geankoplis. Procesos de Transporte y Operaciones unitarias. Editorial Continental S.A. 2da. Impresión. Mayo. 1986.
- Manual para la Educación Agropecuaria. Elaboración de Productos Agrícolas. Editorial TRILLAS. S.E.P. 4a. Impresión. Septiembre. 1985.
- Kent. N. L. Tecnología de los Cereales. Editorial ACRIBIA. Zaragoza. España. 1971

PRACTICA # 7

NIXTAMALIZACION

7.1. OBJETIVO. Conocer el proceso de nixtamalización y observar los efectos de las diferentes concentraciones de Hidróxido de Calcio durante el proceso y en las características organolépticas del producto (tortilla).

7.1. CONSIDERACIONES TEORICAS.

El maíz es un cereal de origen americano, que se cultiva actualmente en todos los continentes. Perteneció a la familia de las gramíneas, a la clase monocotiledónea, especie Zea Mays. Y la planta se caracteriza por un tallo grueso (cana) de 1 a 3 metros de altura, con hojas largas, planas y puntiagudas, una espiga o racimo terminal, con las flores masculinas y espigas auxiliares cubiertas por una vaina de hojas que llevan las flores femeninas y la mazorca.

Las variedades de maíz son muchas, pero atendiendo al color se distinguen cuatro;

- 1.- El maíz blanco.
- 2.- El maíz amarillo.
- 3.- El maíz de color que puede ser rojo o azul.
- 4.- El azucarado del grano duro y transparente, muy rico en azúcar.

El color no es la característica más importante del maíz, pero hay alguna relación entre el pigmento y el valor nutritivo.

Por regla general, el maíz blanco es pobre en caroteno y el maíz amarillo tiene mayores proporciones de vitamina A. El maíz de color se emplea en muy pequeña cantidad para tortillas y otros alimentos de consumo diario.

El grano de maíz, como el de cereales en general, está formado por tres partes con caracteres histológicos, nutritivos y biológicos diferentes que son: las envolturas o pericarpio, el endospermo o núcleo amiláceo y el germen.

El pericarpio está formado por el epicarpio o capa de células alargadas, el mesocarpio que tiene doce capas de células cruzadas o transversales y el endocarpio con células tubulares semejantes a la del arroz, avena y el sorgo.

El tegumento externo y la capa hialina son dos capas sin estructura celular precisa situadas entre el pericarpio y la capa de células de aleurona.

El endospermo está rodeado por una capa de aleurona o capa protéica que contiene el pigmento en las variedades del maíz azul. El núcleo amiláceo, es la parte interna o central del endospermo y está formado por grandes células de almidón cubiertas por delgadas membranas protéicas, formadas principalmente de Zeína y otras proteínas.

El embrión del maíz tiene células alargadas y una estructura microscópica semejante al germen de trigo. Contiene proporciones semejantes de grasa, hidratos de carbono y un alto contenido protéico, superior al 18 %.

Los Estados Unidos de América producen más del 34 % del maíz que se cosecha actualmente en el mundo en tanto que México apenas cultiva un poco más del 1 % de la producción mundial.

Sólo una pequeña parte de la cosecha mundial del maíz se aprovecha como alimento humano por que la mayor parte de los pueblos utilizan el trigo y el arroz. Gran proporción del maíz cosechado se emplea como alimento para ganado y para fabricar almidón industrial.

El maíz es uno de los alimentos básicos en Latinoamérica, su cultivo representa uno de los más grandes recursos naturales de estos países.

El maíz fue bien reconocido por los mayas y otros habitantes de Latinoamérica y formaba parte esencial de su religión y cultura.

Elios preparaban varios tipos de alimentos de este cereal pero uno que atrajo mucho la atención y ha sido fuente de muchas investigaciones es la Tortilla.

Desde el punto de vista de su forma la tortilla no tiene mucho interés y se usa principalmente como instrumento para llevar el alimento a la boca.

Lo que es importante de la tortilla es el proceso al que se somete el maíz para elaborarla. Los mayas preparaban sus tortillas por medio de un procedimiento alcalino; éste proceso dio como resultado un producto que se preparaba con un simple cocimiento con agua, conducía al desarrollo de pelagra o deficiencia de Vitamina (Niacina).

El tratamiento alcalino con cal llamado "NIXTAMALIZACIÓN", (derivado del Nahuatl "Mextli"; cenizas, "tamalli"; masa de maíz). Es una técnica de lixiviación prehispánica empleada para cocer el grano de maíz y obtener una masa apta para la elaboración de tortillas y otros productos mexicanos tradicionales.

La industria molinera actual ha modificado el proceso tradicional con la finalidad de minimizar costos, reduciendo los períodos de cocción y reposo, así como la relación agua - grano o aumentando la relación cal - grano. Sin embargo, todos estos cambios han sido empíricos.

Se han realizado investigaciones sobre el efecto de las relaciones cal - grano y agua - grano, los tiempos de cocción y reposo, y la variedad del grano de maíz en las modificaciones que sufren los carbohidratos del endospermo, la calidad de la masa, las características finales del producto y métodos alternativos de cocción.

La cocción alcalina reduce también el contenido de fibra cruda del maíz, haciendo de la tortilla un alimento con textura más suave debido a que la cocción del maíz se lleva a cabo con hidróxido de calcio, la tortilla fue para los mayas una buena fuente de calcio.

A pesar de que el proceso alcalino de cocción es ventajoso en muchos aspectos, no mejora la calidad y la cantidad de proteína del maíz, la cual de no corregirse conduce a un estado nutricional pobre.

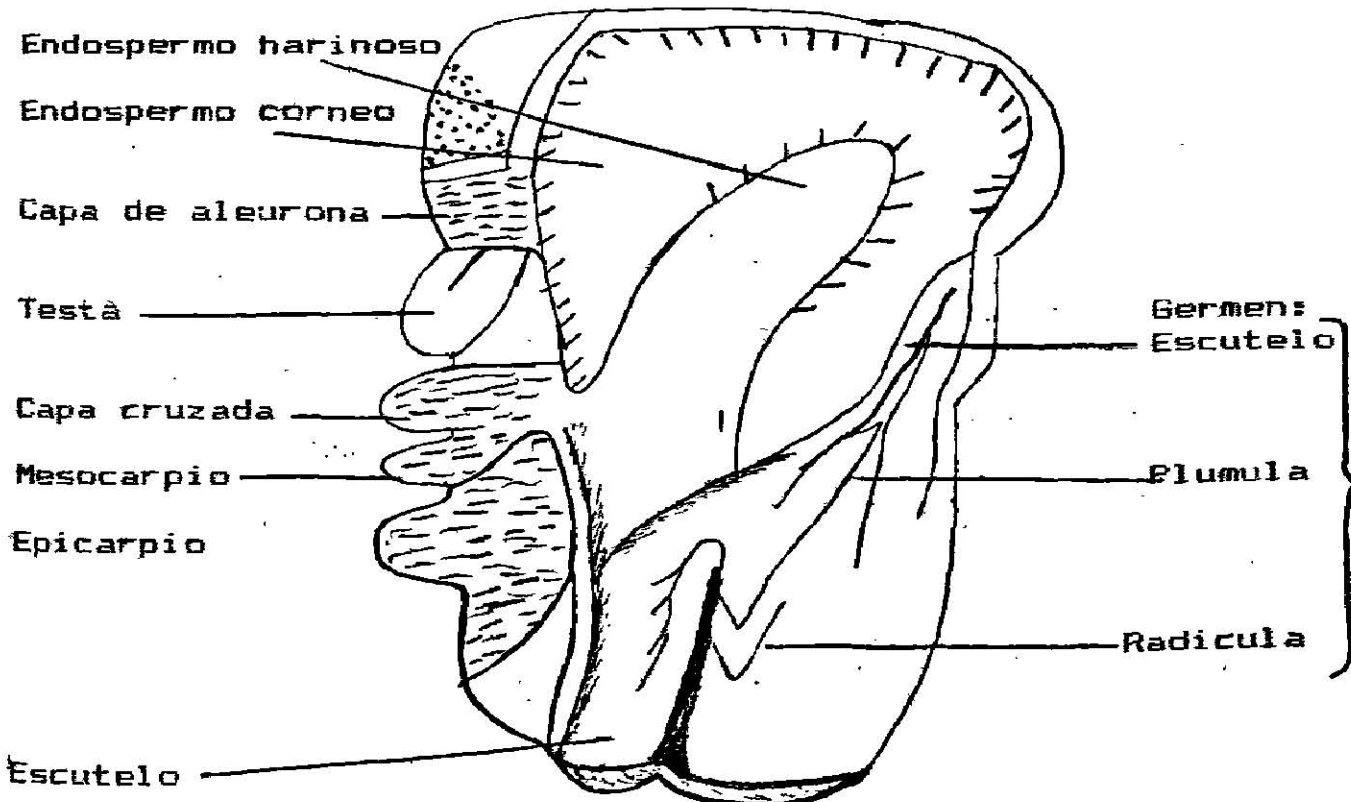
En la actualidad, en los países de América Latina, el maíz es procesado en diferentes formas en su consumo, siendo la tortilla la más importante y común en aquellos países en la parte Norte, y las arepas las más usadas en aquellos del Sur.

Hay diferencias básicas en estas formas de procedimiento, la primera es que en los países del Norte, el maíz se cuece en soluciones alcalinas, utilizándolo entero y esto ayuda a desprender el pericarpio del grano, quedando juntos el endospermo y el germen que se consume en forma de tortilla. En los países del Sur, el grano es separado en endospermo y germen más pericarpio. El endospermo se consume mientras que el germen se desecha.

7.3. GUIA DE ESTUDIOS.

1.- ESQUEMATICE LA ESTRUCTURA DEL GRANO DE MAIZ. Y EXPLIQUE SUS PARTES MAS IMPORTANTES.

Esquema del grano de Maiz.



Las partes más importantes del grano son:

Las envolturas y la semilla.

Las envolturas representan aproximadamente el 15 % del peso del grano total y están formadas por el pericarpio o envoltura del fruto y por los tegumentos, externo e interno, o envolturas propias de las semillas.

Endospermo.

La parte interna de la semilla corresponde al 85 % o más del peso total y está formado por tres partes: la capa de aleurona, el núcleo amiláceo y el germen.

Pericarpio.

Este está formado por 5 envolturas, ricas en celulosa, que de afuera hacia adentro son:

1 El pericarpio, epidermis o envoltura superficial que con la envoltura siguiente corresponde a la cáscara de las frutas.

- El hipodermo formado por una o varias capas de células, semejantes a las del epicarpio.

- El mesocarpio es poco evidente en muchos granos en plena madurez, al contrario de lo que sucede en algunas frutas, en las que forma la parte carnosa y comestible llamada sarcocarpio.

- La capa de células cruzadas o células transversales.

- La envoltura de células tubulares o endocarpio, muy delgada en los cereales pero muy gruesa y leñosa, por lo que recibe el nombre de hueso en el mamey, el durazno y otras frutas.

Tegumentos.

Son las envolturas propias de las semillas, por eso reciben los nombres de endospermo o piel de la semilla y perispermo o envoltura de la semilla.

El tegumento externo o endospermo es muy delgado y está formado por una o dos capas de células ricas en celulosa y en pigmentos.

El tegumento interno o perispermo recibe el nombre de capa hialina, que está formado por células planas y alargadas, unidas en capa homogénea y unida íntimamente a la capa de aleurona que rodea al núcleo amiláceo.

Para quitar las envolturas que forman el pericarpio y el tegumento externo se maceran los granos en agua caliente con alcalinos, como el hidróxido de calcio, o sin alcalinos y después se someten a fricción mecánica o manual. Para conservar íntegra la semilla propiamente dicha que encierra la mayor parte de los elementos nutritivos, protegidos por la capa hialina.

Endospermo.

El endospermo o parte interna de la semilla está formado por: la capa de células de aleurona, núcleo amiláceo y el germen.

- Capa de aleurona. Es una de las estructuras más importantes de los cereales por la gran proporción de proteínas que encierran, pero en muchas ocasiones se desaprovecha al pulir los granos como el arroz, o durante la preparación, de las harinas muy refinadas, como harina flor, maizena y harina de arroz.

Las proteínas de la capa de aleurona y de la parte superficial del núcleo amiláceo pasan a formar parte del salvado, que se usa pocas veces para fórmulas culinarias.

La capa de aleurona equivale a la clara del huevo por la composición química, por el lugar que ocupa con la estructura y por las relaciones con el germen, que sirve de alimento durante la germinación. Las células de aleurona tienen también proporciones importantes de grasa, además de las proteínas, pero tienen almidones. Como las células de aleurona son ricas en cerealina o diastasa, que favorecen el consumo de las reservas durante la germinación, la parte de esta envoltura que separa el núcleo amiláceo del germen, recibe el nombre de capa digestiva.

Por la acción del calor se coagulan y se retraen las proteínas de la capa de aleurona dejan pasar el agua al núcleo amiláceo en los cereales que se someten a maceración en agua caliente.

- Núcleo amiláceo. El núcleo amiláceo es rico en reservas de almidón y de algunos minerales y vitaminas, es la parte más voluminosa del endospermo y está formado por células poligonales de paredes ricas en gluten y en pectina. La red de gluten es de paredes gruesas en la porción periférica de la almendra y delgadas en la parte central de la pepita, por eso hay más proteínas debajo de la capa de aleurona que en el centro de la pepita. Las células del gluten encierran a los gránulos de almidón, que tienen forma especial y volumen diferente según el cereal.

2.- EXPLICAR LAS PRINCIPALES VARIEDADES DEL MAÍZ?

a).- Maíz de vaina. Es quizá un tipo primitivo. Cada grano está envuelto por una vaina fibrosa.

b).- Maíz duro. Tiene granos muy duros como su nombre lo indica. Esta característica se debe a que las capas de almidón duro y proteína, justamente debajo de la cascara, son bastante gruesas. La mayoría de los granos de maíz de este tipo maduran pronto y tienen cierta popularidad por esta razón. La estructura puede afectar, en forma adversa, su valor para la alimentación de ganado pero, por supuesto, no va en detrimento de sus cualidades de molienda. El maíz duro se cultiva principalmente en Argentina y África.

c).- Maíz dentado. Constituye la mayor cosecha de los Estados Unidos de América. Al madurarse, los granos presentan una concavidad pronunciada debido al encogimiento del endospermo a medida que se pierde la humedad. Los granos son duros, pero no tanto como el maíz duro.

d).- Maíz harinoso. Se cultiva en Sudamérica y América Central principalmente, los granos son grandes y blandos y el endospermo se desmenuza con facilidad. Estas características permiten que el grano se muele fácilmente, formando harina, lo que es ventajoso en los métodos de preparación domésticos.

e).- Maíz dulce. El maíz dulce difiere del maíz de campo en que es mayor la cantidad de carbohidratos del grano que está presente como polímeros de la glucosa de peso molecular relativamente bajo (dextrinas) más que como gránulos de almidón. Los granos de maíz dulce, retienen su textura blanda y succulenta y su sabor dulce por un período más largo durante su desarrollo. Los granos de maíz dulce, al madurar y secarse son tan duros como los de maíz de campo, aunque tienen una superficie arrugada. Por otra parte ciertas variedades de maíz de campo se venden como maíz dulce cuando están en la etapa de madurez.

f).- Maíz ceroso. No contiene cera pero debe su textura a las grandes cantidades de fabricación de amilopectina del almidón que están presentes.

g).- Maíz palomero.

3.- CUALES SON LAS PRINCIPALES PROTEINAS DEL MAIZ.

La zeína es la proteína que se encuentra en mayor proporción en el maíz y también se encuentran gluteínas y globulinas.

Estudios realizados indican un contenido en nitrógeno de 15.6 %.

La zeína es una proteína pobre en metionina y triptófano lo que determina que el maíz es un alimento inadecuado, dándole menor importancia de la que se le ha dado, porque hay otros alimentos de origen animal o vegetal que aportan estos aminoácidos y por que todos los alimentos son incompletos y desequilibrados, cuando se comparan con el régimen de alimentación normal. El maíz completo o sea el que conserva la envoltura protéica y el germen es menos pobre en aminoácidos que las harinas refinadas de maíz. Las proteínas de la harina de soya completan al maíz, por las altas proporciones que tiene de metionina y triptófano sin que aumente mucho el presupuesto familiar de alimentación.

4.- EN QUE CONSISTE EL PROCESO DE NIXTAMALIZACION.

El proceso consiste en cocer el maíz con agua y cal (1 a 3 % por 20 a 40 min), seguido de un reposo de 12 horas. Los granos se lavan y se muelen en un molino de piedra, obteniéndose una masa que sirve como base para la manufactura de diferentes populares de gran consumo.

5.- COMO INFLUYE EL TRATAMIENTO TERMICO - ALCALINO EN EL VALOR NUTRITIVO DEL GRANO DE MAIZ?

Esto es muy interesante, ya que las proteínas del maíz son de valor nutritivo muy bajo pero mejoran su calidad después de haber sido sujetas a dicho tratamiento. A pesar de existir pérdidas de algunos aminoácidos, grasas y minerales, el maíz nixtamalizado presenta un valor mayor desde el punto de vista nutritivo que el maíz crudo. Este es muy deficiente en Lisina y Triptófano y además tiene un desequilibrio muy marcado en las concentraciones de Leucina - Isoleucina y todo esto hace que estas proteínas sean poco aprovechables por el humano.

La alta relación Leucina - Isoleucina se reduce durante los tratamientos térmico - alcalinos debido a la destrucción de Leucina lo que mejora el valor nutritivo de la proteína. Como sucede en varios cereales, la niacina del maíz está unida a otros constituyentes de estos granos de tal forma que los tratamientos térmico- alcalinos la liberan al hidrolizar los enlaces que la unen, haciéndola disponible.

Estos dos factores pueden ser la principal razón por la que no se presenta la pelagra en poblaciones en las que el maíz se consume después de un tratamiento como la nixtamalización.

7.- MENCIONE QUE PRODUCTOS SE OBTIENEN A PARTIR DE LA MOLIENDA HUMEDA.

- a) Almidones secos.
- b) Dextrinas.
- c) Concentrados de agua de maceración.
- d) Alimentos para animales.
- e) Jarabe de maíz.
- f) Aceite refinado.
- g) Harina de aceite de maíz.

8.- COMO INFLUYE LA HARINA DE SOYA EN LAS DEFICIENCIAS DE AMINOACIDOS EN LA TORTILLA.

La tortilla ordinaria es mucho más pobre en metionina y triptófano que el pan y cuando se agrega harina de soya sin grasa, en la proporción del 10 % a la harina de nixtamal, se corrige la deficiencia de metionina, pero la cantidad de triptófano sigue siendo baja y apenas llega al 55 % de la cantidad que hay en el pan.

Se han investigado métodos más convenientes para compensar las deficiencias de las tortillas con las proteínas de soya en grano agregando al maíz en el momento de preparar el nixtamal o antes de molerlo, o enriquecer la harina de nixtamal con diversos tipos de harina de soya y han comprobado la acción de los nutrientes de la tortilla enriquecida por medio de estudios biológicos.

En relación al valor nutritivo de las tortillas con soya se afirma que: " cuando una pequeña cantidad de soya (10%), reemplaza a una cantidad equivalente de nixtamal, no se altera apreciablemente la consistencia y sabor de la tortilla y en cambio se obtiene un aumento considerable en algunos de sus constituyentes nutritivos, especialmente la niacina y las proteínas, que pueden elevarse hasta 46% en la primera y 67% en las segundas, ambos datos calculados en materia húmeda ". El triptófano y lisina aumentan hasta un 224 y 191 %.

9.- HAGA UNA COMPARACION DE NUTRIENTES ENTRE LA TORTILLA COMUN Y LA TORTILLA ENRIQUECIDA CON SOYA.

Nutrientes	Tortilla comun	Tortilla con soya
Proteínas	5.05 grs.	7.20 grs.
AMINOACIDOS		
Arginina	0.16 mgs.	0.43 mgs.
Fenilalanina	0.21 "	0.38 "
Histidina	0.08 "	0.16 "
Leucine	0.95 "	1.25 "
Lisina	0.11 "	0.42 "
Metionina	0.09 "	0.13 "
Treonina	0.17 "	0.30 "
Triptófano	0.02 "	0.06 "
Valina	0.27 "	0.45 "

NOTA: Proteínas y aminoácidos esenciales en 100 gr.

10.- COMO VARIA EL CONTENIDO DE CALCIO DE LA TORTILLA EN RELACION CON EL MAIZ CRUDO?

El contenido de calcio en el maíz crudo es de 4 mg por 100 gr y en la tortilla de 198 mg por 100 gr por lo que encontramos un aumento de 495 %. Desde el punto de vista nutricional, el aumento en el contenido de calcio es de mucho interés.

En las comunidades rurales consumen muy poca leche, sin embargo estas personas no muestran signos de deficiencia de calcio.

Se ha comprobado que la absorción de calcio, es tan alta como el de la leche, especialmente cuando se le agregan aminoácidos.

7.4 PROCEDIMIENTO.

1.- Preparar las siguientes muestras:

	Muestra 0	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Peso de maiz	200 gr	200 gr	200 gr	200 gr	200 gr
Agua	400 ml	400 ml	400 ml	400 ml	400 ml
Cal	0 %	2 %	4 %	6 %	8 %

2.- Someter la muestra a coccion a una temperatura igual a 94 C por 50 min y observar los cambios durante esta operacion.

3.- Dejar el maiz cocido en reposo durante 1.5 hrs a temperatura ambiente.

4.- Decantar el sobrenadante.

5.- Lavar tres veces con agua, el maiz cocido.

6.- Desechar el agua de lavado.

7.- Moler el maiz cocido lavado.

8.- Elaborar una tortilla y cocerla a 180 C por 5 min.

9.- Proceder a efectuar los analisis organolepticos.

Material:

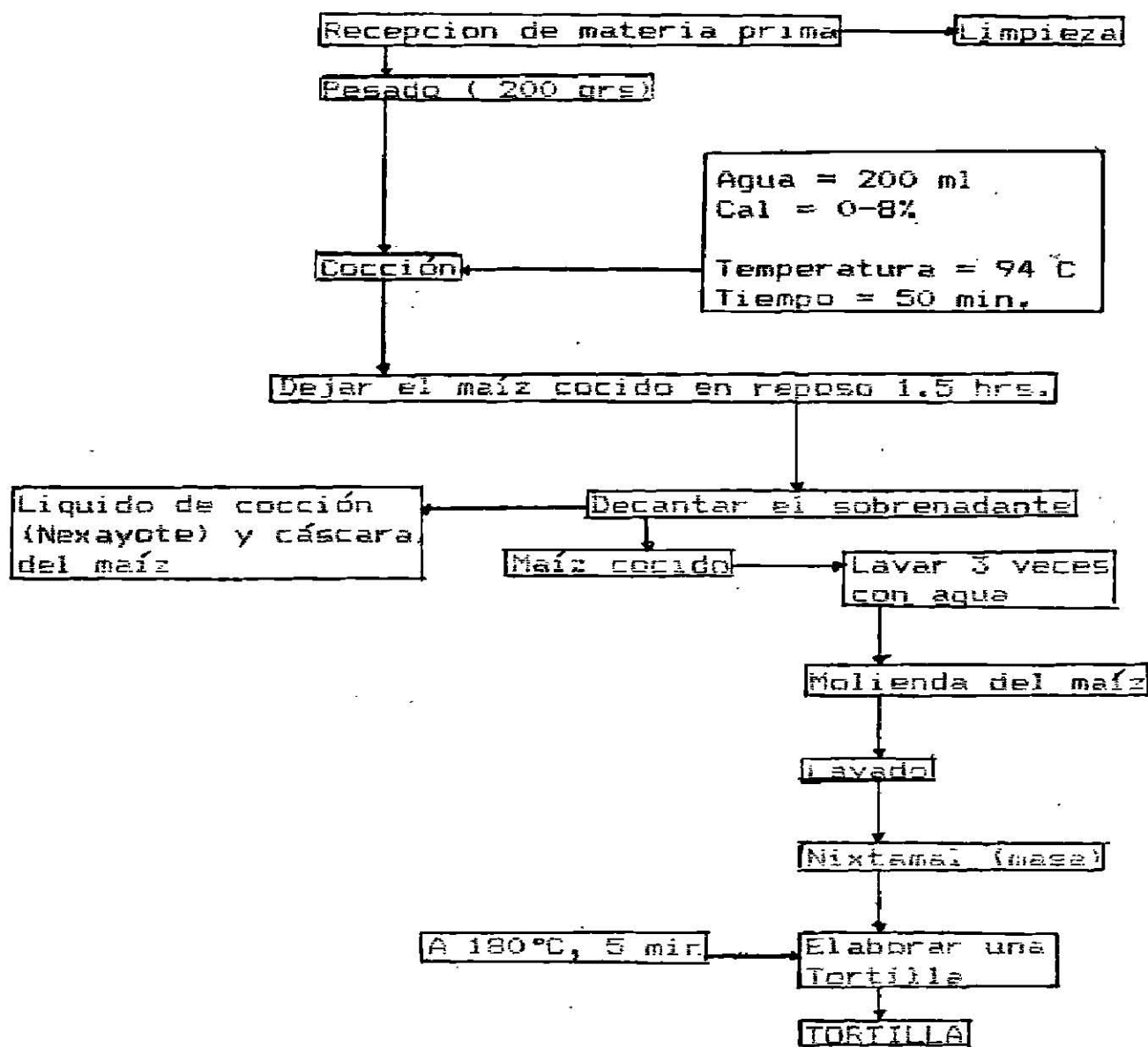
- 5 vasos de precipitado de 600 ml.
- Agitadores.
- Parrillas.
- Termometro.
- Maquina tortilladora.
- Molino de mano.
- Bascula.

Reactivos:

- Hidroxido de calcio.
- + Maiz.
- + Agua.

7.5. PRESENTACION DE RESULTADOS.

1.- Hacer el diagrama de bloque del proceso de nixtamalización indicando tiempos, temperaturas y concentraciones.



2.- Evaluar con una escala del 1 al 4 las siguientes características: sabor, olor, color y textura.

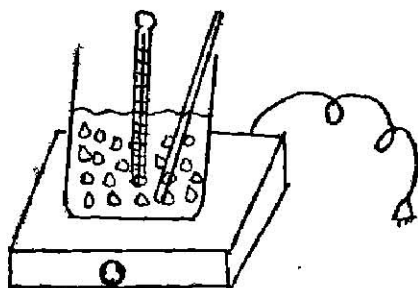
2.- Evaluar con una escala del 1 al 4 las siguientes características: sabor, olor, color y textura.

Característica	Muestra				
	0	1	2	3	4
Textura	1	2	3	3	2
Color	3	3	2	2	2
Olor	3	3	1	2	1
Sabor	1	3	1	3	1

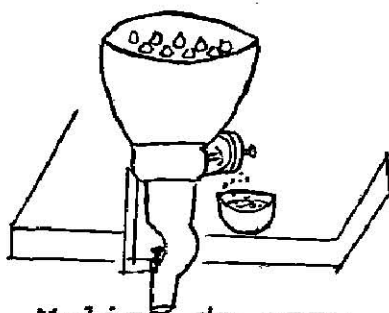
Escala:

- 1 = Malo
- 2 = Regular
- 3 = Bueno
- 4 = Excelente

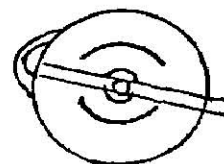
3.- Esquematice el equipo utilizado en la realización de la práctica.



Maiz durante la coccion en parrilla electrica



Molino de mano



Maquina para hacer tortilla=

4.- De acuerdo a los resultados obtenidos que concentración de cal recomendaria y porque?

La tortilla que obtuvo las mejores características, fue la muestra 1 con el 2 % de cal por lo que se recomienda que esta sea la concentración utilizada, ya que una concentración mas baja no le proporciona buen sabor y le da una textura quebradiza debido a que no se le alcanza a desprender la cascarilla del maíz durante la coccion.

Va que a concentraciones mayores, la tortilla presenta olor y sabor desagradable y un color amarillo oscuro, con una textura pegajosa. Aunque la concentración de cal puede variar en un rango del 2 al 5 %.

7.6.OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

Observaciones.

Al principio del proceso de nixtamalización el maíz tiene color blanco y aperlado y al agregar la cal cambia a amarillo claro y a medida que avanza la cocción, el color cambia paulatinamente a amarillo fuerte, siendo más intenso a mayor concentración de cal. Al comparar con la muestra patrón (0 % de cal) se observa que en esta no hay cambio de color ni se desprende la cascarilla, el grano queda duro y la masa a partir de esta muestra no queda ligada, esta quebradiza y por lo tanto la tortilla no cumple con las características deseadas.

En las muestras en las que se adiciona cal, la masa es mas suave y menos quebradiza, por lo que la tortilla es la de mejor apariencia.

Conclusiones.

Para un buen proceso de nixtamalización es necesario tomar en cuenta los siguientes factores: tiempo y temperatura de cocción, concentración de cal, y cantidad de agua, de estos el que más influye en el proceso de nixtamalización es la concentración de cal, ya que si no se le adiciona, el maíz no se cuece en un tiempo razonable y no hay desprendimiento de cascarilla, lo que afecta en la molienda y posteriormente, en la elaboración de la tortilla, quedando esta de apariencia dura y su cocción es incompleta (no hay formación de la parte mas delgada).

Sin embargo las muestras que contienen cal en el rango de 2 al 5 %, presentan buena cocción, el grano se cuece en un tiempo razonable, (50 min) quedando mas suave y con buena consistencia lo que facilita la elaboración de la tortilla, quedando esta de muy buena calidad.

A concentraciones de cal mayores del 5 % el grano queda de un color amarillo fuerte, un olor y un sabor muy pronunciados a cal y durante la cocción el agua se evapora demasiado rápido y es más fácil el desprendimiento de cascarilla, dando una masa muy pegajosa y de color amarillo, dificultando un poco la elaboración de la tortilla que resulta de mediana calidad.

En conclusión el proceso de nixtamalización se debe llevar a cabo utilizando una concentración de cal en un rango del 2 a 5 %. A temperatura de ebullición por 50 min y con una relación de agua 1:2, para obtener así una tortilla con unas características organolépticas deseadas y con un valor nutritivo medio.

Sugerencias.

- Utilizar maíz blanco y con la mínima cantidad de impurezas.
- Que la cal usada sea reciente, para obtener mejores resultados.
- Que el tiempo de cocción se tome a partir de la ebullición, procurando mantener esta constante.
- Tener precaución que el tiempo de reposo sea el indicado, para evitar demasiada penetración de cal en el maíz cocido ya que esto da un sabor agradable en la tortillas.
- Conocer con precisión el funcionamiento del molino, para obtener una buena masa.

BIBLIOGRAFIA.

- * J. Quintin Olascoaga. Bromatología de los Alimentos Industrializados. 4a. Edición. México. 1983
- * Salvador Badui. Dergal. Química de los Alimentos. 2da. Edición. 1984. Editorial Alhambra Mexicana S.A.
- * N.W. Desrosier. Elementos de Tecnología de Alimentos. Editorial CECSA. 2da Edición. Agosto de 1984.
- Revista Tecnología de Alimentos. Volumen 21. Numero 5. Septiembre - Octubre. 1986.
- * Catálogo de Normas de Calidad de Productos Alimenticios Sistema de Distribuidores CONASUPO. Unidad Corporativa de Investigación y Desarrollo. 1985.

PRACTICA # 8

ANALISIS PARA EL CONTROL DE CALIDAD
EN EL GRANO DE ARROZ.

8.1 OBJETIVO.- Determinar la calidad del arroz para uso industrial. Conocer las técnicas que determinan la calidad del arroz.

8.2. CONSIDERACIONES TEORICAS.

El arroz, *oryzae sativa* L. Ha sido uno de los productos de grano de uso más común desde tiempos remotos. Es el alimento básico del mayor número de personas, y casi la mitad de la población mundial consume arroz como artículo principal de su dieta.

Aunque no se encuentra con registros históricos que permitan determinar exactamente su origen, la evidencia botánica sugiere que el arroz proviene del Sureste del Continente Asiático, donde se cultiva en grandes cantidades y se consume como alimento principal.

En el mundo se producen muchas variedades de arroz.

Se estima que hay aproximadamente 7000 variedades conocidas de arroz.

Las variedades de arroz se clasifican como corto, medio y largo, dependiendo de la longitud y forma del grano.

La calidad del arroz es un concepto que varía no solo con las costumbres y necesidades de los diferentes países sino también con los usos que se le den, tanto en el hogar como en la industria, en el consumo casero, el aspecto físico del endospermo del grano de arroz (antes y después de cocinado) determina su "calidad", ya que el ama de casa prefiere que el arroz tenga una buena presentación física, y que posea el mayor valor nutritivo. En realidad el arroz es importante en la alimentación diaria, pero no es básico, pues una dieta variada permite suplementar la falta de este cereal.

Se ha dicho que el arroz es un cereal que posee solamente almidón y que por lo tanto debe considerarse en segundo plano respecto a los demás pero al analizar cuidadosamente los otros alimentos, resulta que son pocos los que proporcionan una cantidad tan importante de carbohidratos y tal cantidad de proteínas (6 a 8 %) fácilmente asimilables. Aunque el arroz posee muy baja cantidad de grasa, hay que tomar en cuenta la forma occidental de cocinado que impone el uso de cierta cantidad de grasa.

Los molineros prefieren granos de arroz de buen tamaño, que no se quiebren fácilmente y que no tengan una aleurona fuertemente coloreada; algunos industriales requieren arroz con almidones que fácilmente puedan convertirse en gelatina o puedan ser fermentados.

Es posible considerar, por lo tanto, que el arroz posee tres tipos de calidad industrial: calidad molinera, culinaria y nutritiva.

En 1963 se inició en México el estudio de la calidad del arroz.

El uso conjunto de los datos agronómicos y de los trabajos de selección genética con los datos de laboratorio, ha permitido la producción de nuevas variedades que apuntan como sustitutos de las variedades clásicas.

La investigación de la calidad en el arroz requiere, como en el caso de las primeras selecciones de líneas o variedades que se efectúen las pruebas de laboratorio con cantidades muy pequeñas de muestra, eso ha impulsado a los investigadores ha desarrollar técnicas especiales o bien emplear las técnicas utilizadas en otros países.

ARROZ PULIDO.

Definición. Se entiende por arroz pulido, los granos de arroz (*Oryza sativa*), a los cuales se les ha quitado la cáscara, todos los gérmenes y la cutícula que constituyen el salvado.

Las características del grano de arroz, dependerán principalmente de la variedad usada y la región de cultivo, variando la longitud, anchura y tipo de grano, destacando en este sentido los granos largos, medianos o cortos que pueden ser vitrificados o con estigmas blancos y/o granos totalmente blancos opacos.

CLASIFICACION.

El arroz pulido comprende cuatro grados de calidad, de acuerdo a la siguiente tabla:

- Arroz pulido Mexico no. 1 o superior.
- Arroz pulido Mexico extra no. 2 o extra.
- Arroz pulido Mexico no.3 o arroz de primera.
- Arroz pulido Mexico no. 4 o arroz de segunda.

ESPECIFICACIONES.

Humedad. Se aceptará para su almacenamiento y distribución arroz pulido que contenga hasta 14 % de humedad en base seca.

Impurezas. El arroz podrá contener 0.5 % en peso como máximo aceptable de impurezas y no podrán tener mas de 0.3 % de semilla de trompillo y/o cesbania.

Se consideran impurezas toda materia extraña distinta del arroz pulido, exceptuando el arroz palay.

Para esta determinación se usa una malla de 0.99 mm de diámetro de orificios circulares.

Para valores de impurezas superiores a 0.5 %, se deducirán 1.01 kg por tonelada por cada grado.

El arroz pulido en todos los grados de calidad debe estar libre de plagas y de olor a enranciamiento.

Defectos en el arroz pulido.

El arroz pulido puede presentar los siguientes defectos:
Granos dañados.- Granos y partes con alteraciones visibles por el calor, insectos, microorganismos, germinación, tizón y por daños climatológicos.

Granos quebrados.- Granos o fragmentos de ellos que han perdido la cutícula en 1/4 parte de su tamaño normal o separación total o parcial de los cotiledones.

Granillo.- Todas las porciones cuyo tamaño es menor que 1/4 parte del grano.

Granos palay.- Granos que no han sido descascarados.

Granos mal pulidos.- Granos que presentan restos de cutículas como consecuencia de un pulido deficiente.

Granos manchados.- Granos que están manchados por efecto de humedad o calor.

Granos con cutícula roja.- Granos enteros de arroz que presentan cuando menos una franja de cutícula roja equivalente a la longitud total del grano.

Granos estrellados.- Granos que presentan fisuras.

Granos yesosos.- Granos que presentan color blanco opaco por lo menos en 1/4 parte del grano.

Determinación del grado de calidad:

En base a la proporción de defectos presentes en el grano se determinará su grado de calidad.

Dependiendo de la procedencia del grano beneficiado o empacadora se establecen los siguientes límites máximos de defectos por grado de calidad de arroz pulido.

Tabla 8.1. Límites máximos de defectos por grado de calidad del arroz pulido.

	México extra (% Máx.)		México 1 (% Máx.)		México 2 (% Máx.)		México 3 (% Máx.)	
	B	E	B	E	B	E	B	E
Granos quebrados	4	7	13	15	20	24	40	40
Granillo	1	1	2	3	5	5	5	5
Granos dañados	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Granos palay	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
G. Mal pulidos	2.0	2.0	2.0	2.0	3.5	3.5	3.5	3.5
G. manchados	1	1	2	2	3	3	3	3
Granos con cutícula roja	1	1	1	1	2	2	3	3
G. estrellados	5	5	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10
G. Porosos	4	4	6	6	8	8	20	20

NOTA: B = Grano beneficiado,
E = Grano de empacadora.

El análisis selectivo se hará en 25 gr, de grano debidamente mezclado y tamizado en una zaranda de 0.99 mm de diámetro.

8.3. GUIA DE ESTUDIOS.

1.- ESQUEMATICE LA ESTRUCTURA DEL GRANO DE ARROZ E INDIQUE CON UNA TABLA LA PROPORCION DE CADA UNA DE SUS PARTES

Tabla 8. 3. 1. Partes y proporción de cada una de ellas en el grano de arroz.

PARTE	(%)
Pericarpio	1.0 - 2.0
Aleurona	4.0 - 6.0
Germen;	2.0 - 3.0
Epiblasto	0.20
Coleoriza	0.18
Plúmula	0.34
Radícula	0.18
Escutelo	0.18
Endospermo	89 - 94

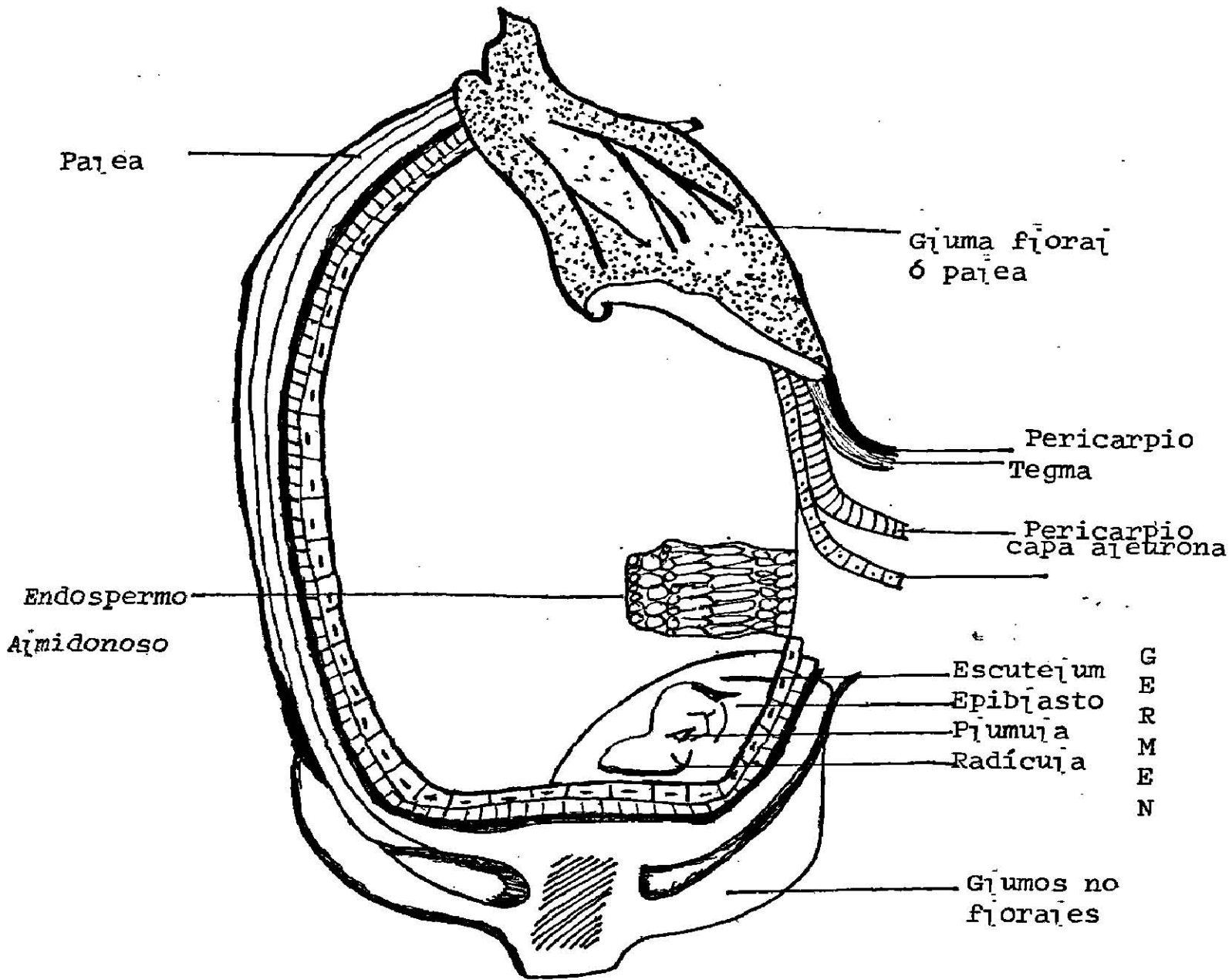


Fig. 8.3.1. Estructura del grano de arroz.

2.º POR MEDIO DE UNA TABLA INDIQUE LA COMPOSICION DEL ARROZ Y SU PARTES.

Tabla. 8.3.2. Composición del arroz y sus partes

PARTE	PROTEINA (%)	GRASA (%)	FIBRA CRUDA %	CENIZAS (%)	CARBOHIDRATOS (%)
Arroz entero	7.3-12.4	1.8-3.4	0.4-1.6	1.0-2.0	80.0 - 87.1
Arroz pulido	6.3-10.0	0.3-1.1	0.2-0.7	0.4-1.1	86.0 - 91.2
Salvado	13.8-15.5	16.3-18	10.8-12	10.8-12	39.9 - 47.1
Germen	19.8-24.2	17.1-24	2.6-4.3	6.7-10	43.2 - 52.3
Pulidura	13.6-16.1	9.6-14.3	2.6-4.8	5.3-7.9	56.8 - 68.9

3.- PORQUE ES IMPORTANTE LA PRESENCIA DE ALMIDON EN EL GRANO DE ARROZ?

El almidón es el componente que se encuentra en mayor cantidad en el arroz y podríamos decir que se encuentra en su mayoría en el endospermo, el arroz pulido contiene el 90 % .

El almidón de arroz está compuesto de 7 a 33 % de amilosa y el resto de amilopectina. La temperatura de gelatinización es de 55 a 79°C dependiendo de la variedad, esta diferencia de temperatura se debe principalmente al contenido de amilosa, es decir mientras más amilosa exista, menor es la temperatura de gelatinización.

La relación que existe entre amilosa y amilopectina determina algunas de las propiedades del cocimiento del arroz. Un aumento en el contenido de amilosa aumenta la capacidad del gránulo de almidón de absorber agua y aumentar el volumen.

4.- QUE LUGAR OCUPAN EN IMPORTANCIA LAS PROTEINAS EN EL GRANO DE ARROZ?

La proteína es el segundo componente más abundante en el grano de arroz. La distribución de las proteínas, tomando como base el 100% esta representado en la tabla 8.3.3.

Tabla 8.3.3. Distribución de las proteínas en el grano de arroz.

PARTE	PROTEINAS (%)
Grano entero	100
Salvado	14
Germen (está dentro del salvado)	6
Pulidura	3
Arroz pulido	83

La composición de aminoácidos en el grano de arroz en general, tiene alta cantidad de lisina y baja de ácido glutámico.

El arroz de acuerdo a la solubilidad de las proteínas tiene: proteínas solubles en agua (albuminas); proteínas solubles en sal (globulinas); proteínas solubles en alcohol (prolaminas); y proteínas solubles en ácido o álcali (gluteninas).

Las proteínas no están distribuidas uniformemente en el grano de arroz, es decir, el arroz entero tiene mayor cantidad de albúmina y globulina que el pulido. La glutenina u orizenina es la proteína de mayor proporción en el arroz entero y pulido. La albúmina y la globulina se encuentran concentradas en la capa de aleurona y el germen. La proporción guardada de las proteínas en cada una de las partes del grano, esta dada en la tabla 8.3.4.

Tabla 8.3.4. Proporción de las proteínas en las diferentes partes del arroz.

PROTEINA	ARROZ PULIDO (%)	SALVADO (%)	GERMEN (%)	PULIDURA (%)
Albúmina	5.0	37.0	24.0	30.0
Globulina	9.0	36.0	14.0	14.0
Prolamina	3.0	5.0	8.0	5.0
Glutenina	83.0	22.0	54.0	51.0

5.- EXPLIQUE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE:

Arroz con cáscara (paddy palay), arroz descascarado y arroz pulido o blanco.

Arroz con cascara (Paddy, Palay)

Por su aspecto exterior el grano de arroz puede ser de cascara lisa (o glabro), semivelludo, y velludo; en cuanto a la presencia de pelo apical, se le clasifica como barbado, y pelón o sin barba. El color de la cáscara varía entre café muy claro y café oscuro, aunque en algunas variedades tiende a rojizo o negruzco.

En el extremo opuesto a las barbas se aprecian las glumas; la cáscara propiamente dicha está formada por las glumelas (lema y palea).

Cuando se oprime el grano de arroz entre dos cilindros que giran en sentido opuesto y a diferente velocidad, las glumelas se abren y se separan del resto del grano; a esta operación se le llama descascarado y al grano sin cáscara se le denomina moreno.

Arroz descascarado. (Moreno, café, Loozain, Cargo).

Después de ser despojado de la cáscara, el endospermo se encuentra todavía recubierto de 5 cutículas, las cuales se denominan de fuera hacia adentro: epicarpio, mesocarpio, capas de células transversales o capa intermedia, parte central del óvulo o testa, y finalmente capa aleurónica o aleurona.

Todas estas capas, que se eliminan durante la operación llamada pulido, constituyen el salvado y el salvadillo. El color conjunto de las cutículas varía entre ámbar claro y ámbar, pero existen variedades en que el color es rojo intenso, violeta o negro; estos granos son generalmente rechazados por el molinero, pues son difíciles de preparar para hacerlos gratos al consumidor. En el salvado y el salvadillo se queda la mayor parte de los lípidos del grano, un buen porcentaje de las proteínas, y casi todas las vitaminas.

Al pulir el arroz moreno se elimina el embrión o germen, el cual es un órgano pequeño, situado en la parte ventral de uno de los extremos del grano y que durante la germinación es el punto de origen de la nueva planta. El embrión posee también grandes cantidades de grasa, proteínas, vitaminas y enzimas.

Arroz pulido o blanco.

Se conoce como arroz pulido al que se ha despojado de sus cutículas y del embrión. La parte del grano que se consume en la alimentación humana es solamente el endospermo, que constituye el alimento de reserva para la futura planta y que está constituido por células polihédricas, de paredes delgadas y unidas íntimamente entre sí, pero distribuidas irregularmente. Contiene gránulos de almidón, un bajo porcentaje de proteínas, y huellas de otros compuestos.

Formas y tipos de granos.

El grano de arroz pulido tiene la forma de un cilindro de sección oval, con los extremos conoidales, uno de ellos más agudo que el otro. En la amplitud de variedades existentes, la longitud del grano varía ampliamente; desde pequeño es decir, de menor de 5 mm; mediano o sea de 5 a 6.9 mm; hasta grande cuando tiene 7 mm o más, la anchura varía desde 1 a 2.5 mm.

Las variaciones de tamaño se traducen en grandes diferencias de peso, 1000 granos pueden pesar de 17 a 29 gr.

El aspecto del grano puede ser cristalino, con manchas o estigmas blancos, o completamente opáco tal aspecto tiene relación con la cristalización al madurar.

Existen dos tipos principales de arroz; el indico y el japonico. Cuando se cuecen los primeros se hinchan, y permanecen separados, mientras los segundos se apelmazan y se deshacen formando una pasta, quizá esto se debe al tamaño de las moléculas de amilosa y amilopectina. en términos generales en los países occidentales se prefieren las variedades cristalinas, del tipo indico que son de tamaño grande y largo.

6.- EXPLIQUE Y ESQUEMATICE EL PROCESAMIENTO DEL ARROZ.

El procesamiento del arroz consiste en la eliminación de la cáscara, del salvado, del germen y de la capa aleurónica del grano. el valor comercial de los granos enteros es superior al de los granos partidos. Por lo tanto, es necesario tener cuidado de que el grano no se quiebre durante su procesamiento.

El procesamiento consiste en una conversión y una molturación del arroz. la conversión tiene como objetivo acondicionar el arroz para aumentar el valor nutritivo del producto elaborado disminuir la ruptura de los granos y mejorar sus características culinarias.

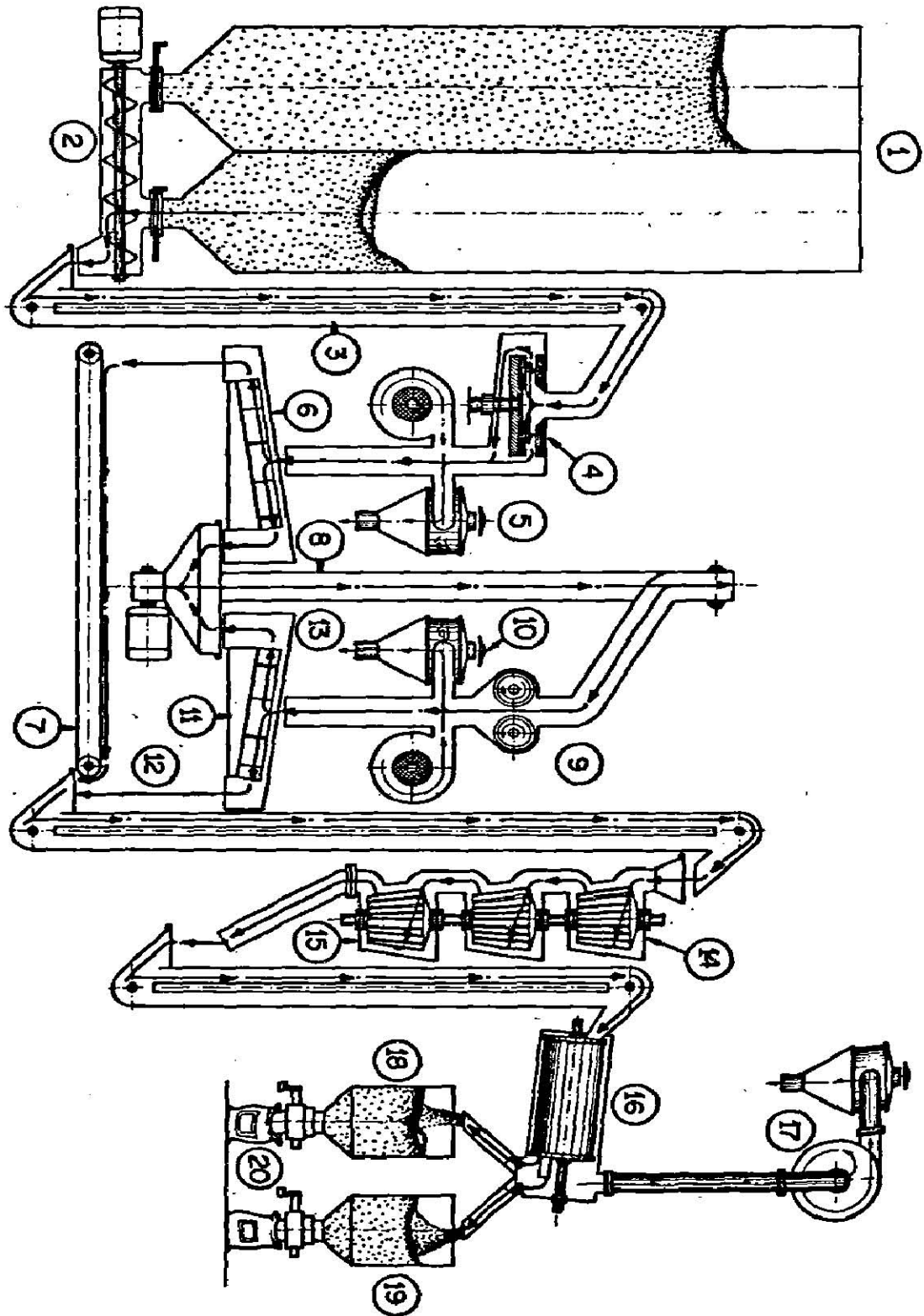
El palay se convierte en agua a una temperatura de 38°C a 92°C, durante 1 a 10 horas. Luego este se pasa a un tanque de presión, en el cual se cuece parcialmente durante 5 min. como máximo. La temperatura y duración del remojo y el tiempo de cocción dependen de la variedad del arroz.

Después de la cocción el palay se enfría y se seca. El arroz convertido es llamado también precocido es más resistente al ataque de insectos, se conserva mejor, tiene un color amarillento no se pega durante la cocción y tiene un sabor diferente al del arroz no convertido.

Durante la conversión el agua no disuelve las vitaminas y los minerales de la cáscara y el salvado, estos penetran junto con el agua en el endospermo en el cual se conservan.

La operación de molturación se realiza en una instalación cuya construcción y funcionamiento es como sigue:

- 1.- Silos del palay seco.
- 2.- Conductor de gusanos para la descarga de silos.
- 3.- Elevador de cangilones.
- 4.- Descascarador de dos piedras.
- 5.- Trampas de cáscaras y cascarillas de tipo ciclón.
- 6.- Mesa vibratoria. Los granos descascarados bajan, los no descascarados suben.
- 7.- Banda transportadora que lleva los granos descascarados al elevador de cangilones.



DETERMINACION DE ABSORCION DE AGUA Y AUMENTO DE VOLUMEN.

La muestra de arroz se coloca en agua caliente a 80 C aprox. sin llegar a la temperatura de ebullicion, porque en este caso no se observan las diferencias. Se toman muestras a los 15, 25, 35 y 45 min y en esa forma se tiene de datos que permiten establecer curvas muy claras sobre el comportamiento del arroz a la coccion.

PRUEBA DE COCCION.

Existen solamente dos metodos para la coccion del arroz, el metodo directo y el metodo al vapor. En el primero se agrega arroz al agua en ebullicion y se deja cocer con la misma cantidad de agua, ya sea agregandola priodicamente o conservando tapado el recipiente, en el segundo se usa un recipiente tapado en el cual llega a tocar el arroz porque este se mantiene en una canstilla sobre la superficie y es unicamente el vapor el que efectue la coccion e hidratacion de los granos. A fin de lograr una buena base de comparacion se hace la prueba de coccion con 100 gr, de arroz y agua de la llave, que es la que usa el ama de casa.

DETERMINACION DEL COLOR AZUL DEL YODO (Prueba de Halick).

Se tritura 1 gr de arroz pulido hasta que pase a traves de un tamiz de 50 mallas y se coloca en un matraz erlenmeyer, se le agregan 100 ml de agua destilada y se sumerge el matraz por 45 min, en un bano de agua, manteniendo la temperatura a 77 C, se saca el matraz y se deja enfriar a temperatura ambiente por 15 min.

Se utiliza papel filtro tipo Whatmann no. 12, para filtrar, se descartan los primeros 40 ml del filtrado y se pipetea una alicuota de 10 ml del filtrado en un matraz volumetrico de 100 ml que contenga 1 ml de solucion yodurada (2 gr de yodo y 20 de KI en 1 litro de agua destilada) 1 ml de acido clorhidrico al 30 % y aproximadamente de 60 a 70 ml de agua destilada. Despues se afora el matraz, se agita, y se deja desarrollar el color azul por 30 min. La intensidad del color azul se determina en un espectrofotometro a 600 mμ.

El porcentaje de transmision se lleva a 100 con una solucion de 1 ml de solucion de yodo y 1 ml de solucion de acido clorhidrico en 100 ml de agua destilada. Una baja lectura indica mayor porcentaje de amilosa y que las variedades son de buen cocimiento.

DETERMINACION DE PROTEINAS POR EL METODO KJELDAHL.*

DETERMINACION DE HUMEDAD.*

DETERMINACION DE CENIZAS.*

* Estas tecnicas se hacen de acuerdo al procedimiento utilizado en la practica de analisis quimicos de harinas.

DETERMINACION DE ABSORCION DE AGUA Y AUMENTO DE VOLUMEN.

La muestra de arroz se coloca en agua caliente a 80°C aprox. sin llegar a la temperatura de ebullición, porque en este caso no se observan las diferencias. Se toman muestras a los 15, 25, 35 y 45 min y en esa forma se tiene de datos que permiten establecer curvas muy claras sobre el comportamiento del arroz a la cocción.

PRUEBA DE COCCION.

Existen solamente dos métodos para la cocción del arroz, el método directo y el método al vapor. En el primero se agrega arroz al agua en ebullición y se deja cocer con la misma cantidad de agua, ya sea agregándola periódicamente o conservando tapado el recipiente, en el segundo se usa un recipiente tapado en el cual llega a tocar el arroz porque éste se mantiene en una canstilla sobre la superficie y es únicamente el vapor el que efectúa la cocción e hidratación de los granos. A fin de lograr una buena base de comparación se hace la prueba de cocción con 100 gr, de arroz y agua de la llave, que es la que usa el ama de casa.

DETERMINACION DEL COLOR AZUL DEL YODO (Prueba de Halick).

Se tritura 1 gr de arroz pulido hasta que pase a través de un tamiz de 50 mallas y se coloca en un matraz erlenmeyer, se le agregan 100 ml de agua destilada y se sumerge el matraz por 45 min, en un baño de agua, manteniendo la temperatura a 77°C, se saca el matraz y se deja enfriar a temperatura ambiente por 15 min.

Se utiliza papel filtro tipo Whatmann no. 12, para filtrar, se descartan los primeros 40 ml del filtrado y se pipetea una alícuota de 10 ml del filtrado en un matraz volumétrico de 100 ml que contenga 1 ml de solución yodurada (2 gr de yodo y 20 de KI en 1 litro de agua destilada) 1 ml de ácido clorhídrico al 30 % y aproximadamente de 60 a 70 ml de agua destilada. Después se afora el matraz, se agita, y se deja desarrollar el color azul por 30 min. La intensidad del color azul se determina en un espectrofotómetro a 600 mu.

El porcentaje de transmisión se lleva a 100 con una solución de 1 ml de solución de yodo y 1 ml de solución de ácido clorhídrico en 100 ml de agua destilada. Una baja lectura indica mayor porcentaje de amilosa y que las variedades son de buen cocimiento.

DETERMINACION DE PROTEINAS POR EL METODO KJELDAHL.*

DETERMINACION DE HUMEDAD.*

DETERMINACION DE CENIZAS.*

* Estas técnicas se hacen de acuerdo al procedimiento utilizado en la práctica de análisis químicos de harinas.

8.4. PROCEDIMIENTO.

Realizar los análisis correspondientes al arroz de acuerdo a las técnicas investigadas.

8.5. PRESENTACION DE RESULTADOS.

1.- Explicar como realizao los cálculos para humedad, proteínas y cenizas.

HUMEDAD.

	Muestra "A"	Muestra "B"
Peso del crisol	35.7054 gr	39.0826 gr
Peso de la m. húmeda	0.7809 gr	0.9752 gr
Peso de la m. Seca	0.0965 gr	0.1222 gr
Diferencia	0.6844 gr	0.8530 gr

$$\% \text{ de Humedad} = \text{Pérdida de peso} / \text{peso inicial} \times 100$$

$$\% \text{ Humedad "A"} = 0.0965 / 0.7809 \times 100 = 12.35 \%$$

$$\% \text{ Humedad "B"} = 0.1222 / 0.9752 \times 100 = 12.53 \%$$

$$\% \text{ Humedad promedio} = 12.44\%$$

PROTEINA.

	Muestra "A"	Muestra "B"
Peso de la muestra	0.1997 gr	0.1974 gr
Volumen de HCl	2.5 ml	2.5 ml
Normalidad del HCl	0.1336 N	0.1336 N
Factor protéico	5.7	5.7
m.e.q. Nitrógeno	0.014	0.014

$$\% \text{ Proteína} = (\text{VHCl}) (\text{NHCl}) (\text{meqN}) (\text{Factor}) / \text{peso de la m} \times 100$$

$$\% \text{ Prot. A} = (2.5 \text{ ml}) (0.1336 \text{ N}) (0.014) (5.7) / 0.1997 \times 100 = 13.3\%$$

$$\% \text{ Prot. B} = (2.5 \text{ ml}) (0.1336 \text{ N}) (0.014) (5.7) / 0.1974 \times 100 = 13.5\%$$

$$\% \text{ Proteína promedio} = 13.4 \%$$

CENIZAS

	Muestra "A"	Muestra "B"
Peso del crisol	13.3893 gr	14.1699 gr
Peso de la m. Húmeda	1.0820 gr	1.1032 gr
Peso del crisol +m. Calc.	13.2914 gr	14.1714 gr
Peso de la m. calcinada	0.0021 gr	0.0015 gr

% Cenizas = $\text{Peso de la m. calcinada} / \text{Peso de la m. húmeda} \times 100$

% Cenizas " A " = $0.0021 \text{ gr} / 1.0820 \text{ gr} \times 100 = 0.19 \%$

% Cenizas " B " = $0.0015 \text{ gr} / 1.1032 \text{ gr} \times 100 = 0.13 \%$

% Cenizas promedio = 0.16 %

2.- Reportar los resultados de la determinación del color azul del yodo de la prueba de absorción de agua y aumento de volumen y del método de cocción.

DET. DEL COLOR AZUL DEL YODO.

% de Transmitancia = 19.38 % a 600 mv

Leídos en el espectrofotómetro.

ABSORCIÓN DE AGUA Y AUMENTO DE VOLUMEN.

Muestra; 5 gr de arroz
Volumen de agua = 50 ml

T U B O # 1					
Tiempo (min)	Líquido Sobrenadante	%	Aumento de peso (gr)	% Aumento de volumen	% Absorción de agua
0	50		0	0	0
15	19.5		2.3	46	61
30	17.5		3.8	76	65
45	15.0		5.6	112	70
T U B O # 2					
0	50		0	0	0
15	19		1.7	39	62
30	16.25		4.2	84	67.5
45	14		5.9	118	72

METODO DE COCCION (Directo).

Muestra:

50 gr arroz/ 150 ml de agua.

Aspecto..... Granos enteros.

Cohesión..... Bien separados.

Cocción Buena.

Sabor Normal.

Olor Normal.

8.6. OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

Observaciones.

Se analizó una muestra de arroz marca "Catarinos" para las pruebas de proteína, cenizas y humedad y en la prueba del color azul del yodo es necesario moler el arroz. La realización de dichos métodos obteniéndose así resultados más confiables.

Y en las pruebas de absorción de agua y aumento de volumen y en la de cocción es necesario utilizar el grano ya que éstos análisis son solo determinaciones cualitativas.

En la prueba de absorción de agua se observa que al transcurrir el tiempo manteniendo la temperatura constante, el grano va aumentando de volumen y se hincha lo que produce una absorción de agua, que es directamente proporcional al tiempo, llegando a un punto máximo en donde el grano ya no es capaz de retener más agua, pues el grano pierde su forma y se rompe absorbiendo el agua casi en su totalidad.

La prueba de cocción se puede realizar en dos formas; por el método directo y por el método al vapor, en este caso se utiliza el directo en donde se observa la cocción, olor y sabor, la cohesión y el aspecto de los granos cocidos.

Conclusiones.

Los análisis para determinar la calidad del arroz molido son semejantes a las efectuadas en la harina de trigo ya que, sólo difieren muy poco en los rangos aceptados para la buena calidad de cada uno.

Se concluye que el arroz analizado presenta un porcentaje de humedad dentro del rango permitido, ya que el máximo para el almacenamiento y la distribución del arroz pulido es del 14 %.

Los resultados de las proteínas son favorables por lo que se concluye que el arroz no es muy pulido.

El contenido de cenizas aunque es más bajo, no significa que sea un arroz de mala calidad.

En la determinación del color azul del yodo, resulta bajo el porcentaje de transmitancia lo que nos indica un alto contenido de amilosa y por lo tanto este arroz presenta un buen cocimiento.

En la prueba de absorción de agua y aumento de volumen el arroz presenta buen hinchamiento, lo que es deseable en un arroz de buena calidad.

En la prueba de cocción, los granos de arroz presentan muy buena cocción, los granos quedan enteros, bien separados, y color y sabor normales.

En la conclusión se puede decir que la muestra analizada es de buena calidad ya que en general todos los parámetros están dentro de los rangos permitidos.

Estas pruebas son realizadas a nivel laboratorio, para tener una idea de la calidad del arroz, aunque a nivel industrial se realizan otras pruebas que complementan los análisis para determinar su calidad definitiva, según los distintos requerimientos y distribución en el mercado.

Sugerencias.

- Para mayor facilidad de realización de las pruebas de proteína, humedad, cenizas y determinación del color azul del yodo, se recomienda que el arroz sea molido.
- Realizar los análisis con la mayor precisión posible para la obtención de buenos resultados.
- Analizar otras marcas de arroz para poder comparar su calidad.

En general el grano a analizar debe estar libre de impurezas y granos defectuosos.

BIBLIOGRAFIA.

- J. Quintín Glascoaga. Bromatología de los Alimentos Industrializados. 4a. Edición. 1983.
- N. W. Desrosier. Tecnología de los Alimentos. Ed. CECSA. 2da. Edición. Agosto 1984.
- Manuales para Educación Agropecuaria. Elaboración de Productos Agrícolas. SEP. TRILLAS.
- Catalogo de Normas de Calidad de Productos alimenticios. Sistema de distribuidores CONASUPD. Unidad operativa de Investigación y Desarrollo. 1985

