

**ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DEL EMPAQUE EN LA VIDA ÚTIL DE LA
FÉCULA DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*)**

**Presentado por
MARIA MERCEDES AGUDELO S.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
CREAD DUITAMA
2004**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. OBJETIVOS.....	3
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. HIPÓTESIS.....	4
3. MARCO REFERENCIAL.....	5
3.1 GENERALIDADES DE LA PAPA (SOLANUM TUBEROSUM)	5
3.1.1 CONDICIONES ECOLÓGICAS.....	6
3.1.2 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS	7
3.1.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA.....	8
3.1.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PAPA.....	9
3.1.5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PAPA.....	9
3.2 FÉCULA DE PAPA.....	11
3.2.1 GENERALIDADES	11
3.2.2 USOS DEL ALMIDÓN	12
3.2.3 HIDRATOS DE CARBONO	14
3.2.4 ALMIDÓN	15
3.3 REACCIONES DE DETERIORO EN ALIMENTOS.....	18
3.3.1 DAÑO FÍSICO Y DETERIORO DE LOS ALIMENTOS.....	19
3.3.2 CONTENIDO DE AGUA Y DETERIORO DE LOS ALIMENTOS.....	19
3.3.3 DETERIORO QUÍMICO.....	20
3.3.4 DETERIORO ENZIMÁTICO	20
3.3.5 DETERIORO NO ENZIMÁTICO - LA REACCIÓN DE MAILLARD	22
3.3.6 OXIDACIÓN LIPÍDICA.....	23
3.4 DETERIORO MICROBIOLÓGICO	24
3.4.1 CAUSAS DEL DETERIORO MICROBIANO O MICROBIOLÓGICO	24
3.4.2 MICROORGANISMOS Y LOS ALIMENTOS QUE DESCOMPONEN	25
3.5 GENERALIDADES DE EMPAQUES.....	26
3.5.1 DEFINICIONES	26
3.5.2 FUNCIONES Y REQUISITOS	26
3.5.3 TIPO DE EMPAQUES	28
4. METODOLOGÍA	31
4.1 OBTENCIÓN DE FÉCULA DE PAPA	31
4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS	32

4.2 CÁLCULO DE LA VIDA ÚTIL DE LA FÉCULA.....	35
4.3 SEGUIMIENTO FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO	36
4.3.1 EVALUACIÓN DEL COLOR	36
4.3.2 EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA	41
4.3.3 EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PRODUCTO ...	41
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	43
5.1 OBTENCIÓN DE LA FÉCULA DE PAPA	43
5.2 BALANCE DE MATERIA.....	43
5.3 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO.....	44
5.4 RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	47
5.4.1 EVALUACIÓN DEL COLOR	47
5.4.2 RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	49
5.4.3 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PRODUCTO	50
6. CONCLUSIONES	52
7. GLOSARIO	53
8. BIBLIOGRAFÍA	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características Químicas de la Papa	9
Tabla 2. Características Nutricionales de la Papa	10
Tabla 3. Composición Química de la Fécula de Papa	17
Tabla 4. Algunas características de almidones nativos	17
Tabla 5 . Propiedades de algunos almidones comerciales, valores típicos	18
Tabla 6. Metodología del análisis proximal	42
Tabla 7. Datos de las variables x y y para trabajo en el diagrama cromático CIE, a diferentes días de almacenamiento de la fécula de papa.	47
Tabla 8. Resultados de las longitudes de onda dominantes a diferentes tiempos de almacenamiento de fécula de papa en dos empaques de estudio.	49
Tabla 9. Resultados microbiológicos de fécula de papa almacenada en dos empaques diferentes a condiciones estandarizadas de almacenamiento (20°C y humedad relativa del 10%).	50
Tabla 10. Resultados del análisis proximal	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Utilización integral de la Papa.....	13
Figura 2. Estructura molecular del almidón.....	15
Figura 3. Estructura molecular de la glucosa.....	16
Figura 4. Diagrama del proceso para la obtención de la fécula de papa	31
Figura 5. Diagrama de flujo para la obtención de la fécula de papa	32
Figura 6. Isoterma de Adsorción de Agua para Fécula de papa a 20°C	34
Figura 7. Diagrama cromatográfico CIE.....	40
Figura 8. Diagrama de flujo para el balance de materia en la obtención de la fécula de papa.....	43
Figura 9. Diagrama cromatográfico de la fécula de Papa a diferentes días de almacenamiento	48

INTRODUCCIÓN

La papa es el principal producto agrícola de la meseta cundiboyacense; tiene gran demanda a nivel nacional estando incluida en la dieta diaria; sin embargo son muy pocos los productos procesados de este tubérculo.

La producción de papa está supeditada a ciertas épocas del año, por eso cuando no es tiempo de cosecha, su precio se eleva de tal forma que no es asequible a la mayoría de los consumidores y cuando es cosecha la alta oferta hace que el producto se pierda.¹

La papa es un tubérculo con componentes que son útiles para diferentes productos industriales, como es el caso de la fécula de papa que es rica en celulosa y cuyos subproductos se utilizan industrialmente en diferentes procesos como adhesivos, formulación de alimentos, productos farmacéuticos, químicos, textil, entre otros.

Con el presente trabajo se pretende dar una alternativa para la comercialización de fécula de papa tuquerreña mediante una investigación que permita determinar las características del empaque apropiado para la fécula de papa, que garantice una vida útil prolongada de la misma, de tal forma que sus componentes fisicoquímicos y nutricionales se conserven y se evite la proliferación y ataque microbiano.

Al ser la fécula de papa un producto poco utilizado a nivel industrial, no existe información acerca de su almacenamiento, por ello es necesario realizar ensayos físico-químicos, microbiológicos y sensoriales, que permitan determinar el tipo de empaque más eficiente para garantizar mayor durabilidad de la fécula sin perder sus propiedades, ofreciendo al consumidor un producto de buena calidad y durabilidad.

Para determinar el tipo de empaque mas apropiado es necesario realizar ensayos en lapso de tiempo suficiente, que permita hacer gráficos del comportamiento de la fécula respecto al empaque en el tiempo, bajo ciertas condiciones ambientales, siendo un aporte de la ingeniería de alimentos aplicada a los productos de la región.

La fécula de papa es un producto común en el mercado nacional, pero no existe información acerca de su almacenamiento y la influencia que los diferentes empaques puedan tener en ella a través del tiempo.

¹ Datos aportados por FEDEPAPA

La falta de un empaque adecuado para la fécula de papa, hace que el producto esté propenso a sufrir diferentes reacciones de deterioro tanto físicas, como químicas, microbiológicas y nutricionales; por lo general en la actualidad se usan empaques permeables al vapor de agua, al aire y a los gases, sustancias que al entrar en contacto con la fécula, promueven deterioro agrupados en tres grupos, relacionados entre sí:

- Deterioro físico
- Deterioro químico
- Deterioro microbiológico

Por consiguiente se presentan reacciones y deterioro del alimento dando origen a olores y sabores desagradables, pérdida del valor nutricional y disminución considerable del tiempo de almacenamiento.

Las anteriores razones hacen que el producto no tenga buena aceptación en el mercado actual. Siendo necesaria la investigación sobre el empaque de mayor conveniencia para aumentar la durabilidad del producto y hacerlo más atractivo al consumidor.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar la influencia del empaque en la vida útil de la fécula de papa.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ensayar dos tipos de empaques para almacenamiento de fécula de papa a temperatura ambiente
- Aplicar conceptos y ecuaciones de cálculo para determinar la VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO
- Realizar análisis proximal (proteína, fibra, cenizas, humedad, grasas), microbiológicos (crecimiento de hongos y levaduras) y físico (color), durante el tiempo de almacenamiento del producto en los diferentes empaques.

2. HIPÓTESIS

Durante el ciclo tecnológico fue desarrollado el proyecto “Estudio de factibilidad para la obtención de la fécula de Papa”. El producto obtenido fue almacenado en bolsas de polietileno, observándose deterioro de la fécula de papa con el paso del tiempo, es decir, sus condiciones de color y humedad variaron y se presentó el crecimiento de mohos y levaduras.

A raíz del anterior problema se formuló la hipótesis de que el tipo de empaque afecta la vida útil de la Fécula de Papa y el paso de la luz incide en el deterioro de ésta.

Como complemento al trabajo desarrollado durante el ciclo tecnológico fue propuesto este proyecto para determinar la verdadera incidencia del tipo de empaque en el almacenamiento del producto y la vida útil de éste.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 GENERALIDADES DE LA PAPA (SOLANUM TUBEROSUM)



Patata o papa

La patata o papa, originaria de los Andes peruanos, se cultiva hoy en las regiones templadas de todo el mundo. Se destina al consumo humano directo y a la elaboración de alcohol y adhesivos.

La papa es originaria de los Andes de Suramérica. La palabra es de origen quechua y significa tubérculo. Es muy rico en almidón y proteínas, y constituye un producto básico en la alimentación de los colombianos; especialmente en las regiones de clima frío.

La papa forma parte de los cuatro cultivos alimenticios básicos del mundo.² Es un tubérculo harinoso comestible producido por ciertas plantas de un género de la familia de los Solanáceas. Es una planta Dicotiledónea herbácea anual. El cultivo de la papa se origino en la cordillera andina (la planta nativa de los andes peruanos).

3.1.1 CONDICIONES ECOLÓGICAS

La papa se produce en regiones localizadas entre 1.500 y 4000 m.s.n.m. , por fuera de estos rangos hay serios limitantes que afectan la producción. La temperatura óptima para la formación de los tubérculos está entre 6 y 17 °C.

En relación con las precipitaciones y requerimientos de agua de esta planta, se debe tener en cuenta que durante este ciclo vegetativo, necesita entre 500 y 600 mm. distribuidos según las siguientes consideraciones, para la siembra se necesita tiempo seco, durante el primer periodo de crecimiento requiere poco agua, pero después hasta la cosecha, el consumo de agua es alto.

La diferencia de agua disminuye la producción y provoca malformaciones en el tubérculo. En cambio la precipitación elevada asociada con la humedad relativa alta, provocan el rápido desarrollo de enfermedades fungosas.

Un factor que incide sobre el rendimiento y la calidad de la papa es la luz. El fotoperiodo o duración del día y la intensidad de la luz ejercen influencia en la iniciación de la tuberización.

El fotoperiodo depende de la localidad, época del año y nubosidad presente. En general la papa necesita bastante luz para su desarrollo.

La papa en general se adapta a condiciones de temperaturas bajas. En el mercado nacional se encuentran variedades muy tolerantes a las heladas (hasta – 9°C), tolerantes (hasta –5°C y poco tolerantes (hasta –3°C). Las heladas se pueden presentar al comienzo o al final de período vegetativo del cultivo.

La relación con el suelo, la papa crece en casi todo tipo de suelo excluyendo los muy húmedos por que la semilla se pudre, el suelo óptimo debe ser de textura liviana (franco arenoso), con profundidad efectiva entre 4-0-50 cm y con pH entre 5.5 y 7.0. Debe contener baja cantidad de sales y la materia orgánica debe ser superior al 3%.

². Internet – [www. Generalidades de la papa.htm](http://www.Generalidades.de.la.papa.htm). FEDEPAPA

Variedades: Las variedades tradicionales más importantes son, sabanera, tocana, tocarreña y pastusa. Las variedades obtenidas por el ICA para distintos microclimas y gustos del mercado son: pardo pastusa, diacol Monserrate, Diacol-cumbal, Diacol guadalupe, Diacol- capiro, Co Cumandoy, Ica Alpha Roja, Ica Puracé, Ica-Ingruma, Ica Guantiva, Ica-Quindio, Tolima-Huila y Nevado, Ica Sotará, Ica Nariño, Ica Pan de azúcar, Ica-San Jorge, Ica-Picacho, Ica-Morasurco, Ica-Tequendama, Ica-Tibacuy (1), Ica-Guamez, Ica-Chitagá, Ica-Motiscua,

3.1.2 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS

- ◆ **Temperatura.** Se trata de una planta de clima templado-frío, siendo las temperaturas más favorables para su cultivo las que están en torno a 13 y 18°C.

Al efectuar la plantación la temperatura del suelo debe ser superior a los 7°C, con unas temperaturas nocturnas relativamente frescas.

El frío excesivo perjudica especialmente a la patata, ya que los tubérculos quedan pequeños y sin desarrollar.

Si la temperatura es demasiado elevada afecta a la formación de los tubérculos y favorece el desarrollo de plagas y enfermedades.

- ◆ **Heladas.** Es un cultivo bastante sensible a las heladas tardías, ya que produce un retraso y disminución de la producción.

Si la temperatura es de 0°C la planta se hiela, acaba muriendo aunque puede llegar a rebrotar.

Los tubérculos sufren el riesgo de helarse en el momento en que las temperaturas sean inferiores a -2°C.

- ◆ **Humedad.** La humedad relativa moderada es un factor muy importante para el éxito del cultivo.

La humedad excesiva en el momento de la germinación del tubérculo y en el periodo desde la aparición de las flores hasta a la maduración del tubérculo resulta nociva.

Una humedad ambiental excesivamente alta favorece el ataque de mildiu, por tanto esta circunstancia habrá que tenerla en cuenta.

- ♦ **Suelo.** Es una planta poco exigente a las condiciones edáficas, sólo le afectan los terrenos compactados y pedregosos, ya que los órganos subterráneos no pueden desarrollarse libremente al encontrar un obstáculo mecánico en el suelo.

La humedad del suelo debe ser suficiente; aunque resiste la aridez, en los terrenos secos las ramificaciones del rizoma se alargan demasiado, el número de tubérculos aumenta, pero su tamaño se reduce considerablemente.

Los terrenos con excesiva humedad, afectan a los tubérculos ya que se hacen demasiado acuosos, poco ricos en fécula y poco sabrosos y conservables.

Prefiere los suelos ligeros o semiligeros, silíceo-arcillosos, ricos en humus y con un subsuelo profundo. Soporta el pH ácido entre 5.5-6, ésta circunstancia se suele dar más en los terrenos arenosos.

Es considerada como una planta tolerante a la salinidad.

- ♦ **Luz.** La luz tiene una incidencia directa sobre el foto período, ya que induce la tuberización.

Los foto períodos cortos son más favorables a la tuberización y los largos inducen el crecimiento.

Además de influir sobre el rendimiento final de la cosecha.

En las zonas de clima cálido se emplean cultivares con fotoperíodos críticos, comprendidos entre 13 y 16 horas.

3.1.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA

La papa es muy consumida en el mundo y es el alimento básico de muchos países por su riqueza nutrimental. Tiene un alto contenido de carbohidratos, proteína y energía.

Es la primera hortaliza más consumida en Colombia. Se cosechan 1,300,000 toneladas de papa anualmente.

3.1.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PAPA

Tabla 1. Características Químicas de la Papa

COMPONENTE	PORCENTAJES	DESVIACIONES
Agua	77.5%	63-86
Almidón	19.4% *	13-30
Proteína	2.0%	0.7-4.6
Cenizas	1.0%	0.4-1.9
Grasa	0.1%	0.02-0.96

* Del cual, el 0.6% (desviación 0.2-3.5) corresponde a no extractables (fibras).

Fuente: www.infoAgro.com. "El cultivo de la Papa"

3.1.5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PAPA

La papa es un alimento, muy nutritivo que desempeña funciones energéticas debido a su alto contenido en almidón así como funciones reguladoras del organismo por su elevado contenido en vitaminas hidrosolubles, minerales y fibra. Además, tiene un contenido no despreciable de proteínas, presentando éstas un valor biológico relativamente alto dentro de los alimentos de origen vegetal.

Las proteínas son el nutriente mas abundante después de los carbohidratos constituyendo el 2% del total asentándose mayoritariamente en el cortex (zona inmediatamente debajo de la piel) y la médula (zona central). Destacan las albúminas (49%) y globulinas (26%) como las fracciones proteicas mas abundantes seguidas de prolaminas (4,3%) y glutelinas (8,3%).

Asimismo destaca la presencia de gran cantidad de enzimas y aminoácidos libres cuyas concentraciones dependen de la forma de cultivo y almacenamiento. Los lípidos no tienen importancia desde un punto de vista cuantitativo (0,1%) y se encuentran mayoritariamente en la piel.

Existe gran cantidad de vitaminas hidrosolubles tales como la vitamina C y algunas del complejo B. También la papa es rica en minerales, los cuales constituyen el 1% del total de la papa, destacando el potasio como elemento mayoritario.

La proteína de la papa presenta un valor biológico superior a la de los cereales lo cual se debe a su mayor contenido en lisina, aminoácido limitante en la proteína de los cereales. El contenido en lípidos no tiene importancia nutricional en las papas similarmente al resto de los grupos de alimentos considerados. En lo que se refiere a los micronutrientes (Tabla 2) las papas no tienen vitaminas liposolubles a diferencia de frutas y hortalizas y cereales que tienen fundamentalmente β -caroteno y tocoferoles respectivamente.

Tabla 2. Características Nutricionales de la Papa

COMPONENTE	CONTENIDO [mg]
Vitamina A	<0.1
Tocoferoles	<0.1
Ac. Ascórbico	20
Tiamina	0.16
Riboflavina	0.03
Ac. Nicotínico	2.27
Folatos	7
Hierro	0.6
Calcio	4.5
Potasio	440

Fuente: Revista de higia-pecoris.

La papa tiene vitamina C en cantidades similares a las que se observan en muchas frutas y hortalizas. Dentro de las vitaminas del complejo B destacan la tiamina y el ácido nicotínico observándose concentraciones sólo comparables a las de los cereales integrales. En cuanto a los minerales destaca el K ya que las concentraciones son superiores al de los grupos de alimentos considerados.

3.2 FÉCULA DE PAPA

3.2.1 GENERALIDADES

Es el principal subproducto de la papa que sirve para la extracción de otra gama de materias primas. Es un hidrato de celulosa, su hidrólisis es relativamente sencilla y puede realizarse sin recurrir a los severos tratamientos que exige la celulosa.

La hidrólisis efectuada por medio de los ácidos minerales en condiciones de concentración, temperatura y presión determinadas desdobra las moléculas de amiláceas transformándolas primero en dextrinas y luego en azúcares tales como maltosa y glucosa.

El proceso de obtención del almidón, a partir de cualquier materia prima rica en dicho compuesto, aunque en esencia sigue en líneas generales análogas presenta pequeñas diferencias según la materia prima que se utilice, por lo general son cereales, tubérculos y raíces.

Si es extraído de los órganos aéreos del vegetal toma el nombre de **almidón**; si se extrae de las partes subterráneas se denomina **féculas**; si se prepara a partir de la variedad de maíz denominado “diente de perro”, toma el nombre de maizena ; cuando se obtienen a partir de la fécula de mandiaco húmedo, previamente calentado sobre superficies metálicas es llamado “tapica”; si se logra partiendo de la raíces de las diversa plantas, es conocido como chuño.

Estas variedades comerciales con propiedades químicas semejantes se diferencian entre sí por el tamaño de sus granos , por su aspecto, por la distribución de las capas supuestas que la constituyen y por la forma o posición de su lugar de origen o núcleo llamado hileo.

3.2.2 USOS DEL ALMIDÓN

En virtud de su amplia variedad de propiedades, el almidón y los derivados de los almidones (almidones modificados) se pueden encontrar en muchos alimentos. Actúan como vehículos inertes en preparaciones como polvos para hornear y, como espesantes en alimentos procesados como salsas, sopas, caldillos, cremas (que incluyen helados), pudines y repostería.

El almidón puede usarse como sustituto de ingredientes más costosos, como el huevo y el aceite vegetal, en la preparación de aderezos para ensaladas. Muchas botanas modernas se preparan con almidón mediante calentamiento, extrusionado y freído de un producto parcialmente seco.

No es posible que un solo tipo de almidón posea todas las propiedades requeridas por el fabricante de alimentos en la preparación de una variedad de los mismos.

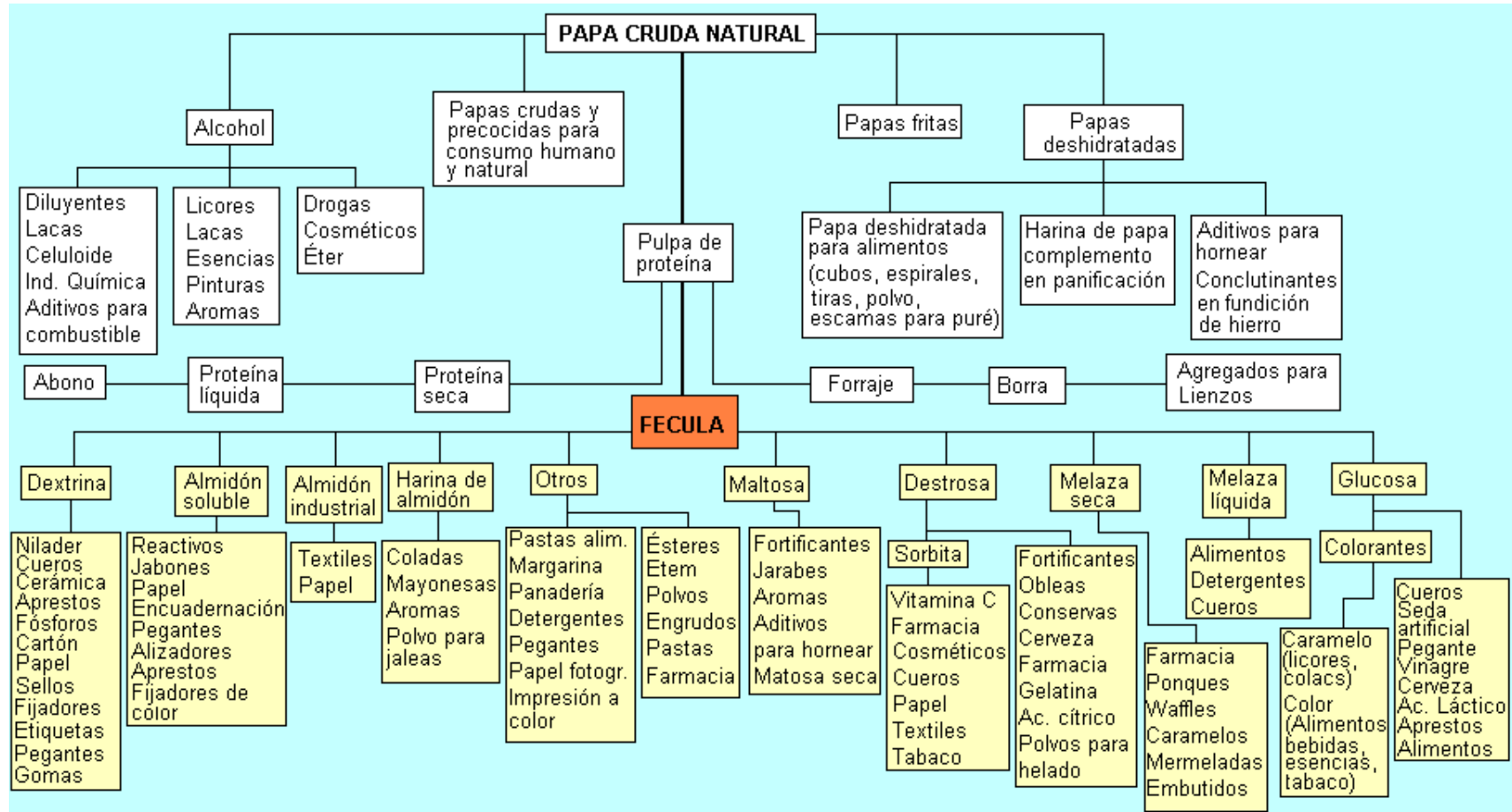
Es posible seleccionar no sólo a partir de almidones naturales (trigo, maíz, papa, arroz y sorgo), sino también a partir de variaciones en sus propiedades logradas mediante un tratamiento térmico o por una modificación química.

Debido a que la cantidad de almidón que se usa en los alimentos varía mucho, se ha argumentado que estos materiales se consideran como ingredientes normales de los alimentos.

El almidón se usa en panificación, como estabilizante en productos cárnicos, pasta alimenticias, polvos para jaleas, cerveza,.

La fécula de papa se utiliza en la obtención de alcohol y dextrinas empleadas para diluyente de colorante y aromas. Se usa en el tocador, por su acción suavizante, limpiadora y refrescante sobre la piel. (Ver figura 1).

Figura 1. Utilización integral de la Papa



Fuente: Autor

3.2.3 HIDRATOS DE CARBONO

Los alimentos ricos en hidratos de carbono suelen ser los más baratos y abundantes en comparación con los alimentos de alto contenido en proteínas o grasa.

Los hidratos de carbono se queman durante el metabolismo para producir energía, liberando dióxido de carbono y agua.

Hay dos tipos de hidratos de carbono: féculas, que se encuentran principalmente en los cereales, legumbres y tubérculos, y azúcares, que están presentes en los vegetales y frutas.

Los hidratos de carbono son utilizados por las células en forma de glucosa, principal combustible del cuerpo. Tras su absorción desde el intestino delgado, la glucosa se procesa en el hígado, que almacena una parte como glucógeno, (polisacárido de reserva y equivalente al almidón de las células vegetales), y el resto pasa a la corriente sanguínea.

La glucosa, junto con los ácidos grasos, forma los triglicéridos, compuestos grasos que se descomponen con facilidad en cetonas combustibles.

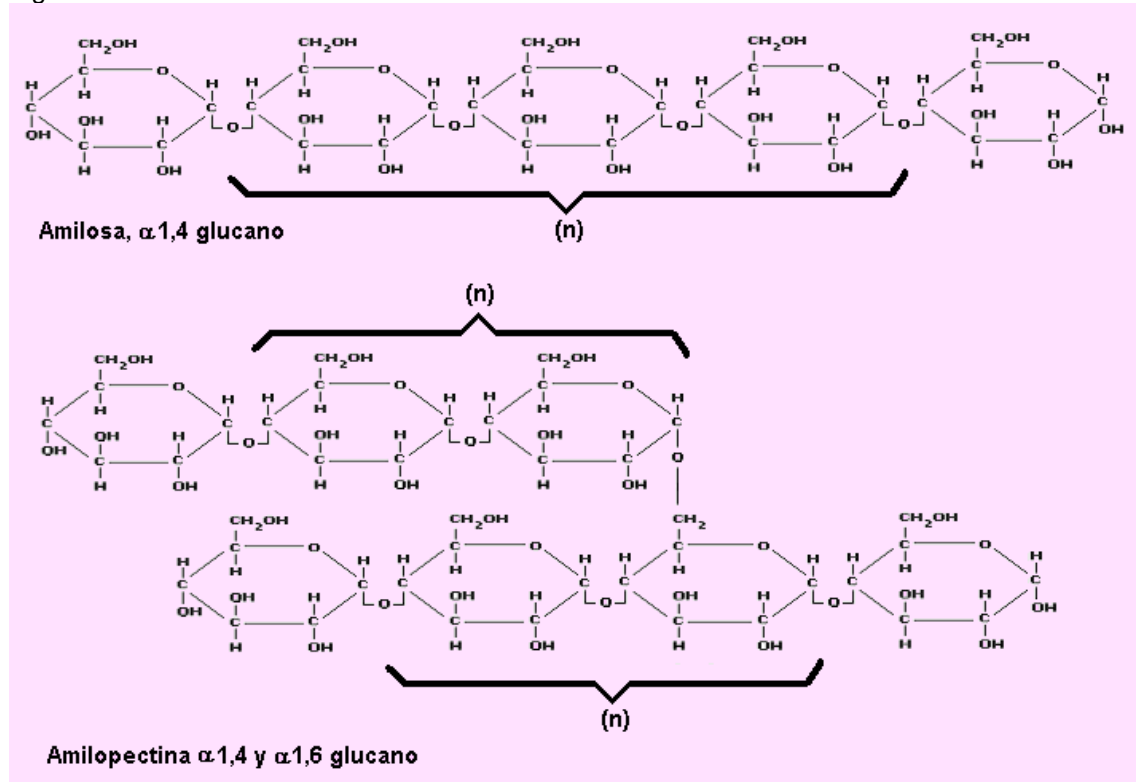
La glucosa y los triglicéridos son transportados por la corriente sanguínea hasta los músculos y órganos para su oxidación, y las cantidades sobrantes se almacenan como grasa en el tejido adiposo y otros tejidos para ser recuperadas y quemadas en situaciones de bajo consumo de hidratos de carbono.

Los hidratos de carbono en los que se encuentran la mayor parte de los nutrientes son los llamados hidratos de carbono complejos, tales como cereales sin refinar, tubérculos, frutas y verduras, que también aportan proteínas, vitaminas, minerales y grasas.

Una fuente menos beneficiosa son los alimentos hechos con azúcar refinado, tales como productos de confitería y las bebidas no alcohólicas, que tienen un alto contenido en calorías pero muy bajo en nutrientes y aportan grandes cantidades de lo que los especialistas en nutrición llaman calorías vacías.

3.2.4 ALMIDÓN

Figura 2. Estructura molecular del almidón



Fuente: ROSENTHAN Andrew J. *Textura de los Alimentos, medida y percepción*

Almidón, nombre común de un hidrato de carbono complejo, $(C_6H_{10}O_5)_x$, inoloro e insípido, en forma de grano o polvo, abundante en las semillas de los cereales y en los bulbos y tubérculos.

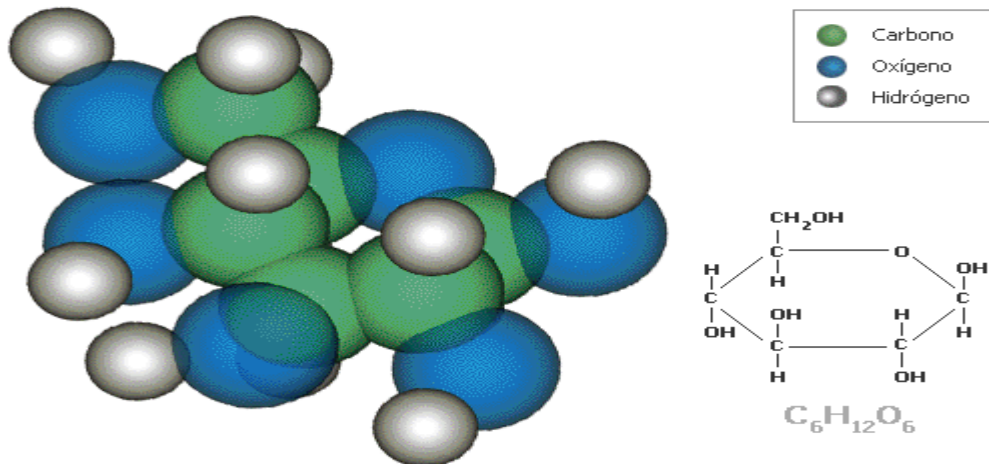
Las moléculas de almidón están compuestas de cientos o miles de átomos, que corresponden a los distintos valores de x , de la fórmula anterior, y que van desde unos cincuenta a varios miles.

El almidón es un polisacárido constituido por dos fracciones; la fracción A o amilasa, consiste en un polímero lineal formado por unidades de glucopiranosas enlazados por uniones glucosídicas alfa-D.

La amilosa puede contener de unas 200 a 2000 unidades de glucosa. Y la fracción B, designada como amilopectina, tiene una estructura altamente ramificada con enlaces alfa-D (1,4) y alfa D (1,6), este último es llamado punto de ramificación.

La amilopectina alcanza pesos moleculares de orden de millones, las ramificaciones poseen en promedio una longitud de 15 a 25 unidades de glucosa. Muchos aspectos de su comportamiento se explican considerando la molécula como una estructura planar. En el gráfico se observa la molécula más simple del almidón, la glucosa.

Figura 3. Estructura molecular de la glucosa



El almidón es fabricado por las plantas verdes durante la fotosíntesis. Forma parte de las paredes celulares de las plantas y de las fibras de las plantas rígidas. A su vez sirve de almacén de energía en las plantas, liberando energía durante el proceso de oxidación en dióxido de carbono y agua.

Los gránulos de almidón de las plantas presentan un tamaño, forma y características específicas del tipo de planta en que se ha formado el almidón. El almidón es difícilmente soluble en agua fría y en alcohol, pero en agua hirviendo provoca una suspensión coloidal que al enfriarse se vuelve gelatinosa.

El agua caliente actúa lentamente sobre el almidón originando moléculas más pequeñas llamadas dextrinas. Esta reacción es un ejemplo de hidrólisis catalizada por ácidos y algunas enzimas.

Las dextrinas, como el almidón, reaccionan con el agua formando moléculas aún más simples, para finalmente obtener maltosa, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, un disacárido, y glucosa, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, un monosacárido.

El almidón está compuesto de tres carbonos llamado 3-fosfoglicerato. Tres recorridos del ciclo, en cada uno de los cuales se consume una molécula de dióxido de carbono, dos de NADPH_2 y tres de ATP, rinden una molécula con tres carbonos llamada gliceraldehído 3-fosfato; dos de estas moléculas se combinan

para formar el azúcar de seis carbonos glucosa. En cada recorrido del ciclo, se regenera la ribulosa 1,5-difosfato.

Tabla 3. Composición Química de la Fécula de Papa

PARÁMETRO	PORCENTAJE
Humedad	16.0 %
Contenido de almidón	82.8 %
Cenizas	0.25 %
Proteínas	0.50 %
Grasas	0.25 %
Fibra	0.115 %
Composición Total	99.915 %

Fuente: Internet: Aduanas Gerencia de Estadísticas

En la siguiente tabla se muestran algunas propiedades de almidones de diferente origen.

Tabla 4. Algunas características de almidones nativos

ESPECIE	TIPO	TAMAÑO PROMEDIO EN CM DE DIÁMETRO	% AMILOSA	TEMPERATURA DE GELIFICACIÓN	% SOLUBILIDAD A 95°C
Papa	Tubérculo	33	23	56-66	82
Yuca	Tubérculo	20	18	58-70	48
Maíz	Cereal	15	28	62-72	25
Trigo	Cereal	-	30	52-63	41

Fuente: Internet: Aduanas Gerencia de Estadísticas

Tabla 5 . Propiedades de algunos almidones comerciales, valores típicos

	ALMIDÓN DE PAPA	ALMIDÓN DE MAÍZ	ALMIDÓN DE TRIGO	ALMIDÓN DE MAÍZ AMARILLO
Rango de diámetro (um)	5-100	3-26	1-40	3-26
Gránulo promedio(10 m)	30	15	10	15
Relación amilosa: amilopectina	21:79	28:72	28:72	0:100
Grado de polimerización de la amilosa(DP)	3000	800	800	--
Grado de polimerización de la amilopectina (DP)	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000
Temperatura de gelatinización (°C)	60-65	75-80	80-85	65-70
Viscosidad pico (unidades Brabender) concentración de almidón al 5%	3000	600	300	800
Poder de hinchamiento a 95°C	1153	24	24	64
Solubilidad (%) a 95°C	82	25	41	23

Fuente: O' Mahony (1998). *Composición y análisis de alimentos de Pearson*.

3.3 REACCIONES DE DETERIORO EN ALIMENTOS.

La estabilidad de un alimento depende de sus componentes y de su actividad acuosa. El deterioro origina cambios en las características sensoriales del producto tales como olores y sabores desagradables, formación de componentes tóxicos y crecimiento de microorganismos, lo cual implica además una disminución en la disponibilidad de nutrientes, dando como resultado una disminución en el valor nutricional.

La causa más importantes de la degradación en los alimentos puede agruparse en tres grupos separados pero relacionados entre sí:

- Deterioro físico
- Deterioro Químico
- Deterioro Microbiológico

3.3.1 DAÑO FÍSICO Y DETERIORO DE LOS ALIMENTOS

Los alimentos potenciales tienen en su superficie alguna forma de barrera o capa protectora y el daño a esta capa puede causa el deterioro de los alimentos, por sí solo, o incrementar las posibilidades de que haya daño químico o microbiológico.

Un abastecedor debe verificar cuidadosamente la calidad de productos al ser entregados en su abastecimiento, para identificar cualquier daño o rasgadura.

De manera similar, las latas de alimentos deben ser examinadas para verificar si no están oxidadas o abolladas

Este tipo de daños físicos puede presentarse durante la cosecha, el procesamiento la distribución e ilustra la importancia del buen empaque y del manejo cuidadoso. Otro factor que contribuye al daño físico es la presencia de plagas, como roedores, cucarachas etc.

Las plagas pueden estropear los alimentos rompiendo sus capas protectoras exteriores, deteriorando físicamente e incrementa la oportunidad de daño químico o microbilógico.

El daño físico promueve el deterioro de los alimentos, permitiendo la entrada de microorganismos a través de la cubierta protectora.

3.3.2 CONTENIDO DE AGUA Y DETERIORO DE LOS ALIMENTOS

El agua es el componente principal de la mayoría de los alimentos y si no se almacenan en condiciones de una humedad relativa adecuada, presentará una tendencia a perder o ganar agua de la atmósfera.

Al ganar agua de la atmósfera, se puede presentar diversas formas de deterioro.

Los alimentos secos pueden reblandecerse, pero, en caso de que el nivel del agua superficial aumente hasta un punto en que se inicie el crecimiento de mohos. Los alimentos frescos, con alto contenido de humedad, pueden perder humedad en la atmósfera, adquiriendo una apariencia seca o marchita, con un endurecimiento de la superficie. Para evitar el daño físico se debe cuidar el almacenamiento y el empaque

3.3.3 DETERIORO QUÍMICO

Se pueden considerar los siguientes:

- Contaminación química
- Deterioro Enzimático
- Deterioro No enzimático
- Oxidación Lipídica

La contaminación química de los alimentos puede presentarse como resultado de prácticas de almacenamiento o limpieza inadecuadas. El almacenamiento de alimentos abiertos cerca de desinfectantes, solventes o materiales de limpieza pueden traer por resultado que los alimentos adquieran olores desagradables.

Los utensilios o equipos que no se enjuagan bien pueden dejar pasar trazas de detergente a otros alimentos y ocasionar problemas de toxicidad. La contaminación química puede presentarse accidentalmente, por ejemplo los insecticidas y herbicidas, y esto es potencialmente peligroso.

3.3.4 DETERIORO ENZIMÁTICO

Muchos alimentos como la carne, las frutas, las verduras, etcétera, están hechas de células intactas, que como todas las células, contienen enzima.

Después del sacrificio o la cosecha, las enzimas siguen funcionando y, en muchos casos, generan cambios deseables, como el acondicionamiento de la carne durante el colgado o la maduración de la fruta. Si se almacena durante demasiado tiempo, la actividad enzimática puede volverse indeseable y deteriorar los alimentos.

Las enzimas autolíticas (literalmente, de autorrompimiento), destruye la apariencia deseable de los alimentos e incrementan la oportunidad de otros tipos de

deterioro. Como la naturaleza celular de los alimentos desintegra agua y otros nutrientes, estos se liberan a la superficie y hay riesgo de deterioro microbiológico.

El deterioro enzimático puede reducirse bajando la temperatura y, en algunos casos, alterando el ambiente gaseoso (proporción de oxígeno a bióxido de carbono). Sin embargo, las reacciones no cesan a temperatura bajas y, por tanto, si las verduras se almacenan congeladas por un periodo largo de tiempo, deben emblanquecerse.

Las enzimas también son responsables de algunas reacciones que tornan a café los alimentos, por ejemplo la papa y manzana cortadas, así como la pérdida de nutrientes, como el ácido ascórbico (vitamina C). La vitamina C es destruida al almacenamiento por la enzima oxidasa del ácido ascórbico .

Una enzima de las frutas y verduras (por ejemplo de papa y manzana), denominado polifenol oxidasa, puede oxidar sustancias fenólicas, como el aminoácido tirosina para producir pigmentos cafés polimerizados. Este tipo de reacción es muy importante en el cambio a color café de frutas y verduras, en particular cuando ha ocurrido daño celular, como el daño mecánico que se hace durante la cosecha y el almacenamiento de las papas y la superficie cortada de una manzana o un plátano.

En células intactas, las sustancias fenólicas y las enzimas se mantienen separadas, por lo que esta reacción no se presenta. Después de un daño, se junta la enzima con el sustrato, por lo que se da la formación del color café.

Se puede reducir la formación enzimática del color café en frutas y verduras durante su preparación por varios métodos.

1. Tratamiento con calor del producto, para desnaturalizar las enzimas , por ejemplo en la manufactura de jugos y puré de frutas, y el emblanquecimiento de las verduras antes de ser congeladas. El tratamiento con calor puede alterar el sabor del producto, por lo que puede ser indeseable para productos de frutas frescas.
2. El gas de bióxido de azufre o las soluciones de metasulfito de sodio inhiben la acción enzimática y pueden ser usadas para la preparación de papas ya peladas para propósitos de abastecimiento. A concentraciones elevadas, el tratamiento con sulfito puede alterar el sabor de los alimentos, pero es efectivo para inhibir la reacción enzimática que trae el color café a mucho menor concentración. Los sulfitos rompen la vitamina B₁ (tiamina), pero los productos de cereales, más que la fruta y la verdura fresca, son los principales proveedores de tiamina. El bióxido de azufre puede producir reacciones adversas en algunos consumidores.
3. Al excluir el oxígeno de las superficies cortadas, por ejemplo, sumergiendo las papas en agua, se puede reducir la generación del color café, pero

también reduce el contenido de vitaminas solubles en agua. Pueden usarse antioxidantes como el ácido ascórbico (vitamina C), para tratar los productos. El ácido ascórbico se oxida preferentemente, por lo que evita la oxidación de otros productos. Esto tiene la ventaja de que no es detectable al gusto en concentraciones efectivas y que por sí mismo es nutritivo.

4. Alteración del pH, por ejemplo el uso de los ácidos cítrico y ascórbico reduce la velocidad con la que se tornan café los alimentos. La polifenol oxidasa tiene un pH óptimo de actividad en la región de 6 – 7 y abajo de un pH de 3, virtualmente desaparece la actividad. El jugo de limón contiene tanto ácido cítrico como ascórbico, además de un sabor refrescante , y puede ser usado para el tratamiento de fruta picada, por ejemplo en la preparación de una ensalada de fruta fresca. El desarrollo enzimático del color café se estimula activamente en la fermentación del té y la cocoa, manteniendo las hojas secas enrolladas o los granos a 25° C.

3.3.5 DETERIORO NO ENZIMÁTICO - LA REACCIÓN DE MAILLARD

Esta clase de pardeamiento se conoce como pardeamiento de tipo químico o reacción de Maillard y los compuestos finales de la reacción pardos o negros se denominan con el nombre **Melanoidinas** .

Este pardeamiento es el que se presenta más a menudo, cuando los alimentos se someten a tratamientos térmicos muy altos o cuando se almacenas por periodos muy largos; como resultado final se observan las coloraciones oscuras, una disminución de la solubilidad de las proteínas y del valor nutricional, así como la aparición de sabores y olores.

Los componentes importantes de los alimentos que intervienen en el pardeamiento no enzimático son carbohidratos de bajo peso molecular y sus derivados azúcares, ácido ascórbico, compuestos carbonilo.

También contribuyen en esta reacción los aminoácidos libres y los grupos aminos libres de las proteínas y péptidos; hay que anotar que el pardeamiento puede presentarse en ausencia de sustancias nitrogenadas.

El pardeamiento no enzimático se presenta con mayor frecuencia en los tratamientos de cocción, pasteurización, deshidratación o en el almacenamiento de productos.

El pardeamiento puede tener en los alimentos efectos favorables y desfavorables; los primeros dan a los alimentos el color, aroma, sabor que los caracterizan, por

ejemplo café tostado y los segundos color, aroma y sabor desagradables, en algunos casos disminución de la solubilidad y pérdida de valor nutricional.

La reacción se lleva a cabo entre azúcares reductores y grupos amino (en las proteínas y los aminoácidos) y puede ser deseable al hornear, tostar o al obtener el extracto de malta para la cerveza. Las reacciones de Maillard no deseadas pueden descomponer o decolorar alimentos secos, como la leche deshidratada, la fruta y los jugos de frutas y verduras.

3.3.6 OXIDACIÓN LIPÍDICA

Se refiere específicamente al deterioro de aceites y grasas y los productos que los contienen. Existen tres tipos de rancidez: de absorción, hidrolítica y oxidativa.

1. **Rancidez por absorción.** Se presenta cuando las grasas o aceites se almacenan cerca de sustancias químicas o alimentos con olores fuertes. Por esta razón los productos lipídicos deben almacenarse en envases sellados, lejos de los productos de limpieza o de alimentos con olores fuertes, como la caballa o las cebollas.
2. **Rancidez hidrolítica.** Es causada por el rompimiento de triacilgliceroles (triglicéridos que se encuentran en grasa y aceites) en glicerol y ácidos grasos libres. Los ácidos grasos libres con una longitud de cadena de menos de catorce átomos de carbono, dan a los alimentos un sabor rancio desagradable. Este tipo de rancidez puede encontrarse en la crema, las nueces y algunas galletas.
3. **Rancidez oxidativa.** Es el tipo más común de rancidez y ocurre debido a la oxidación de los dobles enlaces presentes en los ácidos grasos insaturados que se encuentra en los triacilgliceroles.

De manera característica, los lípidos expuestos al aire reaccionan sólo lentamente en un inicio, pero una vez que la rancidez se ha iniciado, la velocidad se incrementa con bastante rapidez.

Esto resulta en la formación de aldehídos y cetonas, que no sólo dan a la grasa el sabor rancio seboso, sino que también la hace peligrosa.

Por esta razón, con frecuencia se añaden antioxidantes a productos alimenticios como la margarina y las papas fritas. Para evitar la oxidación, los lípidos se almacenan mejor en empaques no metálicos, en un lugar fresco y seco.

3.4 DETERIORO MICROBIOLÓGICO

El deterioro por acción microbiana es la causa más significativa de deterioro en los alimentos: Los organismos responsables son bacterias, mohos y levaduras.

El crecimiento de estos organismos en los alimentos o sobre de ellos puede resultar en un crecimiento visible, una superficie babosa, decoloración, descomposición, así como en la posible producción de toxinas o venenos.

3.4.1 CAUSAS DEL DETERIORO MICROBIANO O MICROBIOLÓGICO

El número y los tipos de microorganismos que se encuentran en los alimentos o sobre de ellos se conoce como "carga microbiana".

Los alimentos crudos tiene, generalmente, una carga microbiana mayor que los alimentos procesados o cocinados.

Si se vuelve excesiva la carga microbiana de un alimento, los microorganismos empiezan a afectarlo.

Para obtener nutrimentos (los organismos de descomposición son saprofiticos), los microorganismos producen un nivel de enzimas extracelulares, cuya función es romper el alimento en una forma que puedan utilizarlo, por ejemplo los carbohidratos a azúcares, las proteínas a aminoácidos, etcétera.

En este punto la calidad del alimento se deteriora y la descomposición empieza a ser detectable.

Fuentes de microorganismos contaminantes de los alimentos influyen el aire, el suelo, el agua, el equipo, las superficies de trabajo, el personal y hasta ingredientes, como las especias.

La carga microbiana puede volverse excesiva como resultado de malos estándares de higiene, es decir, demasiados microorganismos contaminantes en el ambiente de los alimentos.

Otra razón es debido a fallas en el correcto almacenamiento de los alimentos, de modo que un número pequeño de organismos contaminantes crece y se multiplica, resultando en el mismo efecto, esto es que el número de microorganismos se hace excesivo.

3.4.2 MICROORGANISMOS Y LOS ALIMENTOS QUE DESCOMPONEN

Bacterias. Las bacterias, son por regla, los peores organismos de descomposición y su crecimiento puede prevenirse, con frecuencia, bajando el Ph, el a_w etc.. Sin embargo, las bacterias son los microorganismos de crecimiento más rápido y, su crecimiento está bien mantenido, por lo general echan a perder los alimentos rápidamente. Esto ocurre con la carne, el pescado, el pollo, la leche y muchas verduras.

Mohos. Los mohos tienden a ser menos fastidioso, y son los microorganismos de crecimiento mas lento. Los mohos con frecuencia echan a perder los alimentos que no son adecuados para el crecimiento de bacterias, como los alimentos que tienen un pH bajo o que son más secos. Como son aeróbicos, el crecimiento de los mohos se presenta en la superficie de alimentos como el pan, las frutas y algunas verduras.

Levaduras. Las levaduras no son tan demandantes como las bacterias y, como a muchas les agradan niveles bastante elevados de azúcar, pueden estropear productos con un contenido elevado de azúcares como jaleas, jarabes, bebidas alcohólicas y jugos de frutas.

Alimentos y la facilidad con la que se deterioran. No todos los alimentos poseen la misma susceptibilidad al deterioro microbiano. La leche, la carne, etcétera se deterioran rápidamente y se denominan “perecederos”, mientras que no lo hacen con rapidez se conoce como “no perecederos”, como el azúcar, la harina etcétera. Entre estos dos tipos de alimentos se encuentran alimentos como las verduras de raíz y algunas frutas, que son “semi perecederos” y que, se almacenan correctamente, pueden durar meses. Las propiedades de los alimentos que influyen en la facilidad con la que estos se deterioran incluyen:

1. El pH. Los alimentos neutrales por lo general se deterioran fácilmente, los alimentos ácidos con menor facilidad.
2. El a_w . Los alimentos con un a_w bajo (ya sea como resultado de una deshidratación, por la adición de azúcares o sal) se deterioran con menor facilidad.

3. Contenido de nutrientes. Los alimentos con un alto nivel de nutrimento tienden a deteriorarse con más facilidad.
4. Temperatura. Los alimentos mantenidos a temperaturas bajas, por lo general se deterioran con menor facilidad.

Estas propiedades de los alimentos se relacionan con lo deseable que puede ser el ambiente que proporcionan a cualquier microorganismo contaminante y la manipulación o alteración de estas propiedades pueden incrementar la conservación de los alimentos.

3.5 GENERALIDADES DE EMPAQUES

3.5.1 DEFINICIONES

EMPAQUE. El empaque preserva a los alimentos contra las contaminaciones por el medio ambiente, la pérdida de aroma, los microorganismos, los gases, la luz solar, la humedad y su pérdida de color.

ENVASE. Es definido como “un contenedor primario que se halla en contacto directo con el producto y que de ordinario llega hasta el consumidor final”. Bajo esta conceptualización, un envase puede tener cualquier forma y se fabrica de cualquier material como: cartón vidrio, metal plástico, fibra, madera.

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas - ICONTEC, en su norma 1573 determina el termino de envase como: El objeto destinado a contener temporalmente un producto o conjunto de productos durante su manipulación , su transporte, su almacenamiento o su presentación a la venta, a fin de protegerlos, identificarlos y facilitar dichas operaciones.

3.5.2 FUNCIONES Y REQUISITOS

La contribución principal del envase o empaque es hacer eficiente el sistema de distribución física, proteger, reducir pérdidas, mantener aspectos nutritivos, siendo un factor positivo de venta y mercadeo y permitir el ahorro de tiempo para el usuario final.

El Propósito del empaque es proteger el producto de cualquier tipo de deterioro, bien sea de naturaleza química, microbiológica, física o mecánica. Esto significa preservar el producto por un periodo relativamente largo sin alterarlo ni afectarlo

El empaque debe cumplir con los siguientes requisitos:

- No ser tóxico y ser químicamente inerte .
- Ser impermeable al vapor de agua y termosoldable a fin de evitar pérdidas y cambios en su composición.
- Ser impermeable al aire y a los gases para evitar los intercambios de olor con el medio ambiente, la oxidación y el desarrollo de mohos.

Otras funciones de los empaques son:

- ✓ Contener alimentos en unidades de venta definidas
- ✓ Permitir el transporte
- ✓ Proteger al alimento del vapor de agua y de gases como oxígeno, gas carbónico y dióxido de azufre además de brindar protección contra el polvo atmosférico y líquidos exteriores.
- ✓ Proteger los aromas del alimentos
- ✓ Impedir el impacto de la luz y las radiaciones ultravioleta
- ✓ Evitar la contaminación por microorganismos
- ✓ Proteger al alimento de alteraciones biológicas como insectos, aves, roedores
- ✓ Impedir adulteración humana (evidencia de apertura)
- ✓ Permitir la introducción de nuevos sistemas de comercialización
- ✓ Soportar condiciones normales de proceso y uso (esterilización, congelación, entre otros)
- ✓ Poseer buenas propiedades estructurales y mecánicas
- ✓ Facilitar la impresión
- ✓ dar una presentación elegante del producto, que sea atractivo al consumidor, que además de “vender el producto” brinde información.
- ✓ Producir, dentro de lo posible, el menor impacto sobre el medio ambiente.

3.5.3 TIPO DE EMPAQUES

La selección de un material para empaques de alimentos depende de varios factores como: Propiedades fisicoquímicas, mecánicas, térmicas y ópticas que permitan conocer su comportamiento.

✂ **PAPEL KRAFT.** Tiene buena resistencia y es usado en bolsas, sacos y como papel de envolver. Es también usado como capa superficial (liner) en el cartón corrugado y en el cartón sólido.

El papel es a menudo humidificado para facilitar el uso en diferentes condiciones climáticas. Esto influencia la operación y la resistencia mecánica del material.

✂ **POLIETILENO (PE).** Es uno de los polímeros mas sencillos . El film del polietileno es suave y flexible, lo que lo hace ideal para envasar productos delicados.

La resistencia es variable ya que protege de los impactos pero dificulta abrir el envase. La transparencia varía. Es excelente como barrera al vapor de agua, pero regular como barrera al oxígeno y nitrógeno.

✂ **POLIPROPILENO (PP).** Es resistente a la tracción y a la transparencia. De gran resistencia química y mecánica. Es buena barrera contra la humedad y puede ser usada en la esterilización de comida preelaborada.

El polipropileno tiene buena claridad y es agradable para envasar productos delicados . Se usa para envasar pan, queso, cereales, pulpas, mermeladas.

✂ **CELOFAN.** Es un papel obtenido de la celulosa .El celofán se divide en dos clases: El no recubierto y el Recubierto ; el primero no se utiliza en alimentos y en el segundo, su cubierta depende de los requisitos exigidos.

El mas conocido es el celofán con nitrocelulosa que lo hace impermeable a la humedad. El celofán es termosellable, es muy impermeable a los gases, la humedad y las aromas extraña; posee excelente transparencia y brillo, imprime fácilmente y su dureza permite a las bolsas mantener su forma.

✂ **POLICLORURO DE VINILO (PVC).** Este material obtenido por polimerización del cloruro de vinilo, presenta menor cristalinidad que en el caso de las poliolefinas. Necesita estabilidad, debido al ser sometido a altas temperaturas en el proceso de transformación, se degrada, liberando productos de descomposición agresivos.

Las películas de PVC rígido presentan buena resistencia a la tracción y baja resistencia al desarrollo y al impacto a bajas temperaturas. El PVC es ampliamente usado en el envasamiento de alimentos, ya sea en forma de film, láminas semirrígidas, rígidas y botellas.

El PVC se usa en el envasamiento de: carnes frescas carne cruda, carne enfriada, pescados, carnes procesadas, pollos, productos frescos, (frutas y hortalizas), quesos, encurtidos, condimentos, bebidas alcohólicas, no alcohólicas, vinagre, etc.

✂ **ENVASES DE HOJALATA.** Están conformados de una lámina de acero o chapa negra recubierta de 4 capas o sea que les da las características específicas a estos envases.

Estas capas son:

- ✧ Capas a base de acero.
- ✧ Aleación hierro – estaño
- ✧ Cubierta de estaño libre
- ✧ Capa de pasivación
- ✧ Película de aceite orgánico
- ✧ Revestimientos orgánicos.

Las dos últimas capas pueden aparecer o no en el envase. Presentan algunas ventajas como: Alta barrera a gases, agua y luz; alta conductividad térmica y eléctrica, rigidez, buena capacidad de formado.

✂ **VIDRIOS.** Materiales sólidos que poseen una estructura atómica molecular no cristalina, obtenidos por lo general por enfriamiento de una masa fundida en condiciones controladas que impidan su cristalización.

Solución recíproca de óxidos inorgánicos en estado de fundición. Productos inorgánicos de fusión que han sido enfriados a una condición rígida sin cristalización.

✂ **ENVASES DE PAPEL, CARTULINA Y CARTÓN.** Es una familia muy versátil de materiales que permite una gran variedad de diseños. Impresión fácil de excelente calidad. Buen comportamiento en el cortado, trazado, plegado y manipuleo. Sencillez y fluidez de las operaciones de construcción, armado y llenado automático de los envases.

Facilidad de ser pegado con todo tipo de adhesivos, con uniones resistentes. Factibilidad de empleo de broches metálicos o cosidos. Obtención de envases livianos pero sumamente rígidos. Autoportantes y de adecuada resistencia al impacto y a la deformación. Alto grado de compatibilidad con productos alimenticios.

Posibilidad de reciclado de materiales. Adaptabilidad para ser usado en combinación con plásticos y foil de aluminio. Bajo costo.

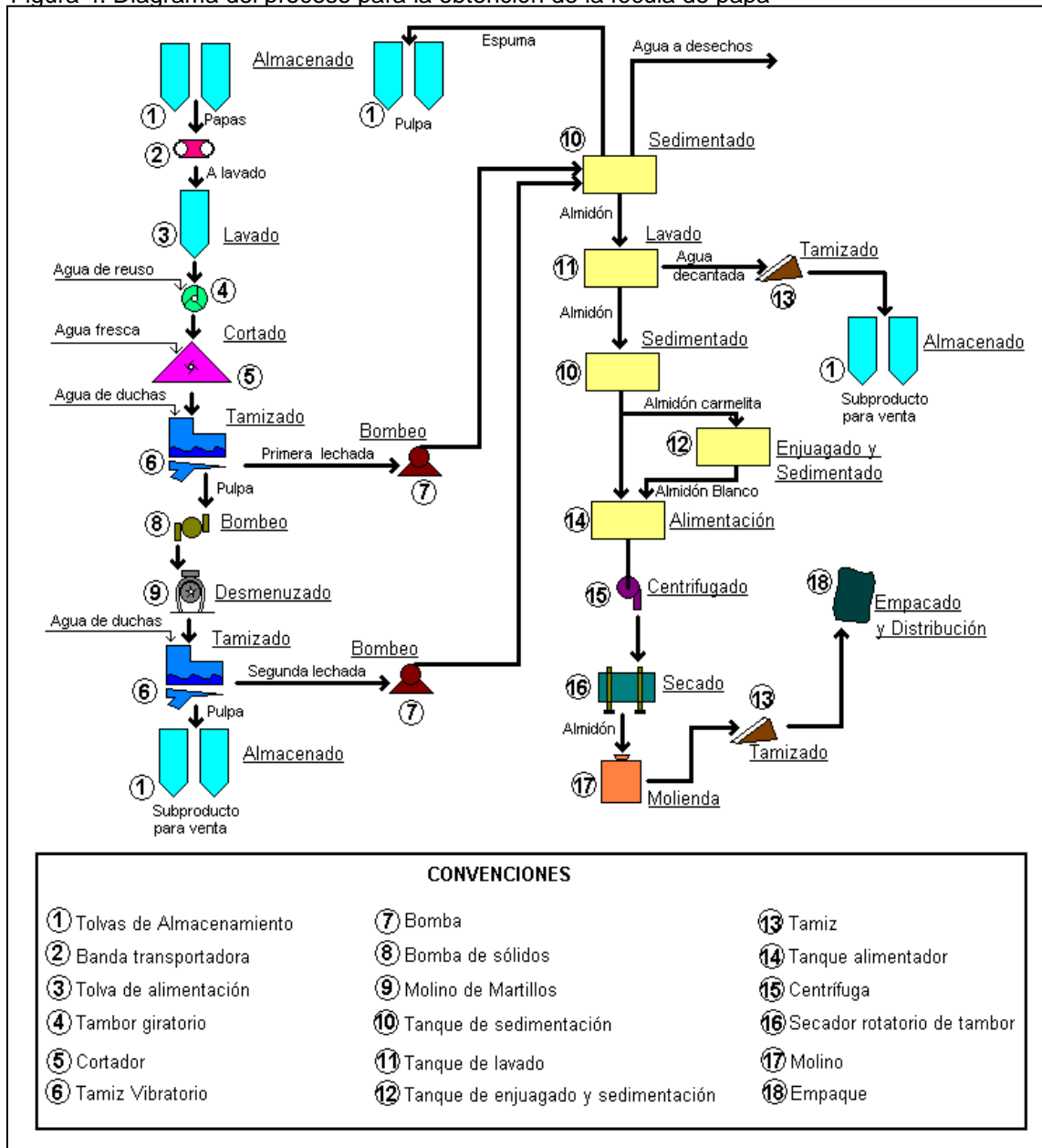
Tradicionalmente no apto para envasar alimentos grasos, húmedos o acuosos. Con las nuevas tecnologías de coteado (extrusión coating) y laminación se elimina esta limitación. Sus propiedades varían con el contenido de humedad.

4. METODOLOGÍA

4.1 OBTENCIÓN DE FÉCULA DE PAPA

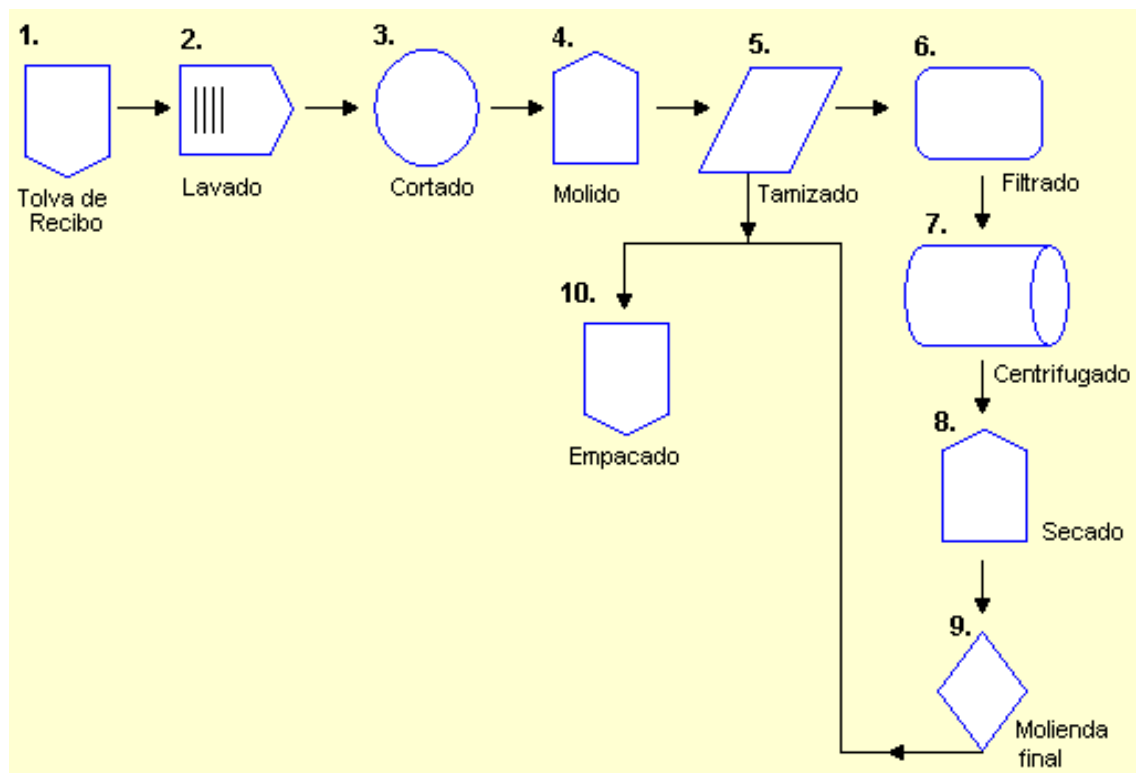
Para la obtención de la fécula de papa se sigue con el procedimiento que se describe en el diagrama siguiente:

Figura 4. Diagrama del proceso para la obtención de la fécula de papa



Fuente: Autor

Figura 5. Diagrama de flujo para la obtención de la fécula de papa



Fuente: Autor

4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS

- ❖ **SELECCIÓN.** La selección es la operación inicial para adecuar el producto, su fin primordial es eliminar todo elemento que no presente condiciones aceptables para los propósitos a efectuar, como unidades partidas, magulladas, quemadas por el frío, dañadas, entre otras. La eficiencia en los procesos y operaciones de manufactura están relacionadas directamente con una buena selección.
- ❖ **LAVADO.** Operación que elimina la suciedad superficial y la contaminación debido al empleo frecuente de sustancias químicas usadas como fertilizantes, insecticidas y antiparasitarias. Es una de las operaciones más importantes en la línea de procesamiento.

- ❖ **CORTADO.** En esta etapa se divide la papa en proporciones apropiadas según la naturaleza y conservación del producto, preferiblemente en forma de cubos.

- ❖ **MOLIDO.** El triturado de los tubérculos se realiza en un molino de martillos a gran velocidad.

- ❖ **FILTRADO.** En esta operación se agitan las partículas sobre mallas finas de forma que las partículas de tamaño menor que la malla puedan pasar a su través con la ayuda de las fuerzas de gravedad. La velocidad de paso a través de los tamices depende de la forma de los trozos.

- ❖ **CENTRIFUGACIÓN.** Operación efectuada en una centrifuga constituida por un recipiente cilíndrico que gira alrededor de un eje vertical. El recipiente tendrá unas boquillas para ir descargando los sólidos.

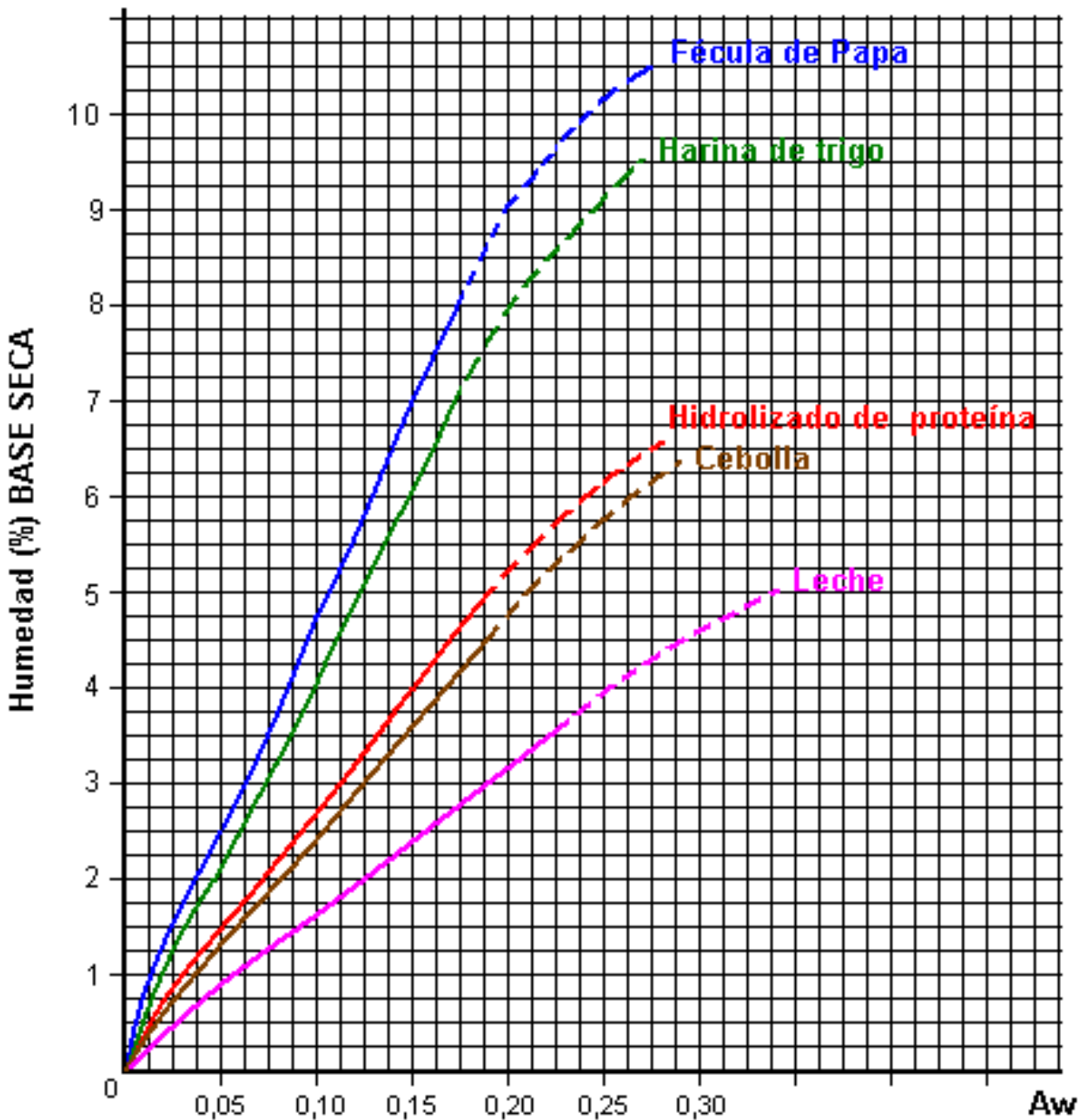
- ❖ **SECADO.** El producto húmedo se coloca en bandejas para llevarlo al secador con corriente de aire caliente. En esta operación se elimina el agua contenida en la fécula de papa hasta un nivel de humedad del 16%.

- ❖ **MOLIENDA FINAL.** El producto ya seco se somete a un molino de martillos en donde se tritura y se tamiza a través de una malla de 60.

- ❖ **EMPAQUE.** El objetivo principal es proteger el producto de cualquier tipo de deterioro, bien sea de naturaleza física, química, mecánica o microbiológica. El producto se empaca en bolsa de polietileno de 500g.

- ❖ **ALMACENAMIENTO.** Bodegas con buena ventilación y ambiente seco, para prolongar su tiempo de vida útil de aproximadamente 7 meses, sin deterioro de su calidad.

Figura 6. Isoterma de Adsorción de Agua para Fécula de papa a 20°C



4.2 CÁLCULO DE LA VIDA ÚTIL DE LA FÉCULA

La vida útil de la fécula corresponde al tiempo entre la producción y el envasado de la misma y el punto en el cual el producto se vuelve por primera vez inaceptable bajo condiciones definidas.

Se establecieron para el presente trabajo las siguientes condiciones de almacenamiento controlado:

- ❖ Temperatura de almacenamiento: 20°C
- ❖ Humedad relativa del lugar de almacenamiento: 10%
- ❖ Cantidad de producto a empacar: 102.08 gramos de fécula por unidad de empaque
- ❖ Área total del empaque: 600 cm²
- ❖ Tiempo de almacenamiento del producto: 60 días

CÁLCULO DE LA VIDA ÚTIL DE LA FÉCULA

La vida útil de la fécula corresponde al tiempo entre la producción y el envasado de la misma y el punto en el cual el producto se vuelve por primera vez inaceptable bajo condiciones definidas.

Para el cálculo teórico del tiempo de vida útil de la fécula de papa se usó la siguiente ecuación:

$$\ln \left(\frac{meq - mo}{meq - mf} \right) = \frac{P \cdot A \cdot P_{vH_2O} \cdot t}{e \cdot MS \cdot b}$$

Donde:

ln : Logaritmo natural

meq : Humedad de equilibrio según la isoterma de adsorción respectiva para fécula de papa almacenada a 20°C (Ver figura 6).

- mo** : Humedad inicial de la fécula de papa
- mf** : Humedad final del producto, medida al término del tiempo de estudio
- P** : Permeabilidad del empaque
- A** : Area total del empaque
- P_{vH_2O}** : Presión de vapor de agua a la temperatura de almacenamiento.
- t** : Tiempo de vida útil del producto
- e** : Espesor del empaque
- MS** : Masa seca del producto
- b** : Pendiente de la isoterma de la fécula de papa a 20°C

4.3 SEGUIMIENTO FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO

4.3.1 EVALUACIÓN DEL COLOR

Esta evaluación se hizo por colorimetría, cuyos principios fundamentales están dados por las tres leyes de Grassman.

La principal de ellas establece que cualquier color puede ser igualado por la suma de tres colores primarios en cantidades convenientes. Estos colores primarios deben ser elegidos de tal forma que sean independientes entre sí, esto es, ninguno puede ser obtenido por alguna combinación de los otros dos.

En la práctica, los colores primarios para utilizar en forma aditiva son: rojo, verde y azul. La suma de todos ellos produce la sensación de luz blanca o acromática.

La medida objetiva del color de un material puede obtenerse del análisis de su espectro visible, por transmisión o reflexión, obtenido con un espectrofotómetro.

De los demás sistemas propuestos para la especificación del color el más difundido universalmente es el de la CIE (Comission Internationale de

L'Eclairage), en el cual el color es indicado por tres variables X, Y y Z, conocidas como variables triestímulo y que representan a tres colores primarios imaginarios.

Para normalizar este método, se define el "observador patrón", como el representativo de un observador normal, y se asigna a cada color un conjunto de tres colores, índices de la contribución de cada uno de los colores imaginarios.

Para realizar estos estudios, se colocaron colores problema en la mitad de un campo óptico, mientras que en la otra mitad se combinaron luces de tres proyectores, con filtros de color rojo, verde o azul para igualar el color problema. El observador podía ver ambas mitades del campo simultáneamente.

Esta observación se llevó a cabo con un importante número de observadores seleccionados y se obtuvieron tres números por cada color, que indican la cantidad de cada uno de los primarios que, según el "observador patrón", obtenido como promedio de todas las mediciones, son necesarios para igualar el color analizado.

Como se mencionó anteriormente, el observador puede igualar el color de un objeto mediante la suma de cantidades adecuadas de las radiaciones correspondientes a tres colores primarios y el flujo radiante que recibe el observador depende de la fracción de la luz incidente sobre el objeto que es transmitida o reflejada por el mismo en su dirección, y se puede definir el color en términos de la proporción del rojo, el verde y el azul.

Sin embargo, en vez de estos colores reales, se convirtieron matemáticamente en estímulos de referencia X, Y y Z, que resultaron más convenientes desde el punto de vista del cálculo, ya que no incorporan restas de colores (con los colores primarios es a veces necesario restarle una fracción de alguna componente para lograr la igualación).

A diferencia del rojo, verde y azul, estos estímulos X, Y y Z no pueden reproducirse en el laboratorio, ya que son conceptos matemáticos.

Como una referencia, el X se puede relacionar con el rojo, el Y con el verde y el Z con el azul.

El valor de Y se tomó de tal forma que represente el valor de la LUMINOSIDAD, es decir, vale 100% para una muestra blanca o transparente incolora, y 0% para el negro.

Si se toman los datos de rojo, verde y azul para los colores espectrales y se transforman en coordenadas X, Y y Z y se representa la respuesta del ojo humano para estos colores en función de la longitud de onda se tiene la función de

distribución de los tres primarios para el observador patrón, considerada como la respuesta para el ojo humano.

Estas curvas se estandarizaron en 1932 y se llamaron curvas del observador patrón CIE X,Y,Z.

En la especificación de un color es necesario considerar:

- a. El factor de transmitancia o reflectancia espectral del objeto en función de la longitud de onda.
- b. La distribución energética de la luz incidente o iluminante para cada longitud de onda
- c. El análisis por el sistema visual de acuerdo a los tres primarios elegidos, o curva del observador patrón, todos ellos en función de la longitud de onda.

El factor de transmitancia o reflectancia espectral se obtiene mediante un espectrofotómetro, en el que se determina la luz transmitida o reflejada para cada longitud de onda (λ).

La distribución energética de diversos iluminantes es conocida. Para comparaciones estándar la CIE ha establecido fuentes de luz estándar:

- ❖ **Iluminante A:** tiene una distribución energética semejante a la luz emitida por una lámpara incandescente de tungsteno.
- ❖ **El Iluminante B:** corresponde a la luz solar con componente de cielo a medio día.
- ❖ **El Iluminante C:** tiene una distribución energética similar a la luz blanca solar (difusa, cielo abierto).
- ❖ **El Iluminante D:** corresponde a la irradiación solar directa.

La elección del iluminante dependerá de las condiciones en que normalmente se observa el objeto a estudiar. Otra de las variables a fijar es el ángulo de observación o campo visual:

Cuando se miran objetos, la observación proviene en general de ángulos de 10 a 20°, pero cuando se miran detalles, el ángulo es de 2°; en general en colorimetría de alimentos se emplea éste último.

El cálculo necesario para obtener los valores triestímulo CIE, en equipos modernos, se hace al interior del equipo. Estos aparatos integran la información necesaria y pueden arrojar varios tipos de información.

Si se quieren obtener directamente coordenadas cromáticas en solo dos dimensiones, para usar el diagrama cromático CIE (ver diagrama cromático CIE), la forma habitual de representación es calcular las llamadas coordenadas x, y, definidas:

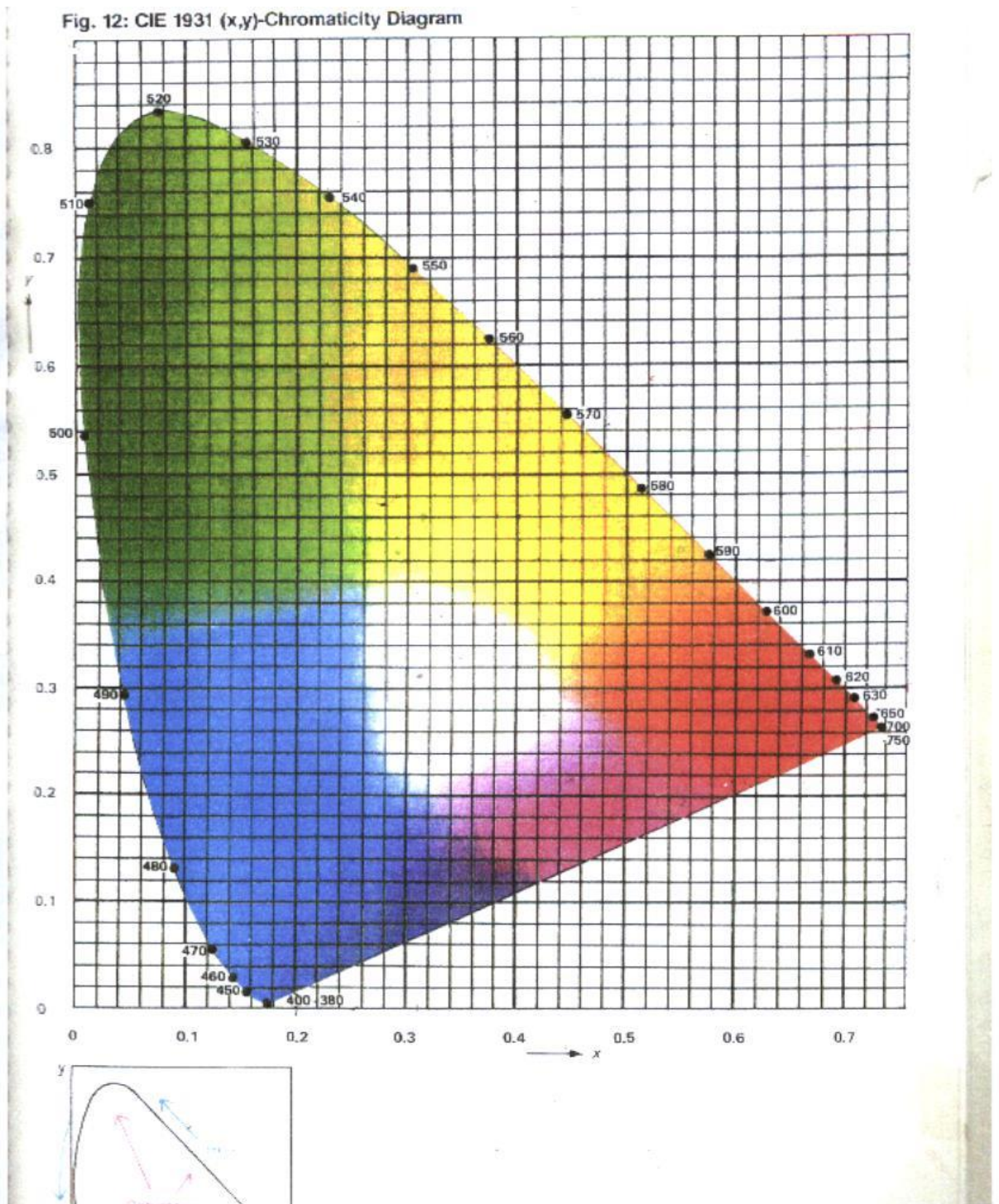
$$x = \frac{X}{X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

En el diagrama CIE se delimita el plano de las coordenadas cromáticas con la línea de los colores espectrales, cerrada por una línea recta que une los extremos del espectro visible, conocida como línea de púrpuras.

La longitud de onda dominante (que corresponde a la propiedad psicológica TONO) se obtiene gráficamente, conocidas las coordenadas x, y.

Figura 7. Diagrama cromatográfico CIE



Para el presente estudio, se realizaron mediciones de color de la fécula de papa almacenada a condiciones establecidas y controladas, en los dos materiales de empaque objeto de estudio. Se utilizó un COLORÍMETRO MARCA MINOLTA, facilitado por la empresa PINTURAS DUPONT de la Ciudad de Bogotá.

El equipo directamente arroja los datos de las coordenadas x, y que se cruzan en el diagrama cromático.

El punto de cruce de las coordenadas x, y se une al punto del iluminante establecido, en el ILUMINANTE C, cuyas coordenadas son conocidas para x y para y:

- ❖ Coordenada x del iluminante C es 0.31
- ❖ Coordenada y del Iluminante C es 0.31

La prolongación de la línea que une estos dos puntos da el valor de la longitud de onda dominante y visualiza los cambios del color de la muestra. (Ver Figura 7)

4.3.2 EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA

Por las características del producto se realizó Recuento de Hongos y Levaduras.

4.3.3 EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PRODUCTO

Otra forma de medir el impacto de los empaques sobre el producto, consistió en la determinación de los principales componentes de la fécula, para lo cual se realizó análisis proximal del producto a los 0 días, a los 30 días y a los 60 días de almacenamiento, con base en los siguientes fundamentos químicos:

Tabla 6. Metodología del análisis proximal

ANÁLISIS	MÉTODO Y FUNDAMENTO
Determinación de proteínas	<p>Método Kjeldhal: consistente en tres pasos fundamentales: Digestión de la muestra Destilación Titulación</p> <p>El nitrógeno total puede determinarse con 0.2-0.5 g de muestra en sistema semi-micro. Normalmente la proteína cruda se calcula usando el factor 5.70 como el más exacto para cereales.</p>
Determinación de grasa	<p>Método Soxhelt, consistente en la extracción del aceite con solvente disolventes y posterior pesada de la materia grasa obtenida.</p>
Humedad	<p>Secado de 5 g de muestra durante 5 horas a 100°C en una cápsula que tenga un diámetro de 40-70 mm y una altura no mayor a 60 mm (provista de una tapa).</p>
Cenizas	<p>Calcinación de 3-5 g de producto en una cápsula a 600°C hasta un peso constante.</p>
Fibra	<p>La fibra es el residuo orgánico, insoluble y comestible que queda después de tratar la muestra con tratamientos consecutivos con petróleo ligero, ebullición con ácido sulfúrico diluido, ebullición con hidróxido de sodio diluido, con ácido clorhídrico diluido, con alcohol y con éter. Este tratamiento proporciona una fibra cruda que consiste principalmente en celulosa y cierta proporción de lignina y hemicelulosa contenidas en la muestra original.</p>

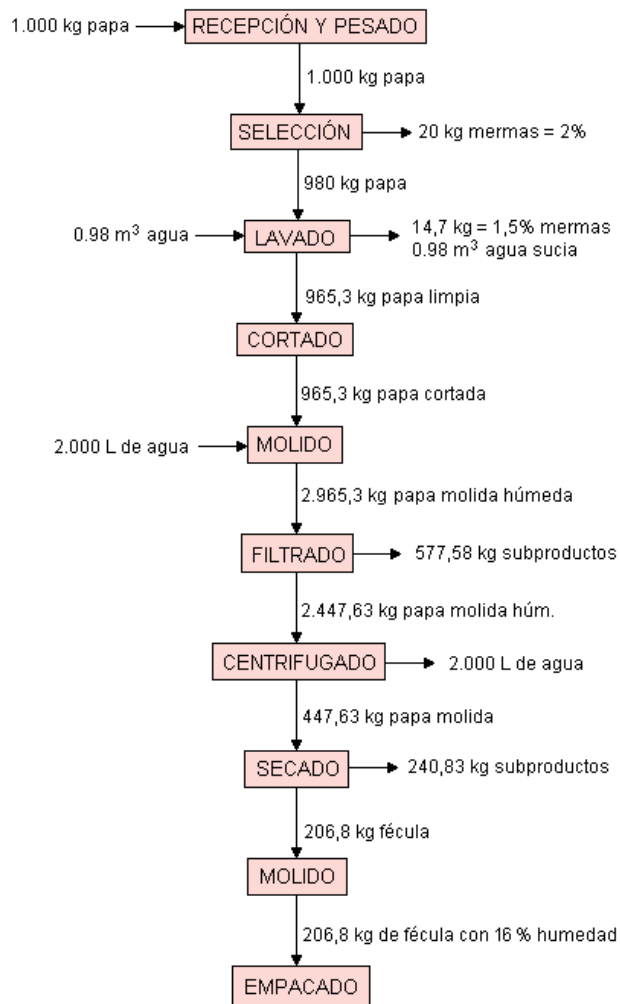
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 OBTENCIÓN DE LA FÉCULA DE PAPA

Con base en el diagrama de proceso propuesto en la metodología del presente trabajo, se obtuvo 206,8 kilogramos de fécula de papa con 15% de humedad, a partir de 1000 kilogramos de papa fresca.

5.2 BALANCE DE MATERIA

Figura 8. Diagrama de flujo para el balance de materia en la obtención de la fécula de papa



Fuente: Autor

5.3 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO

Se evaluaron dos materiales de empaque:

- ❖ POLIETILENO
- ❖ POLICLORURO DE VINILO

De acuerdo a las características de estos empaques, se aplicó la fórmula propuesta en la Metodología para el cálculo del TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO, dando los resultados que se reportan a continuación y teniendo en cuenta la respectiva ISOTERMA DE ADSORCIÓN DE LA PAPA A 20°C y considerando la humedad relativa de almacenamiento del 10%:

De la isoterma se obtiene el dato de humedad de equilibrio:

- ❖ **Humedad de equilibrio (meq):** 4.75% (en base seca) = 0.0475 g de agua/g de materia seca

Otros datos son:

- ❖ **Humedad inicial del producto (mo):** 16% (en base seca) = 0.16 g de agua/ g de materia seca
- ❖ **Humedad final (mf):** 6% (en base seca) = 0.06 g de agua/ g de materia seca
- ❖ **Permeabilidad del polietileno (P):** $P = 1.82 \cdot 10^{-12}$ g de agua * cm/cm² * s *mm Hg
- ❖ **Área del empaque (A):** A: 600 cm²
- ❖ **Presión de vapor de agua en las condiciones de almacenamiento a 20°C :**
Pv.H₂O a 20°C = 30 mm Hg
- ❖ **Espesor del empaque (e):** $e = 2.5 \cdot 10^{-3}$ cm
- ❖ **Masa seca del producto (MS):** MS = 88 gramos
- ❖ **Pendiente de la isoterma (b):** b = 0.24

En consecuencia, el tiempo probable de vida útil de la fécula de papa empacada en POLIETILENO, según la ecuación propuesta es:

$$t \text{ de vida útil} = \frac{e * MS * b}{P * A * P_{VH_2O}} * \ln (meq - m_o / meq - m_f)$$

Reemplazando:

$$t_{v.u} = \frac{2,5 * 10^{-3} \text{ cm} * 88 \text{ g} * 0,24}{1,82 * 10^{-12} \frac{\text{g de agua} * \text{cm}^2}{\text{cm}^2 \text{ s} * \text{mm Hg}} * 600 \text{ cm} * 30 \text{ mm Hg}} \ln \left(\frac{0,0475 - 0,16}{0,0475 - 0,06} \right)$$

$$t_{v.u} = 3529670 \text{ segundos} = 40.8 \text{ días}$$

La fécula de papa empacada en POLIETILENO y bajo las condiciones de almacenamiento establecidas, tiene un tiempo de vida útil de 40.8 días aproximadamente.

Los cálculos para verificar el tiempo de vida útil de la fécula de papa empacada en POLICLORURO DE VINILO, bajo las mismas condiciones de almacenamiento son:

De la isoterma de obtiene el dato de humedad de equilibrio:

❖ **Humedad de equilibrio (meq):** 4.75% (en base seca) = 0.0475 g de agua/g de materia seca

Otros datos son:

❖ **Humedad inicial del producto (mo):** 16% (en base seca) = 0.16 g de agua/ g de materia seca

❖ **Humedad final (mf):** 6% (en base seca) = 0.06 g de agua/ g de materia seca

❖ **Permeabilidad del policloruro de vinilo (P):** $P = 1.02 * 10^{-12} \text{ g de agua} * \text{cm/cm}^2 * \text{s} * \text{mm Hg}$

- ❖ **Área el empaque (A):** A: 600 cm²
- ❖ **Presión de vapor de agua en las condiciones de almacenamiento a 20°C (P_{v.H2O}):** P_{v.H2O} a 20°C = 30 mm Hg
- ❖ **Espesor del empaque (e):** e = 3.02 * 10⁻³ cm
- ❖ **Masa seca del producto (MS):** MS = 88 gramos
- ❖ **Pendiente de la isoterma (b):** b = 0.24

En consecuencia, el tiempo probable de vida útil de la fécula de papa empacada en POLICLORURO DE VINILO, según la ecuación propuesta es:

$$t \text{ de vida útil} = \frac{e * MS * b}{P * A * P_{vH_2O}} * \ln (m_{eq} - m_o / m_{eq} - m_f)$$

Reemplazando:

$$t_{v,u} = \frac{3,02 * 10^{-3} \text{ cm} * 88 \text{ g} * 0,24}{1,02 * 10^{-12} \frac{\text{g de agua} * \text{cm}^2}{\text{cm}^2 * \text{s} * \text{mm Hg}} * 600 \text{ cm} * 30 \text{ mm Hg}} \ln \left(\frac{0,0475 - 0,16}{0,0475 - 0,06} \right)$$

$$t_{v,u} = 7608031 \text{ segundos} = 88 \text{ días}$$

La fécula de papa empacada en POLICLORURO DE VINILO y bajo las condiciones de almacenamiento establecidas, tiene un tiempo de vida útil de 88 días aproximadamente.

5.4 RESULTADOS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

5.4.1 EVALUACIÓN DEL COLOR

El COLORÍMETRO, MARCA MINOLTA, utilizado, fue calibrado para que directamente hiciera las mediciones de las coordenadas x,y para ser utilizadas en el diagrama cromático CIE. Las mediciones de color se hicieron colocando las muestras en cajas de petri y sobre ella se ubica el colorímetro, arrojando los datos que se mencionan en la tabla 7. Las mediciones se realizaron al tiempo cero, a los 30 y a los 60 días de almacenamiento de la fécula de papa, en los empaques de estudio y a las condiciones de almacenamiento establecidas.

Tabla 7. Datos de las variables x y y para trabajo en el diagrama cromático CIE, a diferentes días de almacenamiento de la fécula de papa.

VARIABLE	PARA FÉCULA DE PAPA EMPACADA EN POLIETILENO A LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO ESTABLECIDAS			PARA FÉCULA DE PAPA EMPACADA EN POLICLORURO DE VINILO A LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO ESTABLECIDAS		
	día cero	día 30	día 60	día cero	día 30	día 60
x	0.32	0.34	0.38	0.32	0.32	0.32
y	0.36	0.38	0.38	0.36	0.36	0.36

Fuente: La Autora

Considerando que teóricamente ya están establecidas las coordenadas x,y para el iluminante C, dadas como:

❖ $x = 0.31$

❖ $y = 0.31$

Y utilizando el diagrama cromático CIE se obtienen los siguientes valores de Longitud de onda dominante, uniendo el punto del iluminante con el punto de cruce x,y en cada caso:

Figura 9. Diagrama cromatográfico de la fécula de Papa a diferentes días de almacenamiento

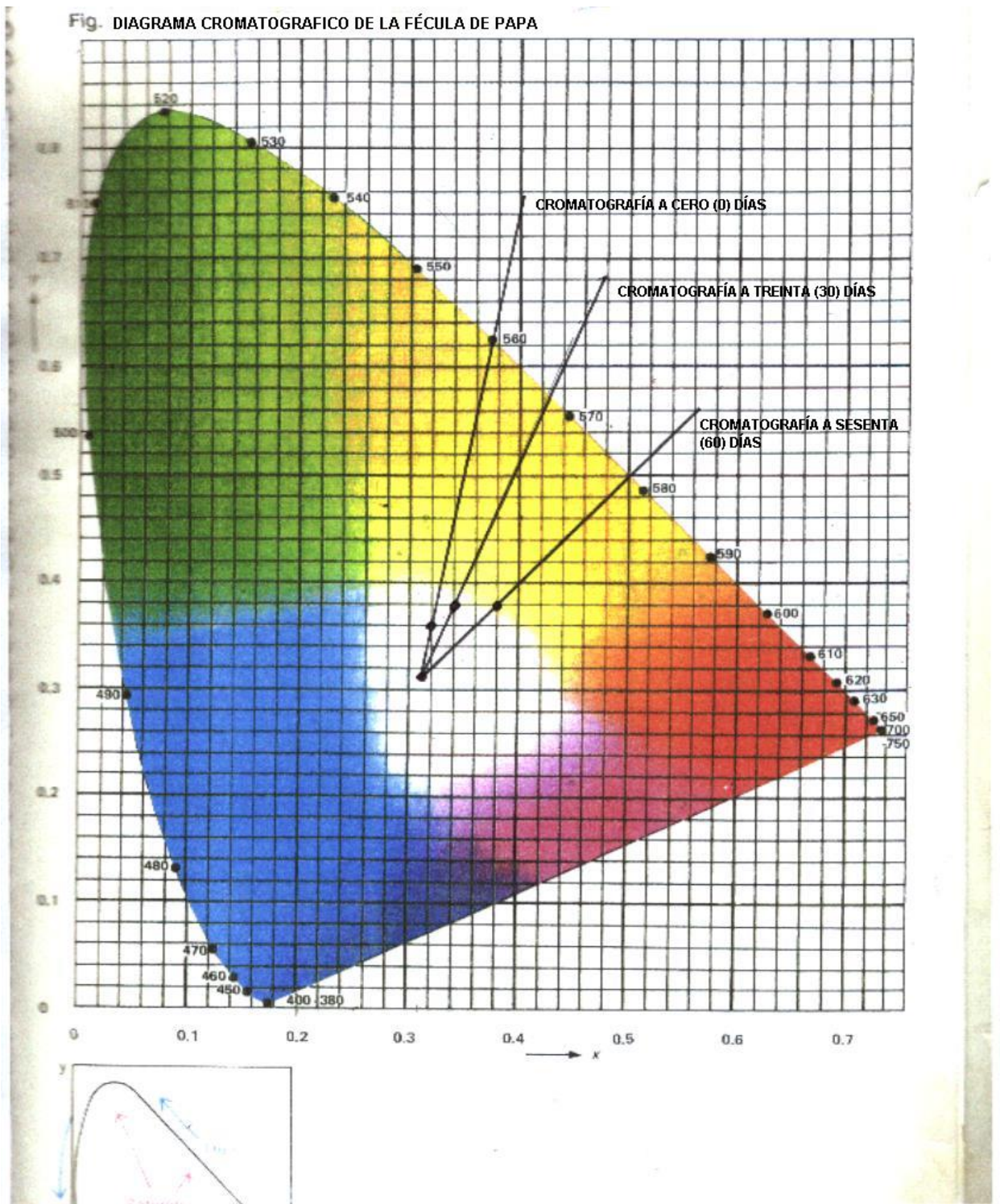


Tabla 8. Resultados de las longitudes de onda dominantes a diferentes tiempos de almacenamiento de fécula de papa en dos empaques de estudio.

	DÍA CERO	DÍA 30	DÍA 60
	LONGITUD DE ONDA DOMINANTE (λ) en nm	LONGITUD DE ONDA DOMINANTE (λ) en nm	LONGITUD DE ONDA DOMINANTE (λ) en nm
Fécula de papa empacada en polietileno	560	570	578
Fécula de papa empacada en Policloruro de vinilo	560	560	560

Fuente: La Autora

Como se observa, la fécula de Papa empacada en POLIETILENO presenta un cambio significativo de color, lo que demuestra pardeamiento posiblemente debido a Reacciones tipo Maillard, dado que el producto en su composición química tiene proteína y carbohidratos que promueven esa reacción.

De igual forma, se puede analizar que la permeabilidad del Policloruro de vinilo es inferior a la del polietileno y este aspecto favorece a la fécula empacada en este primer material mencionado, lo que se puede apreciar con la constancia en el dato de la longitud de onda dominante en las tres fechas que se realizaron los análisis.

5.4.2 RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

La siguiente tabla reporta los resultados obtenidos del análisis microbiológico realizado a la fécula de papa empacada en los dos materiales de empaque estudiados:

Tabla 9. Resultados microbiológicos de fécula de papa almacenada en dos empaques diferentes a condiciones estandarizadas de almacenamiento (20°C y humedad relativa del 10%).

PRODUCTO	DÍAS DE ALMACENAMIENTO	RECuento DE HONGOS Y LEVADURAS (UFC/GRAMO)
FÉCULA DE PAPA EMPACADA EN POLIETILENO	CERO	MENOS DE 60
	30	750
	60	1010
FÉCULA DE PAPA EMPACADA EN POLICLORURO DE VINILO	CERO	MENOS DE 60
	30	MENOS DE 60
	60	MENOS DE 60

Fuente: La Autora

De acuerdo a los datos anteriores, se observa que el desarrollo de hongos y levaduras se ve incrementado en el producto empacado en POLIETILENO, dado que presenta mayor permeabilidad a la humedad y a gases externos que favorecen su crecimiento.

5.4.3 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PRODUCTO

En la tabla 10. se observan los resultados de análisis proximal realizados al producto empacado en los dos materiales de empaque estudiados:

Tabla 10. Resultados del análisis proximal

PRODUCTO	ANÁLISIS	RESULTADOS SEGÚN DÍAS DE ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO		
		CERO DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS
FÉCULA DE PAPA EMPACADA EN POLIETILENO	PROTEÍNA (%)	0.5	0.4	0.38
	GRASA (%)	0.25.	0.23	0.22
	FIBRA (%)	0.115	0.115	0.115
	HUMEDAD (%) BASE SECA	16	20	23
FÉCULA DE PAPA EMPACADA EN POLICLORURO DE VINILO	PROTEÍNA (%)	0.5	0.5	0.5
	GRASA (%)	0.25	0.25	0.25
	FIBRA (%)	0.115	0.115	0.115
	HUMEDAD (%)	16	16	16
	CENIZAS (%)	0.25	0.25	0.25

Fuente: La Autora

Como se observa en la tabla anterior, la fécula de papa no presenta ninguna alteración de sus componentes, al usar como material de empaque el POLICLORURO DE VINILO, en cambio, el producto empacado en POLIETILENO muestra disminución de proteína y grasa significativamente y aumento en el porcentaje de humedad.

La disminución en el contenido de proteína sugiere que ésta molécula orgánica esté participando en la Reacción de Maillar que provocó el pardeamiento de la fécula empacada en POLIETILENO.

6. CONCLUSIONES

- ❖ El balance de materia efectuado con base en el diagrama para la obtención de fécula de papa indica que se obtiene por cada 1000 kilogramos de materia prima 206,8 kilogramos de almidón.
- ❖ Al hacer la evaluación del tiempo probable de Vida Útil del producto, se observa que por las características de espesor y permeabilidad del POLICLORURO DE VINILO, éste ofrece un tiempo de almacenamiento más prolongado de la fécula (88 días), comparado con el POLIETILENO, que ofrece un tiempo de Vida Útil de 41 días aproximadamente. Por lo anterior se concluye que el mejor empaque para fécula de los dos materiales estudiados es el POLICLORURO DE VINILO en las condiciones de almacenamiento especificadas en el trabajo.
- ❖ El colorímetro utilizado para evaluar el cambio de color en la fécula empacada en los dos materiales de estudio, mostró datos directos que graficándolos en el diagrama cromático CIE muestra que el producto empacado en POLIETILENO sufre pardeamiento, lo que se evidencia por el cambio de color y el aumento en la longitud de onda dominante.
- ❖ Desde el punto de vista microbiológico, el producto empacado en POLICLORURO DE VINILO mostró estabilidad, mientras que el empacado en POLIETILENO evidencia un aumento en el recuento de hongos y levaduras.
- ❖ Los resultados del seguimiento en la composición química de la fécula de papa muestran que no existen cambios en los parámetros de composición del producto empacado en POLICLORURO DE VINILO.

7. GLOSARIO

- ❖ **ABSORCIÓN.** Acción por la cual los tejidos orgánicos o su célula reciben o aspiran matreras externas a ellas.
- ❖ **ADSORCIÓN .** Retención de líquidos o gases en la superficie de cuerpos sólidos o por una atracción entre las moléculas entre la superficie de cuerpos sólidos por una atracción entre las moléculas de la superficie del absorbente y las del fluido.
- ❖ **ALMIDÓN:** Homopolisacárido de moléculas de glucosa unidad, que sirve de reserva energética en algunos productos de origen vegetal, como semillas, granos, tubérculos, frutos. Está constituido por dos tipos de polímeros, amilosa y amilosa y amilopectina, cuya proporción varía de acuerdo con la fuente.
- ❖ **ALTERACIÓN:** Es cualquier cambio indeseable que sufre un alimento.
- ❖ **AMILOPECTINA.** Homopolisacárido ramificado componente del almidón, formado por una cadena lineal de moléculas de D-glucosa (semejante a la amilosa) a la cual se le unen ramas o cadenas laterales, también de D-glucosa, a través de enlaces $\alpha(1,2)$, generalmente se encuentra en una proporción de 70 a 80% en la mayoría d los almidones.
- ❖ **AMILOSA.** Homopolisacárido lineal componente del almidón , formado por la unidad de moléculas de D-glucosa a través de enlaces $\alpha(1,4)$, generalmente se encuentra en una proporción del 20 al 30% en la mayoría de los almidones.
- ❖ **DEGRADACIÓN:** Alteración presentada por los alimentos como consecuencia de cambios físicos, enzimáticos y químicos.
- ❖ **ESPECTRO VISIBLE:** Zona del espectro electromagnético cuyo rango de longitud de onda va de 400 a 900 nm.
- ❖ **ENVASE ALIMENTARIO:** Es el artículo que está en contacto directo con alimentos destinado a contenerlos desde su fabricación hasta su entrega al consumidor con la finalidad de protegerlos de agentes externos de alteración y de contaminación, así como de adulterantes
- ❖ **FÉCULA:** harina que se extrae de las partes subterráneas como de tubérculos y raíces.
- ❖ **GELIFICACIÓN.** Proceso de formación de un Gel. Muchos polímeros tienen esta capacidad , que pude ser cuantificada.

- ❖ **HUMEDAD RELATIVA:** Es la relación entre la humedad absoluta del aire y la humedad absoluta de un aire saturado a la misma temperatura y presión.
- ❖ **ISOTERMA.** Gráfica o ecuación descriptiva de cualquier fenómeno que se verifica a temperatura constante.
- ❖ **ISOTERMA DE ADSORCIÓN.** Isoterma que relaciona la cantidad de sustancia absorbida, referida a la unidad de masa o de superficie de absorbente, con la presión si el absorbente está en fase gaseosa o con la concentración si se encuentra disuelto.
- ❖ **POLÍMEROS:** Es una molécula simple de un gas o un líquido físicamente para producir una molécula sólida de cadena larga y alto peso molecular .
- ❖ **PARDEAMIENTO:** Se denomina así al conjunto de reacciones muy complejas que conducen en diversos alimentos a la formación de pigmentos pardos o negros con modificaciones de las características sensoriales .
- ❖ **PARDEAMENTO ENZIMÁTICO.** Es la transformación enzimática de compuestos fenólicos en polímeros coloreados, frecuentemente pardos o negros.
- ❖ **REACCIÓN DE MAILLARD.** Es la reacción de un grupo aldehído o cetona proveniente de azúcares reductores y grupos amino de proteínas o de aminoácidos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- AGUDELO, María Mercedes. Estudio de factibilidad para la obtención de la fécula de Papa .Tesis de Grado Tecnológico. UNAD. 1995
- ARIOSTI ALEJANDRO Curso de post-grado envases alimentarias. Universidad de BUENOS AIRES.
- BERMUDEZ ANA SILVIA Y GUZMAN ROSA, Química de alimentos UNAD. Bogotá, D.C. 1999.
- BROWNSSELL V.L., GRIFFITH C.J., JONES ELERI. La Ciencia Aplicada al Estudio de los Alimentos. Diana. México. 1993.
- Enciclopedia ENCARTA.
- GUZMAN RODRIGUEZ ROSA y SEGURA EDAGAR, Introducción a la Tecnología de Alimentos UNISUR. Bogotá, D.C. 1989
- INTERNET.
 - A: / Genética de la papa. htm (Redepapa, Corpoica)
 - A:/ ficha Técnica de la Fécula de papa htm (INS - Aduanas Gerencia Estadística).
 - A: / El cultivo de la papa . htm (fedeAgro.com)
- MAHECHA Gabriel, SEGURA Edgar, GALVAN Hector, GAVIRIA Luis E.,DE RAMIREZ Inés B. Análisis y Control de Calidad (vol II). Unisusr. Santa fe de Bogotá D.C. 1.993.
- MARTINEZ María Mercedes, Microbiología. UNISUR. Bogotá, D.C. 1.995.

- MORENO Jorge. Materiales y Empaques. UNISUR. Santa fe de Bogotá. D:C: 1.989

- PEREZ, Gerardo. NAVARRO, Yolanda. Bioquímica. UNISUR. Santa fe Bogotá, D.C, 1992.

- REES, J.A.G., BETTISON J. Procesado térmico y envasado de alimentos. Acribia, S.A.

- R.S.KIRK R.SAWYER. H.EGAN Composición y análisis de alimentos de PEARSON.

- Revista de higia-pecoris.

- ROSENTHAN Andrew J. Textura de los Alimentos, medida y percepción