

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

"CONTRIBUCION AL ESTUDIO PARA EL SECADO DE PULPA DE PAPA"
(TEMA MANCOMUNADO)

170

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A N :
EVA HERRERA CEBALLOS
CARMEN C. VALENCIA FLORES



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLAS. Tesis
ADQ. 1975
FECHA 14.7.76
PROC. 165



QUIMICA

I N D I C E.

INTRODUCCION.

I.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA PAPA.

II.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OPERACION.

- a) Aspectos Básicos de Secado.
- b) Tipos de Secadores.
- c) Operaciones Previas a la Deshidratación de la Papa.
- d) Efectos de los Procesos Comerciales sobre la Composición y el Valor Nutritivo.
- e) Algunos usos de Papa Deshidratada y su Preparación.

III.- DESHIDRATAACION DE PAPA.

- a) Base de Cálculos.

IV.- EMPAQUE.

- a) Compresión y Empaque de Alimentos Deshidratados.
- b) Naturaleza de los materiales de Empaque.
- c) Efectos del Empaque sobre los Factores que influyen en el contenido de Nutrientes de Alimentos.
- d) Almacenamiento.

V.- EFECTOS SOBRE LOS NUTRIENTES DURANTE LA PREPARACION.

- a) Efectos de la Preparación a Gran Escala sobre el Contenido de Nutrientes de Alimentos.
- b) Efectos de la Preparación Casera sobre el Contenido de Nutrientes de Alimentos.

VI.- CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

I N T R O D U C C I O N .

El secado es uno de los procesos más antiguos utilizados por el hombre para la conservación de los alimentos. Es un proceso copiado de la naturaleza, y en el --- cual se han mejorado ciertas características de la operación. El secado es el método de conservación de alimentos más usado.]

Durante la Primera Guerra Mundial cerca de 4 millones de kilogramos de vegetales fueron deshidratados, generalmente papas y sopas de vegetales y embarcados a -- las fuerzas de América en Europa. En general, los productos secos estuvieron gelatinosos pero de buen sabor según opinión de los veteranos de la Guerra.

Durante la Segunda Guerra Mundial la calidad de los vegetales secos suministrados a las fuerzas armadas fue superior, debido a que durante la Primera Guerra Mundial se realizaron investigaciones en la Universidad de California por el Departamento de Agricultura de los E. U. A. La principal diferencia en la tecnología fue que los vegetales no fueron escaldados antes de secarse, sin embargo, durante la Segunda Guerra, todos, excepto las cebollas fueron escaldados, ésto dió productos secos para cocinar de mejor sabor y calidad de almacenamiento. También fueron secados a bajos contenidos de humedad y ciertas variedades fueron sulfitadas antes de secarse; ambos tratamientos suministraron mayor calidad en el almacenamiento.

Un cargamento con alimentos deshidratados lleva el equivalente de 5 a 6 cargamentos de alimentos enlatados o frescos. En otras palabras, de 14 a 136 millones de kilogramos de vegetales secos por año producidos durante los años de guerra jugaron un importante papel en la alimentación de los aliados siendo de gran valor para el su ministro de una dieta limitada y monótona para éstos.

Durante la Segunda Guerra Mundial hubo una tremenda expansión de vegetales deshidratados; muchas nuevas plantas fueron construidas y muchas que ya existían para deshidratación de frutas fueron acondicionadas para secar vegetales. Así al terminar la guerra muchas cerraron por carencia de mercado y solo unas pocas permanecieron dentro de éste, principalmente las de productos ya secados antes de la guerra como por - ejemplo: hojuelas de cebolla, cebolla pulverizada, ajo pulverizado, polvos de pimientos como sazonadores, etc.

Distintas compañías en el Noroeste del Pacífico están secando sopa de verduras, trozos de papa y polvo de papas para usarse en la preparación de puré de papa de bajo costo. Algunas harinas de papa, también probablemente empezaron a producirse antes de la Guerra, para uso en pan y para otros propósitos.

Una estimación a fines de 1956 fue hecha por una vieja firma establecida, - que secó mezcla de sopa de vegetales y por otras dos firmas que secaron varios vegeta

les para producir polvos para uso en preparaciones farmacéuticas.

En Holanda, Suiza y Dinamarca antes de la Segunda Guerra Mundial se podían encontrar sopas de vegetales deshidratados en los estantes y mostradores de muchas - tiendas.

+ *desventajas*
El peso de vegetales deshidratados es solo de un 50 a 20% del peso de vegetales enlatados. Esto da como resultado un gran ahorro en contenidos y reducción de espacio, la principal desventaja es que usualmente requieren un gran período de cocmiento y no retienen su color ni sabor como los enlatados.

Los alimentos secos y deshidratados se obtienen más concentrados que en -- cualquier otra forma de productos alimenticios preservados, se producen a menor costo, el trabajo requerido es mínimo, el equipo de proceso es limitado, los requerimientos de almacenamiento son mínimos y los costos de distribución son reducidos (una carga de alimentos secos y comprimidos puede ser igual a 10 cargas del producto fresco).]

Hay fuerzas químicas y biológicas que actúan sobre el suministro del alimento que el hombre desea, pudiendo controlar las fuerzas químicas en el alimento deshidratado con el empaque y ciertos aditivos químicos, las fuerzas biológicas las puede controlar reduciendo el contenido de agua libre y por calentamiento, alreducir el contenido de agua libre se aumentan las presiones osmóticas y el crecimiento microbiano puede ser controlado.]

I.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA PAPA.

El bulbo de papa es esencialmente una porción engrosada de un tallo subterráneo y está cubierto con una cáscara exterior de material de corcho (capa tuberizada), la mayoría de 6 a 14 celdas dependiendo de la edad, lo cual le sirve para retardar la pérdida de humedad y resistir los ataques de hongos. Bajo la cáscara hay varios tipos de células, las cuales están combinadas con el almidón que es un carbohidrato de reserva.

Un gran número de investigadores ha determinado las proporciones de las partes de un bulbo de papa: Cáscara de 5 a 11% (2% en un bulbo pequeño); Corteza de 35 a 42%; Médula externa de 30 a 40% y Médula interna de 14 a 25%.

Almidón.- Comprende el almidón del 65 al 80% del peso seco de la papa. -- Los granos de almidón son elipsoidales, ovoides o lóbulos irregulares y son de 40 a 100 micras de longitud, granos medianamente grandes aparecen algunas veces en agregados individuales; ocasionalmente doble excentricidad, anillos y secciones polarizadas muy distintas.

En contraste a otros tipos de almidón comercial, los gránulos son muy grandes y rápidamente se fijan en suspensiones acuosas; los tubérculos comunes o papa de Irish, *Solanum Tuberosum* L. (Solanace) producen un almidón comercialmente importante, y es usado algunas veces como alimento y en la manufactura de glucosa, etc.

VALOR NUTRITIVO DE LA PAPA CRUDA.

Calorías/100 g.	87
Proteínas g/100 g.	1.79
Grasas g/100 g.	0.04
Carbohidratos g/100 g.	20.7
Calcio g/100 mg.	7.7
Fierro mg/100 mg.	0.75
Fósforo mg/100 mg.	40.3
Fibra g/100 g.	0.36

COMPOSICION FISICOQUIMICA DE LA PAPA.

	Mínimo %	Medio %	Máximo %
Agua	68.29	75.48	82.86
Nitrogenados	0.57	1.95	3.66
Grasas	0.03	--	--
Hidratos de Carbono	18.75	20.69	21.24
Celulosa	0.28	0.75	1.37
Cenizas	0.53	0.98	1.45

% DE AGUA EN LA PAPA.

Base Húmeda	Base Seca
82	45.5

RELACION EXISTENTE ENTRE LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE,
TEMPERATURA Y HUMEDAD RESIDUAL, EN LA PAPA.

Humedad Relativa del Aire. %	Temperatura °C	Humedad Residual %
8 - 10	60	2.7
30	60	5.0
8 - 10	66	2.9
30	66	4.8
8 - 10	72	2.7
30	72	4.0

Variedades.- Hay dos tipos generales: La papa dulce (IpomoeaBatatas), amarilla o tipo Jersey, café en Delaware, Nueva Jersey, Maryland y Virginia; y el tipo de papa blanca de la que hay unas 23 variedades. Por su color la amarilla es la preferida. Es tan dulce como las variedades de papa blanca y es de buen sabor y calidad para guisados.

Algunos ejemplos de las variedades de cada tipo son:

PAPA DULCE	PAPA BLANCA
Nancy Hall	Russet Burbank
Purple Yan	Bliss Triumph
Unit I Puerto Rico	Chipewa Cobbler
Big Stem	Mountain
Southern Queen	Katahdin
Maryland Golden	Dooley
Ranger	Waoba
Queen Mary	King Edward
Maney Gold	Majestic, etc.
Hearto Gold, etc.	

Almidón de papa dulce.- Es producido en Brasil de las raíces tuberosas de papas dulces o de Edulis Batatas Chois o IpomoeaLam (convolvulacea) que es conocida como raíz Brazilian o también como almidón Batata. Wiesner encontró 10% en peso de azúcar y sólo 9% en peso de almidón en los tubérculos crecidos en los trópicos; pero sólo de 3 a 4% en peso de azúcar y como 15% en peso de almidón en los tubérculos crecidos en los sub-trópicos. Los granos son grandes de diámetro menor de 50 micras, - excentricidad raramente mayor de 1:2, anillos usualmente indistintos, polarización a través de golpeado, rosetas de oxalato de calcio están presentes.

Composición.- El mayor componente de la papa es el agua y la mayoría está confinada mecánicamente en las células, con algunos rebotes coloidales a la pectina y otros carbohidratos hidrofílicos de la pared de la célula. La proteína está disuel

ta en los fluidos de las células y es expulsada cuando las células se rompen. El Nitrógeno compone cerca de una tercera parte de las proteínas tratadas más agua insoluble, y cerca de dos terceras partes de aminoácidos libres. Otro importante material es el agua insoluble a un lado de la celulosa y que está asociada con polisacáridos tales como la pectina encontrada en las paredes de la célula. El almidón forma la mayor parte de los ingredientes insolubles del agua.

Las diferentes zonas del bulbo de papa varían en composición. El porcentaje de materia seca en la cáscara es bajo, se incrementa en la capa crítica y decrece siempre al centro del tubérculo. El nitrógeno en el material fresco decrece de la cáscara a la capa crítica y entonces se incrementa en la zona medular, esta distribución siguiendo la del agua, lo cual no es sorprendente mientras más componentes del nitrógeno son insolubles en agua.

Los gránulos de almidón son más numerosos en la corteza interna, la cual contiene un alto porcentaje de carbohidratos solubles, materia de nitrógeno y ácidos cuando los bulbos son grandes. De fuera a dentro del bulbo los sólidos totales y el almidón, primero se elevan a un máximo y entonces caen, de donde: el nitrógeno total, nitrógeno soluble y aminonitrógeno, primero caen a un mínimo y luego se elevan.

El almidón se encuentra en rangos de 10 a 24% en peso, con un promedio entre 12 y 18% en peso. El contenido de almidón puede ser tan bajo como 8.7% en peso y en papas destinadas a la industria puede ser 25% en peso. El contenido de almidón depende principalmente de la variedad, el clima y el balance de fertilización.

Los almidones de papas de distinta variedad difieren uno de otro grandemente en la estructura microscópica, contenido de fósforo, cantidad de cenizas, temperatura de gelatinización, viscosidad de pasta y absorción de Iodo. Un décimo del fósforo del almidón está limitado a ser un éster de 6 átomos de carbono del anillo anhidro glucoso. El residuo está presente en forma de fosfatos inorgánicos absorbidos.

El almidón de papa (como otras plantas de almidón) contiene dos paquetes de macromoléculas, un 18% en peso consistentes en una cadena lineal de macromoléculas (Peso Molecular cerca de 40,000), y el residuo ramificado. El uso industrial de los almidones de papa ha llevado a numerosos estudios de sus propiedades físico-químicas. Bajo condiciones comparables, el almidón de papa da pastas de alta viscosidad comparable a otros almidones comunes. Esto ha hecho que la papa sea un agente en grosador favorecido en Europa. Por otro lado, esta alta viscosidad cae rápidamente cuando las pastas son movidas o agitadas y la declinación es mayor que con las pastas de otros almidones.

La grasa está presente solo en cantidades pequeñas (0.06 a 0.15% en peso) y contiene linoléico en forma de ácidos linoléicos. Contrario a la opinión general,

la fibra cruda comprende una parte relativamente pequeña del bulbo de 0.1 a 0.5% en peso.

El contenido de proteínas promedio está dentro del rango de 1.7 a 2.6% en peso. La papa lleva proporcionalmente una alta cantidad de aminoácidos libres. En términos de porcentajes de proteínas de materia seca las variedades de papa en Europa se desvían poco de los cereales. Otras nuevas variedades de E. U. A., sin embargo tienen un contenido de proteínas de 0.7% en peso, considerablemente menor del nivel de viejas variedades.

Diferentes variedades de papa dulce han sido variablemente reportadas con contenidos entre 0.0 y 7.2% mg., 0.1 y 4.0% mg. y 0.5 y 44.6% mg. de caroteno en base seca. El contenido de nutrientes de plantas comestibles es grande bajo control genético, algunas veces en una misma extensión hay grandes diferencias; es conveniente aumentar el contenido de nutrientes de plantas comestibles por medio de genética o -- por cualquier otro medio.

Efectos de varios factores que influyen en la composición de nutrientes -- de vegetales con respecto a Calcio, Fósforo, Hierro, Ac. Ascórbico, Caroteno, Tiamina y Riboflavina:

a) Cantidad e intensidad de la luz.- Esta afecta la composición de las -- plantas, por ejemplo el contenido de riboflavina en la papa, ya que bajo intensidad -- de luz deficiente se obtiene disminución de riboflavina.

b) Temperatura.- La temperatura óptima para el crecimiento de la planta -- no es necesariamente la temperatura óptima para tener el mayor contenido de nutrien-- tes.

c) Estación del Año.- Se ha observado que la composición de plantas comes-- tibles varía con la estación debido a diferencias que existen en temperatura, largo -- del día, intensidad de la luz, espectro de luz, así como otros factores menores según sea la cosecha, por ejemplo papa dulce cosechada en el mismo campo puede tener un con tenido doble de caroteno en dos estaciones diferentes.

d) Efecto de la localización.- Un gran número de estudios han demostrado que la localización en la cual es cultivada una planta puede tener un efecto signifi-- cativo en su contenido de nutrientes como son: Ac. Ascórbico, Caroteno en 5 varieda-- des de papa dulce aunque no tuvo efecto en otras dos variedades, así pues aunque la -- localización afecta el contenido de nutrientes, generalmente este efecto es pequeño.

e) Fertilización.- La fertilización con nitrógeno afecta el contenido de Ac. Ascórbico decreciendo éste en papas blancas y papas dulces, pero incrementa el con tenido de Caroteno en la papa dulce, además disminuye el contenido de Hierro.

f) Tamaño.- Las papas de grandes plantas son ricas en Ac. Ascórbico compa rado con aquellas producidas en pequeñas plantas, pero el contenido de la cáscara de este tubérculo es esencialmente el mismo, que el de la carnosidad.

g) Madurez.- Algunas plantas comestibles pueden consumir se maduras, semi maduras como la papa y sobre maduras dependiendo del mayor valor nutritivo que varía según la especie y sus nutrientes. El contenido de tiamina se incrementa con la madurez de la papa continuamente.

Los cambios que se llevan a cabo en los constituyentes de la papa durante la maduración serían:

CONSTITUYENTE	PAPA BLANCA	PAPA DULCE
Agua	Disminuye	No cambia o cambia ligeramente
Proteína	Aumenta	-
Carbohidratos	Aumenta	Aumenta
Fibra Superficial	No Cambia	-
Ceniza	Aumenta	-
Almidón	Aumenta	Aumenta
Sacarosa	Disminuye	Aumenta o Disminuye
Azúcar reducida	Disminuye	Disminuye o Aumenta
Azúcar total	Disminuye	Disminuye
Acido Ascórbico	-	Aumenta y luego Disminuye

El Ac. Ascórbico contenido en la papa blanca ha sido reportado -- por Lyons y Feller (1939) como que permanece mas bien constante durante su crecimiento. Sin embargo, es necesaria mayor información, porque el Ac. Ascórbico contenido en diferentes variedades de papas no es conocido con exactitud. Durante el crecimiento de vegetales, hay generalmente un aumento en ceniza con el correspondiente incremento de minerales esenciales.

El cambio mas sorprendente durante la maduración del tubérculo de papa blanca es un incremento en almidón y una disminución en el azúcar y la humedad.

COMPOSICION DE PAPA BLANCA EN DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO.

(por Appleman y Miller, 1926).

Fecha	Humedad	Ceniza	Fibra Superficial	Proteína	Azúcar total	Almidón
	%	%	%	%	%	%
Junio 17	83.66	0.91	0.34	1.77	1.03	10.57
Junio 24	82.72	0.91	0.30	1.85	1.03	11.47
Julio 18	80.80	0.91	0.32	1.82	0.68	13.80
Julio 20	79.35	1.00	0.31	2.23	0.30	14.98
Julio 22	80.20	1.02	0.31	2.24	0.19	14.25
Agosto 27	81.02	1.03	0.32	2.17	0.26	13.60

La madurez también continúa durante el almacenamiento, los cambios en la composición dependen de la temperatura y del tiempo de almacenamiento.

En cuanto la papa dulce es preservada inmediatamente después de -- que ha sido extraída de la tierra y luego almacenada antes de ser consumida, las investigaciones han dado muestras de cambios durante éste período; Keitt (1911) hizo un estudio de los cambios en los carbohidratos del tubérculo durante el crecimiento.

CAMBIOS EN LA HUMEDAD Y CARBOHIDRATOS CON LA MADURACION DE PAPAS DULCES.

Fecha de extracción	Variedad	Agua %	Almidón %	Glucosa %	Sacarosa %
Agosto 28	Nancy Hall	69.23	17.88	0.61	4.18
Septiembre 7	" "	73.34	14.91	1.58	1.82
Septiembre 18	" "	69.08	17.61	1.88	1.91
Septiembre 29	" "	68.70	19.92	2.30	1.43
Noviembre 18	" "	68.75	17.82	1.53	2.35
Agosto 28	Purple Yam	69.79	18.22	1.22	4.02
Septiembre 7	" "	71.65	15.35	1.04	3.98
Septiembre 18	" "	70.30	15.70	1.67	2.93
Septiembre 29	" "	71.30	18.26	2.12	1.62
Noviembre 18	" "	65.67	19.30	1.44	2.18
Agosto 31	" "	66.97	21.05	2.73	1.82
Septiembre 10	" "	64.71	21.55	3.24	1.24
Septiembre 21	" "	62.42	25.97	1.39	1.79
Octubre 2	" "	61.59	26.78	2.60	1.99
Octubre 10	" "	60.91	22.07	1.08	2.95
Octubre 26	" "	63.83	25.68	1.47	1.35

Aunque sus resultados no son concluyentes, indicar que, en tubércu los inmaduros, el azúcar puede ser presentada como glucosa o sacarosa, el azúcar total disminuye cuando el tubérculo se acerca a la maduración. Después de que la papa madura, hay aparentemente una tendencia de la sacarosa a disminuir a almidón. Un trabajo más reciente de Tomita (1950) indica que el agua y el azúcar de reducción en el tubérculo - permanecen casi sin cambio durante la maduración.

No obstante la papa dulce ha sido considerada como una fuente de carbonidratos, las variedades de carnosidad naranja (Tipo Puerto Rico), son también valiables fuentes de caroteno (Vitamina A) y de ac. ascórbico. Los datos son variados con

respecto a cambios en provitamina A durante el crecimiento del tubérculo. Ezell (1952) reportó un incremento en caroteno durante la primera parte de la estación a una concentración máxima alrededor del tiempo de cosecha comercial (agosto) y luego una disminución. Speirs (1953) reportó que no cambia el caroteno durante el crecimiento. Hay un incremento en Ac. Ascórbico, seguido por una disminución y esto está influenciado por la fecha de plantación, variedad y tiempo en la estación de crecimiento. Tomita (1950) por otro lado, reportó que el ac. Ascórbico permanece casi constante durante la maduración.

Manejo y Cosecha de Productos Crudos.- Debido a que la producción es de --- cierta estación, por conveniencia usualmente pueden ser almacenados por longitudes de tiempo variables hasta ser procesados o consumidos.

Los cambios en la composición de productos agrícolas pueden ocurrir durante el tiempo de cosecha y procesamiento, en el cual pueden decrecer o hasta destruir sus valores nutritivos. Después de la cosecha, las frutas y vegetales son fisiológicamente activos, la actividad enzimática y respiratoria continúa aún después de la extracción de la tierra, la cual puede provocar un profundo cambio a menos que ésta sea controlada. La menor probabilidad del desarrollo de anomalías que pueden causar deterioración en la calidad se obtienen con la baja temperatura a la cual son mantenidos.

Una considerable cantidad de estudios han sido emprendidos sobre el efecto del manejo y procedimientos de almacenamiento sobre el valor nutritivo de productos agrícolas.

Los vegetales pueden ser mantenidos en estado fresco por varios períodos de tiempo antes de ser consumidos, durante la transportación, en el almacenamiento y en el desplazamiento al mercado. Durante cada período, la comodidad puede causar deterioro en el valor nutritivo, particularmente destrucción de ac. ascórbico. El grado de ésta destrucción en muchos vegetales se mantiene por diferentes períodos de tiempo y a diferentes temperaturas.

Los vegetales generalmente también pierden sabor durante el almacenamiento, y Hac (1949) ha sugerido que esto puede ser causado por destrucción de glutamato libre.

La fisiología de las papas blancas en almacenamiento es un hecho complejo dependiente de cada factor como: la variedad, condiciones de producción, condiciones de como los tubérculos son almacenados, temperatura y humedad a la cual son mantenidos, efecto de la destrucción de sus ramas (enredadera), inhibidores de retoño, y longitud del tiempo en que las papas son mantenidas en almacenamiento.

En general hay un incremento en azúcares y disminución de almidón, el grado de este cambio depende de las condiciones de almacenamiento. Las papas pueden ser

y son "desmenuzadas" después del almacenamiento por su exposición a una temperatura de alrededor de 21°C de una a cuatro semanas. Este procedimiento es seguido en túberculos condicionados para ser usados para producción de papa desmenuzada y papas fritas a la francesa.

Numerosos trabajadores han demostrado que las papas pierden ac. ascórbico durante el almacenamiento, pero el grado de esta pérdida depende grandemente de la variedad.

CONTENIDO DE AC. ASCORBICO EN PAPAS BLANCAS AFECTADO POR EL ALMACENAMIENTO.

Tipo de Almacenamiento	Temperatura de Almacenamiento °C	Período de Almacenamiento.	Pérdida de Ac. Ascórbico, %	Variedad	Observador	
Caliente, bodega seca	12-15	6 meses	0	Russet Burbank	Mayfield (1973)	
Frío, bodega húmeda	3-8	6 meses	30	"	"	
Caliente, bodega seca	12-15	6 meses	20	Bliss Triumph	"	
Frío, bodega húmeda	3-8	6 meses	30-50	"	"	
	-	Agosto a Septiem.	60-75	-	Kooker(1938)	
	-	Octubre a Junio	25	-	Wacholder (1938)	
	5-10	6 meses	16-50	-	Esselen (1942)	
Almacenamiento común	-	Agosto a mediados de Junio	54	-	Wuhrman y Von Fellenberg (1942)	
"	"	-	Agosto a Julio	58	-	"
"	"	-	De 6 a 7 meses	60-70	Chipewa Cobbler, Green -- Mountain, Katahdin, Dooley, - Waoba.	Branion(1947)

Las papas dulces son curadas de 25 a 29°C por 10 días hasta 2 semanas antes de ser almacenadas y de 10 a 15°C por 106 a 147 días. Hasselbring y Hawkins (1915) han estudiado los cambios que ocurren en los carbohidratos de la papa blanca bajo -- dos formas de condiciones de almacenamiento.

Los datos de la siguiente tabla muestran que durante el almacenamiento, el almidón es primero convertido para reducir el azúcar, ese azúcar entonces puede -- ser usado para manufactura de sacarosa, reduciendo el azúcar más bien a sacarosa, --

siendo consumido durante la respiración. Otro complejo cambio también se lleva a cabo durante el almacenamiento, cuyo mecanismo es ahora estudiado por muchos investigadores.

CAMBIOS EN LOS CARBOHIDRATOS DE PAPA DULCE DURANTE EL ALMACENAMIENTO.

Variedad Big-Stem					Variedad Southern Queen				
Fecha de toma de muestra	Agua %	Almidón %	Azúcar re-ducida a glucosa %	Sacarosa %	Fecha de toma de muestra	Agua %	Almidón %	Azúcar re-ducida a glucosa %	Sacarosa %
Almacenamiento en bodega									
Oct. 20	73.50	19.07	0.90	1.90	Oct. 23	71.69	22.09	0.39	1.19
Nov. 8	72.99	16.94	1.32	3.51	Nov. 10	68.41	19.87	0.77	2.97
Dic. 6	71.89	16.42	1.40	3.94	Dic. 7	67.69	19.30	0.72	3.50
Ene. 4	72.01	16.02	1.28	4.39	Ene. 11	67.51	19.75	0.75	3.53
Feb. 1	72.18	14.11	1.67	6.06	Feb. 3	68.02	19.22	0.60	3.95
Mar. 1	71.97	13.09	1.44	6.96	Feb. 28	68.00	18.99	0.53	4.05
Jun. 1	72.45	14.62	0.87	5.85	Jun. 4	68.15	20.15	0.55	2.80
Almacenamiento Frío									
Nov. 8	72.99	16.94	1.32	3.51	Nov. 10	68.41	19.87	0.77	2.97
Dic. 8	72.99	13.31	2.02	6.46	Dic. 8	66.77	17.40	0.59	5.93
Dic. 21	70.77	10.80	1.60	7.33	Dic. 22	67.57	16.48	0.65	6.94

La pérdida de ac. ascórbico durante el almacenamiento de papa dulce varía alrededor del 20% de su contenido al cosechar, pero los cambios en provitamina A son menores.

CONTENIDO DE CAROTENO Y AC. ASCÓRBICO DE PAPA DULCE DESDE LA COSECHA Y AL FINAL DE UN PERIODO DE ALMACENAMIENTO DE ALREDEDOR DE CUATRO MESES.

(Datos condensados y modificados de Speirs (1953)).

Variedad	Caroteno en la Cosecha.	Caroteno al final del almacenamien- to.*	Ac. Ascórbico en la cosecha.	Ac. Ascórbico al final del almace- namiento.
			mg/100 g.	Base húmeda.
Maryland Golden	4.70	5.88	32.4	26.9
Unit I Puerto Rico	3.44	4.13	24.8	20.6
Ranger	5.24	5.84	23.9	22.1
Queen Mary	5.62	6.14	24.2	20.6
Maney Gold	5.38	5.65	30.9	26.5
Heartogold	6.73	7.35	22.1	17.4

*Cambios no ajustados para tomarse como ajuste de pérdida en peso desde la cosecha al final del período de almacenamiento.

Imori (1944) reportó que un promedio de 48% de la tiamina en la papa -- dulce fue retenida durante 4 meses de almacenamiento hasta de 15.0-15.6°C, y 67% en tubérculos que han sido almacenados bajo las mismas condiciones, pero que después -- han sido curados 4 días a 37°C y 90% de humedad relativa. El decrecimiento de la -- tiamina y riboflavina es gradual durante el almacenamiento y un 84% se encontró que permanece un tiempo sin deterioramiento.

La acumulación de gases respiratorios en el almacén donde se guardan al gunos alimentos afecta su composición. El CO₂ retarda la pérdida de acidéz.

Thornton (1935) notó que en almacenamiento con CO₂ de la papa blanca, -- en tanto que la concentración del gas es aumentada, el pH, el azúcar de reducción y la sacarosa también aumentaban.

Muchos inhibidores de retoños son usados durante el almacenamiento de -- papas, pero en el presente poco es conocido acerca de sus efectos sobre el valor ali menticio del tubérculo.

II.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OPERACION.

A).- ASPECTOS BASICOS DE SECADO.

[Todos los granos de cereal son conservados por secado y el proceso natural es tan eficiente que difícilmente requiere ayuda del esfuerzo humano. Sin embargo, hubo períodos en la historia en que los factores climatéricos hicieron que los granos no secan apropiadamente en el campo. En estos casos, el hombre intentó ayudar a la acción natural suministrando calor a los granos que de otra forma podían descomponerse. Más frutas son preservadas por secado que por cualquier otro método de preservación de alimentos. El secado natural de los alimentos por el sol, da materiales bastante concentrados de calidad durable. El secado por el sol permanece aún con la mayor acción en la preservación de alimentos.]

El uso del calor de un fuego para secar alimentos fue descubierto independientemente por muchos hombres en el nuevo y viejo mundo. El primer hombre secó sus alimentos en sus refugios; los indios americanos precolombinos usaron el calor del fuego para secar los alimentos, pero no fue sino hasta 1795 que se inventó el cuarto de deshidratación de aire caliente. El equipo de Mason y Challet en Francia desarrolló un deshidratador de hortalizas que consistía en un flujo de aire caliente (41°C) sobre tajadas delgadas de hortalizas.) Es importante hacer notar que el enlatado y la deshidratación aparecieron aproximadamente al mismo tiempo, hace más de siglo y medio.

(El significado del término DESHIDRATAACION se considera que es el secado por procedimiento artificial de calor producido bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y flujo de aire. La deshidratación es una operación en la cual tienen lugar la transferencia de calor y de masa. El calor es transferido al agua en el producto y el agua es evaporada.) La deshidratación implica el control sobre las condiciones climáticas dentro de la cámara o el control de un micromedio circundante; el secado solar está a merced de los elementos. Los alimentos secados en una unidad deshidratadora pueden tener mejor calidad que sus similares secados al sol. Se necesita menos terreno para la actividad secadora, el secado solar para fruta requiere, aproximadamente un acre de superficie secadora por cada 20 acres de tierra de siembra. Las condiciones sanitarias son controlables dentro de una planta de deshidratación mientras que en el campo abierto la contaminación de polvo, los insectos, los pájaros y los roedores son problemas importantes.

Obviamente, la deshidratación es un proceso más caro que el secado solar, con todo, los alimentos secados por deshidratación pueden tener mayor valor monetario debido a la mayor calidad. El rendimiento de un deshidratador de fruta seca es más alto, ya que durante el secado solar se pierde azúcar debido a la continua respiración de los tejidos y también debido a la fermentación.

El color de la fruta secada al sol puede ser superior al de la fruta deshidratada bajo condiciones óptimas de operación, en ambos métodos, el desarrollo del color, en ciertas frutas, no completamente maduras, continúa lentamente durante el secado solar, esto no ocurre durante la deshidratación.

En el cocinado, por lo general es superior la calidad de los alimentos deshidratados que la de los secados al sol.

Sobre la base de costo, el secado solar tiene ventajas, pero sobre la base de tiempo de secado y calidad, la deshidratación tiene sus méritos, además el secado solar NO puede ser practicado ampliamente, debido a condiciones desfavorables del tiempo en muchas áreas en que vive el hombre y donde la agricultura no es remunerativa.

En la deshidratación de hortalizas deben ser inactivados los sistemas enzimáticos, esto se logra calentando en agua hirviendo o en vapor. Muchas hortalizas son más estables si se les da un tratamiento con dióxido de azufre o un sulfito. El contenido de humedad de las hortalizas debe ser menor de 4% si se desea una vida de almacenamiento y una retención de la calidad satisfactoria. Los contenidos de humedad residual pueden ser reducidos a estos niveles por medio de los empaques desecadores.

Las hortalizas usualmente son secadas en secadores de túnel, de cabina o de banda, para algunos productos de hortalizas en polvo han sido usados secadores de tambor y secadores al vacío. La cantidad de hortalizas secas en el mercado es relativamente pequeña y limitada en variedad. Las patatas son las que se encuentran en mayor cantidad, la mayoría de los otros productos en el mercado son cebolla, apio, perejil y sus polvos que pueden ser usados como ingredientes para dar sabor.

Las hortalizas deben ser preparadas antes del blanqueado. La col es picada, las zanahorias y las patatas pueden ser cortadas en tajadas o en cubos, los ejotes y los frijoles cocinados. Las patatas, zanahorias y remolachas usualmente son puestas en lejía, mondadas. El tiempo de blanqueado varía. En general, de uno a tres minutos, siendo adecuado para las hortalizas de hojas, de tres a seis minutos para patatas, zanahorias y hortalizas similares.

[Las temperaturas seguras de secado para la mayoría de las hortalizas están entre 60°C y 63°C; pero para frijoles cocinados y secados es permisible una temperatura de 74°C, 69°C para las zanahorias y 71°C para el maíz y 57°C para las cebollas y los chilacayotes. El contenido final de humedad deseado para la mayoría de los polvos es deseable de 2 a 3%.]

La combinación del sulfito y baja humedad retarda grandemente los cambios que ocurren en las hortalizas secadas cuando son mantenidas a una temperatura de 38°C. Para las papas blancas secadas, el tiempo para un grado justamente visible de -

encafeamiento es disminuido 20 veces, utilizando 30 p.p.m. de SO₂ y reduciendo el contenido de humedad de 9 a 4%. Un tratamiento de cloruro de calcio a las papas antes de la deshidratación, ofrece un medio de ayuda para el control del daño por calor durante el secado y el control del encafeamiento no enzimático durante el almacenamiento caliente.

[Un sistema desarrollado en años recientes y que ha sido llamado Deshidratación Congelada utiliza condiciones de alto vacío, con las que es posible establecer condiciones específicas de temperatura y presión por medio de las cuales el estado físico de un sustrato alimenticio puede ser mantenido en un punto crítico para una deshidratación exitosa.]

COMPOSICION APROXIMADA DE FRUTAS Y HORTALIZAS SECAS POR 100 GRS.

<u>Producto</u>	<u>Agua</u>	<u>Proteínas</u>	<u>Carbohidratos</u>	<u>Grasa</u>	<u>Cenizas</u>
Manzanas	23	1.4	73.2	1.0	1.4
Chabacanos	24	5.2	66.9	0.4	3.5
Higos	24	4.0	68.4	1.2	2.4
Ciruelas	24	2.3	71.0	0.6	2.1
Pasas de Uva	24	2.3	71.2	0.5	2.0
Col	4	14.4	72.5	1.9	7.2
Zanahorias	4	4.1	84.5	1.4	6.0
Papas blancas	7	7.1	82.2	0.7	3.0
Pedazos de tomate	3	10.8	76.7	1.0	6.2

Los productos alimenticios pueden ser secados en aire, vapor sobrecalentado, en vacío, en gas inerte y por la aplicación directa de calor. Generalmente se utiliza el aire como medio secador, debido a su abundancia, su conveniencia y a que puede ser controlado el sobrecalentamiento del alimento.

[El aire tiene dos funciones principales en el secado de alimentos; - transporta calor desde el cuarto de horno u otro recurso de calentamiento al producto y con eso causa evaporación de agua en el producto y también sirve como vehículo para la transferencia de humedad a la atmósfera exterior. Ambas funciones son necesarias e importantes. Con el aire no se necesita ningún sistema de recuperación de humedad elaborado como con otros gases. El secado puede efectuarse gradualmente y las tendencias a tostarse y a decolorarse están dentro de control.]

El aire es el medio usual empleado industrialmente por las siguientes razones: ^{xc1} es menor en costo y más conveniente para instalar y operar deshidratadores,

se evita un sobrecalentamiento, no son requeridos elaborados o costosos condensadores de humedad, permite secados graduales y entonces evita pérdida de jugos por destilación, también reduce la tendencia a decoloración y chamuscado.

Se necesita más aire para conducir calor al alimento para poder evaporar el agua presente, que el que se necesita para transportar al vapor de la cámara. Si el aire que entra no está seco o si el aire que deja la cámara no está saturado con vapor húmedo, el volumen del aire es alterado. Como una regla, se necesitan de 5 a 7 veces más aire para calentar el alimento que el necesario para acarrear el vapor húmedo del alimento. La capacidad de humedad del aire depende de la temperatura.

El volumen de un gas a presión estandar aumenta 1/273 por cada aumento en la temperatura de 1°C. Cada aumento en la temperatura aumenta la capacidad del aire para atrapar humedad.

Entonces, un gran volumen de aire es requerido para conducir calor a la cámara de secado, para transportar vapor de agua desde la cámara de secado, como se ilustra en la siguiente discusión:

Si aire seco entra a la cámara de secado a 66°C y permanece a 43°C - (una diferencia de 23°C), aproximadamente 110 m³ de aire son requeridos para proveer suficiente calor para evaporar un kg. de agua, mientras a 43°C solamente 14.7 m³ de aire (seco sobre el deshidratador) es requerido para transportar un kg. de vapor de agua. La relación de aire requerida para complementar calor al aire requerido para remover la humedad liberada es en este caso alrededor de 7:1.]

Si, sin embargo, el aire entrando no está perfectamente seco o si el aire de escape no es saturado, la relación viene a ser menor; de aquí que es requerido más aire para la transportación del calor que para la transportación de humedad, - la cantidad formada puede ser usada para calcular los requerimientos de aire de un deshidratador dado.

Para simplicidad los cálculos de arriba no hacen caso de las ligeras diferencias en volumen de aire causadas por diferencias en temperatura, tampoco de las ligeras diferencias en el calor específico del aire ocasionadas por diferencias en humedad relativa. El aumento en temperatura incrementa el volumen de aire de acuerdo -- con la Ley de Gay-Lussac, es decir:

$$V = V_0 (1 + 0.003665 t) \dots\dots(1)$$

donde V = Volumen a la temperatura (t), y

V₀ = Volumen a 0°C

Expresado de diferente manera, el volumen de cualquier gas mantenido a presión constante, aumenta en 1/273 en volumen por cada 1°C a que se eleve la temperatura. Por esta razón es conveniente expresar las mediciones de aire en términos de pe

so; por ejemplo, en Kgs. o lbs. Cuando es necesario, éstos pueden ser convertidos - en M³ ó pies³.

El volumen de aire requerido para la evaporación de 1 Kg. de agua - variará gradualmente con la temperatura a la cual la evaporación toma lugar atribuída la expansión en volumen con aumento en temperatura. Los cálculos son gradualmente simplificados, sin embargo, si están basados sobre el peso del aire y solamente los resultados finales son expresados en volumen. [En la mayoría de los deshidratadores - todo el calor requerido para la evaporación de la humedad es obtenido del aire calentado. Esta caída está en función de la cantidad de humedad evaporada y puede ser calculada si las otras condiciones son conocidas.]

Ridley ha calculado los requerimientos de aire para un deshidratador típico de túnel de aire-ráfaga de viento como sigue:

[1 M³ de aire a 15°C requiere 0.00455 Kcal para aumentar su temperatura 1°C y recíprocamente 1 m³ de aire cae 1°C y liberará 0.00455 Kcal de calor.

Debe tenerse en la mente que es el calor el que produce evaporación y no el aire o cualquier otro, como por ejemplo el vacío. Aproximadamente 550 Kcal de calor son requeridos para cambiar 1 Kg de agua a vapor y esto es conocido como "El - calor latente de vaporización del agua".

El calor necesario para evaporar 1 Kg de vapor de agua a 15°C y elevar su temperatura a 70°C, es la suma del calor de vaporización (610 Kcal) más el requerido de calor sensible para elevar la temperatura a 1 Kg. de 15°C a 70°C ó aproximadamente 665 Kcal.

Entonces el volumen de aire requerido para evaporar 1 Kg. de agua bajo estas condiciones, es igual al requerimiento de Kcal dividido por la capacidad del aire en Kcal, o sea, $665/0.00455 = 146000$ M³ de aire que sufran una caída de 1°C a -- 30.80 M³ de aire que sufren un caída de 15°C.

El calor latente de vaporización variará algunas veces con la temperatura a la cual ocurre la evaporación, pero a la temperatura usada en el secado de vegetales es un promedio alrededor de 550 Kcal puede ser tomado para propósitos de cálculo de requerimientos de aire, etc. Una caloría (1 cal), es la cantidad de calor requerido para elevar la temperatura de 1 gr. de agua 1°C. La tabla siguiente da la relación de temperatura de evaporación a calor requerido para la evaporación de 1 Kg. de agua, estas cantidades son requeridas no importa cual sea el producto del cual el agua es evaporada y sometida a ebullición. El solo hecho de que el calor es conducido al producto por aire, y que la evaporación de la humedad del producto ocurre sin ebullición, no altera la cantidad de calor requerida para la evaporación.

Relación entre temperatura de vaporización y calor latente de vaporización de agua.

<u>Temperatura</u> °C	<u>Vacio</u> Mm. de Hg.	<u>Calor Latente</u> Cal/Gr.
0	757.40	596.33
4.44	755.69	593.83
10	752.76	590.72
12.78	750.90	589.16
15.56	748.71	587.66
18.33	746.15	586.11
21.11	743.17	584.55
23.89	739.77	582.99
26.67	735.78	581.55
29.44	731.21	579.99
32.22	725.93	578.44
35	719.86	576.88
37.78	712.97	575.33
40.56	705.07	573.83
43.33	696.06	572.27
46.11	685.92	570.72
48.89	674.44	569.11
51.67	661.41	567.55
54.44	647.19	566.00
57.22	630.68	564.38
60	612.39	562.83
65.56	569.46	559.66
71.11	516.12	556.44
76.67	451.35	553.22
82.22	372.61	549.94
87.78	277.62	546.1
93.33	164.33	543.27
98.89	29.46	539.77
100	0	539.11

Es posible secar fruta u otros materiales con aire a la temperatura ambiente sin calentamiento previo del aire. En este caso el aire disminuirá su temperatura, este hecho y el paso del aire están llevados dentro de lo estimado. Se encontrará que el proceso de evaporación ha tomado el número normal de unidades de calor y el aire no posee una fuerza milagrosa de absorber humedad sin el uso de calor. El calor en este caso viene de la energía solar, por lo que el aire atmosférico ha sido calentado por los rayos del sol.

Podemos definir la eficiencia del combustible del valor de calentamiento total del combustible actualmente utilizado en la evaporación de la humedad del producto. Por ejemplo, si una cantidad de combustible actualmente utilizado en la evaporación es quemado suficientemente para evaporar 454 kg. de agua y si solamente 227 kg. de agua son evaporados, la eficiencia del combustible es $227/454$ ó 50%, de aquí que aproximadamente 550 Kcal de calor son requeridos para evaporar 1 kg. de agua y que 3.785 lt. de aceite combustible proporcionarán aproximadamente 78,100 Kcal, una simple fórmula para calcular la eficiencia en un deshidratador dado es la siguiente:

$$\frac{\text{kg. de producto fresco} - \text{kg. de producto seco}}{\text{Litros de aceite combustible} \times 78.1} = \text{Eficiencia del combustible.}$$

El % de las unidades totales de calor de un combustible utilizado en calentamiento de aire puede ser considerado como la eficiencia de calentamiento del horno y combustible y es mucho mayor que las unidades de calor usadas en la evaporación del agua del producto.

En deshidratadores probados en California en 1920 y 1921 y de 1941 a 1945, se encontró que la velocidad del aire varía de menos de 6 a cerca de 300 mt./min., la velocidad fué tomada por medio de un anemómetro, un instrumento equipado con un pequeño ventilador tipo disco.

La velocidad del aire puede también ser determinada por la medida de la presión del aire en el compartimiento de secado por medio de un tubo Pitot.

Este instrumento consiste esencialmente de dos partes: (1) un tubo apuntando arriba de la corriente contra el flujo de aire, convirtiendo la suma de la presión estática y la presión de la velocidad dentro de un cabezal pudiendo ser medidas; y (2) un medio de determinación de presión estática a lo largo de ésta. En la medición moderna, el tubo Pitot está ajustado con dos aberturas de 0.02 pulg. de diámetro (0.5 mm.), estas aberturas están conectadas con un tubo, el cual está ligado en turno a un manómetro inclinado lleno con un líquido ligero tal como gasolina, la cual da un menisco al instante, el orificio de presión total está también conectado a un manómetro inclinado similar por una tubería flexible de caucho. Las pre--

siones están reportadas en pulgadas de agua, pudiéndose admitir estar hechas por la gravedad específica del líquido usado en el manómetro y por la inclinación del manómetro. Perry y sus colaboradores (1946) apuntaron que cuando un tubo Pitot muestra solamente de 2.5 a 1.6 mm. de diferencia a una velocidad de 304.8 Mt. por minuto, - no está tan bien adaptado como un anemómetro para medir la velocidad del aire en -- deshidratadores.

La presión estática del aire puede ser considerada como la presión necesaria para - sobrellevar la resistencia friccional ofrecida para el flujo de aire. Esta es medi - da por medio de un tubo Pitot y está expresada en milímetros de presión de agua.

La presión de velocidad es aquella presión requerida para crear la - velocidad del flujo del aire y es la suma de la presión estática y la presión por - la velocidad, en la cual la velocidad del aire puede ser calculada por la siguiente fórmula:

$$V = 4.101 \sqrt{p}$$

donde: p = a la presión de la velocidad en mm. de agua, presión determinada por la prueba actual, y

V = a la velocidad en Mt./min. (calculada por medio de p).

El volumen de aire descargado por un ventilador varía directamente - con los límites del número de revoluciones y la presión producida varía con el cua - drado de las revoluciones. La potencia requerida para operar el vent-ilador varía - con el cubo de las revoluciones. Esto explica el aumento en H.P. requeridos para la operación de los ventiladores cuando las r.p.m. y el volumen de aire liberado son au - mentadas en cantidades moderadas. La presión estática es aumentada por disminución - del tamaño de los ductos de aire, por aumento de su longitud, o por inserción de - bandas agudas, la presión estática también aumenta con el cuadrado de la velocidad - del a-ire, y de ahí que es comparada la presión estática de cualquiera de dos deshi - dratadores, las velocidades relativas de aire pueden ser tomadas dentro de estimati - vos. El volumen de aire liberado por el ventilador disminuye cuando la presión está - tica aumenta. Los ductos de aire deben ser grandes así que la presión estática no -- sea excesiva y por la misma razón la distancia entre platos debe ser tan grande que permita el flujo de aire sin impedimentos, la velocidad de aire en el flujo de retor - no o entre las vías de su paso entre el ventilador y el compartimento de secado no debe exceder de 304.8 Mt./min., así la presión estática no será excesi-va; la presión estática en algunos deshidratadores típicos de ráfaga rápida de aire fué encontrada entre 13.2 y 66.3 mm.

Es difícil establecer un estandard para la presión estática máxima de los deshidratadores, pero para un deshidratador de túnel horizontal de ráfaga rápida

de aire de 15 Mt. de longitud y aproximadamente 5 Mt² de sección, la presión estática no debe exceder de 50 mm. a una velocidad de aire de 152.4 Mt/min. cuando el túnel está lleno de carros y platos con producto.

Ecuación de velocidad.

Ha sido encontrado que la velocidad de evaporación de agua desde una superficie libre es directamente proporcional a la velocidad del aire. Esta relación puede ser expresada por la siguiente ecuación (de acuerdo a Carrier):

$$W = 0.019 \left(1 + \frac{V}{70}\right) (e' - e) \dots (2)$$

donde:

W = Kgs. evaporados por Mt² por hora

v = Velocidad del aire sobre la superficie en Mt/min.

e' = Presión de vapor de agua correspondiente a su temperatura y

e = Presión de vapor en la atmósfera.

Entonces a una velocidad de aire de 70 Mt/min., el secado es dos veces más rápido que en aire quieto, y a 140 Mt/min., es tres veces más rápido que en aire quieto.

La cantidad de calor acarreada por el aire en una cámara de deshidratación puede ser calculada. A presión standard el calor específico del aire seco es 0.24 y el del vapor de agua es de 0.47. El volumen de aire requerido en Mt³ por minuto para dar un número específico de Cal. se obtiene como sigue:

$$A_v = \frac{\text{Mt}^3 \text{ de aire}}{\text{requerido por min.}} = \frac{\text{Cal. requeridas}}{(T_i - T_f)(0.24)(P_a) + (P_{wv})(0.47)} \dots (3)$$

donde: T_i es la temperatura inicial del aire, T_f la temperatura de salida del aire P_a representa los Kgs. de aire seco por Mt³ y P_{wv} los Kgs. del vapor de agua por Mt³

Es necesario un mínimo de 76 Mt³ de aire por minuto por Mt² de superficie secadora para obtener buenos resultados en las unidades de deshidratación de tipo túnel. Se usan comúnmente velocidades del aire que van de 90 a 300 Mt. lineales por minuto.

Mientras mayor sea el área de superficie y más porosa, será mayor la velocidad del secado del alimento. La velocidad del secado del alimento aumenta en la medida que aumenta la velocidad del aire que fluye sobre la superficie del alimento. A mayor temperatura del aire y a mayor caída de temperatura será mayor la velocidad de secado, pero deben tomarse precauciones para que no se desarrolle un endurecimiento. Se requiere casi el mismo tiempo para reducir el 6% final de humedad, que para bajar el contenido de humedad de 80 a 6%. El tiempo de secado aumenta rápidamente a medida que el contenido final se acerca a su valor de equilibrio.

[Si la temperatura del aire es alta y su humedad relativa es baja, - hay peligro de que la humedad que será eliminada de la superficie de los alimentos, sea secada más rápidamente de lo que el agua puede difundirse del interior húmedo - del alimento y se formará un endurecimiento o cubrimiento. Esta capa impermeable o límite, retardará la libre difusión de la humedad. Esta condición es conocida como "endurecimiento de la cubierta". Se evita controlando la humedad relativa del aire circulante y la temperatura del aire.]

La temperatura del aire usado en la deshidratación afecta grandemente no solamente el tiempo requerido para secado, sino también la calidad del producto terminado. Así, para asegurar una gran capacidad y un mínimo costo de operación es necesario usar la mayor temperatura que materialmente no perjudique al producto. La mayoría de los deshidratadores que involucran un movimiento progresivo del producto a través de una cámara de secado ha usado el sistema a contracorriente. La "Temperatura crítica" para cualquier alimento es la temperatura a la cual éste está casi seco, puede estar sometido a cambios indeseables en color o sabor, en el sistema a contracorriente esta temperatura es la máxima que puede ser usada, mientras que en el sistema de corriente en paralelo esta temperatura no debe ser tan alta en los estados finales del secado, así que mucho mayores temperaturas pueden ser usadas mientras el producto inmóvil contiene un exceso de humedad.

La humedad relativa del aire puede ser definida como el porcentaje de saturación de vapor húmedo. El aire completamente saturado con vapor de agua a una temperatura dada es al 100% de humedad relativa; el aire a la misma temperatura conteniendo una mitad de la cantidad de vapor de agua que es capaz de ser absorbida es al 50% de humedad relativa. La cantidad absoluta de vapor de agua que el aire puede absorber (dentro de ciertos límites de temperatura) aproximadamente dobla con cada 15°C de aumento de temperatura.

La humedad relativa puede también ser definida como la relación entre la presión de vapor del vapor de agua presente en un espacio dado y la presión de vapor de agua en el mismo espacio saturado con vapor de agua. El punto de saturación es usualmente conocido como el punto de rocío (es decir, 100% de humedad relativa).

La humedad relativa está determinada por la diferencia entre las temperaturas de los termómetros de bulbo seco y de bulbo húmedo. La evaporación de la humedad del termómetro de bulbo seco causa una pérdida en temperatura en proporción a la velocidad de evaporación, la cual es dependiente de la humedad relativa del aire. La tabla que a continuación mostramos fue publicada por la Compañía Foxboro y da la relación entre el bulbo seco, bulbo húmedo y humedad relativa para temperaturas comúnmente encontradas en la deshidratación de alimentos.

Usando la tabla en la línea horizontal se encuentra la diferencia - en temperaturas cercana a la diferencia observada de temperaturas entre los termómetros de bulbo seco y bulbo húmedo. Siguiendo abajo la columna vertical directamente hasta cortar la línea horizontal opuesta a la temperatura del termómetro de bulbo seco. El punto de intersección nos fija la humedad relativa.

Un ejemplo muestra esta explicación más claramente:

Lectura de bulbo seco, 130°F, lectura de bulbo húmedo 103°F; diferencia 27°F. En la tabla, 28° es la temperatura más cercana dada, bajando en la columna de 28° hasta la horizontal opuesta a 130°F se encuentra el punto de intersección que en este ejemplo es 38, siendo el % de humedad relativa aproximado. Resultados más - acertados son obtenidos por interpolación o por uso de una carta de humedad relativa.

La presión requerida para evaporar el agua es la presión de vapor. - La presión de vapor de aire parcialmente saturado puede ser calculada por medio de varias fórmulas y las lecturas de bulbo seco y de bulbo húmedo.

Es necesario y razonable suponer que en tanto la evaporación no es forzada, más alta es la capacidad del material a secarse por su agua en libertad, - su temperatura será tal como la del termómetro del bulbo húmedo y su presión de vapor será tal como la de vapor saturado a esa temperatura, cuando la velocidad de - evaporación involucrada es mayor que en la cual el material puede bajar su humedad, la temperatura del material aumentará más que la del termómetro de bulbo húmedo, y la condición será parecida a la de un autoclave donde la velocidad del flujo está controlada por una alarma.

Si el aire usado en el secado de la fruta o vegetal es admitido para escapar a la atmósfera exterior después de pasar a través del deshidratador una gran parte de calor es perdida. Por ejemplo, si 2830 Mt³ de aire/min. es usado calentando desde 15°C a 70°C, y pasando a través del deshidratador bajo 49°C, esperará éste - una temperatura de 15°C cercana al aire exterior. Bajo algunas condiciones - esta pérdida puede ser el 50% del calor total generado en el horno y es frecuentemente más del 25% de este total. Por recirculación de algo del aire esta pérdida puede ser grandemente reducida pero no enteramente eliminada en condiciones de trabajo prácticas; una filtración de aire a través de endaduras o alrededor de puertas o miri llas, y la radiación de calor por las paredes puede también originar causas de pérdidas de calor; considerable calor es perdido en los gases desde la pila del horno o quemador en plantas en las cuales el aire es calentado por un medio indirecto. Con - un horno propiamente diseñado y operado y tubería tipo radiante de aparatos de calentamiento, la temperatura del flujo de gases en la salida de la pila podría no ser o estar cercana a 93°C.

Si el aire es regresado a la cámara de calentamiento y es usado de nuevo este calor será conservado, o si por el contrario si el aire fresco se mete al deshidratador para reemplazar al descargado, se necesitarán aproximadamente dos veces más de calor para calentar el aire fresco que el que es requerido para calentar el aire esperado. Ciertas frutas endurecidas, vienen sobreesecadas en la superficie y el secado a-sí es retardado. Esta condición se podrá evitar a gran escala si la humedad relativa del aire se incrementa suficientemente lo cual puede ser hecho en alto grado, por regreso del aire esperado. Esto se acostumbra en deshidratadores modernos para proveer la recirculación de una porción del aire usado en el secado.

En los deshidratadores ordinariamente usados en California se encontró conveniente cerrar el regular de tiro o registro de escape de aire parcialmente y operar los deshidratadores con recirculación de la mayoría del aire en el secado de ciruelas, duraznos y peras; y con recirculación de nada o solamente un pequeño % del aire en la deshidratación de vegetales rebanados y otros materiales de secado rápido.

No solamente debe proporcionarse a los deshidratadores un volumen de aire suficiente, pues este aire también puede ser aplicado al producto que va a ser secado en una manera igualmente distribuida.

Frecuentemente el espacio sobre el plato superior en un carro deshidratador es grande y una porción excesivamente grande de flujo de aire pasa através de este espacio, o puede ir por abajo de los carros o a un lado de ellos o entre los platos.

Con el establecimiento de mamparas sobre las paredes del deshidratador o sobre los carros, es posible usualmente forzar el aire dentro de los canales deseados. La siguiente tabla dá los resultados de mediciones de flujo de aire en un deshidratador antes y después de la instalación de mamparas.

Efecto de la distribución de aire con establecimiento de mamparas.

Localización de la prueba	Vel. antes de la instalación de mamparas Mt/min.	Vel. después de la instalación de mamparas Mt/min.
Vel. del aire entre platos cerca del tope del carro.	97.53	182.88
Vel. del aire entre platos cerca de la base del carro.	121.92	128.10
Vel. del aire debajo de los carros.	457.20	152.40
Vel. del aire sobre el tope del plato.	853.44	152.40

Existen varios métodos para obtener flujo de aire, comúnmente son usados dos medios para obtener flujo de aire en deshidratadores. Estos son por tiro natural y por tiro forzado. En el primero la tendencia es usarlo para calentar el aire, en el segundo método se utiliza un ventilador para forzar el aire através del secador. Los deshidratadores de tiro natural y tiro forzado serán discutidos más adelante.

Existen varias fórmulas para el cálculo del aire requerido para la superficie de calentamiento para el calentamiento de un volumen de aire requerido. Expresada en el sistema métrico, una de esas fórmulas es la siguiente:

$$H = \frac{C_g}{t_m(2+5c)} \dots\dots(4)$$

donde:

H = Area de la superficie de calentamiento en Mt².

t_m = Diferencia media de temperatura entre la superficie de calentamiento y el aire.

c = Velocidad del aire en Mt/seg.

C_g = Cal/hr.

El coeficiente de transmisión de calor varía con la raíz cuadrada de la velocidad del aire de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$k = 2 + 10\sqrt{c} \dots\dots\dots(5)$$

De la primera fórmula dada anteriormente, es también evidente que la transferencia de calor varía directamente con la diferencia de temperatura entre la superficie de calentamiento y el aire de calentamiento involucrado.

Lo anterior es conveniente para mantener la superficie de calentamiento con una velocidad ligeramente alta. Si el aire es conducido desde las zonas de enfriado a calentado del sistema de calentamiento, una mayor proporción del calor será absorbido por el aire que si es conducido en la dirección opuesta.

— B).- TIPOS DE SECADORES. —

Se usan muchos tipos de secadores en la deshidratación de alimentos, la selección de un tipo en particular es guiada por la naturaleza del producto que va a ser secado, la forma deseada del producto terminado, la economía y las condiciones de operación.

[A continuación estamos mencionando algunos tipos de secadores y los productos en que son utilizados:

SECADORES	PRODUCTO
Secador de tambor	Leche, ciertos jugos de hortalizas, arándano y plátanos.
Cámara de secado al vacío	Producción limitada de ciertos alimentos.

SECADORES	PRODUCTO
Secador al vacío continuo	Frutas y hortalizas.
Secador de banda continua (atmosférico)	Hortalizas.
Secador congelado	Carnes.
Secadores de esprea	Huevos enteros, yema de huevo, albúmina de la - sangre y leche.
Secadores rotatorios	Algunos productos de carne. Generalmente no se - utilizan para productos alimenticios.
Secadores de cabina o -- compartimiento.	Frutas y hortalizas.
Hornos secadores	Manzanas y algunas hortalizas.
Secadores de túnel	Frutas y hortalizas.]

Como ya se ha dicho, en la práctica ha sido encontrado por observación que las velocidades alrededor de 90 y no excediendo de 300 Mt/min., pueden ser usadas en deshidratadores de sople repentino de aire. A velocidad alrededor de 300 Mt/min., - la presión estática y la potencia necesaria para operar el ventilador viene siendo mayor que el incremento en velocidad, por lo que no es económico. Es también cierto que la evaporación de la superficie de frutas y vegetales es menor que de una superficie libre, tal como en una mecha húmeda, por lo que la ecuación de Carrier no está bien - aplicada en altas velocidades de aire.

Perry y sus colaboradores (1946) establecieron que la velocidad del aire tiene menor efecto sobre la velocidad de secado de frutas de secado lento, tales - como ciruelas y peras; que de materiales de secado rápido, tales como vegetales en cu- bos o pedazos de manzana. Por ejemplo, llevando la velocidad de secado como 1.00 a -- una velocidad de aire de 180 Mt/min., las velocidades relativas a muchas otras velocidades de secado para ciruelas y para cubos de vegetales muéstranse en la siguiente tabla.

Efecto de la velocidad del aire sobre la velocidad de secado de ciruelas.

Vel. Mt/min.	Vel. relativa de secado para ciruelas.	Vel. relativa de secado para cubos de vegetales
90	0.87	0.70
120	0.92	0.80
150	0.97	0.90
180	1.00	1.00
240	1.06	1.15
300	1.11	1.30

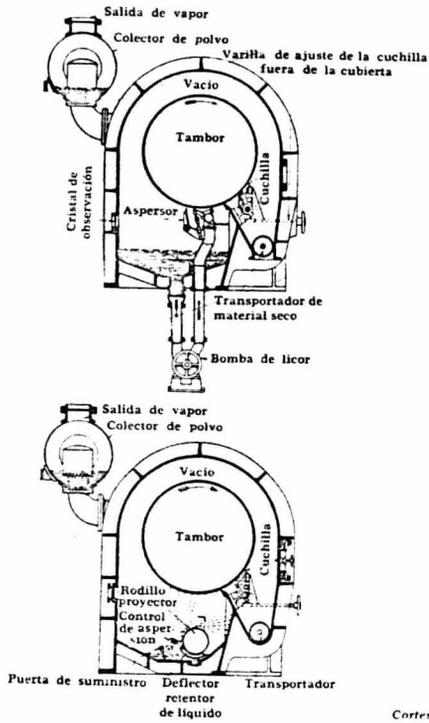


Diagrama esquemático de un secador de tambor al vacío.

Las piezas pequeñas se secan más rápidamente que las grandes porque el volumen es mucho menor en proporción a la superficie y porque la humedad dentro de la pieza tiene una corta distancia que atravesar en orden a alcanzar la superficie.

La velocidad de aire requerida variará con la distancia entre platos y con la carga sobre ellos. Un conocimiento común de expresar los requerimientos de aire para deshidratadores está en términos de Mt^3 de aire/min/ Mt^2 de superficie de plato. Para un deshidratador de soplido repentino de aire, este número no podrá ser menor de $7 Mt^3/9.2 Mt^2$ de superficie de secado.

Secadores Adiabáticos.- En ellos el calor es llevado dentro del secador por un gas caliente, el gas dona el calor al agua en el alimento y lleva hacia afuera el vapor de agua producido; el gas caliente puede ser producto de combustión o aire calentado. La transferencia de calor se efectúa a través de una superficie sólida donde el calor es transferido al producto a través de una placa metálica, la cual lleva también el producto. Generalmente, el producto es puesto en un vacío y el vapor de agua es sacado por medio de una bomba de vacío, en algunos casos, el producto es expuesto al aire y el vapor de agua es eliminado por el aire circulante; es posible suministrar el calor por métodos de calentamiento infrarrojo, dieléctrico y de microondas.

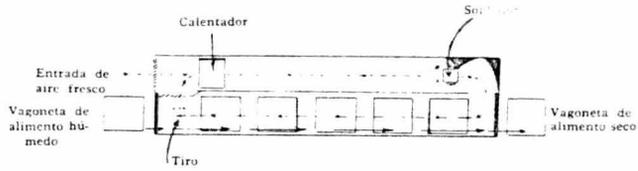
Secadores de cabina.- Estos secadores consisten de una cámara en la cual pueden ser colocadas bandejas con el producto; en los secadores grandes la charola es colocada sobre vagonetas para facilitar su manejo; en los secadores pequeños las charolas pueden ponerse sobre soportes permanentes en el secador, el aire es impulsado por un ventilador y pasa por un calentador (generalmente un espiral aleteado de vapor) y después a través de las charolas del material que se está secando.

El secador de cabina, por lo general, es el menos caro de construir, es fácil de mantener y es bastante flexible. Comúnmente es usado para estudios de laboratorio en la deshidratación de hortalizas y frutas y en operaciones comerciales de pequeña escala y temporales.

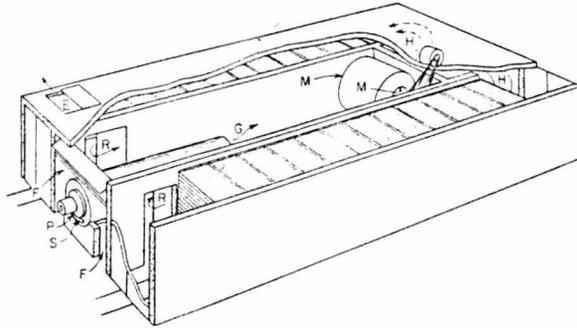
[Secadores de túnel.- Estos secadores son de uso común para la deshidratación de frutas y hortalizas. Consisten de túneles de 10 a 15 Mt. de longitud, con vagonetas en su interior que tienen las charolas donde es colocado el alimento. El aire caliente es impulsado a través de las charolas. La producción es programada de tal forma que cuando es sacada de un extremo del secador una vagoneta con producto terminado, una vagoneta con producto fresco es puesta por el otro extremo.

El movimiento del aire puede ser en la misma dirección que el movimiento del producto (flujo paralelo). Este tiene la ventaja de que el aire más caliente entra en contacto con el producto más húmedo, por lo tanto puede usarse aire más

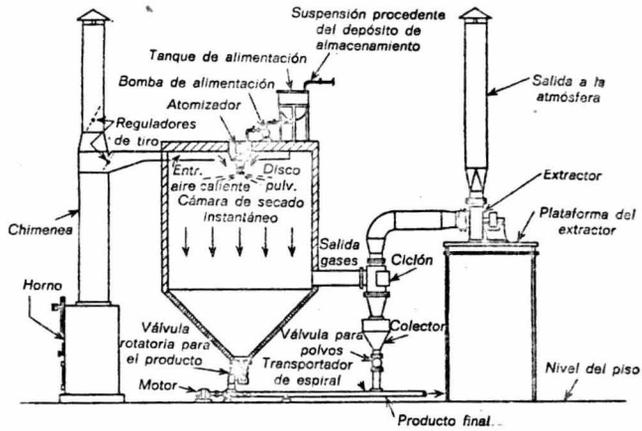
Secador tunel a contracorriente



Secador de túnel con calentamiento sencillo y sistema soplador.



Deshidratador de doble túnel y flujo a contracorriente con ventilador centrífugo. (E) Salida de aire; (F) Aire fresco; (G) Gases calentados en el horno; (H) Aire caliente proporcionado por un ventilador a los túneles; (M) Mezcla de aire fresco, aire calentado en el horno y aire recirculado al ventilador; (P) Aire primario fresco (R) Aire recirculado; (S) Aire fresco secundario.



Secador de pulverización con corrientes paralelas.

caliente. Por otra parte, el aire en el extremo de salida se vuelve más frío y más cargado de humedad y el producto final puede no estar lo suficientemente seco. Otras ventajas son que la evaporación de sobrantes de humedad es muy rápida durante el estado inicial del período de secado cuando el producto está húmedo y en la mejor condición para proporcionar su agua sobrante; el producto húmedo está más cercano a la temperatura del termómetro de bulbo húmedo porque el producto contiene suficiente humedad para mantener una velocidad de evaporación rápida que reduce su temperatura — proporcionalmente, permitiendo temperaturas de secado más altas y entonces permanece aumentando la velocidad de secado, el sistema de corriente en paralelo lleva amplias ventajas sobre la potencia del aire de secado pero puede aumentar la pérdida de jugo en los estados avanzados del secado; el producto gradualmente progresa durante el secado hacia una región de menor temperatura y mayor humedad, así que el chamuscado y sobre secado están minimizados; el producto emerge después del secado a relativamente baja temperatura, así que mucho menos calor es llevado a la atmósfera exterior — por el calor de los carros, platos y producto. La principal objeción en el secado de corriente en paralelo es la extremadamente lenta velocidad de secado cerca del final del túnel.

El movimiento del aire puede ser en dirección opuesta al flujo de material. En este caso, el aire más caliente entra primero en contacto con el producto más seco de tal manera que puede obtenerse un producto muy seco.

Debe tenerse cuidado de no sobrecargar el secador ya que la carga de humedad puede suspenderse mucho en el aire caliente y húmedo sin que haya secado en ningún grado, esto podría dar tiempo para la descomposición del producto; por otra parte el producto seco no debe ser dejado mucho tiempo en el secador, ya que al entrar en contacto con el aire más caliente puede sobrecalentarse. En general, el túnel a contra corriente utiliza menos calor y da un producto más seco que el de flujo paralelo. En algunos casos son combinados los dos tipos de túneles en una sola unidad. El producto es puesto primero en un túnel paralelo para aprovechar la alta velocidad inicial de secado en este tipo de túnel, después puede ser puesto en un túnel en contracorriente para obtener un producto bien seco. Este sistema es el así llamado "Sistema de dos etapas" de secado.

En la operación de estos túneles las condiciones de secado no son constantes, cuando una charolada de material fresco es puesta dentro del túnel, el aire que alcanza el extremo de salida del aire del túnel puede estar más frío y más húmedo al principio del ciclo que al final de él. Habrá un aumento en la temperatura del aire y una caída en el contenido de humedad en la medida en que es secado el producto en el extremo de entrada del aire.

En algunos túneles es utilizado un transportador en lugar de vagonetas

y charolas. Esto tiene la ventaja que reduce el costo de trabajo y se obtienen condiciones de secado más uniformes; sin embargo, se requieren una gran instalación y una gran inversión.

Si suponemos una condición en la cual el aire entra al deshidratador a 15°C y es calentado a 70°C y en la cual la temperatura está entrando al túnel y es extraída del deshidratador a 49°C, la pérdida de temperatura será de 21°C.

El calor requerido para evaporar 1 kg. de agua a 15°C es 587 Kcal y el calor requerido para calentar 1 kg. de agua de 15 a 70°C y evaporar esta cantidad de agua a alta temperatura es 612 Kcal., las unidades de calor disminuyen con elevación en temperatura asumiendo un valor medio de 560 Kcal, el número de Mt³ de aire requerido será de $560/0.00455$ ó aproximadamente 124,500 Mt³ para una caída de 1°C., equivalente a $560/0.00455 + 21$, ó con 5925 Mt³ de aire la caída es de 21°C, esto es su poniendo que el aire es medido a 15°C, si se mide a 70°C un volumen medio mayor es requerido por la expansión del aire através de la elevación en temperatura, entonces -- 5925 Mt³ a 15°C como 50 Mt³ a 70°C. El volumen a cualquier otra temperatura puede -- ser calculado por la Ley de Gay-Lussac. En suma, el calor requerido para la evaporación de agua, es el calor requerido para el calentamiento de platos, carros y paredes de túnel a la temperatura usada durante el secado.

Con algunas frutas la relación de secado es de 5:1 ó 6:1. Por lo que los requerimientos de aire son grandes; con relación de secado para manzanas de 6:1 y un tiempo de secado de 10 horas, será necesario remover 7566 Kg. de agua por 10 horas ó 12.57 Kg. por minuto. Esto requerirá con una pérdida de temperatura de 21°C no menos de 1162 Mt³/min. De una manera similar los requerimientos de aire para otras frutas o para otras condiciones de temperatura pueden ser calculados.

Hornos secadores. - Estos son construcciones de dos pisos por lo general. El piso de la parte superior está compuesto de tablillas juntas sobre las cuales es rociado el alimento. El gas caliente es producido por un horno estufa sobre el primer piso y llega al producto por convección natural o por la ayuda de un ventilador. El material es volteado y agitado frecuentemente y se requiere un tiempo relativamente largo para el secado. Los hornos secadores para el secado de productos tales como tajadas de manzanas, lúpulo y ocasionalmente para las papas.

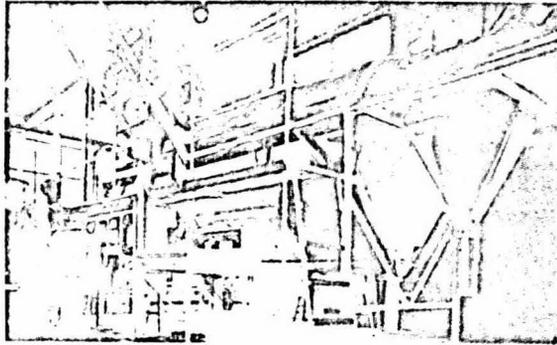
Los anteriores secadores se utilizan, generalmente para deshidratar piezas relativamente grandes de producto. La velocidad de secado es afectada por las propiedades del aire de secado y las propiedades del sólido; las propiedades importantes del aire son: Temperatura, Humedad y Velocidad. Las propiedades del sólido a considerar son: el tipo y variedad de la hortaliza o fruta, el contenido de humedad libre, el método de preparación anterior al secado, la forma y tamaño de la pieza.

Se ha encontrado que el proceso de secado puede ser dividido en dos — partes: el período de velocidad constante y el período en que la velocidad disminuye. Durante el primero, la velocidad y secado es gobernada por la rapidez con que el aire puede suministrar calor al agua en la partícula alimenticia y eliminar el vapor de agua producido, durante este período el agua se difunde a la superficie de la partícula tan rápidamente como es evaporada, entonces la velocidad de secado es controlada por la velocidad de difusión. En la medida en que el contenido de humedad disminuye — la velocidad de secado, el material sólido en la partícula comienza a absorber calor del aire y la temperatura de la pieza comienza a aproximarse a la temperatura de bulbo seco del aire.

La velocidad de secado durante el período de velocidad constante es — gobernada principalmente por las propiedades del aire de secado como el agua en el sólido absorbe el calor del aire, el aire es enfriado, ya que el agua en el sólido se — encuentra a la temperatura de bulbo húmedo el calor disponible es determinado por la diferencia en la temperatura del bulbo húmedo y la de bulbo seco del aire, más que la temperatura absoluta del aire, la presión de vapor del agua en el sólido es la del agua a la temperatura de bulbo húmedo del aire mientras que la presión de vapor del agua en el aire menor. La diferencia entre las dos presiones de vapor determina la velocidad a la cual puede ser absorbido por el aire el vapor de agua; por lo tanto, el aire no puede ser enfriado hasta el punto en que no pueda absorber el vapor de agua producido. La velocidad del aire es importante debido a que hay más aire disponible por unidad de tiempo, hay más calor disponible y puede ser llevada más agua hacia afuera en un tiempo dado; también los coeficientes de transferencia de calor y masa son una función de la velocidad del aire.

La diferencia entre las temperaturas del bulbo húmedo y del bulbo seco (depresión del bulbo húmedo) gobierna la velocidad de secado para una velocidad del aire dada, mientras mayor sea la depresión de bulbo húmedo, mayor será la velocidad de secado; para una depresión de bulbo húmedo dada a mayor velocidad la rapidez de secado será mayor. La velocidad de secado también está influenciada por el método de carga de la charola, ya que éste afecta el contacto entre el aire y la partícula alimenticia. La forma del sólido tiene algún efecto ya que determina la razón de área de superficie a peso de sólido.

Durante el período en que la velocidad de pérdida de humedad disminuye, la velocidad de secado es determinada por la velocidad a la cual se difunde el agua del centro de la partícula alimenticia a la superficie. La naturaleza del sólido y el espesor del producto alimenticio son importantes, se supone que la superficie del producto tiene un contenido de humedad que está en equilibrio con el aire de secado.



Secador de esprea horizontal.

Las partículas alimenticias son proyectadas dentro de la cámara y recuperadas en el fondo.

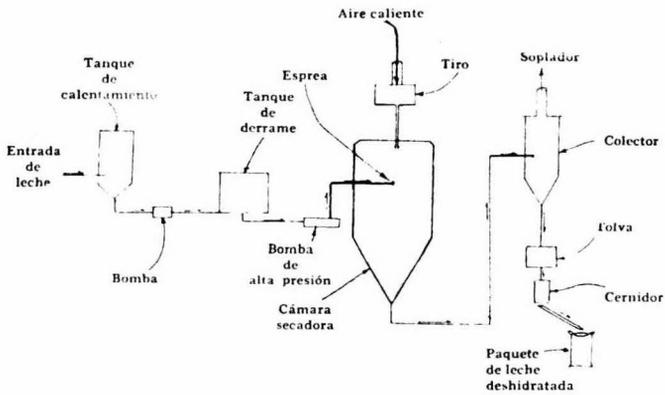


Diagrama funcional de un secador de esprea para leche.

Esta humedad de equilibrio es llamada la humedad crítica. La diferencia entre estos niveles de humedad es la fuerza impulsora de la difusión en la medida que disminuye esta diferencia, baja la velocidad de difusión y disminuye por consiguiente la velocidad de secado. Cuando el agua sale del sólido deja vacíos en él y el sólido se encoge. A bajas temperaturas de secado las superficies exteriores de una partícula se encogen hacia adentro produciendo una apariciencia arrugada, esto reduce el área de superficie; a altas temperaturas las superficies exteriores se secan lo suficientemente rápido para formar una cubierta exterior correaosa que resista las fuerzas que la estiran hacia adentro, en este caso, las porciones interiores relativamente suaves son lanzadas hacia la superficie exterior dejando un centro hueco.

Cuando la porción exterior de la partícula se torna más seca que el centro, los azúcares solubles están en una solución más concentrada que los azúcares en el centro húmedo. Esto puede establecer un gradiente de concentración que cause que los azúcares se difundan hacia el centro de la pieza, y se puede llevar a cabo el oscurecimiento de los azúcares.

Secadores de espreas.- Existen varios tipos, algunos de éstos son:

Concurrencia Horizontal.- Consisten en una larga cámara donde el producto y el aire de secado son inyectados en un extremo de la cámara, el polvo seco cae al piso donde es secado en un transportador. Este tipo es fácil de operar y usa velocidades relativamente bajas, el tiempo de secado está limitado por la trayectoria de las partículas inyectadas, por lo tanto, el tamaño de las partículas finales es limitado.

Concurrencia de Flujo Vertical hacia abajo.- En estos secadores el gas caliente y el producto alimenticio son introducidos por la parte superior de una torre y viajan hacia abajo, el polvo se colecta en el fondo de la torre. Este secador es muy flexible pero por lo general requiere de una gran instalación.

Concurrencia de Flujo Vertical hacia arriba.- El gas caliente y el producto son introducidos por el fondo de una cámara y viajan hacia arriba. El producto seco regresa al fondo del secador y el gas húmedo sale por la parte superior. Se usa para materiales finos y de secado rápido. Su costo es bajo y la unidad pequeña.

Flujo Vertical hacia arriba a Contracorriente.- El gas caliente es introducido por el fondo del secador y el producto por la parte superior. Este tipo de secador no es usado comúnmente para alimentos debido a que el aire más caliente pega sobre el producto más seco, el cual se sobrecalienta.

Flujo Mixto.- El producto alimenticio es introducido por la parte superior del secador y el gas caliente es introducido por la parte superior de tal forma que sigue una trayectoria en espiral hacia el fondo del secador. Esto permite una larga trayectoria para el viaje de las partículas para una altura de torre dada. Un secador puede ser diseñado para tener la espiral de gas regresando hacia arriba y expeler el polvo de la parte superior del secador. El gas caliente utilizado para el secado puede ser un

producto directo de combustión o aire calentado, los productos alimenticios pueden ser rociados con boquillas o atomizadores, las boquillas de un fluido son más comúnmente usadas ya que son más baratas y altamente flexibles, los atomizadores centrífugos son utilizados para pastas y materiales que pudieran taponar las boquillas. El producto seco se colecta sobre el piso del secador o puede ser colectado en filtros de bolsas o en ciclones.

Secadores de Aire Elevado.- Han sido usados secadores especiales en la producción de alimentos tales como gránulos de papas. Las partículas frescas, húmedas y granulares de papa son mezcladas con aire caliente y llevadas hacia arriba en una columna angosta, la velocidad de aire es tal, que los gránulos son suspendidos en la corriente de aire como van siendo secados. En la parte superior de la columna secadora el producto y el aire entran a una sección donde la velocidad del aire tiene una caída suficiente para que las partículas secadas se asienten en un colector. El aire húmedo sale por la parte superior del secador.

Otros tipos de secadores son:

Secadores de Tiro Natural.- La mayoría de estos secadores poseen la ventaja de simplicidad de construcción y operación. Sin embargo, son ineficientes en el uso de combustible; en general consisten en un cuarto de horno o tuberías de vapor sobre montadas en una cámara de secado. El aire frío entra al cuarto de horno cerca del recipiente original y es calentado por radiación de las tuberías del horno o por rollos de vapor y aumentos a través del compartimiento de secado, donde va en contacto con la fruta u otro producto que vaya a secarse.

Torre de Secado o Secador de Torre.- La torre o pila consiste de un cuarto de horno alrededor de 3 Mt. de altura en la cual están localizadas un horno y tubos de calentamiento del mismo diseño general que el sistema de calentamiento usado por el secador de túnel y de gabinete, en los cuales los platos, usualmente de 0.18 Mt² en tamaño y cada cuarto de horno usualmente acomoda 6 pilas de platos. El aire calentado desde el horno va introduciéndose a través de los platos. En operación este secador es llenado con los platos de fruta fresca y como los platos en la base de las pilas vienen secos son renovados y reemplazados con platos de carga fresca, los cuales se introducen sobre la parte alta de los corredores. En cada etapa un plato con carga fresca entra en la pila total del conjunto de platos y es combinado hacia abajo inclinando los platos.

Horno de Cerámica.- Son secadores construidos sobre un diseño similar al de un horno de cocido. Las paredes son de albañilería y de refractario y el calor es radiado desde las paredes, techo y piso a la fruta, la cual es llevada sobre platos o acarreada. Debido al desigual y lento secado de la fruta ocasionado por flujo de aire inadecuado, este secador fué equipado tardíamente con tiro forzado y un sis-

tema de recirculación, el cual suministró una adecuada velocidad de secado; sin embargo es poco usado.

Secado por Calor de Infrarrojo.- El calor de lámparas de infrarrojo ha sido usado para la deshidratación de macarrones, cortando pequeñas longitudes de acuerdo a un reporte de la Food Engineering (1955). Probablemente esta fuente de calor puede ser utilizada para el secado de frutas y vegetales.

El principal obstáculo podría ser probablemente el alto costo de la energía eléctrica necesaria.

Deshidratador de Destilación a Presión Atmosférica.- En este tipo de deshidratadores la humedad es manejada desde el producto por calor, el vapor de agua así desarrollado es condensado por rollos de agua enfriada. Este principio no ha sido empleado comercialmente al secado de frutas, aunque es usado en hornos de armatoste.

[Deshidratadores de Vacío.- Los deshidratadores de vacío están en uso para el secado de algunos productos químicos u otros productos manufacturados que son rápidamente perjudicados por altas temperaturas y oxidación. El secado en vacío permite el uso de bajas temperaturas de secado y oxidación minimizada, pero el equipo necesario es quizá complicado y caro por lo que no ha encontrado aplicación general en el secado de frutas y vegetales.]

En su forma general, el deshidratador al vacío consiste de una pared dura de metal o cámara de acero colado ajustado con vapor calentado, o anaqueles eléctricamente calentados o rollos sobre los cuales descansan platos con el material a ser secado. El agua calentada recirculando es también usada para el calentamiento de los gruesos anaqueles usados en los secadores al vacío, tipo anaquel. La cámara está conectada con una bomba de vacío y un rociador o rollo condensador para el mantenimiento de un alto vacío y para condensar la humedad liberada en el compartimento de secado. La deshidratación en un vacío requiere menos calor que en un secador operado con aire calentado porque la mayoría del calor suministrado al secador de vacío es usado en la evaporación de la humedad.

Así se reduce la tendencia de las frutas a oscurecerse, posiblemente el método de deshidratación de vacío puede ser empleado como un medio de reducción de longitud de sulfuración de frutas y vegetales antes de la deshidratación, o en algunos casos de la eliminación de sulfuración completamente. Mucha atención está siendo dada al secado de vacío, porque de la exclusión de oxígeno, las pérdidas de ácido ascórbico son usualmente muy bajas. La perspectiva económica para el secado al vacío ha sido considerablemente encarecida por el desarrollo del secador de transmisión al vacío y el secador de plato de contacto al vacío (Barnell y col., 1955, Joyce, 1956).

Deshidratador de Túnel de Tiro Forzado.- El deshidratador de túnel de tiro forzado ha probado ser el más eficiente tipo de secador comercial usado para

el secado de frutas, también permite un secado más rápido sin perjudicar el material y tiene un costo mínimo en su fabricación y operación, haciendo un secado más uniforme. Normalmente consiste de una cámara más corta que ancha, a través de la cual el producto a secar se mueve progresivamente sobre platos. La cámara de secado o túnel es alimentado con una corriente de aire calentado que es introducido por un extremo y removido desde el extremo opuesto.

En el deshidratador a contracorriente los carros con los platos de carga están localizados sobre cada lado del túnel, lo cual hace un túnel secundario. Ventiladores auxiliares de soplado de aire caliente están colocados a través de los carros en el túnel central. La dirección del flujo de aire es invertida periódicamente. El aire usado en secadores de tiro forzado es calentado de 4 formas: por rollos de vapor, por parrillas eléctricamente calentadas, por horno de aire caliente y por mezclas de los productos de combustión del horno. El calentamiento eléctrico es el método más caro para instalar y operar pero provee de regulación exacta. Horno de aire caliente y sistemas de calentamiento han sido descritos anteriormente y sistemas similares son usados para calentamiento de aire en secadores de tiro forzado de todos los tipos. Usando electricidad para el calentamiento, el aire es pasado sobre rejillas de resistencias de alambre calentado por paso de corriente eléctrica. El calentamiento directo del aire por mezcla de él con los productos de combustión ha sido usado sucesivamente en deshidratadores y ahora es el sistema usualmente empleado en varias plantas. El combustible es quemado en un horno en el cual es construída una mampara de ladrillos refractarios, la cual rompe arriba la flama y favorece la combustión completa, los productos de combustión son entonces mezclados con aire frío o que regresaron de la cámara de secado y las mezclas de gases son expulsadas a través del ventilador y forzadas dentro del túnel. La eficiencia teórica de este sistema es mayor que cualquier sistema de calentamiento de vapor o de horno de aire caliente, porque las pérdidas por amontonamientos son reducidos en un mínimo. El calentamiento directo requiere un grado especial de combustible, por ejemplo, gas fraccionado, destilado, keroseno. En el secado de frutas blancas hay algún peligro de ennegrecimiento de la fruta por la formación de hollín en el horno por una combustión incompleta causándose por obstrucción de los quemadores o paro temporal de un motor en operación de la línea de aire para los quemadores.

Perry y colaboradores (1946), enfatizaron que la coraza del horno puede ser grande permitiendo la combustión completa cuando el aceite o destilado es usado, una vaga guía dada por ellos es de 0.757 a 1.514 Lt. de aceite que puede ser quemado por Hr/M³ de volumen de horno ó 75.7 Lt. por hora pueden ser quemados en una coraza de 0.91 Mt. de diámetro y de una longitud acostumbrada. La longitud del horno a la primera mampara podrá ser la especificada por el constructor del quemador. Las mamparas son de ladrillo refractario arreglado en forma de tablero con aire llevado en

gran cantidad entre los ladrillos. La primera mampara encierra una caja de fuego caliente con una corta flama y la segunda mampara provee de combustión completa con una flama alta.

El aire suministrado puede ser adecuado para mantener una buena flama, pero también es el volumen suficiente para parar la temperatura en el horno cerca de 1482°C., que pudiera ser el punto de reblandecimiento del revestimiento refractario. De acuerdo con Perry y sus colaboradores, éste requiere alrededor de 20 Mt³ de aire por litro de aceite quemado por hora. El aire es introducido por el frente del horno y siendo lo necesario que admite el horno para que opere a bajo tiro.

La mayoría del aire usado en el secado no pasa através del horno pero es mezclado con los productos de combustión por un ventilador situado entre el horno y el túnel de secado.

El aire calentado es de cualquiera forma forzado através del túnel bajo presión positiva por medio de un ventilador fuelle o es distribuido fuera através del túnel por medio de un ventilador de succión, ambos son satisfactorios. Cuando un ventilador de succión es usado, el túnel estará equipado con unos cierres de aire a cada extremo así que los carros de platos puedan entrar y ser removidos del túnel sin excesiva reducción en temperatura.

Los ventiladores pueden ser de varios tipos: de Disco Multivane de Hélice; de Flujo Axial, Rueda de Paletas y otros más. Bajo la mayoría de las condiciones el tipo Multivane es el preferido a comparación del de Disco; el ventilador de Disco, el cual parece un molino de viento, es de bajo precio pero no libera aire contra presión estática; el ventilador de Rueda de Paletas similar en principio al Multivane pero con menos vanes, aunque sí es satisfactorio; el ventilador de Hélice es también satisfactorio; el de Tipo Axial es usado con buen resultado en deshidratadores. Perry y sus colaboradores (1946) dan los rasgos generales, los requerimientos de H.P. y otras características de ingeniería de ventiladores centrífugos y de flujo axial usados en deshidratadores.

El cuarto de horno puede estar localizado en un extremo del túnel, a un lado, encima o abajo de él. Los carros o platos llevados convenientemente pueden entrar en un extremo del túnel y ser movidos por el extremo opuesto sin necesidad de transferir por separado carros. Un arreglo conveniente es aquél en el cual el horno y los sistemas de calentamiento están localizados en un túnel a un lado del túnel de secado, con el ventilador localizado en el cuarto del horno. El aire es liberado al túnel de secado por un ducto abajo del piso o en la pared del túnel de secado. El aire sin cercos o sistemas de transferencia es requerido bajo esas condiciones.

El material a ser secado es usualmente repartido sobre platos los cuales son llevados através del túnel sobre carros o corredores como en el túnel secador de -

Oregon. El sistema de carro es el más usado, generalmente los carros son operados - sobre rieles en la mayoría de los casos, pero pueden estar equipados con ruedas tiradoras que permiten el movimiento en cualquier parte de un piso de concreto durante preparación del cuarto secador o puede ser llevado por un transportador sobrecalentado. En túneles pequeños los carros son movidos a mano, en plantas grandes son repartidos por un molinete o por otra potencia.

Es deseable que el deshidratador de tiro forzado sea construido para que cualquiera proporción de aire pueda ser circulario. El ducto de retorno de aire puede ser lo bastante grande para permitir un buen flujo de aire, a manera de que la presión estática no sea excesiva, la posición del flujo de retorno es opcional - pero puede ser encima, abajo o a un lado del túnel. Al cuarto de horno puede ser llevado para que sirva como un flujo de retorno.

Otros tipos de Deshidratadores de Tiro Forzado.- Son el secador de torre y el secador de túnel de Oregon que en algunos casos, han sido equipados con un ventilador para proveer circulación de aire. La mayoría de los hornos secadores están ahora equipados con ventiladores. Los resultados obtenidos han más que compensado el costo de cada instalación.

Los revestidos continuos o secadores de túnel están en uso para el secado de vegetales, almidón, sopas desmenuzadas, etc.. El secador consiste de un túnel con varios revestimientos con tela de metal en los transportadores y colocados - unos sobre otros. El aire es calentado por rollos de vapor en un tipo de túnel con ventilación longitudinal y con un gran ventilador simple y en otro tipo es un ventilador através de los platos en ángulo recto al diámetro mayor del túnel y por varios ventiladores colocados a un lado del compartimento de secado. Una seria objeción a este secador es que el área de secado es mucho menor que en un deshidratador de igual volumen usando platos.

En un tipo de secador de gabinete de aire los platos están colocados sobre corredores en gabinete. El aire es liberado entre cada par de platos por un pequeño ducto y la dirección del flujo es invertida frecuentemente para asegurar un secado uniforme a todos los puntos sobre los platos. Este secador no es complicado en absoluto.

Los platos deshidratadores varían grandemente en tamaño, diseño y materiales de construcción. El plato más común usado en los secadores de torre y de túnel de Oregon es el plato de malla y está hecho de madera y con malla de alambre, el tamaño de los platos es usualmente 1 x 1 Mt ó 1.20, estos platos son satisfactorios para - frutas no sulfuradas pues el revestimiento de zinc se corroe con los humos de azufre y la furta absorbe sales de zinc y adquiere un sabor metálico. Con el uso continuo, - el zinc es completamente removido y el acero es expuesto. Por lo que no es satisfactorio este revestimiento para los platos.

El plato más satisfactorio para uso general es el plato con fondo de tablilla de cerca de 2 x 1 Mt. ó 1 x 1 Mt. en tamaño, el de 2 x 1 Mt. es el más común. Consiste de tiras de madera angostas pegadas a otra madera con lados de 3.8 x 7.6 cm. de material y extremos de 2.5 x 5.0 cm. de piezas, cuando es usado para acarrrear en deshidratadores de tiro forzado, la altura de los lados puede ser mayor o menor, según se desee. Los platos forrados con madera sólida para secado al sol son algunas veces usados en secadores, generalmente siguiendo el principio de caída de lluvia, salvando del daño de la lluvia a la fruta. Cuando los platos son usados de tiras de nadera pueden ser llevados entre los extremos para proveer espacio para el paso de aire, el secado es más lento que sobre platos de malla; los platos de 2 x 1 Mt. ó de 2.5 x 1 Mt. no son satisfactorios donde el aire fluye através de grandes - longitudes del plato porque la fruta sobre el extremo del plato está mas cercana a la fuerza del calor, seca más rápidamente que la fruta en el extremo opuesto, o si la dirección del flujo de aire es regresada frecuentemente, la fruta cerca de la mitad del plato seca más lentamente que en los dos extremos. Los platos son colocados através del túnel, de aquí que el aire viaja através del diámetro corto solamente.

C.- OPERACIONES PREVIAS A LA DESHIDRATACION DE LA PAPA.

Para vegetales en general conviene emplear variedades ricas en almidón y que no se desmanucen con la cocción y tienen que estar bien maduras y excentas de raíces y retoños. No conviene mantenerlas almacenadas durante mucho tiempo, resultan do de mejor calidad las desecadas al poco tiempo de recolectadas, su rendimiento es por término medio, de 5/1 a 8/1. Su humedad total, 80 a 84%.

- 1.- Lavado en cilindro rotativo con cepillos y chorros de agua a presión.
- 2.- Pelado.- Efectuándolo por abrasión, por separación de los residuos con agua resulta una pérdida superior al 20%, resulta preferible el sistema de innersión y pelado con solución de sosa cáustica al 15% efectuado con máquina o por aspersión.
- 3.- Lavado con lavadora rotativa, con fuertes chorros de agua.
- 4.- Baño en solución al 0.5% de ácido clorhídrico, durante 30 a 40 seg. y un — subsiguiente enjuagado en agua fresca.
- 5.- Secado.- Pasando el producto en una cinta o banda continua para suprimir las magulladuras, partes podridas, retoños y restos de cáscara adherida.
- 6.- Cortado en tiras de 6 x 6 y 10 x 10 mm. o en cubitos de 10 x 10 mm.
- 7.- Rociado con agua sobre una banda o cinta continua de tela metálica, de este líquido, se recupera el almidón haciéndolo decantar en tanques poco profun-- dos y secándolo.
- 8.- Blanquea vapor a 100°C por sistema continuo (5 a 7 min.) hasta destruir la peroxidasa, con verificación a base de ensayos.

- 9.- Enjuagado rápido con agua rociada.
- 10.- Carga en bandejas (4-5 Kg/m²) repartidas por igual.
- 11.- Secado en dos etapas o en contracorriente, hasta una humedad residual inferior al 7% (temperatura máxima del aire a la entrada 85 y 63°C).
- 12.- Escogido en cinta o banda continua.
- 13.- Envasado común.

De querer granular el producto hay que prolongar el blanqueo hasta cocción y luego pasarlo a presión por matrices similares a los que se utilizan para los macarrones.

Lo aquí expuesto está referido para productos vegetales y frutas en general; a continuación detallaremos las etapas previas necesarias a la deshidratación de la papa.

LAVADO.

Los vegetales de raíz requieren ser mojados y lavados enteros para quitar el abono u otras adherencias.

Los vegetales pueden ser lavados con agua en tres diferentes formas: remojado, lavado por agitación y lavado por rociadores. El remojado o empapado no es un medio efectivo de remover la suciedad pero es usado como un tratamiento preliminar para el lavado por rociadores o por agitación. El agua caliente es un agente de empapado o remojado más efectivo que el agua fría. Es esencial que el agua sea abundante y cambiada frecuentemente; por otra parte, la tina de remojado puede servir como un medio de contaminación tal vez mayor que un medio de limpieza, el agua de lavado es a menudo clorada continuamente.

Si los vegetales son agitados con agua, la eficiencia del proceso de remojado es aumentada. Una forma simple de lavado por agitación es aquél usado en algunas fábricas para el lavado de vegetales, en el cual éstos son transportados através de una corriente rápida de agua en un conducto de madera. Algunas veces es usado aire comprimido para agitar el agua en tanques en los cuales serán lavados los vegetales, o puede también ser agitada o circulada por medio de una bomba. Algunas tinas de lavado están equipadas con una hélice, la cual puede estar en contacto con el producto, la hélice removerá lentamente para evitar mallugaduras, o puede ser encerrada en una pequeña criba o jaula pesada a un lado del tanque. En el lavado de algunos vegetales se añade detergente para mejorar la acción limpiadora. Este método no es efectivo o económico en agua, como el sistema de rociadores.

El lavado de vegetales, por medio de rociadores de agua es en gran parte el método más satisfactorio. Los productos que están grandemente contaminados con sol u otros materiales perjudiciales pueden primero ser remojados a fondo, antes del lavado bajo rociadores. La eficiencia de un rociador de agua para lavado depende de la presión del agua, de su volumen y también de la distancia del orificio del rociador

al producto a lavar. El rociador en el cual un pequeño volumen de agua bajo gran presión es usado, es mucho más efectivo que aquél en el cual un gran volumen de agua bajo una presión reducida es empleado. La distancia del orificio al producto a lavar muy grande afecta la eficiencia del rociador, se ha dado poca atención a este detalle muy importante en algunas máquinas de lavadores a rocío, la mayoría consisten de tuberías que son ajustadas con un serrucho cortador abierto, pero para presiones de agua un exceso de 1.4 Kg/cm^2 . Es conveniente que los orificios usados sean ajustados para prevenir desigualdad o asperezas y para dirigir los rociadores en los canales deseados. Los rociadores son efectivos solamente si el agua toca todas las partes de la superficies del producto. Un medio de atacar este objetivo es colocar los rociadores sobre y debajo de la trayectoria construída de tela de alambre como conducto, el mismo efecto puede ser obtenido haciendo girar el producto durante el proceso de rociado; el más efectivo medio de agitación de producto bajo el rocío es la máquina revolvedora de lavado por rocío usada en raíces, consiste de un tanque perforado ligeramente inclinado ajustado sobre el interior con espirales o con carrugados.

La efectividad del lavador rotatorio depende de la rapidez con la cual pasa el producto a través del lavador, el volumen del agua usada, la temperatura -- del agua, la distancia de los rociadores al producto y la profundidad del producto en el lavador.

En muchas plantas de productos de papa una combinación de conducto con rotación y rociadores es usada, el conducto tiene alrededor de 0.76 Mt. de ancho y está hecho de bronce o tubos de acero inoxidable de alrededor de 0.076 Mt. de diámetro colocados de un lado a otro (o en forma de cruz) y movidos por una cadena continua; en tanto que conducto se desplaza, los tubos revuelven, turnando todas las papas y exponiéndolas sobre todos los lados a los rociadores. Dos partes o etapas de rociadores son usados, uno bajo muy alta presión, abajo 28 kg/cm^2 , y otra bajo mediana presión. Fuera de los rociadores el conducto con rotación sirve como un muy efectivo separador de zonas. Este conducto lavador es aceptable para papas y algunos otros productos.

En la preservación de vegetales para deshidratación, el escaldado es una etapa básica. Algunas funciones del escaldado son:

- a).- Remover materiales externos con los cuales puede influir el sabor.
- b).- Para madurar vegetales voluminosos, para obtener un contenido uniforme.
- c).- Para inactivar enzimas.
- d).- Paradiminuir la resistencia bacteriológica.

Los objetivos del escaldado varían con el producto y el método de preservación a emplearse. Una alta temperatura y corto tiempo de escaldado conducen más a la retención de nutrientes solubles en agua.

ESCALDADO.

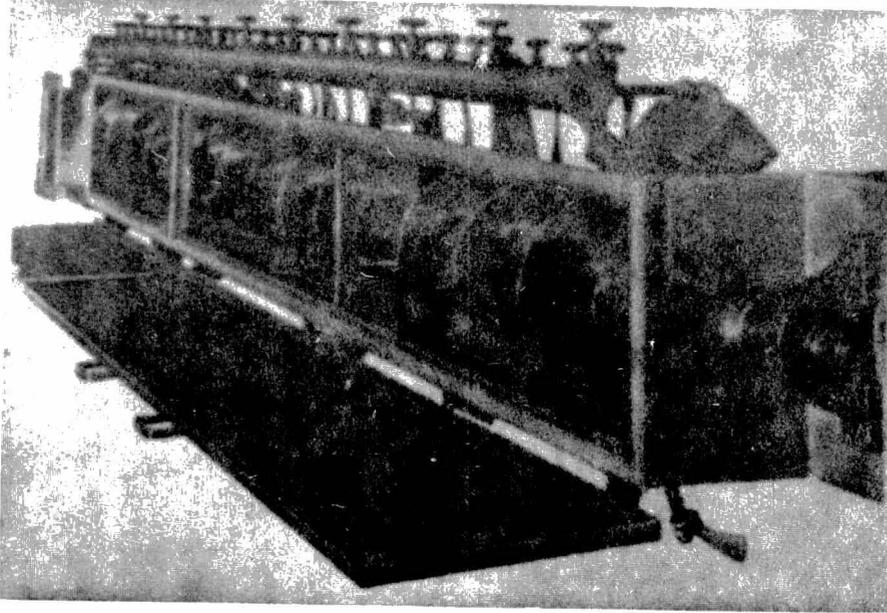
Casi todos los vegetales comúnmente deshidratados son escaldados para que las enzimas no deseadas puedan ser arrastradas y que los productos secos sean - refrescados más realmente. En Gran Bretaña el escaldado con agua es preferido al de vapor. En algunos casos el escaldado con agua es usado repetidas veces con el fin - de concentrar los disolventes sólidos en el producto y al lavar los residuos de le- jía, las pérdidas sean pequeñas, a este procedimiento se nombró "escaldado en series". En las plantas americanas durante la 2a. Guerra Mundial fue costumbre escaldar en va por en un escaldador de gabinete tipo batch, o practicar en un blanqueador de vapor continuo, lo que se prefirió.

Los escaldadores continuos consisten de una gran caja metálica rectangu- lar a través de la cual los vegetales viajan con movimientos lentos en un paño de la na. La puerta se ata con hilo metálico para impedir el roce con la banda, muchos de ellos se dejaron así pero otros fueron inclinados hacia arriba de cada extremo al pun to extremo superior del escaldador, porque se creía que proveía mejor flujo de vapor, con menos peligros de secciones estancadas; sin embargo algunos operadores reempla- zaban el extremo superior por el nivel por ser menos complejo y se obtuvo mejor circu- lación de vapor. La longitud del blanqueador en todos los tipos puede variar según -- los productos.

Es preferible el blanqueador de vapor al de agua, porque se tienen pérdi- das bajas y gran limpieza.

El período de escaldado debe ser suficiente para inactivar las enzimas pe roxidasas completamente, sin embargo, con papas un residuo ligero de peroxidasas reac ciona pero es de pequeña consecuencia. Del escaldado de vegetales siguen otras etapas, entonces se rocían a mano para tener una carga uniforme. También se emplea una flecha de metal vibrando al final del blanqueador para rociar automáticamente el producto; - se usa un impedimento automático a la entrada de los vegetales a la tolva dentro de - las charolas de carga para después moverlas adelante y reemplazarlas por una charola vacía, el vibrador es conocido como un "Syntron". La vibración u oscilación es induci da por una fuerza magneto-eléctrica en la cual la corriente es cerrada automaticamen- te cada segundo la mayoría de las veces, siendo ésto efectivo con vegetales rebanados.

La información publicada sobre la influencia de las operaciones de escal- dado, empleadas en plantas deshidratadoras sobre la composición de vegetales no es su ficiente para permitir una discusión detallada. Es razonable esperar que el tipo de e quipo, medio de escaldado (vapor o agua), tiempo y temperatura de escaldado, naturale za y madurez de los productos alimenticios pueden influenciar el grado al cual cambia la composición química. Datos obtenidos del escaldado experimental pueden ser una ayu da en la estimación de la influencia probable de escaldado comercial sobre la compo- sición.



Blanqueador Rietz de termohélice, usado indistintamente con vapor o agua caliente para blanqueamiento de frutas y vegetales.

En la papa se tiene una relación pequeña de área de superficie a volu-

men.

Los vegetales fueron escaldados en lotes de 1000 g. en 3 lts. de agua destilada a 100°C por uno, 3 ó 6 minutos, mojados por un minuto en agua fría, escurridos y pesados, una porción fue escaldada en vapor por 3 minutos mediante técnica no descrita, usando una corrección para el cambio en peso del vegetal durante el escaldado, el % en retención de azúcar, minerales, proteínas y ácido ascórbico fue calculado y los resultados están resumidos en la siguiente tabla:

PORCIENTO DE RETENCION DE NUTRIENTES EN PAPAS DURANTE EL ESCALDADO *

Vegetal	Azúcar				Mineral				Proteína				Ac. Ascórbico			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Papas (enteras)	94	77	61	77	89	89	83	92	102	98	98	99	62	63	84	64
Papas	92	75	58	81	93	90	91	90	92	87	—	99	68	58	64	61

* De Adam y Stanronth (1942).

- a.- Escaldadas con agua; 1 min. en agua a 100°C.
- b.- Escaldadas con agua; 3 min. en agua a 100°C.
- c.- Escaldadas con agua; 6 min. en agua a 100°C.
- d.- Escaldadas con vapor; 3 min.

Los datos para el total de sólidos no fueron reportados en detalle por Adam y Stanronth (1942), sin embargo para la papa fue 97, 94, 91 y 96% respectivamente para los 1, 3 y 6 min. de escaldado con agua y 3 min. en escaldado con vapor. Otros investigadores han encontrado considerables pérdidas de otros valores dietéticos solubles en agua tales como tiamina, riboflavina, otras vitaminas solubles en agua y constituyentes de nitrógeno. ~~son más severas~~ blanqueamiento en agua que en vapor. Los componentes solubles en agua fueron retenidos en un alto grado en este tipo de vegetales con pequeña relación de área de superficie a volumen. Bajo las condiciones de esos experimentos, un escaldado con vapor de 3 min. fue más favorable que un escaldado con agua durante 3 min., para la retención de los materiales solubles en agua. - Adam y colaboradores (1942) sugirieron que todas las funciones deseables del escaldado se completan en los primeros 2 min. La cantidad de vegetales escaldados, tipo de equipo usado y origen del corte crudo son representativos de condiciones de proceso en casa o laboratorio pero pueden ser diferentes de un procesamiento comercial. Un estudio de los datos podrá sin embargo, ayudar en el desarrollo de procedimientos de escaldado comercial que conserve los nutrientes. Es aparente que el cambio en composición originado en el escaldado es causado primeramente por la lejía de lavado de componentes solubles del agua por el medio de escaldado, con algo de oxidación del ácido ascórbico. La destrucción térmica de la Tiamina u otros nutrientes durante el escaldado es despreciable.

Ambos, escaldado con vapor o con agua fueron estudiados por varios investigadores. Melnick y colaboradores (1944) observaron algo de oxidación del ácido ascórbico en el escaldado con vapor de 5 min. o un escaldado con agua hirviendo durante 3 min. El agua remueve más nutrientes solubles en agua por una acción lixivante que con vapor. En muchas otras pruebas realizadas en laboratorio, el escaldado con vapor, sin embargo, fue superior al escaldado con agua para la conservación del ácido ascórbico, los tiempos de escaldado con agua fueron mayores que para escaldado con vapor en algunos casos. Los datos en la literatura no son adecuados para la evaluación de los cambios relativos en valores nutritivos de vegetales acompañados de escaldado con vapor y con agua en el cual se produce un grado similar de escaldado bajo condiciones comerciales.

El valor de un calentamiento rápido a una temperatura alta para la conservación del ácido ascórbico en vegetales se ha demostrado. Robinson y colaboradores (1945) sugirieron que un sistema enzimático está asociado con la disminución de ácido ascórbico en esos vegetales escaldados por un corto tiempo a una temperatura baja; en el calentamiento limitado parece existir un efecto similar a la maceración, rajamiento o rompimiento de tejidos de plantas y activación de la oxidasa del ácido ascórbico, el calentamiento rápido de los tejidos de las plantas a través de la zona de actividad enzimática para inactivar completamente, puede ser favorable para retener el ácido ascórbico en el alimento escaldado.

Sulfitos o SO_2 son algunas veces añadidos en el agua usada para el escaldado de vegetales para improvisar la estabilidad de los vegetales a deshidratar. Mallette y colaboradores (1946) reportaron que el sulfito en el agua de escaldado benefició la retención del ácido ascórbico en papas blancas y papas dulces, la Tiamina fue destruída en una gran cantidad por inclusión del sulfito en el agua de escaldado.

SULFATACION.

Como un resultado de experimentos hechos en Inglaterra, Australia y Canadá y otros experimentos hechos en la Universidad de California por el Departamento de Agricultura de los E.U.A. en la guerra, se especificó que las papas deben ser mojadas o rociadas con sulfito diluído o bisulfito, o también con una mezcla de las dos soluciones para retardar los cambios por oxidación en el almacenamiento.

La papa rebanada y blanqueada se llevó en charolas por un transportador de cadena en movimiento y fue sulfitada a la mitad de la salida del escaldador. Mackinney (1945) mostró que las charolas al secarse quedaron libres de solución de sulfito. A 50:50 en una mezcla con 0.6% de sulfito y 0.6% de bisulfito las soluciones dan buen resultado, el valor del pH de la mezcla está cerca del 6.7.

En la sulfatación de papas la solución se roció en las rebanadas o

rajas escaldadas en el Syntron que se extiende al final del blanqueador. Se trataron también en algunas plantas, al principio del transportador a través de un recipiente de madera conteniendo la solución de sulfito (usualmente una solución hecha con partes iguales de sulfito y bisulfito) la concentración fue controlada mediante frecuentes análisis. Las papas después del secado pueden contener más de 500 p.p.m. y menos de 800 p.p.m. de SO_2 . Después del refrescado y cocimiento, el sulfito en vegetales secos es usualmente despreciable, o sea que el sabor de dióxido de sulfuro no se nota.

Este tratamiento prolonga grandemente la vida de almacenamiento de los vegetales y protege el caroteno, así como el contenido de ácido ascórbico. La sulfatación protege a los vegetales contra el daño que le causa la abrasión durante la deshidratación, así a muy altas temperaturas deben ser usados vegetales sulfitados.

Algunas plantas en la 2a. guerra mundial usaban tornillos galvanizados para las charolas porque proveen el valor del ph satisfactorio que es de 7.0 para la sulfatación. Otras plantas emplean charolas hechas de tiras de madera con otra tira atravesada a la mitad de la charola, estas charolas fueron usualmente de 1 x 2 Mt. unas de dobles tiras, una en la parte de arriba y otra en el fondo a través de la charola, de tal forma que el techo de una charola descansa sobre otra, previniendo el peso de las charolas. Los lados de las charolas pueden estar abiertas para permitir flujo de aire.

La superficie de la charola puede ser hecha de tiras planas para evitar que se astillen porque se pueden mezclar con el producto ya seco.

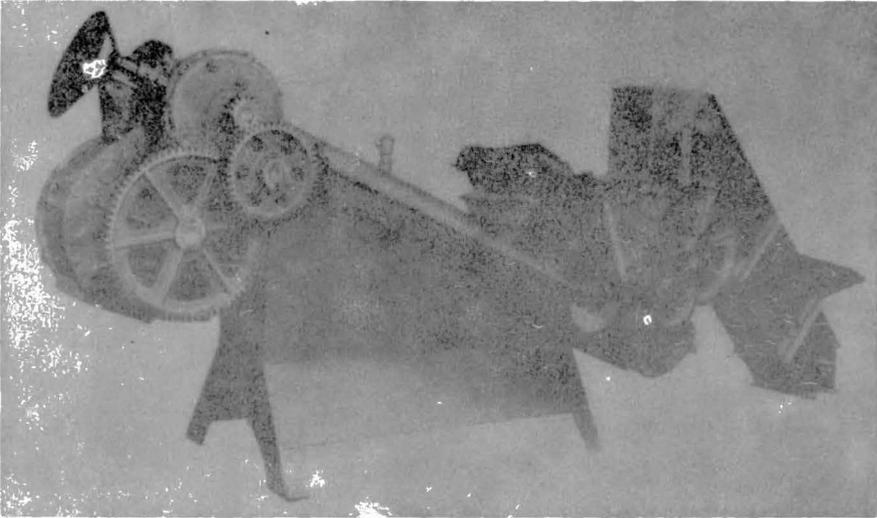
Para papas las charolas de carga varían de 0.340 Kg. a 0.68 Kgs. por M^2 Otros vegetales rebanados o desmenuzados pueden cargarse como las papas pues una carga pesada da un lento y desigual secado. Aún cuando el rociamiento es sumamente importante, aún sin esprear pueden humedecerse grandes masas después del balance del producto en las charolas para ser secado.

Si el método paralelo -contracorriente de dos etapas se usa, se pueden colocar más vegetales en la sección paralela del deshidratador de $88^{\circ}C$ a $93^{\circ}C$. -- Cerca del final del período de secado, es decir, al final de la sección de contracorriente del deshidratador, usualmente son necesarias bajas temperaturas para papas sulfitadas y para papas no sulfitadas $65.5^{\circ}C$. (preferiblemente no arriba de $63^{\circ}C$). En general, los vegetales sulfitados serán tratados de $71^{\circ}C$ - $74^{\circ}C$, mientras que los no sulfitados no resisten temperaturas arriba de $65.5^{\circ}C$.

Durante la 2a. guerra mundial distintas plantas fueron equipadas con secadores al vacío usando charolas de reposo sobre una corredera en un compartimento de un calentador de metal conectado a una bomba de vacío y a un condensador. Las charolas fueron calentadas por vapor. Los costos fueron altos y la calidad de los productos no fueron mejor que la de los productos secados en una corriente de aire caliente.



Lavador y/o enfriador a rocío para espárragos, usado también para otros productos.



Pelador continuo de vapor a alta presión.

Para productos de sabor delicado el secado al vacío tiene una gran importancia, pero se requiere precaución si se usa en vegetales.

En la 1a. guerra mundial los vegetales fueron secados abajo de 10% de humedad. El trabajo de Nichols, Grass y Otros, después de la guerra de 1940 a 1945, muestra que pudieron secar a bajo contenido de humedad con buena calidad.

Varios métodos de prueba para catálisis y peroxididasas han sido usados, en una prueba de laboratorio se usaron 2 gr. de mezcla en pedazos grandes, se metieron a un tubo con 20 cc. de agua destilada, después de cerca de 15 min. se agregó 1/2 cc. de solución de peróxido de hidrógeno al 0.5%, si el catalizador permanece activo habrá una vigorosa evolución de oxígeno gaseoso de 2 a 3 min. Para peroxididasas se hace una cosa similar y después de pasar de 15 a 20 min. se agrega 1/2 cc. de peróxido de hidrógeno al 0.5 % más solución de Guayacol al 0.5% en 50% de alcohol, si las piezas permanecen sin cambiar de color en 15 min., la prueba es considerada negativa, por lo que el blanqueado se considera adecuado, Si las piezas muestran un color rojizo o café en 3 min. la prueba es considerada positiva.

La prueba de peroxididasas para la papa dulce puede ser negativa, Balls (1943) reportó datos que indican que las peroxididasas pueden ser regeneradas en ciertos vegetales después de su destrucción por calentamiento, esto puede también complicar la prueba.

PELADO. Las papas fueron peladas con una fuerte solución de lejía en la mayoría de plantas deshidratadoras durante la 2a. Guerra Mundial. Las concentraciones están en el rango de 10 a 15%; se encontró que en el pelado las pérdidas tendieron a ser menores para las papas a altas concentraciones. El calentamiento de papas en agua hirviendo antes de entrar a la solución de lejía sirvió para acelerar el pelado y conservar la lejía. Las papas también fueron peladas a flama en una planta grande durante la Guerra, en otras plantas las papas fueron peladas por peladores de la Pfaudler y Food Machinery Corp., a presión con vapor, en los cuales el producto es calentado a muy alta temperatura bajo presión con vapor alrededor de 45 segundos, por medio de la presión es liberada instantáneamente para expeler las cáscaras, seguidas de lavado por rociadores, cepillos revolventes son usados además de los rociadores de agua para remover las cáscaras ablandadas con lejía. Una poda a mano es usualmente necesaria con el pelador de lejía para papas. Peladores de vapor tipo Batch fueron también usados al principio, pero en el presente un pelador continuo de presión -vapor- (perfil de vapor), es usado por algunas plantas. Recientemente la lejía y el vapor a altas temperaturas ha sido usado para pelar, el tratamiento con lejía se empieza aplicándola al producto que entra al pelador de vapor. Peladores de mano fueron también usados en algunas plantas durante la 2a. Guerra Mundial, en las cuales las papas son lleva

das con vapor a las tablas de pelado, en donde los trabajadores enfundados en gruesos guantes de lienzo eliminan la cáscara de las papas, si son propiamente evaporadas las cáscaras son expulsadas rápidamente; si las papas no son peladas satisfactoriamente y se les ha permitido permanecer largamente después del alojamiento, van arrugándose.

En el pelado con lejía de papas o aquellos peladores por máquinas -- son evaporadas (corriente de vapor) para ablandarlas.

Los vegetales de raíz pueden ser pelados en un pelador mecánico consistente de un cilindro vertical provisto en el fondo de un disco de revoltura rápida, el cual en suma tiene un movimiento rotatorio expuesto también a un movimiento ondulatorio; las paredes interiores del cilindro y la superficie superior del disco están cubiertas con un material abrasivo, tal como Carborundum, mientras el disco - revuelve, el agua es rociada dentro del pelador, lavando los desmenuzados del pelado y sacándolos facilitando el proceso de pelado.

El pelado con lejía es usado en papas dulces y sus ventajas comparado con el pelado a mano son:

- I.- Reducción del costo de pelado
- II.- Más rápido manejo del producto y
- III.- Menor pérdida de producto por pelado

En el pelado con lejía de papas dulces la acción de la lejía es sobre la cutícula o epidermis de la papa dulce que está hecha de células (cavidades pequeñas) de corcho, las cuales son insolubles en la solución de lejía. Por la resistencia de la epidermis, en este caso el tratamiento es aplicado por un tiempo mayor que en el pelado de otros materiales más o menos de 6 a 8 minutos.

El NaOH es la lejía más comúnmente usada en el pelado. Una mezcla de Na_2CO_3 y NaOH puede también ser usada, ya que la acción del carbonato es mucho menos vigorosa que la acción del hidróxido; sin embargo, la presencia del carbonato hace - menos dificultoso el lavado del producto .

Las formas convenientes de NaOH son la granular y en escamas, cualquiera puede contener alrededor del 95% de hidróxido, las manufacturas de NaOH reportan consistencia como "Porcentaje de óxido de sodio" (Na_2O). La relación entre porcentaje de Na_2O y porcentaje de NaOH se muestran en la siguiente tabla

RELACION DE Na_2O a NaOH CONTENIDOS EN EL HIDROXIDO DE SODIO COMERCIAL

% NaOH	% Na_2O
50	38.75
60	46.50
70	54.25
75	58.12
80	62.00
85	65.87
90	69.75
95	73.62
98	75.95
100	77.50

El NaOH es el agente activo en la lejía. La concentración de la solución de lejía para papas es usualmente de 10 a 15%, varía materialmente de acuerdo a la variedad y madurez.

Muchas formas de máquinas de pelado son usadas comercialmente. El pelador con lejía DUNKLEY consiste de una caja larga, elevada, rectangular de lámina de metal a través de la cual un ancho conductor continuo de alambre enrejado lleva el material crudo; así como el producto, el pelador está sujeto a rociadores de agua caliente. El producto pasa entonces a través de los rociadores de solución de lejía caliente aplicada a él por abajo y por arriba del transportador en la máquina más común. Aún cuando el producto no es agitado, todas las porciones de la superficie son atacadas bajo la acción de la solución de lejía caliente; la lejía y el agua caliente están almacenadas abajo de la cámara de pelado y son circuladas por medio de bombas. Después de pasar a través de los rociadores de lejía, el producto es sujeto a rociado de agua, el agua usada en el primer grupo de rociadores es recirculada -- por medio de una bomba y es usada repetidamente, pero el lavado final del producto es completado por rociadores de agua fría, fresca y limpia.

En la máquina de pelado hecha por KYLE usada con agitación del producto a tratamiento con lejía en agua como un medio de remover la lejía y las cáscaras, un cilindro revolverador primero lleva los trozos de producto a través de un tanque de solución diluida de lejía en ebullición, y luego pasa a través de un tanque de corriente de agua. En recientes años, sin embargo, el tanque de agua ha sido reemplazado por, o es seguido por, rociadores de agua en algunas plantas, como la patente de DUNKLEY sobre el uso de rociadores que ha expirado.

En más empacadoras el pelado con lejía de alimentos es pasado a través de tanques de agua caliente (de 60 a 82°C) después del lavado, para remover las últimas trazas de lejía y supuestamente inactivar la oxidasa en la superficie del alimento. Quin y Cruess encontraron que el bronceado de la lejía de pelado puede ser completamente prevenido por inmersión del alimento pelado en ácido clorhídrico diluido por algunos segundos, la acción inhibitoria de este ácido es doble por el ión hidrógeno y el ión cloruro. Las trazas de ácido son removidas después, enjuagando con agua; el HCl forma NaCl inofensivo con las trazas de lejía residual e inactiva la oxidasa. Una solución de ácido cítrico de alrededor de 0.5% puede ser usado en lugar de HCl pero no es completamente efectivo.

Para papas la concentración de la solución de lejía es usualmente de 10 a 15%, ésta materialmente varía según la variedad y madurez. La temperatura será mantenida en o dentro de pocos grados del punto de ebullición.

En muchas empacadoras se hace el control de la concentración por análisis químico de la solución de pelado, aunque en otro número de muestras de la solución del tanque de pelado se hace por titulación frecuente con solución ácida es-

tandard y la solución es ajustada según los requerimientos.

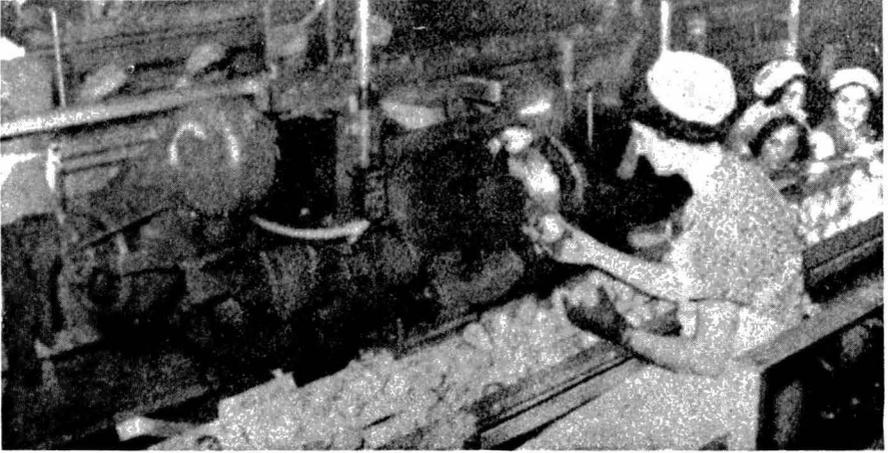
La concentración de la solución de pelado puede también ser determinada rápidamente y en forma correcta por medio de un instrumento de conductividad eléctrica, construido para usarse con corriente alterna ordinaria de 110 ó 220 volts, -- hay también instrumentos indicativos de la conductividad que pueden ser usados con simples electrodos de fierro, como aquellos de una bujía incrustados en la solución hirviente de lejía, el instrumento puede ser calibrado por titulación de muchas soluciones de lejía, el operador puede en cualquier momento determinar a primera vista la concentración de la solución de lejía en el tanque de pelado. Afortunadamente, el ión OH^- es mucho mejor conductor que los iones negativos de ácidos orgánicos, entonces la conductividad está muy poco afectada por sales de sodio formadas por neutralización de la lejía por ac. del producto. En algunos casos de productos resistentes o en algunos casos saturados, más solución de lejía es añadida a la solución de lejía de pelado para mantener la concentración deseada; en otros casos el NaOH en escamas es añadido directamente. En algunas empacadoras se ha usado el NaOH sólido fundido - en cilindros de acero, como sigue: el cilindro es llevado sobre y alrededor del tanque y la corriente es admitida através de un orificio en el fondo del cilindro, el agua caliente condensada formada lentamente disuelve el "cáustico" (NaOH), y la solución saturada gotea en una pequeña corriente dentro del tanque. La solución de NaOH fuerte en el tanque es ahora suplida en empacadoras por manufacturas químicas.

Todo operador vigila estrechamente la apariencia del producto pelado, si ven que el pelado es incompleto, la concentración de lejía es aumentada y si está penetrando intensamente también, puede ser diluida. Un mal control de la concentración de lejía proveerá excesiva pérdida en peso e indebida disminución en el tamaño de los trozos durante el pelado.

El rendimiento del pelador podrá estar afectado, por supuesto, variano el tiempo de inmersión, pero usualmente el tiempo varía al igual que la concentración de lejía según las condiciones del producto y éstos pueden ajustarse según las necesidades. La cantidad de lejía usada por tonelada de producto varía grandemente de acuerdo a la variedad, madurez y el tipo de máquina de pelado usada.

CORTADO, REBANADO Y DESMENUZADO.

Las papas después del pelado son cortadas en piezas de tiras o son rebanadas en piezas de 6.35 por 9.53 mm. o más pequeñas. Durante la Guerra algunas papas dulces fueron cortadas cerca de 6.35 mm. de espesor, otras fueron cortadas en tiras o rebanadas. Un rebanador es usado para papas y vegetales de raíz. La primera operación es cortar el producto en rebanadas por medio de cuchillos circulares, entonces las rebanadas son cortadas en trozos similares a las piezas para papas a la Fran



Máquina de cortado y pelado.

cesa y finalmente las tiras son cortadas para tener rebanadas, usualmente los cubos son perfectos y se obtienen de forma irregular.

(D.- EFECTOS DE LOS PROCESOS COMERCIALES SOBRE LA COMPOSICIÓN Y EL VALOR NUTRITIVO.

La consideración del valor nutritivo de alimentos secados y deshidratados en nuestra dieta diaria, la producción de vegetales deshidratados es mucho menor que la de frutas, pero está creciendo rápidamente.

En los últimos años se han obtenido nuevas técnicas de procesamiento y nuevos productos, alimentos ligeros reconstituyentes han sido desarrollados que retienen su valor nutritivo mejor durante la deshidratación. Un producto nuevo es el puré de papa deshidratada. Primero consideraremos el valor nutritivo de los alimentos secados o deshidratados por métodos convencionales como el secado con sol y deshidratación por corriente de aire en secadores de túnel de corriente de flujo, entonces -- consideraremos algunos de los recientes desarrollos.

MONDADO.- La presencia de materiales extraños hace que se dificulte, o sea casi imposible obtener muestras de las porciones comestibles de muchos vegetales mientras permanecen dentro de proceso. Este es un factor limitante de datos útiles para observar la influencia en las etapas preliminares sobre la composición química. La información relacionada con la composición de alimentos, extractabilidad y estabilidad de los diferentes componentes de los vegetales, ayudan a evaluar los cambios en la composición química.

Las operaciones mecánicas de lavado requieren de algunos minutos a temperatura ordinaria, esto dará una poca influencia sobre la composición de los alimentos. En cada operación el sistema enzimático puede ser activado y con esto se acelerará la oxidación del ácido ascórbico y/o caroteno.

La literatura sobre los cambios en la composición de vegetales influenciados por el podado durante el procesamiento comercial es extremadamente limitada. El caroteno de vegetales está confinado a las porciones pigmentadas. La concentración de riboflavina y niacina en la cáscara de papas fué reportada a ser muy superior que en las papas peladas. Otro grupo de investigadores, sin embargo, reportaron la concentración de niacina en la cáscara de las papas como menor que en el tubérculo pelado. La concentración de tiamina fue reportada a ser mayor en el centro que en la cáscara de la papa. La concentración de ácido ascórbico es similar por dentro y por fuera de la cascarilla de las papas, con una tendencia leve a aumentar la concentración en el interior que en la periferia. Se tienen indicaciones referentes a que cualquier cambio en la composición acompañado con cada operación resulta igualmente distribuido en el alimento, por lo que se puede observar hay una influencia en la distribución de los nutrientes de vegetales por el podado o valor nutritivo en el alimento procesado.

La influencia efectiva que el lavado con agua a temperatura ambiente puede tener sobre la composición de vegetales no ha sido discutida en ninguna literatura de procesado de alimentos. Pérdida de humedad con evaporación ocurre durante el transporte y manejo de los alimentos crudos frescos. El lavado con agua fría tiende a rehidratar el producto, con papas la rehidratación debida a un corto lavado con agua = fría podría esperarse a ser ligera, en cada caso, el cambio en humedad contenida es probablemente el cambio más significativo en composición acompañando el lavado con agua fría.

En un blanqueo de tres minutos en agua a 38°C, el cual puede ser considerado un lavado de agua, fue encontrado por Guerrant y Dutcher (1948) que producía una retención del 90% de ácido ascórbico, sin un incremento de ácido ascórbico en el agua. La influencia del enfriado por mojado en agua, por rociado de agua, o por salpicado con un ventilador (Hard y Ross, 1956), fue incluido en un estudio de blanqueamiento con agua o vapor y por calentamiento dieléctrico, la mayor pérdida de peso estuvo asociada con el aire de enfriamiento, después de la corrección por cambio en peso, los vegetales enfriados por rociadores con agua y en mucho menor grado aquel que se hubo mojado en agua, retuvieron pequeñas cantidades de sólidos solubles y ácido ascórbico que aquel enfriado en aire. El cambio en la composición asociado con la diferencia en la técnica de enfriamiento fue significativamente diferente entre una prueba y otra.

Los efectos de las radiaciones ionizantes sobre las vitaminas contenidas en materiales alimenticios son:

Vitamina	Alimento	Dosis de Irradiac.	Contenido Original	Retención en muestras Irradiadas			Retención en muestras Procesadas con calor			
				Inmediato	Después 8 meses	Después 8 meses Almac.	Inmediato	Después 8 meses Almac.		
				a °C			a 20°C			
				10	20	30	37			
				%	%*			%		
Beta-Ca- roteno	Papa Dulce	2.5x10 ⁶	1.8mg/100g	42	38	32	22	16	84	64
Ac. As- córbico	Papa Dulce	0.2x10 ⁶	32.0mg/100g	50	-	-	-	-	-	-

*Aproximadamente 30 min. a 116°C y puede variar + 5 min..

De Proctor y colaboradores.

El uso de antibióticos en procesamiento comercial de alimentos está iniciándose. Los efectos del uso de antibióticos sobre la composición de los alimentos han recibido poca o ninguna atención, de aquí que la adición del antibiótico por si misma no alteraría al alimento grandemente, entonces los cambios en la composición del alimen

to podrán ser aquellos originados en ellos por procesamientos modificados o prácticas de mercado realizadas que se pueden modificar demorando el deterioro microbiológico. Los antibióticos no son agentes esterilizantes y muchos solamente inhiben el crecimiento de microorganismos, a este respecto los antibióticos actúan de una manera similar a la refrigeración, ambos retardan el crecimiento microbiológico.

Se han realizado extensos estudios, usando antibióticos para controlar el desprendimiento bacterial y fungal que afectan la producción de vegetales (Zaume--yer, 1956). Smith (1952-1953) reportó que el sulfato de streptomycina puede ser usado para controlar bacterias en raíces de tierra de vegetales frondosos y una serie de re--portes se han hecho sobre el uso potencial de ciertos antibióticos para control bacte--rial y fungal en raíces de vegetales recién cosechados. Las pérdidas después de la cosecha de vegetales representan una seria pérdida económica y a eso se debe el gran uso potencial de antibióticos para controlar estos desperdicios. Bronde (1953) sugirió que una mezcla de antibióticos podrían controlar el empeoramiento bacterial de papas. Kersey (1953) mostró que la oxitetraciclina es efectiva para la preservación de vege--tales cortados. Smith sumariizó los progresos en esta área en 1956 y 1957 en donde in--dicó que antes de la cosecha y después de ella el tratamiento de ciertos vegetales po--dría ayudar a disminuir el desperdicio después de la cosecha, en el cual se incremen--ta en un 13% el vegetal útil. El indicó que (1956) la rimocidina y camidicidina fue--ron efectivas para controlar el ennegrecimiento de raíces vegetales subterráneas y -- (1957) que la nystatina fué también usada sobre papas prepeladas y precortadas.

En el secado, un alimento pierde su contenido de humedad, lo cual da - como resultado un aumento en la concentración de nutrientes en la masa restante. Las proteínas, grasas y carbohidratos están presentes en mayor cantidad por unidad de pe--so en los alimentos secados, que su contrario fresco. En esta principal categoría los alimentos secados producen partidas reconstituidas o rehidratadas comparables con los alimentos frescos; sin embargo, como con cualquier método de conservación, el alimen--to conservado no puede ser de la alta calidad del producto alimenticio original. En los alimentos secados hay una pérdida de vitaminas, puede esperarse que las vitaminas solubles en agua sean parcialmente oxidadas y son disminuidas durante el blanqueado - y la inactivación de las enzimas. El grado de destrucción de las vitaminas dependerá del cuidado ejercido durante la preparación del producto alimenticio para su deshidra--tación, del cuidado en su ejecución y de las condiciones de almacenamiento para los - alimentos secados. El ácido ascórbico decrece durante el almacenamiento de la papa -- deshidratada; en nitrógeno las pérdidas son mucho menores. Similarmente en gas de dióxido de carbono. La pérdida de riboflavina fue ligera en aire y gases inertes. Mor--gan estableció (1944) que pérdidas de tiamina en almacenaje son usualmente ligeras y algunas veces dentro de las pruebas aceptadas. Se encontró niacina (ácido nicotínico muy estable), en almacenaje las pérdidas muy ligeras o no detectables por los métodos usuales de ensayo.

Morgan (1944) encontró relación de pérdidas severas en el caroteno durante la deshidratación de vegetales no escaldados. Varios investigadores encontraron después en la 2a. Guerra Mundial que el caroteno es mucho más estable en vegetales secos almacenados en gas inerte tal como dióxido de carbono que en aire.

El ácido ascórbico y el caroteno son dañados por los procesos oxidantes, la riboflavina es ligeramente sensible, la tiamina es sensible al calor y destruida por la sulfuración. Solamente moderadas pérdidas de tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico ocurren durante la deshidratación. Los resultados de varios investigadores con respecto a la papa están reportados en la siguiente Tabla. Los datos sobre pérdidas durante el escaldado están incluidos como una ayuda en la evaluación de pérdidas durante sus etapas de deshidratación.

Cantidad de retención de tiamina, riboflavina, niacina y ácido pantoténico en papa durante la deshidratación, expresada como por ciento de contenido en el vegetal - fresco antes del escaldado.

VEGETAL	NUM.DE MUESTRAS	TIAMINA		RIBOFLAVINA		NIACINA		AC. PANTOTENICO	
		ESCALD.	DESHID.	ESCALD.	DESHID.	ESCALD.	DESHID.	ESCALD.	DESHID.
Papas (1)	2	80	60	100	100	-	94	100	100
Papas (2)	1	58	77	-	-	-	-	-	-
Papas dulces (3)	-	-	-	-	89	-	100	-	72

- (1).- De Morgan y colaboradores (1944)
- (2).- De Tressler y colaboradores (1943)
- (3).- De Sheybani y colaboradores (1944)

El ácido ascórbico es la vitamina más difícil de preservar durante el escaldado y la deshidratación de vegetales. Las pérdidas varían mucho, desde una baja de alrededor del 10% de ácido ascórbico presente antes del escaldado hasta completa destrucción (Farrell y Fellers 1942; Davis y colaboradores 1942; Allen y colaboradores 1943; Porter y colaboradores 1944; Poole y colaboradores 1944; Wager y colaboradores 1945; Mallette y colaboradores 1946). Los resultados sugieren que alrededor de la mitad del ácido ascórbico es usualmente perdido durante el escaldado y secado, pero extensas variaciones se pueden esperar.

Las diferencias en los valores reportados pueden ser causadas en parte por la no uniformidad del material crudo a su susceptibilidad de oxidación. Sin embargo, las condiciones de secado pueden haber sido responsables en parte por las diferencias observadas en esos valores, y parece probable que la retención del ácido ascórbico podrá mantenerse por la selección de condiciones óptimas.

EFFECTO DE LAS CONDICIONES DE SECADO SOBRE LA PERDIDA DE ACIDO ASCORBICO DURANTE SECADO A TRAVES DE FLUJO EN PARALELO DE GRANULADOS DE PAPA. *

PLATO **	TEMP. DEL AIRE °C	BULBO SECO °C	TIEMPO DE SECADO		PERDIDA DE AC. ASCORBICO %
			1er. EDO. Hr.	2º EDO. Hr.	
Parrilla de metal	93 - 77***	49 - 60***	0.63	2.47	16
Tablilla de madera	93 - 77***	49 - 60***	0.92	4.08	24
Parrilla de metal	93 - 54***	49 - 60***	1.05	2.28	26
Tablilla de madera	93 - 54***	49 - 60***	2.25	3.67	37

*.- De P.W.Kilpatrick y H. Campbell, no publicada.

**.- Plato Cargante, 5 Kg/mt².

***.- Primer estado simulado de túnel de secado con flujo en paralelo. Temperatura de bulbo húmedo 49°C.

****.- Segundo estado simulado de túnel de secado de flujo a contracorriente. Temperatura de bulbo húmedo 30°C. Cambia de primer estado a segundo estado en condiciones de cerca del 40% de humedad. El Contenido de humedad del producto de 5.2% a 6.0%.

La situación es compleja, los factores pertinentes incluyen la temperatura del aire (bulbo seco y bulbo húmedo), temperatura de la pieza de secado, y el posible efecto del ennegrecimiento no enzimático. La Tabla anterior muestra los resultados obtenidos sobre los efectos del tipo de plato y el tipo de ciclo de secado en estudios de granulados de papa en el Laboratorio de Investigación Regional, - Departamento de Agricultura de los E.U.A. Las pérdidas de ácido ascórbico disminuyen en platos de parrilla de metal más que en platos de madera; fueron también disminuyendo por el ciclo de secado, involucrando la temperatura de 77°C, los platos de metal y la alta temperatura de secado tienden a apresurar el secado, reduciendo la longitud de tiempo durante el cual el producto fue expuesto a la elevada temperatura de secado. El producto puede no haber alcanzado una temperatura mucho más alta que la del bulbo húmedo mientras estuvo en la etapa primera de secado. Esos resultados sugieren que la pérdida de ácido ascórbico puede ser minimizada si el tiempo de secado puede ser acortado sin un incremento marcado en la temperatura del producto de secado, pero si la temperatura de la pieza de secado se incrementa muy grandemente con incremento de la temperatura del aire, parece que la pérdida puede ser incrementada. Esta fue la aparente explicación de grandes pérdidas de ácido ascórbico en papas en cuadros secadas a relativamente alta temperatura, en otro estudio en conjunción con el antes mencionado de gránulos de papa.

En suma por la deterioración oxidativa, el ácido ascórbico puede también ser destruído durante el secado por reacciones de ennegrecimiento no enzimático.

Ha sido demostrado que en estudios químicos de un sistema de modelos, el ácido ascórbico puede ser destruído de esta manera (Hodge, 1953). La oxidación para el ácido de hidro-ascórbico puede ocurrir primero. El ácido ascórbico puede jugar una parte importante en el ennegrecimiento durante el secado, siguiendo la oxidación del ácido dehidro-ascórbico. Esta acción, si sucede, puede ayudar a explicar los fines de Hendel y colaboradores (1955) que en recipientes de alta humedad el ennegrecimiento no enzimático de papas es mucho más estable en aire que en vacío, puede también indicar que la pérdida de ácido ascórbico puede ser retardada llevando la deshidratación bajo condiciones que puedan minimizar el ennegrecimiento no enzimático. En general, cada condición requerirá decrecimiento progresivo de la temperatura del aire hasta que la sequedad completa se aproxima (Hendel y colaboradores, 1955).

El secado solar causa grandes pérdidas en el contenido de caroteno. - La deshidratación, especialmente el secado por rocío, puede ser realizado con una pequeña pérdida en este nutriente, y estará más retenido durante la deshidratación si el vegetal ha sido escaldado. Bailey y Dutton (1945) han mostrado que este incremento resulta de pérdidas de sólidos solubles durante el escaldado o durante el tratamiento con soluciones de sulfito. Más investigadores alrededor de 1942, estudiando el escaldado de productos, reportaron retenciones en el rango de alrededor del 75 al 100% durante el escaldado y la deshidratación.

Es de interés mencionar que antes de 1942 grandes pérdidas de caroteno durante el secado fueron reportadas, esas pérdidas han sido atribuídas al efecto que en muchos de los primeros estudios de muestras éstas no fueron escaldadas antes del secado. El escaldado es necesario si severas pérdidas de caroteno por acciones enzimáticas se quieren evitar. La vitamina C se pierde en grandes cantidades en los vegetales secados al sol. La retención de vitaminas en los alimentos deshidratados generalmente es superior en todas las cuentas a la de los alimentos secados al sol.

Los tejidos de vegetales secadas artificialmente o al sol tienden a tener pérdidas en nutrientes en magnitudes del mismo orden que en las frutas. El contenido de caroteno en los vegetales disminuye hasta un 80 % si el proceso es llevado a cabo sin inactivación de enzimas. Los mejores métodos comerciales les permiten secarlos con pérdidas de caroteno de 5 %; puede anticiparse que la reducción de contenido de -- tiamina será del orden de 15 % en los tejidos blanqueados, mientras que en los no blanqueados pueden perder 3/4 partes de éste nutriente. El secado rápido retiene mayores cantidades de ácido ascórbico que el secado lento; generalmente la vitamina C de los tejidos de vegetales se perderá en los procesos lentos y de secado al sol, en todos los casos la potencia vitamínica disminuirá en el almacenamiento del alimento seco.

El valor biológico de las proteínas depende del método de secado. Las exposiciones prolongadas a altas temperaturas pueden hacer las proteínas menos útiles

en las dietas, los tratamientos de baja temperatura pueden aumentar la digestibilidad de las proteínas sobre el material original.

La ranciedad es un importante problema en los alimentos secados. La oxidación de las grasas en los alimentos es mayor a altas que a bajas temperaturas de deshidratación, y un control efectivo es la protección de las grasas con antioxidantes.

Los vegetales son fuentes ricas de carbohidratos y fuentes pobres de proteínas y grasas. La principal deterioración en los vegetales ocurre en los carbohidratos, la decoloración puede ser debida a encafeamiento enzimático o a reacciones de tipo de caramelización; en los últimos casos la reacción de los ácidos orgánicos y los azúcares en reducción causan la decoloración notada como encafeamiento. La adición de bióxido de azufre a los tejidos es un medio de controlar el encafeamiento, su acción es la de un envenenador de enzimas con poder antioxidante, la efectividad de éste tratamiento depende de los contenidos de humedad bajos, la deterioración de carbohidratos es la más importante en los tejidos de vegetales que van a ser secados. El secado lento al sol permite una gran deterioración a menos que los tejidos sean protegidos con sulfitos u otros agentes adecuados, el quemado de azufre es el método menos caro para obtener esa protección y se hace antes del secado.

Los niveles de humedad crítica en el encafeamiento parecen estar entre 1 y 30 % de humedad, por debajo de 1 % el encafeamiento ocurre a niveles grandemente reducidos y sobre el 30 % éste ocurre aparentemente a los mismos bajos niveles.

Los datos de composición están dados en la siguiente tabla para vegetales deshidratados por procedimientos convencionales:

COMPOSICIÓN APROXIMADA DE VEGETALES DESHIDRATADOS POR 100g.*

Vegetal	Agua Energía del Alimento		Proteína g.	Carbohidrato Total g.	Cenizas Calcio		Fósforo mg.	Hierro mg.
	g.	Cal.			g.	mg.		
Papas blancas	7	357	7.1	82.2	3.0	25	88	4.0
Papas dulces	7	362	5.0	84.5	2.6	75	74	2.3

* De Watt y Merrill (1950).

La oxidación es la primera causa de pérdida durante el secado, particularmente en el caso del ac. ascórbico, pero pérdidas mono-oxidativas aparentes ocurren bajo las mismas condiciones. El ennegrecimiento no enzimático reduce el valor de las proteínas.

Durante la Segunda Guerra Mundial se hicieron estudios en Inglaterra, Canadá, E. U. A., y Australia sobre la composición química de vegetales deshidratados y del cambio de valores nutritivos, vitaminas particularmente, durante el secado y al

microbios

macenaje.

En la siguiente tabla se dan valores aproximados de alimentos para -- distintos vegetales frescos y el correspondiente al vegetal seco:

COMPOSICION DEL VALOR NUTRITIVO APROXIMADO DE DISTINTOS VEGETALES FRESCOS Y DESHIDRATADOS (a 5 % de humedad como base).

Vegetal	% de agua	% Proteína	% Carbohidratos.	Valor comestible por Kg/cal	Relación de comestible fresco a seco.
Repollo					
Fresco	91.5	1.6	5.6	65.83	1:11.1
Seco	5.0	17.7	62.3	732.30	
Maíz					
Verde	75.4	3.1	19.7	213.38	1:3.9
Seco	5.0	11.8	75.7	819.96	
Chícharos					
Verde	74.6	7.0	16.9	174.79	1:4.5
Seco	5.0	26.2	62.8	784.51	
Papas					
Fresca	78.3	2.2	18.4	174.79	1:4.5
Seca	5.0	9.5	80.2	761.35	
Calabaza					
Fresca	93.1	1.0	5.2	54.48	1:13.7
Seca	5.0	13.6	71.1	745.92	
Zanahoria					
Fresca	90.0	1.1	5.9	57.20	1:8.2
Seca	5.0	9.7	48.0	471.70	

En vista de que los microorganismos están ampliamente distribuidos en toda la naturaleza y que los productos alimenticios en un tiempo están en contacto con el suelo y polvo, se anticipa que los microorganismos estarán activos siempre -- que las condiciones lo permitan. Un método lógico de control es la restricción de la humedad para el crecimiento de éstos, los tejidos vivos requieren humedad, y la cantidad de ésta en el alimento establece cuales microorganismos tendrán oportunidad de crecer. Están establecidos ciertos parámetros para el crecimiento microbiano. Los mo

Los pueden crecer en los sustratos alimenticios con una humedad tan baja como el 12% y se conocen algunos que crecen en alimentos con menos de 5% de humedad. Las bacterias y las levaduras requieren niveles de humedad más altos generalmente sobre 30%.

Los granos son secados alrededor de 12% de humedad y tienen, por lo tanto la protección adicional de su alto contenido de sólidos. El grano con 16% de humedad puede crear moho en el almacenamiento, arriba de 2% de humedad puede ser anticipado el crecimiento del moho si las condiciones del medio circundante son favorables, de 30% de humedad más, puede anticiparse el crecimiento de bacterias y levaduras si las condiciones del medio circundante lo permiten.

El cloruro de sodio es empleado comúnmente junto con el secado, esta sal establece un control sobre los organismos que crecerán. En general, el crecimiento en estado de descomposición es controlado por concentraciones alrededor del 5%; la sal es útil en el control del crecimiento microbiano durante los procesos de secado solar y deshidratación.

Las bacterias patógenas sólo ocasionalmente son capaces de resistir el medio circundante desfavorable para ellas en los alimentos secados creándose entonces un peligro de salud pública al ser comidos. Son notables las infecciones por organismos entéricos y alimentos envenenados por organismos en general. Es una técnica general el secar los cultivos (por medio de técnicas de liofilización) para su almacenamiento, bajo estas condiciones hay una disminución lenta y constante en el número de poblaciones sobrevivientes. Se han encontrado experiencias similares con las contaminaciones bacterianas de alimentos secados. El control más positivo podría ser el empezar con alimentos de alta calidad con baja contaminación, pasteurizar el material antes del secado, procesar en establecimientos limpios y almacenar bajo condiciones severas de limpieza, donde los alimentos secados estén protegidos contra la infección por el polvo, insectos, roedores, u otros animales.

La decoloración, rara vez no causa una seria pérdida como el deterioro por microorganismos no obstante es un problema. De acuerdo a Kohman, el ennegrecimiento de la papa dulce es causado por una combinación de la tiamina de las papas con compuestos disueltos de Fe_2O_3 de láminas, el aire también permite oxidación y un subsecuente ennegrecimiento se lleva a cabo.

Las enzimas, por lo general, son sensibles a las condiciones de calor húmedo especialmente a las temperaturas superiores a la máxima para la actividad enzimática. Las temperaturas de calor húmedo cercanas al punto de ebullición del agua encuentran enzimas casi instantáneamente inactivadas, hay excepciones, pero como una regla un minuto a $100^{\circ}C$ deja a las enzimas inactivadas cuando son expuestas al calor seco, tal como se usa en el secado, las enzimas son notablemente insensibles al efecto de la energía. Las exposiciones cortas a temperaturas cercanas a $200^{\circ}C$ tienen poco efecto sobre -

enzimas si el medio de calentamiento y la preparación de la enzima son secos. Es importante, por lo tanto, controlar la actividad enzimática ya sea sujetando el material alimenticio a condiciones de calor húmedo o inactivando químicamente las enzimas, en cualquier caso, las enzimas deben ser inactivadas.

Generalmente dos enzimas, son usadas como indicadores de la actividad enzimática residual. Los métodos de prueba son simples y se ejecutan rápidamente. Las enzimas requieren humedad para ser activadas, la actividad enzimática es reducida disminuyendo la humedad, pero simultáneamente ocurre una concentración de enzimas y sustrato, las velocidades de reacción enzimática dependen de la concentración de ambos. La actividad enzimática es cero a niveles por debajo de 1% de humedad.

El color de los alimentos depende de las circunstancias bajo las cuales es visto el alimento y la habilidad de éste para reflejar, dispersar, absorber o transmitir la luz visible. Como se indicó previamente la papa en forma original es -- por lo general de color brillante.

El secado de los alimentos cambia sus propiedades físicas y químicas y puede esperarse que se alteren sus habilidades para reflejar, dispersar, absorber y transmitir la luz y por lo tanto modificar su color.

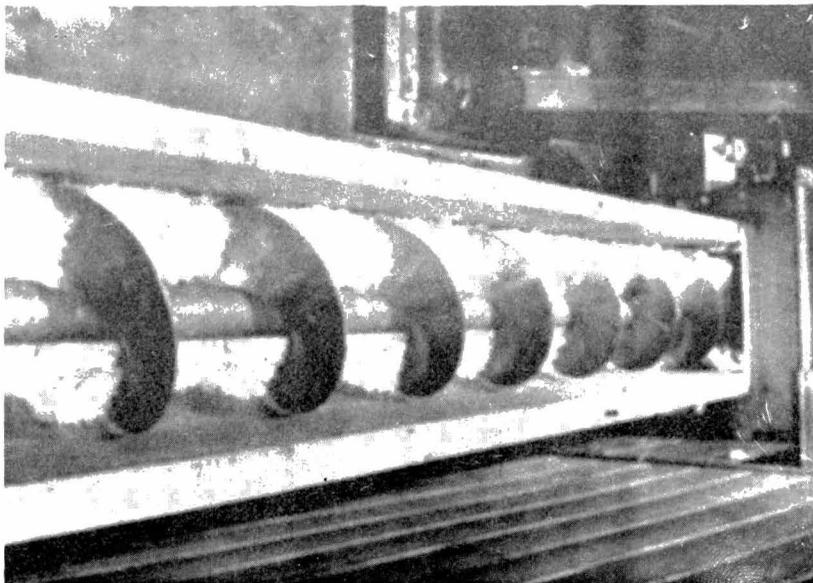
Se ha encontrado que los carotenoides son alterados durante el proceso de secado, mientras mayor sea la temperatura y más largo el tratamiento, serán alterados más pigmentos. Las antocianinas también son dañadas por los tratamientos de secado. Los tratamientos con azufre tienden a blanquear los pigmentos de antocianina y -- ejercen al mismo tiempo, una fuerte acción inhibidora sobre el encafecimiento oxidante.

El encafecimiento de los tejidos vegetales rotos es inducido por sistemas de enzima oxidada en los tejidos. Los cambios oxidantes son perjudiciales para la calidad del alimento que va a ser secado. Esta decoloración puede ser controlada -- por inactividad térmica de las enzimas.

La integración de los aminoácidos y de los azúcares en reducción (reacción de Maillard) ocurre durante la deshidratación convencional de las frutas y vegetales. Si son sulfurados, puede ser inhibido el encafecimiento enzimático y retardada la reacción de Maillard.

El encafecimiento puede ser retardado drásticamente manteniendo los contenidos de humedad de los productos secados por debajo de 1%, aunque tales niveles de deshidratación pueden dar como resultado un sobrecalentamiento y una deterioración en el producto, el encafecimiento puede ser retardado almacenando los productos secos a bajas temperaturas.

Las unidades de deshidratación continua al vacío han sido desarrolladas mejorando grandemente la calidad de los vegetales secados especialmente los productos pulverizados, tales como los purés.



Transportador de hélices helicoidales
sin tapa.

La desecación en empaque ha sido útil para la eliminación de la humedad de los alimentos deshidratados durante el almacenamiento. Un medio efectivo de bajar los niveles de humedad, es colocar paquetes de óxido de calcio dentro de recipientes herméticamente sellados de productos secados, por ejemplo, en los cristales de jugo de naranja colocados dentro de tales recipientes con 3% de humedad puede ser bajado a menos de 1% en su contenido de humedad con desecadores en el empaque. Este es un método efectivo de lograr bajos contenidos de humedad sin el peligro de degradar al alimento que existe con el calor adicional que de otra forma se requeriría.

E.- ALGUNOS USOS DE PAPA DESHIDRATADA Y SU PREPARACION.

Harina de papa para uso en pastelería.- En la preparación de la harina de papa por el método de hojuelas para uso en pastelería, se requiere de las siguientes etapas:

Las papas son primero lavadas cuidadosamente, entonces se pelan mecánicamente o con lejía y cortadas a mano si son usados para un mejor grado de harina, el pelado es algunas veces omitido. Son cocinadas en una retorta bajo 1 kg. de presión de vapor de 15 a 25 minutos lo que les reduce su consistencia harinosa, entonces son pasados entre un cilindro de acero el cual tiene una superficie lisa y se cierra revolviendo el producto. Se usa vapor cerca de 4 Kgs. de presión en los cilindros, - las papas son comprimidas a una capa delgada y secadas por contacto con la superficie caliente de los cilindros. Raspadores mecánicos remueven el producto seco el cual cae en forma de hojuelas a un transportador, las hojuelas son deshechas y salen por otro lado para producir una harina la cual se compara favorablemente con una harina de valor nutritivo alto aunque es baja en proteínas.

El método de hojuelas es usado en Europa pero en pocas plantas de América.

Harina de papas sulfuradas para uso en la Industria Textil.- En una planta de California el siguiente método fué usado durante la 1a. Guerra Mundial.

Las papas fueron remojadas para perder adherencias del suelo, lavadas, peladas por abrasión y cortadas mecánicamente. Los trozos de papas fueron sulfurados con gases de vapor de quemadores de sulfuro en una caja rectangular cerrada y donde fueron esparcidos y secados a 93°C en el cinturón de un transportador de un deshidratador, las piezas secadas fueron entonces sacadas.

Prescott y Mangels quisieron preparar harina de papa dulce por el proceso de hojuelas pero encontraron que éstas eran higroscópicas y pronto se atarraban, por lo que son consideradas de bajo valor como harina.

Deshidratación de papa por uso de tabla.- El siguiente procedimiento está basado en métodos usados durante la 2a. Guerra en las plantas de California y el noroeste del pacífico.

La variedad preferida en el Oeste de E.U.A. es la de panecillos, la segunda escogida es la Rósa Blanca, otras variedades son usadas en Medio Oriente. - De 45.4 Kgs. de papas recibidas se obtienen de 3.6 a 5.4 Kgs. de producto seco. Las pérdidas por preparación son cerca del 30 al 40% dependiendo de las condiciones de la papa y de los métodos de pelado, etc.

En las plantas de California las papas son peladas en un tanque continuo tipo colgador con lejía, conteniendo una solución de lejía de 10 a 15% de hidróxido de sodio, son vigorosamente lavadas en un lavador rotatorio bajo rociado de agua a alta presión, luego son cortadas a mano con un movimiento lento en una banda de hule. Las pérdidas por el cortado pueden ser de 10 a 20% y es un alimento para ganado de gran valor.

El encafecimiento es rápido pero puede ser prevenido por inmersión de las papas peladas en una solución de bisulfito al 0.5% antes de cortarse o por exposición en vapor de las papas sin pelar cerca de 14 minutos antes de pelarse con lejía.

Las papas recortadas van al partidor el cual las corta en cubos de aproximadamente 4.76 x 4.76 mm. o en piezas de 4.76 x 6.35 mm. entonces son blanqueadas a vapor en un extremo o moviendo el transportador en una caja de vapor cerca de 6 a 7 minutos. En la última sección del blanqueador son espreadas con agua fría, brevemente para remover el almidón gelatinizado. Al emerger del blanqueador son usualmente espreadas en las bandejas por un Syntron espreador vibrante, mientras van atravesando el Syntron son humedecidas con una solución de sulfito diluida (cerca de 0.3%) conteniendo iguales concentraciones de sulfito de sodio y bisulfito de sodio. Son espreadas en la bandeja de cerca de 5 Kgs/Mt², las bandejas son apiladas en carros deshidratadores. Pueden entonces entrar a la primera sección de un deshidratador de 2 etapas a 88°C donde pueden permanecer por cerca de dos horas moviéndose hacia la salida y perdiendo en este túnel más de la mitad del contenido de humedad original, entonces, entran a un túnel de contracorriente de 51.5 a 54°C y progresivamente terminan a la temperatura de 63 a 66°C y son secadas abajo de 7% de humedad o pueden entrar a un túnel de contracorriente directamente. En este caso se empieza cerca de 49°C o menos y se termina de 63 a 66°C. Pueden ser removidas antes del secado completo y terminar éste en depósitos de 49°C.

Para las condiciones comerciales el tiempo de secado puede ser de 8 a 18 horas. Esto dependerá de la longitud del túnel, es decir, del número de carros en el túnel, sin embargo, en una corriente no paralela es usada como una primera etapa en el proceso de secado, la bandeja de carga, la velocidad del aire y las temperaturas del aire. Las papas secas son clasificadas ampliamente en una banda en movimiento antes de empaquetarse.

El producto seco puede ser analizado por contenido de dióxido de sulfuro, puede ser más de 500 p.p.m. y menos de 800 p.p.m. y por contenido de humedad - el cual debe ser menos del 7% y no más del 10% en las piezas y pueden mostrar una reacción positiva de peroxidadas. El color debe ser blanco o muy ligeramente amarillo (no verse rojo o café).

Papas arrozadas.- En el Noreste del Pacífico algunas papas arrozadas fueron secadas. Cantidades grandes fueron usadas por las fuerzas armadas en la 2a. Guerra Mundial.

Las papas peladas y recortadas son cortadas en piezas de 2.5 cm. de espesor y entonces cocidas en vapor por medio de un transportador durante unos 20 minutos. Después son "arrozadas" en una máquina consistente de un cilindro exterior de metal, perforado con pequeños hoyos sumidos en un tablero, dentro de este cilindro está un cilindro pequeño de la misma longitud; ambos cilindros giran pegando las papas cocidas entre ellos y llevan el producto através de los hoyos saliendo en forma de tiras de espagetti sobre bandejas. Después del secado, cerca del 3% de humedad, las tiras son cortadas en pequeñas piezas y empaquetadas para uso en puré de papa.

Las papas secas y otros vegetales secos pueden ser empacados en contenedores a prueba de humedad.

Si las papas blanqueadas son congeladas antes de la molienda y secadas el producto seco se reconstituye mejor para la preparación de puré de papa, el producto final es mejor y menos pegajoso que el preparado durante la 2a. Guerra Mundial.

Gránulos de papa.- (Puré de papa deshidratada). Son de papas deshidratadas precocidas en forma de finos gránulos de cerca de 70 mallas. Consisten de tejidos de celdas grandes y separadas. En la reconstitución con agua o leche caliente se tiene un producto semejante al puré de papa común y su manufactura requiere de varias etapas.

Como indicó Neel (1954), el proceso preferido de manufactura es conocido como método de Add-Back y consiste de las siguientes operaciones: las papas de altos contenidos de sólidos son lavadas, peladas, recortadas, rebanadas y cocidas a vapor hasta que el puré está bien hecho de tal manera que las celdas individuales no se rompen.

La humedad del puré resultante que se tiene se mezcla con gránulos secos en la relación de 15 partes por peso de puré húmedo a 85 partes del seco para reducir el contenido de humedad de 35 a 40% necesario para la granulación. La mezcla se prepara por un corto período de tiempo permitiendo igualar el contenido de humedad; todo esto se hace en un mezclador secundario para inducir la granulación en secado -- por flotación en vapor de aire caliente (deshidratación neumática) con cerca de 12% de humedad y transferido a un secador secundario secándose a 70% de humedad. El producto es tamizado para quitar los residuos secos en la malla 70. Lo que pasa esta malla se toma como producto final, de esto 15% puede ser empacado y 85% recirculado

como ya se mencionó.

Si las celdas individuales se rompen, el almidón es liberado y el producto final cuando se reconstituye queda pegajoso. Se han descartado otros métodos por utilizar el anterior. El pelado puede ser omitido si después de deshidratar el producto es tamizado gruesamente como a 20 mallas para remover los residuos de pelado y otros más que queden.

El deshidratador generalmente usado es el tipo transportador neumático. Neel y colaboradores establecieron que lleve un mecanismo para dispersar el material húmedo en vapor de aire caliente y otros mecanismos através de los cuales el aire, transporte los gránulos secos y un medio de separación de éstos y el aire, un separador de ciclón se utiliza generalmente con éste fin.

Si el producto va a ser secado a 7% de humedad como se especifica para uso militar, dos etapas de secado son recomendadas por Neel y sus colaboradores, sin embargo, sólo el 15% del material de cada etapa necesita ser secado a este bajo contenido de humedad para empacarse, porque el 85% es recirculado. A flujo continuo el deshidratador tipo cama es recomendado para la segunda etapa del secado.

Olson y Harrington (1951) han descrito distintos métodos que han sido usados para la producción de puré de papa deshidratada, pero han sido reemplazados casi completamente por el método Add-Back.

Papa Dulce.- Durante la 1a. Guerra Mundial gran cantidad de papa dulce fué deshidratada para uso de las fuerzas militares y muchas de las harinas fueron utilizadas para hacer pies de papa. El producto seco es excelente para otros propósitos en los cuales la papa dulce es usada en casa.

Estas son peladas en peladores de abrasión o son peladas con lejía en una solución de 15 a 20% de hidróxido de sodio, peladas a presión con vapor como se mencionó para papa blanca.

Después de un cuidadoso lavado para quitar la lejía y desintegrar la cáscara, se recortan y después se rebanan en cubos o trozos; son blanqueadas con vapor (cerca de 7 minutos) y deshidratadas no arriba de 71°C a menos de 7% de humedad. La sulfitación prolongará la calidad en el almacenamiento, pero en la 2a. Guerra Mundial no se usó ésto comercialmente; se usan bandejas de carga de 5 a 2.5 Kgs./m²; la relación de secado es 4:1 en base de material fresco, preparada al quedar seca. El tipo de papa dulce Puerto Rico de color naranja fue preferida a comparación del tipo Jersey de color amarillo.

Arthur y Mc Lemore (1955) reportaron en experimentos conducidos por el Departamento de Agricultura de los E.U.A. (Laboratorio Regional), que los cambios en composición química durante la deshidratación (sin precalentamiento) calentando de 54 a 60°C de 30 a 40 min. y precalentamiento a 74°C de 10 a 20 min. en combinación con el secado a temperaturas iniciales de 93, 80 y 66°C, no indicaban cambios.

Los resultados indicados para productos satisfactorios secos pueden ser hechos por diferentes combinaciones de las condiciones mencionadas. Hay semejanza en el comportamiento de cualquiera de las variedades comerciales del tipo de papa amarilla. Si un producto deshidratado fresco se quiere con alto contenido de caroteno, la variedad Goldrush es la recomendada. Los investigadores dan detalles de métodos de análisis para ácido ascórbico, caroteno, azúcares, sulfito, peroxidasa activada y color deseable.

En sus experimentos las relaciones de secado (kg. de material requerido para hacer 1 kg. de material seco), varían de 5:1 a 6:1. En una base libre de humedad el contenido total de azúcar en papas secas es de 28 a 47% y los azúcares reducidos - de 14 a 25%; el contenido de caroteno varía de acuerdo a la variedad de 172 a 545 p.p.m. y el ácido ascórbico de 40 a 88 mg. por 100 g. Ambos reportados en base de humedad libre. Pérdidas de peso en pelado por lejía se tienen de 20 a 34%, a veces de 26 a 29%.

Una mención favorable fué hecha en principio de secado con aire al vacío de gránulos de papa, aunque grandes pérdidas de ácido ascórbico fueron observadas en algunos de los trabajos experimentales a cerca de esto con el "cepillo de tamiz", proceso el cual evidentemente incluía un secado de 2 horas de los gránulos en platos (Barker y colaboradores, 1943). En un reciente estudio, la retención fue encontrada alta en los gránulos secados por un rápido procedimiento de secado en suspensión de aire - similar a lo que se usa comercialmente en el presente, según Olson y Harrington, 1955, que reportaron un contenido de ácido ascórbico de 10.6 mg/100 g. de papa cruda, 7.0 mg/100 g. de muestras cocidas, 8.4 mg/100 g. para gránulos secos y 8.5 mg/100 g. para las reconstituídas, todos expresados en contenidos de humedad como sean proporcionadas, los resultados entonces indican que las pérdidas durante el secado pueden ser muy pequeñas.

III.- DESHIDRATACION DE PAPA.

a) Base de Cálculos.

El proceso de deshidratación está descrito en términos de un coeficiente de difusión, el cual depende del contenido de humedad del material. El coeficiente varía cerca de tres órdenes de magnitud en el rango entre secado y saturación. Cambios en las propiedades ocurren cuando el contenido de humedad es reducido, especialmente abajo de 10% en el secado básico. La conclusión es que el bajo transporte de agua en el material de almidón seco con la pérdida de la libre rotación de las moléculas de agua. La alta energía que está de barrera para el proceso fundamental de difusión aparece incrementándose tanto como el contenido de humedad del material se reduce. A continuación se incluyen algunas prácticas hechas sobre la deshidratación de material gelatinoso.

La forma mas aceptable de usar una muestra en la investigación de la difusión unidimensional es con una capa delgada, porque así la difusión está confinada en la dirección perpendicular de las faces de la capa.

La velocidad de secado de una superficie húmeda bajo cada circunstancia es aproximadamente proporcional a la diferencia entre las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo del aire. De aquí que, es posible usar un coeficiente de secado, análogamente al coeficiente de transferencia de calor, basándose en la velocidad de evaporación dividida por la depresión de bulbo húmedo del aire.

El secado de un material sólido involucra el paso de agua desde dentro del material a cualquier superficie como vapor o como líquido. En algunos casos ésta puede dirigirse rápidamente para no imponer serias limitaciones en la velocidad de evaporación hasta las superficies, las cuales permanecen efectivamente húmedas. En otros casos la velocidad de flujo de agua a la superficie está restringida y la velocidad de secado depende no solamente de la condición del aire sino también del estado del material, esto así complica el problema que se remedia usualmente haciendo un experimento directo con el material bajo consideración.

Lo aquí expuesto representa los resultados de una serie de pruebas en el secado de papa. Generalmente hablando, cada prueba consistió del secado de una muestra de papa bajo condiciones constantes de velocidad de aire y calidad, la velocidad de evaporación fue determinada en pasos periódicos.

Es evidente que la velocidad de secado de un material típico en una charola de carga estará afectada por muchos factores, tales como la velocidad, temperatura y humedad de la corriente de aire, tamaño de la charola con el espesor de la capa de material. Por ésto, solo es posible tener una indicación general del efecto

de cada uno de estos factores en la velocidad de secado.

Primero se estableció que la papa requiere una longitud de tiempo in definida para secarla a menos que se corten piezas comparativamente muy pequeñas. Por ejemplo, un corte de 3.8 cm. de espesor no fue secado adecuadamente después de dos días (Fig. 1). El efecto del tamaño en la velocidad de secado de tiras individuales separadas se muestra en la fig. 2 y se verá que es usual la selección de tiras del orden de 0.48 cm. a 0.6 cm. de espesor siendo ésto muy razonable. La siguiente fig. (3) muestra además rasgos del secado de tiras de alrededor de esta medida, considerando primero una tira libre individual suspendida en aire y nos ---muestra como la velocidad de secado varía con el tiempo y con el contenido de agua.

Es claro que no hay un período sustancial durante el cual la velocidad de evaporación sea constante y pueda ser deducida ésta, más por el tiempo que por la velocidad de evaporación ya que está significativamente afectada por la difusión interna del agua.

La fig. 4 muestra el efecto de la depresión de bulbo húmedo y la rapidez sobre la corriente de aire en el secado de una tira simple. A alto contenido de agua, ambas, velocidad y depresión de bulbo húmedo tienen un marcado efecto en la velocidad de secado, a bajo contenido de agua, ni la depresión de bulbo húmedo ni la velocidad tienen mucho efecto, presumiblemente porque el factor limitante es la difusión interna, a muy bajo contenido de agua, la velocidad y la depresión de bulbo húmedo no tienen virtualmente influencia en la velocidad de evaporación y surge una dependencia de la temperatura de bulbo seco (Fig. 5), presumiblemente porque la velocidad de difusión interna depende de ella.

Solamente bajo circunstancias no usuales la velocidad de secado de una tira individual es de mucho interés práctico. Las tiras son usualmente secadas en camas sobre platos con la corriente de aire pasando tangencialmente a través de ellas (sobre-corriente). Los experimentos muestran que el secado tiende a ser muy desigual y a estados intermedios un amplio rango de contenidos de agua pueden ser encontrados entre tiras en diferentes posiciones en la misma cama. Un resultado típico se muestra en la fig. 6. El efecto total es que la cantidad o medida de la velocidad de secado de cada una de las camas es mucho más baja que en una tira individual bajo las mismas circunstancias y no es admirable encontrar que para considerables períodos de tiempo la velocidad de secado puede variar con la rapidez y con la depresión de bulbo húmedo, mucho más que si la superficie fuera verdaderamente húmeda.

La figura 7 muestra el efecto del tamaño de la tira en el secado de la cama, y la figura 8 muestra el efecto de la depresión del bulbo húmedo y la rapidez del aire, si la rapidez del aire no es tampoco alta la velocidad de secado pue-

Fig. 1

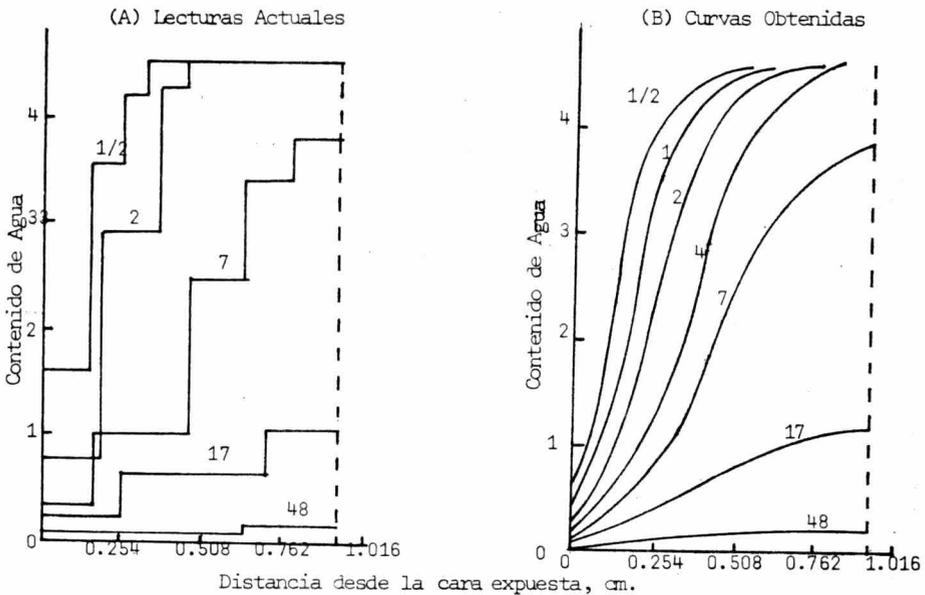


Fig. 1. Gradiente de contenido de agua a través de tiras de papa de 1.905 cm.

Bulbo seco 70°, depresión de bulbo húmedo 30°, velocidad 3.048 mt/seg.
(Los número sobre las curvas son tiempo en horas).

de ser observada como aproximadamente proporcional a la depresión del bulbo húmedo a contenidos de humedad completamente bajos. Esto es mas observado e ilustrado en la Fig. 9 en la cual se muestran los resultados de una serie de pruebas a diferentes temperaturas de bulbo seco.

Una importante consideración práctica es el efecto del espesor de la capa o cama en la charola. Desde diferentes puntos de vista los espesores de las capas delgadas son mas convenientes y económicos; por otra parte, capas de espesores gruesos se secan muy lentamente y su calidad puede afectarse. Es necesario distinguir aquí entre dos velocidades: la velocidad de secado del material y la velocidad de evaporación del agua

por unidad de área de la charola. Cuando el espesor de una capa es incrementado, la velocidad de evaporación puede ser obtenida bajo condiciones dadas incrementada a un máximo, así que hay un límite en el término en el cual la corriente de aire puede efectivamente penetrar en la capa (Fig. 10), en un contenido de agua medio inferior, el espesor de la capa en el cual el máximo es alcanzado, una capa de material secado parcialmente está mas abierta en estructura. La velocidad de secado está afectada diferencialmente,

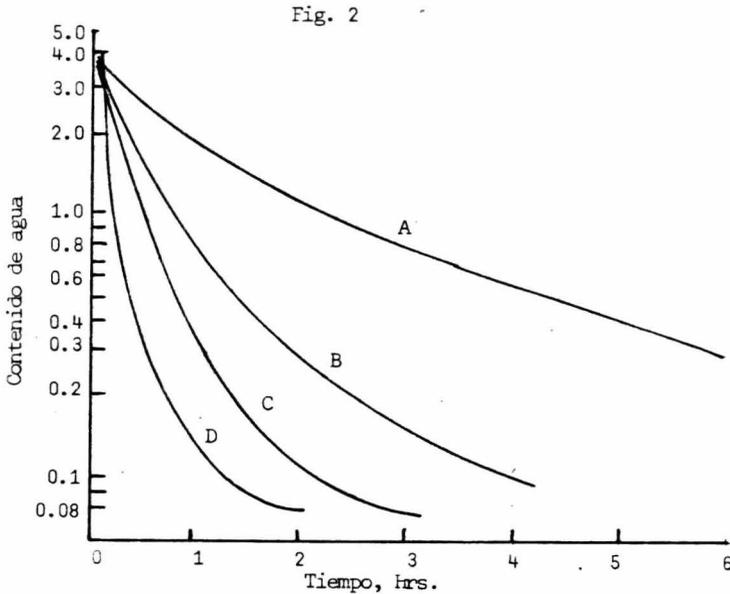


Fig. 2. Secado de tiras individuales de papa: efecto del tamaño de la Tira.

Bulbo seco 70°, depresión de bulbo húmedo 38°, velocidad 3.048 mt/seg.

Curva A Tiras de 1.27 cm. x 1.27 cm.

Curva B Tiras de 0.635 cm. x 0.635 cm.

Curva C Tiras de 0.476 cm. x 0.793 cm.

Curva D Tiras de 0.317 cm. x 0.396 cm.

siendo un máximo para cargadores de prueba luminosos (lo cual corresponde aproximadamente a tiras individuales) y descendiendo con el incremento del espesor (Fig. 11); a bajos contenidos de agua, por lo tanto, la misma velocidad de secado es mantenida hasta -

Fig. 3

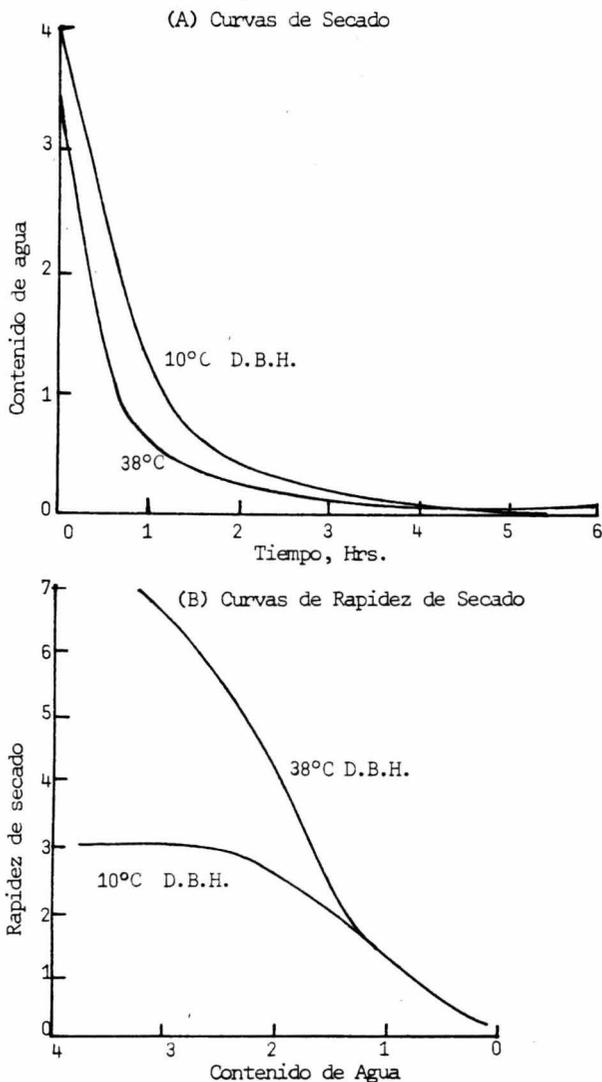
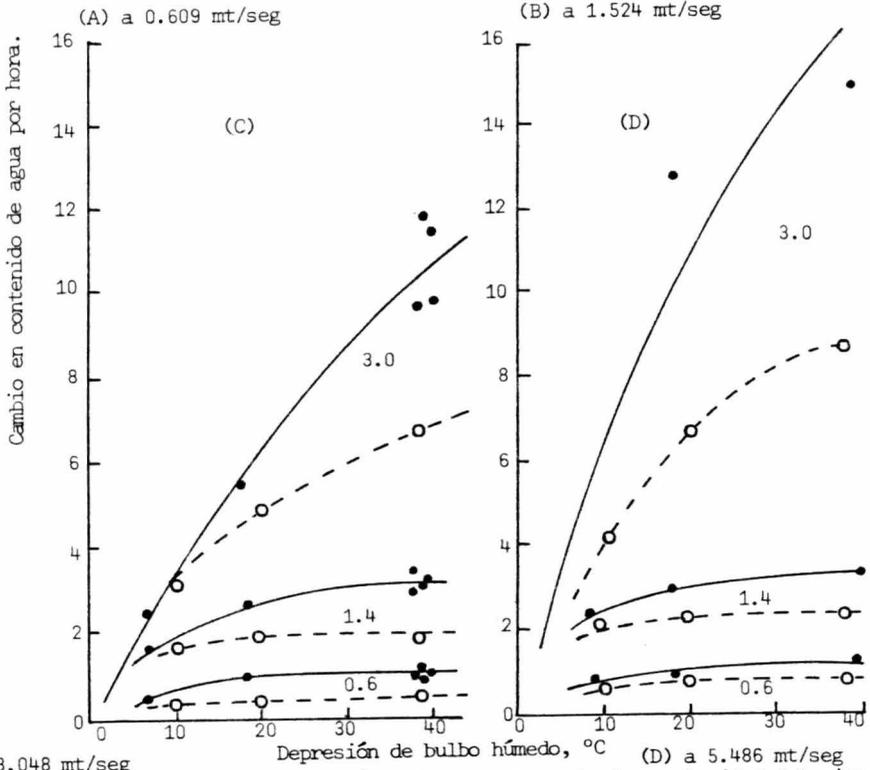
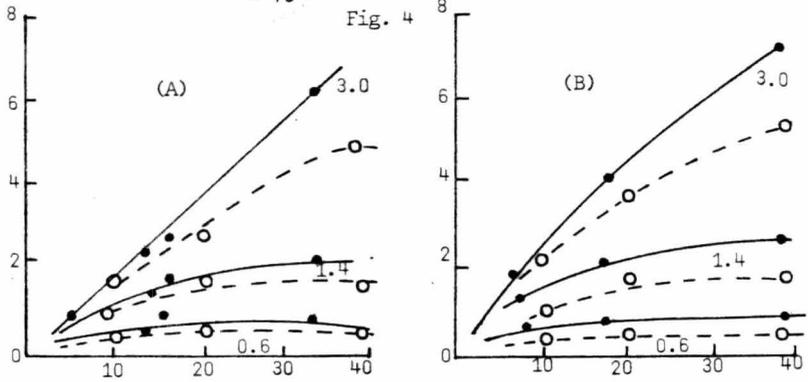


Fig. 3. Curvas de secado y curvas de rapidez para tiras individuales de papa, 0.635 cm. x 0.635 cm. x 5.08 cm., en aire a 70° y 3.048 mt/seg.

D.B.H. = Depresión de Bulbo Húmedo.

Fig. 4



(C) a 3.048 mt/seg

(D) a 5.486 mt/seg

Fig. 4. Efecto de la depresión del bulbo húmedo y velocidad del aire sobre la rapidez de secado de tiras individuales de papa a varios contenidos de agua en aire a 70°. Los números sobre las curvas son contenidos de agua.

- Tiras de 0.476x0.793x6.35 cm.
- Tiras de 0.635x0.635x5.08 cm.

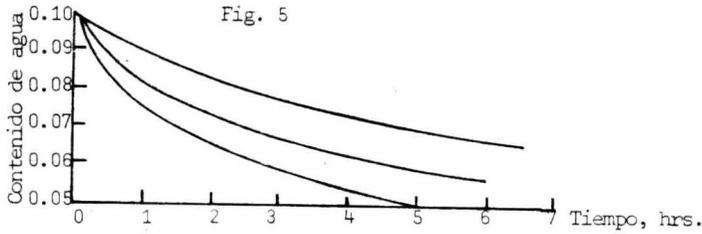


Fig. 5. Estados finales de secado de tiras de papa, 0.476 x 0.793 cm. A varias temperaturas de bulbo seco.

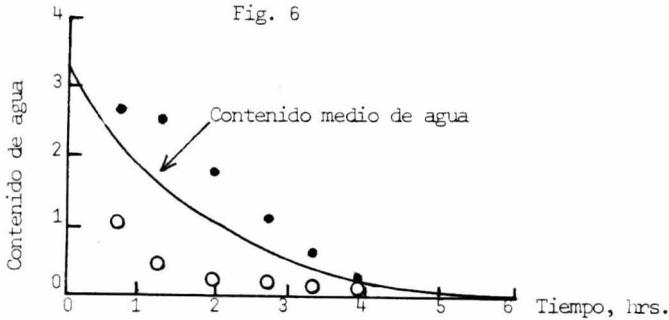


Fig. 6. Variación en el contenido de agua de tiras de papa cuando son secadas sobre platos por sobre-corriente: las tiras más húmedas y más secas se seleccionan por inspección.

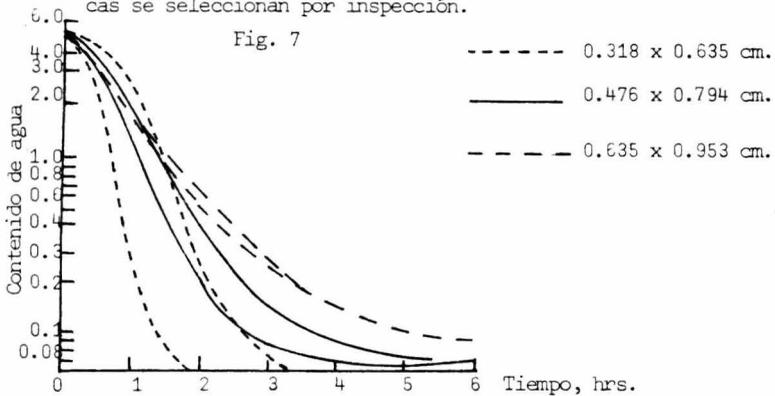


Fig. 7. Efecto del tamaño de la tira sobre el secado de papa en platos, por sobre-corriente. Las dos curvas para cada tamaño muestran a los componentes con flujo superior e inferior de un plato doble, 1.22 x 1.22m. Bulbo seco 70°, Depresión de bulbo húmedo 35°, Velocidad del aire 4.87 m/seg., Carga 1.17 kg. secos/m.²

Fig. 8

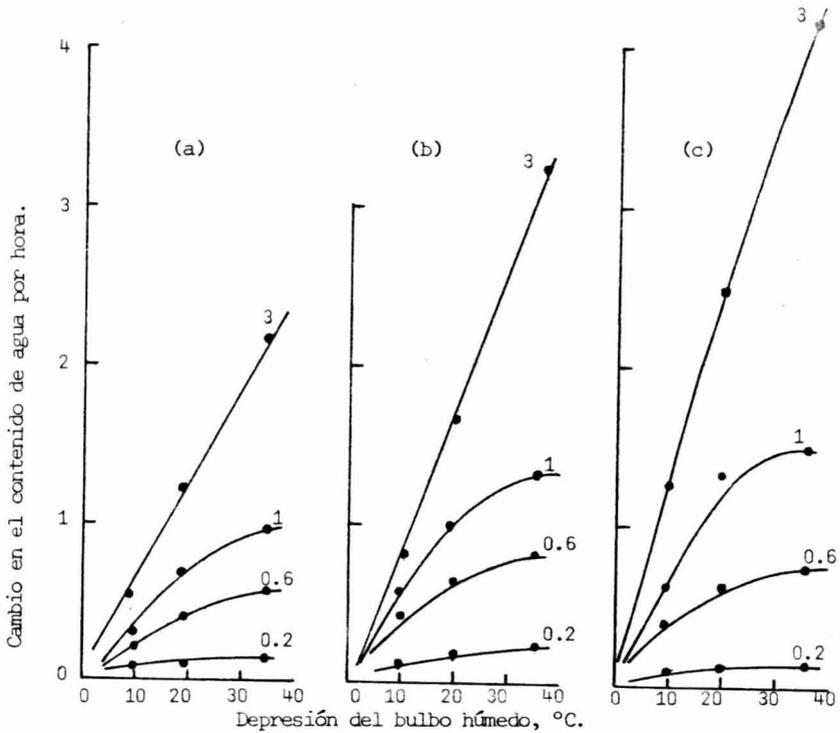


Fig. 8. Efecto de la depresión de bulbo húmedo y la velocidad del aire sobre la rapidez de secado de tiras de papa en platos a sobre-corriente. Velocidad del aire: (a) 0.609 m/seg., (b) 1.52 m/seg., (c) 3.048m/seg. Temperatura de bulbo seco 70°, platos de 64.5 cm², tiras de 0.47 x 0.79 cm., Carga de 1.7 kg. secos/m².

que completamente es alcanzado un espesor de capa.

Los datos presentados en estas gráficas proveen, solamente una indicación general del efecto de algunos de los más importantes factores en la velocidad de secado de papa. Con el objeto de proveer de más asistencia directa, un método de estimación de tiempos y velocidades bajo condiciones prácticas ha sido ideado; no se pretende una gran exactitud, pero se desea que el método ofrezca una base razonable para cálculos si es --

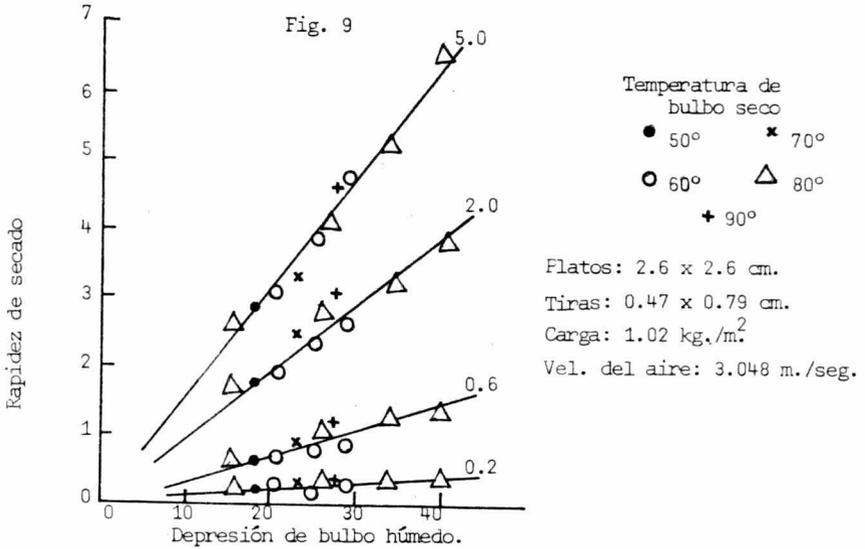


Fig. 9. Efecto de la temperatura de bulbo seco y depresión de bulbo húmedo sobre la rapidez de secado de tiras de papa en platos a sobre-corriente.

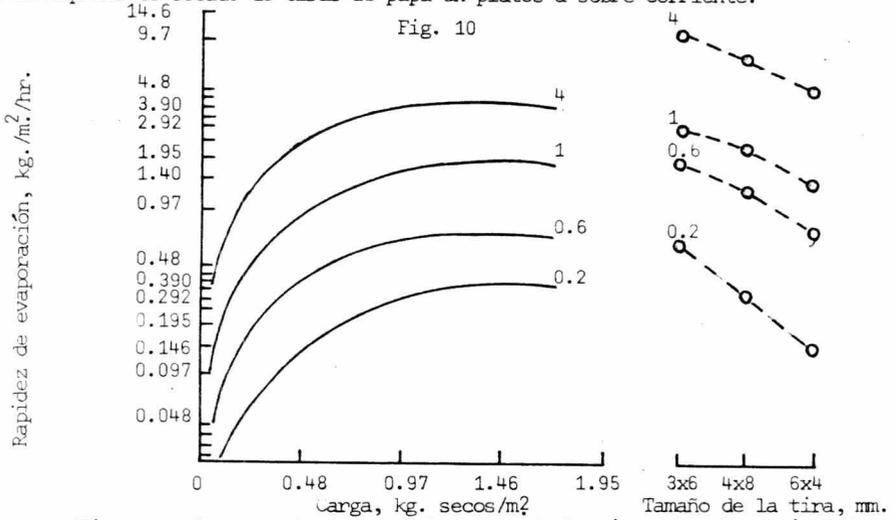


Fig. 10. Efecto de la carga y el tamaño de la tira sobre la rapidez de evaporación de agua por m².

————— Curvas de carga

----- Curvas de tamaño de la tira

Tiras de 0.47 x 0.79 cm., Vel del aire 3.048 m./seg. Bulbo seco 70°, Depresión de bulbo húmedo 25°, Platos de 66.12 cm.²

Vel. del aire 4.85 m./seg., Bulbo seco 70°, Depresión de bulbo húmedo 35%, Platos de 1.22 x 0.6 m., Carga 1.17 kg. secos/m²



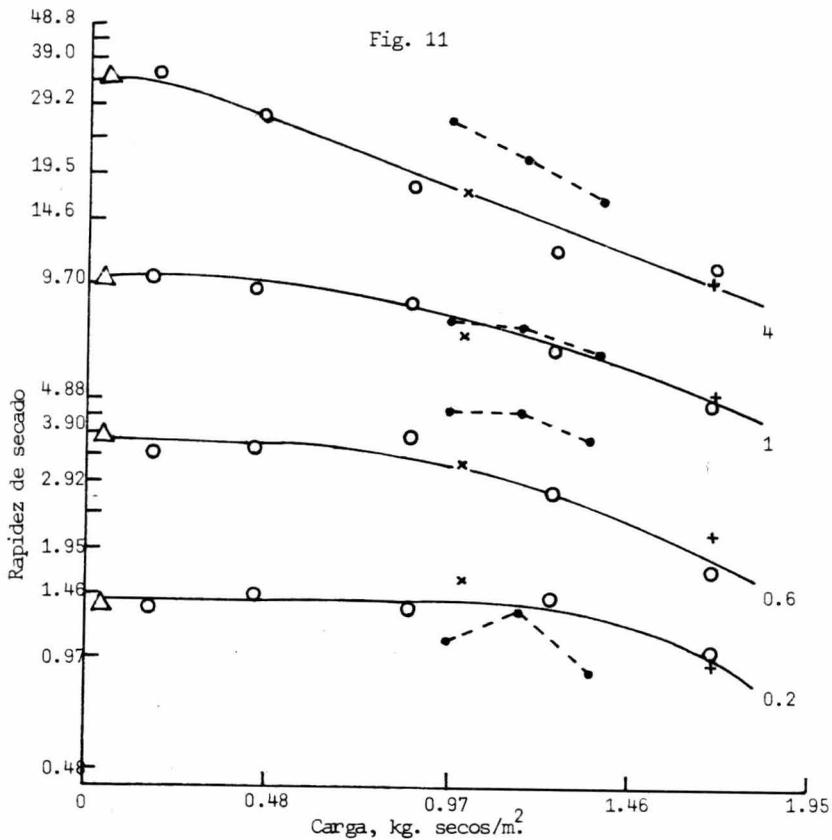


Fig. 11. Efecto de la carga sobre la rapidez de secado de tiras de papa en platos, sobre-corriente. Tiras de 0.47 x 0.79 cm. Residuo, 66.12 cm². Todos los platos a 70° de bulbo seco, depresión de bulbo húmedo 25°, 3.04 m./seg.

Contenidos de agua iniciales: Δ 3.5, \circ 4.8 \times 5.0 $+$ 3.3 \bullet 5.2

\bullet Platos de 1.22 x 0.61 cm.; depresión de bulbo húmedo 35°, 3.65 m/seg

Δ Tiras individuales, depresión de bulbo húmedo 25°, 3.04 m./seg.

usado con discreción y si los márgenes de seguridad son aprobados.

El secado ha sido dividido en dos etapas: desde empezando con contenidos de humedad medios de 0.1 hasta 0.1 al finalizar. Para el primer período, una curva de secado y la correspondiente velocidad de secado son mostradas en la figura 12

Fig. 12

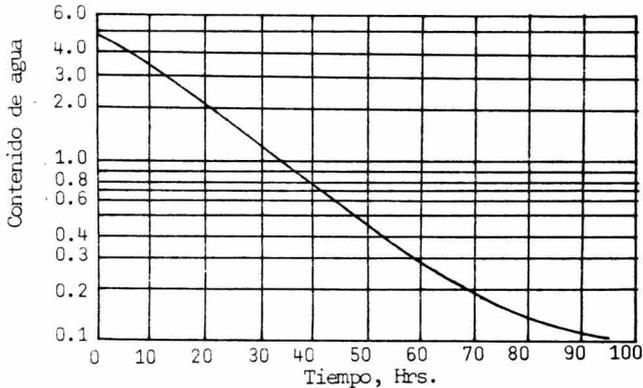
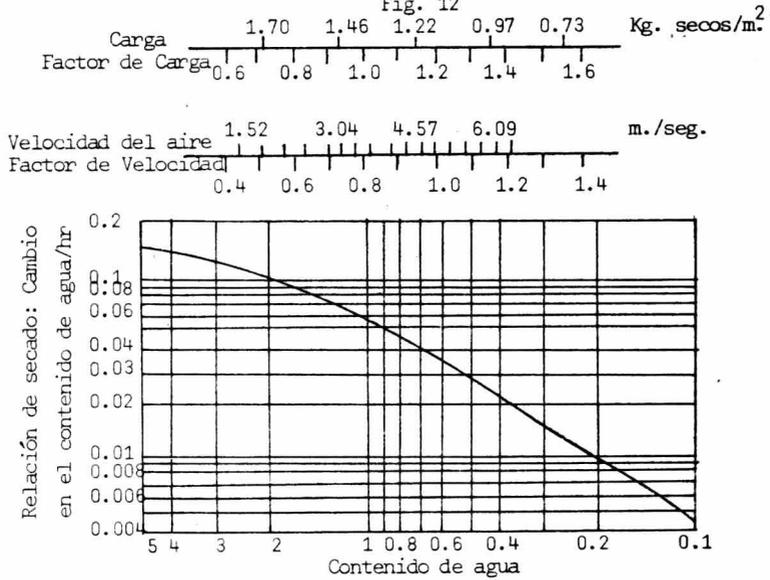


Fig. 12. Datos para calcular aproximadamente los tiempos y relaciones de secado para tiras de papa en platos a sobre-corriente. Adecuado para tiras de 0.04 x 0.07 cm., Carga de 1.36 kg. secos/m², Velocidad del aire de 4.87 m./seg. Los tiempos serán divididos y las relaciones multiplicadas por la depresión de bulbo húmedo en °C. Para otras cargas y velocidades de aire, los tiempos serán divididos y las relaciones multiplicadas por los factores arriba indicados.

que se refieren a una charola de 0.6 m. de longitud en la dirección de la corriente de aire de secado bajo las condiciones establecidas con una depresión de bulbo húme

do supuesta de un grado centígrado y es obtenida de una curva de secado determinada experimentalmente a una depresión de bulbo húmedo de 20°C sobre la suposición de que la velocidad de secado es proporcional a la depresión de bulbo húmedo. Puede suponerse que una charola de 1.20 m. de longitud en la dirección del flujo del aire, seca al rededor del 15% o menos. Al convertir cualesquiera condiciones dadas, los tiempos serán divididos y las velocidades multiplicadas por la respectiva depresión de bulbo húmedo. Para admitir diferentes velocidades y relaciones de aire, son dados factores de corrección. El probable efecto de los diferentes tamaños o medidas de tiras puede ser estimado mediante referencia de la figura 7. Las curvas de secado para contenidos de agua de alrededor de 0.1 son dadas en la figura 5. Esta representación del proceso no está virtualmente afectada por la velocidad y la distribución.

Hay algunos otros factores, que no pueden ser realmente cuantitativos y que pueden aumentar en la práctica y ser una influencia considerable en el proceso de secado, y normalmente afectan una irregular extensión y varían la relación del aire a través del secado.

TABLA I

VELOCIDADES DE SECADO COMPARATIVAS, POR UNIDAD DE DEPRESION DE BULBO HUMEDO, PARA DIFERENTES VEGETALES SOBRE PLATOS (SOBRE-CORRIENTE).

Contenido de agua Cambio en el contenido de agua/h./°C de depresión de bulbo húmedo

	Papa	Zanahoria	Remolacha	Nabo	Col
17.0	-	-	-	-	0.473
10.0	-	-	0.275	0.270	0.346
8.0	-	0.245	0.229	0.251	0.310
6.0	-	0.221	0.208	0.229	0.249
4.0	0.119	0.183	0.187	0.189	0.185
2.0	0.099	0.114	0.130	0.110	0.098
1.0	0.065	0.074	0.081	0.068	0.052
0.6	0.038	0.047	0.046	0.042	0.035
0.4	0.027	0.032	0.030	0.026	0.024
0.2	0.0124	0.0109	0.0140	0.0105	0.0118
0.1	0.0030	0.0024	0.0057	0.0024	0.0029
Peso en kg. húmedos/m ²	7.32	7.32	7.32	7.32	6.1
Peso en kg. secos/m ²	1.31	0.73	0.68	0.58	0.34
Velocidad inicial de pérdida de agua por 0.092 m ² de plato, kg./h.	0.015	0.018	0.016	0.016	0.014

Se desean eliminar algunos de los problemas experimentales en la deshidratación de productos alimenticios con almidón cuyo contenido de humedad debe conservarse bajo para que puedan ser preservados por grandes períodos de tiempo de una forma relativamente aceptable. Un tipo representativo de material ha sido estudiado bajo condiciones óptimas en las cuales la velocidad de secado está controlada por la migración de --

a agua dentro del material.

En un sistema macromolecular en el cual las difusividades intrínsecas de los componentes difieren grandemente, hay un rango de variación del coeficiente de difusión con la concentración del solvente o penetrante. Esto propone limitar el cambio en el contenido de humedad en cada determinación experimental en un intervalo pequeño, por lo que es posible despreciar cambios en el coeficiente de difusión y en volumen del material. Este método seguido por Kakes y colaboradores es el mas aceptable para investigar la difusividad en un sistema consolidado. Algunas dificultades son reportadas en la deshidratación de almidón de vegetales, cuando el contenido de humedad es menor del 10% sobre base seca. Consecuentemente cinco intervalos de contenido de humedad han sido escogidos entre 10% y otros cinco entre un 10 y un 35% de contenido de humedad. Estos datos de contenidos de humedad han sido definidos por atmósferas de humedad relativa fija.

El método más aceptable para la investigación de difusión en materiales de difícil corte es medir la velocidad de sorción y de desorción de penetrante. El coeficiente de difusión puede ser deducido directamente de la ecuación básica para difusión en el estado inestable, ambas mediciones de sorción y desorción pueden hacerse sobre cada pequeño intervalo de contenido de humedad. Los coeficientes de difusión aparentes para sorción y desorción son calculados separadamente y se toma la media aritmética, ésta es la mayor aproximación para el valor medio verdadero del coeficiente total en un intervalo dado de contenido de humedad para el coeficiente de sorción o desorción.

El contenido de humedad de gel de almidón en equilibrio con las varias atmósferas de humedad controlada se encontró como la suma de los coeficientes de difusión. En éstos cambios la Función de Gibbs es utilizada para el estudio de gel de almidón. El cambio de entalpia puede ser encontrado del efecto de la temperatura bajo la humedad con un contenido de humedad fijo, y también del calor sensible de humedad, consecuentemente la termodinámica de la mezcla de agua y almidón puede ser evaluada. La comparación de éste sistema con benceno y caucho en el cual la entalpia de la mezcla es despreciable, lo que muestra porque el agua se mueve con dificultad en el almidón seco.

Para producir secciones de gel de almidón, una pasta de una parte de almidón de papa y cinco partes de agua destilada libre de aire es gelatinada en un tubo hervidor por medio de calentamiento de agua a hervor, (no habrá corazón blanco central), -- las burbujas pueden ser introducidas si el agua usada no está previamente calentada a -- presión reducida. Un cilindro de gel es sacado del tubo y dejado a secado parcial por un rato soportado verticalmente para minimizar la deformación y secciones de más o menos de 1 a 3 mm. de espesor son cortadas de éste cilindro. Partículas delgadas de almidón seco son obtenidas cuando un gel que contiene una parte de almidón y ocho partes de agua des-

tilada libre de aire es vaciada en una placa de vidrio de microscopio y dejada a secarse. El espesor de la partícula puede ser ajustado cerca de 0.02 a 0.2 mm. por alterancia en la composición de la pasta y el espesor de la capa originalmente depositada, éstas películas de almidón son claras y transparentes.

Para el estudio en papas grandes se utiliza la región medular central de la papa porque la estructura celular es más uniforme, un corazón cilíndrico es extraído de ésta región y rebanado sobre un simple microtomo en secciones de más o menos 1 mm. de espesor. Estas son escaldadas en vapor por cerca de 2 min. para desactivar las enzimas, las cuales pudieran causar una coloración café. Una muestra fue probada por desactivación de peroxidasa por el método estandar de peróxido-guayacol (desactivación de enzimas es parte de la práctica comercial normal en la producción de vegetales secos. El escaldado provoca un contenido de almidón de las celdas a gel); se dejan secar las secciones hasta contraerse para dar piezas de forma semicircular, pero puede ser producido un disco plano si la sección es secada con una face cementada en un plato de vidrio para pasta de almidón.

El área de la cara de un especimen plano es rapidamente determinada proyectando los extremos sobre papel sensitivo usando un agrandador fotográfico, las secciones son comparadas en la fotografía con un disco metálico de área conocida, el espesor de la sección puede ser medido por un micrómetro marcador de cuadrante de yunques redondeados (dos mm. de radio). El volumen de la sección es encontrado por medio del peso de benceno seco grado A. R. que es desplazado al introducir la sección en éste (la sorción de benceno dentro del gel de almidón no es mayor del 0.5% en base seca). No ha sido hecha corrección por expansión térmica de las secciones.

Las secciones en las cuales el peso aproximado es de 0.5 g. están encerradas en una atmósfera mantenida a una humedad constante por medio de ácido sulfúrico diluido, alrededor de 50 ml. de ácido son usados en la envoltura o cercamiento, así que la humedad no cambia por más del 0.5% durante el experimento. Algunas de esas envolturas son llevadas a un proporcionador o dosificador de agua a la temperatura a la cual es controlada a 0.1°C por un regulador de mercurio-tolueno el cual puede operar un calentador o una unidad de refrigeración. Una especie es colgada alrededor de 2 cm. sobre la superficie del ácido y dejada para alcanzar el equilibrio. Las dimensiones de una muestra son entonces medidas como ya se ha descrito y la muestra regresa a su envoltura. La difusión es seguida bajo un pequeño intervalo de contenido de humedad por el cambio en peso de la especie después de que ha sido transferida a una envoltura a una humedad diferente. Las especies son removidas desde sus envolturas y pesadas en un micro-balanza sensitiva con aproximación de 10^{-5} g.. Para prevenir cualquier cambio en peso durante la operación de pesado, las secciones son colgadas dentro de un recipiente en el cual se calienta una pequeña cantidad de ácido sulfúrico tomado del origen de la envoltura.

Durante la difusión bajo éstas condiciones inevitablemente habrá una diferencia ligera o pequeña en la presión parcial del vapor de agua entre la superficie de la especie y el ácido, ésta diferencia depende de la eficiencia del proceso de transporte a través de un hueco de aire, por lo cual para estudiar la difusión del agua a través del sólido no influenciado por difusión a través del aire, es necesario que ésta diferencia ligera o pequeña en la presión parcial del vapor de agua tienda a ser despreciable. Cualquier error debido al transporte de agua a través del aire ambiente será más grande a velocidades altas de transporte, el cual ocurre durante las etapas iniciales de difusión cuando finas películas de material son estudiadas, un balance de sorción sacado - ha sido usado para investigar difusión en esas finas películas. La muestra es colgada sobre un resorte de bronce-fósforo dentro de un recipiente cilíndrico controlado dentro de 0.10°C y capa de evacuar a 10^{-6} mm. de Hg, el vapor de agua puede ser admitido a ésta cámara de cualquiera de los dos recipientes que contienen soluciones de ácido sulfúrico, éstas soluciones extraídas del gas, controlan la humedad en la cámara elástica como antes. La elasticidad es observada con un microscopio en movimiento y la sensibilidad debe ser suficiente para medir un cambio de 0.001 cm. ó 10^{-5} g.

La presión de vapor de agua en el equilibrio con una muestra de gel de almidón ha sido medida a temperaturas entre 10°C y 40°C contra una columna de Hg en un tensímetro; una rama del manómetro en éste aparato es evacuada y la presión de vapor es medida directamente por el nivel del Hg en la otra rama. Este recipiente es observado en un microscopio móvil. La película de almidón de 0.01 cm. de espesor es usada para que el tiempo requerido para difundir el agua fuera de la película cuando la temperatura es cambiada sea pequeño. Alrededor de 1.5 g. de película de almidón son introducidos dentro del tensímetro así que el contenido de humedad dentro de la película no cambia más de 1% cuando la temperatura es elevada y más vapor es generado. El aparato es mantenido a cada temperatura alrededor de 3 hrs. antes de que sean tomadas las medidas para que la presión de vapor pueda tender a su valor de equilibrio, el vapor de agua puede ser bombeado afuera para cambiar el contenido de humedad de la especie. Los experimentos son razonablemente reproducidos bajo esas condiciones, y el contenido de humedad del gel es estimado a la presión de vapor a 25°C .

El calorímetro usado es un matraz de vacío de 50 ml. a $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ en un esparcidor o dosificador de agua, las mediciones de temperaturas son hechas con un termómetro Beckmann. Una muestra de 1.5 g. de gel de almidón, secado por 6 meses bajo ácido sulfúrico concentrado, es pesada dentro de un bulbo de pared elástica y cerrado por fuera, la elevación de temperatura cuando éste bulbo es abatido abajo de 30 ml. de agua destilada es comparada con la producida por una cantidad de cloruro de potasio seco recristalizado.

Durante las etapas del proceso de difusión cuando el contenido de humedad

a la mitad del mismo no está apreciablemente alterado, el cambio en peso de la sección varía con el cuadrado del tiempo, de acuerdo a la sig. ecuación:

$$\frac{M_i - M_t}{M_i - M_f} = \frac{4A}{V} \left(\frac{D_t}{\pi} \right)^{1/2} \dots \dots \dots (1)$$

donde:

M_i = Peso inicial de una sección.

M_t = Peso de una sección en un tiempo dado.

M_f = Peso final de la sección.

A = Area de face de una capa.

V = Volumen de una sección

FIG. 13

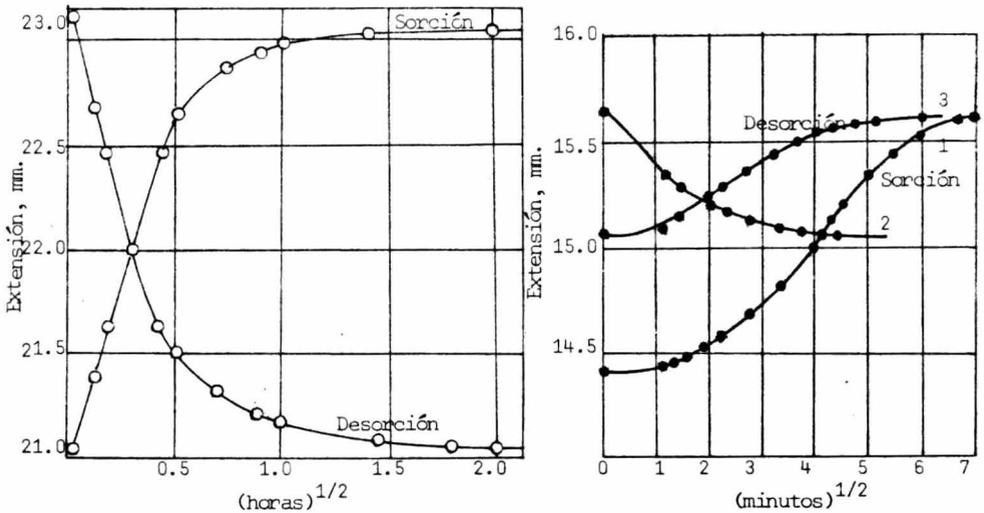


Fig. 13. Intervalo de sorci6n y desorci6n en gel de almid6n.

Curvas a Izq. de 14% de humedad (normal).

Curvas a der. del 18% de humedad (anormal)

1, 2 y 3 muestran en orden consecutivo los experimentos

Temperatura 25°, espesores de 0.15 mm.

D_t = Coeficiente de difusi6n a un tiempo dado.

Una soluci6n num6rica de la ecuaci6n de difusi6n con un coeficiente de difusi6n, el cual varía con la concentraci6n de la sustancia difundida ha sido reportado por Crank. Cuando los resultados de esos c6lculos son graficados con la forma de la ecuaci6n (1), las curvas de sorci6n y desorci6n son lineales un 50% sobre el cambio total en

peso. El gradiente de la curva de sorción no es necesariamente igual al gradiente de la curva de desorción. Cuando el coeficiente de difusión se incrementa con la concentración total, se escogen intervalos de contenido de humedad para el gradiente de la curva de sorción y consecuentemente el coeficiente de difusión aparente para sorción excede a la curva de desorción. Crank pudo obtener no inflexión en las curvas de sorción cercanas al origen, donde el coeficiente de difusión cambia con la concentración en una forma variada. Nuestro resultado experimental en la sorción y desorción de agua en almidón puede quizá dividirse en dos categorías de acuerdo a su forma.

Las curvas mostradas en la Fig. 13, en la parte Izquierda, son normales en forma y son características de difusión en capas o secciones, en capas de material con un contenido de humedad menor del 15%, pero donde el contenido de humedad excede en ésta figura, el comportamiento de las películas de gel de almidón difiere de lo normal, éste comportamiento anormal está ilustrado en la parte derecha de la fig. 13. Estas curvas han sido obtenidas con el balance adecuado de sorción (una evidencia considerable para anomalías similares está reportada para un rango de variedad de macromoléculas naturales y sintéticas).

Solamente es posible calcular el coeficiente de difusión por la ec. (1), cuando el comportamiento de las curvas experimentales de sorción y desorción es medido bajo cada intervalo de contenido de humedad y la medida o cantidad de éste es tomada para representar el coeficiente de difusión al contenido de humedad medido en cada intervalo. Los experimentos a bajo contenido de humedad pueden tomar dos o tres meses para completarse, la difusión en la región potencial de anomalías entre 15% de contenido de humedad y saturación ha sido investigada usando secciones de 2 mm. de espesor. El valor extremo del coeficiente de difusión ha sido medido en el agua, al menos en gel de almidón saturado. Esto es ilustrado en la Tabla II.

TABLA II

Tomada de agua líquida dentro de gel de almidón casi saturado. (2 mm. de espesor).

Rango de Humedad, Contenido de Humedad Temperatura, Coeficiente de Difusión,

%	Promedio, %	°C	cm. ² / seg.
66-102	84	25	2.4×10^{-7}
67- 95	81	1	1.3×10^{-7}
74- 93	84	1	1.3×10^{-7}

Otras medidas se han hecho sobre la misma sección y los resultados han sido reproducidos a $\pm 0.1 \times 10^{-7}$ cm.²/seg., cuando diferentes muestras de gel de almidón son usadas. La reproducibilidad del coeficiente de difusión es algo mayor ($\pm 0.2 \times 10^{-7}$ cm.²/seg.). Los coeficientes de difusión obtenidos en el termostato cerrado han sido tabulados en mayor detalle por otro lado. Una gráfica de difusión en gel de almidón es mostrada en las

figuras 14 y 15. El coeficiente de difusión no empezó a cambiar hasta que el contenido de humedad fue menor, alrededor de un 30% (el contenido de humedad es aquí definido como el peso de agua por unidad de peso de material seco. Puede así mismo exceder un 100% en la base seca, aún papas conteniendo alrededor de un 400% de humedad en la base seca o sobre base seca).

El balance de sorción presentado es el más factible para el estudio del efecto de la temperatura sobre la difusión, es posible hacer repetidas medidas sobre una sección simple de gel de almidón en un intervalo establecido de contenido de humedad. Las medidas sucesivas de sorción y desorción han sido hechas a un número de temperaturas entre 10 y 40°C, los promedios de los coeficientes aparentes para sorción y para desorción se han tomado como los coeficientes de difusión. Una gráfica de Arrhenius del logaritmo de este coeficiente es mostrada en la fig. 16. Se ha hecho un intento de éste modo para eliminar cualquier efecto debido a descomposición del material por vejez o descomposición térmica en el gel, cada línea en la figura representa un diferente promedio en contenido de humedad. La información para 80% de contenido de humedad está incluida en la Fig. 17 y ha sido obtenida de experimentos en la envoltura del termostato, cada punto en ésta línea representa el promedio de 4 determinaciones (ésto también se aplica a la Tabla II). El coeficiente de humedad puede estar escrito en la forma de la ec. 2, la cual representa la actividad de difusión con una energía de obstáculo mínima (E). La información en la Figura 16 es usada para calcular los coeficientes en la ec. 2. Están reportados los datos en la tabla III.

$$D = D_0 \exp(-E/RT) \dots\dots\dots (2)$$

donde: D_0 = Difusividad del componente puro.

TABLA III

Contenido de Humedad, %	Difusión Activada en gel de almidón, a 25°C, cm ² /seg.	D_0 , cm ² /seg.	E, Kcal/mol.
0.8	1.05×10^{-10}	1.2×10^{-3}	9.8
6.3	1.50×10^{-9}	1.0×10^{-3}	8.1
14.1	3.60×10^{-8}	1.2×10^{-3}	6.3
80.0	2.40×10^{-7}	4.2×10^{-4}	4.5

Un error en el valor de E de 0.25 Kcal/mol puede afectar el valor de D_0 un 150%, tal error puede ser posible por las dimensiones de los datos experimentales. Con esto se vé que la variación del coeficiente de difusión con el contenido de humedad puede ser causada por un cambio en la parte de la dependencia de la temperatura en el coeficiente.

Experimentos similares a los reportados antes para gel de almidón han sido hechos con secciones de papa escaldada. El coeficiente de difusión del agua en papa escal-

Fig. 14

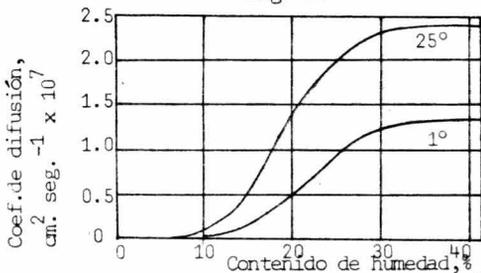


Fig. 14. Difusión de agua en gel de almidón.

Fig. 15

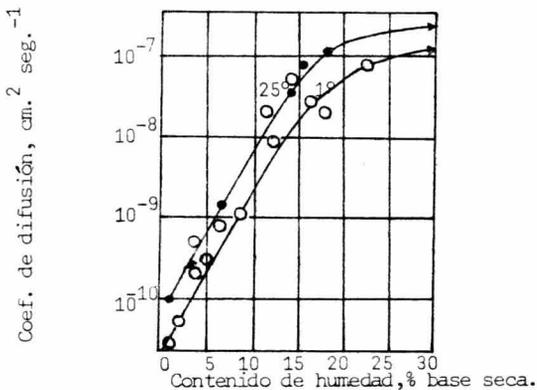


Fig. 15. Difusión de agua en gel de almidón de bajo contenido de humedad

○ Con envol. ● Sin envoltura

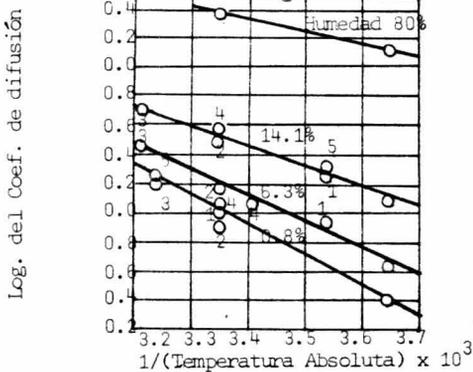


Fig. 16. Temperatura del coeficiente de difusión en gel de almidón.

Los números junto a los puntos indican el orden en el cual están tomados.

Fig. 17

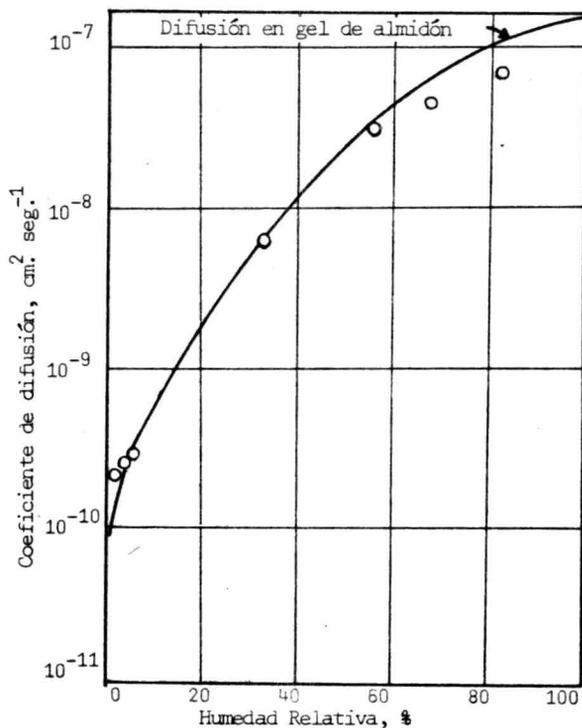


Fig. 17. Difusión de agua en papa escaldada a 25° y en gel de almidón.

Fig. 18

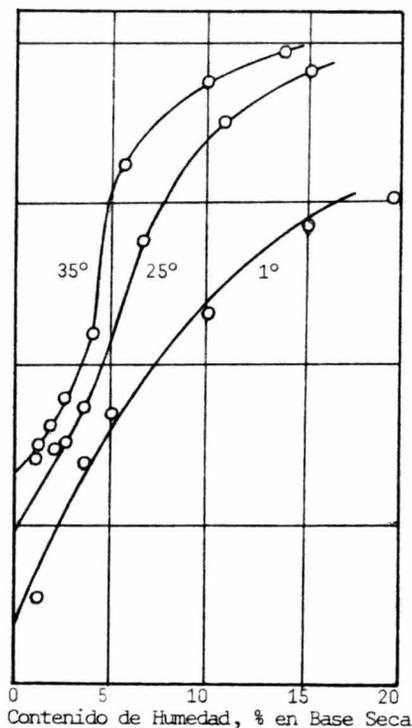


Fig. 18. Difusión de agua en papa escaldada.

○ Valores para secciones de papa

dada es mostrada como una función del contenido de humedad en la Fig. 18; la tendencia de esas curvas es similar a las de gel de almidón.

A la misma humedad relativa ambiente, el contenido de humedad de papa escaldada será menor que en gel de almidón puro por los otros componentes en la papa, esto puede encontrarse en las formas de las curvas de la figura 19. El coeficiente de difusión puede ser graficado contra la humedad ambiente. La línea continua en la fig. 17 se refiere a la difusión en gel de almidón puro y los círculos se refieren a los experimentos con papa escaldada. Esto implica que a humedades ambientales similares el contenido de humedad en la parte de almidón de la papa no difiere grandemente del ejemplo con gel de al-

Fig. 19

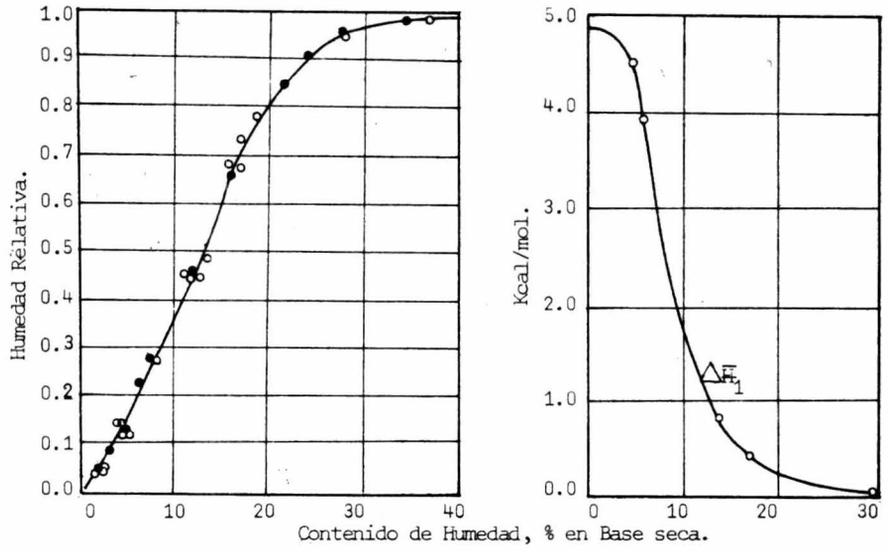


Fig. 19. Datos experimentales para funciones termodinámicas en gel de Almidón.

Relaciones de agua en gel de almidón a 25°
 • Farrow & Swan.

Entalpia molar parcial de dilución en gel de almidón.
 • Este estudio.

midón, esto también implica que la difusión de agua en papa escaldada está controlada por la migración de agua a través de la parte de almidón del material.

El cambio en la Función Parcial de Gibbs ($\Delta \bar{g}_1$) está definido como el incremento en la Función de Gibbs para el sistema cuando 1 gramo de agua es transferido isotéricamente de un bulbo de agua líquida a una cantidad infinita de gel de almidón a un contenido de humedad definido. Este cambio es obtenido de la presión de vapor de agua sobre un gel a cualquier contenido de humedad dado, o en otras palabras, el equilibrio del contenido de humedad a varias humedades (ec. 3).

$$\Delta \bar{g}_1 = (\bar{g}_1^m - g_1^o) = \frac{RT}{M} \ln \frac{P_1^m}{P_1^o} \dots \dots \dots (3)$$

El cambio en la Función Parcial de Gibbs, para el componente almidón del gel ($\Delta \bar{g}_2$) está definido similarmente como para el componente acuoso ($\Delta \bar{g}_1$). Esas funciones parciales están relacionadas en la ec. 4 de Gibbs-Duhem escrita en términos de la fracción en peso (W) del agua.

$$w d(\Delta \bar{g}_1) + (1-w) d(\Delta \bar{g}_2) = 0 \dots\dots\dots (4)$$

6

$$\Delta \bar{g}_2 = \frac{-RT}{M} \int \frac{w}{1-w} \cdot \frac{1}{a} \cdot da \dots\dots\dots (5)$$

donde: $a = \frac{p_1^m}{p_1^o}$, o la humedad relativa.

La ecuación 5 permite el cambio en la función parcial de Gibbs para el componente almidón que se calcula de las relaciones de agua.

El cambio en la función de Gibbs ($\Delta \bar{g}^m$) cuando un gramo de gel es manufacturado a almidón y agua líquida está dado por:

$$\Delta \bar{g}^m = w \Delta \bar{g}_1 + (1-w) \Delta \bar{g}_2 \dots\dots\dots (6)$$

La ambigüedad debida a la histéresis ocurre a humedades relativamente altas donde la misma presión de vapor del agua es producida por geles de diferentes contenidos de humedad. Los cambios en la función de Gibbs son pequeños a humedades relativamente altas, y por eso el efecto de histéresis es relativamente importante. Todos los datos disponibles en las relaciones de agua de gel de almidón incluyendo el trabajo de Farrow y Swam han sido coleccionados en el lado izquierdo de la fig. 19. La curva ha sido usada para computar el cambio en la función de Gibbs ($\Delta \bar{g}^m$) en la figura 20.

El cambio en la entalpia parcial ($\Delta \bar{h}_1$) para el componente acuoso está definido en la misma forma que ($\Delta \bar{g}_1$) expresado antes, excepto por la sustitución del concepto de entalpia. Bajo condiciones reversibles el cambio de entalpia parcial por gramo de agua agregada está dado por la ec. 7.

$$\Delta \bar{h}_1 = (\bar{h}_1 - h_1^o) = - \frac{RT^2}{M} \cdot \frac{\partial}{\partial T} \left(\ln \frac{p_1^m}{p_1^o} \right)_{p,w} \dots\dots\dots (7)$$

donde (m) y (o) se refieren a la mezcla y al componente puro respectivamente. La relación Gibbs-Duhem se puede aplicar otra vez para dar el cambio en la entalpia parcial para el componente almidón ($\Delta \bar{h}_2$) en la mezcla, entonces:

$$\Delta \bar{h}_2 = - \frac{w}{1-w} d(\Delta \bar{h}_1) \dots\dots\dots (8)$$

El tensímetro ha sido empleado para medir el efecto de la temperatura sobre la presión de vapor total del gel de almidón. Los resultados son usados para calcular el cambio de entalpia parcial para el agua ($\Delta \bar{h}_1$) por la ec. 7. El rango de temperatura sobre el cual han sido hechas las medidas es de 5° a 40°C. El lado derecho de la fig. 19 muestra el cambio de entalpia parcial por mol de agua ($\Delta \bar{h}_1$ ó $M \Delta \bar{h}_1$).

El cambio de entalpia parcial para el componente almidón ($\Delta \bar{h}_2$) ha sido calculado de la curva del lado derecho de la figura 19. Un alto contenido de hume-

Fig.20

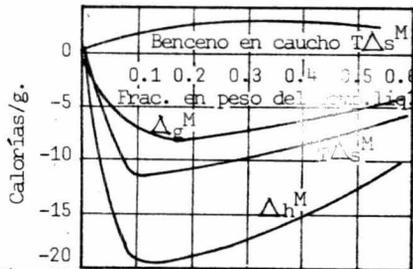


Fig. 20. Funciones termodinámicas para producción de 1 g. de gel de almidón a presión cte. (1 atm.) y 25°C. Comparación con una solución macromolecular atérmica.

Fig. 21

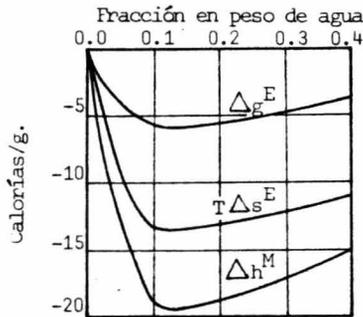


Fig. 21. Funciones termodinámicas en exceso para producción de 1 g. de gel de almidón a presión constante (1 atm.) y 25°C.

Fig. 22

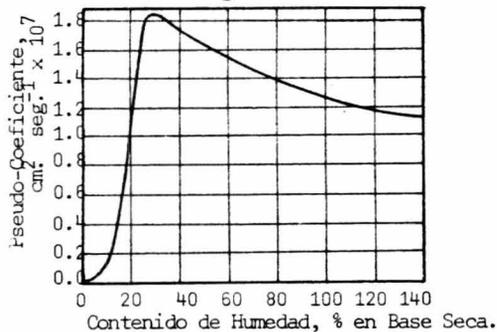


Fig. 22. Pseudo-Coeficiente en gel de almidón referido a dimensiones Secas a 25°

dad tiende al valor de 23.6 cal/g. El almidón de alto contenido de humedad es termodinámicamente similar al agua pura, consecuentemente el valor limitante de $(\Delta \bar{h}_2)$ es similar al calor sensible de humedad para un gramo de almidón seco. Distintas determinaciones del calor de humedad completo de gel de almidón seco por el método obtenido anteriormente da el valor de -24.6 ± 0.3 cal/g. Si se supone que $(\Delta \bar{h}_2)$ debe aproximarse a este valor una corrección que puede ser aplicada $(\Delta \bar{h}_1)$ por la ec. de Gibbs Duhem otra vez. El cambio de entalpía cuando un gramo de gel es manufacturado de almidón y agua líquida está dado por la ec. 9 y está graficado en la figura 20.

$$\Delta h^m = W\Delta \bar{h}_1 + (1 - W)\Delta \bar{h}_2 \dots\dots\dots (9)$$

Los cambios en entropía parcial $\Delta \bar{s}_1$ y $\Delta \bar{s}_2$ están definidos por gramos de cada componente como anteriormente, y están relacionados por medio de la relación de Gibbs-Duhem. El cambio en entropía cuando un gramo de gel de almidón es manufacturado de los componentes está dado por:

$$T\Delta s^m = \Delta h^m - \Delta g^m \dots\dots\dots (10)$$

Las funciones termodinámicas para un gramo de mezcla de gel de almidón son graficadas en la figura 20. Las funciones termodinámicas parciales se pueden obtener de esta figura si se construye una tangente a la curva de contenido de humedad requerido.

Cuando se añade agua en una cantidad infinita de almidón seco, el cambio de entropía puede ser infinito. La curva para (Δs^m) tiene un máximo cercano al secado y las curvas para (Δg^m) y (Δh^m) se interceptan justamente más allá del máximo.

La posición de las curvas en la fig. 20 no pueden ser garantizadas a conservarse a la mitad de una caloría. La desviación de las condiciones reversibles en el tensímetro no pueden ser grandes, sin embargo en vista de la armonía entre el valor integrado de $(\Delta \bar{h}_1)$ y el calor sensible de humedad.

La solución macromolecular de caucho en benceno se aproxima a las condiciones "ideales" en que el cambio de entalpía sobre la mezcla es muy pequeño y el cambio de entropía sobre la mezcla controla el cambio en la función de Gibbs. Es posible seguir el tratamiento usual en simples mezclas binarias y dividir el cambio de entropía en la manufactura del gel de almidón en dos partes.

$$\Delta s = \Delta s(\text{ideal}) + \Delta s(\text{exceso}) \dots\dots\dots (11)$$

Esto sugiere que el cambio de entropía ideal puede tomarse de los resultados experimentales de Gee & Treloar en la solución no térmica de caucho en benceno. El exceso de entropía en la manufactura de un gramo de gel de almidón es entonces calculado como la Tabla IV, porque las densidades parciales de los componentes son similares en cada uno de los dos sistemas, la comparación se puede hacer a fracciones -

de peso iguales.

TABLA IV.

Fracción en peso de solvente	Caucho en benceno (cal/g.)	Almidón y agua $T\Delta s$, (cal/g.)	Exceso de Entropia (cal/g.)
0.02	+ 0.61	- 3.1	- 3.7
0.04	+ 0.99	- 6.2	- 7.2
0.06	+ 1.30	- 8.9	- 10.1
0.08	+ 1.55	- 10.8	- 12.4
0.10	+ 1.79	- 11.6	- 13.4
0.20	+ 2.46	- 10.9	- 13.1
0.30	+ 2.67	- 9.6	- 12.3
0.40	+ 2.66	- 8.4	- 11.1

El otro exceso de funciones termodinámicas ha sido calculado por el mismo modo que en la Tabla IV y están graficadas en la Fig. 21. La solución de agua en diferentes almidones, así como el benceno en caucho en dos caminos. Cuando el almidón y el agua son mezclados isotermicamente hay un gran decrecimiento en la entropia y en la evolución de calor. Las curvas en la figura 21 toman un mínimo cercano a la fracción en peso de 0.1, en la cual la composición total es una molécula de agua (peso de la molécula 18) a un residuo de glucosa (peso de la molécula 162); la estructura de éstas ligaduras bajo Rayos X son cristales de gel de almidón, así mismo esta observación es controvercial (Rutle), Kreger supuso que hay una molécula de agua para cada residuo de glucosa en la fracción cristalina del almidón. El exceso de funciones parciales para una mol de mezcla de moléculas de agua y residuos de almidón están recopilados en la tabla V.

TABLA V.

EXCESO DE FUNCIONES PARCIALES PARA UNA MOL DE ($H_2O + C_6H_{10}O_5$ residual).

Contenido de humedad, %	Dilución Δs_1^{-E} entropia en unidad mol de H_2O	Solución Δs_2^{-E} entropia en unidad mol de $C_6H_{10}O_5$	Entalpia Parcial $\Delta \bar{h}_1$, en Kcal/mol
0.0	- 10.2	pequeña	- 4.9
2.1	- 10.8	"	- 4.7
4.2	- 10.8	"	- 4.4
8.7	- 5.8	- 4.1	- 1.8
17.5	- 0.5	- 7.6	- 0.27
33.3	- 0.2	- 8.6	- 0.01
54.0	pequeña	- 9.0	pequeña
100.0	"	- 9.8	"

Los valores promedios en la Tabla V son para cuando un gramo mol de agua es transferido isotermicamente de un bulbo de agua líquida a una cantidad seca de almidón; el cambio de entropía está cercano a 10 unidades de entropía (e.u.), menor que en una mezcla en la cual los componentes a mezclar no interaccionan. El mismo resultado se obtiene cuando un gramo mol de residuo de glucosa es adherido a una cantidad infinita de gel de almidón. La entropía molar de rotación de una molécula de agua es 10.48 e.u., si la interacción entre agua y almidón seco implica restricción en la rotación de las moléculas de agua, un valor grande de exceso de entropía se encuentra (la entropía molar de fusión del agua es solo 5.26 e.u.). El exceso de cambio de entalpía de cerca de 5 Kcal/mol debido a la interacción de agua y almidón seco puede ser asociado a la formación de un enlace extra de H₂ comparado con el agua líquida, - esto puede encontrarse por una baja migración de agua en almidón seco relativamente.

Todos los coeficientes de difusión discutidos en las secciones anteriores (por ejemplo la ec. 1) han sido definidos de acuerdo a la Ley de Fick, en la cual la fuerza directora para difusión es el gradiente de la concentración. Una alternativa aproximada, sugerida probablemente por Willard Gibbs, es que la fuerza directora es el gradiente del potencial químico de las especies difundiendo, lo cual es la energía libre de Gibbs parcial molar (comparada con la ec. 3). En la extracción de solvente, por ejemplo, la difusión puede tener lugar en la dirección de la baja actividad y opuesta a la dirección de baja concentración. Estas sugerencias que él aproximé por caminos de potencial químico son las más fundamentales, la ec. 3 sugiere que la fuerza directora para difusión es el gradiente de la presión de vapor de agua, pero - esto implica que las especies difundiendo están en equilibrio con el sustrato durante el curso total de la migración, una suposición, la cual difícilmente es justificada. El coeficiente en la Ley de Fick puede estar asociado con un flujo de material bajo una fuerza aplicada, la cual es la derivada de la energía potencial en la dirección de la transferencia; los coeficientes están relacionados en la ec. 12, en la cual el coeficiente de actividad a un contenido de humedad (m) es (f₁).

$$\frac{D_{\text{Fick}}}{D_{\text{potencial}}} = 1 - \frac{\log f_1}{\log m} = \frac{\log p_1/p_1^0}{\log m} \dots\dots\dots (12)$$

La derivada de la curva mostrada en la fig. 21, indica que esta relación es aproximadamente 1.5 a contenidos de humedad entre 2 y 18%. A altos contenidos de humedad la relación disminuye aproximadamente a 0.02 cercana a la saturación. Los coeficientes son iguales cuando se obedece la Ley de Henry.

En almidón de bajo contenido de humedad el coeficiente de difusión observado puede estar relacionado al coeficiente por la migración relativa de agua en las fibrillas de almidón, porque ésta es relativamente menos probable a moverse. La e

videncia de los Rayos X, sugiere que las moléculas sucesivas de agua en el almidón -- cristalizado están separadas por una distancia (λ) de 3.5 Å. Si hay un período de energía límite de alta U a lo largo de las fibrillas de almidón la probabilidad de -- transferencia estará dada por $\exp(-U/RT)$ en el ejemplo simple donde dos términos cuadráticos contribuyen al proceso de activación, si los cristales son libremente orientados, la probabilidad de que el movimiento de la molécula de agua se ligará en la dirección de difusión será:

$$P = \frac{1}{4} \int_0^{\pi/2} 2\pi \sin \theta \cos \theta d\theta = \frac{1}{4} \dots\dots\dots (13)$$

El coeficiente de difusión está entonces dado por la ec. (14), y el -- coeficiente de la ec. de Arrhenius (Tabla III) por la ec. (15).

$$D_0 = \frac{\lambda^2 k T}{4 h} \exp(-U/RT) \dots\dots\dots (14)$$

$$D_0 = 2.72 \frac{\lambda^2 k T}{4 h} ; E = U + RT \dots\dots\dots (15)$$

A 25° la estimación teórica de D_0 por la ec. (15) es $5.2 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{seg}$. Los valores observados en la Tabla III son algunas veces más pequeños que éste. Si -- el proceso de activación está asociado con más de dos grados de libertad, el valor -- calculado de D_0 será más grande, como los sistemas elastoméricos donde el gran desorden de la región durante la activación da valores de D_0 de 10^{-1} a $10 \text{ cm}^2/\text{seg}$.

Los cambios en los coeficientes de difusión son grandemente controlados por la energía aparente de activación, para contenidos de humedad intermedios. -- Hay una dirección similar con el contenido de humedad, ambas, la entalpia molar parcial de dilución ($\Delta \bar{h}_1$) y el valor observado de la energía de activación, son mostradas en la Tabla VI.

TABLA VI
ENERGIA DE ACTIVACION Y DILUCION.

Contenido de Humedad, %	Entalpia molar parcial de dilución ($\Delta \bar{h}_1$), Kcal/mol	Energía de activación observada, Kcal/mol	$-\Delta \bar{h}_1 + 4.6$, Kcal/mol
1.0	- 4.9	9.8	9.5
6.3	- 3.4	8.1	8.0
14.1	- 0.67	6.3	5.3
80.0	0.0	4.5	4.6

En la Tabla VI el valor 4.6 Kcal/mol es un valor recientemente reportado, para la energía de activación de difusión media en agua.

Cuando el contenido de humedad excede cerca del 15% la interacción entre agua y almidón se detiene para afectar el proceso de difusión. La energía de activación para difusión en gel saturado es similar para la misma difusión en agua. Se puede aplicar la corrección para la desviación de la Ley de Henry (ec.12) para el coeficiente de difusión en gel saturado ($2 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{seg.}$ a 25°C), medida de acuerdo con la Ley de Fick. El coeficiente para el flujo de agua en gel saturado bajo la acción de una fuerza derivada de un potencial químico es $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{seg.}$ a 25°C .

Cuando la difusión está acompañada por un cambio en volumen es necesario definir un plano de referencia así que no hay transferencia de material seco de un lado a otro durante la difusión. Las ecuaciones de difusión usuales pueden ser entonces aplicadas, tal como un plano de referencia se moverá con las vecindades de las secciones de material. El efecto del cambio es conveniente para definir el desplazamiento así que incrementos iguales se obtienen de pesos iguales de material seco, por ejemplo de iguales longitudes de gel. En el caso especial donde pesos iguales de material seco en la sección ocupan el mismo volumen cuando la sección está completamente seca, un "pseud" coeficiente de difusión puede ser definido con respecto a las dimensiones de la sección seca. Este "pseud" coeficiente contendrá la segunda fuerza del desplazamiento, y si el sistema se contrae isotrópicamente en tres dimensiones el "pseud" coeficiente estará relacionado al "propio" coeficiente de difusión previamente medido (Figuras 14-18) por la ec. 16.

$$\frac{\text{"pseud" coeficiente}}{\text{"propio" coef. de dif.}} = \left(\frac{\text{volumen de la sección seca}}{\text{volumen actual de la sección}} \right)^{2/3} \dots (16)$$

Cuando el área de la sección permanece constante y la contracción tiene lugar solo a lo largo de la dirección de la difusión, entonces la potencia 2/3 en esta ecuación es reemplazada por una potencia al cuadrado (2).

Han sido hechas medidas en el volumen específico del gel de almidón a varias humedades por el desplazamiento de benceno. El coeficiente de difusión mostrado en la fig. 14 ha sido ajustado por la ec. 14 para dar el "pseud" coeficiente ilustrado en la fig. 22. El "pseud" coeficiente tiende a desaparecer en geles diluidos por la pequeña proporción de material seco en cada muestra. El "pseud" coeficiente puede ser integrado para dar el valor efectivo para difusión de un contenido de humedad inicial (m_i) a un contenido de humedad final (m_f).

$$D_e = \frac{\int_0^{m_i} D \text{ "pseud" } dc - \int_0^{m_f} D \text{ "pseud" } dc}{m_i - m_f} \dots (17)$$

Por ejemplo el valor efectivo del "pseud" coeficiente para difusión entre seco y contenido de humedad de 140% puede ser obtenido por aplicación de la integral de la ec. (17) en la Fig. 22. El "pseud" coeficiente es entonces estimado a -

ser $1.27 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{seg.}$ (referido a las dimensiones secas). Esto está de acuerdo con el valor experimental de $1.23 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{seg.}$ (referido a las dimensiones secas), el cual es la medida del "pseud" coeficiente (a 25 °C) medido para sorción y desorción de agua en gel de almidón bajo el intervalo del contenido de mezcla entre seco y 146% de humedad.

El concepto del "pseud" coeficiente es usado para hacer cálculos simples. Un número de valores efectivos del "pseud" coeficiente ha sido tabulado en la Tabla VII, la cual puede ser usada en una ec. tal como la ec.(18).

$$\frac{M_t - M_f}{M_i - M_f} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp(-2(n+1)^2 \frac{\pi^2 D_t}{L^2}) \dots\dots (18)$$

Suponiendo que una sección de gel de almidón inicialmente a contenido de humedad de 140% tiene lugar en una atmósfera seca. Cuando está seco el espesor de la sección (L) será de 0.1 cm. Los cálculos indican que la sección se aproximará a un contenido de humedad de 5% después de alrededor de 4 horas. Esta sección tendrá una relación de humedad central, pero se tendrá un almacenaje de contenido de humedad uniforme; si la sección es secada inicialmente a un contenido de humedad uniforme de 10%, una sección de 0.1 cm. de espesor con 5% de humedad se producirá en 25 horas, esto es porque el gradiente en el contenido de humedad es pequeño y el "pseud" coeficiente efectivo es también pequeño comparado con más material saturado. Esto invariablemente es así para secar material de almidón en etapas sucesivas.

TABLA VII
GEL DE ALMIDON SECADO A 50°

Contenido de humedad inicial, %	Contenido de humedad final, %	"pseud" coeficiente efectivo, $\text{cm}^2/\text{seg.} \times 10^{-7}$
140	0.0	2.19
30	0.0	1.23
10	0.0	0.05
140	30.0	2.45
30	10.0	1.80

La dificultad observada en la deshidratación de materiales de almidón vegetal es debida a la baja migración de agua en las secciones. Si es posible introducir porosidades dentro del espesor de las secciones se acelerará el secado, especialmente bajo presión reducida. Cada tratamiento puede, sin embargo, ser un método de deterioramiento sobre la textura.

Las medidas con un termocople de las temperaturas dentro de tiras de papa de 4.8 x 7.9 mm. de área seccional, localizadas cerca de los centros de los pla-

tos, mostraron que durante la primera etapa de secado los vegetales permanecen a la temperatura del bulbo húmedo del aire circulante la mayoría del período (actualmente cercano a 25 min.), esto está en contraste con los datos encontrados por Ede y Hales con tiras solas de papa, quienes encontraron que su temperatura era cercana a la temperatura del bulbo húmedo pero a un estado elevado del secado era cercana a la del bulbo seco, pero es más cercano en conformidad con los cálculos de Kelpatrick y colaboradores.

Después de este período de retardo la temperatura de las tiras en el plato empieza a elevarse completamente, este cambio en su comportamiento tiene lugar cuando la masa del vegetal como un todo se ha aproximado a la relación de agua entre 2.5 a 3.0. En la segunda etapa, la temperatura del bulbo seco de los vegetales continúa en un cambio ascendente a la temperatura del bulbo húmedo y está dentro de 1°C de la temperatura del bulbo seco después de 1 a 1:30 horas en ésta etapa.

Los kilogramos de vapor de agua en el aire pueden ser determinados con la sig. ecuación:

$$W = \frac{18.016}{28.967} \frac{(p)}{(P - p)} \dots\dots\dots (19)$$

donde:

W = Kilogramos de vapor de agua por kilogramos de aire

"p" = Presión parcial de vapor de agua, y

"P" = Presión Total.

El porcentaje de saturación del aire con vapor húmedo es obtenido de la sig. ecuación:

$$\text{Porcentaje de saturación} = \frac{W}{W_s} (100) \dots\dots\dots (20)$$

donde: W_s = Valor del aire saturado.

El porcentaje de humedad relativa del aire es obtenido de la sig. ec.:

$$\text{Porcentaje de Humedad Relativa} = \frac{p}{p_s} (100) \dots\dots\dots (21)$$

donde: p_s = Presión de vapor de agua saturada a la temperatura existente.

La relación de secado está expresada en dos formas, a saber, como la relación del vegetal crudo tal como es recibido al producto final seco, y, como la relación del producto crudo seco en la charola al producto final seco. Para papas ésta relación es cerca de 8 ó 10:1 para papas frescas no peladas hasta finalmente secas, y cerca de 5 a 6:1 para papas frescas preparadas al producto final seco; para papa dulce esta relación es de 4:1. El operador del deshidratador está interesado solo en producir el terminado seco por 100 kg. de papa no pelada como es recibida; el experimento es más interesante donde la relación para preparar las papas frescas se tiene a papa seca terminada.

Se muestra mayor peso con el material refrescado y cocinado que el pe-

so original del material fresco; para papas frescas 2.4 kg, refrescadas 1.36 kg y ocinadas 2.17 kg.; para papa dulce 1.81 kg., 1.63 kg. y 1.86 kg. respectivamente. Estas relaciones variarán considerablemente con la madurez de la papa y aún más con la variedad y localización de donde fueron cosechadas. El método de refrescamiento y cocimiento también afectará éstos resultados, la papa dulce dá al final del cocimiento más del peso original del material fresco.

IV.- EMPAQUE

A).- COMPRESION Y EMPAQUE DE ALIMENTOS DESHIDRATADOS.

Fué encontrado que bajo condiciones aceptables, los vegetales deshidratados pueden ser comprimidos dentro de los bloques cohesivos firmes con densidades tan altas como de 960 a 1280 Kg/mt³. Se indica que la compresión no afecta grandemente la estabilidad de la mayoría de nutrientes en el almacenamiento de los alimentos deshidratados. Se ha sugerido que la retención de nutrientes durante el almacenamiento puede ser posible por el muy pequeño volumen de los alimentos al ser comprimidos. El almacenamiento en frío puede ser más practicable. También otros contenidos de materiales imprevistos requeridos para empaque con gas inerte pueden entonces ser más prontamente usados en mercados de competencia; ambos, el almacenamiento en frío y el empaque con gas son efectivos para retardar pérdidas de nutrientes, tales como caroteno y ácido ascórbico.

Antes de que los productos sean comprimidos, generalmente son calentados aproximadamente de 49°C a 71°C, así que ellos se guardarán en plástico algunas veces, y un período de tiempo es también requerido para el enfriamiento después de la compresión, se reporta que la calidad organoléptica no está apreciablemente afectada por este tratamiento de elevada temperatura (Magoon y colaboradores 1946; Gooding 1955; Gooding y Tucher 1955), las pérdidas en calidad organoléptica y de valor nutritivo tienden a acompañarse una con otra, estas observaciones sugieren que tendrán lugar pérdidas no significativas de nutrientes durante la compresión y durante sus operaciones asociadas; una excepción puede ocurrir con papas blancas deshidratadas cortadas en cuadros y tiras, la humidificación de papa deshidratada quebradiza a un contenido de humedad de alrededor del 15% no necesariamente es desmenuzante cuando se evitan presiones. Después de la compresión los bloques pueden ser secados para remover la humedad adherida. El secado de cada bloque es lento y algunas veces ocurre un chamuscado, la pérdida de ácido ascórbico puede tomar lugar en esas condiciones. En suma, si la dificultad del secado puede resultar en un chamuscado para secar el producto en un bajo nivel de humedad, las pérdidas del ácido ascórbico durante el almacenamiento podrán ser aceleradas.

La desecación del empaque es un posible método para remover la humedad adherida sin deteriorar el producto; la compresión parcial es otra alternativa. En estudios conducidos por el Ministerio de Alimentos de Gran Bretaña (1946), la humidificación no fué requerida para la compresión parcial de tiras de papas deshidratadas. El espacio económico fue menor que con compresión completa, pero el equipo requerido no fué tan elaborado. Igual cuando los alimentos deshidratados no son humidificados antes del presionado, puede desearse a menudo la reducción de sus niveles de humedad para el mantenimiento de la calidad y para la retención de nutrientes. La desecación

en el empaque para usarse en alimentos deshidratados no comprimidos, desarrollada durante la 2a. Guerra Mundial en el Laboratorio Regional de Western, fue también probada con productos comprimidos, por este proceso fué posible reducir sustancialmente - mejor el contenido de humedad de los bloques comprimidos, de los resultados con los alimentos no comprimidos, esta humedad removida podrá esperarse para improvisar significativamente la retención de nutrientes durante el almacenamiento (Legault y colaboradores, 1954). Además estudios de la desecación en empaque de alimentos comprimidos podrá ser deseable, incluyendo estudios de desecación en la planta manufacturera en contenedores intermedios antes del empaque final.

En resumen puede ser dicho que la mayoría de los factores nutritivos estarán probablemente afectados un poco por la compresión, por las pequeñas cantidades de oxígeno dentro del bloque, la retención de caroteno y posiblemente de otros nutrientes puede ser algunas veces imprevista en empaques al aire. Algunas pérdidas de constituyentes lábiles pueden ocurrir en algunos casos en los cuales el producto es humidificado para evitar fragmentación durante el presionado, la desecación en el empaque puede proveer valiables niveles bajos de humedad deseables en alimentos secados comprimidos; y finalmente, el menor espacio requerido para alimentos comprimidos hará más practicable el empaque en frío y otros tratamientos que ayudarán en el mantenimiento del valor nutritivo durante el almacenamiento.

La cantidad de los productos alimenticios como llegan al consumidor depende no solamente de la calidad inicial del producto crudo, sino también del cambio ocurrido durante la manufactura, proceso, almacenamiento y distribución. Muchos de esos indeseables cambios pueden ser evitados o minimizados, por el uso de los métodos propios de empaque.

Ha sido reconocido que factores de aceptabilidad, tales como color, sabor y textura pueden estar afectados por el medio de empaque. Relativamente poca importancia se ha dado al papel que juega el empaque en la preservación del valor nutritivo de alimentos y productos alimenticios.

Los huevos, la carne, la leche y los vegetales ordinariamente son empacados en recipientes de estaño, ocasionalmente puede ser empleado el cartón fibroso u otros tipos de material aunque no son tan satisfactorios como el estaño; este último ofrece protección contra insectos, pérdidas o ganancias de humedad y permite el empaque con un gas inerte. Si los alimentos deshidratados empacados van a ser almacenados por un periodo considerable de tiempo, es conveniente usar bajas temperaturas en el almacenamiento.

Los desecadores en empaque mejoran la estabilidad de almacenamiento de la papa blanca, camote, col, zanahorias, remolacha y cebollas deshidratadas. El resultado muestra que puede ser obtenida una ventaja muy sustancial contra el encafecimiento. La retención de ácido ascórbico es marcadamente mejorada a temperaturas hasta 49°C

ya sea en nitrógeno o en aire. En los alimentos tratados, también es grandemente retardada la desaparición de sulfito. Para almacenamiento prolongado de alimentos deshidratados se requieren recipientes funcionales herméticamente sellados y resistentes a la penetración de insectos.

Los requisitos de los alimentos secados son específicos para cada pro ducto.

Durante la 1a. Guerra Mundial fué necesario desarrollar métodos de em paquetamiento que debían proteger a los vegetales deshidratados contra insectos y hu medad.

Los vegetales deben ser secados a bajo contenido de humedad y el empa que debe protegerlos contra absorción de humedad ya que los vegetales se deterioran rápidamente en su color y comportamiento, su contenido de humedad debe mantenerse a-bajo de 5%. El secado a muy bajo contenido de humedad deteriora los vegetales secos muy rápidamente, pero muchas de las variedades son secadas a menos de 4% de humedad, Haword y otros, recomiendan empaques anhidros o que absorban la humedad para que es té a bajo nivel y así prolongar la vida en el almacenamiento del pro ducto.

Nichols encontró que un cartón es satisfactorio para el almacenamien- to de vegetales secos en un clima árido, pero no recomendable en un clima húmedo por que se penetra la humedad al empaque aún usando una capa de parafina. Rabak y otros han extendido lo encontrado por Nichols y dicen que algunos de los cambios que sufren son enzimáticos y algunos sólo químicos. También bolsas de papel celofán laminado y bolsas de aluminio son muy utilizadas. Latas para alta fricción fueron buenas para - resistir la abosorción de humedad.

Para uso de la armada de los E.U.A. los vegetales se empa-caron en la- tas de 19 lbs., pero fueron más caras que el cartón y más convenientes que latas a - prueba de fricción. Empaques de vacío se han encontrado satisfactorios para guardar vegetales deshidratados.

B).- NATURALEZA DE LOS MATERIALES DE EMPAQUE.

La protección ofrecida por un empaque está determinada por la natura- leza de los materiales del empaque y por el tipo de diseño y construcción del mismo.

1.-Vidrio

Los contenedores de vidrio han sido usados por muchos años. Física-men- te el vidrio es un líquido sobre-enfri do de muy alta viscosidad. Químicamente es u- na mezcla de óxidos inorgánicos de composición variable, muchos de ellos son del ti- po de silicatos de sodio y calcio, con otros ingredientes. Gooding (1952) nos dá los siguientes pro medios de composición: Silica 74%; Calcio 9%; Sosa 16% y Alúmina 1%.

Las propiedades importantes de los empaques de vidrio, tales como mol deabilidad, inerteabilidad, transparencia y dureza pueden modificarse por cambios re

lativamente menores en la composición del vidrio, pero los empaques de vidrio son usados mayormente para jugos.

2.- Metales.

El más común es el usado para enlatado, usado primeramente para el empaque de productos alimenticios esterilizados con calor (nuestro producto no requiere esterilización de calor). Estos contenedores pueden ser de estaño por medio de láminas delgadas y de acero o aluminio puro.

3.- Papel.

Se obtiene con él o materiales a base de papel un empaque de bajo costo, rápida eficacia y gran versatilidad. Consiste primordialmente de fibras de celulosa. Las propiedades del papel varían considerablemente dependiendo del proceso de manufactura; las propiedades físico-químicas, tales como la permeabilidad a líquidos, vapores y gases pueden ser modificadas por ingredientes usándose materiales plásticos, resinas, gomas, adhesivos, asfaltos y otras sustancias. Ciertos grados de papeles convertidos, ofrecen un poco de mayor protección a la luz y al deterioro mecánico.

Los papeles pueden ser usados como materiales de empaque flexible o como materiales para la construcción de contenedores de papel rígido; como cartones, cajas, tambores, etc., se usan generalmente como contenedores con grados protectivos de papel, plástico, etc.

4.- Plásticos.

El uso de empaques de plástico ha aumentado en los últimos años, pues son un importante medio de empaque.

Los plásticos son polímeros orgánicos de peso molecular elevado, de estructura, composición química y propiedades físicas variables. Los tipos de plásticos usados en empaque son:

a).- Celofanes.- Estos son frecuentemente clasificados en los plásticos por el hecho de que el mayor constituyente de los celofanes -La Celulosa- es más bien natural que polímero sintético. En resumen la celulosa como los celofanes contienen un plastificante como la glicerina o el etilen-glicol. (Los plastificantes son materiales, usualmente solventes de baja volatilidad, añadidos a los plásticos para reducir las fuerzas atractivas entre las cadenas de los polímeros, esto da como resultado un plástico de mejor flexibilidad). La celulosa plastificada -llamada celofán sencillamente ofrece protección a la difusión del vapor de agua, se le tiene que agregar generalmente agentes como nitrocelulosa, ceras, resinas y polímeros sintéticos.

b).- Celulósicos.- El celofán es provisto de un material de base para la producción de acetato de celulosa, etil celulosa y nitrato de celulosa. Los celulósicos tienen propiedades similares a las de los celofanes, pero tienen menores aplica-

ciones para el empaque de alimentos.

c).- Derivados del Vinil.- Son relativamente nuevos productos usados en empaque, con una excepción (en vinilos fluorinados, los hidrógenos y carbonos pueden ser reemplazados por átomos de fluor) tienen la siguiente fórmula general:

$(CH_2 - CXY)$, donde X e Y son átomos de hidrógeno u otros sustituyentes como Cloro, Benceno, Metil e Hidroxil. Las propiedades de los polímeros de vinil son dependientes de la naturaleza de los sustituyentes, del peso molecular y del agregado espacial de los grupos en las cadenas, especialmente la orientación y cristalinidad.

Las siguientes generalizaciones sobre el efecto de la estructura polimérica sobre las propiedades funcionales son de particular importancia en el empaque:

Fuerza.- La resistencia a altas temperaturas, la resistencia a la acción de solventes y la resistencia a la difusión se incrementan con el grado de incremento de la cristalización.

Con la presencia de grupos polares decrece la resistencia a la difusión de moléculas polares.

Lineabilidad de cadenas y orientación de cristales proveyendo fuerza e impermeabilidad.

La adición de plastificantes incrementa la permeabilidad y la solubilidad.

d).- Poliésteres.- El único poliéster de importancia en empaque de alimentos es el tereftalato de polietileno, un producto de la condensación de Etilen-glicol y Acido Tereftálico conocido como Mylar, éste es un polímero lineal cristalino de resistencia e inerteabilidad. Sus aplicaciones para empaque se han incrementado y promete llegar a ser uno de los mejores plásticos de empaque.

e).- Pliofilm.- Se usa como película para envolver y para la producción de envolturas de bolsas, cajas, etc.

5.- Madera.

Los contenedores hechos de madera son usados quizá más extensivamente para embarque y almacenamiento de alimentos empacados. Su uso como empaque inmediato para productos alimenticios es de mucho menor importancia.

6.- Combinaciones.

Para muchas aplicaciones de empaque es necesario combinar dos o más materiales diferentes para obtener un empaque con propiedades satisfactorias. En la siguiente lista se intenta mostrar la gran variedad de materiales que pueden ser usados para estos propósitos.

a).- Combinaciones de plástico conteniendo dos o más películas de plástico laminado con varios tipos de adhesivos sintéticos y naturales.

- b).- Enlatado rígido hecho de papel, con bases y tapas de metal.
- c).- Placas plásticas con un revestimiento delgado metálico.
- d).- Hojas delgadas de metal con revestimientos plásticos.
- e).- Contenedores de materiales construidos de 6 ó 7 materiales incluyen do papel, textiles, metales, plásticos, ceras, resinas.

C).- EFECTOS DEL EMPAQUE SOBRE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONTENIDO DE NUTRIENTES DE ALIMENTOS.

El empaque afecta el valor nutritivo de los alimentos por el control en el cual los factores conectados con el procesamiento, almacenamiento y manejo pueden actuar sobre los componentes de los alimentos. Los factores responsables en el procesamiento y almacenamiento a controlar en el empaque incluyen la luz, concentración de oxígeno, efectos de humedad, transferencia de calor, contaminación y ataque de agentes biológicos. En resumen, algunos factores tales como la interacción entre el alimento y el empaque se derivan del uso del empaque propio.

Esta sección se dedica a la revisión de la naturaleza de factores nutricionalmente importantes que pueden ser controlados por el empaque y el control propio del empaquetamiento.

I.- Luz.

Muchos de los cambios deteriorativos en la calidad nutricional de los alimentos están iniciados, o acelerados, por la luz. El dañino efecto de la luz está más pronunciado en la menor longitud de onda del espectro visible en el espectro ultravioleta. Ha sido establecido que las longitudes de onda bajo el rango de 4500 a 5000 Å tienen un mayor efecto en reacciones catalíticas en alimentos, pero las longitudes de onda mayores pueden también tener algunos efectos indeseables.

Entre las reacciones nutricionalmente de importancia catalizadas -- por la luz están:

- a).- Oxidación de grasas y aceites (Summer, 1953).
- b).- Destrucción de vitaminas en grasas solubles como resultado de la oxidación de las grasas (Lea, 1952).
- c).- Destrucción de vitaminas sensitivas a la luz, incluyendo riboflavina, caroteno, tiamina y otras (Clifcorn, 1948).
- d).- Desnaturalización de proteínas de alimentos (Watts, 1954).

La protección ofrecida por el empaque contra esos efectos indeseables puede ser de los dos tipos siguientes:

Protección directa por absorción o reflexión de toda o parte de la luz incidente, y :

Protección indirecta por prevención del acceso o entrada de un componente necesario para la reacción de la luz-catalizada. La protección contra el ac-

ceso de humedad atmosférica y oxígeno es más importante en esta categoría y será discutida más adelante.

El grado de protección directa producida por el empaque depende de las características de transmisión de luz en los materiales del empaque. Materiales de composición diferente y menor espesor han variado las características de transmisión de la luz. Es aparente que muchos de los plásticos, mientras están transmitiendo cantidades similares de luz al rango visible, tienen varios grados de protección contra los daños de longitudes de onda ultravioleta.

Las características protectivas del material de empaque pueden ser improvisadas por tratamientos especiales, por ejemplo, los vidrios son frecuentemente modificados por inclusión de agentes productores de color o por aplicaciones de revestimientos; la modificación de materiales plásticos puede ser obtenida por incorporación de tintes y la aplicación de revestimientos de varias composiciones.

II.- Temperatura.

Unicamente nos referiremos al problema relativo del control de la temperatura por la aplicación de métodos de empaque.

La aplicación de la Ingeniería de Empaque puede tener un considerable efecto sobre la retención de nutrientes por el efecto de la velocidad de transferencia de calor y del empaque de productos alimenticios. La transferencia de calor puede tomar lugar por conducción, por convección y radiación; y está afectada por la conductividad térmica, porosidad y reflectividad de los materiales de empaque, los cuales colectivamente determinan el valor aislante del empaque.

La elevación de temperatura en los productos alimenticios refrigerados, expuestos por un corto período de tiempo a elevadas temperaturas, puede ser grandamente retardada por el uso de contenedores aislantes. Ratzlaff (1955) estudió los cambios de temperatura, puntualizando que los contenedores aislantes que lentamente bajan la transferencia de calor de productos alimenticios teniendo temperaturas por debajo de la condición ambiente, también retardan el enfriamiento de productos alimenticios calientes.

III.- Oxígeno.

El oxígeno atmosférico es capaz de afectar la calidad nutritiva de los alimentos, en general sus efectos son perjudiciales y es deseable mantener ciertos tipos de alimentos en una baja tensión de oxígeno, o en un mínimo para prevenir un continuo abastecimiento de oxígeno dentro del empaque. Las reacciones dobles del oxígeno atmosférico incluyen la oxidación de grasas y aceites, deterioración del valor biológico de proteínas, y la deterioración de algunas vitaminas.

La dependencia de la oxidación de grasas por la tensión de oxígeno es bien conocida, recientes artículos revisados de Watts (1954), Riemenschneider (1955)

y Lea (1952) proveen buenas referencias sobre el objeto. El efecto de la concentración de oxígeno sobre la calidad de las proteínas es poco conocido, es probable sin embargo, que la oxidación puede afectar el valor biológico de las proteínas (Tappel, 1956)

Los efectos de la oxidación sobre el contenido de vitamina de alimentos han sido objeto de muchas investigaciones. Clifcorn (1948) enlista lo siguiente como susceptible de oxidación: Acido Ascórbico, Vitamina "A" y Vitamina "D".

De interés es también el comportamiento en el almacenamiento de frutas y vegetales preempacados. Cuando un abastecimiento adecuado de oxígeno atmosférico es aceptable, el proceso respiratorio normal da como resultado el cambio de los azúcares a bióxido de carbono y agua a bajas tensiones de oxígeno, sin embargo, la respiración anaeróbica da como resultado la formación de alcohol etílico, el efecto deteriorativo de esta fermentación sobre la aceptabilidad de frutas y vegetales frescos es bien conocido, pero su significancia nutricional no es clara (Platenius, 1943; Hardenburg, 1955)

La actividad del oxígeno sobre los alimentos empacados depende de la naturaleza del contenedor, latas selladas adecuadamente y contenedores de vidrio — efectivos previenen el intercambio de gases entre el producto alimenticio y la atmósfera. En empaque flexible, sin embargo, la difusión de gases depende no solamente de la efectividad del cierre sino también de la permeabilidad del material de empaque. La difusión puede tomar lugar a través de los poros y discontinuidades de los materiales o a través de espacios intermoleculares de muy pequeñas dimensiones, en el primer caso, algunas veces descrito como una simple difusión, la cantidad de difusión depende solamente del área total de poros y del peso molecular del gas, de mucho más importancia en empaques el segundo caso, en que la difusión activada, en la cual la permeabilidad depende primeramente de la estructura físico-química del contenedor, hay grandes diferencias entre las permeabilidades de los varios materiales usados en empaque flexible como se muestra en la siguiente Tabla:

PERMEABILIDAD AL OXIGENO DE VARIOS MATERIALES DE EMPAQUE A 25°C.

Material	Rango de Permeabilidad + (cc)(mil)/(24 hr)(m ²)(atm)
Polietileno Convencional	6000 - 10000
Polietileno de Baja Presión	1500 - 3000
Pliofilm	200 - 5000*
Saran	10 - 350
Celofán Puro	50 - 10000 **
Nitrocelulosa Revestida de Celofán	40 - 4000 **
Saran Revestido de Celofán	10 - 100
Mylar	20 - 100
Papeles Encerados y Revestidos	100 - 15000 ***
Acetato de Celulosa	2000 - 5000
Hojas Laminadas	****
Laminaciones Plásticas	10 - 400 (*)

+ Basada en un gran número de determinaciones, sobre muestras comerciales y de Laboratorio, hechas por Harris y Von Loesecke, usando modificaciones del método de Landrock y Proctor (1952).

* Depende del tipo y cantidad de plastificante.

** Depende de la humedad.

*** Depende del tipo, calidad y cantidad de revestimiento, humedad, acondicionamiento y otros factores.

**** Para muestras no dañadas.

(*) Primariamente para celofán-polietileno y laminaciones de polietileno-mylar

IV.- Humedad.

El empaque es el factor decisivo en el control de los cambios de humedad en alimentos almacenados, el efecto de los cambios de humedad sobre el valor nutritivo de los alimentos es un problema de mayor complejidad que el efecto del oxígeno, sin embargo, la importancia de los empaques prueba de humedad que contribuyen a la preservación de los alimentos no está claramente entendida.

En alimentos deshidratados muchos de los cambios deteriorativos pueden ser prevenidos por eliminación de infiltración de humedad. El ennegrecimiento no enzimático que es frecuentemente correlacionado con la disminución en el valor nutritivo (Cremer y Menden, 1956 ; Rice y Beuk, 1953), es efectivamente inhibido por el mantenimiento de un bajo contenido de humedad (Lea y Hannan, 1952; Olcott, 1952). Una situación similar prevalece con respecto a algunas de las vitaminas. Legault y colaboradores (1954) observaron retención imprevista de ácido ascórbico en papa secada mantenida a bajo contenido de humedad, los efectos del contenido de

humedad sobre la retención de tiamina fueron enfatizados por Farrer (1355).

PERMEABILIDAD DE VARIOS MATERIALES DE EMPAQUE AL VAPOR DE AGUA A
38°C Y 95% CONTRA 0% DE HUMEDAD RELATIVA. (*)

Material	Rango de Permeabilidad (gm)(mil)/(24 hr)(645 cm ²)
Celofán Sencillo	20 - 100
Nitrocelulosa Revestida de Celofán	0.2 - 2.0
Saran Revestido de Celofán	0.1 - 0.5
Poliétileno, Convencional	0.8 - 1.5
Poliétileno, Presión Baja	0.3 - 0.5
Saran	0.1 - 0.5
Películas a base de Cloruro de Vinil	0.5 - 8.0 +
Hojas de Aluminio, 0.00088 cm de espesor	0.1 - 1.0
Hojas de Aluminio, 0.0035 cm.	Menor de 0.1
Hojas Laminadas de Papel-Plástico	Menor de 0.1
Papeles Encerados	0.2 - 15.0
Papeles Revestidos	0.2 0 5.0
Mylar	0.8 - 1.5

(*) Basada en resultados obtenidos por Harris y Von Loesecke de varias muestras comerciales y de Laboratorio usando el método standard Tappi (Tappi, 1949) y el método Karel y colaboradores (1955).

+ Depende del tipo de resina y cantidad de plastificante.

Los cambios nutritivos en los alimentos son probablemente independientes de los empaques a prueba de humedad (Watts, 1954; Volz et al., 1949). Una correlación la cual es algunas veces observada entre cambios de humedad y oxidación, indica que es probablemente debida al hecho de que en muchos materiales de empaque de permeabilidad baja al vapor de agua están asociados con una buena resistencia al paso de oxígeno.

Los métodos de empaque proveen protección contra infiltración de humedad atmosférica incluido el uso de materiales de baja permeabilidad al vapor de agua y a la inclusión en el empaque de agentes absorbentes de humedad (en empaque con desecación). Las permeabilidades de algunos materiales de empaque flexible para vapor de agua son mostradas en la tabla anterior.

V.- INTERACCION ENTRE PRODUCTO Y EMPAQUE.

Los empaques están hechos de muchos materiales habiendo variantes de características físicas y químicas. Algunos de esos componentes pueden reaccionar

con el contenido del empaque, los peligros toxicológicos de las reacciones son llevados a un mínimo por un estricto criterio de seguridad (Lehman y Patterson, 1955). El problema de la aceleración de deterioración nutritiva por los componentes del empaque ha recibido también algún reconocimiento y puede ser resuelto por la aplicación de los métodos propios de empaque.

El vidrio tiene una excelente inerteabilidad y cuando son usadas partes inertes para los cierres o sellos, no hay interacción entre el alimento y el empaque, muchos de los empaques flexibles también poseen adecuada inerteabilidad, en algunos casos sin embargo, los materiales flexibles pueden contener concentraciones excesivas de contaminantes metálicos.

Otros problemas observados se tiene sobre la penetración en el empaque del aceite libre de los productos alimenticios empacados (el aceite libre está definido como la grasa capaz de manchar el empaque)(Landrock y Proctor, 1951). La penetración en los materiales de empaque por aceite libre eleva un punto determinante para el desarrollo de la rancidez que puede afectar el valor nutritivo del alimento empacado. La importancia de los materiales a prueba de grasa en el control de la penetración de grasa y aceite es igualmente aparente.

La aplicación de radiaciones de alta energía al procesamiento de empaque de alimentos puede crear problemas adicionales en la interacción de empaque-producto. Es conocido, desde luego, que la irradiación de algunos materiales al empaque puede producir componentes volátiles (Byrne et al., 1953 ; Sun, 1954) y que la radiación de volátiles producidos puede penetrar dentro del contenido del empaque, lo que ha sido demostrado por Karel y Proctor (1957). La significancia nutricional de los efectos, sin embargo, no es conocida.

La discusión anterior ha sido referida a mecanismos generales que modifican el empaque por el efecto de algunos factores en el almacenamiento, todos esos mecanismos pueden ser incluidos en el mantenimiento del valor nutritivo de alimentos, sus efectos individuales y colectivos varían con diferentes productos alimenticios.

A continuación nos referiremos al papel que juega el empaque en el preservamiento del valor nutritivo de tipos específicos de alimentos. Se ha hecho un intento para discutir los efectos del empaque sobre la base de evidencia experimental publicada más que sobre la base de consideraciones teóricas.

El efecto del empaque sobre el valor nutritivo de alimentos deshidratados ha sido extensamente estudiado. Desde el punto de vista de su susceptibilidad para reaccionar causando disminución en el valor nutritivo, los alimentos deshidratados pueden ser agrupados en dos grupos:

- 1.- Frutas y vegetales deshidratados, en los cuales el abatimiento del valor nu

tritativo es causado primeramente por destrucción de vitaminas, tales como ácido ascórbico y caroteno.

2.- Alimentos deshidratados tales como leche, carne, huevos, etc.

Los mecanismos de más importancia en estos cambios deteriorativos son la oxidación y el ennegrecimiento no enzimático; ambos pueden ser controlados por el empaque. La oxidación puede ser lentamente disminuída por la protección del oxígeno atmosférico, la luz y otros pro-oxidantes. La oxidación es también retardada por un bajo contenido de humedad. El ennegrecimiento noenzimático es independiente de la tensión de oxígeno, pero puede ser controlado por mantenimiento bajo del contenido de humedad en el recipiente. (Lea y Hannan, 1952).

Los empaques propios para preservar el valor nutritivo coinciden con aquellos óptimos para la preservación de características de aceptabilidad del consumidor, éste hecho ha estimulado el estudio de la aplicación del empaque protector entre los cuales se incluyen los métodos siguientes (Pitman y colaboradores, 1943; Heiss, 1950; Morris, 1952; Strashum y Talburt, 1954; Copley y colaboradores, 1956):

- a) Uso de materiales de empaque químicamente inertes.
- b) Uso de materiales de baja permeabilidad a la humedad y gases.
- c) Empaque bajo vacío o bajo gases inertes.
- d) Uso de un empaque de desecación.—un método desarrollado por el Laboratorio Regional de los E. U. A. En éste método, muy bajos contenidos de humedad son obtenidos por la inclusión en el contenedor de un desecante tal como CaO. El desecante está sellado en una pequeña bolsa y los alimentos son entonces empacados en latas u otros contenedores a prueba de humedad.

A través de investigaciones más avanzadas sobre alimentos deshidratados se hicieron una serie de estudios por la Continental Can Co. Research Staff -- (1944 y 1955). Fueron incluídos en el estudio latas selladas en aire, latas selladas con gases inertes y cartones con bolsas laminadas inertes, las cuales fueron calentadas y selladas en aire. Los resultados obtenidos se resumen enseguida.

La retención de riboflavina y tiamina no estuvo afectada por ninguna de las variables del empaque. En papas dulces y blancas se encontraron diferencias entre latas y cartones, también entre latas empacadas en aire y empacadas en gas, la retención de caroteno estuvo afectada por la atmósfera del empaque en papas dulces. Heiss (1948) presentó datos mostrando que la retención de ac. ascórbico y caroteno está afectada por los cambios de humedad tanto como por la atmósfera del empaque, y enfatizó la necesidad del empaque a prueba de humedad en alimentos deshidratados; De Lange (1953) encontró que el ac. ascórbico fué retenido en latas mejor que en bolsas de polietileno y de pliofilm, de los dos plásticos, el polietileno fué ligeramente más efectivo en protección que el pliofilm.

Más recientemente, una serie de estudios sobre los efectos de los empaques sobre la calidad de frutas y vegetales deshidratados han sido hechos por el Laboratorio Regional del Departamento de Agricultura de los E. U. A. (Legault y colaboradores, 1951; Legault y colaboradores, 1954; Wong y colaboradores, 1956). Entre los alimentos deshidratados estudiados estuvieron: jugo de tomate, zanahorias, camotes, cebollas, remolachas, papas blancas y papas dulces. La retención de ac. ascórbico en esos productos fue encontrada marcadamente dependiente de la atmósfera del empaque y del contenido de humedad, retención excelente de ac. ascórbico fué obtenida por la combinación de empaque nitrogenado con desecador en el empaque. El uso de desecación en empaque sin empaque de nitrógeno fué, en general, más efectivo que el empaque de nitrógeno sin desecador en el empaque.

D).- ALMACENAMIENTO.

Muchos factores incluyendo las operaciones de escaldado (agua, sulfito en el agua, ó vapor), método de secado, contenido de humedad del producto terminado, propiedades físicas del alimento, presencia de un revestimiento sobre el material de secado, y tipo de empaque pueden influenciar la estabilidad durante el almacenamiento. Los procedimientos usados para la deshidratación comercial de frutas y vegetales no están bien estandarizados, de aquí que no es posible evaluar exactamente la influencia del almacenamiento sobre los productos comerciales, la mayoría de la información publicada está basada en productos deshidratados bajo condiciones de laboratorio.

Mallette y colaboradores (1946) evaluaron la influencia de muchos factores sobre los cambios químicos durante el almacenamiento; camotes, papas blancas y papas dulces deshidratadas en latas metálicas selladas con una atmósfera de CO_2 fueron estudiadas. El sulfito en el agua de escaldado fué destructivo para la tiamina en las etapas de preparación, seis semanas después del empaque, el camote que había recibido escaldado con sulfito había perdido la mayoría de su tiamina; la niacina y riboflavina en camote escaldado con sulfito, y la tiamina, niacina y riboflavina en los vegetales deshidratados escaldados con vapor fueron poco afectados durante un tiempo de nueve a quince semanas a $24^{\circ}C$ ó $38^{\circ}C$; en recipientes húmedos, de 4 a 5 %, la retención a esas dos temperaturas fue esencialmente equivalente. Chace (1942) reportó que un bajo contenido de humedad o empaque con nitrógeno fué favorable para la tiamina y riboflavina en zanahorias, camotes y papas dulces deshidratadas, éstas vitaminas tienen mayor estabilidad que el ac. ascórbico y caroteno durante el almacenamiento.

El ac. ascórbico y caroteno son importantes contribuciones nutricionales de frutas y vegetales deshidratados. Investigaciones efectuadas por Chace (1942), y Morgan y colaboradores (1945) puntualizaron los factores que influencian la reten-

ción durante el almacenamiento, un bajo contenido de humedad, empaque bajo CO_2 o N_2 y baja temperatura aumentan la estabilidad. Papas blancas con 5 a 6% de humedad retuvieron esencialmente la misma cantidad de caroteno en aire, CO_2 ó N_2 por 16 semanas a 32°C , en recipientes de alta humedad, el empaque con gas inerte da sustancialmente mejor retención.

La influencia de la temperatura sobre el ac. ascórbico en vegetales - deshidratados está dada por datos reportados por Morgan y colaboradores (1945) y Mallette y colaboradores (1946). Después de 4 a 6 meses de 4.5°C a 10°C , los vegetales conteniendo de 4 a 5 % de humedad retuvieron de 80 a 100% de su ac. ascórbico; de 35 a 40.5°C , la retención fue de 20 a 50% después de tiempos similares.

Los primeros estudios (Chace, 1942; Morgan y colaboradores, 1945) mostraron que la baja humedad, empacando bajo una atmósfera inerte y baja temperatura - de almacenamiento todos favorecen la retención de ac. ascórbico. En recipientes de 3 ó más alto porcentaje de humedad, frutas y vegetales deshidratados tuvieron baja estabilidad durante el almacenamiento a temperatura ambiente; recientes estudios indican que la estabilidad de la Vitamina puede ser aumentada reduciendo la humedad a niveles bajos.

En un reciente trabajo, Tressler (1956) discutió los mejores factores que influyen la retención de nutrientes en frutas y vegetales deshidratados durante su producción y almacenamiento; el almacenamiento a temperaturas refrigeradas es favorable al sabor, color y retención de vitaminas; el empaque bajo Nitrógeno y Dióxido de Carbono ayudan en la conservación del ac. ascórbico y el caroteno, sin embargo el contenido de humedad es el mayor factor afectando la estabilidad a temperaturas de 21°C ó mayores; el uso de un desecante en el empaque para llevar el contenido de humedad a 1% ó menos puede permitir el almacenamiento de frutas y vegetales deshidratados durante 6 meses de 21°C a 38°C sin pérdidas significativas de vitaminas.

Las reacciones que ocurren en un modelo de sistema conteniendo componentes típicos de alimentos fueron revisadas por Hodge (1953) quien dividió el ennegrecimiento no enzimático dentro de tres grupos generales:

- 1.- Ac. Carbonil amino, en el cual se incluye la reacción de aldehídos, cetonas y azúcares reducidos a aminos, amino ácidos, péptidos y proteínas.
- 2.- La caramelización ocurre cuando los componentes polihidrocarbonil (azúcares, y ácidos polihidroxicarboxílicos) son calentados en ausencia de compuestos amino.
- 3.- Reacciones oxidativas, las cuales convierten el ac. ascórbico y polifenoles en - compuestos di ó poli carbonil, estas reacciones pueden o no ser catalizadas por enzimas.

El conocimiento de los factores que controlan esas reacciones modelo puede ser útil en el procesamiento del alimento, es importante eliminar el ennegreci-

miento en la mayoría de frutas y vegetales y se promueve ennegrecimiento deseable en productos como café, etc..

Las frutas y vegetales relativamente no son importantes fuentes de -- proteínas en la dieta, de aquí que los cambios en la utilización de proteínas debido a reacciones entre compuestos carbonílicos y amino ácidos pueden tener una poca significancia sobre los valores nutritivos. En algunos alimentos se acompaña el ennegrecimiento con la formación de CO_2 , la velocidad de formación de CO_2 varía con cada alimento. Usando sistemas modelo de glucosa y amino ácido, Lewis y colaboradores (-- 1949) encontraron que el ennegrecimiento no enzimático y la producción de CO_2 ocurren a velocidades similares; la formación de CO_2 por descarboxilación de la molécula de glicina es una parte integral de la reacción entre glicina y glucosa, una técnica de separación cromatográfica del pigmento negro se puede describir. La reacción de la glucosa con ac. carboxílico es también un factor importante en el ennegrecimiento no enzimático de frutas y vegetales, Lewis y colaboradores (1949) observaron que la glucosa reacciona con ac. acético, ac. cítrico ó ac. láctico en un sistema modelo para producir un pigmento café y CO_2 , el oxígeno acelerado y el SO_2 retardado - en esas soluciones produce pigmento.

El ac. ascórbico en solución con ácidos: cítrico, málico, tartárico u oxálico desarrolló color durante el almacenamiento (Larden y Harris, 1950), ninguna formación de color en la pérdida de ac. ascórbico depende del oxígeno, el SO_2 , sin embargo retarda la pérdida de ac. ascórbico y la formación de color; se formó furfural por calentamiento de una solución de ac. ascórbico y ac. cítrico sin pérdida de ac. cítrico, ésto sugiere que a la destrucción de ac. ascórbico puede acompañar el ennegrecimiento bajo algunas condiciones.

El ennegrecimiento no enzimático durante el almacenamiento de vegetales deshidratados está influenciado por el escaldado, calor dañino durante el secado y el contenido de humedad, el uso del sulfito en el escaldado (Legault y colaboradores, 1951) retardó el ennegrecimiento durante un período de inducción; después del período de inducción el ennegrecimiento siguió más o menos a la misma velocidad en el escaldado de vegetales con y sin sulfito; en niveles de alrededor del 2%, disminuyen do la humedad, se retarda el ennegrecimiento; la temperatura de almacenamiento, tiene una decidida influencia en la velocidad de ennegrecimiento, una baja temperatura de almacenamiento es deseable para vegetales deshidratados; el empaque en la atmósfera mostró poca influencia sobre las velocidades de ennegrecimiento, el nitrógeno o aire tuvo más o menos la misma influencia.

COMPARACION DE PESOS DE VEGETALES ENLATADOS Y DESHIDRATADOS

DE 454 KGS. DE VEGETALES FRESCOS.

Vegetales	Enlatado y empacado Peso aproximado en Kg.	Deshidratado y empacado Peso aproximado en Kg.
Repollo	771.80	68.10
Ejotes	998.80	90.80
Zanahorias	889.84	90.80
Maíz	908.00	181.60
Cebollas	908.00	81.72
Chícharos	982.91	113.50
Papas	908.00	181.60
Espinacas	749.10	70.37
Papa dulce	726.40	136.20
Tomate	681.00	38.59 (polvo)

REQUERIMIENTOS DE ESPACIO RELATIVO POR TONELADA (BASE FRESCA)

DE ALIMENTO.

(MT³/908 KG)

Producto	Fresco	Deshidratado	Enlatado o congelado
Frutas	1.40-1.54	0.084-0.196	1.40-1.68
Hortalizas	1.40-2.38	0.14 -0.70	1.40-2.38
Carnes	1.40-2.38	0.42 -0.56	1.40-1.68
Huevos	2.38-2.52	0.28 -0.42	0.98-1.20
Pescado	1.40-2.10	0.56 -1.20	0.84-2.10

V.- EFECTOS SOBRE LOS NUTRIENTES DURANTE LA PREPARACION.

a) Efectos de la preparación a gran escala sobre el contenido de nutrientes de alimentos.

Trozado.- Las pérdidas que ocurren en la preparación de vegetales varían con cada alimento, su condición y frescura, la estación del año, el estado económico del trabajador, las costumbres culturales del consumidor, etc. Cuando las raíces vegetales son peladas o raspadas, o son fragmentadas y los troncos de vegetales verdes son renovados, una considerable cantidad de tejidos de la planta pueden ser perdidos.

Mc Cance y colaboradores (1936) han publicado curvas para el desperdicio, expresadas como el porcentaje del peso de vegetales comprados y usados para ebullición. Estas pérdidas varían del 21% al 61% en vegetales de hoja, con un valor medio de 25%. En raíces vegetales, el rango dado es de 14 a 26% por pelado, y solamente del 4 al 5% por rasgado.

Andross (1946) presentó datos sobre el desperdicio en la preparación de vegetales en Escocia como los de la papa que es un 40%. Watt y Merrill (1950) proporcionaron las siguientes pérdidas en los E. U. A.: papa 16%; papa dulce 14%, se observa que esas estimaciones son más conservadoras que las de Andross.

Cuando los alimentos de origen vegetal son trozados, las pérdidas de nutrientes generalmente exceden la pérdida en peso, porque se encuentran usualmente en altas concentraciones en la envoltura externa de los vegetales y en las envolturas externas de semillas, tubérculos, raíces y frutas. El ac. ascórbico está presente en más altas concentraciones justo abajo del espesor del corcho pelado en la papa (Lawersen y Orth, 1942); por esto, la pérdida por pelado puede estar dentro del rango del 12 al 35% (Wager y colaboradores, 1945; Wertz y Weir, 1946; Streightoff y colaboradores, 1946). La pérdida de proteínas debida al podado puede estar usualmente igual que la pérdida en peso (Andross, 1946).

Las hojas de muchos vegetales contienen de 2 a 6 veces más ac. ascórbico que los tallos, las hojas también contienen más minerales que lo que contienen los tallos; por lo mismo, el óxido de fierro está dos o cuatro veces más concentrado en las hojas que en los tallos (Sheets y colaboradores, 1941).

Lavado y Remojado.- El lavado preliminar y el remojo de vegetales y tubérculos antes de la cocción permiten la extracción de constituyentes solubles en agua, pero esas pérdidas son generalmente insignificantes.

Papas peladas almacenadas bajo refrigeración por 20 horas, perdieron poco ac. ascórbico (Wertz y Weir, 1946; Streightoff y colaboradores, 1946) y 8% de tiamina (Wertz y Weir, 1946). Papas remojadas por 2 horas en agua perdieron 11.9%

de tiamina, y papas dulces remojadas por 5 hrs. en agua perdieron 21.1% de tiamina (Ashikaga y Chachi, 1951), papas peladas remojadas por 28 hrs. en agua perdieron un 14% de su ac. ascórbico, 8% de tiamina, 6% de riboflavina y 14% de niacina (Gleim y colaboradores, 1946); papas peladas nuevas y viejas perdieron el 5% y el 10% de ac. ascórbico, respectivamente, mientras estuvieron en agua (Branion y colaboradores, 1947).

Cortado.- La literatura más reciente indica que las pérdidas en ac. ascórbico cuando el camote y otros vegetales son cortados en cuadros y desmenuzados no son tan serias como primero se suponía, ésto es debido al hecho de que en investigaciones iniciales se midió el ac. ascórbico reducido y no se determinaron las cantidad de ac. dehidroascórbico (el cual es alrededor de 80% tan biológicamente activo como el ac. ascórbico reducido). No obstante, las pérdidas de ac. ascórbico en vegetales desmenuzados pueden ser considerables (Pyke, 1944; Van Dyne y colaboradores, 1944).

Grandes pérdidas de ac. ascórbico en papas hechas puré han sido reportadas: 75% (Kardo-Syssoeva y Ulanova, 1941); 80% (Wertz y Weir, 1946); 30% (Hellström, 1952); y 9% (Wojna-Nowieka, 1954). El rábano rallado perdió un 27% de tiamina en 24 hrs. a 10°C, mientras que las papas dulces ralladas perdieron un 21% de tiamina (Ashikaga y Chachi, 1951).

Hervido.- Las pérdidas de nutrientes que ocurren cuando los alimentos son hervidos en restaurantes y cafeterías son dependientes de: a) Frescura del alimento, b) Tamaño de las partículas de alimento, c) Tipo de equipo, d) Cantidad de agua de cocción, e) Velocidad de cocción, f) Longitud del tiempo de cocción, g) Sales en el agua de cocción, y otros factores los cuales pueden afectar la velocidad de extracción o destrucción de nutrientes. Normalmente, solo agua suficiente debe añadirse para cubrir el material, y entonces solo se admite la necesaria para hervir vigorosamente, existen grandes variaciones de la proporción de agua para el material sólido comúnmente usado. Olliver (1936) estableció que la relación de agua para sólidos usualmente varía de 1:2 a 2:1; para mejores resultados, los vegetales verdes son usualmente añadidos al agua hirviendo, y raíces vegetales son añadidas a agua fría. Erroneamente, la cacerola de cocción a menudo no es cubierta para ayudar a preservar el color verde de los vegetales, y algunas veces se añade bicarbonato de sodio, pero estos dos procedimientos catalizan la destrucción de nutrientes sensitivos a la luz o al alcali. Muchos de estos estudios se resumen en la Tabla I.

Los efectos de la ebullición sobre el contenido de ac. ascórbico de alimentos han recibido mayor atención posiblemente porque esta vitamina usualmente no es sensitiva y porque es facilmente medida; pocos estudios se han realizado sobre la tiamina, riboflavina, niacina y caroteno y menos aún han sido hechos sobre otras vitaminas, aminoácidos y minerales.

TABLA I

RETENCION DE VITAMINAS DURANTE LA EBULLICION O COCCION A GRAN ESCALA.

Vegetales	Tiempo de Cocción min.	Caroteno	Tiamina %	Riboflavina %	Niacina %	Ac. Ascórbico %	Referencia.
General	-	100	70-75	-	-	25-60	Olliver (1941)
General	-	-	-	-	-	50	Crosby (1953)
General	120	-	-	-	-	56-94	Daum (1943)
General	-	-	-	-	-	21-78	Wang (1942)
General	-	-	-	-	-	2-33	Hopkings (1944)
General	-	-	46-100	50-97	36-98	8-100	Fenton (1945)
Sopa	60	-	-	-	-	4-90	Meibaum (1950)
Vegetales de Tierra.							
General	-	-	-	-	91	-	Russell (1943)
Papa	10	-	87-92	-	-	-	Wertz y Weir (1946)
Papa	-	-	81	-	-	-	Lane (1942)
Papa	-	-	-	-	-	53-80	Branion (1947)
Papa	20	-	-	-	-	69	Olliver (1941)
Papa	15-20	-	79	-	-	-	Connoll (1947)
Papa	-	-	-	-	-	60-80	Wager (1945)
Papa (desh., sulfitada)	35-45	-	-	-	56-97	56-84	Gleim (1947)
Papa	36	-	80	-	-	-	Aughey y Daniel (1940)
Papa	-	-	83	97	83	89	Streightoff (1946)
Papa	26	-	-	-	-	48	Halliday y Noble (1936)
Papa	-	-	-	-	-	51	Fenton (1940)
Papa	15	-	89-92	-	-	-	Cover y Smith (1948)
Papa	-	-	-	-	-	20-50	Orent-Keiles (1947)
Papa	-	-	-	-	-	67	Karikka (1944)
Papa	-	-	70-80	85	75	25-60	Watt y Attaya (1945)
Papa	-	-	-	-	-	50-60	Kardo-Syssoeva y Ulanova
Papa	25	-	96	97	100	98	Oser (1943)
Papa Dulce	-	-	92	100	100	-	Pearson (1945)
Papa Dulce	-	-	25	-	-	-	Lane (1942)
Papa Dulce	-	90	-	-	-	100	Spiers (1945)
Papa Dulce	-	-	-	-	-	25-60	Watt (1945)

Mc Cance y colaboradores (1936) investigaron los efectos de la preparación del alimento sobre su contenido de calcio, el cocimiento, freído, rostizado y evaporado y dijeron que no tienen efecto importante sobre el contenido de calcio,

durante la ebullición cantidades medibles de calcio son extraídas de los vegetales; un promedio resultante de 11 vegetales mostró que cerca del 25% del calcio fue lixiado cuando el vegetal fue cubierto con agua durante la cocción, y menor fue la pérdida cuando menos agua se añadió.

Los datos de la Tabla I muestran la variación considerable en pérdidas de nutrientes en los mismos vegetales reportados por diferentes trabajadores, - esta variación es primeramente causada por las diferencias en las condiciones de cada experimento. Las pérdidas de nutrientes son causadas en parte por la extracción del tejido del vegetal dentro del agua de cocción, y en parte por destrucción del nutriente.

La cocción lenta usualmente da como resultado mayores pérdidas, especialmente en recipientes no cubiertos, (Floyd y Fraps, 1940). Diferencias no significativas fueron notadas cuando los alimentos fueron hervidos en recipientes esmaltados, de aluminio, pyrex, ó cazos de acero inoxidable (Fenton, 1941; Floyd y Fraps, 1940), sin embargo, las pérdidas fueron de 2 a 6 veces mayores cuando los alimentos fueron hervidos en recipientes de cobre (Wang, 1942); las pérdidas fueron menores - cuando el volumen de agua de cocción se restringió (Gleim y colaboradores, 1944; - Outlar y colaboradores, 1944; Porter y colaboradores, 1944; Krehl y Winters, 1950).

Pocos estudios han sido realizados sobre el efecto del hervido en el contenido de ac. fólico de los alimentos, solamente la siguiente retención se ha reportado: papas cocidas no perdieron ac. pantoténico (Pearson y Luecke, 1945).

Cocción a Presión.- La pérdida de nutrientes es considerablemente menor durante cocción a presión de vegetales que durante hervido a presiones atmosféricas (comparar la Tabla I con la II).

TABLA II
RETENCION DE VITAMINAS DURANTE COCCION A PRESION.

Vegetales de Tierra	Tiempo de Cocción minutos	Presión kg/cm ²	Tiamina %	Ac. Ascórbico %	Referencia
Papa	-	-	96	89	Streightoff (1946)
Papa	20	0.42	95	100	Nagel y Harris (1943)

Cocción a vapor.- Los vegetales cocidos a vapor son superiores en -- contenido de nutrientes.

Las menores pérdidas en vegetales expuestos a vapor son debidas al - hecho de que hay menor extracción de nutrientes durante evaporación que durante hervido.

TABLA III

RETENCION DE VITAMINAS DURANTE COCCION A VAPOR.

Vegetales	Tiempo de cocción, min.	Tiamina %	Riboflavina %	Niacina %	Ac. Ascórbico %	Referencia
General	-	-	-	-	85	McIntosh y Jones (1947)
General	-	-	-	-	30-100	Wang (1942)
Vegetales de Tierra						
Papa	-	-	-	-	75-85	Levy (1937)
Papa	-	-	-	-	14-22	Hollingshead (1943)
Papa	60	86	-	-	-	Wertz (1946)
Papa	-	-	-	-	70-76	Scheunert y Reschke (1938)
Papa	-	-	-	-	15-20	Wager (1945)
Papa	53	84	72	78	88	Gleim (1946)
Papa	60	-	-	-	46	Wertz (1946)
Papa	50	-	-	-	95	Kahn y Halliday (1944)
Papa	-	-	-	-	53	Stevens (1943)
Papa Dulce	-	-	-	-	98	Takahashi y Takada (1949)
Papa Dulce	25-64	70-93	71-100	-	87-100	Briant (1946)

Pérdidas dentro del agua de cocción.- La mayoría de pérdidas de nutrientes de vegetales durante la cocción se presentan en el agua de cocción (Tabla IV).

TABLA IV

PERDIDAS DE VITAMINAS DENTRO DEL AGUA DE COCCION

VEGETALES DE TIERRA	Tiempo de Cocción, min.	Tiamina %	Riboflavina %	Niacina %	Ac. Ascórbico %	Referencia
Papa	-	-	-	2-19	-	Russell (1943)
Papa	-	-	-	-	48-82	Olliver (1943)
Papa	-	2-45	2-48	-	8-38	Sutherland (1947)
Papa	25	-	-	-	5	Ireson (1944)
Papa Dulce	-	-	-	-	15-19	Hollinger (1944)
Papa Dulce	-	-	-	3-4	-	Russell (1943)

Estas pérdidas pueden ser grandemente reducidas limitando el volumen de agua de cocción. Estas informaciones indican que cantidades mínimas de agua pueden ser usadas en la cocción de alimentos.

Tostado en Horno y Cocinado.- El cocinado destruye cantidades significativas de nutrientes inestables en algunos alimentos, Spiers y colaboradores ---

(1945) reportaron que papas cocinadas retuvieron un 76% de caroteno y 96% de ácido ascórbico, mientras muestras similares de papas hervidas retuvieron un 90% de caroteno y un 110% de ácido ascórbico; similarmente, Pearson y Luecke (1945) compararon papas dulces cocinadas y hervidas y reportaron retenciones respectivas de 76% y 92% de tiamina, 89% y 103% de Riboflavina, 86% y 101% de Niacina, 77% y 100% de ácido Pantoténico; Kahn y Halliday (1944) compararon papas cocidas (con cáscara), y cocinadas peladas, peladas-cortadas-cocidas, y papas fritas francesas y observaron retenciones de ácido ascórbico de 80%, 80%, 42% y 77%, respectivamente; después de permanecer aproximadamente durante una hora, las retenciones fueron de 41%, 52%, 11% y 71%, respectivamente; Olliver (1943) observó retenciones del 72% y 81% en ácido ascórbico cuando cantidades idénticas de papas fueron hervidas y cocinadas.

Freído.- Okra frió papas con grasa por 15 min. y logró retener un 55% de su contenido original de ácido ascórbico (Walker y Arvidason, 1952): Levy (1937) anotó solamente del 20 al 45% de retención de ácido ascórbico cuando las papas fueron fritas y del 55 al 80% de retención cuando fueron cocinadas; Fenton (1940) y Richardson y colaboradores (1937) observaron retenciones del 67% de ácido ascórbico en papas fritas y 60% en papas cocidas.

Es evidente que una gran destrucción de nutrientes usualmente ocurre cuando los alimentos vegetales son freídos que cuando son hervidos.

Charolas de vapor.- Es práctica común, especialmente en restaurantes tipo cafetería, el mantener alimentos cocidos sobre platos calientes y charolas de vapor tanto como una, dos y a veces hasta tres horas antes de ser servidos, bajo estas condiciones el alimento lentamente pierde nutrientes, primeramente a través de cambios oxidativos.

Nagel y Harris (1943) indicaron que el contenido de tiamina de papa cocida después de permanecer sobre charolas de vapor o equipo similar durante 3 horas se redujo un 24% de su contenido original.

Es evidente que cantidades considerables de ciertos nutrientes pueden ser extraídas, y mucho menores cantidades pueden ser destruidas, durante la preparación a gran escala de alimentos de origen vegetal. Los nutrientes químicamente no saturados y nutrientes solubles en agua son perdidos en una mayor magnitud que los saturados y nutrientes solubles en grasa. Las pérdidas de esos nutrientes son aproximadamente como sigue: ácido ascórbico de 10 a 80%; tiamina de 0 a 60%; grupos del ácido fólico, del 2 al 94%; inositol, de 0 a 98%; riboflavina de 0 a 50%; biotina, de 0 a 70%; vitamina A, de 2 a 35%; y vitamina D, de 0 a 15%.

b).- Efectos de la preparación casera sobre el contenido de nutrientes en alimentos.

Trozado.- Las pérdidas que ocurren cuando los alimentos de origen vegetal son preparados para el consumo casero son similares en naturaleza y magnitud a las que ocurren cuando esos mismos alimentos son preparados para consumirse en restaurantes y lugares de comidas a gran escala.

Lavado y Humedecido.- La extracción de nutrientes de alimentos durante el lavado y humedecido es similar, si esos alimentos son preparados para pequeños o grandes grupos, es mejor retardar la preparación de esos alimentos en la casa hasta unos pocos minutos antes de que vayan a ser cocidos y servidos. Prolongar el humedecido debe evitarse. Los vegetales congelados no pueden ser deshielados o lavados antes de la cocción (Fentos, 1941), en vez de eso pueden ser llevados directamente dentro de una cantidad mínima de agua o rápidamente hervidos en agua.

Cortado y Desmenuzado.- Esto ya fue discutido antes y no es necesario repetirlo. Las pérdidas de nutrientes en vegetales comprados crudos y cortados son similares, si son preparados para restaurantes o para consumo casero. Las ensaladas pueden ser preparadas justo antes de que sean servidas en forma, para minimizar las pérdidas de nutrientes, especialmente de ácido ascórbico.

Hervido.- La literatura (Tabla V) indica que cuando porciones pequeñas de alimentos vegetales son hervidas, las pérdidas de nutrientes varían de acuerdo al tipo de alimento, la estabilidad del nutriente la cantidad de agua de cocción, el tiempo de cocción, el tipo de equipo, etc... Los vegetales con una relación superficial a peso alta son especialmente sensitivos; el ácido ascórbico es generalmente el nutriente más inestable (algunos estudios indican que el ácido fólico puede ser igual o más inestable); la tiamina, riboflavina, caroteno y niacina son sensitivos - más la relación de agua de cocción para el alimento aumenta, lo mismo aumentan con el tiempo de cocción.

Hewston y colaboradores (1948) han reportado los resultados de un extenso estudio del efecto de la preparación en casa sobre el contenido de vitaminas y minerales de alimentos comunes; el ácido ascórbico fue el más sensitivo de todos los nutrientes estudiados, las retenciones en las porciones comestibles estuvieron en rangos de solamente del 30 al 50%, con extremos tan bajos como del 18% en tiras de camote y 100% en papas dulces hervidas no cortadas, las retenciones fueron mucho menores cuando el volumen de agua de cocción fue grande, el tiempo de cocción largo y el tamaño de la partícula de alimento fue pequeño; papas dulces enteras y cocidas retuvieron el 89% de ac. ascórbico mientras que papas dulces partidas en mitades retuvieron solamente el 31%.

TABLA V

PORCIENTO DE RETENCION DE VITAMINAS DURANTE LA PREPARACION A
PEQUEÑA ESCALA DE PAPAS EN DIFERENTES ESTADOS (hervido).

	Relación Agua/Alimento	Tiempo de cocción Min.	Tiamina %	Ribofla- vina %	Niacina %	Ac. As- córbico %	Referencia
Papas	-	-	75	-	-	68	Chick (1940)
Papas	-	30	-	-	-	53-66	" "
Papas	-	60	-	-	-	40-50	" "
Papas	-	90	-	-	-	17	" "
Papas,escaldadas en mitades	-	-	-	-	-	87	Van Duyne (1945)
Papas,escaldadas enteras	-	-	-	-	-	87	Van Duyne (1945)
Papas,escaldadas enteras	-	15-20	-	-	-	75	Natadza (1950)
Papas, peladas	-	15-20	-	-	-	65	Natadza (1950)
Papas	-	30	-	91	69	-	Cheldelin(1943)
Papas	-	20	-	57	73	-	Cheldelin(1943)
Papas (agua salada)	-	-	-	-	-	81	Richardson (1937)
Papas, con cá- cara	-	-	-	-	-	100	Richardson (1937)
Papas	-	-	-	-	-	77	Richardson (1937)
Papas	1:1	30	70	55	74	88	Oser (1943)
Papas	1:7.5	25	96	97	100	98	Oser (1943)
Papas, recortadas	-	-	67	-	-	-	Aughey (1940)
Papas con cáscara	1:1	40	83	-	100	93	Hewston (1948)
Papas, recortadas	1:1	40	84	-	100	94	Hewston (1948)
Papas, cortadas en cuartos	1:1	23	100	-	100	82	Hewston (1948)
Papas Dulces	-	-	-	87	95	-	Cheldelin(1943)
Papas Dulces	-	-	80	-	-	-	Ueba (1951)
Papas Dulces	-	20	-	-	-	69	Hollinger(1944)
Papas Dulces, enteras	-	35	-	-	-	76	Hollinger(1944)
Papas Dulces	-	12-25	-	-	-	131	Scoular (1943)

Se encontró al caroteno como la vitamina más estable, la retención fue cercana al 100% en la mayoría de los casos; la niacina fue bien retenida en la mayoría de los productos; la riboflavina fue retenida de un 60 a un 100% en vegetales hervidos y la retención no pareció estar influenciada por el volumen de agua de cocción. La tiamina es soluble en agua y lábil al calor, ésto explicará porque la retención de tiamina en vegetales durante la cocción fue tan baja como un 35%; usualmente la retención fue de alrededor del 60%, el volumen de agua de cocción tiene un importante efecto sobre la retención de tiamina. Por la solubilidad del agua, la retención de minerales en vegetales estuvo en un rango entre 50 y 100%, en la mayoría del agua de cocción se tuvo pérdida de minerales.

Tepley y Dershey (1958) llevaron a cabo un amplio estudio de la retención de nutrientes en vegetales congelados durante cocción hasta un "óptimo sabor" para servirse en casa, hubo pocas pérdidas de nutrientes por lixiviación dentro del licor excepto para Na (10-25%) en la mayoría de los productos, y del 15 al 25% de todas las vitaminas excepto beta-caroteno en nabos verdes, muy poca destrucción de tiamina, riboflavina y niacina ocurrió. En algunos casos, la destrucción de beta-caroteno, ac. fólico, ac. pantoténico y vitamina B₆ fue tan alta como del 50% y en la mayoría la destrucción de ac. ascórbico fue menor del 10%.

Vidrio, acero inoxidable, aluminio, cazos esmaltados y equipos similares no han ofrecido efectos sobre el contenido de nutrientes de alimentos cocidos; mientras que cobre, latón y monel pueden ser completamente destructivos (Van der Laan y Van der Mijll Deker, 1945).

Es bueno producir un mínimo de superficies cortadas en la preparación de vegetales para cocción y usar un mínimo de agua en cacerolas compuestas de metales inertes o de vidrio, Delf (1918) reportó que un corto y rápido hervido fue preferible a un largo hervido a fuego lento.

Cocción a Presión.- Mc Intosh y colaboradores (1940) compararon las retenciones de ac. ascórbico cuando 5 vegetales fueron cocidos por ebullición, por vapor ó por presión al mismo grado de preparación; los mejores resultados fueron obtenidos por cocción a presión. Algunos datos sobre las retenciones de ac. ascórbico cuando papas en diferente forma fueron cocidas a presión se presentan en la Tabla VI. Se tienen pocos datos proporcionando las retenciones de otros nutrientes.

TABLA VI
PORCIENTO DE RETENCION DE AC. ASCORBICO DURANTE LA PREPARACION A PEQUEÑA
ESCALA DE PAPAS (Cocimiento a presión).

Vegetal	Ac. Ascórbico, %	Referencia
Papas, peladas, partidas en mitades (1 kg. de presión)	85	Van Duyne (1945)
Papas, peladas, cortadas (1 kg. de presión)	89	Richardson (1943)

Cont.

Cont.		
Papas, peladas, cortadas, mojadas en agua	86	Richardson (1943)
Papas Dilcoes, a 45°C	83	Hollinger (1944)

Cocción a Vapor.- Lo hablado anteriormente también se aplica aquí, menores pérdidas de nutrientes ocurren cuando los vegetales, especialmente verdes y frondosos son cocidos a vapor que si son hervidos (TABLA VII). La retención de tiamina, niacina y ac. fólico en vegetales cocidos a vapor es remarcadamente baja.

TABLA VII
PORCIENTO DE RETENCION DE VITAMINAS DURANTE LA PREPARACION A PEQUEÑA ESCALA DE PAPAS (Saturadas con vapor).

Tubérculo	Tiempo de Cocción min.	Ac. Ascórbico %	Referencia
Papa (no mondada)	-	83	Wachholder (1940)
Papa (mondada, nueva)	35	74	Olliver (1941)
Papa (nueva)	45	53	" "
Papa (vieja)	30	82	" "
Papa (vieja)	25	73	" "
Papa (vieja)	30	67	" "
Papa (pelada, nueva)	50	56	" "
Papa (nueva)	45	62	" "
Papa (vieja)	30	77	" "
Papa (vieja)	35	69	" "
Papa (mondada)	-	75-80	Levy (1937)
Papa (mondada)	-	70-76	Scheunert (1936)

Pérdidas dentro del agua de Cocción.- Los datos referidos anteriormente son pertinentes a pérdidas por cocción casera, muchos estudios en los cuales pequeños o grandes paquetes de alimentos fueron usados indicando que la pérdida de nutrientes de alimentos vegetales durante cocción es causada mayormente por la extracción dentro del agua de cocción más bien que por destrucción.

Es claro que grandes pérdidas de nutrientes ocurren cuando las aguas de cocción son descargadas, esas aguas contienen unas cantidades abundantes de carbohidratos y minerales tanto como vitaminas solubles en agua y podrían de alguna manera ser incorporadas dentro del menú. Es importante que un camino conveniente sea encontrado para utilizar esas aguas de cocción en la misma comida, sopas y cocteles de vegetales calientes han sido probados, pero con pocos resultados, debido a que muchos de los nutrientes son inestables, no es conveniente almacenar el agua de cocción para usarse en una comida subsecuente.

Freído y Cocinado en Casa.-

Freído.- Pocos vegetales son freídos y hay pocos reportes en la literatura de los efectos del freído sobre su contenido de nutrientes. Wang (1942) - estudió los efectos del freído sobre 30 vegetales y reportó pérdidas de ac. ascórbico dentro del rango de 0.7 a 32.7%. Los vegetales que son hervidos y luego freídos pierden del 22.2 al 78.8% de su ac. ascórbico. Papas freídas por 15 min., penetradas en grasa retuvieron el 72% de su ac. ascórbico (Olliver, 1941), mientras que papas freídas en mantequilla fueron reportadas a no perder ac. ascórbico (Richardson y colaboradores, 1937). Papas freídas durante 20 min. retuvieron solamente del 20 al 45% de ac. ascórbico (Levy, 1937). Basu y Neogy (1948) observaron las retenciones de ac. ascórbico en papas freídas como sigue: Papa 60% de retención (en 12 min.), papa dulce 19% (en 20 min.).

Cocinado.- Los efectos del cocimiento sobre el contenido de nutrientes de papas pueden ser considerables, las siguientes velocidades de retención de tiamina han sido reportadas: Levy (1937), 55 a 80%; Lyons y Fellers (1940), 60%; Aughey y Daniel (1940), 84% y Olliver (1941), 4% (grandes), 64% (medianas) y 78% (pequeñas).

Papas dulces cocidas retuvieron solamente 9% de tiamina según Ueba y colaboradores (1951) por el contrario Pearson y Luecke (1945) encontraron retenciones de 75% de ac. ascórbico, 89% de tiamina, 85% de niacina y 77% de ac. pantoténico. La fuerza del cocimiento destruye la tiamina, la fuerza del sulfato o fosfato de aluminio y sodio causaron una pérdida del 16% cuando se añadieron a recipientes bajos (1.64 g. de soda:10.28 g. de fuerza de cocimiento) y aproximadamente 84% de pérdida cuando se incluyeron en recipientes altos (4.5 g. de soda) (Briant y Hutchins, 1946; Briant y Klosterman, 1950). Un pH de 6 ó más bajo es deseable para una estabilidad satisfactoria de tiamina durante el cocimiento. Un cocimiento mediano es menos destructivo que un extenso cocimiento, este efecto del cocimiento parece ser causa grande de pérdidas en la corteza.

Pérdidas en alimentos Cocinados y Guardados.- Es costumbre en algunos restaurantes y cafeterías, llevar el alimento sobre platos calientes ó charolas de vapor hasta que va a ser servido, ésto raramente ocurre en la casa donde hay cocción en menor magnitud. Relativamente grandes cantidades de ac. ascórbico, tiamina y riboflavina pueden ser perdidas durante la tenencia de vegetales calientes. Es obvio que los vegetales serán consumidos inmediatamente después de cocinados. Nagel y Harris (1943) indicaron que la papa pierde un 24% de su tiamina cuando se le deja en charolas de vapor durante 3 horas.

Pérdidas por Almacenamiento en Refrigeración de Alimentos ya Cocidos.- Los datos presentados anteriormente indican que el contenido de nutrientes de -

vegetales es reducido durante el almacenamiento como cuando se guardan en refrigeradores, ésto es aplicable también durante el almacenamiento en refrigeradores caseros, ésto se muestra en la Tabla VIII.

Charles Van Duyne (1958) estudió los efectos del almacenamiento en refrigerador y recalentamiento, sobre el contenido de ac. ascórbico en vegetales cocidos. Cuando esos vegetales cocidos, almacenados fueron recalentados, todos mostraron una pérdida significativa, el ac. ascórbico en los líquidos de cocción fue estable durante la tenencia en refrigerador y durante el recalentamiento, indicando que la vitamina en los vegetales fue destruída, cuando el almacenamiento en refrigerador fue extendido a 3 días, las pérdidas fueron mayores.

TABLA VIII
PERDIDAS EN EL CONTENIDO DE VITAMINAS DE ALIMENTOS DURANTE EL
ALMACENAMIENTO EN REFRIGERADOR Y/O CONGELADOR.

Alimento	Temperatura de Almacenamiento	Tiempo de Almacenamiento	Tiamina %	Riboflavina %	Niacina %	Ac. Ascórbico %	Vitamina B ₆ %	Ac. Panoténico %
Vegetales	¹ Depósito Helado.	-	4	-	-	38	-	-
Vegetales	¹ Temperatura ambiente.	-	16	-	-	70	-	-
Vegetales	² Almacén frío	35 días	20-50	30-65	12-17	-	71-41	21-29

1.- De Dienst (1942).

2.- De Dicastro (1953).

Reserva de alimentos Sobrantes.- Es una práctica común de amas de casa para economizar, el refrigerar los alimentos cocidos que no son consumidos en una comida y servirlos en una comida posterior. Los datos presentados en la Tabla IX indican que en alimentos sobre-dejados cocidos se deteriora el valor nutritivo durante el almacenamiento refrigerado.

TABLA IX
RETENCION DE AC. ASCORBICO EN PAPAS COCIDAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO.

Alimento	Tiempo de Refrigeración	Ac. Ascórbico %	Referencia
Papas Hervidas	-	87	Van Duyne (1945)
" "	24 horas	47	" " "
" "	72 "	18	" " "
" "	-	57	Branion (1947)
" "	24 horas	16	" "
" "	72 "	2	" "
" "	96 "	0	" "

El ama de casa puede anular esos vegetales sobre-dejados no preparando más vegetales cocidos que los que consumirá el grupo de la familia en una comida. Es verdaderamente dificultoso estimar las necesidades de la familia en cada comida porque el apetito para cualquier alimento varía aún más día a día, por lo que se sugiere que bajo-estime la cantidad de alimento cocido requerido en cualquier comida y dé a la familia para satisfacer su apetito pan blanco enriquecido o panes especiales, los sobrantes serán evitados y el grupo familiar no tendrá nunca una sobre-alimentación de vegetales cocidos y será, no obstante, bien alimentada.

Bicarbonato en el Cocimiento.- El bicarbonato de sodio y otras sales alcalinas son ocasionalmente añadidas al agua de cocción para que la velocidad de cocción sea aumentada, esta práctica es destructiva a los nutrientes que son sensitivos al álcali, especialmente tiamina y ac. ascórbico. El álcali podría no ser usado en la cocción de vegetales.

Cálculo de la composición del alimento como comida.- Aunque la mayoría de los alimentos son cocidos, otros son tratados antes de ser servidos, algunas cantidades pueden ser tomadas para la preparación cuando se están calculando los valores nutritivos de dietas. La mayoría de los datos sobre la composición de los alimentos están relacionados a éstos más bien crudos que a alimentos preparados. Muchos intentos se han hecho para reunir datos sobre la composición de alimentos cocidos (Watt y Merrill, 1950) pero los datos son incompletos. Si los datos sobre la composición de alimentos crudos son usados en el cálculo del contenido de nutrientes de dietas, el producto de ciertos nutrientes puede estar sobre-estimado tanto como un 40%. Clark y Fincher (1954) han intentado encontrar la solución de esta problema por el uso de factores, las correcciones por pérdidas por la preparación se han hecho, multiplicando el valor del alimento crudo por el porcentaje de retención y dividiéndolo por 100, el porcentaje de retención de papas y papas dulces según estos autores es para tiamina 75%, riboflavina 80%, niacina 80% y ac. ascórbico 65%, estos datos son solamente aproximados por las variaciones en la composición de cada muestra de alimento y por las diferencias en procedimientos de cocción. Ciertamente, es mejor probar para calcular esas pérdidas por cocción que asumir que no ocurren.

VI.- CONCLUSIONES.

Los vegetales deshidratados son buenas fuentes de carbohidratos, minerales y un gran número de vitaminas. Algunos suministran cantidades moderadas de -- proteínas para la dieta. Un alimento deshidratado aceptable debe competir en precios con otros tipos de alimentos conservados, tener un sabor, olor y apariencia comparable con el producto fresco o con productos procesados por otro medio, reconstituirse fácilmente, retener los valores nutritivos y tener buena estabilidad en el almacenamiento. Por ejemplo, las hojuelas de papa son consumidas porque la eliminación de agua y el calentamiento junto con el proceso les da un sabor distintivo y apetecible. En algunos casos para la producción de almidón y tiras de papas, la deshidratación es un proceso importante; sin embargo en muchas áreas del campo de los alimentos, una vez deshidratados no son lo suficientemente buenos para competir con alimentos procesados por otros métodos, aunque en el futuro se podrán obtener mejores resultados -- por medio de un más amplio estudio de este proceso.

Los alimentos secados encuentran su mayor uso en los tiempos de desastre, ya sean éstos naturales o provocados por el hombre. Por otra parte, el secado es uno de los principales métodos de preservación de alimentos y una fuerza natural utilizada por las plantas, para la preservación de semillas y frutas, no obstante los vegetales secos no han sido muy populares.

Las técnicas de secado actuales dan productos alimenticios de alta -- aceptabilidad, notándose tal éxito con las hojuelas de papa, las sopas, alimentos -- preparados para bebés y los nuevos alimentos preparados secados congelados. Los beneficios económicos en la distribución de alimentos secados altamente aceptables se -- pueden visualizar en el creciente interés que se viene poniendo en este método de -- preservación de alimentos. Las comidas secadas congeladas, preparadas y precocinadas tienen igual aceptación que las preparadas con alimentos frescos, pero aún así, el -- proceso permanece en producción discontinua y es caro.

La caramelización, decoloración, pérdida en textura y forma física, pérdida de sabores volátiles y la pobre habilidad de rehidratación de muchos alimentos secados, han dejado una mala impresión sobre las mentes de los consumidores que no -- puede ser rápidamente borrada. La tecnología mejorada, combinada con la re-educación del consumidor dará a los alimentos secados de alta calidad un lugar adecuado en los supermercados.

En esta contribución incluimos las etapas preliminares a la Deshidratación ya que son decisivas para la realización de un proceso adecuado, así mismo esta mos considerando los factores que afectan al producto obtenido, por lo que fue nece-

sario incluir el empaque y almacenamiento ya que juegan un papel importante en la aceptación del producto.

El Capítulo V lo estamos agregando, aunque no está estrechamente ligado al proceso de deshidratación, debido a que actualmente en muy pocos estudios sobre alimentos se da una guía a las amas de casa para obtener de los mismos un mejor aprovechamiento.

Por todo lo expuesto, consideramos que nuestra contribución será de provecho en el estudio de la Deshidratación de la Papa.

BIBLIOGRAFIA RECIENTE.

ANALISIS DE COMPOSICION Y CARACTERISTICAS.

1.- MENMER, DANIELLE; MAZLIAK, PAUL (Lab. Phisial. Cellulaire, Cent. Univ. Luminy, Marsella, Francia).

C.R. Acad. Sci., Ser. D. 1972, 275(2), 213-16 (francés).

La membrana interna de la mitocondria contiene más difosfatidiglicerol y ac. grasos no saturados que la membrana externa, la cual es más rica en fosfatidicolina. Las membranas microsomales son ricas en ac. grasos saturados que las membranas mitocondrias. En todas las membranas fosfatidilinositol contienen más ac. grasos saturados que otras de fosfolípidos.

2.- BRICKORN. CARL H.; BINEMANN, PETER H. (Inst. Pharm. Lebensmittelchem., Univ. - Wuerzburg, Wuerzburgo, Alemania).

Z. Lebensm.-Unters. Forsh. 1974, 154(4), 213-22 (alemán).

Después de hidrólisis alcalina de la capa suberosa de papa pelada se encontraron los sig. componentes: alcanos (C_{14} - C_{40}), ac. monobásicos saturados e insaturados (C_{10} , C_{12} - C_{31}), ácidos α , ω -dibásicos no saturados (C_{15} - C_{29}), ac. ω -hidroxi-monobásicos saturados e insaturados (C_{16} - C_{28} , C_{30}), ac. 10,16-dihidroxihexadecanoico, ac. 8,9-dihidroxiheptadecano-1,17-dioico. Los componentes en mayor cantidad fueron: ac. 9 octadecen-1,18-dioico (39%) y ac. 18-hidroxi-9-octadecenoico (21%). Los métodos aplicados para estas identificaciones fueron: cromatográfico de capa delgada, espectroscopia, cromatografía gas-líquido y cromatografía de gases y espectrometría de masa combinados.

3.- RODRIGUEZ-MIGNEUS, B.; RIBAS-MAGNES, I (Fac. Cienc., Univ., Santiago de Compostela, Santiago, España).

An. Quim. 1972, 68(3), 303-8 (español).

Fueron mostrados los componentes neutrales no saponificables aislados de la papa (*S. tuberosum*) como alcanos de cadena recta primaria. La fracción de alcanos fue una mezcla de C_{21} , C_{23} , C_{25} y C_{27} , y sus homólogos y fue obtenida en un 1.5% del corcho áspero. Después de extraídos los ceroides el resultado del corcho de papa -- conteniendo 20% de suberina fue dipolimerizado y produjo los sig. productos: ac. cis-18-hidroxi-9-octadecenoico en 35.5% de una mezcla de ácidos, ac. cis-9-octadeceno-1,18, dioico en 17.5%, ac. 24-hidroxitetraicosanoico en 1.5% y una mezcla de ac. monocarboxílicos C_{26} , C_{27} , C_{28} , C_{29} , C_{30} en 10.10% de la cantidad total de ac. carboxílicos.

4.- CLEGG, C. J.; WHITTINGHAM, C. P. (Goldsmiths, Coll., Univ. London, Londres, Inglaterra).

Fitoquímica, 1972, 11(9), 2683-91 (inglés).

Estudios del metabolismo con inhibidores específicos en CO₂ fijado en discos de tubérculos de papa indican que una senda de glicólisis activa es esencial para la fijación de CO₂ ennegrecido. El efecto de agregar sustratos y malonatos confirma -- que el ciclo de Krebs en su actividad es suprimido en tejidos frescos.

5.- DECK, RUDOLPH E.; POKORNY, JAN; CHARG, STEPHENS. (Dep. Food Sci., Rutgers State Univ., New Brunswick, N. J.).

J. Food Sci. 1973, 38(2), 345-9 (inglés).

Se identificaron 53 componentes volátiles de sabor agradable en una muestra de papa desmenuzada incluyendo 8 componentes de N, 2 de S, 14 hidrocarburos, 13 aldehidos, 2 cetonas, un fenol, 3 ésteres, un éter, un alcano y 8 ácidos; particularmente los aromas del alquil pirazina, los 2,4 dienales, fenil acetaldehído y furil-metil-cetona indicaron que contribuyeron al agradable sabor de la papa.

6.- MANES, MARIO E. (Fac. Ciencias Exactas Fis. Nat., Univ. de Córdoba, Córdoba, Argentina).

Phyton (Buenos Aires) 1973, 31(2), 79-84 (español).

Se mostró la existencia de similitud de modelos electroforéticos entre las peroxidadas, polifenol oxidadas y oxidadas de ac. indolacético de *Solanum tuberosum*, *beta vulgaris* e *Ipomoea batatas*. El pH óptimo para el estudio de peroxidadas en esas especies fue 4.5; para polifenol oxidadas y monofenol oxidadas, 6.5; y para oxidadas de ac. indolacético aprox. 5.5. Las bandas electroforéticas de polifenol oxidada y monofenol oxidada coincidieron totalmente en *beta vulgaris* y solo parcialmente en *Solanum tuberosum*. No se detectó actividad en la banda de monofenol en la corteza de *Ipomoea batatas*.

7.- WEAVER, MERLE, L.; HANTALA EARL; RCEVE, ROGER M. (West. Reg. Res. Lab. Agric. Res. Serv., Albany, California).

Amer. Potato J. 1971, 48(1), 16-20 (inglés).

La peroxidasa (I) y Catalasa (II) y su actividad en tejido de papa de tubérculos seleccionados fueron estudiadas para determinar las diferencias y posibles asociaciones con resistencia y susceptibilidad a bloque de ollas. Los datos muestran -- más actividad de I en el tejido mallugado que en el tejido del retoño. No fue significativa la actividad de II; y en el tubérculo entre la susceptibilidad al bloque de olla y la actividad de II y de I, y entre la susceptibilidad al bloque de olla y la resistencia del tejido y la relación de I ó II ó en las relaciones entre esas enzimas y la fenolasa que puede ser relacionada entre esas enzimas con resistencia ó su

ceptibilidad del tejido al bloque de olla.

8.- GALLIARD, T.; WARDALE, D. A.; MATTHEW, J. A. (Food Res. Inst., Agric. Res. Council, Norwich, Inglaterra).

Biochem. J. 1974, 138(1), 23-31 (Inglés).

La degradación de un ac. colneleico, un éter intermedio de ac. graso no saturado en la lipoxigenasa de oxidación de ac. linoleico en tubérculos de papa, por una enzima y por un sistema modelo de Fe^{2+} catalizado tuvo un pH óptimo similar (5-5.5) y requerimientos de oxígeno de 0.6 a 0.7 moles por mol de ac. colneleico degradado y fue inhibido por antioxidantes y ciertos agentes como dietil di-tiocarbonato. La ferredoxina catalizó la degradación, no así H_2O_2 ó hemoproteínas.

9.- OLTEANU, GH. (Inst. Biochem., Acad. Repub. Soc. Rumania, Rumania).

An. Inst. Cercet. Cult. Cartofului Sfeclei Zahar, Brasov, (Ser.). Cartoful 1972, 3, 87-96 (rumano).

La electroforesis de gel de polietilamina de tubérculos de 7 especies de Solanum (chacoense, commersonii, polytrichon, stoloniferum, simplicifolium, tuberosum y demissum) mostró que este método puede identificar claramente a las especies. Los fermentogramas de las mismas especies mostraron una mayor diferenciación; la S. Tuberosum mostró 2 zonas con evidente actividad catalásica y menor número de isoperoxidasas.

10.- BRIESKORN, C. H. (Inst. Pharm. Lebensmittel-chem., Univ. Wertzburg, Wertzburg, Alemania).

Wiss. Veroeff. Deut. Ges. Ernahr. 1973, 24, 66-73 (alemán).

La composición de la capa pelada de papa fue estudiada. Se encontraron alcanos (C_{16} - C_{40}), ac. grasos hidroxi, ac. dicarboxílicos (C_{14} - C_{30}) y en menores cantidades esteroides y terpenos.

11.- An. Inst. Cercet. Cult. Cartofului Sfeclei Zahar, Brasov, (ser.) Cartoful 1970, 2, 101-8 (rumano).

La variación de algunos componentes químicos que fueron analizados en los niveles de Bintje (campo sensitivo) y Merkur (campo resistente) de variedades de papa. El contenido total de azúcares libres en solución fue bajo en el Merkur comparado con el Bintje. La fructosa fue mayor en Merkur. El demás contenido de amino ac. libres fue mayor en Merkur, pero bajo atmósfera de fenilalanina y tirosina se presentó mayor en Bintje. El Merkur contiene altas atmósferas de ac. clorogénico, comparado con Bintje. La relación de ac. clorogénico es: ac. cafeico fue en todos los casos mayor en Merkur.

12.- KEMPF, W.; SCHNEGG, H. (Bundesforschungs Anst. Getreideverarbeitung, Berlín, Alemania).

Landvirt. Forsch., Soudernh., 1971, 26(2), 28-36 (alemán).

El contenido de almidón de papa fresca se determina por medida de la gravedad específica cuando es sumergido en agua.

- 13.- DUDAS, FRANTISEK; STANKOVA, MARIE (Vys. Sk. Zemed., Brno, Czech).

Acta Univ. Agr., Brno, Fac. Agron. 1972 20(2), 269-73 (checoeslovaco).

El efecto del movimiento y tiempo de disolución de almidón sobre la precisión de la determinación del contenido de almidón en muestras de papa por el método Ewers fue estudiado. Los resultados de análisis químicos fueron evaluados por un método estadístico. Los intervalos de tiempo de la disolución afectan significativamente la exactitud y reproducibilidad del método. El intervalo de tiempo de la disolución del almidón encontrado en papas experimentalmente fue mucho mayor que el de una muestra modelo de almidón de papa con granos de almidón aislados.

- 14.- BOBKOVA, L. P.; TITARENKO, A. P. (Ukr. Inst. Potato Econ., Rusia).

Prikl. Biokhim. Mikrobiol. 1973, 9(3), 462-7 (ruso).

El método Ewers fue modificado para permitir exacta determinación de almidón en pequeñas muestras de papa. Fueron cocidos 3 g. de papas durante 15 min. con 25 ml. de HCl al 1%, la proteína fue precipitada con ac. tungstofosfórico al 4% (vol. total de hidrolizado 50 ml.) y el filtrado fue analizado por polarimetría. El error fue menor o igual a un 2% y la desviación estandar relativa un 3%.

- 15.- YATSUGI TADASKI (Japón).

Dempunto Gijutsu Kenkyn. Kaiko, 1970, (39), 21 -7 (japonés).

El cambio de pH en suspensiones de almidón de papa y papa dulce durante 10 min. (intervalos de 1 min.) y la relación entre el pH y la concentración de las suspensiones de almidón fueron determinadas. El pH fue medido en suspensiones y soluciones gelatinizadas de papa, papa dulce, maíz, tapioca y sago. El almidón de papa da suspensiones acuosas con un pH alcalino. El pH de las soluciones gelatinizadas fue siempre menor que el de suspensiones normales. Muestras de almidón de papa almacenadas por 1 a 2 años tienen un decrecimiento en su pH.

- 16.- DUDKIN, M. S.; SERDYUK, L. V. (M. V. Lomonosov Technol. Inst. Food Ind., Odesa, Rusia).

Fiziol. Biokhim. Kul't. Rast. 1974, 6(2), 163-5 (ruso).

Fueron estudiados componentes fisico-químicos y peculiaridades estructurales de almidones en algunas variedades de papa del Sur de Ucrania. Las diferencias entre las variedades se reflejaron en pesos moleculares, tamaños de granos, contenido de fosforo, viscosidad y grado de ramificación.

- 17.- FUJII, TETSYA; TOMIYAMA, SHIMICHI (Lion Fat and Oil Co., Tokio, Japón).

Eiyo To Shokuryo 1973, 26(8), 503-4 (japonés).

Fueron removidas proteínas de almidón de papa dulce lavando con soluciones acu

sas al 0.1-0.5% de surfactante alquil sulfonato. Un almidón conteniendo 0.0807% de proteína removida por una hora con soluciones acuosas de α -olefin sulfato removió el 50% de la proteína comparado con un 29% cuando fue usada agua.

18.- VECHER, A. S.; MASNY, M. N. (Inst. Eksp. Bot. im. Kuprevich, Minsk, Rusia). Fiziol. Biokhim. Kul't. Rast. 1974, 6(2), 58-62 (ruso).

Sobre la base de valores medios de materia seca y almidón en tubérculos de papa y por refracción de savia de acuerdo con la escala de azúcar, fueron calculados los coeficientes de regresión y derivadas las ecuaciones correspondientes. Es fácil el uso de materia seca y almidón en un tubérculo para determinar la refracción de la savia sucesivamente para análisis de masa de tubérculos de papa.

19.- SHUGLYA, N. V.; SHUGLYA, Z. M.; BABUL, A. A. (Godn. Obl. s-Kh. Opytn. Stants., Grodno, Rusia). Vestsi Akad. Navuk Belaur. SSR, Ser. Sel'skagospad. Navuk 1974, (1), 16-18 -- (Beloruso).

La más alta producción de papa fue obtenida cuando se utilizó un fertilizante de K conteniendo Mg ó K_2SO_4 y kalimagnesia (MgO 9.2% y K_2O 33%) aumentando el contenido de almidón un 0.6-0.9% y el KCl lo disminuyó un 0.5%.

20.- MILLER, ROBERT ARNOLD (Pennsylvania State Univ., University Park, Pa), 1972, - 97 pags. (inglés).

Promovido por microfilms de la Universidad, Ann Arbor, Mich., Orden # 72-33, - 194. De Diss. Abstr. Inst. B1972, 33(7), 3128.

Influencia de la variedad, madurez y almacenamiento sobre la composición del tubérculo de papa y color, y la función de los constituyentes del tubérculo en el encafeamiento.

21.- PISAREV, V. A.; ZAKHARENKO, V. A.; NYAKHINA, V. D. (Nauchno-Issled. Inst. Kartofel'noho Khoz., Rusia).

Zashch. Rast. (Moscó) 1971, 16(7), 19-20 (ruso).

El rociado de plantas de papa con clorato de magnesio o reglone provocó secado de la superficie de la planta de 5 a 6 días y el rociado con DNOC causó secado en 10-14 días. Algunas veces estos compuestos disminuyeron la producción, pero aún así -- fue el método mecánico usual de removimiento de las superficies de papas. Los compuestos no afectaron la calidad de las papas.

PROCESOS DE SECADO.

1.- KING, CARY KUDSON (Dep. Chem., Eng., Univ. California, Berkeley, Calif.).

Proc. S. O. S. (Sci., Survival) 170 Int. Congr. Food Sci. Technol. 3o., 1970 ---

(Pub. 1971) 565-74 (inglés) Inst. Food Technol. Chicago, III.

Una revisión de un número de descubrimientos en recientes años en bases técnicas y fenómenos de proceso para deshidratación de alimentos. El primer énfasis es sobre la baja temperatura del proceso de secado. Debe haber un entendimiento básico de la naturaleza e interacción de la transferencia de calor y masa y para lo cual factores cinéticos permiten un mejor análisis de varios aspectos de la calidad del producto relacionados con las velocidades de secado. El mecanismo de la retención de componentes volátiles del sabor, en particular durante el secado ha recibido mucha atención. Distintas innovaciones al proceso se consideran en términos de su potencial para — dar mejor calidad al producto a costo razonable.

2.- NORRIS, J. ANDREY; WOODS, M. F. (Unilever. Res. Lab., Sharnbrook, Inglaterra). Rep. Progr. Appl. Chem. 1968, 53, 371-9 (inglés).

Una revisión es presentada sobre sistemas de suspensión de aire directos e indirectos, continuos y tipo batch, efectos nutricionales y tipos de partidas que han sido secadas. 114 refs.

3.- TSEHEUSCHNER, H. D.; DOAN DU (Sekt. Verarbeitunge-Verfahrenstech., Tech. Univ. Dresden, Dresden, Alemania del Este). Lebensm.-Ind. 1972, 19(11), 463-7 (alemán).

Un resumen con 8 referencias. Son discutidas las bases matemáticas de secado por aspersión de productos alimenticios y extractos, el movimiento de la partícula en la cámara de secado, el proceso, el origen de las partículas desmenuzables y el procedimiento de secado.

4.- ROUSSEL, JQUES; GARDENT, MAURICE; DIDIER, PIERRE (Air Liquide, Soc. Anon. pour l'Etude et l'Exploitation des procedes Georges Claude) Francia 2, 163, 831 (Cl. BOId), 31 de agosto de 1973, Appl. 71 43, 402, 0 3 de dic. de 1971, 12 pags.

Equipo de evaporación y secado bajo vacío particularmente usado para preparación de materiales sensitivos al calor y para la obtención de niveles bajos de un solvente absorbido, como para productos alimenticios, farmacéuticos y químicos y donde una solución es extendida entre dos cilindros rotatorios bajo presión reducida. El soluto (sólido, líquido desprendido o pasta) es raspado por fuera de un medio cilindro con un tenedor y dirigido dentro de una cerradura de donde es vaciado periódicamente dentro de una segunda cámara de evaporación de filtrado con un tornillo de Arquímedes para revolver el producto y ayudar el secado bajo vacío.

OPERACIONES PREVIAS A LA DESHIDRATACION.

1.- VOIRAL, F. (F. Hoffman-La Roche Und Co. A.-G. Basel Smitz).

Food Process Ind. 1972, 41(490), 27, 29, 31, 33 (inglés).

Una revisión de ac. ascórbico ha sido hecha en el blanqueamiento de frutas y vegetales si se presenta a niveles altos el cambio en sabor o decoloración causada por enzimas. Hay 3 sistemas de oxidación enzimática implicando las sig. enzimas: peroxidasa, polifenol oxidasa y ascorbato oxidasa. Los polifenoles incoloros son primero oxidados por el oxígeno atmosférico a quinonas incoloras, se conocen 2 enzimas implicadas (peroxidasa y polifenol oxidasa). Después sigue la polimerización de estas quinonas. Los compuestos formados son coloreados. El ac. ascórbico puede actuar como un antioxidante en la reacción. Se mostró que la enzima en la papa es desnaturizada en presencia de ac. ascórbico y también que éste inhibe el encafeamiento en manzanas, el cual es causado por la segunda reacción de las quinonas. Los procesos de blanqueamiento se dan para papas, productos de papa, espinacas, coliflor, hongos, vegetales verdes, manzanas, peras, fresas, duraznos y ciruelas.

2.- ROSS, L. R.; TREADWAY, R. H. (East. Reg. Res.; Agric. Res. Serv., Filadelfia, Pa). Amer. Potato J. 1972, 49(12), 470-3 (inglés).

Método rápido para la determinación de SO_2 en hojuelas de papa sulfitada usando una solución buffer especial (monohidrato de ac. acético más $Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O$) bajo condiciones controladas sin libertad de almidón gelatinizado de las células de la papa. La ausencia de un gran volumen de almidón cocido improvisó la facilidad de filtración del SO_2 determinado por titulación con solución de yodo 0.01N. Tres muestras de hojuelas de papa sulfitada, conteniendo aprox. 1600, 500 y 670 ppm. de SO_2 , respectivamente, fueron analizadas por este método y por un método colorimétrico directo. La diferencia promedio entre los dos métodos no fue diferente significativamente (de 0 al 5%). El método de titulación es satisfactorio en un laboratorio de una planta de control de calidad para uso de rutina.

3.- HUXSOLL, CHARLES C.; GRAHAM, ROBERT P.; WEAVER, MERLE L. (Depto. de Agric. de los E.U.A.).

U. S. 3, 759, 160(Cl. 99/233.3; A 23n), 18 de sept. de 1973, Appl. 170, 939, 11 de agosto de 1971, 6 pags.

Un método es descrito para removimiento de papa pelada por un doble tratamiento con solución de lejía caliente. Cada tratamiento es seguido por un período de permanencia. La papa es subsecuentemente expuesta a calor radiante y la destrucción por pelado es removida en el estado seco por cepillado. Para ilustrar, las papas fueron sumergidas en una solución acuosa de NaOH al 5% a 88°C por 30 seg.. Las papas fueron removidas desde un tratamiento y reposo o permanencia una hora a temperatura ambiente. Entonces, los tubérculos fueron sumergidos en NaOH al 5% a 88°C por 30 seg., removidos y llevados a temperatura ambiente por 3 min.. Las papas tratadas fueron llevadas a un tambor rotatorio hecho de metal perforado y montado con su eje horizon-

tal. Un calentador radiante de quemado de propano de 30 000 Btu/hr. de potencia -- fue puesto en posición dentro del tambor y orientado así que el calor radiante fue dirigido siempre a las papas, las cuales fueron entonces hundidas alrededor de la base del tambor. La exposición al calor radiante fue mantenida por aprox. 60 seg. Las papas tratadas fueron sujetas a cepillado por la acción de un tambor rotatorio, la superficie del cual fue cubierta con caucho suave y empujadas con los dedos. Pesando el producto se indicó que la pérdida promedio por pelado fue de 4%. El consumo de NaOH fue de 50g./100kg. de papas.

4.- KUCHAREZYK, JAN; RUDECKI, HENRYK (Akad. Roln., Warsaw, Polonia).

Zesz. Nauk. Akad. Roln. Warszawa, Technol. Rolno-Spozyw. 1973, No. 8, 73-87 (poco).

La composición química de tres variedades de papa fue determinada y las condiciones óptimas para el pelado con lejía fueron evaluadas. Las condiciones óptimas fueron: 28% de NaOH, tiempo de sumergimiento 4.5 min. y temperatura 71.5°.

5.- ZOZULEVICH, B. B.; CHUMAK, ZH. YA. (Kishinev. Politekh. Inst. im. Lazo, Kishinev, Rusia).

Konserv. Ovoshchesush. Prom. 1974, (4), 42-3 (ruso).

La máxima rapidez de deshidratación de rebanadas de papa cruda, intentada para manufactura de papa desmenuzada, ocurrió a 20-30° en 6.6-15.4% de solución de NaCl.

6.- SHAW, ROY; Evans, C.D.; MUNSON, SHIRLEY; LIST, G. R.; WARNER, K. (Red River -- Val. Potato Res. Cent., East grand Forks, Minn.).

Amer Potato J. 1973, 50(12), 424-30 (inglés).

Preparando papas desmenuzadas no peladas resultó una mayor producción, menor -- pérdida y no fueron significativamente diferentes de papas desmenuzadas peladas en sabor, apariencia, vida y estabilidad en aceite.

7.- SHIURMAN, A. A.; MAKARENKO, S. I.; KOMAROVA, G. G. (Rusia).

Plast Massy 1973, (1), 64-5 (ruso).

Fueron manufacturadas herramientas para el pelado industrial de papas y máquinas de limpieza de un rodillo de plástico reforzado sobre el cual fue moldeado un componente abrasivo. Este componente consistió de SiC negro No. 80, NaCl, plástico en polvo y líquido, Bz_2O_2 , $PhNMe_2$ y metacrilato de Me. La nueva herramienta abrasiva pudo pelar más de 550 tons. de papas comparado con herramientas anteriormente diseñadas las cuales pelaron de 90 a 100 tons. de papas.

EFFECTOS SOBRE LA COMPOSICION DE LOS PROCESOS COMERCIALES.

1.- GORUN, E. G.; KARCHEVSKAYA, M. B.; CHEDAIEVA, YU. S. (Vses. Zaochn. Inst. Pishch.

Prom., Rusia).

Konserv. Ovoshchesusk. Prom. 1974, (2), 39-41 (ruso).

Durante el pelado de papas por el método alcali-vapor, el almidón sobre la superficie de las papas fue gelatinizado a una profundidad de 8 a 10 mm., después del pelado con vapor el almidón fue gelatinizado de 1.0 a 1.5 mm.. Los azúcares de reducción aumentaron en el pelado por alcali-vapor un 85% y el pelado por vapor un 13%. Durante el mecanismo de pelado con carborundum, las células superficiales fueron desmenuadas y el 35% de la sacarosa de las células superficiales fue extraída al agua de lavado. Se mostraron los mismos cambios de carbohidratos en papas cosechadas muy frescas como en papas que fueron almacenadas.

2.- JASWAL, A. S. (Res. Prod. Counc., Fredericton, New Brunswick).

Amer. Potato J. 1973, 50(3), 86-95 (inglés).

El enlatado y las máquinas desmenuadoras de papas de baja gravedad específica (1.065-1.075) causaron una pérdida de aprox. 40% del total de amino-ácidos, el secado de tambor, 20% y el freído, 4.5%. Una pérdida proporcionada de lisina fue observada. Papas de alta gravedad específica mostraron una tendencia similar sobre una escala reducida.

3.- YONEKAWA, GARO (Aichi, Educ. Coll., Nagoya, Japón).

Aichi Kyoiku Daigaku Kenkyu, Hokoku, Shizenkaku 1971, (20), 203-11 (japonés).

Frutas y vegetales que retienen más del 50% de su ac. ascórbico original después de homogenización por una mezcla son: tomate, col, melón, naranja y rábano, y los que retienen menos del 10% son: pera, plátano, papa dulce, calabaza, manzana, durazno, zanahoria, papa blanca y pepino. La descomposición del ac. ascórbico en frutas y vegetales fue acelerada por su oxidación, también el encafecimiento durante la homogenización produce elevada oxidación del ac. ascórbico.

4.- LECH, WLADYSLAW; LOSINSKA, HELENA (Polonia).

Przem. Ferment. Rolny 1971, 15(9), 19-22 (polaco).

Los amino ácidos fueron determinados en hidrolisatos de porciones coloreadas oscuras y claras de 3 muestras de papas comunes secadas. La lisina fue 3.24 y 2.37 g. y metionina más cistina 2.59 y 2.25g/16 g.N en porciones coloreadas claras y oscuras, respectivamente.

5.- KIES, CONSTANCE; FOX, HAZEL, M. (Call Home Econ., Univ. Nebraska, Lincoln, Nebr.).

J. Food Sci. 1972, 37(3), 378-80 (inglés).

La metionina fue el primer amino ácido limitante en hojuelas de papa deshidratada para nutrición humana. El balance medio de N para 7 adultos en su alimentación fue de 4.0g. de N/día de hojuelas de papa deshidratada y 0.68 g. de N de una dieta básica fueron comparados después de suplementarlo con L-metionina, L-Leucina, L-Fe-

nil alanina ó los 3 amino ácidos, no afectándose arriba de 1% con la suplementación.

- 6.- REEVE, ROGER M. (West. Reg. Res. Lab., Agric. Res. Serv., Berkeley, Calif.).
J. Agr. Food Chem. 1972, 20(6), 1282 (inglés).

Fue relatada estabilidad de papas calentadas entre 50 y 70° para la acción de metil esterasa de pectina y migración de Ca y Mg a las paredes de las células. Esos efectos bioquímicos fueron producidos bajo condiciones diferentes a aquellas usadas en casi todos los estudios de otros trabajadores, quienes concluyeron que las propiedades del almidón gelatinizado fueron muy importantes para la calidad de textura de diferentes productos de papa.

- 7.- LISINSKA, G. (Dep. Food Technol. Storage, Agric. Univ., Wroclaw, Pol.).
Mol. Struct. Funct. Food Carbohydr., Ind.-Univ. Coop. Symp. 1973 (Pub. 1973), -- 208-15(inglés). Editada por Birch, Gordon Gerard. Wiley: New York, N. Y.

Los cambios que ocurren en la materia seca total, almidón, sacarosa y azúcar de reducción durante el secado y refrescamiento de tubérculos de papa son presentados bajo diferentes condiciones de subdivisión y a través de la operación de diferentes gases de secado. Los cambios a cualquier temperatura o gas alterarán la transformación de carbohidratos por un 100% y ciertas condiciones seleccionadas reducirán la transformación.

- 8.- VECHER, A. S.; GOLYNSKAYA, L. A.; SNYATKOV, A. S. (Inst. Eksp. Bot. im. Kupreviča, Minsk, Rusia).

Vestsi Akad. Navuk Belarus. SSR. Ser. Biyal. Navuk 1973, (6), 93-6 (ruso).

Comparaciones de diferentes variedades mostraron que la más alta calidad de puré de papa secada fue preparado de papas relativamente altas en celulosa (0.42-0.44% - en peso de papa fresca) y bajas en hemicelulosa y pectina.

- 9.- SANER, FRED (Chos, Pfizer. Co. Inc., Brooklyn, N. Y.).

U. S. Dep. Agr. ARS, 1971, 74-55, 85-8 (inglés).

Una discusión de métodos de fortificación de hojuelas y gránulos de papa con vitamina A, C, Tiamina, riboflavina y niacina, considerando uniformidad y estabilidad de la vitamina agregada.

- 10.- SAPERS, G. M.; PANASTUR, O.; JONES, S. B.; KALAN, E. B.; TALLEY, F. B.; SHAW, R. L. (East. Reg. Res. Cent., ARS, Filadelfia, Pa.).
J. Food Sci. 1974, 39(3), 552-4 (inglés).

Fueron llevados a cabo experimentos para determinar la posibilidad de fortificación de papas deshidratadas hechas puré, con Fe a niveles tan altos como 10 mg/100 g. de componentes de Fe cribados en papas frescas y deshidratadas hechas puré para determinar el grado de decoloración inducida de Fe. Se evaluaron el sabor y estabilidad de pedacitos de papa fortificados por procedimientos sensorios y de cromato-

grafía de gases. La decoloración ocurrida en la mayoría de muestras fortificadas y manifestada la actividad biológica del compuesto de Fe fueron probadas. Pedacitos de papa fortificados con dos complejos de ferripolifosfato fueron menos estables durante el almacenamiento que los no fortificados, desarrollando sabores desagradables y altos niveles de productos volátiles oxidantes. La fortificación con Fe de papas deshidratadas hechas puré como aquí se reporta no es considerada practicable.

11.- GUILBOT, A.; MULTON, J. L.; DRAPRON, R. (Stn. Biochim. Phys.-Chim. Cereales, - Inst. Natl. Rech. Agron., Massy, Francia).

DEHEMA (Deut. Ge. Chem. Apparateu.) Monogr. 1972, 70, 279-99 (inglés).

Una revisión de la deshidratación de alimentos en relación a actividades enzimáticas. 34 referencias.

12.- NOVIKOV, P. A.; AKHROMEIKO, A. M. (Minsk, Rusia).

Elektron. Obrab. Mater. 1971, (4), 50-4 (ruso).

El efecto de radiación electromagnética de alta frecuencia sobre el proceso de secado fue estudiada. Hielo, soluciones de NaCl de diferente concentración, arena húmeda, gel de sílice, salina y papas con 30% de agua fueron usados como materiales. El hielo puro y la arena húmeda no se afectaron por la radiación de alta frecuencia. Con los otros materiales, la radiación afectó el proceso de secado.

13.- CHITA, O.; TANASESCU, D.; STOENESCU, VERONICA; DARIE, V. (Fac. St. Nat., Univ. Craiova, Craiova, Rumania).

Stud. Cercet. Biochim. 1973, 16(3), 287-94 (rumano).

El contenido de proteínas en solución, ac. ascórbico y almidón en tubérculos de papa irradiados con rayos γ de ^{60}Co (10^3 - 10^4 R) de las generaciones X_2 y X_3 dependió de la variedad, dosis y número de radiaciones.

14.- HELLENDORRN, E. W.; LUYKEN, R. (Cent. Int. Voedingsonderz. TNO, Zeist, (Neth).

TNO Nieuwos 1972, 27(6), 343-4 (Neth).

La digestibilidad del almidón fue mayor en papa en polvo que en hojuelas según estudios nutricionales realizados por la armada.

15.- SHUB, L. P.; LARKOVICH, R. D.; BOGDANOVA, G. I.; GAMOLINA, T. YA.; SARAKULA, L. G.; ANAN'KO, I. D.; STEFANISMINA, V. S.; BONDAROVETS, ZH. I. (Rusia).

Vop. Tovaroved. Tekhnol. Pishch. Prod. 1972, No. 2, 135-40 (ruso). De ref. Zh., Khim. 1973, Abstr No. 10R140.

Los sig. aditivos fueron seleccionados para improvisar calidad organoléptica y valor nutritivo de puré de papa seca: miverol, distearato de sacarosa, CaCl_2 , vitamina C, glutamato de Na, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, leche desnatada seca y ac. cítrico.

16.- PESHEINIKAV, V. N. (Rusia).

NAUKA Bor'be Urozkai 1970, 69-75 (ruso). Ed. por Gouchorik, M. N. "Nauka i Tek

hnika" Minsk, Beloruss S. S. R.

Son considerados diferentes problemas de bioquímica relacionados con la papa (- incremento en contenido de proteína, preparación de alimento, proteínas de productos de almidón) y el estudio del metabolismo del ac. maleico.

17.- LABUZA, T. P. (Dep. Food Sci. Nutr Univ. Minesota, St. Paul Minn.).

Food Technol. (Chicago) 1973, 27 (1), 20-1, 23, 25-6, 50 (inglés).

Una revisión con 81 referencias. En la práctica la elección del método de deshidratación está basada en los factores de calidad y economía. Las pérdidas del valor nutricional durante el secado y almacenamiento han recibido muy poca atención y estudio desde el punto de vista cinético. Fueron discutidos problemas en la predicción de pérdidas de nutrientes. Mayores pérdidas de valor nutritivo en la deshidratación y almacenamiento de alimentos secados son de vitaminas y grasas en solución, con la vitamina C como más lábil.

18.- PALLOTA, U. (Inst. Ind. Agrar., Univ. Studi Bologne, Bolonia, ITALIA.).

Ind. Agr. 1970, 8 (2o. semestre), 258-70 (italiano).

Una revisión con 56 referencias de las transformaciones inducidas por el proceso industrial de deshidratación sobre los componentes de alimentos. Son consideradas especialmente frutas y sus derivados. Investigaciones sobre los compuestos aromáticos y sus precursores asumen un gran interés por su influencia sobre la calidad y la aceptabilidad de los productos finales. Las transformaciones que pueden tener lugar durante la producción industrial del alimento y el almacenamiento son esencialmente de dos tipos: eliminación irregular con significancia mayor ó menor de componentes volátiles y no volátiles indeseables debida a la evaporación de agua y transformación de sabores indeseables debida a precursores volátiles y no volátiles presentes en el sustrato. Las reacciones de ennegrecimiento no enzimático y la oxidación de lípidos tienen una particular relevancia.

19.- PSKENICHNAYA, E. E.; TRULL, L. A.; RAPTUNOVICH, G. A. (Rusia).

Vopr. Tovaroved. Tekhnol. Pishch. Prod. 1973, No. 3, 61-5 (ruso). De Ref. Zh., Khim. 1974, Abstr. No. 4R121.

Determinación de algunos índices de calidad para papas afectando la calidad de papas secas hechas puré.

PRODUCTOS DE PAPA Y SU PREPARACION.

1.- PRIMO, E.; LAFUENTE, B.; PINAGA, F. (Inst. Agroquim. Tecnol. Aliment., Valencia, España).

Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment. 1972, 12(4), 505-17 (español).

Una revisión con 47 referencias de los más nuevos procedimientos de secado y obtención de mezclas instantáneas con agua. Las ventajas de la deshidratación en un estado congelado (Liofilización) son enfatizadas.

2.- SEBERMAN, HERIRI C. (Morris, Philip Inc.) Fr. 1, 596, 387 (Cl. A 23p), 31 de Julio de 1970.

U. S. Appl. 26 de Dic. de 1967, 19 pags.

El producto alimenticio es preparado por mezcla, en presencia de 8 a 15 partes en peso de agua por peso de materia seca.

3.- PULLEY, ARDEN O. (American Potato Co.) U. S. 3, 800, 047 (Cl. 426/302; A 231), 26 de Marzo de 1974, Appl. 191, 335, 21 de Octubre de 1971, 4 pags.

Productos de papa deshidratada fortificada con vitamina C fueron preparados revistiendo con una solución conteniendo vitamina C, NaHSO_3 y una sustancia formando una película que actúa como una barrera de oxígeno. Entonces, papas deshidratadas - para hacer puré al instante fueron rociadas con una solución conteniendo ascorbato de Na (14%), maltodextrina (40%) y NaHSO_3 (2.2%). Los materiales retuvieron un color uniforme a la luz después de 4 meses de almacenamiento a 23°C y 70% de humedad relativa.

4.- TRUCKENBRODT, HERBERT; SAPERS, GERALD M. (Corn Products Co.) U. S. 3, 493, 400 (Cl. 99-204; A 23b) 03 Febrero de 1970, Appl. 29 de Octubre de 1965, 7 pags.

Vegetales (zanahorias, col, pimientos verdes, cebollas, coliflor y papas) y carnes (res y pollo) deshidratados se reconstituyeron en 2 minutos en agua hirviendo, dando un buen producto preparados por impregnación de 100 partes de alimento precocido con 2 a 50 partes de NaCl y deshidratados a 1 a 10% de su humedad.

5.- BURTON, KEITH R.; WEIR, ROBERT F. (Simbix LTD) Brit 1, 199, 915 (Cl A 231) 22 de Julio de 1966, 3 pags.

Un compuesto que se forma con puré de papa como alimento es preparado por adición de agua de 25 a 75% de harina de papa deshidratada y de 75 a 25% con microcristales coloidales. Papa artificial, leche y sabor de mantequilla pueden agregarse también. Así el polvo de papa deshidratada, CaHPO_4 , celulosa y NaCl fueron tamizados y mezclados con goma (contenido 77-85%) en una relación de 48:20:18:2:1 respectivamente. Entonces, 22.25g. de polvo resultante fue mezclado con agua hirviendo para producir un alimento de apariencia cremosa y con un contenido de 48 calorías.

6.- GUADAGNI, DANTE G.; BUTTERY, RON G.; SEIFERT, RICHARD M.; VENSTROM, DELPHA (West. Reg. Res. Lab.; Agr. Res. Serv., Albany, California).

J. Food Sci. 1971, 36(3), 363-6 (inglés).

Una cantidad mínima de los siguientes compuestos en puré de papa deshidratada se

determinaron: 2 metoxi-3 metil pirazina, 2 metoxi- 3 isopropil pirazina, 2 metoxi-3 etil pirazina (I), $\text{FHCH}_2\text{-CHO}$ y metional. Solo (I) en 0.1 a 0,2 ppm. incrementó - el nivel de sabor de papa deshidratada, también se incrementó en ensalada y sopa - de papa. La ensalada de papa almacenada de 1 a 3 semanas requirió la adición de 0.2 ppm. de (I) para mantener un control en las diferencias de características.

7.- UNILEVER, N. V.; NETH. Appl. 7110, 784 (Cl. A 231) 09 Feb. 1972, Brit. Appl. 38, 247-170, 07 Agosto 1970; 12 pags.

Productos improvisados de papa seca son preparados por mezcla de partículas de papa seca con partículas de otro producto alimenticio seco (más de 0.5% en peso, 4-40% en peso) con una proteína conteniéndola el alimento por ejemplo: polvo de leche, carne seca, proteínas de frijoles de soya ó en las partículas de productos vegetales secos, por ejemplo: calabazas, nabos, tomates y con una grasa líquida (3-40% en peso). La grasa es absorbida en la superficie de la partícula de papa seca. La grasa es líquida a 25°(cacahuate, semilla de algodón, frijol de soya, maíz, aceite de oliva, aceite de mirasol y una fracción líquida de 20-45°(grasa de mantequilla, manteca de puerco, sebo y aceites vegetales hidrogenados).

8.- CREMER, CHARLES W. (Staley. A. E., Manufg. Co.) Fr. 2, 068, 997, (Cl. A 231) 08 octubre 1971.

U. S. Appl. 874-037, 04 Nov. 1969, 16 pags.

Un agente obligatorio usado para preparar productos de papa frita partiendo de productos de papa deshidratada, contiene: 1) Almidón con un contenido de amilasa - mayor del 25% y 2) Almidón dispersante en agua en frío (7-15°), éste puede ser parcialmente reemplazado con una goma vegetal comestible. Los productos de papa frita se preparan mezclando con 50-92% en peso de productos de papa seca, 2-4% en peso - de almidón conteniendo más del 25% de amilasa, 1-30% en peso de almidón dispersible en agua menos del 15%. Se modifican compuestos de sabor y textura con agua después de dar la forma disponible a la masa, el producto es calentado a 60-95°.

9.- MAJOMSKI, FELIKS (Zaotech. Inst., Czechnica Poland).

Zhevotnovadstoo 1969, 31(12), 80-3 (ruso).

Alimento vegetal deshidratado para alimentación animal. El valor nutricional - de tubérculos de papa y azúcar de betabel fueron estudiados, realizándose 2 experimentos. El primero con ganado cuya dieta básica diaria consistía de 20 kg. de alfalfa, paja y 2 kg. de suplemento. En un segundo grupo se dió la misma ración pero la composición del suplemento cambió al reemplazar el 25% del grano por tubérculo de papa, en un tercero se cambió el suplemento de un 25% del grano por betabel. El peso más alto del cuerpo fue de 1144 g. con betabel. La ganancia más alta en el primer grupo fue 1091 g. El consumo de unidades estandar de alimento por kg. de ganancia en el primer grupo fue 6.12 kg., del segundo, 6.20 kg. y del tercero, 5.86

kg. El consumo de proteínas por kg. de ganancia fue para el primero 581 g., para el segundo 626 g. y para el tercero 572 g. En el segundo experimento con vacas lecheras la relación de dieta basal fue de 25 kg. de pulpa de betabel, 15 kg. de maíz, 6.0 kg. de paja y 2.5 kg. de suplemento. Un segundo grupo recibió la misma ración, pero el 20% del suplemento de reemplazó con betabel, y un tercer grupo recibió el suplemento con 20% de tubérculos de papa. La sustitución con cualquiera de los dos vegetales no afectó la producción de leche en ningún grado. El uso de betabeles apenas incrementó el contenido de grasa de la leche comparado con el primer grupo y con el que recibió papas.

10.- VON NORDENSKJOLD, REINHART (Munich, Alemania).

Wasser, Luft Betr. 1972, 16(10), 328-30 (alemán).

Un tratamiento efluente en el procesamiento industrial de papa. La solución - desperdicio es separada de los sólidos, tratada biologicamente, los sólidos con centrados y secados en un secador de tambor y luego convertidos en un valuable aditivo alimenticio.

11.- LARSSON, KNUT G.; OLSSON, GÖTE W. (Sveriges Starkelse-producenters Forening UPA; Larssons, G., Mek. Verkstad, AB).

Ger Ofren. 2, 228, 133 (Cl. C131), 03 enero 1974, Appl. P22 28 133.0, 09 junio 1972; 7 pags.

Manufactura de almidón de papa produciendo efluentes con un bajo BOD fue obtenida por lavado de papas pulverizadas para separar la pulpa y una pasta delgada de almidón crudo, concentrado, refinando y secando la pasta para forraje o tratada pa ra recobrar productos proteínáceos.

12.- SHAW, ROY L., Jr. (Depto. de Agríc. de los E. U. A.).

U. S. 3813 297 (Cl. 127-66; C 131), 28 mayo 1974, Appl. 260-570, 07 Junio 1972, 2 pags.

Almidón de alta calidad fue preparado por pulverización fina y clasificación - de papas cortadas y deshidratadas para obtener un almidón enriquecido y una fracción de proteína enriquecida. La fracción de almidón enriquecido fue lavada con agua en contracorriente para remover la proteína, azúcares, aminas y ac. orgánicos. La fracción de proteína enriquecida fue combinada con el agua de lavado para obtener al secarse, un producto conteniendo de 20 a 30% de proteína, usado como un ali mento para ganado.

13.- SEIDERMAN, JOHANNES (Alemania del Este), 104, 811 (Cl. C 131), 20 marzo 1974, Appl. 171 424, 08 junio 1973, 3 pags.

Fue manufacturado almidón de tubérculos y raíces, tales como papas, papas dul ces, maniocas y manzanas verdes, en alta producción, por el proceso congelar-descon

gelar. El material crudo fue lavado, pelado, triturado o pulverizado, congelado y descongelado. El almidón fue entonces separado de la pulpa permaneciente por centrifugación, concentrado y secado.

14.- WALKER, NOEL FRANCIS (Gelaspie Brothers Pty. LTD). Australian 413, 774 (Cl. A 21d), 24 Junio 1971, Appl. 11, 339/66, 20 sept. 1966, 10 pags.

Un sustituto de almidón fue preparado de trigo, maíz, arroz y papa tratada en un extrudidor continuo de cocimiento a presión. La harina con adición de menos de un 5% de agua, fue tratada a 1-4 kg/cm² y 135°C y permaneció en el cocidor por 5 min. aproximadamente. En la extrucción el material expandió y formó píldoras que provocaron un fino polvo. Fueron usados aditivos normales en el producto.

15.- KODET, JOSEF; JELINEK, Petr., Czech. 152, 836 (Cl. C 131) 15 abril 1974, Appl. 8798-70, 27 dic. 1970; 2 pags.

Agentes de unión para alimentos fueron preparados de almidón degradado parcialmente con ac. sulfúrico ó di-almidón oxidizado. Fueron añadidas sacarosa y glucosa a los componentes de almidón. Pudo ser regulada la viscosidad de los componentes de almidón. Fue usada agua oxigenada para la oxidación del almidón.

16.- NAKANO, SOKTA; ISHIWATARI, KIKUJE (Chiba Mill Co., LTD) Japón 73 22, 995(Cl. C 08b), 10 julio 1973, Appl. 68 73, 805, 09 Octubre 1968; 2 pags.

Derivados de almidón como el carboximetal almidón de Na, fueron convertidos - en soluciones prontamente dispersantes en un solvente orgánico como el MeOH ó EtOH ó Me₂CO, añadiendo agua a almidón precipitado, secado y molido. El polvo se disolvió rápidamente en agua sin formación de grumos.

17.- OOHARA, HISATOMO; FURUYA, MACAMICHI; OOHARA, YAICHI, KAJIMA, NORIO (Lab. Grosland, Sci.; Obihiro, Zrotech, Univ., Obihiro, Japón).

Obihiro Chi Kusan Daigaku Gakujutsu Kenkyn Hokoku Dai -1-Bu, 1969, 6(1), 68-73 (japonés).

Los componentes químicos de proteínas de papa manufacturadas de almidón de - papa son: humedad 8.62, proteína cruda 74.5, grasa cruda 3.61, fibra cruda 1.25, N libre 9.45 y cenizas crudas 2.48%. Los componentes amino ácidos de la proteína de la papa son: ac. aspártico 11.3, lisina 10.1, ac. glutámico 9.5, arginina 5.6, treonina 5.2, leucina 8.3, fenil alanina 5.2 y metionina 1.51%. Los componentes - digeribles de proteína de papa para ganado vacuno son: proteína cruda 82.68, grasa cruda 37.56, fibra cruda 52.52 y N libre 72.54%. La digestibilidad de la proteína cruda de la papa es 61.7% y la de nutrientes es 72.2%.

18.- ZAEK, MILOSLOV VOJTA, LADISLOV. NOVAK, KAREL Czech., 142, 012 (Cl. A 23K) 15 Julio 1971, Appl. 7021-69, 23 Octubre 1969, 2 pags.

El desperdicio de papa que queda del almidón de papa seco en un 8-14%, es mezclado (70-80 partes) con 20-30 partes de polvo de grano, 2-5 partes de malta, 0.2-2 partes de urea y 1-2.5 partes de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaCl y aditivos minerales. Dando la mezcla a vacas se incrementa el peso de 0.48 a 1.07 kg/vaca/día comparado con alimento clásico.

APROVECHAMIENTO DE DESPERDICIOS.

1.- BORUD, O. J. (Potetmelfabrikhenes, Forshingslab, Lillehammer, Noruega).

Staerke 1971, 23(5), 172-C (alemán).

Fueron analizados los desperdicios de plantas de almidón de Noruega. Se construyeron para esto, una planta para el desperdicio del almidón de papa, una para hojuelas de papa y otra para papas rebanadas. Con esto se describió una planta para la concentración de la basura y otra para la eliminación por evaporación de agua de papa. La parte concentrada en el evaporador fue secada en un secador rotatorio con desperdicio llevando pulpa y usada en mezclas para alimentos.

2.- SKIPNICHENKO, U. S.; NAVRODSKAYA, L. I.; OVRUTKAYA, I. YA.; BAITINA, N. M. (Rusia).

Mikroorganizm-Produitsenty Biol. Aktiv. Veshchestv 1973, 203-8 (ruso). Ed. por Samtsevich, S. A. "Nauka y Tekhnika": Minsk, Rusia.

Los desperdicios de almidón contenidos en el procesamiento de papas pretratadas con una preparación amilolítica y malta verde son aceptables como vitamina C para la biosíntesis de proteínas alimenticias para tratamiento contra *Cándida Humicola* en escala comercial.

3.- FICHTER, GLENN A.; SIRRINE, K. LYNN; TOLLEFSON, C. IVAR (CH2M/Hill, Corvallis, Oregon).

J. Food Sci., 1973, 38(2), 218-24 (inglés).

Son descritos el tratamiento primario y secundario del agua de deshecho, el acondicionamiento y métodos de adaptación de los desperdicios de sólidos biológicos y las unidades piloto utilizadas en la investigación experimental. Los métodos investigados incluyen irrigación por rocío escala piloto, centrifugación de canasta, digestión aeróbica de sólidos biológicos, filtración a vacío, desperdicio vibrante y pruebas de secado en tanques. Los resultados del estudio muestran que las escalas de digestión aeróbica pueden ser usadas en conjunción con centrifugación de canasta o vibración de desperdicio, con la adición de una pequeña cantidad de polímero catiónico para la obtención de aumento de concentración de sólidos. La digestión aeróbica reduce el valor alimenticio de los sólidos y podrá ser considerada como una desventaja si se intenta usar como alimento para ganado, pero si el método

do de adaptación esencial pudiera hacerse en la tierra, entonces podrá ser considerada como ventaja.

4.- GEE, M.; HUXSOLL, C. C.; GRAHAM, R. P. (West. Reg. Res. Lab., Agric. Res. Serv., Berkeley, Calif.).

Amer. Potato J. 1974, 51(4), 126-31 (inglés).

El proceso Wurpeel usado por la industria de la papa produce un desperdicio de pelado de alto contenido de sólidos que es fácilmente manejado y colectado, pero debido al alcali utilizado para el pelado tiene una alta alcalinidad residual. Cuando este desperdicio es acidificado para neutralizar los excesos de alcali se produce un producto alimenticio para ganado. Fue descrito un método para la neutralización del exceso de alcali por fermentación con ac. láctico.

5.- SUGIYAMA, NOBORU; ANDO, TETSUO (Shimizu, Manzo, Shoten Co., LTD). Japón Kokai 73 104, 347(Cl. 91 C 91, 32 C 10), 27 Dic. 1973, Appl. 72 15, 964, 17 Febrero 1972, 2 pags.

El desperdicio de agua conteniendo almidón de plantas de procesamiento de papa, knojak maná y papa dulce, es purificado aumentando su pH a más de 7.0 y añadiendo una solución acuosa conteniendo iones metálicos seleccionados de los grupos IIA, - IIIA y VIII. Entonces, 8 ml. de $MgCl_2$ al 10% y 10 ml. de NaOH al 20% son añadidos a un litro de leche, desperdicio de agua opaco teniendo COD 12,000-13,000 ppm. y - 1.8-2.0% en peso de materiales suspendidos, de la producción de knojak maná en polvo y el desperdicio de agua es agitado 30 seg. Los materiales suspendidos consisten de 60% de celulosa y 3 % de ceniza. Después de una hora, el líquido sobrenatante tiene COD 1,800 ppm. y 20 cm. de transparencia. El precipitado observado es el 30% del volumen de desperdicio de agua.

ASPECTOS TERMODINAMICOS.

1.- STEPANOVA, E. V.; BOL'SHAKOV, A. G. (Politekh. Inst., Odessa, Rusia).

Teplo-Massopereuos, Dokl. Vses. Sodeshch., 4o. 1972, 6, 103-7 (ruso). Ed. por Lebedev, P. D. Akad. Nauk Beloruss. SSR. Inst. Teplo-Massobmena: Monsk, Rusia.

Los principales parámetros termodinámicos de la mayoría de materiales incluyen humedad en equilibrio, potencial químico, capacidad específica isotérmica de masa, coeficiente de temperatura de potencial químico y coeficiente de gradiente de temperatura. El estado de dependencia funcional de la mayoría de materiales sobre la temperatura y contenido específico de humedad fueron estudiados.

2.- HAYASHI, SHINYA; TOCI, RYOZO (Fac. Eng., Kobe Univ., Kobe, Japón).

Mem. Fac. Eng., Kobe Univ. 1974, 20, 213-27 (inglés).

La transferencia de humedad en una baja temperatura de secado puede tratarse - con las Leyes de Difusión de Fick. Los coeficientes de difusión y de evaporación de las superficies fueron determinados experimentalmente. Esos valores calculados de la distribución de humedad acordaron con resultados experimentales en el primer período de caída de rapidez. La curva deducida de rapidez de secado puede representar la rapidez de secado experimental y su expresión es completamente simple.

3.- SHUTOR, YU. (Inst. Gidral. Gidravliki, Slov. Akad. Nauk, Brateslava, Checoeslovaquia).

Teplo-Massopereucos, Dokl. Vses. Soveshch., 4o. 1972, 9(1), 311-20 (ruso). Ed. por Ginzburg, I. P. Akad. Nauk Beloruss. SSR., Inst. Teplo-Massobmena: Minsk, Rusia).

Fueron realizados experimentos para estudiar la transferencia de humedad en la sección no saturada de un medio poroso causada por los gradientes de humedad y - temperatura bajo condiciones cuando un extremo del cuerpo poroso está en condiciones atmosféricas y no en contacto con la fase líquida existente. Las curvas de distribución de humedad fueron obtenidas del peso del medio poroso como una función del tiempo, esas curvas fueron usadas para determinar la rapidez de transferencia de humedad bajo condiciones isotérmicas y no isotérmicas. Las relaciones involucran calor total y coeficientes de transferencia de calor y de humedad del vapor en la fase líquida debida a los gradientes de humedad que prevalezcan en la sección - causados por el gradiente de temperatura, o en casos de transferencia entre ambas fases causada predominantemente por el gradiente de temperatura. Como las condiciones cambian durante la evaporación de humedad desde el medio poroso, se recomienda usar separadamente coeficientes de transferencia de calor y de masa.

4.- KING, CARYJUDSON (Dep. Chem. Eng., Univ. California, Berkeley, Calif.).

Proc., SOS (Sci. Survival)/70, Int. Congr. Food Sci. Technol., 3o. 1970 (Pub. 1971), 565-74 (inglés). Inst. Food Technol.: Chicago III.

Una revisión de un número de descubrimientos en años recientes sobre el fenómeno básico y técnicas de procesamiento para deshidratación de alimentos. El primer énfasis es sobre el proceso de secado a baja temperatura. Un entendimiento básico improvisado de la naturaleza e interacción de una falsa transferencia de calor y de masa y de factores cinéticos permite un mejor análisis de varios aspectos de la calidad del producto conforme a rapidez de secado. Los mecanismos de la retención de componentes de sabores volátiles, en particular durante el secado, han recibido recientemente considerable atención. Algunas innovaciones aproximadas del procesamiento son consideradas en términos de su potencial para una improvisada calidad de producto dada costo razonable.

5.- LYKOV, A. V. (Inst. Teplo-Massobmena, Minsk, Rusia).

Inzh.-Fiz. Zh. 1973, 24(1), 152-5 (ruso).

Una revisión con 4 referencias en que se da la aplicación de ecuaciones diferenciales de conducción de calor en el secado, y transferencia de masa, de materiales porosos es discutida.

6.- PLANOVSKII, A. N. (Rusia).

Teor. Osn. Khim. Tekhnol. 1972, 6(6), 832-41 (ruso).

Los medios para improvisar transferencia de masa para secado, adsorción y lixiviación en sistemas conteniendo una fase sólida, son discutidos. Los métodos para la determinación de los coeficientes de transferencia de calor en sólidos son dados.

7.- ZOILKOWSKI, Z.; KMIEC, A. (Inst. Inz. Chem. Urzadzen Ciepnych, Politech. Wroclawska, Wroclaw, Polonia).

Inz. Chem. 1972, 2(3), 537-54 (polaco).

Los efectos del espesor de capa $h(2 \times 10^{-3}-6.4 \times 10^{-3} \text{ m})$ y saturación con agua $S(0.05-0.95 \text{ m}^3/\text{m}^3)$, temperatura de cara caliente $t(60-100^\circ)$, y calor involucrado $q(2585-12100 \text{ w/m}^2)$ sobre el coeficiente de transferencia de calor efectivo α_e fue determinado para arena, papel filtro y materiales porosos durante secado. El modelo de Cowan y Han's para el coeficiente de transferencia de calor y para el de masa fue confirmado. Durante el primer período de secado, α_e disminuyó a menor t y aumentó a alta t .

8.- SHAS, Y. T.; PORTER, J. H. (Dept. Chem. Pet. Eng.; Univ. Pittsburg, Pittsburg, Pa.).

J. Appl. Polym. Sci. 1973, 17(2), 605-18 (inglés).

Un modelo teórico para secado de películas delgadas de gel es presentado basado en la premisa de como el solvente es removido desde una porción de una estructura de gel el cual es permeable por el solvente, las estructuras de mermas localmente para llenar los opuestos vacíos por el solvente. El coeficiente de difusión del solvente a través de la película de gel se asume ser una función exponencial de la concentración y la temperatura. Las ecuaciones gobernantes para el modelo indican que para secado no isotérmico los resultados de velocidades de secado y módulo de ruptura son funciones de 13 variables independientes del sistema. El efecto de la variable difusividad de solvente sobre el tiempo aproximado para obtener las velocidades de secado en estado estable y módulo de ruptura es manejado aproximadamente definiendo una variable dimensionable de tiempo en términos de difusividad -- promedio del solvente. Datos experimentales sobre velocidades de secado y módulo de ruptura en secado isotérmico de películas de Lipogel bajo condiciones de convec

ción natural están en conformidad con predicciones por el modelo propuesto.

- 9.- ROBIN, J. P.; MERRIER, C.; CHARBONNIERE, R.; GUILBOT, A. (stn. Biochim. Phys. Chim. Cereales, Inst. Nal. Rech. Agron., Massy, Francia).
Cereal Chem. 1974, 51(3), 389-406 (inglés).

Quando el porcentaje de carbohidrato de almidón de papa solubilizado fue graficado contra el tiempo de hidrólisis ácida arriba de 40 días, la curva mostró un estado inicial de rapidez de hidrólisis alta y una segunda etapa de rapidez baja. Estudios químicos, de Rayos X, de filtración de gel y enzimicos revelaron dos poblaciones de cadenas. El antecedente de almidón fue ramificado individualmente mientras la tardanza ocurrida primariamente como cadenas lineales y fue más ácido - resistente y cristalino. Las cadenas lineales tuvieron una longitud de 60Å. Las cadenas ramificadas fueron rapidamente degradadas y apareadas para no participar en las áreas cristalinas. Un nuevo modelo de amilopectina conteniendo racimos de altas cadenas ordenadas fue propuesto.

EFFECTOS DEL EMPAQUE SOBRE EL CONTENIDO DE NUTRIENTES DE LA PAPA.

- 1.- BITSCH, R.; SUELTEMEIR, I.; HOETZEL, D. (Inst. Ernahrungswiss., Rheinischen -- Feinischen Friedrich-Wilhelms Univ. Bonn, Bonn, Alemania).
Nahrung 1974, 18(4), 395-408 (alemán).

La exposición a la luz fue el factor más significativo en la formación de solanina en papas almacenadas, la luz del día directa estimuló más la formación de solanina que la luz opaca. Papas no empacadas o envueltas en películas plásticas transparentes produjeron más solanina que la que producen papas en envolturas opacas.

- 2.- HERLITZE, W.; HEISS, R.; BECKER, K.; EICHNER, K. (Inst. Lebensmitteltechnol. - Verpack. e. V., Alemania).
Chem.-Ing.- Tech. 1973, 45(8), 485-91 (alemán).

Fue diseñado un aparato para medir el oxígeno tomado de alimentos mantenidos (si es necesario por meses) en una cámara cerrada en que los componentes gaseosos pudieran ser variados y el oxígeno medido polarograficamente. Los experimentos se llevaron a cabo fuera, en la oscuridad a 25° y a presiones de oxígeno de 20, 70, 100 y 150 mm. El oxígeno tomado en todos los alimentos estudiados (jugo de naranja, salsa Katsup y papas desmenuzadas) fue siempre proporcional a la presión de oxígeno y al tiempo. El deterioro de la apariencia y gusto también variaron con la presión de oxígeno y el tiempo pero no a la misma rapidez. El cambio en apariencia y gusto estuvieron paralelizados uno a otro en jugo de naranja, en el caso de papas desmenuzadas solamente el gusto fue empeorado. La utilización de oxígeno de papas desmenuzadas a 150 mm. fue 0.1 μ g/g/hr., de tomate Katsup 0.3 μ g/g/hr. y de jugo de na-

ranja 0.5 μ g/g/hr. Si la permeabilidad de un material de empaque al oxígeno es conocida, es posible calcular su aceptabilidad en el almacenamiento.

ALMACENAMIENTO.

- 1.- SAPERS, G. M.; PANASINK, O.; TALLEY, F. B.; OSIMAN, S. F.; SHAW, R. L. (East - Mark, Nutr. Res. Div., Agric., Res. Serv., Filadelfia, Pa.).
J. Food Sci., 1972, 37(4), 579-83 (inglés).

Las hojuelas de papa deshidratada para hacer puré de papa son inestables y presentan un problema significativo en la industria de los alimentos. Las causas de los defectos en sabor fueron establecidas. Los cambios en los componentes volátiles (furfural, benzaldehído, fenil acetaldehído) asociados con el desarrollo de un sabor aceptable durante el almacenamiento fueron indagados. El almacenamiento al aire es comparado al de N causando el desarrollo de un sabor a paja. El sabor a paja en papas envejecidas resulta de la oxidación debida en lípidos y otros componentes. La vida en el estante de este producto está limitada por los cambios oxidativos, pero puede variar en presencia de antioxidantes.

- 2.- RAKITIV, YA. B. (K.A. Timiryazev Inst. Plant Physiol., Moscú, Rusia).
Fiziol. Rast. 1972, 19(4), 865-76.

Polvoreando tubérculos de papa con 6.66% de 2, 3, 5, 6-Tetracloronitrobenzeno en talco se retardó su germinación, aumentó la biomasa sembrada y decreció la utilización de nutrientes y agua de almacenamiento, entonces se improvisó durabilidad del tubérculo y se preservaron sus propiedades.

- 3.- TRAINER, K.; SOMOGYI, J. C. (Inst. Ernahrungsborsch., Rueschlekon/Zurich, --- Switz.).
Milt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg. 1972, 63(2), 240-60 (alemán).

Fueron analizados enzimicamente los azúcares en 6 variedades de papa a intervalos de mes a mes durante períodos de almacenamiento anuales por 3 años sucesivos. El contenido de vitamina C fue determinado en algunos de los experimentos. Los contenidos de sacarosa, glucosa y fructosa difirieron de un año a otro. Los contenidos de azúcar variaron ligeramente durante el almacenamiento, pero la relación de sacarosa a azúcar total generalmente disminuyó en la primera mitad del período de almacenamiento. No se estableció una correlación entre cambios de contenidos de azúcar y vitamina C durante el almacenamiento.

- 4.- SCHALLER, K.; AMBERGER, A. (Inst. Pflanzenernaehr., Tech. Univ. Muenchen, Weihenstephan, Alemania).
Chem., Mikrobiol., Technol. Lebensm. 1973, 2(5), 144-7 (alemán).

En tubérculos de 5-7 variedades de papa almacenados a humedad constante a 10, 6 ó 2° por 20 semanas, la mayoría de los componentes responsables para la reacción de Maillard (exceptuando glutamato libre, serina, glicina y alanina y actividad in vertida) mostraron fluctuaciones agudas. Los cambios en los niveles de sólidos secos, treonina libre, valina, isoleucina, fenilalanina, γ -aminobutirato e histidina fueron atribuibles estadísticamente más a las diferencias de variedad que a las de temperatura.

5.- SAMOTUS, B.; NIEDZWIEDZ, M.; KOLODZIEJ, Z.; LEJA, M.; CZAJKOWSKA, B. (Inst. -- Plant Biol., Agric. Acad., Cracow, Polonia).

Potato Res. 1974, 17(1), 64-81 (inglés).

Las papas acumul-aron atmósferas de azúcar cuando se almacenaron a 6°, mayores atmósferas a 2°, y atmósferas máximas a 1°. Usualmente predominaron azúcares de reducción y la fructosa se acumuló más rápidamente que la glucosa. Dos variedades, sin embargo, acumularon un alto porcentaje de sacarosa y solamente pequeñas atmósferas de azúcares de reducción.

6.- SAMOTUS, B.; NIEDZWIEDZ, M.; KOLODZIEJ, Z.; LEJA, M.; CZAJKOWSKA, B. (Inst.--- Plant Biol., Agric. Acad., Cracow, Polonia).

Potato Res. 1974, 17(1), 82-96 (inglés).

El azúcar total disminuyó rápidamente en papas después de una semana de rea-
condicionamiento (a 20-30° y 100% de humedad relativa por 1 a 4 semanas), espe-
cialmente para papas que han sido almacenadas a 1°. La rapidez de pérdida de azú-
car fue mayor en papas con altos niveles de azúcar. Para papas almacenadas a 6, 2
ó 1°, el reacondicionamiento fue necesario por 2, 4 ó más de 4 semanas, respecti-
vamente. La rapidez de pérdida de azúcar no fue mayor para papas reacondionadas
a 30° en lugar de 20°. Las rapidezces de pérdida de glucosa, fructosa y sacarosa du
rante el reacondicionamiento fueron dependientes de sus concentraciones.

7.- BURTON, W. G. (Agric. Res. Counc. Food Res. Inst., Norwich, Inglaterra).

Proc. Trien. Conf. Eur. Ass. Potato Res. 1972 (Pub. 1973), 5, 63-81 (inglés).

Fueron revisados los efectos de la temperatura, humedad, luz y atmósfera sobre la fisiología y bioquímica de tubérculos de papa en el almacenamiento. 71 Referen-
cias.

8.- METLITSKU, L.V.; GUSEV, S. A.; TEKTONIDI, I. P. (Kolos: Moscú, Rusia) 1972, 207
pags. Revisado por Kouserv. Ovoshchesush. Prom. 1973, (1), 37 (ruso).

Principios de bioquímica y la tecnología del almacenamiento de papa.

9.- SULLIVAN, J. F.; KONSTANCE, R. P.; CALHOUM, M. J.; TALLEY, F. B.; CORDING, J.
Jr.; PANASIUK, O. (East. Reg. Res. Cent., ARS, Filadelfia, Pa.).

J. Food Sci. 1974, 39(1), 58-60 (inglés).

Fueron conducidos estudios de almacenamiento para evaluar la estabilidad de -- cuadros de papa seca con miras al desarrollo de sabores insatisfactorios debidos - en parte a la formación de los aldehidos Strecker, 2-metil propanal y 2- y 3-metil butanal. Los cuadros fueron preparados por dos procesamientos importantes en variedades de papas, de alto y bajo contenido de azúcar. Análisis cromatográficos y evaluaciones organolépticas fueron hechas mes a mes para examinar cuantitativamente la deterioración. Los resultados de estas pruebas de almacenamiento, muestran que todas las muestras almacenadas a 23° o menos con descuido de la atmósfera de empaque, permanecieron estables con miras al ennegrecimiento en el período de un año, como indicaron los niveles de 2- y 3-metil buatanal y sabor de ennegrecimiento. Muestras de bajo azúcar almacenadas a 38° tienen una más larga vida que sus duplicados.

10.- WRIGHT, ROLAND BARRIE (Imperial Chemical Industries LTD).

Brit. 1, 310, 512 (Cl. A 231b), 21 marzo 1973, Appl. 32, 070/69, 25 Junio 1969; 2 pags.

Las proteínas contenidas en alimentos son protegidas desde el desarrollo del almacenamiento de un amargo o desagradable sabor por pruebas de adición de 1 a - 200 ppm. de un fenol 4-alkoxi-2, 6-di-tert-alkuil, 3,5 di-tert-butil-4-hidroxianisol; 500 a 1500 ppm. de un fenol son preferidas para materiales con sabor. La adición de ac. ascórbico ó alkuil metal fosfatos puede entonces ser eliminada.

11.- SKUPIN, ALEKSANDRA; GAJEWSKI, ANDRZY (Cent. Lab. Przem. Rolnego, Poznan, Polonia).

Przem. Ferment. Rolny 1972, 16(9), 25-30 (polaco).

Productos del tipo Caramellike y Maillard fueron añadidos a papas secas, exentas de agua y co-fraccionadas con pigmentos de papa cafés sobre columnas de Sephadex G-25. La absorvancia de las columnas fue determinada a 410 nm. Las concentraciones de los pigmentos en productos almacenados cambiaron poco durante los primeros dos meses y aumentaron de 27 a 48 mg en caramel y de 7 a 12 mg en productos -- del tipo Maillard (por g.) durante los 5 meses subsecuentes. Productos comerciales (50 muestras) contenían de 47 a 110 mg. de caramel y de 13 a 24 mg. de pigmentos - del tipo Maillard por grano de materia seca.

12.- WALSH, P. J.; ROWAN, K. S. (Bot. Sch., Univ. Melbourne, Parkville, Australia).

Aust. J. Biol. Sci. 1973, 26 (6), 685-8 (inglés).

Estudios sobre los cambios en constituyentes de carbohidrato en tubérculos -- frescos de Solanum Tuberosum transferidos de 0 a 18° por 6 días indicaron que la - síntesis de almidón no es debida probablemente al aumento de rapidez de utilización de un fosfato de glucosa en una reacción fosforilasa o pirofosforilasa. Sin -

embargo, un aumento simultáneo en la rapidez de síntesis y utilización de un fosfato de glucosa no puede ser excluido enteramente.

13.- FR. DEMANDE 2, 144, 699 (Cl. A 23bl), 23 Marzo 1973, U. S. Appl. 159, 571, 02 Julio 1971; 21 pags.

Papas peladas cortadas en rebanadas de dimensiones aceptables son blanqueadas por 5 min. en agua de aprox. 82° para disminuir el contenido de azúcares hasta aprox. 3%, secadas por aire caliente hasta un contenido de humedad de 50 a 65%, empacadas en bolsas impermeables al oxígeno y a contaminantes microbiales, llenadas con un gas inerte (N₂), saladas, e introducidos en la bolsa salada de 0.122 a 0.406 g. de SO₂ por 454g. de papas por inyección como agente preservante contra daño microbioal. El período de preservación es un mínimo de 2 semanas a temperatura ambiente menor a 7°.

14.- BOLUK, Z.; CHARYTONIUK, W. (Lublin, Polonia).

Przem. Ferment. Rolny 1971, 15(10), 18-20 (polaco).

Fueron hechas pulpa, papas limpiadas y almacenadas en barriles de metal conteniendo de 3.0 a 3.5 g. de SO₂ por Kg. de pulpa; el pH fue disminuyendo de 5.2-5.6 a 3.7-3.9. El tratamiento previno pérdidas de materia seca y almidón en pulpa almacenada por 8 meses; allí se presentaron cambios menores en azúcares reduciéndose. El tratamiento conduce a espumación excesiva en las primeras etapas y a segregación dentro de 3 lechos (partículas finas de pulpa en la superficie, fase acuosa y sedimento de almidón) después del almacenamiento.

15.- II. CHARYTONIUK, W.; BOLUK, Z. (Cent. Lab., Przem. Rolnego Pracownia, Lublin, Polonia).

Przem. Ferment. Rolny 1972, 16(7-8), 33-6 (polaco).

La preservación de papas hechas puré con H₂SO₄ disminuye las cantidades necesarias de SO₂ para una larga preservación térmica. El puré acidificado a un pH de 3 puede ser almacenado por 3 meses con 300 mg. y por 6 meses con 500 mg. de SO₂ por kg.; a un pH de 4, los respectivos niveles de SO₂ fueron de 500 y 1000 mg/kg. Adicionando SO₂ para acidificar el puré se disminuyó el pH por una adición de 0.2-0.4 unidades. El puré tratado con SO₂ puede ser almacenado en contenedores cerrados hermeticamente.

16.- MITCHELL, R. S. (Div. Food Res., CSIRO, North Ryde, Australia).

CSIRO Food Res. Quart. 1973, 33(2), 43-4 (inglés).

Papas peladas y cortadas preservadas por alrededor de 5 días por inmersión durante 30 seg. en NaHSO₃ al 0.2% ó 0.5% para papas más sensitivas al ennegrecimiento, seguido por drenado, empaque y almacenamiento.

17.- LUND, M.B.; WYATT, G. M. (Food Res. Inst., Agric. Res. Council, Norwich, Ingla-

terra).

Potato Res. 1972, 15(2), 174-9 (inglés).

Papas maduras fueron inoculadas con *E. Carotovora* var atroséptica y almacenadas a 10° y 100% de humedad relativa en concentraciones controladas de O y CO₂ por 18 días. Después de la inoculación en aire ó en 5% de oxígeno en nitrógeno, las raíces se pusieron cafés, secas y restringidas, espereando los daños fueron producidos más extensamente en papas almacenadas en 5% de oxígeno más 16% de CO₂, en 1% de oxígeno más 20% de CO₂, en 1% de oxígeno y en Nitrógeno, los más grandes daños ocurrieron en condiciones anaeróbicas. En suma, fueron recubiertas las extensiones dañadas con *E. Carotovora* var atroséptica, pectolítica Clostridia.

18.- EISENBERG, E.; LAPIDOT, M.; MANNHEIM, C. H.; ZIMMERMANN, G. (Soreq Nucl. Res. Cent., Israel).

Confructa 1971, 16 (5/6), 288-97 (inglés). De Nucl. Sci. Abstr. 1973, 28(10), 24750.

Las propiedades químicas y sensorias de papas después de irradiación con 10 krad y un subsecuente almacenaje a 14° fueron comparadas con papas almacenadas en frío a 4.5°. Después de un tiempo de almacenamiento de aproximadamente 6 meses, las papas irradiadas almacenadas a 14° mostraron un contenido de 10 a 25% mayor de Vitamina C, un contenido menor de 50% de azúcar reduciéndose y de azúcar total, tanto como un 15% mayor contenido de almidón que las papas no irradiadas almacenadas en frío. Las papas irradiadas mostraron un aumento de 30 a 50% de rapidez de ennegrecimiento. Después de freídas fueron de 15 a 20% más claras en color que las papas no irradiadas y después de hervidas y hechas puré fueron de 10 a 20% más amarillas. Tostadas de papa de papas irradiadas almacenadas a 14° fueron más sensibles que las mismas almacenadas en frío. Papas hechas puré irradiadas fueron menos dulces que las mismas almacenadas en frío.

EFFECTOS EN LA PREPARACION DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE PAPA.

1.- AKULININ, A. A. (Omsk. Vet. Inst., Omsk, Rusia).

Tr. Alma-At. Zoovet. Inst. 1972, 24, 213-16 (ruso).

La incorporación de productos alimenticios combinados en raciones de ovejas aumentó el contenido de ac. grasos volátiles en el estómago de la oveja dependiendo de los ingredientes individuales. Entonces, papas secas aumentaron el contenido (particularmente ac. propiónico) por 2.8 mmoles y el valor calórico de la ración por -- 824.8 calorías.

2.- WUENSCH, A.; SCHALLER, K. (Inst. Planzenernaehr; Tech., Univ., Muenchen-Weihens-tephan, Alemania).

Potato Res. 1972, 15(1), 12-23 (alemán).

Se puede disponer de 3 variedades de papa (Bintji, Irmgard y Satrima) para la preparación de tiras en base a sus azúcares de reducción, produciendo diferentes productos. Los tubérculos fueron analizados por soluciones de azúcares, glucosa, fructosa, sacarosa y por amino ac. libres. Por otro lado, también la tirosina y la prolina son responsables de la coloración de las tiras de papa producidas.

2.- FRANKC, WOLFGANG (Inst. Landwirtschaft Bot., Uni. Bonn, Bonn, Alemania).

Ernaehr-Umsch 1972, 19(4), 118-19 (alemán).

La vitamina C fue determinada en papas enlatadas y embotelladas para diferentes manufacturas, abriéndolas en estado frío, después de un calentamiento y de haber transcurrido 24 horas a 6°. Las papas ordinariamente hervidas contienen de 9 a 25mg. % de vitamina C, 5 muestras contenían solo de 1.3 a 7.3 mg.% en muestras abiertas, aproximadamente 4.5% más después del calentamiento debido hasta la evaporación, y arriba del 16% menos después de 24 horas. Solo 2 muestras fueron encontradas como satisfactorias con 19-25 mg.% Por lo que a las papas embotelladas se refiere no son fuentes de vitamina C.

3.- DOMAH, AARMUD, A. M. B.; DADIDEK, JIRI; VELILEK, JAN (Dep. Food Chem. Anal., Chem.-Tech. Univ., Praga, Checoeslovaquia).

Z. Lebensm.-Unters. Forsch. 1974, 154(5), 270-2 (inglés).

Del pelado resultó un 6% de pérdida en el total de ac. ascórbico (I) y ac. dehidroascórbico (II) de papas. En papas no peladas cocidas II lentamente aumentó cuando I disminuyó (desde 58.5 a 44 mg/g de material seco). En papas peladas cocidas II aumentó cuando I disminuyó a 26.4 mg/100g. Agregando NaCl en el agua (5%) se incrementó la pérdida de I de las papas. El freído de las papas por 30 min. a 60° se causó un desprendimiento de 18% en la vitamina C total, I disminuyó rápidamente cuando II aumentó, 6 veces más. Porque de la rápida pérdida de agua en las papas freídas II no fue hidrolizado a ácido 2,3-diketogluconico.

5.- PARELES, STEPHEN R.; CHANG, STEPHEN S. (Dep. Food Sci., Rutgers State Univ., New Burswich, N. J.).

J. Agr. Food Chem. 1974, 22(2), 339-40 (inglés).

Los componentes volátiles de sabor de papas Idaho Russet Burbank horneadas fueron aislados y separados dentro de fracciones ácidas, neutras y básicas. Las fracciones básicas y neutras tuvieron olores reminiscentes de papa horneada. Fueron fraccionados por repetida cromatografía de gases. El olor de cada una de las fracciones cromatográficas de gas fue evaluado por medios organolépticos y aquellas fracciones con olores interesantes fueron colectadas e identificadas por "ir" y espectrómetro de masa (y aire). Entre los componentes identificados fue imaginada una combinación de 2-isobutil-3-metilpirazina, 2, 3-dietil-5-metilpirazina y 3, 5-dietil-2-metil pirazina

se tuvo un olor cerrado con carácter a aroma de papa horneada que provocó cualquier compuesto simple.

- 6.- KINTNER, JUDITH A. B. (Univ. Nebraska, Lincoln, Nebr.) 1973, 188 pags. (inglés). Avail. Univ. Microfilms, Ann Arbor, Mich., Orden # 74-609. De Diss. Abstr. Int. B 1974, 34(7), 3291-2.

Características de sabor de papa desmenuzada convencional y fabricada.

- 7.- NURSTEN, HARRY E.; SHEEN, MARGARET R. (Procter Dep. Food Leather Sci., Univ. Leeds, Leeds, Inglaterra).

J. Sci. Food Agr. 1974, 25(6), 643-63 (inglés).

Usando un cromatógrafo de gases combinado con un espectrómetro de masa y declaración de olor, 35 componentes fueron identificados en la esencia de papas cocidas con centradas de extracciones de volátiles en vapor y 20 componentes en papas deshidratadas, esencia de producto de papa granular. La presencia de 2-metoxi-3-etil pirazina en esencia de papa fue determinada y su olor de papa cruda confirmado. La diferencia en sabor entre papas cocidas y el producto granular de papa puede ser debida a las diferentes cantidades de volátiles más que al sabor desprendido.

B I B L I O G R A F I A.

- 1.- ALMQUIST, H. J., 1956. In Amino Acid Handbook, C. C. Thomas, Springfield, III.
- 2.- AMERICAN SOCIETY OF HEATING AND VENTILATING ENGINEERS: "Heating, Ventilating and Air Conditioning Guide", 1947.
- 3.- BARKER, J., Burton, W.G., y Gane, R., 1943. "Dehydration", Gr. Brit. Dept. Sci. Ind. Research Minist. Food, U. K. Prog. Rept., Sec. VI, Parte 6 (I).
- 4.- BLOCK, R. J., 1938. The Determination of the amino acids, Burgess Publishing Co. Minneapolis.
- 5.- BORGSTROM, Georg, 1968. Principles of Food Science, Vol. II, pags. 22-26. New -- York, Macmillán.
- 6.- BRITISH MINISTRY OF FOOD: "Handbook for Operators of vegetable dehydration Plants" London, Mayo de 1944.
- 7.- CHAIN BELT CO., 1950. The chain belt vacuum dehydrator. Chain Belt Co., Milwaukee, Wis.
- 8.- CLIFCORN, L. E. y Peterson, G. I., 1955, In Blanck, Handbook of Food and Agriculture, 365, Reinhold Publishing Corp., New York.
- 9.- CRUESS, W. V., 1958. Comercial Fruit and Vegetable Products. Mc. Graw-Hill Book Co., Inc., 45-54, 540, 575-580, 582-599, 619-633, 672.
- 10.- DESROSIER, Norman, 1966. Conservación de alimentos. Cfa. Ed. Continental, S. A., 157-196.
- 11.- FLOSDORF, E. W., 1949. Freeze-Drying. Reinhold Publishing Corp., New York.
- 12.- HARPER, J. C., y Tappel, A. L., 1956. Freeze-Drying. Advances in food Research., Academic Press, New York, 7, 171-234.
- 13.- HARPER, L. K.: Packaging of Dehydrated Foods, Canning Age, 23(6), 318-320, 1942.
- 14.- HARRIS, R. S., y Von Loesecke, H., 1960. Nutritional Evaluating of Food Processing. Jhon Wiley and Sons, Inc., 10-17, 305-321, 148-157, 418-436, 460-484, 508-518.
- 15.- HAUSBRANDT, E.: 1912. "Drying by Means of Air and Steam", Scott, Greenwood & -- Sons, London.
- 16.- HEID, J. L. y Joslyn (Maynard A.), 1967. Fundamentals of Food Processing Operations. The Avi Publishing Co., Inc.
- 17.- HUNZIKER, O. F., 1946. Condensed Milk and Milkpowder. O. F. Hunziker: La Grange III.
- 18.- LEA, C. H., 1952. In Bate-Smith y Morris, Food Science, The University Press, - Cambridge, England, 228.
- 19.- MENDEL, L. B., 1923. Nutrition: The Chemistry of Life, Yale University Press, New Haven.

- 20.- OLSON, R. L., y Harrington, W. O. Potato Granules: Development and Technology of Manufacture, "Advances in Food Technology", Academic Press, Inc., New York, 1955. pp. 231-256.
- 21.- OLSON, R.L. y Harrington, W. O., 1955. In advances in Food Research, VI. Academic Press, New York, 249.
- 22.- PERRY, J. H., 1941. Chemical Engineers Handbook. Mc. Graw-Hill Co., New York.
- 23.- PETERSON, M. S. y Tressler, D. K., 1965. Food Technology the World Over. The Avi Publishing Co., Inc. Vol. II, 42-47.
- 24.- HHAFF, H. J., Fruit and Vegetable Dehydration principles and advances. 1948-1949. Biología II, 12, 307-329.
- 25.- PISTONO, Raschieri J. Desección de los productos Vegetales.
- 26.- PORTER, W. L., 1958. The use of dehydrated and dehydrofrozen potato slices in - the production of potato chips. M. S. Dissertation, Purdue Univ., Lafayette, Ind.
- 27.- RIEMENSCHNEIDER, R. W., 1955. In Blanck, Handbook of Food and Agriculture, Reinhold Publishing Corp., New York, 237.
- 28.- SOCIETY OF CHEMICAL INDUSTRY. Fundamental Aspects of the dehydration of Foodstuffs.
- 29.- TAPPI STANDARS, 1949. Método T-448/M-49.
- 30.- VON LOESECKE, H. W., 1955. Drying and Dehydration of Foods. Reinhold Publishing Corp., New York.
- 31.- WATT, B. K., y Merrill, A. L., 1950. "Composition of Foods Raw, Processed, Prepared". U. S. Dept. Agr., Agri. Handbook # 8, 147 pp.
- 32.- WOLTERS, C. F., Jr., Elledge, N. G. y Kerwin, R. D., 1943. Lye Peeling, Diamond Alkali Co., Pittsburg, I-3, 115 y 116.

- 1.- ADAM, W. B., Horner, G. y Stanworth, J. Changes occurring during the blanching of vegetables, *J. Soc. Chem. Ind. (London)* 61, 96-99. 1942.
- 2.- ANON, 1940. Evaporator Heat Balance. *Power Plant Eng.* 44, 76-80.
- 3.- ARTHUR, J. C. y Mc Lemore, T. A. Sweet potato dehydration: Effect of Processing conditions and variety on properties of dehydrated products. *Agr. and Food Chem.*, 3(9), 782-788, Sept., 1955.
- 4.- AYRES, J. C., 1958. Methods for depleting glucose from egg albumen before drying. *Food Technol.* 12, 186-189.
- 5.- BALLS, A. K., 1942. The rate of enzymes in processed food. *Fruit Products J.*, 22, 36-39.
- 6.- BALOG, E. G. y Cruess, W. V. A note on dehydrated compressed vegetables, *Fruit - Products J.*, 26(2), 38, 54, Octubre, 1946.
- 7.- CALDWELL, J. S.: Varietal Suitability in the dehydration of vegetables, *Food Packer*, Agosto, sept. y octubre, 1945.
- 8.- CORDING, L., Willard, M.J., Eskew, R. K. y Sullivan, J. F., 1957. Advances in -- the dehydration of mashed potatoes by the flake process. *Food Technol.* II, 236-240.
- 9.- CRUESS, W. V.: Dehydration of Fruits and Vegetables, *Ind. Eng. Chem.*, 35, 53-62. Enero. 1943.
- 10.- CRUESS, W. V., Friar, H. F. y Lew, Marion: Potato Dehydration, *Western Canner and Packer*, Junio y Julio, 1944.
- 11.- CRUESS, W. V. y Joslyn, M. A.: Significance of enzyme reaction in the dehydration of vegetables, *Proc. Inst. Food Technologists*, 1941, pp. 23-30.
- 12.- CRUESS, W. V. y Joslyn, M. A., 1942. Significance of enzyme reaction to dehydration of vegetables. *Proc. Inst. Food Technologists*, 99-109.
- 13.- CRUESS, W. V. y Mackiney, G.: The dehydration of vegetables, *Univ. Calif. Agr. Expt. Sta. Bull.* 680, Septiembre, 1943.
- 14.- CRUESS, W. V., Smith, M. y Balog, E., 1944. Enzyme reactions in dehydrated potatoes. *Fruit Products J.*, 23, 135-155.
- 15.- DAVIS, M. B., Eidt, C. C., Mc Arthur, M. y Strachan, C. C., 1942. Factors affecting the quality of dehydrated vegetables. *Proc. Inst. Food Technologists*, 90-99.
- 16.- DUNLAP, R. L.: Lye Peeling of Potatoes, *Food Inds.*, 16, 969-971, 1944.
- 17.- EDE, A. J. y Hales, K. I., 1948. The Physics of drying in heated air with special reference to vegetable dehydration. *Food Invest. Spec. Rept.* 53, Dept. of Sci. and Ind. Res., London.
- 18.- EISENHARDT, N. H., Cording, J., Eskew, R. K. y Sullivan, J. F., 1962. Quick cooking dehydrated vegetable pieces. I. Properties of potato and carrot products. *Food Technol.*, 16, 143-146.

- 19.- FLOSDORF, E. W., 1945. Drying by Sublimation. Food Inds., 17, 22-25, 98-108.
- 20.- FRIAR, J. C. y Van Holten, Phyllis: Effect of sulfiting on maximum drying temperatures of vegetables, Fruit Products J., 24(II), 337-339, Julio, 1945.
- 21.- GOODING, E. G. B., 1955. Towards better dehydrated potatoes. Food Manufacture, 30, 95-99, 311.
- 22.- GOODING, E. G. B. y Rolfe, E. J., 1957. Some recent work on dehydration in the United Kingdom. Food Technol. II, 302-305.
- 23.- GREEN, E. L., Culpepper, C. W., Caldwell, J. S. y Hutchins, M.C., 1946. The use of sulfur dioxide in dehydration of eastern potatoes and other vegetables. Fruit Products J., 26, 15-20, 26, 39-44.
- 24.- HANSON, S. W. F., 1958. Advances in vacuum dehydration in the United Kingdom. Food Technol., 12, 194-196.
- 25.- HENDEL, C. E. y Legault, R. R.: Observations on rate of in-package desiccation, Food Technol., 8(4), 189-191. abril, 1954.
- 26.- HENDEL, C. E., Silvera, V. S. y Harrington, W. O., 1955. Rates of nonenzymatic browning of white potatoes. Food Technol. 9, 433-438.
- 27.- HINTON, H. R., 1958. Prepared foods for military use (British Army). Food Technol., 12, 699-700.
- 28.- HOUGEN, O. A., Mc Cauley, H. J. y Marshall, W. R., Jr., 1940. Limitations of diffusion equations in drying. Am. Inst. Chem. Eng. Trans., 36, 183-190.
- 29.- HOWARD, L. B. y Cambell, H., 1946. Dehydrofreezing-a new way to preserve foods. Food Inds., 18, 674-675.
- 30.- LAMBOU, M. G., 1958. Effects of curing, storage and dehydration on the mono and disaccharides of the sweet potato. Food Technol., 12, 150-155.
- 31.- LAPPLE, W. C. y Clarck, W. E., 1955. Drying methods and equipment. Chem. Eng., 99, 199-210.
- 32.- LAPPLE, W. C. y Dhdal, E. C., 1955. Drying-design and cost. Chem. Eng., 66, -- 177-180.
- 33.- LEWIN, L. M. y Mateles, R. J., 1962. Freeze drying without vacuum. A preliminary investigation. Food Technol., 16, 94-99.
- 34.- LOGAN, P.: Dehydrated Foods, Quartermaster Rev., 22(II), 31-34, 131, 1942.
- 35.- MAKOWER, B. y Dehority, G. L.: Equilibrium moisture content of vegetables, Ind. Eng. Chem., 35, 193-197, 1943.
- 36.- MACKINNEY, G., Luckton, A., Greenbaum, L., 1958. Carotenoid Stability in stored-dehydrated carrots. Food Technol. 12, 164-167.
- 37.- MRAK, E. M., y Cruess, W. V.: Dehydration of vegetables, U. S. Army, Q. M. Corps., Subsistence Div., Spec. Subsistence Bull., 1940.
- 38.- MRAK, E. M. y Pfaff, H. J., 1947. Changes in vitamin C content in peaches dried

- as influenced by processing conditions. Food Technol., I, 147-148.
- 39.- NEEL, G. H., Smith, G. S., Cole, M. W., Olson, R. L., Harrington, W. O. y Mullins, W. R.: Drying problems in the add-back process of production of potato granules, Food Technol., 8 (5), 230-234, Mayo, 1954.
- 40.- NEUMAN, W. K., Wilson, R. V. y Van Wazer, F. P.; Recent developments in the packing and storage of dried foods, Proc. Inst. Food Technol., 1944. pp. 42-53.
- 41.- OLCOTL, H. S., 1952. "Surveys of Progress on Military Subsistence Problems". Quartermaster Food & Container Institute, Series I, No. I, 51.
- 42.- OLSON, R. L. y Harrington, W. O.: Dehydrated mashed potatoes: a review, AIC-297, U. S. Dept. Agr., Western Regional Research Lab. Rept., Enero, 1951, mimeografía do. Ver también Am. Potato J., 32(3), 106-111, marzo, 1955.
- 42.- PERRY, R. L.: Heat and vapor Transfer in the dehydration of prunes, Agr. Eng., Julio, 1944, pp. 447-456.
- 43.- PITMAN, A. L., Rabak, W. y Yee, H. F.: Packaging of dehydrated vegetables, Food Inds., 15(I), 49-52, 104, 1943.
- 44.- PROCTOR, B. E.: Report on the compression of dehydrated Foods, Mass. Inst. Technol. Dept. Food Technol., Rept., 1942.
- 45.- PROCTOR, B. E., Nickerson, J. T. R., Campbell, C. y Licciardello, J.J., 1956-1957. Report on Contract No. DA-19-129 QM-521, Quartermaster Food y Container Institute for the Army Forces, Chicago.
- 46.- RIDLEY, G. B.: Tunnel Dryers, J. Ind. Eng. Chem. 13(5), 453-460, mayo, 1921.
- 47.- ROCKWELL, C. R., Lowe, E., Smith, G. S. y Powers, M. J., 1954. New Through flow drier for the partial drying of apple slices. Food Technol., 8, 500-502.
- 48.- RUSHTON, E.: Compressed dehydrated Vegetables Blocks, Chemistry & Industry, Septiembre, I, 1945, pp. 274-276.
- 49.- SCARLETT, W. J., 1957. Control of moisture in granular products. Food Technol., II, 532-535.
- 50.- SCHWARZ, H. W., 1948. Dehydration of heat sensitive materials. Ind. Chem. Eng., 40, 2028-2033.
- 51.- SELTZER, E. y Settelmeyer, J. T., 1949. Spray drying of Foods. Advances in Food Research, 2, 399-520.
- 52.- SIMON, M., Wagner, J. R., Silvera, V. S. y Hendel, C. E., 1955. Calcium chloride as a non-enzymic retardant for dehydration white potatoes. Food Technol., 9, 271-274.
- 53.- SUGIHARA, J. y Cruess, W. V.: Effect of blanching on the dehydration rates of vegetables. Fruit Products J., 21(5), 139-141, 1942.
- 54.- TALBURT, W. F. y Legault, R. R., 1950. Dehydrofrozen peas. Food Technol., 4, 286-291.

- 55.- TISCHER, R. G. y Brockman, M. C., 1958. Freeze Drying ups quality of QM quick - serve rations. Food Eng., 30, 110-112.
- 56.- TRESSLER, D. K., 1949. New Instant Mixes contain dehydrated Fruits. Food Inds., 21, 46-47.
- 57.- TRESSLER, D. K., 1956. New Developments in the dehydrations of fruits and vegetables. Food Technol., 10, 119-124.
- 58.- VAN ARSDEL, W. B., 1949. Aproximate diffusion calculations for the falling rate phase of drying. Chem. Eng. Progress, 43, 13-24.
- 59.- VAN ARSDEL, W. B., 1951. Principles of drying whit special reference to vegetable dehydration. U. S. Dept. Agr. Mimeo. Circ. AIC 300.
- 60.- VAN ARSDEL, W. B., 1951. Tunnel and Track driers for dehydration of vegetables. U. S. Dept. Agr. Mimeo. Circ. AIC 308.
- 61.- WEISSELBERG, A. y Olliver, T. R., 1942. Principles and practices in drying solids. Chem. Met. Eng., 49, 93-97.
- 62.- WIEGAND, E. H.: Drying prunes in Oregon, Ore. Agr. Expt. Sta. Bull., 205, 1924.
- 63.- WIEGAND, E. H.: Recirculation Dryers, Ore. Agr. Expt. Sta. Circ. 40, 1923.