



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

METODOS DE ANALISIS DE INORGANICOS EN  
ALIMENTOS DESHIDRATADOS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

*Jesús Ignacio López Aguado Ramírez*

MEXICO, D. F.

1980

M-19143



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

A MI PADRE:

LIC. JESUS LOPEZ AGUADO Y  
LOPEZ AGUADO

QUIEN CON SU EJEMPLO ME IMPUL  
SO A CUMPLIR CON ESTA META.

A MI MADRE:

ANA MA. RAMIREZ PALACIOS DE  
LOPEZ AGUADO

CON INMENSO CARIÑO COMO MUES--  
TRA DE GRATITUD POR SUS ESFUER  
ZOS Y SACRIFICIO.-

A MIS HERMANOS:

CLARISSA  
RUBEN  
SONIA  
JULIAN  
YAZMIN  
CESAR.

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA.

PRESIDENTE: FRANCISCO SERRANO MENESSES

VOCAL : RAFAEL MORENO GONZALEZ

SECRETARIO: CARLOS ROMO MEDRANO

1<sup>er</sup> SUPLENTE: PEDRO VILLANUEVA GONZALEZ

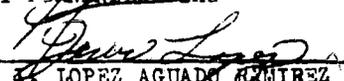
2<sup>o</sup> SUPLENTE: INES FUENTES DE ROMO

Lugar donde se desarrolló el tema

FACULTAD DE QUIMICA

SUSTENTANTES:

  
HEBERT FERNANDEZ DIAZ

  
JESUS A. LOPEZ AGUADO RAMIREZ

ASESOR DEL TEMA:

  
CARLOS ROMO MEDRANO

- HUMEDAD RESIDUAL EN LOS VEGETALES DESECADOS.

#### CAPITULO IV:

CALCULO DE AIRE CALIENTE PARA LA DESECACION Y FUERZA MOTRIZ PARA IMPULSAR EL AIRE.

#### CAPITULO V:

DETERMINACIONES DE INORGANICOS.

- AMONIACO
- SODIO
- POTASIO
- FIERRO
- MANGANESO
- NICKEL
- COBALTO
- CALCIO
- ALUMINIO

TABLAS Y FIGURAS

CONCLUSION

BIBLIOGRAFIA

## INDICE

### INTRODUCCION

#### CAPITULO I:

##### LOS ALIMENTOS Y LA ALIMENTACION

- MATERIAS PROTEICAS
- HIDRATOS DE CARBONO
- GRASAS
- VITAMINAS

#### CAPITULO II:

##### DESECACION DE FRUTAS, HORTALIZAS, GRANOS Y HIERBAS

- PRODUCCION Y CONSUMO
- VENTAJAS E INCONVENIENTOS DE LA DESECACION

#### CAPITULO III:

##### DESECACION O DESHIDRATACION.

- EVAPORACION DE LA HUMEDAD
- CALOR TOTAL DE VAPORIZACION
- PROPIEDADES DE LA MEZCLA AIRE
  - = VAPOR Y CARTA PSICROMETRICA.
- PROPORCION DE AGUA EN LOS VEGETALES

## INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como finalidad desarrollar un método - práctico de deshidratación de alimentos, analizandolos tanto cualitativamente como cuantitativamente, para darnos cuenta del valor nutritivo de este y algunos posibles contaminantes.

## 1. LOS ALIMENTOS Y LA ALIMENTACION

La energía necesaria para compensar la que el organismo gasta en las diversas manifestaciones de la vida, viene producida por principios alimenticios, minerales y orgánicos, contenidos en los alimentos que se ingieren en estado líquido ó sólido. Tan solo el oxígeno se asimila directamente - del aire en su estado elemental; todos los demás elementos se hallan combinados en los principios elementales, presentes en los alimentos.

Los principios alimenticios minerales ó inorgánicos, son el -- agua y las sales. En cuanto a los orgánicos pueden resumirse en tres grupos:

Protéicos ó prótidos.

Hidratos de carbono, ó azúcares ó glúcidos

Grasas ó lípidos.

Las vitaminas no constituyen un alimento; pero sin embargo, son indispensables para que se puedan desarrollar con normalidad los complicadísimos fenómenos del metabolismo orgánico, pudiendo clasificarse como - factores integrantes para la utilización de los alimentos.

Los alimentos que participan en la composición de los princi-- pios alimenticios son, fundamentalmente, los siguientes:

Oxígeno

Carbono (en los azúcares y grasas)

Hidrógeno

A ellos hay que añadir el nitrógeno y, algunas veces, el azufre y el fósforo en las proteínas.

Nuestro organismo no está en condiciones de sintetizar con estos elementos los principios activos que constituyen los alimentos. Esta es la función que desempeñan los vegetales, los cuales en efecto realizan esta síntesis extrayendo oxígeno y nitrógeno directamente del aire atmosférico o bien de simples combinaciones, como por ejemplo de los nitratos del agua y del anhídrido carbónico. Con estos elementos fabrican los más variados productos de estructura molecular compleja.

Puede decirse que todo el carbón contenido en los vegetales proviene del anhídrido carbónico de la atmósfera, que ha sido reducido por la acción combinada del sol y de la clorofila. Para tener una idea concreta de este intercambio, piénsese que en un árbol de 500 Kg. de peso se hallan presentes 250 Kg. de carbón y que estos corresponden a 917 Kg. de anhídrido carbónico. Suponiendo que el árbol halla invertido veinte años en alcanzar este peso, habría sustraído a la atmósfera 45 Kg. de anhídrido carbónico por año para fabricar 12.5 Kg. de carbón.

Nosotros, bien directamente de los mismos vegetales, bien indirectamente de las carnes, aprovechamos los compuestos alimenticios que --

aqueellos han producido.

Estos alimentos los utilizamos para el crecimiento y recuperación de nuestro organismo, y para compensar la energía gastada en el movimiento, así como pérdidas de calor. Las sales y el agua tienen como misión específica y principal la de satisfacer la primera necesidad, pudiendo ser directamente asimilados por el protoplasma celular. En cuanto a las proteínas, azúcares y grasas, sirven, aún cuando en diversa proporción, a las demás necesidades; las proteínas tienen que sufrir transformaciones más profundas en tanto que las grasas y azúcares son más sencillos.

### MATERIAS PROTEICAS

Se componen siempre de oxígeno, hidrógeno y nitrógeno, siendo este último el elemento fundamental. Después del agua, son las proteínas las que en mayor proporción entran a formar parte en la constitución de nuestro organismo, llegando al 15.3% de su peso total, y formando esencialmente nuestras masas musculares. Constituyen el principio alimenticio básico y primordial para la reproducción de los tejidos y el desarrollo de la energía. En el estómago y duodeno se descomponen en aminoácidos, que son absorbidos por la sangre y que solo en pequeña proporción son utilizados para la reconstrucción de la proteína celular, siendo la mayor parte de ellos eliminados en forma de urea, agua y anhídrido carbónico.

Los vegetales sólo contienen una pequeña proporción de proteínas.

## HIDRATOS DE CARBONO

Son elementos generadores de calor y energía, que al penetrar en nuestro organismo son oxidados con rapidéz y eliminados en forma de agua y anhídrido carbónico, después de transmitir a la célula calor y energía latente. Los vegetales contienen hidratos de carbono en cantidad apreciable a saber: como sacarosa, en la remolacha y en la caña de azúcar; como glucosa y fructosa, en todos los frutos maduros; el estado de almidón, en los cereales, patatas, etc. ; como celulosa en las maderas.

Los hidratos de carbono pueden dividirse en dos grupos: los monosacáridos y los polisacáridos; los últimos por acción de fermentos o -- agentes químicos pueden hidrolizarse sucesivamente, asumiendo una o más -- moleculas de agua, hasta llegar a convertirse en monosacáridos, estado que no admite ya transformación. Así, partiendo del almidón y de la celulosa, -- que son polisacáridos, se consigue llegar al azúcar, en forma de glucosa.

Una de las características de los azúcares es la de fermentar, dando lugar a la formación alcohol etílico, alcohol butílico, acetona, ácido -- acético, ácido láctico, ácido cítrico, etc.

## GRASAS

Son el producto de la combinación o mezcla de la glicerina con varios ácidos grasos naturales en especial el palmítico, esteárico, oléico y -- butírico.

En las grasas líquidas prevalece la olefina, en tanto que en las sólidas predomina la estearina.

Es propiedad característica de las grasas la de poder escindirse en sus componentes, glicerina y ácidos grasos, por hidrólisis; ésta puede ser producida por vapor de agua, álcalis y ácidos en soluciones, ó por enzimas.

Las grasas líquidas pueden transformarse en sólidas mediante adición de hidrógeno en presencia de catalizadores.

En los vegetales, las grasas están contenidas, principalmente, en las semillas de ciertos frutos y de varias plantas, tales como el olivo algodón, lino, etc. Su acumulación en nuestro organismo constituye una reserva de fuerza viva, transformable en calor.

Los principios alimenticios introducidos en el organismo están sometidos a una serie de fenómenos de síntesis y de escisión. Los elementos fundamentales, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno, se transforman en agua, anhídrido carbónico y amoníaco, en virtud de procesos de oxidación que tienen lugar en el curso del complejo metabolismo orgánico.

Existe una evidente analogía entre la nutrición de un cuerpo y la combustión de una máquina. Así la energía potencial de los alimentos se expresa también en calorías que son entregados por oxidación, equivalente de la combustión.

Un gramo de azúcar produce 4 calorías aproximadamente.

Un gramo de proteínas produce 5 calorías aproximadamente.

Un gramo de grasas produce 9 calorías aproximadamente.

## VITAMINAS

Las vitaminas fueron descubiertas a raíz de las investigaciones llevadas a cabo para descubrir las causas del Beriberi, de la pelagra y del raquitismo. Funk fué el primero que, en el otoño de 1912, consiguió extraer del salvado del trigo una materia cristalina, a la que dió el nombre de "vitamina" por su definitiva eficacia en la lucha contra el beriberi.

Hasta hace poco tiempo se opinaba que nuestro organismo no podía sintetizar las vitaminas pero en la actualidad se reconoce que el organismo puede producir por lo menos algunas de ellas, aún cuando en cantidades limitadas. Sin embargo, los vegetales son los principales productores de vitaminas. Se conoce una numerosa serie de ellas así como la influencia de cada una en determinadas funciones del metabolismo orgánico.

Ver tablas 1, 1 y 2.

Las vitaminas B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, PP, E ofrecen gran resistencia al calor, incluso en presencia de oxígeno, en tanto las vitaminas A, B y C actúan de forma totalmente contraria, al no resistir al calor en presencia de oxígeno.

## II. DESECACION DE FRUTAS, HORTALIZAS, GRANOS Y HIERBAS

### PRODUCCION Y CONSUMO

Desde los tiempos más antiguos se ha venido empleando, para la conservación de la fruta, el sistema de la desecación natural, método basado en el aprovechamiento del calor solar y del viento, y que todavía se practica en la actualidad a pesar del progreso de la mecánica y de las ciencias biológicas y de la alimentación. Este progreso es el que permite hoy en día obtener fruta desecada en excelentes condiciones, y, desde luego, mucho mejor que la conseguida con el sistema primitivo.

Sin embargo, hace tan sólo algunos años, los procedimientos - empleados en la desecación eran bastante imperfectos, dando como resultado productos de muy mediocre calidad, en particular desde el punto de vista del sabor, distinto al de la fruta fresca.

Merced a intensas investigaciones en laboratorio, se ha podido comprobar que la causa determinante de este cambio de sabor hay que localizarla en la oxidación de las materias grasas y albuminoides contenidas en los tejidos vegetales. Asimismo se ha podido comprobar que, para impedir que tales oxidaciones se produzcan, o para contenerlas dentro de límites convenientes, es preciso determinar con exactitud, y para cada género, cual ha de

ser su temperatura óptima de desecación, así como el tiempo de duración de ésta. Establecido este punto, en base a una experimentación científica rigurosa resulta entonces posible la desecación industrial con resultados completamente satisfactorios. Investigaciones de esta índole han sido llevadas a cabo en diversos países, y en especial en los E.E.U.U., donde estaciones experimentales han venido trabajando año tras año, como centros oficiales de investigación con instalaciones piloto de tipo industrial, a fin de poder suministrar a los agricultores los datos y consejos necesarios para conseguir una desecación satisfactoria de frutas y hortalizas, tanto por lo que a calidad se refiere, como por lo que atañe a la necesaria baratura de producción, ya que la conservación por desecado tiene como finalidad primordial la de permitir el consumo de un alimento determinado durante las épocas en que no es posible conseguirlo fresco o solo se consigue a base de un dispendio excesivo.

No obstante el enorme incremento registrado por la preparación con el método appert, la técnica de la desecación se encuentra en la actualidad en constante proceso de desarrollo.

California es, hoy por hoy, la mayor productora de uva en el mundo, así como de melocotones, albaricoques y ciruelas desecadas, en tanto que el estado de Nueva York y las regiones de la costa del pacífico producen la mayor parte de las manzanas, también desecadas.

Después de la última guerra la producción de hortalizas secas ha disminuído algo en América, mientras, por el contrario, registra un cons-

tante una aumento en Europa, donde particularmente en Alemania, Suiza y - Holanda, se producen y consumen grandes cantidades de vegetales desecados. Se sirven al comercio comprimidos en forma de tabletas, envasados en bol-- sas impermeables al aire, y pulverizados para su empleo en purés y potages. También en Italia ha tomado notable incremento esta industria, existiendo en la actualidad más de sesenta instalaciones dedicadas a la desecación de hor-- talizas con una producción anual de más de 20,000 toneladas.

Las siguiente cifras, referidas al año de 1945 y al solo Estado de California, dan una idea de la importancia de esta producción:

CIRUELAS DESECADAS	230,000 Ton.
MELOCOTONES DESECADOS	22,500 Ton.
MANZANAS DESECADAS	8,000 Ton.
HIGOS DESECADOS	31,000 Ton.
UVAS DESECADAS	240,000 Ton.
ALBARICOQUES DESECADOS	8,000 Ton.
PERAS DESECADAS	5,000 Ton.

Como se ve, las ciruelas y uvas son las frutas de mayor pro-- ducción y consumo.

La producción mundial de ciruelas desecadas, referida al año de 1930 fué la siguiente:

E.E.U.U.	282,000 Ton.
FRANCIA	17,000 Ton.
YUGOESLAVIA	9,000 Ton.
AFRICA DEL SUR	<u>2,000 Ton.</u>
TOTAL :	310,000 Ton.

La producción mundial de la uva, referida al año 1927, fué la siguiente:

E.E.U.U.	285,000 Ton.
ESPAÑA	26,000 Ton.
GRECIA E ISLAS	165,000 Ton.
AFRICA DEL SUR	<u>5,000 Ton.</u>
TOTAL :	481,000 Ton.

En la actualidad, en todo el mundo existe la tendencia a incrementar la alimentación en base de hortalizas y frutas, por ser la que más se aproxima a la natural del hombre, así como la más rica en aquellos elementos indispensables para el crecimiento y mantenimiento de la vitalidad del organismo, conocidos con el nombre de vitaminas, hormonas, etc. además ante el problema de la deficitaria producción alimenticia por que atraviesa el mundo en la actualidad, procede tomar muy en consideración la conveniencia de producir alimentos que puedan ser directamente aprovechados por el hombre, — como las frutas y hortalizas, antes que otros destinados a transformarse — previamente en carne, leche o grasas.

El rendimiento en carne es tan sólo el 6-20% del valor energético contenido en el forraje ingerido por el animal. El valor energético contenido en el forraje ingerido por el animal. El valor energético comparativo que puede producir un terreno, podría calcularse así: 30 para las patatas, 14 para el trigo, y 2 para la carne producida con los forrajes. De un terreno sembrado de hortalizas se pueden extraer 21 millones de calorías energéticas por cada hectárea, mientras que con la misma superficie cultivada según las normales rotaciones de secano no se obtienen más de 6 millones de calorías.

El consumo de hortalizas desecadas podría ser bastante más elevado si como ha venido sucediendo, y sucede todavía en la actualidad, no se hubieran lanzado al mercado productos de baja calidad y mal conservados, que, como es natural, han apartado al consumidor. El proceso de desecación determina en los vegetales una concentración de todos sus elementos constituyentes, y no debe de ser causa de alteraciones, ni en las propiedades organolépticas ni en las vitaminas. Así 1 Kg. de sopa juliana puede ser tan nutritiva como 1 Kg. de carne.

Hoy día se concede mucha importancia a las sales minerales y a las vitaminas, en particular para los regímenes dietéticos, y por consiguiente la tienen también los vegetales en forma de harinas para potajes y purés, así como también para sopas.

Las sales minerales y las vitaminas contenidas en aquellas,

tan importantes en el metabolismo humano para mantener y completar las reservas naturales del organismo, las podemos asimilar de los vegetales en condiciones y cantidades como difícilmente se conseguiría de productos sintéticos o manipulados.

Mediante experimentaciones sistemáticas en vivo sobre animales escorbúticos se ha comprobado, en Italia, que existe gran analogía entre la acción del vegetal fresco y la del vegetal desecado de forma racional, confirmándose la supervivencia de las vitaminas B y C en todas las clases de hortalizas desecadas, utilizada en los experimentos. Y no tan sólo ha podido ser comprobada esta analogía en el terreno de la acción curativa, sino también en el de la nutritiva. Por tanto, ello nos lleva a la conclusión de que la desecación no puede llevarse a cabo con métodos empíricos, como por desgracia se viene todavía haciendo en la actualidad en la mayor parte de las instalaciones a tal fin. Para lograr calidades altas y uniformes son precisos estudios sistemáticos y detallados sobre los fenómenos de la desecación, evaporación, calentamiento, etc. Orientados como los llevados a cabo por los norteamericanos, hacia la Industrialización del procedimiento. Realizados con instalaciones piloto y referidos a las variedades más ampliamente cultivadas, estos estudios teóricos y prácticos podrán orientar mejor a las industrias de desecación.

Pasando a considerar el campo agrícola-ganadero, vemos como en la actualidad en todas partes se ha comenzado a tomar en consideración la importancia que tiene la desecación racional y rápida de las plantas -

forrajeras. En los E.E.U.U. ya desde el año de 1930 había comenzado a desarrollarse esta práctica de secado en el Valle al Tennesse, extendiéndose después lentamente a las regiones del Este y del medio Oeste, normalmente la hierba se deseca en el campo y se conserva luego simplemente apilada en el mismo campo o incoluntizos, o bien se mantiene al estado fresco en silos. En éstos tiene lugar principalmente por bacterias del ácido láctico, una fermentación con transformaciones que son causa de una pérdida de material nutritiva. En la desecación de la hierba sobre el terreno, las pérdidas llegan hasta el 30 y aún el 50%; en el ensilado de forrajes pueden reducirse al 5-10%.

En los forrajes almacenados en los silos tienen lugar complejos y múltiples fenómenos de respiración, bioquímicos y fermentativos, cuyo relativo desarrollo depende, por una parte, de la composición química del mismo forraje, de la humedad que contiene, y de enzimas, y por otra de la temperatura, la flora microbiana presente, y las más o menos perfectas condiciones de anaerobiosis. Cuando el silo es de construcción primitiva, simplemente se trata de un pajar descubierto, la masa se impregna de aire el forraje se recalienta con rapidéz, 15-16° C. sobre la temperatura ambiente - alcanzando después hasta los 70-75° C. Los azúcares y a veces el mismo almidón contenido en la hierba, son destruídos, formandose agua y anhídrido carbónico.

A estas altas temperaturas tiene lugar una esterilización parcial que puede preservar el forraje de ulteriores fermentaciones que modificarían sustancialmente su composición. Por lo general, sólo puede formar-

se una pequeña cantidad de ácido acético. Con este sistema al ensilado, las pérdidas en valor nutritivo varían según el desarrollo de las fermentaciones entre el 15 y el 30%, y todavía más.

En los modernos sistemas de ensilado se tiende a excluir de la masa, tanto el oxígeno como las floras microbianas. Para excluir el aire es preciso, durante la carga del silo, comprimir fuertemente el forraje (500-600 Kg. /m<sup>2</sup>. ) y adoptar cierres herméticos. La elevación de la temperatura queda limitada a 2-3° C sobre la media exterior. Debido a la ausencia de oxígeno no pueden desarrollarse los ifomicetos (mohos). La exclusión o limitación de la flora microbiana se consigue de las formas siguientes.:

- a) Reduciendo al 40-50% la cantidad de agua contenida en la hierba, mediante una desecación parcial previa.
- b) Acidificando la masa con ácidos inorgánicos: clorhídrico, sulfúrico hasta un PH 3-3.5.
- c) Conversión enzimática del azúcar en ácido láctico. Ello será posible cuando el forraje conenga un elevado porcentaje de azúcar como, por ejemplo, el maíz. Mediante la rápida exclusión del aire, el azúcar se convierte por acción de las enzimas, en ácido láctico, siendo PH de 3-3.5, antes de que tengan tiempo de desarrollarse las bacterias.

También se practica el ensilado excluyendo el oxígeno, pero -

admitiendo floras de bacterias activas. En este caso, el contenido en humedad debe alcanzar por lo menos el 60-70%; la temperatura ambiente tiene que superar los 10°C, y la acidez no ha de exceder del PH 3-3.5. En la práctica es muy difícil un control de la acidez, por cuyo motivo este sistema de ensilado resulta muy inseguro, dando fácilmente lugar a fermentaciones butírica y pútrica.

Mediante la desecación de la hierba recién cortada, no solo se pierde ninguna substancia nutritiva, sino que, además aumenta la cantidad de proteínas que en el trébol por ejemplo, llegan al 23%. Como toda práctica nueva, ésta encuentra todavía y seguirá sin duda encontrando sus dificultades para ser aceptada, hasta que el buen resultado de las cada día más numerosas instalaciones acaben por imponerse, determinando la adaptación general del método. Es por tanto conveniente que no abunden las fallas iniciales, o que en caso de presentarse sean de escasa importancia y debido tan sólo a la falta de experiencia, pero no a defectos de instalación o de insuficiencia de las normas apropiadas, o de vigilancia técnica.

Como norma general es preciso tener en cuenta que una desecación artificial económica sólo puede practicarse con forrajes ya desecados parcialmente al aire, hasta un contenido residual de humedad no superior al 40%. En tales condiciones, la instalación de secado puede reducirse, en algunos casos a un ventilador helicoidal con un sistema de conductos apropiados. Sin embargo, por norma general se requerirá la presencia de aire calentado.

No obstante esta simplicidad de instalación es conveniente aña-

dir que el agricultor deberá de su propia iniciativa, aportar modificaciones o intentar variar el régimen establecido por el técnico constructor, al menos sin previa consulta.

### VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA DESECACION

La desecación reduce grandemente el peso de los vegetales - hasta su quinta parte, tratándose de raíces y tubérculos, y hasta su quinta parte, tratándose de vegetales de hoja. Por término medio, 7,500 Kg. de producto fresco, para cuya ubicación requieren más de 20 m<sup>3</sup>, pueden quedarse reancidos a 625 Kg. de producto seco, que solo precisan 1 m<sup>3</sup>. Esta enorme diferencia de peso, y la posibilidad de conservación, son las dos determinantes principales que pueden aconsejar una desecación industrial en zonas de gran producción y poco consumo, con objeto de economizar en los gastos de transporte y evitar la hoja de precios en las temporadas de recolección.

Ello es particularmente interesante para las variedades de fruta que maduran con rapidéz, y ya cerca de la estación húmeda, como por ejemplo la ciruela y la uva, así como para las hortalizas cultivadas en las grandes extensiones de regadío que normalmente están alejadas de los más importantes centros consumidores, o para cuyo transporte sólo cuentan con medios de comunicación deficientes.

Las hortalizas desecadas puestas a remojar en el agua, tendrán que volver a hidratarse rápida y satisfactoriamente, recuperando la -

forma y apariencia que el producto tenía antes de su desecación. Tienen que cocer pronto en el agua, ser tiernas (ni correosas, ni flácidas) después de cocidas, y conservar la mayor parte de su sabor y perfume originales. Todo vegetal desecado debe estar libre de sabor a quemado, y no ofrecer el aspecto ennegrecido como consecuencia de un exceso de temperatura en el secadero. Tiene que hallarse prácticamente exento de adherencias, manchas y materias extrañas, y es indispensable que antes de la desecación se le separen las partes marchitas, las no maduras o pasadas del punto de madurez, las quemaduras por el sol, etc.

A pesar de que el valor nutritivo de los vegetales no resulta muy afectado por la desecación, la mayor parte de ellos, una vez rehidratados y cocidos no presentan las características del producto fresco, ni en sabor, ni en contextura. También requieren más tiempo para cocer. La mayor parte de los vegetales presentan inconvenientes a un tiempo de almacenamiento demasiado prolongado, y algunos, como las coles y las zanahorias al contacto con el aire se deterioran pronto, cambiando de sabor y aroma. Estos inconvenientes se acentúan todavía más si el ambiente que rodea a los vegetales es húmedo. Otro factor de deterioro son los insectos. En especial cuando se emplean embalajes de madera corriente o de cartón.

Para reducir al mínimo las alteraciones de color, aroma y sabor, originados por las oxidaciones y otros cambios de carácter químico, es preciso desecar el producto hasta un contenido de agua residual muy bajo, -- por lo general inferior al 5%. Con el moderno tratamiento de blanqueo se ha

contribuido mucho al mejoramiento del sabor de los vegetales, modificando asimismo, favorablemente, su consistencia.

Algunos vegetales ofrecen características particulares, como por ejemplo los tomates, que no recobran ni su forma ni su volúmen primitivo al ser rehidratados. Sin embargo, si han sido previamente sulfurados — conservan bien su color y sabor durante algunos meses.

Las patatas pueden conservarse sin inconveniente alguno en contacto con el aire, en tanto que las zanahorias y las coles son las más expuestas a deterioros a causa de las oxidaciones, siendo preciso envasarlas con un gas inerte. Es muy importante impedir la entrada al insecto en los envases, así como mantener al vegetal lo más posible resguardado del aire y de la humedad. Cuando ello sea posible, es conveniente utilizar recipientes herméticamente cerrados, o por lo menos conteniendo un gas inerte. Un sistema preventivo muy práctico, consiste en el saquito de celofane, revestido por su parte exterior de una delgada lámina de plomo o de aluminio.

TABLA 3.

### III. DESECACION O DESHIDRATAACION

#### EVAPORACION DE LA HUMEDAD.

La desecación o deshidratación de un cuerpo puede definirse como la expulsión, dentro de un límite determinado del agua en él contenida, bajo determinadas condiciones de temperatura, humedad y progresión de desecado debidamente controladas, y por medio de una corriente de aire sobre el cuerpo, por ser el aire caliente el medio más usado y económico - para efectuar la desecación industrial de la fruta fresca y de los vegetales - en general. Interesa estudiar las características del fenómeno a fin de determinar las condiciones precisas para llevar a cabo la desecación industrial en el tiempo mínimo, con el mejor resultado y mayor economía posible, - - aprovechando al máximo el calor, sea en la fase de transmisión al aire de desecación, o bien en aquella durante la cual el aire la suministra al vegetal en el secadero. Las células vegetales consisten en una membrana que - - encierra una masa viva, el protoplasma, en el interior del cual hay un núcleo más denso. El agua se halla contenida en las células como agua de - - imbibición al estado libre, y como vapor; en las paredes celulares y en la - membrana se encuentra como agua de saturación.

Esta distribución del agua es la que establece las siguientes

fases de la desecación:

1. Evaporación a velocidad constante, en la que el vegetal — pierde el agua libre, de imbibición.
2. Evaporación a velocidad decreciente, en la que el agua de saturación de los estratos superficiales. En esta fase la — unidad contenida tiende a equilibrarse con el estado higrométrico del aire de desecación.
3. Evaporación a velocidad muy reducida en la que la humedad interna se desplaza hacia los estratos exteriores buscando — el equilibrio higrométrico.

Durante el primer período, la vida de las células continúa desarrollándose, quedando en actividad los fermentos, las vitaminas y las proteínas, sin que sufra modificación la estructura original del vegetal. Durante — esta primera fase de desecación conviene llegar a producir la máxima evaporación por el estado de división del género y por la temperatura del aire. Esta tendrá que limitarse todavía a un grado que no perjudique la integridad fisiológica de las células de los tejidos superficiales. Una indebida elevación de — la temperatura, hasta que la mayor parte del agua de imbibición no haya sido eliminada, es contraindicada en algunos casos.

En el segundo período de la desecación se va modificando el — tejido vegetal, y se llega a la coagulación de las proteínas y a la separación de los componentes coloidales.

Estas modificaciones alteran las características organolécticas -- enzimáticas y vitamínicas del vegetal. Hay que procurar limitarse al mínimo, no aumentando la temperatura del vegetal por encima de los 50° C.

Tiene también mucha importancia la rapidés con que se efectúa, o, mejor dicho, se requiere efectuar la desecación. Si se consigue que la humedad aflore a la superficie con regularidad y de manera gradual los perjuicios se reducirán al mínimo. El agua abandona la superficie húmeda del cuerpo convertida en vapor, y ésta evaporación origina una disminución en el porcentaje de agua contenido en la superficie, o pellejo. A su vez, ésta -- disminución origina una difusión del líquido desde el interior hacia el exterior del cuerpo, que se prolonga hasta la desecación total. El vapor de agua que se forma en la superficie se va difundiendo en el aire después de atravesar una fina película de aire húmedo que se mantiene adherido del cuerpo. -- Por tanto, la progresión con que se efectúa la desecación, depende:

1. De la progresión con que, desde el interior, llega el agua a la superficie del cuerpo.
2. De la diferencia entre la concentración del vapor en la inmediatección de la superficie, y la existente en el aire que circula en el secadero.
3. De la resistencia de la película de aire húmedo adherido al cuerpo ofrece al paso del vapor y a la transmisión del calor.

En el primer fenómeno influyen principalmente las características físicas del cuerpo a lo largo del proceso de desecación. De estas, solo pueden modificarse las referentes al tamaño del cuerpo y a la relación -- existente entre volumen y superficie. La temperatura del aire es el factor -- al que hemos de recurrir para regular el fenómeno dentro de los límites impuestos por las características específicas del vegetal.

La película del aire húmedo inside doblemente en la desecación por constituir una resistencia para el paso del vapor y para la transmisión del calor desde el aire circulante al cuerpo. La velocidad y turbulencia del aire origina una disminución en el espesor de esta película, aumentando la progresión del proceso de evaporación.

Normalmente, la progresión del secado va disminuyendo al -- unísono con el agua contenida en el cuerpo, pudiéndose practicarmente diferenciar dos períodos: en el primero, la superficie al cuerpo se mantiene mojada y la evaporación se produce con rapidéz; en el segundo la superficie va -- desecandose y decrece la progresión del secado. De todo lo expuesto hasta -- ahora se deduce que el aire es el factor determinante de las características -- de la desecación. En un secadero, el aire cumple las siguientes funciones:

1. Cede al genero que se está desecando las calorías necesarias para la difusión y evaporación de la humedad.

Su temperatura tiene que ser lo suficientemente alta para -- que el cuerpo adquiera la máxima posible.

Cuanto más se mantenga el cuerpo mojado en la superficie tanto más podrá elevarse su temperatura, no solo porque en estas condiciones es menos sensible al efecto del calor, -- sino porque, además la rápida evaporación origina en él un enfriamiento.

2. Absorbe el vapor de agua que va produciendo, y lo conduce fuera del secadero.

Cuanto más alta sea la temperatura del aire, mayor será la carga de vapor que puede absorber. La temperatura límite será aquella que no perjudique al vegetal. Cuanto más baja sea la humedad relativa del aire que pasa por el secadero, más rápidas serán las evaporaciones y progresión del secado. La humedad relativa del aire tiene como límites el rendimiento del secadero y las exigencias particulares del vegetal.

3. Barre de la superficie del género la película de aire húmedo, disminuyendo su espesor.

Cuanto más alta sea la velocidad del aire y su turbulencia, más reducido será el espesor de la película y, por consiguiente, más rápido el paso del vapor y mayor el coeficiente de transmisión del calor del aire al cuerpo.

Esta velocidad tiene como límite únicamente la economía de

fuerza, las características de construcción del secadero, el peso del cuerpo y, algunas veces, su límite de tolerancia al calor.

Estos principios generales tienen una aplicación práctica y efectiva, tanto en el estudio de un secadero, como en el proceso de desecado, con relación a determinadas características del vegetal a desecar, al grupo calentador e impulsor del aire caliente, y a las condiciones de la mezcla aire-vapor. La energía en forma de calor, necesaria para la difusión del agua en el cuerpo y para su transformación en vapor, y la energía cinética precisa para su incorporación al aire y su expulsión del secadero, vienen suministradas por el aire caliente. Este tendrá que contener, además, un exceso de calor que compense las pérdidas incidentales, que siempre suelen ser de una cierta consideración y a consecuencia de las calorías transmitidas para elevar la temperatura en las vagonetas y bandejas, las calorías perdidas por radiación en las paredes del secadero, y además, las calorías que consigo arrastra el aire que sale del secadero.

Un generador de calor transmite al aire las calorías, bien por mezcla directa de los gases de combustión, bien por convección por medio de un cambiador. Las calorías acumuladas en el aire pasan al vegetal por convección, la energía cinética necesaria es transmitida al aire por medio de un ventilador.

### CALOR TOTAL DE VAPORIZACION. (7)

Es el calor necesario, expresado en calorías, para elevar -

la temperatura de 1 kg. de agua hasta aquella a la cual se efectúa su evaporación, y para vaporizarla a esa misma temperatura. Se expresa con la fórmula siguiente:

$$606.5 + 0.305t \quad \text{Cal.}$$

Siendo  $t$  la temperatura a la cual tiene efecto la operación, y cero la temperatura inicial.

Si el agua se encuentra ya a la temperatura  $t$ , siendo igual a  $(1)$  el calor específico del agua, las calorías necesarias a la evaporación serán:

$$(606.5 + 0.30t) - t, \quad \text{Cal.}$$

La evaporación que tiene lugar en la superficie húmeda de un cuerpo sometido a una corriente de aire, va acompañada de una absorción de calor a expensas del calor sensible del agua contenida y del cuerpo mismo en sí. Este calor, cedido por la superficie húmeda, es continuamente compensado por la aportación del calor del aire, que se transmite a la superficie -- por convección. El fenómeno prosigue sin interrupción en tanto se siga aportando calor al agua que se evapora. Continúa también se destruye el equilibrio que tiende a establecerse entre la tensión del vapor del líquido y la presión parcial del vapor en el aire.

Vamos a considerar la aplicación de estos principios en la conducción de un secadero.

## PROPIEDADES DE LA MEZCLA AIRE-VAPOR Y CARTA PSICROMETRICA. (1)

El encargado de un secadero debe comprender que existe un -

límite máximo para la concentración del vapor en el aire, o sea para la carga del vapor por cada kilogramo ó metro cúbico de aire. Cuando éste presenta la máxima concentración del vapor se dice que está saturado, es decir, - que si se intentara introducir en él una mayor cantidad de vapor se produciría una condensación que restablecería las condiciones iniciales. El secadero -- tiene que ser objeto de un perfecto y constante control para que en ningún lugar del mismo pueda el aire acercarse al estado de saturación. Si ello ocurriera sería causa de retraso en la desecación, e incluso de deterioro en el producto por acción de los microorganismos en los vegetales que no hubieran sido esterilizados por sulfuración.

Durante el período avanzado de desecación de frutas sulfuradas, si la humedad del aire es excesiva puede producirse pérdidas bastante elevadas de dióxido de azufre, a causa de la prolongación del secado. Hay que tener en cuenta que si el aire está saturado de vapor de agua, no lo estará, ni mucho menos, de dióxido de azufre.

La expresión humedad relativa se emplea para indicar el grado de aproximación a la saturación del vapor de agua, por cada distinta temperatura del aire, y viene expresada por la relación entre la carga de vapor existente y la carga máxima de saturación a la temperatura considerada. Puede ocurrir que se produzcan confusiones si la carga de vapor se expresa por metro cúbico de aire, ya que éste cambia de densidad a su paso por el secadero. Conviene expresar la carga en kilogramos de vapor por kilogramos de aire, porque el peso del aire (sin el vapor) permanece inalterado al atravesar el se

cadero.

Todas las posibles condiciones de las mezclas de vapor y aire pueden verse representadas en la carta psicrométrica (fig. 1), la cual nos da una clara visión de lo que ocurre en el proceso de desecación, al ofrecernos una representación gráfica de los cambios que suceden en el secadero, con las respectivas valoraciones numéricas. El modelo de carta al parecer más idóneo para ser utilizado por un operador de secadero, es el que lleva indicadas las temperaturas en la escala horizontal, y las cargas de vapor en la escala vertical. Sobre estas coordenadas se han trazado las curvas que indican las humedades relativas, hasta alcanzar la de saturación. Las líneas rectas inclinadas indican la temperatura del termómetro húmedo en su encuentro con la curva de saturación y señalan las condiciones del enfriamiento adiabático, es decir, indican las mutaciones en la temperatura de la mezcla y en su humedad, de tal forma relacionadas que el contenido de calor de la misma no sufre alteración.

Se tratará de explicar la utilización de la carta mediante un ejemplo práctico. Vamos a leer en ella los cambios que se producen en el aire antes de penetrar en el secadero y durante la desecación en un túnel a contracorriente, sin recirculación.

Supongamos que el aire exterior esté a la temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ ., con una humedad relativa del 70%. Esta condición está representada por el punto X, que es la intersección de la vertical (que pasa por X, y que -

comprende todas las condiciones con la temperatura a  $20^{\circ}\text{C}$ . con termómetro seco) con la curva de humedad relativa del 70%. La horizontal que pasa por X indica la carga de vapor, y su valor numérico se lee en la escala vertical de la derecha, en kilogramos de vapor por kilogramo de aire; en este caso 0.0102 Kg. La coincidencia de esta horizontal con la curva de saturación nos dá el punto de rocío del aire, o sea la temperatura a la cual empieza a verificarse una condensación, y que es algo inferior a la temperatura del termómetro húmedo. La temperatura de rocío se lee en la proyección del punto de rocío sobre la escala horizontal de las temperaturas; en este caso  $14^{\circ}\text{C}$ . Ahora y antes de que penetre en el secadero, calentamos este aire hasta los  $72^{\circ}\text{C}$ . Como su carga de humedad no ha variado, sino sólo su contenido de calor, el punto que representa esta nueva condición lo hallaremos desplazándonos sobre la horizontal que pasa por X, hasta su intersección con la vertical elevada por el punto B que señala los  $72^{\circ}\text{C}$ . Su humedad relativa es ahora aproximadamente del 5%; ello indica que el aire está en condiciones de absorber humedad fácilmente. Supongamos ahora que la temperatura del aire al salir del secadero sea la de  $52^{\circ}\text{C}$ . Como el contenido total de calor presente en el aire no varía, y la temperatura que registra el termómetro húmedo es la misma, tanto a la entrada del aire en el secadero como a la salida, para encontrar el punto que representa a esta nueva condición bastará seguir la línea adiabática que pasa por B, hasta encontrar la vertical elevada sobre la escala horizontal de las temperaturas por el punto que indica  $52^{\circ}\text{C}$ . Así hallaremos el punto N. La humedad relativa resulta ser ahora del 23%, la carga de vapor de 0.0135 Kg., y la temperatura del termómetro húmedo -

30° C.

Si quisieramos que la humedad relativa del aire a la salida del secadero tuviera el valor máximo, normalmente admitido para el secado de la fruta en contracorriente, es decir, 60%, tendríamos que seguir la línea -- adiabática hasta su coincidencia con la curva que señala el 60% de humedad -- relativa, punto E. Proyectando este punto sobre la escala horizontal tendríamos la nueva temperatura de salida de aire, osea 37.5° C. Siguiendo la horizontal que pasa por E podemos leer en la escala vertical de la derecha que la carga de vapor llega ahora a 0.024 Kg. siguiendola hacia la izquierda, hasta -- su coincidencia con la curva de saturación, y proyectando este punto de coinci -- dencia sobre la horizontal hallaremos el punto de rocío 27° C, del cual hay que mantener reguardadas todas las partes del secadero.

La producción de un secadero aumenta generalmente cuando -- disminuye el porcentaje de agua contenida en los géneros a desear. Por -- ejemplo, para desecar 100 Kg. de un producto conteniendo un 50% de humedad, solo habrá que evaporar 50 Kg. de agua para obtener 50 Kg. de producto seco. Para desecar un género que contenga 90% de humedad precisa entonces vapori -- zar 90 Kg. de agua para obtener 10 Kg. de producto seco. En el segundo caso se requiere cerca de nueve veces más calorías por cada kilogramo de produc -- to seco.

Las papas, con una humedad inicial del 80%, rinden 2 Kg. de -- producto seco por cada 10 Kg. de producto fresco, en tanto que las coles, con una humedad del 95% solo dan 0.5 Kg. de producto seco, o sea cuatro veces --

menos que las papas. Partiendo del supuesto de que se requieran 550 Cal. - para la evaporación de 1 Kg. de agua, para producir 1 Kg. de papas completamente secas se necesitarán 2200 Cal., mientras que para 1 Kg. de coles -- serían precisas cerca de 11000 Cal.

### PROPORCION DE AGUA EN LOS VEGETALES.

La humedad contenida en una substancia viene generalmente expresada con el tanto por ciento en peso sobre el peso total del producto húmedo, es decir, en gramos de agua por 100 gr. de substancia. Sin embargo, este método encierra el riesgo de dar una impresión inexacta sobre la progresión - del secado, ya que se ofrecen variaciones de continuo, bien sea en el contenido en agua, o bien en el peso total del vegetal que se deseca. Si en lugar de ello expresamos el porcentaje de agua en relación al peso de la substancia seca, -- tendremos una idea exacta de la marcha de la desecación, porque el peso de la materia seca se mantiene constante, en tanto que la humedad disminuye paulatinamente por efecto de la evaporación.

La equivalencia entre la expresión de la humedad sobre la base seca, y la correspondiente a la base húmeda, es:

$$S = \frac{100 H}{100 - H} \text{ ó, a la inversa } H = \frac{100 S}{1 - S}$$

siendo:

H = base húmeda; S = base seca.

En esta expresión llamaremos a la primera "relación de humedad", y a la segunda simplemente "humedad", ambas expresadas en tanto por ciento.

Por ejemplo, si resulta que la relación de humedad contenida en las ciruelas frescas es del 70%, la humedad sería:  $S = \frac{100 \times 70}{100 - 70} = 2.33 \text{ Kg.}$  de agua por cada kilogramo de materia seca.

Si desecamos estas mismas ciruelas hasta la relación del 16.7%, la humedad sería:  $S = \frac{100 \times 16.7}{100 - 16.7} = 0.20 \text{ Kg.}$  de agua por kilogramo de materia seca.

### HUMEDAD RESIDUAL EN LOS VEGETALES DESECADOS. (5)

La humedad residual de las frutas desecadas es bastante variable. Como un ejemplo damos en la tabla 4 los porcentajes medios de algunas de ellas.

Para la mayor parte de los vegetales, la humedad final tiene que ser inferior al 5%; para las coles y cebollas inferior al 4%, para las papas, inferior al 7%.

A la terminación del secado, el aire debe conservar muy poca humedad. La tabla 5 nos da la relación existente entre la humedad relativa del aire, la temperatura, y la humedad residual contenida en los vegetales al terminarse la desecación.

El contenido en humedad residual que resulta en la tabla es el obtenido en unos experimentos de desecación, proseguidos hasta alcanzar el estado de equilibrio. Las hortalizas, por ejemplo, antes del experimento -- habían sido reducidas a un porcentaje de humedad algo menor del 5.

Después se introdujeron en una bandeja y se calentaron, hasta conseguir pesos casi constantes, durante unas 6 a 8 horas. Como quiera que a las temperaturas más elevadas suelen presentarse algunos fenómenos de descomposición, y como tampoco en todos los casos se consiguió el equilibrio, -- existen algunas contradicciones en los datos consignados, que, en conjunto, son válidos.

Como se ve, a 60° C y 30% de humedad relativa del aire, las coles y cebollas no alcanzan a tener menos del 4% de humedad relativa, que es el límite establecido, en tanto que las papas descienden por debajo del 7% de humedad y las zanahorias por debajo del 5%. En estas últimas, el desecado se concluyó, tabla 5 normalmente, entre los 66 y 71° C. De lo antes dicho se desprende, pues, que estos dos vegetales alcanzan una humedad residual del 5% con una relativa del aire del 30%, y con una temperatura comprendida entre los 66 y 71° C.

### DEGENERACION DE LOS VEGETALES

La degeneración de los vegetales, frutas y hortalizas, puede venir determinada por varios factores, a saber: los agentes biológicos, los microbios y las enzimas o diastasas, así mismo los agentes químicos, como

el oxígeno y el agua, y los físicos como el calor y la luz. De todos ellos, los más perjudiciales son los agentes biológicos.

En toda operación de secado es preciso tener en cuenta los perjuicios que pueden ocasionar el calor excesivo y las enzimas, por su influencia en las reacciones que sobreviven en el interior de las células vivas, es de cir, oxidaciones, reducciones, hidrólisis, etc.

Al ser destruídas por el calor, las enzimas tienen una importancia limitada en los fenómenos de la desecación propiamente dicha; pero, - hay que tenerlas muy en cuenta en la preparación de los vegetales, a causa de la importante acción que despliegan en la formación de pigmentos en los jugos y tejidos vegetales. Estos pigmentos derivan de un fenómeno de oxidación, y ennegresen los tejidos cuando están en contacto con el aire. Son varias las enzimas cuya intervención se conoce: La "fenolosa" se encuentra particularmente en las setas y determina la oxidación de los fenoles de sus células; la "maloxidasa", que actúa de manera particular en las manzanas; y la "paroxidasa", que descompone los peróxidos, y cuyo oxígeno origina luego la oxidación de la sustancia orgánica.

#### IV. CALCULO DE AIRE CALIENTE PARA LA DESECACION

Para calcular la cantidad de aire y el calor necesario para llevar a cabo la desecación en un secador contínuo a contracorriente, conviene, antes de todo, reunir los datos relativos a las características del vegetal y del aire, y que, en resúmen, son las que se detallan a continuación:

1. Peso del material a desecar.
2. Humedad total contenida en el material.
3. Humedad residual que puede quedar en el material.
4. Duración conveniente de la desecación.
5. Cantidad de agua a evaporar por hora.
6. Temperatura crítica del vegetal.
7. Temperatura máxima del aire al penetrar en el secadero.
8. Grado de saturación del aire a la salida del secadero.
9. Temperatura y humedad relativa del aire exterior.
10. Valor termodinámico de la difición del agua en el interior del vegetal.
11. Superficie irradiante del secadero, y coeficientes de transmisión relativos de los materiales utilizados en su construcción.

Algunos de estos datos pueden determinarse con exactitud en tanto que otros se obtienen en función de variables, como la temperatura crítica del vegetal, en la que influye, además de su propia temperatura, el porcentaje de humedad contenido en el vegetal, así como su contextura. La duración del proceso de desecado es siempre un dato importante para la experimentación, ya que en el último período de la desecación, que también es siempre el más lento, son las características específicas del vegetal las que limitan esencialmente la velocidad de difusión de la humedad contenida. El grado de saturación del aire a la salida del secadero tiene que determinarse armonizando las exigencias del vegetal con la economía de la operación. Normalmente no conviene que la humedad relativa exceda del 60%.

Después de precisados los valores correspondientes a estos datos, se puede pasar a calcular: primero, la cantidad de aire que tiene que pasar por hora a través del secadero, y, después, las calorías que hay que transmitir a este mismo aire para que esté en condiciones de cumplir las siguientes operaciones:

- 1a. Elevar hasta la temperatura de evaporización la temperatura del agua total, contenida en el vegetal.
- 2a. Elevar la temperatura del material móvil del secadero y del peso seco del vegetal, hasta la temperatura media del aire en el interior del secadero.
- 3a. Evaporar el agua que es preciso eliminar para llevar la desecación del vegetal al límite conveniente.

- 4a. Compensar la energía gastada en la difusión del agua a través del cuerpo del vegetal.
- 5a. Compensar las pérdidas de calor por la irradiación de los conductos del aire, y paredes y cubiertas del secadero.
- 6a. Compensar las calorías perdidas con el calor sensible del aire que sale del secadero, después de cumplida su misión, o por las maniobras de las vagonetas.

Para efectuar este cálculo del aire, puede seguirse el método correlativo siguiente:

- 1o. Se empieza por fijar la temperatura máxima del aire a su entrada en el secadero  $t_1$ , deduciéndola de los datos experimentales disponibles.
- 2o. Calcular la temperatura,  $t_2$ , a la cual el aire saldrá del secadero, junto con la humedad relativa que convenga, y la carga de humedad que corresponda. Ello puede hacerse con facilidad, y con una cierta aproximación, recurriendo a las gráficas de las figuras 1, 2 y 3.

Para una mayor exactitud, los tanteos sucesivos se pueden calcular aplicando la fórmula siguiente:

$$t_1 - t_2 = \frac{\text{humedad relativa}}{100} (X_2 - X_0)$$

$$\frac{606.5 + 0.305 (t_1 - t_0)}{0.237}$$

siendo:  $t_0$  = temperatura del aire exterior.

$t_1$  = temperatura del aire de entrada

$t_2$  = temperatura del aire de salida

$X_2$  = su carga de humedad máxima Kg./kg.

$X_0$  = su carga de humedad máxima Kg./Kg.

La carga útil de agua que arrastra el aire al salir del secadero,

es:

$$\frac{\text{humedad relativa}}{100} X_2 - X_0 = C$$

3o. Siendo Q los kilogramos de agua a evaporar por hora, -  
la cantidad de aire que es preciso suministrar al secadero,  
sera:

$$\frac{Q}{C} = P \text{ Kg. / hr.}$$

vamos a exponer un ejemplo práctico, suponiendo de que  
se trata de desecar en contacorriente un vegetal en las --  
siguientes condiciones:

$$\begin{array}{lll} t_0 = 20^\circ \text{C.} & t_1 = 72^\circ \text{C.} & t_2 = X \\ 70\% \text{ hum.} & & 50\% \text{ hum.} \\ \text{rel.} & & \text{rel.} \end{array}$$

$$Q = 500 \text{ Kg. / hr.}$$

mediante la fig. 2 encontramos  $t_2$ , que equivale a  $35.5^\circ \text{C}$ .

$$X_2 = 0.037$$

$$(X_2 - X_0) = 0.027 \text{ al } 50\% \text{ corresponde } 0.0135 \text{ Kg./hr.}$$

la cantidad de aire: M, será:

$$M = \frac{500}{0.0135} = 37000 \text{ Kg./hr.}$$

40. Calcular el calor que se consume en la desecación, y comprobar si la cantidad de aire anteriormente calculada con las características indicadas, puede en efecto, suministrar las calorías que se necesitan, y si ello resulta satisfactorio -- desde el punto de vista económico:

1.	500 (35.5 - 20) -----	7750 Cal.
2.	Material móvil, 700 Kg./hr.; calor específico medio, 0.3; $700 \times 0.3((72 - 35.5)/2 - 20)$ ----	5040 Cal.
	producto seco: $175 \times 0.3((72 - 35.5)/2 - 20)$ -	1160 Cal.
3.	500 (506.5 + 0.305) (35.5 - 20) -----	255000 Cal.
4.	Difusión, 5% de evaporación -----	13000 Cal.
5.	Superficie total del secadero: $\text{m}^2$ $100 \left( \frac{72 - 35.5}{2 - 20} \right)$ -----	2700 Cal.
6.	$0.24 \times 37000(35.5 - 20)$ -----	137640 Cal.
	salida vagoneta, 1% -----	1400 Cal.
	Total -----	423690 Cal.
	verifica: $0.24 \times 37000 (72 - 35.5) =$	<u>324100</u> Cal.
	Déficit -----	99590 Cal.

si no es posible variar la temperatura de entrada o de salida del aire, es preciso incrementar un peso de aire que comprende el déficit.

$$\frac{99950}{0.24 \times (72 - 35.5)} = 11600 \text{ Kg.}$$

La cantidad de aire total resultará, pues, ser la siguiente: --  
 $37000 + 11600 = 48600 \text{ Kg./hr.}$

El rendimiento del secadero, que nos da la medida de su conveniencia económica, en la relación existente entre las calorías empleadas en calentar la materia, sumadas a las utilizadas para la difusión y evaporación y, el calor total suministrado al aire:

$$\frac{7750 + 1160 + 13000 + 255000}{424000} = 0.65$$

Resulta fácil observar que una desecación es tanto más económico cuanto mayor es la rapidéz con que se lleva a cabo (porque con ello se reducen las eventuales pérdidas), y cuanto más cerca de la saturación se halle el aire caliente (por reducirse la cantidad de calor sensible que él mismo arrastra -- consigo). Sin embargo, las características específicas del vegetal imponen -- una limitación, o sea la duración misma del secado, ya que excediendo de ciertos límites de humedad el mismo sufre retraso con el consiguiente perjuicio para el vegetal, que, además, tiene también sus exigencias por lo que respecta a humedad relativa del aire en las distintas fases de la desecación.

Para la rápida evaluación de la evaporación del agua en un secade

no, y también para un cálculo del aire caliente que se requiere para dicha evaporación, puede acudirse a la carta psicrométrica. En tal caso se fijan de antemano, las temperaturas de entrada y salida del aire. Una vez más vamos a referirnos al caso precedente poniendo como ejemplo:

$$t_0 = 20^\circ \text{ C} \qquad t_1 = 72^\circ \text{ C} \qquad t_2 = 37.5^\circ \text{ C}$$

el lugar que esta condición ocupa en la carta psicrométrica se halla en el punto "E", sobre la línea adiabática. Su carga de vapor es de 0.024 Kg; la carga inicial de aire caliente es de 0.0102 Kg; por lo tanto, la carga útil que arrastra el aire, será:

$$0.024 - 0.0102 = 0.0138 \text{ Kg.}$$

La humedad del aire resulta del 60%

Teniendo que evaporar 500 Kg. de agua por hora la cantidad de aire necesario resulta de  $\frac{500}{0.0138} = 36500 \text{ Kg.}$

Como el consumo de calor es proporcional a los cambios en la temperatura del aire, la eficiencia del secado puede calcularse con rapidez con la fórmula siguiente:

$$\frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_0} = \frac{72 - 37.5}{72 - 20} = 0.66$$

No disponiendo de la carta psicrométrica, también se puede calcular la evaporación tomando como punto de partida el hecho de que, poniendo 1° C de su temperatura, 1 Kg. de aire puede evaporar 0.0004 Kg. de agua, --

siendo:

$$t_1 - t_2 = 34.5$$

resultará:

$$\frac{500}{34.5 \times 0.0004} = 36200 \text{ Kg. de aire}$$

### FUERZA MOTRIZ PARA IMPULSAR EL AIRE

La fuerza requerida por un ventilador depende del caudal de aire que haya de desplazar por metro cúbico y por segundo, de la diferencia de presión entre la entrada y la salida en el ventilador, y la eficacia de éste, es decir, su rendimiento. A pesar de que las presiones no son muy elevadas, la energía necesaria para imprimir velocidad al aire no es despreciable. Esta potencia se expresa de la forma siguiente:

$$HP = \frac{Q \times P}{75 \times E}$$

siendo: Q = caudal por metro cúbico de aire y seg.

P = total de la diferencia de presión (presión estática más presión dinámica).

E = rendimiento del ventilador (entre 0.5 y 0.6).

por ejemplo: teniendo que impulsar  $14 \text{ m}^3/\text{seg.}$  con una presión total de 8 mm.

Hg, tendremos:

$$HP = \frac{14 \times 8}{75 \times 0.6} = 2.5$$

## V. DETERMINACIONES DE INORGANICOS

### AMONIACO (6)

Método de Aeración. El amoniaco no combinado puede ser estimado por aeración en preferencia a la destilación, para ebullición hasta alkali diluido, algunas veces, causará alguna descomposición con la formación de más amoniaco. Este proceso es generalmente aplicado a productos de carne. El amoniaco es liberado por solución de carbonato de sodio o potasio, y es entonces aspirado dentro de una cantidad medida de ácido estandar. El amoniaco es entonces estimado por TITULACION de el exceso de ácido con solución alkali estandar.

Procedimiento. Poner en un frasco limpio (fig. 4), 125 ml. de ácido sulfúrico (1:9) el cual es usado para el aire contaminante. En el tubo adjunto de prueba, poner una cantidad pesada de muestra de 2 a 4 g. y 20 ml. amoniaco libre de agua. En el siguiente tubo de prueba se introduce una cantidad medida de 0.2 a 0.05 N de ácido sulfúrico ó clorhídrico, de acuerdo con la cantidad de amoniaco involucrado. Y el último tubo limpio es usado como tubo de seguridad.

Adherir a la muestra 1 ml. de solución de oxalato de potasio y unas pocas gotas de kerosina que minimiza la espuma. Adherir solución de carbonato de potasio ó sodio hasta que la mezcla sea alkalina. Reemplace -

los tubos en posición inmediatamente y pase aire a través del sistema por medio de un aspirador. Titule el ácido estándar en intervalos horales hasta que el amoniaco deje de ser envuelto usando rojo de metilo como indicador.

## SODIO

Método acetato de uranilo de zinc. Con la introducción de acetato de uranio de zinc como reactivo para sodio por Barber and Kolthoff, una cierta especificidad fué obtenida en análisis para sodio. El reactivo es hecho a partir de dos soluciones. Solución (1) es compuesta de 100 g. de acetato de uranilo,  $UO_2(OAc)_2 \cdot 2H_2O$ , 60 g. de ácido acético y suficiente agua para hacer 650g. Solución (2) es compuesta de 300 g. de acetato de zinc,  $Zn(OAc)_2 \cdot 3H_2O$ , 30 g. de ácido acético 30%, y suficiente agua para hacer 650 g. Después las sales en solución (1) y (2) son disueltas por calentamiento sobre un baño de vapor a 70° C. Las soluciones son mezcladas, unos pocos miligramos de cloruro de sodio son adheridos para saturar la solución con sodio, y el reactivo es dejado reposar por 24 horas. La solución es filtrada inmediatamente y después se usa.

Reduciendo el volumen de la solución de sodio a 1 ó 2 ml. el cual es necesario después de la adición del reactivo acetato de uranilo de zinc, las sales pueden cristalizar fuera si los reactivos usados remueven fosfatos, arenatos, y otros radicales que sean sales que no sean muy solubles. Overman y Garret evitaron ésta dificultad usando carbonato de zinc.

Procedimiento. Transferir una alcuota de 10 a 15 ml. de solución con-

teniendo de 2 a 8 mg. de sodio en un vaso de precipitado de 50 ml., adherir un exceso de carbonato de zinc pulverizado, y dejar reposar durante toda la noche. Si esta presente mucho ácido clorhídrico, la violenta efervescencia puede causar pérdida de material, ó cloruro de zinc cristalice fuera en la evaporación.- Por lo tanto si está presente el ácido clorhídrico en grandes cantidades, evaporar hasta secar, adherir 10 ml. de agua hasta el suficiente ácido clorhídrico, poner las sales dentro de la solución, adherir el carbonato de zinc. Filtrar a través de papel cuantitativo en un pequeño embudo y lavar con agua fría 5 ó 6 veces. Recoger el filtrado y lavandolo en un pequeño vaso de precipitado -- evaporar hasta 1 ó 2 ml., adherir 100 ml. de reactivo de acetato de uranilo de zinc y agitar vigorosamente por una hora y dejar reposar durante toda la noche. Filtrar, lavar bien con alcohol saturado del 95% y sal de acetato de uranilo de zinc y sódio, y también con éter saturado y con la misma sal. Secar con aire y pesar. La sal tiene la fórmula :  $(\text{UO}_2)_3\text{Zn Na}(\text{OAc})_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

Método de Galey y Foulk con acetato de uranilo de Magnesio. Galey y Foulk sugirieron el uso del reactivo complejo de acetato de uranilo de Magnesio en lugar de acetato de uranilo de zinc. Este reactivo rinde un precipitado de  $(\text{UO}_2)_3\text{MgNa}(\text{OAc})_9 \cdot 6\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ .

El reactivo también hecho a partir de dos soluciones. Solución (1) consiste en 85 g. de acetato de uranilo,  $\text{UO}_2 (\text{OAc})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 60 g. de ácido acético glacial y suficiente agua para hacer un litro. Solución (2) consiste en 500 g. de acetato de Magnesio,  $\text{Mg}(\text{OAc})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , 60 g. de ácido acético glacial y suficiente agua para hacer un litro.

Las dos soluciones son calentadas separadamente a 70° C. aproximadamente, sobre un baño de vapor o agua hasta que la sal es disuelta. Las soluciones son entonces mezcladas a que la temperatura de la mezcla se enfría hasta 20° C. Adherir unos pocos miligramos de cloruro de sodio, y entonces se deja la mezcla reposar a 20° C, toda la noche, filtrar y recoger el reactivo en un frasco seco.

Procedimiento . La solución de sodio puede ser preparada de la siguiente manera.

Adicionar la muestra del cual 1 a 10g. es usada, de acuerdo al contenido de sodio, suficiente ácido sulfúrico (1:10) para hacer la mezcla ácida y secar. Calcinar en una mufla a bajo calentamiento. Disolver el residuo cerca de 2 a 5 ml. de ácido clorhídrico por calentamiento sobre un baño de agua, se adicionan 40 ml. de agua y calentar hasta ebullición. Adicionar suficiente cloruro de calcio hasta precipitar todos los fosfatos y hacer la precipitación completa por la adición de hidróxido de amonio hasta que la mezcla sea -- alkaia. Filtrar, lavar y recoger el filtrado y lavarlo en un vaso de precipitado de 150 ml. Evaporar el filtrado hasta 1 ó 2 ml. ó si las sales cristalizan fuera, solo hasta 5 ml. Enfriar y adicionar 100 ml. de reactivo de acetato de uranilo de magnesio. Agitar vigorosamente y dejar reposar durante toda la noche. Filtrar y lavar el precipitado con alcohol al 95% y éter saturado con la sal de acetato de uranilo de magnesio. Secar a 110 - 115° C. por 30 min., enfriar y pesar. El peso del acetato de uranilo de magnesio x 0.0153 = sodio. La presencia de pequeñas cantidades de amoniaco y potasio no interfiere pero el Litio sí.

POTASIO. Es a veces necesario para el análisis de alimentos detectar y estimar potasio. Clark y Willits <sup>(4)</sup> sugirieron que el naftol amarillo S puede ser usado para la detección de potasio, que es, la sal de disodio de 2:4 dinitro - 1 - naftol - 7 - ácido sulfúrico que forma dificultosamente un lago soluble con potasio.

Prueba naftol amarillo S. A 10 ml. de solución acuosa conteniendo solo el grupo soluble, adicionar 3 ml. de naftol amarillo S al 2% y varios al lado a temperatura ambiente. La aparición de un precipitado dentro de 65 min. indica al menos la presencia de 0.79 mg. de potasio por litro, 3 ml. de solución al 5% de la tintura produce un precipitado con 5 mg. de potasio por litro en 20 min. ó menos.

Método del Cobalnitrito <sup>(4)</sup> En orden de examinación para potasio y sodio en la misma solución Adams, Hall y Bailey sugirieron el uso del cobalnitrito de zinc como un reactivo para potasio. El reactivo de cobalnitrito puede ser preparado pasando los óxidos de nitrógeno obtenidos por la acción de ácido nítrico sobre cobre frustrado a través de una solución de acetato de cobalto y acetato de zinc aproximadamente de 45-60 minutos. Resultando una solución café que es mantenida en frascos cafés tapados herméticamente y es decantado cualquier precipitado formado.

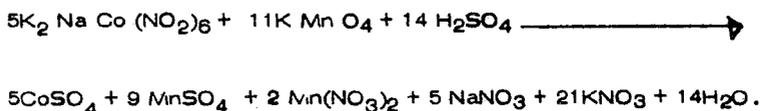
La solución no conteniendo bario, arsenato, fosfato, amonio, - adicionar un volúmen igual de cobalnitrito de zinc y dejar reposar por 15 minutos. Un precipitado amarillo de cobalnitrito de potasio indica potasio.

El filtrado puede ser usado para la detección de sodio por el método de acetato de uranilo.

(3)

Wilcox usa una solución acuosa de trisodio de cobalnitrito en la presencia de ácido nítrico como el agente precipitante para potasio. Los puntos y las ventajas siguientes por el método: el precipitado es cristalino y pesado, comparado favorablemente con el sulfato de bario en reposo de filtración y lavado. La composición aparece ser constante y practicamente independiente de la concentración del ión sodio. La determinación puede ser completada por cualquiera de los métodos, gravimétricamente o volumétrico, gravimétricamente secando y pesando el precipitado o volumétricamente por tratamiento con permanganato de potasio. El método volumétrico depende de la oxidación del nitrito del precipitado con permanganato en solución ácida. El cobalto está presente como  $\text{Co}^{+++}$  y dentro de esas condiciones es un agente oxidante fuerte igual al permanganato de potasio y que es por lo tanto oxidante de un equivalente de nitrito.

La reacción:



Aquí 30  $\text{NO}_2$  ó 60 reduciendo equivalentes son balanceados por 11  $\text{KMnO}_4$  ó 55 equivalentes oxidados más 5 equivalentes oxidados del cobaltico - cobaltoso. Por lo tanto 11  $\text{KMnO}_4$  ó 55 equivalentes son requeridos por 10K ó:

$$\frac{10K}{55} = \frac{190.96}{55} = 7.1084 \text{ g. de K por equivalente de KMnO}_4.$$

Procedimiento Gravimétrico. Preparar una solución acuosa conteniendo de unos gramos de Trisodium de cobalnitrito en cada 5 ml., dejando 5 ml. en cada determinación. Filtrar antes de usarse.

La alícuota para análisis conteniendo entre 2 y 15 mg. de potasio en una solución acuosa neutral de 10 ml. de volumen. Adicionar 1 ml. de ácido nítrico 1 N y 5 ml. de solución de cobalnitrito sódico, mezclar, y dejar reposar por 2 horas. Filtrar, el peso usado que es conocido, usando ácido nítrico 0.01 N, transferir a un frasco limpio. Lavar 10 veces con -- porciones de 2 ml. de ácido nítrico diluído y 5 veces con porciones de alcohol al 2%. Evacue hasta secar. Agite afuera, y seque en un término de una hora a 110° C. Enfríe, en un desecador, y pese.

La composición del precipitado puede ser representada por la fórmula  $K_2NaCo(NO_3)_6 \cdot H_2O$ . K = 17.216%

Procedimiento Volumétrico. Siguiendo el procedimiento gravimétrico a través de la precipitación y lavando con ácido nítrico. Omitiendo el lavado con alcohol. Lavar el precipitado en un vaso de precipitado de 250 ml. poner el filtrado dentro del vaso, y hacer 100 ml. con agua. Adicionar 10 ml. de solución de hidróxido de sodio 0.5 N y ebulir durante 3 minutos. Retirar dentro de otro vaso de precipitado un pequeño exceso de solución estandar -- permanganato de potasio 0.05 N, haciendo 50 ml. con agua, y adicionar 5 ml. de ácido sulfúrico. Echar la solución caliente de cobalnitrito de potasio den-

tro de la solución ácida de permanganato de potasio, transferir el crisol y lavar el vaso de precipitado con pequeñas cantidades de agua. Adicionar un exceso de solución estandar oxalato de sodio 0.05 N, calentar hasta ebullición, y completar la titulación con permanganato de potasio.  $\text{Ml. de } \text{KMnO}_4 \times \text{Normalidad de } \text{KMnO}_4 \times 7.1084 = \text{mg. de K en muestra titulada.}$

### FIERRO

Las determinaciones de hierro son llevadas a cabo en alimentos por varias razones, el cual es la necesidad de estimar el hierro contenido, por razones nutrionales y la medida de la cantidad de hierro contaminando un alimento por rastro de hierro en óxidos y sabor metálico, rancidos, y descomposición de vitaminas.

Método Tiocianato. En la variación de este método usado en Stuttgart, el alcohol amílico es usado para extraer en forma de tiocianato de hierro, el cual es entonces estimado colorimétricamente.

Preparación de la muestra. Evaporar 100 ml. de leche, secar sobre un baño de agua y calcinar el material, como se describe a continuación. Disuelva las cenizas en bastante fierro libre de ácido clorhídrico hasta filtrar la solución, y un conjunto de filtrados al lado. Calcine el residuo, el cual está contenido ampliamente de fierro, se toma una pequeña porción de ácido clorhídrico diluído, filtre, y haga 50 ml. en un frasco volumétrico. Para otros alimentos muele finamente el material desecado, ponerlo en plato de platino, secar a  $110^\circ \text{C}$  a peso constante y ponerlo dentro de una mufla. De-

jar carbonizar lentamente con la mufla abierta, como la carbonización procede, cerrar la puerta gradualmente, dejar permanecer durante varias horas - con la temperatura regualda.

Solución de fierro estandar. Pesar aproximadamente 0.5 gr. de fierro puro y disolver en ácido clorhídrico al 20% con la adición de 1 ml. de ácido nítrico concentrado. Cuidadosamente evaporar hasta secarlo y disuelva el cloruro férrico en ácido clorhídrico con un poco de exceso. Diluya a 100 ml. y preserve cuidadosamente. Cada mililitro de esta solución es equivalente a 5 mg. de Fe.

Para un trabajo estandar, tome 1 ml. de esta solución y diluya a 100 ml..., cada mililitro es equivalente a 0.05 mg. de Fe. Es conveniente - hacer dos estandares conteniendo 0.01 mg. de Fe. y 0.02 mg. de Fe.

Procedimiento. Pipetear una alícuota de solución desconocida conteniendo - 0.025 a 0.10 mg. de Fe. dentro de un vaso de precipitado de 150 ml., adicionar 5 ml. de ácido clorhídrico conc. y hacer aproximadamente 25 ml.. Hidrolise por ebullición durante 20 min., deje enfriar, adicione 1 gota de ácido nítrico conc., y hacer hasta 25 ml. en un matraz volumétrico. Transferir una parte alícuota de 10 ml. a 30 ml. ó 50 ml.. En un embudo separador, adicionar 1 ml. de ácido clorhídrico y bastante permanganato de potasio 0.1N, produce un color rosa el cual persiste 20 seg.. Usualmente 1 ó 2 gotas son adecuadas. Adicionar 5 ml. de alcohol isoamilico con la adición de una pipeta de seguridad y 5 ml. de solución de tiocianato de potasio al 20%. Agitar vigorosamente durante 10 seg., dejar separar, recoger la capa de agua. Transferir

una porción de la solución de alcohol isoamilico a un tubo colorimétrico, tomar precaución hasta quitar cualquier gotita y comparar.

Transferir con una pipeta 1.0 ó 2.0 ml. estándar de trabajo equivalente a 0.05 y 0.1 mg. de Fe., respectivamente, dentro de cada uno de los matraces volumétricos. Adicionar 1 gota de ácido nítrico conc., 10 ml. de ácido clorhídrico y hacer un volúmen de 30 ml. con agua. Transferir de 10 a 30 ml. en un embudo separador, adicionar 1 ml. de ácido clorhídrico, - 1 ó 2 gotas de solución de permanganato de potasio 0.1 N y mezclar. Adicionar 5 ml. de alcohol isoamilico y 5 ml. de solución de tiocianato de potasio - al 20%. Agitese vigorosamente por 30 seg., recoja la capa acuosa y compare la capa de alcohol isoamilico con la desconocida. Las cantidades presentes de materiales biológicos, cobalto, manganeso, nickel y zinc no interfieren con - el color desarrollado. El cobre si está presente en apreciable cantidad debe ser removido.

Modificación Thompson<sup>(10)</sup>: El método del tiocianato fué usado también por - - Thompson, quien empleó una alta concentración de ácido clorhídrico, a altas concentraciones de tiocianato de potasio, y destiló alcohol isiamílico como el extracto para evitar interferencia de calcio y fosfatos.

Soluciones estándar de fierro. Solución Stock. Pesar 1 gr. de Fe. exactamente que esté seco, en un vaso de precipitado. Disolver en 1-2 ml. de ácido clorhídrico al 20%, el ácido nítrico concentrado tiene que ser adherido. - Cuidadosamente evaporar hasta secar y disuelva en la mínima cantidad de -- ácido clorhídrico. Transferir cuantitativamente en un matraz de 1 litro. Es-

ta solución Stock contiene 1 mg. de Fe por mililitro.

Estandar de Trabajo. Diluya 10 ml. de solución Stock a 1000 ml., adicionando unas gotas de agua de Bromo hasta que sean 1000 ml. de volúmen.

Esta solución contiene 10 microgramos de Fe por mililitro.

Preparación de la muestra. Transferir exactamente de 3 -5 gr. dependiendo del Fe contenido a 300 ml. calcinar, adicionar 10 ml. de ácido nítrico, y caliente para oxidar. Entonces a la oxidación inicial, adicione 2 ml. de ácido sulfúrico concentrado y ebulle hasta que comience a carbonizar. Prepare -- muestras líquidas, tomando volúmenes apropiados, dependiendo del Fe contenido, y concentrando hasta un volúmen pequeño en presencia de 10 ml. de ácido nítrico después el ácido sulfúrico es adicionado.

Adicionar ácido nítrico, unos pocos mililitros a veces ó -- preferentemente unas gotas, hasta que la oxidación sea cercana completada como evidencia por obscurecimiento lento a la evolución de los humos de -- trióxido de sulfuro. Remueva la flama y deje enfriar el matraz lentamente. Adicione 1 ml. de ácido perclórico y continúe calentando hasta que la solución esté clarificando, puede ser necesario adicionar unas pocas gotas más de áci do nítrico hasta que esté completa la oxidación. Calentar hasta el punto donde salga copiosamente humos blancos ó trióxido de sulfuro aparece y el ácido perclórico es destruído.

La solución final será coloreada, ó, tendrá un color pajoso. Enfriar, adicionar 40 ml. de agua redestilada, y ebulir hasta que aparecen --

nuevamente humos blancos de trióxido de sulfuro. Continúe calentando durante 5 min. hasta completa oxidación y eliminación de ácido perclórico y nítrico. Enfriar, adicionar 10 ml. de agua redestilada, y cuantitativamente transferir hasta 100 ml. en un matraz con lavados de pequeñas porciones de agua redestilada hasta el volúmen cercano a los 100 ml. Enfriar a temperatura ambiente y diluir el volúmen.

Método alternado de preparación de muestra. Este método es particularmente ventajoso para alimentos de alto contenido de grasa.

Transferir un peso aproximado de muestra de 300 ml., adicionar 5 ml. de peróxido de hidrógeno al 30% y 2 ml. de ácido sulfúrico concentrado y continúe hasta que la carbonización ocurra otra vez. Se procede como en el método regular, empezando con la adición de ácido nítrico, unos pocos mililitros hasta un tiempo.

Procedimiento. Transferir una alícuota de 25 ml. de solución preparada a un embudo separador de 125 ml. y adicionar 5 ml. de ácido clorhídrico concentrado. Adicionar 1 ml. de persulfato de potasio al 2% y remolinear el embudo separador hasta completar la mezcla. Adicionar 20 ml. exactamente de reactivo de tiocianato de potasio al 20% hasta coloración, entonces adicionar exactamente 25 ml. de alcohol isobutílico y agitar por 2 minutos. Quite la capa acuosa. Invierta y lentamente revuelva el embudo hasta desalojar cualquier partícula de agua lavando las paredes y dejar reposar por 10 minutos. Quite las pequeñas cantidades de agua el cuál fué separado por el alcohol, y transferir la capa de alcohol secandola hasta 50 ml. en un matraz --

Erlenmeyer, inmediatamente leer el por ciento de transmisión adicionar pequeñas cantidades (0.1 g.) de anhídrido de sulfato sódico y agitar, quitar las partículas suspendidas de agua del extracto de alcohol. Leer a 485 milimicras, dando un reactivo blanco a 100% de transmisión. Obteniendo los microgramos de Fe partir de una curva estandar y convertir a partes por millón.

Sí el color es también intenso rojo (en exceso 50 microgramos) repetir la determinación, usando una pequeña alicuota de la muestra preparada. Como es importante que el radio de volúmen se mantiene constante, la diferencia en el tamaño de la alicuota debe ser hecha por la adición de agua destilada, por ejemplo, si una alicuota de 15 ml. es usada en lugar de la usual - 25 ml. , corregir la diferencia en volúmen por adición de 100 ml. de agua destilada.

Preparación de la curva estandar. Desarrollar el color sobre incrementos - de estandares de trabajo en el rango de 0 a 60 microgramos de fierro. Una - fórmula conveniente es la siguiente:

5 ml. de ácido clorhídrico concentrado x ml. de estandar  
(25-x) ml. de agua redestilada.

A partir de este punto se procedió exactamente como redondeo en el método, empezando con la adición de persulfato de potasio. Graficar la concentración de por ciento de transmisión nuevamente sobre papel semiloga-rítmico.

MANGANESO. Es ocasionalmente necesario determinar manganeso contenido en alimentos porque el manganeso es considerado un micronutriente.

Método Periodato de Willard-Greathouse. El método periodato es conveniente para estimar cantidades de manganeso de menos de 1 mg. Después de quitar los cloruros, la sal de manganeso oxidada a permanganato por medio de periodato y el color producido es comparado con estándares. Fairhall prefiere el método periodato al método persulfato descrito posteriormente.

Es necesario, calcinar la muestra a una porción en un plato de sílica. Tome ácido clorhídrico y evapore hasta secar. Evapore el líquido de la muestra y seque con ácido clorhídrico conc., adicione unos pocos mililitros de ácido sulfúrico (1:2) y 3 a 4 gotas de ácido nítrico concentrado. Evapore cuidadosamente hasta secar en un baño de agua, terminando la evaporación por la ignición débil con un mechero Bunsen. Adicionar 2 a 2.5 ml. de ácido sulfúrico (1:2) y poca agua, evaporar hasta humos blancos de trióxido de sulfuro, quitar todas las trazas de cloruros. Enfriar, diluir, y filtrar dentro de un matraz de 50 ml. para oxidación. Adicionar a la solución una o dos pequeñas piedras pomex, previamente purificadas por ebullición con ácido sulfúrico al 5% y un poco de periodato. Evaporar despacio cerca de 10 ml., donde la concentración de ácido sulfúrico será una solución del 5 al 6%. Adicionar 0.3 gr. de periodato de sodio o periodato de potasio e insertar en un matraz de epera. Calentar hasta ebullición, en inmersión de un baño de agua y calentar por 30 min. Enfriar y transferir a los tubos colorimétricos. Dependiendo de la profundidad de color, use tubos de 10, 22.5, 50 ó 100 ml., y diluya hasta

la marca acordada.

Preparación de los estándares. Sulfato manganoso estandar. Disuelva 0.1438 g. de permanganato de potasio en agua conteniendo de 2 a 3 ml. de ácido sulfúrico - 2N. Reduzca por la adición de 0.4 gr. de sulfato de sodio, ebulle el exceso de dióxido de sulfuro, enfríe, transfiera a un matraz de 1 lt., y haga el volúmen. - Un mililitro es equivalente a 0.05 mg. de manganeso.

Reactivo ácido sulfúrico. Adicionar 120 ml. de ácido sulfúrico conc. a 1500 ml. de agua. Diluir a 2 lt. Adicionar 2.4 gr. de periodato de sodio ( $\text{Na}_2\text{H}_3\text{IO}_6$ ), calentarlo hasta ebullición en un baño de agua durante 30 min. Esto da un ácido sulfúrico al 6% por volúmen de solución.

Color Estandar. Oxide exactamente 20 ml. de solución de manganeso estandar, al cual se le adiciona 1.2 ml. de ácido sulfúrico conc. y 30 ml. de ácido sulfúrico al 6%, con 0.3 gr. de periodato usual. Enfriar, transferir a un frasco de 1 lt. y hacer el volúmen con reactivo de ácido sulfúrico al 6% hasta un litro. - Un mililitro de esta solución es equivalente a 0.001 mg. de manganeso.

Método Persulfato. En este método el sulfato manganoso es oxidado a permanganato por medio de persulfato de amonio.

Las muestras conteniendo muchos cloruros y materia orgánica son los mejores tratados de cloro y la materia orgánica en la manera descrita - por el método de periodato. Muestras contenidas de poco cloro ó materia orgánica puede ser tratado como sigue:

Procedimiento. Tome una alícuota conteniendo no más de 0.2 mg. de manganeso. Adicione 2 ml. de ácido nítrico y haga un volúmen de 50 ml. Precipite cualquier cloro por la adición de solución de nitrato de plata, conteniendo 20 gr. de nitrato de plata,  $\text{AgNO}_3$ , en 1 lt. de agua, adicione menos de 1 ml. en exceso. Adicione cerca de 0.5 gr. de cristales de persulfato de amonio y agite la solución hasta el color máximo de permanganato. Esto usualmente lleva cerca de 10 min. al mismo tiempo de reposo prepare estandares diluyendo porciones de 0.2, 0.4, 0.6 ml. de solución de sulfato manganoso estandar cerca de 50 ml. tres de ellos exactamente como la muestra fué tratada. Transferir la muestra y los estandares a 50 ml., a los tubos nessler y comparar los colores inmediatamente.

Para preparar la solución de sulfato manganoso para este método, disuelva 0.2873 gr. de permanganato de potasio en 100 ml. de agua destilada. Acidifique la solución con ácido sulfúrico y caliente hasta ebullición. Adicione lentamente una cantidad suficiente de solución diluída de ácido oxálico -- hasta descargar el color. Enfríe y diluya hasta 1 lt. Un mililitro de esta solución contiene 0.1 mg. de manganeso.

## NICKEL

Método Dioxima. El nickel es usado como catalizador en la hidrogenación para hacer grasas. Puede a veces contaminar las grasas que se producen. Un simple y conveniente medio de detección y estimación en grasas es aislar el nickel por solución en ácidos y, subsecuentemente precipita con dimetilglioxima ó alfa-ben-

zildioxima.

Procedimiento. Poner una cantidad pesada de grasa, 250 gr., en un matras, -- adicionar una cantidad igual de ácido clorhídrico, y calentar en baño maría por 1 ó 2 hr. con agitaciones frecuentes. Transferir la mezcla a un embudo separador y quitar la capa ácida. Filtrar y evaporar un plato de porcelana en baño maría.

Disuelva el residuo en 50 ml. de alcohol absoluto caliente, rindiendo con alcalino con hidróxido de amoníaco, y adicionar 50 ml. de solución saturada de dimetilglioxima ó alfa-benzildioxima. Caliente la mezcla por unos pocos minutos sobre un baño y filtre, lave con alcohol caliente, seque a 110° C, enfríe, y pese.

Si alfa-benzildioxima fué usada, entonces el peso del precipitado multiplicado por el factor, 0.1093 igual al peso del nickel. Si la dimetilglioxima fué usada, entonces el peso del precipitado multiplicado por el factor, 0.2032 igual al peso del nickel.

Método Ditiooxalato de Potasio. Muy pequeñas cantidades de nickel pueden ser determinadas por el uso de este método. El nickel es separado del fierro y si es necesario del cobalto.

Estas concentraciones son entonces determinadas por la formación de Magenta-ditiooxalato de nickel coloreado.

Procedimiento. Evapore, seque, y carbonice el espécimen en un plato de porcelana. Caliente a baja temperatura, empezando cuidadosamente de no fundir las cenizas. Enfriar, adicionar 15 ml. de ácido clorhídrico (1:1) y suficiente agua, si es necesario tape el residuo. Cubra el plato con un -- vidrio de reloj y caliente hasta ebullición.

Filtre, y extraiga dos veces con agua caliente. Limpie el plato si no fuera obtenido, retorne el papel filtro y el residuo al plato de carboni-- zación original, seque, y recarbonice en una mufla. Extraiga directamente. Combine todas las extracciones filtradas y lavandolas, y neutralice con ácido clorhídrico con hidróxido de amonio, usando naranja de metilo como indica-- dor. Adicionar unas pocas gotas de ácido clorhídrico mientras la solución -- se acidifica. Sature con solución fría de sulfuro de hidrógeno y deje reposar varias horas. Filtre y lave el precipitado con agua de sulfuro de hidrógeno. -- Combine el filtrado y lavando, el cual contiene el nickel, y ebulle hasta quitar el sulfuro de hidrógeno, adicionar agua de bromo hasta oxidar el fierro, has-- ta el estado férrico.

Si el cobalto está presente o ausente es necesario liberar la so-- lución solo de fierro, el cual interfiere con la determinación. Enfriar ligera-- mente solución ácida, adicionar 10 ml. de solución de acetato de amonio al 50% y 0.5 ml. de ácido acético glacial.

Dentro de esas condiciones, el fierro es precipitado en lo frío. Agitando evitaremos la reacción de fierro en estado ferroso. Filtrar la solu-- ción fría a través de un papel filtro dentro de un matraz. Diluir a volúmen co

nocido dependiendo de la concentración de Níquel. Transferir 50 ml. de esta solución a tubos Nessler y adicionar pequeñas cantidades de ditiooxalato de potasio. Si hay níquel presente se desarrolla una vez el color claro magenta. Si el níquel está ausente no desarrollará color excepto un amarillo ligero.

Procedimiento en la presencia de cobalto. Si el cobalto está presente, puede ser separado del níquel. Haciendo que ambos, calcio y magnesio sean precipitados como oxalatos y fosfatos respectivamente. Entonces el níquel es aislado con benzildioxina y subsecuentemente puede ser estimado como se detalló. A la solución de níquel, adicionar 10 ml. de solución de citrato de sodio al 20% para prevenir la precipitación de fierro. Adicionar solución de oxalato de amonio saturado y precipita calcio. Cuando la precipitación está completa, adicione solución diluída de hidróxido de amonio lentamente hasta precipitar fosfatos de amonio y magnesio en la misma solución. Filtrar. Disuelva los precipitados en ácido clorhídrico y entonces precipita calcio y magnesio como oxalatos y fosfatos como se dijo antes.

Filtrar y combinar estos filtrados con el principal filtrado. Este paso recobra cualquier níquel ocluído en los precipitados de calcio y magnesio. El filtrado alcalino, adicione un exceso de benzildioxina, filtre el precipitado del plato, disuelva en agua regia y evapore la solución ácida sobre platos de porcelana secandola. Disuelva unas pocas gotas de ácido clorhídrico diluído y haga un volúmen en un frasco volumétrico. Determine níquel volumetricamente con ditiooxalato de potasio.

Estandares contenido de 0.005 a 0.05 mg. de níquel puede ser preparado disolviendo una porción pesada de níquel dimetilglioxina el cual -- contiene 20.32% de níquel, en agua regia, evaporando, redisolviendo en ácido clorhídrico, evaporando nuevamente, redisolviendo en ácido clorhídrico, y haciendo un volúmen conocido. Prepare estandares haciendo diluciones adicionales.

Altas concentraciones de níquel pueden ser incomparables en un colorímetro.

### COBALTO.

El cobalto es un micronutriente, el método modificado de la sal R nitroso es el utilizado para esta determinación en alimentos.

Solución estandar de cobalto. Disuelva 0.0249 gr. de oxalato de cobalto,  $\text{CoC}_2\text{O}_4$  en 100 ml. de ácido clorhídrico 6N y diluya a 1000 ml. con agua, -- transfiera 100 ml. de esta solución a un matraz volumétrico de 1 litro, -- adicione 10 ml. de ácido clorhídrico 6N, y diluya hasta el volúmen. 1 ml. de esta solución estandar equivalente a 0.001 mg. de cobalto.

Procedimiento. Transfiera una porción alicuota de la muestra preparada a un vaso de precipitado. Filtrar, si es necesario, y lavar 3 veces con agua. Evaporar hasta secar, adicione 2 ml. de ácido nítrico concentrado y evaporar hasta secado. Disuelva la muestra por ebullición en 10 ml. de agua y -- 2 ml. de ácido clorhídrico 6N. Neutralice la muestra con solución de hidróxido de sodio al 20% usando fenoftaleína como indicador. Adicione 2 ml.

de ácido Spekker (preparado de 150 ml. de ácido fosfórico, gravedad específica 1.75, y 150 ml. de ácido sulfúrico, gravedad específica 1.84, diluidos a 1 litro con agua), 10 ml. de solución acuosa de sal R nitroso 0.1% -- adicione 10 ml. de trihidrato acetato de sodio al 50% (w/v solución). Llevar la mezcla a vigorosa ebullición, adicionar 5 ml. de ácido nítrico concentrado, ebullición la mezcla por 1 ó 2 minutos. Enfriar, diluya a 100 ml. con -- agua, y obtiene la diferencia de densidad óptica entre la solución problema y un reactivo blanco balanceado a cero sobre un espectrómetro universal Coleman a 510.

Estimar la cantidad de cobalto de una gráfica de curva estándar de densidad óptica nueva concentración, preparada de una serie de 0 a 0.500 mg. de cobalto estándares llevados a cabo a través del mismo procedimiento.

### CALCIO.

El calcio puede ser estimado en alimentos por varios métodos. Después preparando una calcinación en las maneras antes dichas, el calcio -- puede ser precipitado como el oxalato o un pH a el cual el magnesio no regre -- sa. El precipitado de oxalato de calcio puede ser colectado por centrifuga -- ción, calcinado a obtener el óxido y estimado titulado en presencia de ácido -- bórico.

Reactivo. Solución indicador Ma-Zuzaga. Prepare solución de rojo de metilo a 0.1% en alcohol de 95%. Mezcle 5 volúmenes de indicador verde de --

bromocresol con 1 volúmen de indicador rojo de metilo.

Procedimiento. Poner en un tubo centrífugo solución suficientemente neutral ó ligeramente ácida que contenga de 0.1 a 0.2 mg. de Ca. en la alicuota. Adicionar una gota de solución de indicador de azul de timol.

Adicionar una cantidad de solución saturada de oxalato de amonio equivalente al volúmen de la muestra tomada para análisis. Adicionar solución de NaOH gotearla hasta que el azul de timol se torne amarillo. Deje reposar durante 3 horas hasta permitir que el oxalato de calcio se fije. Centrifugar a 1000 r.p.m. por 10 minutos, aspirar la supernata líquida, adicionar 1 ml. de solución de oxalato de amonio al 0.5% y continuar. Aspirar la supernata líquida, secar el tubo centrífugo a unos 100°C, quitar del horno y poner en una mufla de 450°- 500°C. por 1 hora. Quitar la mufla, dejar enfriar y poner en un baño maría a ebullición. Adicionar, con la ayuda de una pipeta calentada, 0.5 ml. de una solución de ácido bórico al 20% y mantener el tubo en baño maría con agitamientos continuos hasta que el precipitado sea completamente disuelto. Quitar el tubo del baño, adicionar 2.5 ml. de agua y agitar inmediatamente. Adicionar 2 gotas de solución de indicador de Ma-Zuzaga y titular con ácido clorhídrico 0.01 N hasta la primera indicación rosa. Use un tubo de comparación conteniendo 0.5 ml. de ácido bórico, 2.5 ml. de agua y 2 gotas de solución de indicador.

Método Permanganato. En este método, el calcio es precipitado como el oxalato y la cantidad de calcio es determinada por medio del tratamiento del permanganato del equivalente del ácido oxálico. Esto es aplicable al fluor y a el

pan.

Procedimiento. Calcinar 10 gr. de pan secado con aire o fluor. Como es detallado en el método de O-Fenantrolina para fierro.

Continúe con el proceso hasta el punto en el cual la solución de ácido clorhídrico es filtrada dentro del matraz y filtrar dentro de un vaso de precipitado instantaneamente o use 50 ml. de la solución de la determinación de fierro, y poner estos 50 ml. en un vaso de precipitado. Adicionar 8-10 gotas de verde bromocresol. Adicionar suficiente solución de acetato de sodio al 20%, preparada disolviendo 20 gr. de  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$  en agua y diluir hasta 100 ml. y de pH de 4.8 a 5 el cual el punto es azul, tapar con un vidrio de reloj y calentar hasta ebullición. Adicionar lentamente solución de ácido oxálico al 3%, una gota cada 3-5 seg. hasta que el pH es reducido de 4.4 a 4.6, lo cual es lo óptimo para la precipitación del oxalato de calcio y el cual el pH es el indicador que es verde. Ebullición por 1-2 min. y dejar reposar varias horas. Filtrar la solución de supernata, y lavar el vaso de precipitado y el precipitado, y filtrar con una cantidad de 50 ml. de solución de hidróxido de amonio diluido (1:50) usando pequeñas porciones de solución para lavar, - deliverada con la ayuda de un frasco limpio con un fino tapón. Lavar los filtra dos rompiendo el pico del papel filtro, si fué usado, con una mezcla de 125 -- ml. de agua y 5 ml. de ácido sulfúrico a 80-90° C. Recogiendo el ácido lavado en el vaso de precipitado original. Trate a 70-90° C. Con solución de per manganato de potasio 0.05 N hasta que sea obtenido un ligero color rosa, adiccionar el papel filtro y continúe el tratamiento si es necesario. Un mililitro

de solución de permanganato de potasio 0.05 N es equivalente a 1 mg. de calcio.

### ALUMINIO.

El aluminio no es considerado un metal tóxico. De cualquier modo esto ocurre algunas veces en alimentos y en grandes cantidades es vencido claramente la adición de aluminio a soluciones picantes y como un componente de la polvora. Puede ser determinado simplemente con un grado de exactitud, en presencia de fierro por el método Cancel. Los materiales alimenticios son calcinados por la vía seca y la sílica deshidratada como es usual. Si no hay metales pesados, el residuo es ahora llevado en 5 ml. de ácido clorhídrico y 50 ml. de agua, filtrados y lavados.

El filtrado y el lavado son hechos con 200 ml. y es adicionado hidróxido de aluminio diluido hasta la precipitación el cual se disuelve con — dificultad. Un exceso de tiosulfato de sodio es adicionado y la solución es ebullición cuidadosamente, hasta que todos los dióxidos de sulfuro son expelidos. Filtrar el precipitado de hidróxido de aluminio sobre papel filtro de cenizas y lavar con solución de nitrato de amonio al 2%.

Carbonizar y rápidamente llevar a peso constante. Enfriar y pesar como óxido de aluminio,  $Al_2O_3$ .

La reacción es:



El método, como podemos ver, depende de los precipitados de aluminio como hidróxidos por ebullición con tiosulfato de sodio en solución -- neutral.

Pequeñas cantidades de aluminio pueden ser estimados colorimétricamente como es parecido con el ácido aurintricarxílico el cual es --- también conocido como aluminón.

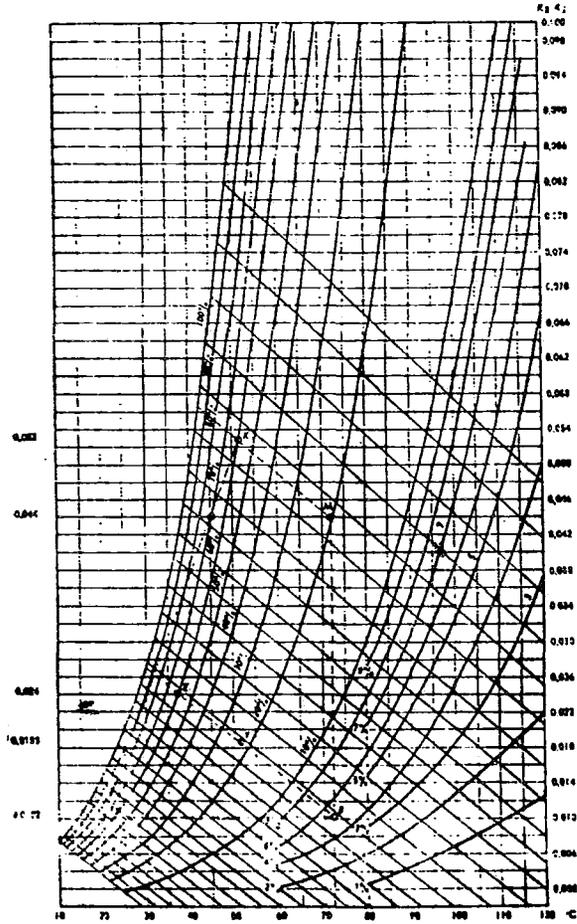


FIG. 1. CARTA PSICROMETRICA.

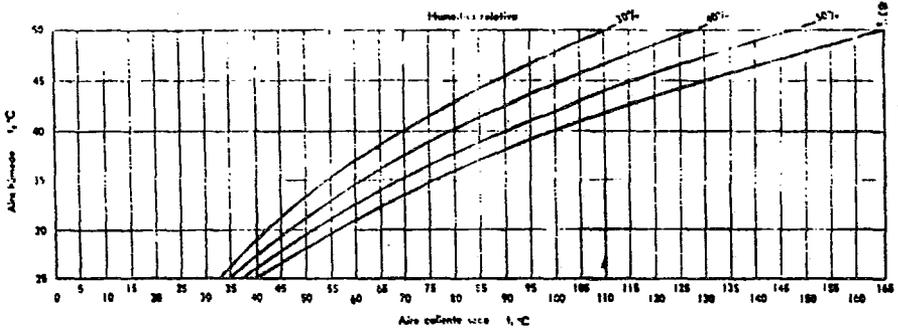


FIG. 2 GRAFICA PARA DETERMINAR  $t_1$  Y  $t_2$  SIENDO  $t_0 = 20^\circ \text{C}$  CON HUMEDAD RELATIVA 70%.

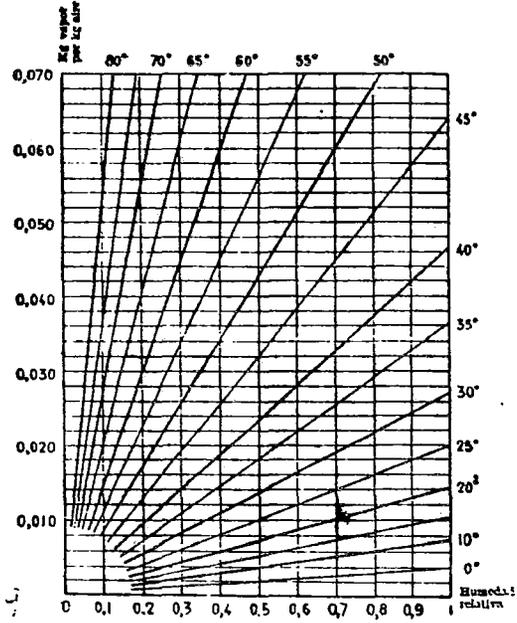


FIG. 3. GRAFICA DE LA HUMEDAD CONTENIDA EN EL AIRE A DISTINTAS TEMPERATURAS Y HUMEDAD RELATIVA.

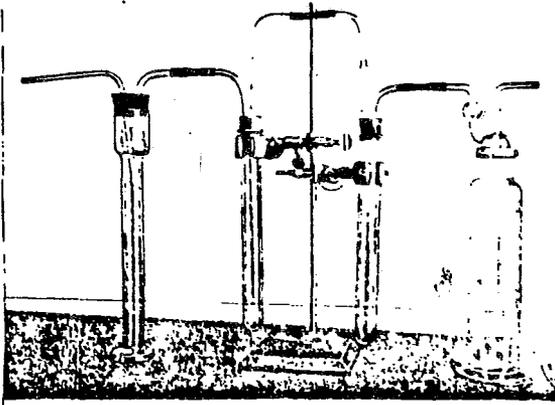


FIG. 4 . APARATO PARA LA AERACION DE AMONIO

<p><b>Vitamina A</b>.....</p>	<p>Excitante de los fenómenos del crecimiento, del apetito y de la digestión; mantiene la integridad de los tejidos epiteliales nerviosos; impide las afecciones del aparato respiratorio, y la xerofalmia. Está contenida en los vegetales al estado de pigmento: el caroteno, que se transforma en vitamina después de ingerido.</p>	<p>Los vegetales que contienen vitamina A en abundancia, son: zanahorias, coles, lechuga fresca, escarola, espinacas, guisantes, nabos, melocotones, albicoques.</p> <p>Los que la contienen en cantidad notable, son plátanos, melones, naranjas, ananas, cítricos, espárragos frescos, habas frescas, guisantes frescos, tomates, berros, alfalfa y trébol.</p>
<p><b>Vitaminas del complejo B</b></p>		
<p><b>Vitamina B<sub>1</sub></b>, tiamina o aneurina.....</p>	<p>Excita el crecimiento, estimulando el metabolismo. Está contenida, principalmente, en la corteza de los cereales.</p>	<p>Las nueces son las que contienen mayor cantidad de esta vitamina, y luego guisantes, habichuelas verdes, coliflor, espinacas, tomates, nabos, zanahorias, trigo, cebada, avena, centeno, maíz y levadura de cerveza.</p>
<p><b>Vitamina B<sub>2</sub></b>, lactoflavina o riboflavina.....</p>	<p>Es la vitamina característica del crecimiento, y su falta es causa de depresión general orgánica.</p>	<p>Casi todos los vegetales la contienen en pequeña proporción.</p>
<p><b>Vitamina B<sub>3</sub></b>, adermina.....</p>	<p>Para la curación de la pelagra.</p>	<p>Está contenida en varias clases de granos.</p>

TABLA 1. ALGUNAS VITAMINAS

Factor PP - nicotínico.....	Antipelagrosa; indispensable al organismo.	Los vegetales que la contienen son habas, patatas, nabos, guisantes secos, trigo, avena, maíz, soja y levadura de cerveza.
Ácido pantoténico.....	Contra la dermatitis.	La contienen: tomates, patatas, zanahorias, coles, maíz, cáscara de arroz.
Vitamina C...	Antiescorbútica.	Se encuentra en gran abundancia en: perejil, pimientos, espinacas, berros, fiamonc, naranjas y pomelos. En notable cantidad en: apios, cebollas, guisantes frescos, tomates, ruibarbo, nabos, mandarinas, fresas, coltro, manitas y fresas. En menor cantidad en: acelgas, zanahorias, guisantes, patatas, calabazas, coles, pimientos, escarolas y nabos.
Vitamina D...	Antirraquítica; regula la absorción y el metabolismo del calcio y del fósforo.	Está presente en muy pocos vegetales: cacao, dátiles, tomates, cereales.
Vitamina E...	Antiestéril	Se encuentra en: lechugas, espinacas, berros, habas, guisantes y germen de cereales.
Vitamina K	Antihemorrágica	Se encuentra particularmente en las hojas verdes de las plantas, y en menor cantidad en los frutos de: trébol, ortigas, espinacas, coles, fresas, tomates y mirasol (seuillas); y algunas otras plantas.

TABLA. 1. ALGUNAS VITAMINAS

	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>6</sub>	PP	A bio- punto- frutas	C	D	E	K
Melocotones .....	AAA									
Albaricocas .....	AAA									
Plátanos .....	AA									
Melones .....	AA									
Narajón .....	AA						AAA			
Ananas .....	AA	AA					AA			
Ciruelas .....	AA									
Nueces .....		AA								
Limonas .....		AAA					AAA			
Pomelos .....							AAA			
Mandarinas .....		AA								
Cedros .....		AA								
Pera .....		AAA								
Dátiles .....							AA			
Zanahorias .....	AAA	AA	A			A	AA			
Coles .....	AAA					A	A			
Lechugas frescas .....	AAA									
Escarolas .....	AAA						AA		A	
Espinacas .....	AAA	AA					AAA			A
Cambur frescos .....	AAA				A		AAA			
Nabo .....	AAA				A		AAA			
Lechugas .....	AA									
Alcachofas frescas .....	AA		A							
Guisantes secos .....	AA									
Tomates .....	AA	AAA				AA	AA	AAA		AA
Berros .....	AA						AAA		A	
Habich. verdes .....		AA								
Coliflor .....		AA								
Papas .....					A		AA			
Cebollas .....							AA			
Ruibarbo .....							AAA			
Aspárgos .....							AA			
Pepinos .....							AA			
Calabaza .....							AA			
Trigo .....		AAA		A	A			A	A	
Cebada .....		AAA		A	A			A	A	
Avena .....		AA			A			A		
Centeno .....		AA		A				A	A	
Morz .....		A						A		
Arroz (edescam) .....					A	A				
Miñón .....						A				
Soja .....	AA	A			A					A
Alfalfa .....	AAA									
Trebol .....	AA									AA
Ortiga .....										AA

TABLA 2. CUADRO DE LA DISTRIBUCION DE LAS VITAMINAS EN LOS VEGETALES.

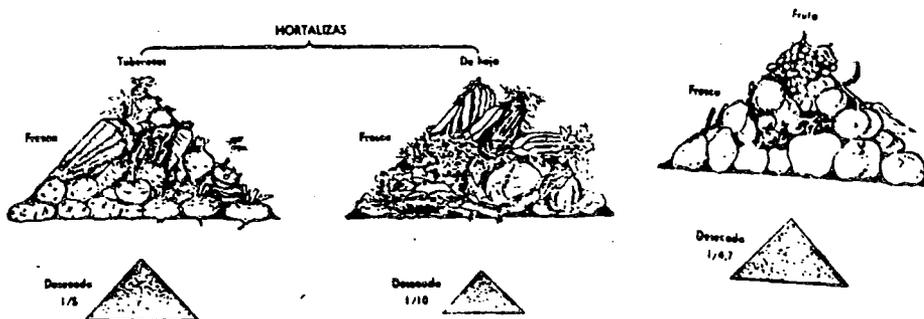
TABLA 3 . TABLA COMPARATIVA DEL PESO DE FRUTAS FRESCAS Y SECAS Y SU VOLUMEN.

Frutas	Frutas frescas m <sup>3</sup>	Frutas secas m <sup>3</sup>	Peso kg
Manzanas .....	1,7	0,2	100
Alliarloquias .....	1,1	0,26	185
Melocotones .....	1,6	0,23	170
Petas .....	1,25	0,27	170
Citrucas .....	1,25	0,15	363
Uvas .....	1,25	0,10	263

Hortalizas	Peso kg
Habichuelas verdes .....	90
Coles .....	90
Zanahorias .....	85
Cebollas .....	90
Patatas .....	180
Cuisantes .....	120
Espinacas .....	90
Tomates .....	120

(BASE: 1000 KG. DE FRUTA FRESCA)

PESOS CORRESPONDIENTES A —  
1000 KG. DE HORTALIZAS VERDES  
DESECADAS.



RELACION DE VOLUMENES DE VEGETALES FRESCOS Y DESECADOS.

Frutas desecadas	Humedad residual %	Frutas desecadas	Humedad residual %
Manzanas .....	8 - 12	Allericorques .....	15 - 16
Papas .....	13	Melocotones .....	14 - 15
Chiricos .....	17	Uvas .....	10
Castañas .....	10 - 12	Higos .....	8

TABLA 4. PORCENTAJE MEDIO DE HUMEDAD RESIDUAL EN ALGUNAS FRUTAS DESECADAS.

Clase de vegetal	Humedad relativa del aire %	Temperatura °C	Humedad residual %
Coles .....	8 - 10	60	1,6
	30	60	8
	8 - 10	66	1,5
	30	66	5,3
	8 - 10	72	1,9
30	72	4	
Cebollas.....	8 - 10	60	3
	30	60	6,5
	8 - 10	66	2,2
	30	66	6
	8 - 10	72	2
30	72	5,2	
Zanahorias.....	8 - 10	60	2,5
	30	60	3,5
	8 - 10	66	3,0
	30	66	3,6
	8 - 10	72	2,5
30	72	2,5	
Patatas.....	8 - 10	60	2,7
	30	60	5
	8 - 10	66	2,6
	30	66	4,4
	8 - 10	72	2,7
30	72	1	

TABLA 5. RELACION EXISTENTE ENTRE LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE, LA TEMPERATURA Y - LA HUMEDAD RESIDUAL.

## CONCLUSION

Hemos analizado que la deshidratación y análisis de inorgánicos - en alimentos es un medio para mejorar tanto nutricionalmente como la calidad de los alimentos.

Es una herramienta fundamental en la industria deshidratadora - de alimentos y forrajes.

La gran ventaja de este proceso es que nos conserva en buen estado los productos alimenticios, ya que sin el agua contenida en ellos, no produce lo llamado pudrición, y su consumo generalmente se hace cuando las condiciones del tiempo no son favorables para su cosecha.

Otra cosa muy importante es que el alimento a pesar de haberse deshidratado sigue conservando su valor nutritivo como si fuera alimento fresco.

BIBLIOGRAFIA

1. ADAMS, HALL, AND BAILEY  
Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 7, 310 (1935).
2. BARBER AND KOLTAAFF  
J. Am. Chem. Soc. 50, 1625 (1928).
3. CALEY AND FOULK,  
J. Am. Chem. Soc. 51, 1664 (1929).
4. CLARK AND WILLITS  
Ind. Eng. Chem., Anal. Ed. 8, 209 (1936).
5. J. PISTONO RASCHIERI  
Desecación de los productos vegetales.  
Ed. Reverté, S.A.
6. MIRRIS B. JACOBS, Ph. D.  
The Chemical Analysis of Foods and Foods Products.  
D. Van Nostrand Co. Inc.
7. KERN DONALD Q.  
Procesos de Transferencia de calor  
C. E. C. S. A. , México 1974.



8. OVERMAN AND GARRET, IND. ENG. CHEM.  
Anal. Ed. 9, 72 (1937).
9. STUGAR  
Ind. Eng. Chem., Anal. Ed. 3, 390 (1931).
10. THOMPSON  
Ind. Eng. Chem., Anal. Ed. 16, 646 (1944).
11. TREYBAL ROBERT E.  
Operaciones con transferencia de masa.  
H. A. S. A., Argentina, 1973.
12. STANDART METHODS OF WATER ANALYSIS  
(8th., ed.), An. Pub. Health Assoc. New York. 1936.
13. WILCOX IND. ENG. CHEM., ANAL.  
Ed. 9, 136 (1937).
14. WINKEL AND MASS  
Zangew Chem. 49, 827 (1936).



## Impresiones Lupita

MEDICINA No. 25  
FRACC. COPILCO UNIVERSIDAD  
CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F.  
TEL. 548-49-79