

22j



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

**Factores que afectan el contenido de Vitamina C  
en Espinaca (*Spinacea oleracea* L.)  
Cosechada.**

**T E S I S**

Que para obtener el Título de:

**INGENIERO AGRICOLA**

P R E S E N T A :

*Maricela Martínez Jiménez*

DIRECTOR DE TESIS

**Biol. Silvestre Benítez Victoriano**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

CLASIFICACION BOTANICA

ESPINACA

(Spinacea oleracea L.)

REINO	PLANTAE
SUBREINO	EMBRYOBIONTA
DIVISION	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	MAGNOLIOPSIDA
ORDEN	CENTROSPERMAE
FAMILIA	CHENOPODIACEAE
GENERO	SPINACIA
ESPECIE	OLAREACEAE

A. Cronquis.

## INDICE

	Página
I.- INTRODUCCION.....	1
II.- ANTECEDENTES.....	3
1.- Características Botánicas.....	3
2.- Fisiología de Hortalizas.....	6
3.- Composición y Valor Nutritivo.....	23
4.- Ecología del Cultivo.....	33
5.- Cultivo de la Espinaca.....	38
6.- Vitamina C (ácido ascórbico) en Plantas.....	45
7.- Factores que Afectan la Concentración de Acido Ascórbico en Hortalizas.....	58
8.- Manejo de la Espinaca en la Fase de Poscosecha.....	69
III.- MATERIALES Y METODO.....	89
IV.- METODO DE ANALISIS.....	93
V.- RESULTADOS.....	98
VI.- DISCUSION.....	104
VII.- CONCLUSIONES.....	111
VIII.- BIBLIOGRAFIA.....	116

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS.

Tabla 1.- Niveles Comparativos de Respiración en Algunas Frutas y Verduras Cosechadas.....	7
Tabla 2.- Valor Nutritivo de Espinaca Congelada.....	28
Tabla 3.- Valor Nutritivo de Espinaca Fresca Comprada en un Mercado de Ruedas.....	30
Tabla 4.- Valor Nutritivo de Espinaca Comprada en Cualquier Mercado.....	32
Tabla 5.- Composición de la Espinaca.....	34
Tabla 6.- Producción Nal. de Espinaca y Estados donde se Cultiva.....	44
Tabla 7.- Valor Alimenticio de Algunas Hortalizas.....	49
Tabla 8.- Temperatura Máxima de Almacenaje en Varios Tiempos de Almacenamiento para Verduras y Frutas Congeladas.....	77
Figura 1.- Curso de la Respiración a 15°C de algunas especies de frutas después de la recolección.....	11
Figura 2.- Influencia de la Temperatura sobre la tasa respiratoria de algunas frutas y verduras cosechadas.....	14
Figura 3.- Estructura de los ácidos ascórbico, dehidroascórbico e isoascórbico.....	51
Figura 4.- Transformación del ácido dehidroascórbico a ácido 2-3 dicetogulónico.....	53
Figura 5.- Estructura del 2-6 diclorofeno-indofenol.....	55

## 1.- INTRODUCCION:

Las hortalizas son consideradas en general alimentos de alto valor nutritivo en vitaminas y minerales y de bajo valor energético; la espinaca, hortaliza de la cual se consumen las hojas, lámina y peciolo, está considerada como un alimento con alto contenido de vitamina "C".

En México los antecedentes disponibles sobre el valor nutritivo de las hortalizas, son escasos disponiéndose solamente de algunos datos recientes del Instituto Nacional de la Nutrición al respecto.

Considerando la importancia que podría tener el relacionar la producción de una determinada hortaliza (especie y cultivar) bajo condiciones específicas (localidad, estación, etc) con su contenido de vitamina C como un indicador de su valor nutritivo, se decidió realizar el presente trabajo experimental que tuvo como objetivo inicial: Obtener antecedentes y discutir el efecto de diferentes niveles de fertilización nitrogenada sobre el contenido de vitamina C, de espinaca cultivada en Cuautitlán Edo. de México en invierno.

Para esto se tomaron muestras de espinaca de un experimento sobre este cultivo realizado en el campo 4 de la F.E.S.C. en el ciclo invierno 81-82, con diferentes niveles de fertilización nitrogenada. Estas muestras se congelaron para ser analizadas posteriormente, según lo indicaba alguna bibliografía disponible (Rdz. C. 1971). Durante el desarrollo del trabajo experimental de laboratorio se vió la necesidad de hacer ajustes al método de análisis que se tenía (Rdz. C. 1971) detectándose la destrucción del ácido ascórbico en las muestras de espinaca congelada proveniente del cultivo hecho.

Por lo que al realizar los respectivos análisis de laboratorio, y habiendo probado con anterioridad el método con espinaca fresca, se observó que no se obtenía ningún resultado ya que el contenido de ácido ascórbico presente en las muestras de espinaca se había oxidado debido al tiempo y al congelamiento; por lo que se procedió a realizar una investigación mas profunda sobre las causas que originan la irreversibilidad en la reacción de óxido reducción del ácido ascórbico a ácido dehidroascórbico, así como el manejo que se debe dar a la espinaca una vez que se coseche.

Aunque no se obtuvieron resultados positivos en cuanto al primer objetivo del trabajo, éstos se discutieron en base a la investigación realizada.

Por lo anteriormente expuesto los objetivos del trabajo son:

1.- Recopilación de información sobre los diferentes factores que influyen sobre el contenido de vitamina C en espinaca cosechada. Analizando dicha información de la siguiente forma:

- a.- Factores que afectan la concentración de ácido ascórbico en hortalizas.
- b.- Influencia de la velocidad de respiración en los cambios que se producen en las hortalizas cosechadas.
- c.- Factores ambientales que influyen sobre la velocidad de respiración en hortalizas cosechadas y que repercuten directamente en el valor nutritivo de éstas.

2.- Manejo de la espinaca en la fase de poscosecha.

3.- Discutir en base a la bibliografía los resultados obtenidos.

## II.- ANTECEDENTES.

### 1.- CARACTERISTICAS BOTANICAS:

Sistema de raíces: Es débilmente desarrollado y está superficialmente situado. La mayor parte de las raíces laterales se extienden en la capa del suelo a profundidad de 30 cm. Las ramificaciones de la raíz principal a una profundidad de 30 centímetros son numerosas pero muy cortas. Esta particularidad del sistema de raíces de la espinaca determinan sus grandes exigencias con relación al balance de humedad del suelo - sobre todo en las fases tempranas de su desarrollo.

Tallo: Antes de pasar la vernalización y la etapa de iluminación, es muy corto. Esta característica biológica hace posible que la roseta de hojas se forma compacta, en donde se acumulan sustancias nutritivas de reserva, necesarias para el crecimiento rápido del tallo y la formación de los órganos reproductivos después de transcurridos los estudios de vernalización y de iluminación.

Hojas: Las hojas de la roseta pueden ser distintas en su forma, tamaño, color, carácter de la superficie, etc., de acuerdo con las características de las diferentes variedades y las condiciones en que se cultiven las plantas. Sus peciolo son diferentes en cuanto a longitud. El limbo de la hoja puede ser redondo, ovalado, o en forma de lanceta poco alargada, puede ser liso o arrugado en distinta proporción. Esta última característica del limbo depende no sólo de las peculiaridades de las variedades, sino también de la temperatura en que se cultiva la planta. En temperaturas relativamente bajas, los tejidos parenquimatosos entre los nervios de las hojas, crecen más rápidamente y por eso son más arrugados.

El tamaño de las hojas y el de la roseta de éstas también dependen mucho de las condiciones exteriores. En caso de suelos ricos, apropiado balance de humedad del suelo óptimo balance térmico y día corto, las hojas y la roseta llegan a ser mucho más grandes. Por eso cuando la espinaca se siembra en la primavera y el crecimiento de las plantas se realiza en condiciones desfavorables, en cierto grado (altas temperaturas, día largo) las hojas y la roseta se quedan pequeñas y con escasas sustancias nutritivas. En este caso el rendimiento disminuye considerablemente. Por este motivo la producción de espinaca ha de realizarse solamente durante los meses de otoño e invierno.

Las hojas situadas a lo largo del tallo floral son muy pequeñas, sésiles o de peciolo cortos y generalmente lisas. Después de crecidos los tallos florales, entre las plantas de espinaca se revelan 4 tipos según el carácter de sus órganos reproductivos los cuales son:

a.- Plantas masculinas: solamente dan flores masculinas, éstas son en general pequeñas y de poco follaje, sus hojas tienen un color verde amarillento, cuando más temprano crecen más rápidamente mueren.

b.- Plantas masculinas vegetativas: según el carácter de sus órganos reproductivos se parecen a las primeras pero tienen mejor follaje.

c.- Plantas monoicas (de flores masculinas y femeninas): en la inflorescencia se forman flores masculinas y femeninas en distinta correlación. Las plantas tienen buen follaje hasta el ápice del tallo.

d.- Plantas femeninas: su follaje es muy bueno, el mejor entre los 4 grupos. Las hojas llegan hasta los ápices de las ramificaciones.

Desde el punto de vista de la producción, las plantas mas-

culinas son indeseables porque son muy pequeñas y forman tallos florales más pronto, siendo este un defecto que se transmite de generación en generación.

En cuanto a la producción son mejores las femeninas porque tienen buen follaje, pero para producir semillas de ellas es necesario la presencia de plantas masculinas. Siendo las mejores desde cualquier punto de vista las plantas monoicas. La correlación entre los distintos grupos de plantas para las diversas variedades es diferente; en general la correlación entre las plantas masculinas y femeninas es de 1:1.

Flores: Las flores masculinas no tienen corola, sino solo cáliz de 4 sépalos y 4 estambres, éstos últimos situados opuestamente a las divisiones del perigonio, encorvados hacia dentro cuando están en botón, filamentos libres, anteras biloculares, dorsificadas de dehiscencia longitudinal, disco presente o ausente, actinomorfas con o sin brácteas, situadas en la parte apical del tallo central en racimos en forma de escoba.

Las flores femeninas están situadas en grupos en las axilas de las hojas y también en la parte apical del tallo central y de las ramificaciones, perigonio membranoso 3-5 lobulado, su cáliz tiene 2-4 sépalos, ovario súpero unilocular, con un óvulo de placentación basal, situado en el extremo de un largo funículo, estilo único, terminal con el estigma 2-3 dividido.

Fruto: Solo se encuentran en las plantas femeninas y son aquenios comprimidos y envueltos por el cáliz.

La espinaca es una planta de polinización cruzada a la que contribuye principalmente el viento.

Semilla: Son de color blanco mate de superficie áspera. No tienen tamaño uniforme. Las semillas mejores tienen un peso de 8-10mg en valores absolutos. Su capacidad de germinar se conserva hasta los 5 años.

## 2.- Fisiología de hortalizas:

Cada especie de plantas tiene un potencial genético el cual es influenciado por el medio ambiente; especialmente luz y temperatura influyen a través de la acción e interrelación de las hormonas en las plantas (auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno) dando de este modo ciertos rasgos de desarrollo, madurez y envejecimiento.

El desarrollo de la planta y consecuentemente el del producto es caracterizado por un cierto equilibrio entre síntesis y ruptura de los componentes químicos de las plantas. Los procesos que regulan el metabolismo y por lo tanto el desarrollo de la misma son fotosíntesis y respiración; en la medida que la planta se aproxima a la madurez el rango de fotosíntesis disminuye y el de respiración aumenta. Una vez que el producto es cosechado la fotosíntesis desaparece y la respiración es la función más importante durante el transporte y almacenaje del producto.

Las características más importantes del envejecimiento son: Un cambio en la curva respiratoria, la degradación de la clorofila, el cese de síntesis protéica y la destrucción de la célula.

En términos generales podemos decir que la tasa de respiración indica la rapidez con que se producen los cambios en la composición de un producto. Si como es corriente el producto se cosecha en el momento preciso, o próximo a que su calidad sea óptima para el consumo, una tasa elevada de respiración suele ir asociada por consiguiente, a un deterioro rápido, es decir el producto resulta muy perecedero. En la tabla 1 se indican los niveles de actividad respiratoria de algunos vegetales, determinados por la tasa de producción de dióxido de carbono.

Tabla 1. NIVELES COMPARATIVOS DE RESPIRACION EN ALCUNAS FRUTAS Y VERDURAS COSECIADAS

PRODUCTO	TEMP. °C	TASA DE RESPIRACION (mg. de CO <sub>2</sub> /Kg / hr)	
		Tasa normal	Periodo Climatérico máximo
Aguacate	20	70	310
Plátano	20	40	120
Mángo	20	44	126
Manzana	23	12-20	30-40
Tomate	22'2	51	*
Espárragos	22'2	271	*
Lechuga	25	55	*
Judías	22'2	183	*
Patatas	22	7-14	*
Espinacas	20	60-70	*

\*También presentan un periodo climatérico, aunque no se dispone de un valor máximo.

Fuente: Towfik, S. and Scott, L.E., J. Agric. Food Chem. 2,415 (1954).

Investigaciones recientes han demostrado que no solamente existe una considerable variación interespecífica en las tasas de respiración, sino que éstas pueden experimentar también variaciones considerables en las diversas partes de un mismo artículo, e incluso entre los diversos estratos de células (R.B. Duckworth. p83. 1968). Sin embargo, suele ser cierto como lo indica la tabla 1, que los productos con tasas totales de respiración relativamente reducidas pueden almacenarse durante largos períodos sin que pierdan su aceptibilidad de productos frescos. Esta relación se mantiene asimismo en cada especie de modo que a veces es posible realizar útiles predicciones sobre la vida comercial de un lote de productos determinando sus tasas de respiración. Esto se ha realizado por ejemplo, con diversas variedades de manzanas en las que se ha demostrado que con independencia de la tasa de respiración, si se recolectaban en una misma fase de maduración su límite de aceptibilidad se alcanzaba cuando se había producido un peso determinado de dióxido de carbono (equivalente a la pérdida de un 16% a un 20% de las reservas de carbohidratos de la fruta).

La cantidad de sustancias respirables que puede perder un producto sin que influya adversamente sobre su calidad experimenta amplias variaciones de un artículo a otro. Por ejemplo la calabaza confitera puede experimentar la pérdida de la mitad de sus carbohidratos totales iniciales a lo largo de un período

do de almacenamiento de seis meses y continuar siendo aceptable. Los guisantes por otro lado, pierden rápidamente su sabor dulce después de cosechados a causa del agotamiento rápido de su contenido en sacarosa mediante la oxidación respiratoria (R.B. Duckworth. p85. 1968).

Las frutas y verduras pueden dividirse en dos grupos principales de acuerdo con sus tipos de actividad respiratoria. La mayoría de los frutos carnosos, entre los que se incluyen hortalizas como el tomate, presentan una elevación temporal característica en su tasa respiratoria, que coincide normalmente con los cambios de color, sapidez y textura asociados con la maduración. Este máximo de la actividad respiratoria, que anuncia el comienzo del envejecimiento, se denomina el climaterio.

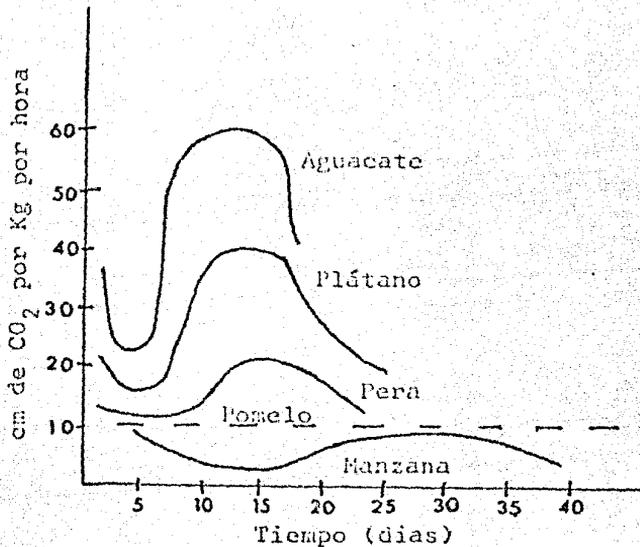
La elevación climatérica de la tasa respiratoria, que no va ligada con cambios de las condiciones ambientales, aparece asociada en muchos casos con un aumento de la síntesis proteica y esta nueva proteína parece consistir fundamentalmente en enzimas que intervienen sobre los diversos cambios que se producen durante la maduración de las frutas.

No se conocen totalmente las causas que determinan la elevación climatérica de la tasa respiratoria. Normalmente, la fosforilación y oxidación van ligadas a los ciclos respiratorios y la tasa respiratoria podría regularse mediante las cantidades de ADP, principal aceptor de fosfatos, que son capaces de

formar ATP rico en energía. La utilización rápida del grupo fosfato terminal del ATP durante la síntesis podría liberar ADP extra, reduciendo así la relación ATP/ADP que permite continuar la oxidación respiratoria con un ritmo más rápido. La falta de acoplamiento entre los procesos de fosforilación y de oxidación, tal como parece producirse en los tejidos después del climaterio, podría ejercer un efecto estimulante sobre la tasa de respiración. Y podría ser que el aumento climatérico de la respiración se debiese a la formación en el fruto de algún agente natural todavía desconocido capaz de provocar esta separación ( Braverman, J. 1978).

El descubrimiento reciente del efecto malato constituye otra explicación posible del aumento en la producción de  $CO_2$  durante el climaterio. Tratando con malato los tejidos de la manzana después del climaterio tiene lugar un notable incremento en la producción de dióxido de carbono sin que se produzca un cambio significativo en el oxígeno absorbido. La descarboxilación anaerobia del malato que se produce en estas condiciones podría explicar el aumento de  $CO_2$  que se origina durante el climaterio, así como el aumento del cociente respiratorio que se produce al mismo tiempo durante el curso del climaterio. La figura 1 ilustra todo esto mediante las curvas que representan el curso que sigue la respiración en algunas especies frutales después de ser cosechadas.

Fig.1.- Curso de la respiración a 15°C, de algunas especies de frutas después de su recolección.



Fuente: R.B. Duckworth. p86. 1968.

Determinadas frutas, en especial las especies cítricas, uva e higos no presentan el aumento de la respiración típico del climaterio y constituyen junto con todas las verduras a excepción de las carnosas, el segundo grupo fundamental de frutas y verduras. Manteniendo constantes las condiciones ambientales tenemos que los productos de este grupo mantienen normalmente una tasa respiratoria bastante constante o muestran un ligero descenso en la misma al progresar el envejecimiento.

Cualquier cambio súbito de las condiciones ambientales, como el mismo proceso de la recolección, puede provocar un incremento de la actividad respiratoria, aunque no existe un periodo climatérico autógeno.

La tasa respiratoria suele estimularse en los tejidos lesionados mecánicamente. En las zanahorias se han señalado aumentos producidos por heridas, de hasta cinco veces la tasa normal, aunque el magullamiento de las manzanas ejerce una influencia muy ligera. El desvainamiento de las semillas de leguminosas provoca un aumento sustancial en la tasa respiratoria, que en parte es debido probablemente a la pérdida de la atmósfera de la vaina, que acumula dióxido de carbono durante la noche; por otra parte resulta extraño que el corte de las judías no determine un incremento significativo de su actividad respiratoria. Los tubérculos, raíces carnosas, bulbos, etc., almacenados en condiciones que les permita retomar experimentan un aumento en su actividad respiratoria que va asociada con este nuevo crecimiento.

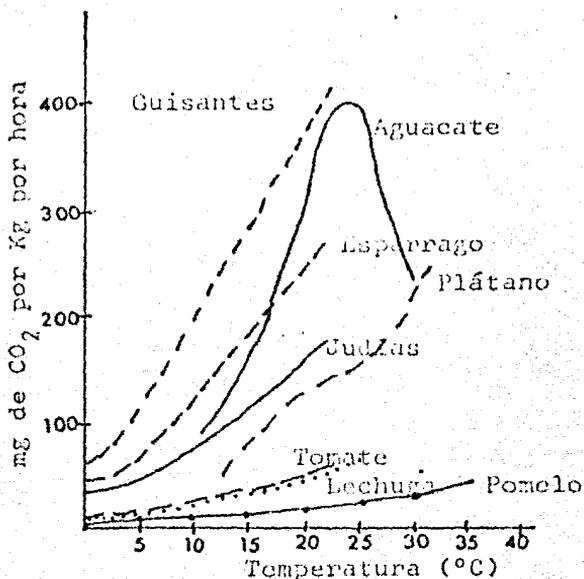
Por otro lado, los factores ambientales tienen una influencia directa sobre la tasa de respiración, citándose como principales a la temperatura y a las concentraciones de oxígeno y de dióxido de carbono en la atmósfera de almacenamiento. Todos estos factores pueden mantenerse controlados y el conocimiento de sus efectos tiene indudable utilidad para resolver los problemas prácticos que entraña el manejo de frutas y ver

duras en la fase de poscosecha.

Con respecto a la temperatura, los tejidos vegetales vivos mantienen sus funciones normales solamente dentro de un limitado margen de temperaturas. Se producen trastornos fisiológicos cuando las temperaturas superan ciertos márgenes, que varían según sea el medio natural de cada especie. El límite superior para los artículos ya cosechados oscila entre los 30° y 35°C., aunque se han descubierto variaciones más amplias en los límites inferiores de las temperaturas capaces de producir alteraciones. Así algunos frutos tropicales, como el plátano, pueden alterarse cuando se ven sometidos a temperaturas inferiores a los 11°C., mientras que algunos vegetales especialmente resistentes, como las cebollas y algunas variedades de peras y manzanas pueden soportar largos períodos de almacenamiento a temperaturas inferiores a los 0°C.

En la figura 2., se puede observar la influencia de la temperatura sobre la tasa respiratoria de algunas frutas y verduras cosechadas. (página siguiente).

Fig. 2 .- Influencia de la temperatura sobre la tasa respiratoria de algunas frutas y verduras cosechadas.



Fuente: Tewfik, S. Agric. Food. Chem. 2,415. (1954).

Dentro de los márgenes fisiológicos de temperatura propios de cada especie se observa que la tasa de respiración aumenta normalmente al elevarse la temperatura, de modo muy intenso en algunos productos entre los 5° y los 20°C aproximadamente. Al aproximarse al límite superior la tasa de respiración vuelve a descender. Los valores de  $Q_{10}^*$  señalados para la respira

\*El  $Q_{10}$  consiste en la relación existente entre la tasa de reacción a una temperatura determinada y la obtenida a una temperatura 10°C inferior.

ción de las frutas y verduras varía desde 7 a menos de 1 aunque los valores más frecuentes los hallamos entre 1 y 2. Las temperaturas mínimas toleradas demoran el aumento climatérico de la respiración, en los frutos que lo presentan, y reduce su punto máximo de la curva de respiración. De hecho el período climatérico puede desaparecer manteniendo los productos vegetales a una temperatura próxima al límite mínimo del margen fisiológico. Es necesario subrayar el valor que tiene el almacenamiento a bajas temperaturas para inhibir los cambios nocivos provocados por una catividad demasiado elevada.

Con respecto a las concentraciones de oxígeno y de dióxido de carbono, cabe esperar que la concentración de estos gases en la atmósfera de almacenamiento influirán sobre la actividad respiratoria, ya que en la respiración aerobia se absorbe oxígeno y se libera dióxido de carbono. El aire contiene normalmente un 21% de oxígeno y un 0.3% de dióxido de carbono. En general, tanto la reducción de la tensión de oxígeno como el aumento de la concentración del dióxido de carbono reducirán lentamente la respiración, aunque si el contenido en oxígeno experimenta una reducción que rebasa ciertos límites, el proceso continúa desarrollandose anaerobiamente y se acumula alcohol etílico y acetaldehído y, por otro lado, un nivel demasiado elevado de dióxido de carbono provoca también trastornos en los tejidos. El agotamiento del oxígeno y la acumula-

ción de dióxido de carbono son consecuencias naturales de la actividad respiratoria de las frutas y verduras almacenadas en un espacio reducido. Por consiguiente el control de la ventilación o la modificación artificial en la composición de la atmósfera del local utilizado para el almacenamiento constituyen medios útiles para regular la tasa respiratoria, aunque los límites dentro de los que pueden conseguirse efectos favorables presentan amplias variaciones de un producto a otro, y experimentan modificaciones más amplias como consecuencia de la temperatura de almacenaje.

Por otra parte, cabe señalar la importancia que tiene el ETILENO en la actividad fisiológica de los vegetales. Desde la década de 1920-30 se conoce la actividad de este hidrocarburo sencillo e insaturado, identificándose por primera vez como el principio activo fundamental de los humos producidos por las estufas de queroseno que se utilizaban en aquella época para anular el color verde de los frutos cítricos. Posteriormente se descubrió que se formaban pequeñas cantidades de etileno durante el proceso de maduración de la mayoría de las frutas y que por ello las emanaciones volátiles procedentes de los frutos maduros ejercen un efecto estimulante sobre la actividad metabólica de otros productos vegetales mantenidos en el mismo almacén. La formación de etileno parece estar íntimamente relacionada con el proceso de la respiración.

Entre los frutos corrientes, solamente las especies cítricas, la piña tropical y el mango no producen esta sustancia en cantidades mensuales durante su maduración.

Además de sus efectos más palpables sobre el color de los productos vegetales (provoca la destrucción de los pigmentos clorofilados, eliminando las coloraciones suyascentes de las hojas, tallos y frutos) el etileno ejerce una notable influencia sobre el curso de la actividad respiratoria, particularmente en los frutos climatéricos, en los cuales provoca la rápida aparición del climaterio. El punto máximo en la curva de la actividad respiratoria parece verse poco influido, aunque se adelanta la formación de costras, lo cual también va asociado en muchos casos con otros cambios que van asociados con la maduración de las frutas. El etileno aumenta la tasa respiratoria y otras actividades metabólicas en los productos no climatéricos. Estos efectos pueden conseguirse en muchos casos mediante concentraciones inferiores a una parte por millón de etileno en la atmósfera del almacén, aunque se reducen mucho, sino se anulan totalmente, cuando las temperaturas de almacenamiento son reducidas ( $4^{\circ}\text{C}$ . o menos). El etileno se utiliza comercialmente para provocar la maduración de productos como los plátanos y los tomates, para conseguir que los frutos cítricos adquieran su coloración total y para blanquear el apio.

Otro factor que influye en el manejo de los productos cosechados es la TRASPIRACION, que consiste esencialmente en la tasa de agua perdida por unidad de superficie, dependiendo directamente del área superficial y de las modificaciones estructurales que experimenta en ella para reducir la tasa de evaporación (R.B. Duckworth. p93 1968).

Las verduras ricas en hojas son particularmente propensas a experimentar una pérdida rápida de humedad, aunque productos incluso como las manzanas, que poseen poca superficie con relación a su volumen y una epidermis cerosa, pueden perder cantidades apreciables de agua durante su almacenamiento, y esto provoca inevitablemente una reducción en su calidad. La causa inmediata de la pérdida de agua se debe a la existencia de un gradiente en la presión del vapor del agua entre la atmósfera externa y la interna próxima a la superficie del vegetal. Dado que la atmósfera interna se encuentra normalmente saturada, el principal factor ambiental que influye sobre la tasa de transpiración se encuentra en la humedad relativa del aire que rodea el artículo. Teóricamente puede evitarse la transpiración manteniendo los artículos en un ambiente saturado con vapor de agua aunque esto no suele poderse practicar en los almacenes comerciales, principalmente a causa de los microorganismos.

La temperatura puede influir también sobre la tasa de transpiración. Cualquier incremento de la temperatura determina

un aumento en la presión del vapor de agua, aunque disminuye la humedad relativa de la atmósfera exterior y por consiguiente aumenta la tasa de transpiración. La tasa de evaporación se eleva temporalmente al introducir artículos calientes en una atmósfera fría, incluso aunque el aire se encuentre inicialmente saturado con vapor de agua. Esto es debido a la diferencia existente entre las presiones del vapor de agua a las temperaturas iniciales de los artículos y del aire, respectivamente. En este caso descenderá la tasa de respiración según los artículos vayan enfriándose hasta alcanzar la temperatura existente en la atmósfera que los rodea.

Otros cambios metabólicos que se producen en las frutas y verduras cosechadas, son que en estas últimas no se produce, por lo general, una reactivación súbita de la actividad metabólica similar a la que se produce durante la maduración de las frutas climatéricas, a menos que se considere el brote de la actividad que se produce en las raíces carnosas y en los tubérculos cuando retoñan tras un período de inactividad por almacenamiento. Supuesto que las condiciones ambientales no experimentan cambios intensos, las variaciones bioquímicas que se producen en las verduras cosechadas suelen ser graduales y progresivas, y supeditadas siempre al grado de madurez de los artículos en cuestión. Las regiones en crecimiento, como las yemas de los espárragos, pueden continuar creciendo en longitud durante un período de tiempo limitado, siempre que se mantengan húmedas, y

las membranas celulares continúan sintetizando productos, incluso lignina, a expensas de las reservas acumuladas. En las vainas de las leguminosas se producen cambios similares si han sido cosechadas antes de madurar. En este último caso puede producirse también una hidrólisis de las proteínas de las vainas, y los aminoácidos resultantes pasan a las semillas, en donde vuelven a sintetizarse nuevamente las proteínas. En las verduras cosechadas prosigue la síntesis de lignina, aunque solo en pequeña escala, y esto puede ejercer una influencia altamente significativa sobre la calidad textural de estos productos.

Los carbohidratos experimentan los cambios bioquímicos más importantes, cuantitativamente, que se producen en las verduras cosechadas. Los tejidos inmaduros que almacenan productos de reserva, como las semillas (guisantes, judías, miz dulce) y los órganos subterráneos (patata, batatas), pueden continuar sintetizando pequeñas cantidades de almidón. La síntesis del almidón entabla una competencia con la respiración sobre los suministros disponibles de azúcar. La temperatura influye notablemente sobre el equilibrio almidón-azúcar de los tejidos de reserva. Los azúcares aumentan a bajas temperaturas, mientras que si sube la temperatura el equilibrio se desplaza en sentido opuesto. La oscilación térmica que determina el paso de la hidrólisis del almidón a la síntesis de dicho producto varía con cada artículo vegetal. En la patata esta oscilación

va desde 1,7° a los 4,4°C., mientras que en la batata, especie adaptada a un medio más templado, va desde los 12,8° a los 15,6°C. La acumulación de azúcares que tiene lugar en los órganos de reserva mantenidos a bajas temperaturas puede experimentar pérdidas notables si posteriormente se mantienen las verduras en una atmósfera cuya temperatura supera la oscilación crítica.

La sacarosa, glucosa y fructuosa son fácilmente interconvertibles en las plantas, y se producen asimismo cambios en las proporciones relativas de dichos azúcares durante el almacenado que sigue a la recolección. Cuando se acumulan azúcares en las patatas, los azúcares reductores lo hacen más rápidamente que la sacarosa. En las batatas por el contrario, aumenta progresivamente la sacarosa, mientras que el nivel de los azúcares reductores experimenta tan solo ligeros cambios. En las chirivías almacenadas se produce un aumento del contenido en sacarosa a expensas del almidón. Las zanahorias, que contienen relativamente muy poco almidón, presentan una rápida conversión de la sacarosa en azúcares reductores inmediatamente después de ser cosechadas, cambio que experimenta una inversión durante el almacenamiento subsiguiente. Este ciclo va ligado posiblemente al curso de la respiración, que se estimula temporalmente como consecuencia del trastorno que supone la recolección.

Una característica importante de los cambios bioquímicos que se producen en las verduras cosechadas, y que influye sobre su

valor nutritivo, consiste en que la cuantía del ácido ascórbico disminuye casi indefectiblemente durante el almacenamiento (J. Chem. 126, 771. 1938).

Por otro lado el contenido en caroteno y otros pigmentos carotenoides experimentan solo ligeros cambios, e incluso puede aumentar significativamente al continuar la actividad sintética.

### 3.- Composición y Valor Nutritivo.

Asociado con la respiración se encuentran los cambios químicos en el producto, por ejemplo, la relación azúcar-almidón, los cambios en la concentración de ácidos orgánicos, vitamina, ésteres; estos cambios tienen relación en las características cualitativas del producto tales como sabor, textura y dependen principalmente de la temperatura, largo del período de almacenaje y lugar donde se almacene.

Las hortalizas son la fuente principal de vitaminas y minerales para el hombre, siendo esenciales para su metabolismo.

Particularmente, en el caso de la espinaca se citarán a continuación algunos aspectos en los que reside su valor nutritivo así como la forma de aprovecharlo:

El jugo de la espinaca es un magnífico revitalizador del sistema digestivo: Es particularmente rico en hierro, sodio, potasio, calcio y magnesio. El jugo fresco de la espinaca es uno de los más nutritivos alimentos para todo el sistema digestivo y los órganos de eliminación. Es uno de los mejores ingredientes para limpiar, reconstruir y regenerar el tracto intestinal. Ha sido la costumbre de muchas personas usar laxantes y purgantes cuando se sienten indispuestos, sin conocer sus efectos. El laxante trabaja a base de irritar los intestinos para estimular la expulsión del irritante y al mismo tiempo expulsa los

desperdicios alojados en los intestinos. El hábito de tomar laxantes provoca la necesidad de tomar más y más fuertes irritantes hasta que por fin provoca que los intestinos ya no respondan más. Lo que sigue, no es una curación para el estreñimiento sino una crónica inactividad de las células, los músculos y los nervios del sistema digestivo. Los purgantes aclaran el problema sacando los desperdicios de la glándula linfática y eliminándolo por el colon. Este sistema tiene la desventaja de que puede causar una grave deshidratación si el líquido eliminado del sistema linfático no se reemplaza con líquidos que tienen efecto alcalino al cuerpo, como los jugos de verduras. Además, estos dos métodos de limpiar los intestinos son temporales y no suministran ningún material para la reconstrucción de las debilitadas células, músculos y nervios. En cambio el jugo de espinaca sigue un camino natural de nutrir a las células y los tejidos, tanto como a los nervios y músculos para eventualmente restablecer el tono normal y el funcionamiento sano de los intestinos. Ya que la espinaca trabaja de una manera natural para reparar el deterioro más esencial, los resultados podrán no notarse después de tomar el jugo diario hasta después de uno o dos meses.

Otra importante característica del jugo es su efecto sobre los dientes y las encías en la prevención de la piorrea. Esta enfermedad es una forma ligera de escorbuto causada

por una deficiencia de elementos encontrados particularmente en la combinación de jugos de espinaca con zanahoria. Esta combinación es también benéfica para las siguientes enfermedades: anemia perniciosa, convulsiones, degeneración de varios nervios, neuritis, artritis, hinchazón de los miembros, deficiencia en secreción suprarrenal y de la tiroides, dolores de cabeza incluyendo migraña, alta y baja presión. Se recomienda medio litro de estos jugos diarios para evitar o ayudar a aliviar estas enfermedades.

La espinaca se puede usar cruda en ensalada añadiéndole piñones y hongos y un aderezo de tipo vinagreta.

Se debe evitar cocinar la espinaca, porque el ácido oxálico que contiene se vuelve inorgánico y en este estado puede causar la formación de cristales de ácido oxálico en los riñones. (Celeste. p23. 1982).

La espinaca y la zanahoria utilizadas para combatir la migraña: Algunos expertos dicen que la migraña se debe a un causal sanguíneo impuro y a centros nerviosos mal nutridos. Para corregir estas condiciones se recomiendan los siguientes jugos:

1) La combinación de espinaca y zanahoria (medio litro diario de estas proporciones)  $5/8$  partes de espinaca y  $3/8$  partes de zanahoria.

2) Zanahoria, apio, perejil y espinaca.

Las proporciones son: casi la mitad de medio litro de zanahoria, la cuarta parte de medio litro de apio, la octava parte de medio litro de perejil, y el resto se completa con el jugo de espinaca.

3) Medio litro de jugo de espinaca solo.

4) La combinación de zanahoria, betabel y pepino.

El jugo de zanahoria compone un poco más de la mitad de medio litro, el resto se completa con los jugos de betabel y pepino en cantidades iguales.

5) Medio litro de la combinación de zanahoria, dientes de león y espinaca.

Se utiliza un poco más de la mitad de medio litro del jugo de zanahoria, para completar el medio litro se añaden los jugos de diente de león y de espinaca en proporciones iguales.

6) La combinación de apio y zanahoria, las proporciones son : un poco más de la mitad de medio litro de zanahoria el resto se completa con el jugo de apio.

Estos jugos ayudan a nutrir el sistema, eliminando toxinas y restablece su equilibrio. De esta manera logran eliminar las condiciones que pueden provocar la migraña. Se toman 3 jugos un día y los otros el próximo día y así consiguientemente.

Nabo y Espinaca para Fortalecer los Huesos: La descomposición de los huesos se debe a una deficiencia de calcio y otros nutrientes y productos de harina y azúcar concentrados. Es reco

mendable tomar los siguientes jugos para empezar a restablecer el estado normal de los huesos.

1) Medio litro de la combinación de los jugos de zanahoria y espinaca,  $5/8$  de zanahoria y  $3/8$  partes de espinaca.

2) Medio litro de la combinación zanahoria, diente de león y nabo. Zanahoria  $3/4$  partes de medio litro. El resto se completa con diente de león y nabo, utilizando un poco más de diente de león que de nabo.

3) Medio litro de la combinación de zanahoria, lechuga y espinaca. Zanahoria la mitad de medio litro, lechuga, un poco más que la cuarta parte de medio litro y el resto se completa con espinaca.

4) Medio litro de la combinación de zanahoria, diente de león y lechuga. Zanahoria un poco más de la mitad de medio litro. Diente de león, un poco menos de la cuarta parte de medio litro.

5) Medio litro de jugo de zanahoria.

Se debe tomar 1.5 litros de estos jugos diariamente, alternándolos. El uso de estos jugos debe ser por un tiempo largo. (Celeste. p119. 1982).

Por otra parte, diversos autores han estudiado las causas en la disminución del valor nutritivo de esta hortaliza al ser cocinada en agua, donde se constata una disminución notable de nitratos y de vitamina C. Los resultados de los estudios realizados se muestran en las siguientes 3 tablas:

Tabla 2 Valor Nutritivo de Espinaca Congelada

	Ext. sec.	NO <sub>3</sub> ppm	Vit.C 13	Mg mg/100g	Fer 2.3	NO <sub>3</sub> 100	Vit.C 100	Mg 100	Fer 100
						% valor inicial			
Congeladas	8.8	1290	13	34	2.3	100	100	100	100
Cocinadas 15 min. en aceite	16.4	997	10	43	2.3	77	78	126	100
Hervidas 5 min. en $\frac{1}{2}$ li- tro de agua	9	355	3	21	2.6	27	23	61	100
Hervidas 10 min. en $\frac{1}{2}$ li- tro de agua	7.8	378	3	17	2	29	27	49	88
Hervidas 10 min. en 1 li- tro de agua	7.6	168	1	20	1.9	13	12	60	82

Fuente: M. Astier-Dumas. 1975.

En este primer cuadro se puede observar que las pruebas hechas después del descongelamiento presentan una importante carga en nitratos, la cual se reduce después de haberla cocinado en aceite hasta alcanzar 77% de la concentración inicial.

Una ebullición de 5 o 10 minutos en medio litro de agua, hace caer la tasa de concentración de nitratos a un rango de 27 a 29% del valor inicial.

Si la ebullición dura 10 minutos, en una mayor cantidad de agua (1 litro), la tasa residual es todavía menor (3%). Siendo más o menos el mismo porcentaje de partes que volvemos a encontrar para la vitamina C, donde la concentración era más apreciable al principio.

Para el magnesio la cocción en agua representa más o menos la mitad del valor inicial.

El fierro es más o menos estable, ya que no es sino a partir de una ebullición de 10 minutos que se puede constatar una parte de 15% solamente.

Para la tabla 2 se utilizaron espinacas frescas compradas en un mercado sobre ruedas. En dicho cuadro la elevación de los porcentajes no es más que aparente, estando dadas las concentraciones de los productos en el análisis (ver pág. sig.).

Tabla N° 5. Valor Nutritivo de Espinaca Fresca Comprada en un mercado de ruedas.

	Extr. seco	NO	VitC	Mg	Fer	NO	VitC	Mg	Fer
%del peso fresco.	ppm	mg/100g			valor inicial				
Hojas blanqueadas	91	371	4	23	2	100	100	100	100
Blanqueadas y después cocinadas en mantequilla 10 minutos	22	449	0	28	2.4	120	0	120	120
Blanqueadas después hervidas 5 min en 1 litro de agua	7.3	211	0	14	2	54	0	62	100
Blanqueadas y hervidas 5 min en 1 litro de agua.	8.4	107	0	17	2	28	0	74	100
Blanqueadas y hervidas 10min en 1litro de agua	6.9	122	0	14	2	32	0	62	100
Periolos		1309							
Agua		26		0.4	0				

-30-

En este cuadro la preparación de la muestra se hizo con mantequilla en lugar de aceite, separándose los pecíolos de las hojas, haciendo una muestra de 480 g sobre 1,100 g que fue el objeto de la muestra. Observándose que la concentración de nitratos en los pecíolos de espinaca es 4 veces más que aquella de las hojas: 1,309 ppm contra 371 ppm.

Con la ebullición se observa una fuerte disminución en la concentración de nitratos: de 50-70% del valor inicial.

Respecto a la vitamina C se encuentra un bajo valor después del blanqueamiento, y después del primer cocinamiento desaparece.

Para el magnesio y el fierro son las mismas observaciones que se hicieron para la tabla 1.

Para los análisis de la última tabla, la espinaca fue comprada en un mercado común, donde las legumbres se cambian periódicamente y no existe ningún proceso de congelación. En esta otra parte del experimento no se separaron los pecíolos de las hojas (ver pág. sig.).

Tabla 4 Valor Nutritivo de Espinaca Compradas en Cualquier Mercado

	Ext Sec	No <sub>3</sub>	Vit.C	Mg	Fer	No <sub>3</sub>	Vit.C	Mg	Fer
		ppm		mg/100g			% valor inicial		
Blanqueadas y cocinadas 10 min	8.9	1275	9	35	3.4	100	100	100	100
En mantequilla blanqueadas y hervidas 5 min	18.8	1207	26.4	36	3.3	80	72	100	100
En $\frac{1}{2}$ litro de agua Blanqueadas y hervidas 5 min en	8.1	407	3.5	25	3.2	31	38	71	100
1 litro de agua Blanqueadas y hervidas 10 min	8	357	4.1	21	2.6	28	45	60	78
En 1 litro de agua	7.5	227	2.3	21	2.6	17	25	60	78

Fuente: M. Astier - Dumas' 1975.

Los resultados de esta última tabla permiten obtener conclusiones parecidas a las de las dos primeras experiencias. Concluyendo, la cocción influencia diversamente la composición del valor nutritivo según los procesos culinarios empleados.

Se compararon los diferentes comportamientos que presenta el contenido de nitratos, vitamina C, magnesio y fierro de la espinaca, sometida a una cocción con poca grasa o en ebullición en medio o un litro de agua. Se constató una notable destrucción de nitratos y de vitamina C (20% de pérdidas al ser cocinada en grasa y 90% al ser cocinada en agua) y una parte importante de magnesio (50% de pérdida al ser cocinada en agua), pero el fierro no tuvo gran variación, ya que es un elemento muy estable y que se pierde en menor proporción.

Con respecto a la vitamina C, comparando los resultados de las 3 tablas, se observa que en la tabla 3 después del blanqueo solo se encuentran 4mg/100g de peso fresco y en seguida al someterlas al siguiente tratamiento el valor del contenido de vitamina C desaparece por completo; a diferencia de las tablas 2 y 4, donde en la primera la espinaca se cocinó durante 15 minutos en aceite y presenta más pérdidas en el contenido de vitamina C (10mg/100g), que aquella de la tabla 4 que se blanqueó y después se cocinó 10 minutos en mantequilla (26.4 mg/100g). Observándose en estas dos últimas que el valor del contenido de vitamina C decrece notablemente al aumentar el volumen de agua y el tiempo utilizado en la cocción.

En la siguiente tabla se anotan los diferentes elementos que constituyen a la espinaca.

Tabla 5.- COMPOSICION DE LA ESPINACA

COMPUESTO	g/100g
Agua	9.2
Proteínas	2.3
Lípidos	0.4
Glúcidos	3
Celulosa	0.8

ELEMENTOS	ng/100g
Azufre	38
Fosforo	50
Cloro	75
Sodio	124
Potasio	500
Magnesio	50
Calcio	64
Hierro	4
Zinc	0.62
Cobre	0.18
Manganeso	0.8
Yodo	0.002

VITAMINAS	mg/100g
Vitamina C	60
Vitamina B <sub>1</sub>	0.60
Vitamina B <sub>2</sub>	0.23
P.P	1.6
Carotenos	6
Provitamina A	6

Fuente: Tablas del Instituto Nal. de la Nutrición. 1982.

#### 4.- ECOLOGIA DEL CULTIVO:

Balance térmico: Las semillas de la espinaca empiezan a germinar a temperatura de 2-3°C. La temperatura óptima para el crecimiento de las hojas es de alrededor de 15-16°C. A alta temperatura (más de 25°C) las hojas se quedan pequeñas y escasas en sustancias nutritivas. Estas condiciones además, contribuyen al crecimiento rápido del tallo floral, a causa de lo cual se abrevia el periodo de la recolección y disminuye el crecimiento. Esta es una de las causas de la inconveniencia económica y biológica de las siembras tardías en primavera.

Las condiciones de temperatura durante el periodo de invierno, sobre todo, desde noviembre hasta enero son propicias para la espinaca.

Balance de luz: La espinaca no es muy exigente con respecto a la intensidad de luz. Puede sembrarse exitosamente intercalada con otras plantas hortícolas, si otras causas no son perjudiciales para ella.

No obstante la espinaca es muy sensible a la duración del día. Es una planta típica de día largo. En tales condiciones las plantas pasan rápidamente la etapa de iluminación y forman tallos florales, independientemente del tamaño de la roseta de hojas. Este es el segundo motivo importante de la

inconveniencia de las siembras relativamente tardías durante la primavera. En los meses de invierno, cuando las temperaturas son relativamente bajas, las plantas permanecen largo tiempo en fase de roseta y forman gran follaje, a causa principalmente de la influencia desfavorable del día corto para la formación del tallo floral.

Balance de Humedad y Riego: Por motivo de que en la fase temprana, antes de llegar a la madurez fisiológica, el sistema de raíces de la espinaca es débilmente desarrollado y está situado superficialmente, es exigente en cuanto al balance de humedad del suelo. En caso de sequía, la roseta de hojas se queda muy pequeña, y si la sequía viene acompañada de temperaturas muy altas y día largo, las plantas forman pronto el tallo floral. Los riegos de la espinaca se realizan de acuerdo con la humedad del suelo, la que para el crecimiento óptimo debe ser de más del 70% de la capacidad de campo, regándose por aspersion o infiltración. No debe regarse con aguas negras por consideraciones sanitarias.

Balance Nutricional: La espinaca es muy exigente con relación al balance nutricional del suelo. Esto se debe al poco desarrollo de las raíces y al crecimiento intensivo. En algunos países los horticultores utilizan la espinaca como planta indicadora, a fin de determinar la fertilidad del suelo. Se

considera que, donde ella se desarrolla con buen éxito, el suelo es bastante rico para todas las demás plantas hortícolas. - La espinaca extrae del suelo en primer lugar potasio, luego nitrógeno y relativamente pocas cantidades de fósforo; siendo la mayor cantidad de sustancias nutritivas extraídas durante el - periodo de crecimiento intensivo de las hojas.

De los abonos de potasio, deben preferirse el sulfato de potasio, porque la espinaca no tolera bien el ion cloro.

En caso de escasez de magnesio, las hojas se vuelven cloróticas. Esto puede ser atribuido, también a una gran alcalinidad del suelo, cuando el magnesio no puede ser aprovechado. En tales casos hay que asperjar mediante una solución de sulfato de magnesio al 0.003%.

Suelo: La espinaca se desarrolla sobre distintos tipos de suelos, si están bien abastecidos de sustancias nutritivas. Prefiriéndose suelos relativamente ligeros, con pH entre 6-7. En caso de un pH menor a 5.5 el crecimiento se demora, observándose que a un pH de 4.5 prácticamente no existe crecimiento y gran parte de las plántulas perecen.

Los daños que se le ocasionan a la espinaca en caso de reacción ácida, se atribuyen más bien a la acción venenosa del ca - tión aluminio, que a la concentración de los iones H. Puede - esperarse efecto positivo a la aplicación de calcio en caso - de pH menor a 5.

## 5.- CULTIVO DE LA ESPINACA.

A causa de su corto ciclo vegetativo, la espinaca no ocupa campos especiales en la rotación. Puede ser cultivada antes o después, o entre algunos cultivos. Una de las exigencias en cuanto a los cultivos precedentes es que éstos dejen el suelo limpio de malas hierbas.

Todas las actividades que se realizan respecto a la preparación del suelo, han de efectuarse con el fin de conseguir una capa de suelo muy bien labrada a la profundidad de 20-25 cm de superficie uniforme y bien suelta, antes de iniciada la siembra y ésta puede realizarse desde principios de septiembre a fines de febrero. Como periodo más propicio se considera el que empieza a mediados de octubre y termina más o menos a mediados de enero. La densidad de siembra es de 20-25 Kg por hectárea (180 a 200 semillas capaces de germinar por un metro cuadrado), a una profundidad de 2-3 cm. Si el suelo no está bien preparado o las semillas no tienen buena capacidad de germinar la norma de siembra aumenta. De cualquier forma al determinar la norma de siembra hay que tener en cuenta que en caso de siembras densas las plantas no se desarrollan bien y el aclareo es prácticamente imposible, porque exige mucho trabajo manual aumentando los costos de producción.

Cuando el riego se realiza por aspersión, se puede sembrar sobre superficie llana o sobre canteros altos, en bandas o en fi

las, a distancias de 25 x 25 cm. En caso de suelos más pesados y arcillosos, es preferible sembrar sobre diques, dos filas en banda de 50 x 25 cm. En este caso las hojas no se ensucian mucho.

Las siembras se escardan 1-2 veces a poca profundidad.

Recolección: Las plantas están listas para ser recogidas después de haber formado 8-10 hojas y cuando la roseta de hojas haya alcanzado su tamaño máximo, es decir, 30-45 días después de la germinación de las semillas.

La recogida empieza a realizarse después de evaporado el rocío y secas las plantas. Si se recogen mojadas están muy tiernas, y fácilmente se rompen los pecíolos de las hojas. Además es mayor la probabilidad de podrirse durante el transporte. Las plantas se cortan mediante una hoz y se eliminan las hojas dañadas y amarillentas. El transporte se realiza en cajas, de manera que las plantas no sufran ninguna presión.

Rendimiento: Se obtienen de 10-20 toneladas por hectárea.

Variedades: El número de las variedades\* de espinaca no es muy grande. Al observar las distintas variedades, hay que poner la mayor atención al tamaño de la roseta de hojas, a la calidad de las hojas, a la resistencia a las temperaturas altas y a la disposición de las plantas para la formación anticipada de tallos florales. Esta última cualidad es de gran importancia, so

\*Se entiende el término de variedad comercial como sinónimo de cultivar.

sobre todo para las siembras primaverales. Para estas siembras han de emplearse solo variedades cuyo rasgo característico sea el crecimiento lento de los tallos florales.

Descripción de algunas variedades:

**MATADOR:** La roseta de hojas es grande semirecta, medio compacta. Las hojas son grandes, los limbos son anchos y redondos, de ápices ligeramente puntiagudos. El tamaño del peciolo de las hojas oscila de corto hasta mediano largo. Las plantas forman tallo floral lentamente.

**VICTORIA:** La roseta de hojas es grande, semirecta o tendida. Las hojas son grandes, rizadas de ápices ovalados y peciolos cortos por lo cual la roseta es más compacta. Los tallos florales son bien ramificados. De la variedad Victoria se obtienen rendimientos altos, pero tardíamente.

**CODRI:** La roseta de hojas es grande, semirecta. Las hojas son grandes, verde-claras, anchas de ápices puntiagudos. Los peciolos de las hojas son cortos. Es una variedad temprana.

**VIROFLAY:** La roseta de hojas es grande. La variedad es temprana. Las plantas forman tallos florales rápida y simultáneamente. Puede ser experimentada solamente durante los meses de noviembre, diciembre y enero (esta fue la variedad que se utilizó en el presente trabajo).

**REY DE DINAMARCA:** La roseta de hojas es semirecta. Las hojas son de tamaño mediano (hasta grandes), verde oscuras, ovaladas y de peciolos largos. Las plantas crecen lentamente y con una

disposición a formar tallos florales menos marcada. Esta es una variedad relativamente resistente a temperaturas altas

Enfermedades :

a) Enfermedades que atacan a las semillas jóvenes y plántulas: -  
destrucción de las semillas ocasionada por el Pythium y Rhizoc-  
tonia solani como consecuencia del exceso de la humedad o de la-  
temperatura. Son de temer los Pythium a temperaturas de 12-20°C,  
por debajo de los 20°C ataca la Rhizoctonia solani. Para ata-  
carla se recomienda la desinfección de las semillas a base de  
Thiram.

b) Enfermedades que atacan a las hojas: son causadas por los -  
siguientes agentes:

Peronospora Spinaciae

Peronospora farinosa

Peronospora effusa

Mildiu de la Espinaca

En la cara superior del limbo aparecen manchas de contorno in-  
definido, de superficie variable, con un color verde pálido, -  
que más tarde pasa a amarillo. En la cara inferior estas man-  
chas se cubren de un abundante afeiltrado gris violáceo. Se ob-  
serva esta enfermedad cuando hay un elevado estado higrométri-  
co. La conservación del hongo tiene lugar por medio de las si-  
mientes, el suelo y los residuos del cultivo.

El modo de lucha es la rotación por espacio de 2-3 años. Desin-  
fección de semillas. Pulverización preventiva con fungicidas -

orgánicos. Variedades resistentes.

c) *Pythium ultimum*: las hojas se tornan más pequeñas que las normales, engruesan y se hacen quebradizas. Se presenta una desecación del limbo que se extiende del borde al centro.

d) *Pythium de Baryanum*: el follaje se abate y se torna clorótico. La raíz principal se encuentra necrosada desde su extremidad hasta unos 6-8 cm del cuello.

e) *Heterosporium variable*: las hojas se marchitan y muestran manchas amarillentas cubiertas de un moho negruzco.

f) Fusariosis: produce lesiones radiculares con destrucción de vasos, clorosis parcial, terminando por secar a la planta. Para control hay que destruir con fuego las plantas atacadas, rotación de más de 3 años, tratamiento con carbamatos.

Otras enfermedades que se producen son:

*Fusarium oxysporium* sp *spinaceae*

*Albugo occidentalis*

*Alternaria spinaceae*

*Tscochyta spinaceae*

*Cercospora bertharandi*

*Collectotrichum dematium spinaceae*

*Enthyloma ellisii*

*Ramularia spinaceae*

La espinaca es una planta muy sensible a determinados productos fitotóxicos y en especial a los del aire contaminado.

Las hojas destruidas aparecen con un contenido inferior a -- 1ppm de peróxido y ozónidos de hidrocarburos, constituyentes del smog y que son altamente fototóxicos.

Plagas:

Pulgones (*Brevicoryne brassicae*)

Bicho moro (*Epicanta adspersa*)

Chinche verde (*Nezara viridula*)

Para combatirlas se recomienda el uso de productos a base - de sulfato de nicotina o de piretrinas.

En la tabla 6 se anota la producción agrícola nacional a partir del año 1975 a 1980, así como los estados donde se produce la espinaca (sig. pág.).

Tabla 6.- Producción Nal. de Espinaca y Estados donde se Cultiva.

	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Superficie cosechada	10	9	10	21	35	330
Rendimiento/ha			8.642	5.196	10.400	10.157
Producción.Ton	50	34	36	208	339	3,552
Precio medio rural			658	1968	2350	2370
Valor en miles	96	62	72	423	764	7944

Estados donde se cultivó en el año 1979

	B.C.N.	NGO.	JAL.	MICH.	PUER.	TLAX.
Superficie sembrada.Has.	1	1	4	46	178	16
Superficie cosechada."	0	1	4	46	161	16
Rendimiento/ha.	0	12	8	6.488	7.149	13.500
Producción. Ton.	0	12	32	279	1151	216
Precio medio rural	0	6000	4313	3215	4954	1380
Valor de la prod. Miles	0	60	138	897	5702	298

Fuente:S.A.R.H. Dirección Gral. de Economía Agrícola.

## 6.- Vitamina "C" (ácido ascórbico) en Plantas:

La vitamina C fue descubierta en 1912 y su estructura química se identificó en 1928, reportándose ésta como ácido ascórbico. La actividad de la vitamina C en alimentos y materiales biológicos se llama por definición una Unidad Internacional de vitamina C y equivale a la actividad antiescorbútica (la vitamina C fue el primer complemento nutricional cuya deficiencia fue reconocida como causa de una enfermedad, el escorbuto) de 0.05 mg de ácido ascórbico. por lo tanto un gramo de ácido ascórbico equivale a 20 000 U.I. de vitamina C.- Las necesidades diarias calculadas para el hombre de esta vitamina oscilan desde los 30 mg a los 75 mg, para una persona adulta normal. Algunas investigaciones señalan que los suministros apropiados de ácido ascórbico pueden compensar en cierto grado las deficiencias de otras vitaminas como son la tiamina, riboflavina, ácido pantoténico, biotina, vitamina B<sub>12</sub>, vitamina E y vitamina A ( Waltham. p165. 1943). Incluso cantidades reducidas de frutas y verduras frescas proporcionan fácilmente estas cantidades. El consumo continuado de estos artículos durante todo el año tiene una considerable importancia nutritiva. Las deficiencias tienden a presentarse en las regiones templadas durante los meses invernales y en las tropicales durante los períodos de sequía. Las verduras feculentas que ocupan un puesto predominante -

en las dietas del mundo, contienen tan solo cantidades moderadas de ácido ascórbico cuyo contenido desciende progresivamente durante las etapas de almacenamiento. Por ejemplo - las patatas pueden experimentar reducciones de hasta el 75-80% de su contenido original a lo largo de nueve meses de almacenamiento. Sin embargo los productos feculentos aportan a la dieta los suministros más importantes en vitamina C - (sobre el 33% del total en las dietas europeas y el 19% en las americanas). Las semillas de leguminosas presentan un contenido en ácido ascórbico relativamente deficiente y las pequeñas cantidades que poseen se pierden en gran parte durante el proceso de la desecación natural.

Otras verduras, en especial las formadas por hojas (espina - ca), pierden también ácido ascórbico cuando son almacenadas en fresco ( Food. Tech. 33(2) p58. 1979). Estas pérdidas se aceleran con las temperaturas elevadas del almacenamiento y si se marchitan con rapidez. Por ejemplo los bretones marchitos y almacenados a temperaturas de unos 21°C pueden perder en un sólo día casi el 50% de su contenido inicial en ácido-ascórbico. Los golpes y las lesiones mecánicas aceleran mucho las pérdidas porque el ácido ascórbico es muy sensible a la oxidación, tanto directamente como a través de la acción de una enzima, la oxidasa del ácido ascórbico que se encuentra ampliamente distribuida en los tejidos vegetales. La primera fase de la oxidación consiste en la deshidrogenación

del ácido ascórbico que todavía conserva su potencia vitamínica, aunque pierde esta potencia si el proceso de oxidación continúa más allá de ésta fase.

La mayoría de las verduras se cuecen antes de su consumo y durante este proceso pueden producirse ulteriores pérdidas de ácido ascórbico. Las verduras feculentas por ejemplo, pueden perder entre el 40% y el 80% de su ácido ascórbico durante la cocción, otras verduras sufren pérdidas que se encuentran comprendidas también dentro de estos mismos márgenes. Las pérdidas experimentadas durante la cocción (ver tablas 2,3 y 4), dependen de dos factores: a el paso de la vitamina al agua de cocción, que puede eliminarse en gran parte mediante el tratamiento por el vapor de agua y la destrucción oxidativa que también puede ser catalizada por la acción enzimática durante el período de precalentamiento previo a la inactivación de la enzima. Cuando se hierven las verduras se aconseja introducirlas en agua que ya esté hirviendo para reducir las pérdidas de vitamina C durante el proceso de cocción.

El empleo de la fruta fresca como fuente de vitamina C tiene sus ventajas, existiendo diferencias notables entre los niveles vitamínicos de las diversas frutas. Entre las especies propias de las regiones templadas, se tiene que la grosella negra es más rica en ácido ascórbico, así como la fresa, que las manzanas, peras, cerezas y ciruelas, que suelen contener relativamente poca vitamina C. En las principales especies tropicales-

y subtropicales tenemos que los frutos cítricos poseen cantidades moderadas y su consumo invernal en las regiones templadas constituye la principal fuente de vitamina C. La guayaba, el mango y la papaya son comparativamente ricas en esta vitamina y su consumo está muy difundido en los trópicos, mientras que los plátanos, a pesar de su modesto contenido de ácido ascórbico, pueden constituir también una fuente de esta vitamina, ya que su nivel de consumo es relativamente elevado.

La cocción de las frutas y verduras provoca cierta destrucción del ácido ascórbico, aunque la presencia de azúcar ayuda probablemente a retener esta vitamina (McCance y Widdowson - p175. 1960).

En la tabla 6 (sig. pág.) se dan los valores que presentan los diferentes elementos que componen a algunas hortalizas.

Tabla 6.- VALOR ALIMENTICIO DE ALGUNAS HORTALIZAS

HORTALIZA	PROTEINA g	LIPIDOS g	CARBOHI. g	CALORIAS #	VIT A U. I.	VITB mcg	VITC mg	Ca mg	PO mg	Fe mg
Brocoli	4.7	0.5	7.5	53	33	90	59	68	68	3
Lechuga	1.59	0.38	2.88	20	200	40	7	24	24	0.5
Tomate	0.83	0.39	4.26	24	700	60	24	18	27	0.4
Acelga	2.04	0.17	3.93	23	2800	60	38	103	45	2.5
Apio	2.6	0	0.83	14	0	50	7	50	40	0.5
Calabacita	1.76	0.11	2.14	17	100	60	20	18	21	0.6
Flor de ca-										
labaza	1.82	0.33	9.58	47	10,000	60	6	34	37	0.8
Cebolla	1.1	0	3.71	20	50	30	9	32	44	0.5
Alcachofa	2.59	0	6.72	38	270	180	5	50	90	1.9
Espinaca	2.3	0.4	3.0	53	9,420	110	40	81	55	3.0

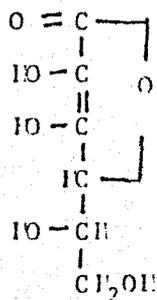
Fuente: Tablas del Instituto Nacional de la Nutrición. 1982.

Trabajos realizados por Reid en 1937 (Waltham. p185. 1943) demostraron que el ácido ascórbico se concentra principalmente en regiones de alta actividad metabólica, como tejidos en clongación, yemas de hojas y yemas florales, y que es independiente del metabolismo de la clorofila. Encontrándose la máxima concentración en las hojas y justamente antes de la floración. No existe evidencia clara de si el ácido ascórbico se concentra en algún organelo de la célula; se ha encontrado en la porción soluble del citoplasma después de su remoción y en el nucléolo de la célula. Sólo el hombre y otros pocos mamíferos (monos, cobayos) requieren vitamina C, debido a que carecen de la enzima necesaria para efectuar una de las etapas de su biosíntesis.

El ácido ascórbico cristaliza en forma de placas blancas, inodoras, de un sabor algo ácido. Funde a 190-192°C., es muy soluble en agua (1 g. en 3 ml.) pero insoluble en la mayoría de los solventes orgánicos. Presenta una disociación ácida a pK 1 de 4.2 y a pK 2 de 11.6.

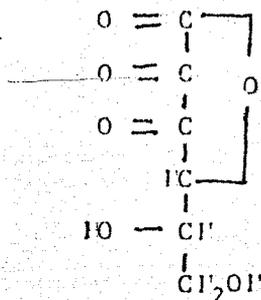
La actividad como vitamina C del ácido ascórbico y de su forma oxidada, el ácido dehidroascórbico, es la misma. El isómero D, el ácido isoascórbico, posee solo 1/5 a 1/20 de su potencia. En la figura 3, se puede observar la estructura de estos tres ácidos.

Fig. 3.- Estructura de los ácidos ascórbico, dehidroascórbico e isoascórbico.



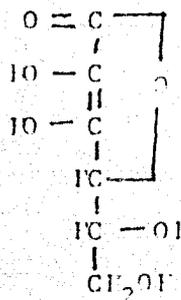
ácido

L-ascórbico



ácido

L-dehidroascórbico



ácido

isoascórbico

Fuente: Braverman, J. p104. 1978.

El ácido ascórbico se comporta como un ácido monobásico. Reacciona con el bicarbonato de sodio para formar ascorbato de sodio  $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6\text{Na}$ , liberando  $\text{CO}_2$ . La reacción ácida se debe a la estructura de enediol.

La característica más importante del ácido ascórbico es su capacidad para sufrir con facilidad una oxidación reversible a ácido dehidroascórbico. La actividad fisiológica de la vitamina C depende principalmente de esta oxidación reversible. En presencia de aire y de un catalizador adecuado, el ácido ascórbico es rápidamente oxidado (esta reacción es más acelerada en presencia de trazas de metales, en especial de cobre) -

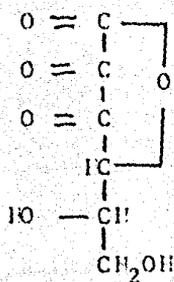
a ácido dehidroascórbico ( Pasoda, H. 1979) el cual tiene una actividad biológica menor, probablemente de un 75% menos que la concentración del ácido ascórbico y el cual puede ser convertido irreversiblemente en material inactivo a menos que el pH se conserve bajo 4, ya que a un pH mayor el ácido dehidroascórbico ya no puede realizar la reacción reversible y pierde su valor. De ahí la importancia de que el buffer utilizado en los métodos de determinación del ácido ascórbico en laboratorio para plantas sea menor a 4. También catalizan esta reacción una cantidad de oxidasas, no específicas, así como la específica ácido ascórbico oxidasa (ascorbasa) que contiene cobre. Los productos finales de la reacción son el ácido dehidroascórbico y  $H_2O$  ó  $H_2O_2$  (según el catalizador empleado).

La participación del ácido ascórbico y el ácido dehidroascórbico en el transporte biológico de electrones (reacciones de óxido-reducción) parece estar asociada principalmente con los procesos de hidroxilación. El ácido ascórbico es esencial en la hidroxilación de la prolina a hidroxiprolina, ésta última, es una sustancia poco común, que participa en la composición de la proteína colágeno del tejido conectivo; muchas de las lesiones típicas del escorbuto se deben a alteraciones del tejido conectivo ( Braverman. J. p 105. 1978).

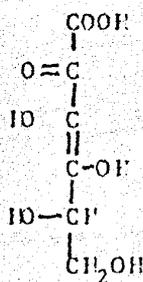
Se han estudiado las reacciones que conducen a la destrucción de la vitamina C durante el procesamiento de los alimentos.

El ácido ascórbico es relativamente termoestable. Sin embargo el ácido dehidroascórbico es fácilmente destruido por el calor. En un medio neutro, el anillo de lactona del ácido dehidroascórbico se destruye totalmente en 10 minutos a 60°C. La descomposición no es un fenómeno oxidativo, y se ha demostrado que ocurre bajo condiciones anaeróbicas. El producto de esta transformación es la forma dienólica, el ácido 2,3-dicetogulónico, el cual se puede observar en la figura 4.

Fig.4.- Transformación del ácido dehidroascórbico a ácido 2,3 dicetogulónico.



ácido  
dehidroascórbico



ácido  
2,3-dicetogulónico

Fuente: Hernández. Carmen. p 38. 1971.

Gran cantidad de cambios, especialmente en el color y el sabor, que ocurren en los productos frutales y las hortalizas durante el almacenamiento, corren paralelos con la creciente-disminución del contenido de ácido ascórbico. Se ha demostra-

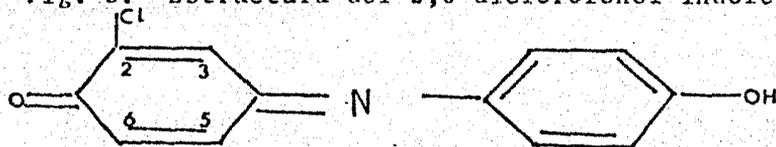
do que, por ejemplo, el oscurecimiento de los jugos cítricos durante el almacenamiento, ocurre una vez que el ácido ascórbico ha sido total e irreversiblemente oxidado. De hecho una de las formas de pardeamiento de los alimentos implica la transformación del ácido ascórbico en furfural y sus productos de oxidación, mediante deshidratación y descarboxilación. El furfural así formado se polimeriza y genera productos de color oscuro, o puede también reaccionar con los aminoácidos (Braverman. J. p 196 1978). Para evitar la oxidación de la vitamina C, cuando se procesan alimentos que la contienen, deben observarse estrictamente varias precauciones. En primer lugar debe inactivarse la enzima ascorbinasa; esto es de especial importancia al deshidratar frutas y verduras y puede lograrse mediante un adecuado escaldado de dichos alimentos.. El escaldado con vapor es preferible al escaldado con agua caliente, ya que la vitamina C se pierde en grandes cantidades debido a su extracción en un gran volumen de agua. En segundo lugar, debería excluirse la presencia de oxígeno tanto como sea posible durante la preparación y el procesado de los productos alimenticios; cuando sea posible, debería efectuarse una eliminación del aire o el agotamiento del oxígeno. Aquellos alimentos que son esenciales debido a su contenido de vitamina C deberían de ser enlatados, en lo posible en envases de hojalata común, en los que las condiciones reductoras ayudan a prevenir la autooxidación del ácido ascórbico. En algunos casos puede emplearse autooxidantes para evitar la oxidación. Se ha informado-

como consecuencia de una serie de estudios sobre potenciales de óxido-reducción, que el ácido D-isoascórbico, cuya actividad antiescorbútica es solo 1/20 de la del ácido ascórbico, es un fuerte antioxidante, pues se oxida en los alimentos más velozmente que la vitamina C, protegiendo así a ésta última del deterioro ( Food. Tech. 33(2) p 58. 1979).

El ácido ascórbico y su isómero D (ácido isoascórbico) se emplean ampliamente como antioxidantes en los alimentos. Una de las aplicaciones más difundidas es en la prevención del pardeamiento enzimático oxidativo de algunos alimentos (manzanas, papas, alcachofas, berenjenas, aguacate).

Durante muchos años, se estimó la actividad de la vitamina C mediante ensayos biológicos con cobayos. Tillmans descubrió un método químico específico para la titulación del ácido ascórbico, el cual emplea 2,6 diclorofenol indofenol, una sustancia azul que se reduce a su forma leuco incolora.

Fig. 5.- Estructura del 2,6 diclorofenol indofenol.



A pesar de que el ácido ascórbico ha sido la vitamina más estudiada, existen aún muchos problemas sin solucionar sobre su biogénesis, su función en las plantas y en los animales, acerca de la gran variedad en su contenido en diferentes vegetales, así como la diversidad en cuanto a la capacidad de los animales para sintetizarla. Incluso los mecanismos relacionados con la actividad del ácido ascórbico permanecen en gran parte sin resolver.

Todavía se ignora por qué una misma variedad de un vegetal dado contiene cantidades variables de ácido ascórbico, y aún en distintas partes de un mismo fruto se nota esta variación en contenido. Se ha establecido por ejemplo, que en muchos frutos existe un definido gradiente de ácido ascórbico que declina desde el epicarpio hacia el endocarpio; se ensayaron algunas variedades de naranjas italianas, las cuales mostraron el siguiente contenido en mg. por 100g.:

en el flavedo (cáscara amarilla)	175-292mg
en el alvedo (cáscara blanca)	86-194mg
en la pulpa de la fruta	44.9-73.2mg

Se halló una distribución similar de vitamina C en la lima (*Citrus limetta* Risso), mientras que la guayaba cultivada en Israel mostró el siguiente gradiente entre el epicarpio, la pulpa y el centro del fruto: 9:4:1.

Se ha demostrado que en las porciones magulladas o cortadas de-

frutas y hortalizas aumenta marcadamente la cantidad de vitamina C luego de 1 a 2 días. En las papas cortadas en tajadas, por ejemplo, la cantidad de vitamina C aumenta de 10.8 mg a 24.1 mg por 100 g. Esta formación traumática de ácido ascórbico es considerada como un "mecanismo de defensa".

A diferencia de otras vitaminas, la vitamina C no puede ser almacenada en el cuerpo y toda ingestión en exceso se elimina de inmediato por la orina.

## 7.- Factores que Afectan la Concentración de Acido Ascórbico en las Hortalizas.

Hasta la fecha son aceptados los siguientes factores como influyentes en la concentración de ácido ascórbico en las hortalizas: la cantidad e intensidad de luz recibidas directamente por la planta; la concentración de ácido ascórbico sería mayor en las primeras etapas de desarrollo de la planta disminuyendo los valores relativos en la medida en que ésta se aproxima a la madurez.

En las plántulas la proporción de células en división estará a un máximo y también las hojas estarán directamente expuestas a la luz del sol, por lo tanto el ácido ascórbico estará en una concentración mayor en ellas; en la medida que la planta crece, la proporción de células en división disminuye y la exposición a la radiación solar también disminuye debido al arreglo de las hojas y mayor follaje.

Muchos estudios se han hecho con respectp a la fertilización del suelo, cultivo de diferentes variedades, análisis en cultivos realizados en diferentes fechas de siembra ( Stino, K. 1973) con relación al contenido de vitamina C, pero los resultados son contradictorios, apareciendo que la fertilización nitrogéna da tendría un efecto levemente depresor en el contenido de ácido ascórbico. El contenido de vitamina C después de la cosecha es el resultado del equilibrio entre síntesis y descomposición;

después de la cosecha el proceso de descomposición es gradualmente predominante. Debido a que la temperatura es uno de los factores más importantes en la velocidad de respiración en los productos ya cosechados, las pérdidas de ácido ascórbico serán directamente proporcionales a la temperatura del lugar de almacenaje.

La vitamina C se pierde durante la preparación de los alimentos y, por lo tanto, requiere el mayor cuidado posible. Para tener la certeza de que se consume suficientemente vitamina C, en primer lugar, hay que saber escoger las frutas y las verduras. En consulta realizada con médicos investigadores (Torres Villalpando, 1982.) del Instituto Nacional de la Nutrición se obtuvieron las siguientes recomendaciones para evitar la pérdida de vitamina C:

1.- La vitamina C se disuelve fácilmente en agua.

Como se cuecen frutas y verduras, gran parte de su vitamina C (esto rige también para las vitaminas B hidrosolubles) puede pasar al agua de cocción. La pérdida es mayor, mientras más fino se corte el alimento o más agua se use para cocerlo. Por ejemplo las verduras que constan de hojas, si se sumergen completamente en agua pueden perder hasta el 80% de su ácido ascórbico, pero si solo la cuarta parte está sumergida, la pérdida se reduce al 40%. Si se consume el agua de cocción como se acostumbra con las frutas cocidas, o si el agua de las verduras se usa de inmediato para hacer salsa, entonces no se pierde la

vitamina.

Recomendaciones:

- a) Remojar las verduras en agua durante poco tiempo o lavarlas con cepillo en agua corriente.
- b) Cocinarlas con la cantidad mínima de agua y en una cacerola tapada.
- c) Picar las hojas (no muy fino) y cortar las raíces en trozos pequeños para reducir el tiempo de cocción y el contacto con el agua. La cocción a presión es un buen método para no perder mucha vitamina C.
- d) Las pérdidas se reducen, si no se usa el agua es decir, cocinado en grasa. Por ejemplo, hojuelas de papas fritas pierden el 23%; papas asadas, peladas y cortadas, pierden el 58%, papas al horno o hervidas con todo y su piel pierden el 20%, así como las verduras en tiras, sofritas al estilo chino.

2.- La vitamina C se oxida fácilmente.

La vitamina C se puede oxidar tanto con el aire como con una enzima, la oxidasa del ácido ascórbico, presente en la misma verdura. La oxidación por aire significa que si la verdura se conserva caliente sobreviene una rápida destrucción de la vitamina. Por ejemplo, si se conserva caliente el puré de papas puede perder la mitad de su vitamina en 20 minutos.

En la planta viva la enzima oxidasa del ácido ascórbico está separada de la vitamina, pero cuando el tejido de la verdura se daña al marchitarse, machucarse, congelarse, rallarse o cor

tarse finamente, la enzima entra en contacto con la vitamina y principia la destrucción.

#### Recomendaciones.

a) Comprar frutas y verduras frescas evitando maltratarlas. Protegerlas del frío y no dejar que se congelen en el refrigerador, guardándolas en la parte fresca y no en la fría. Colocar las verduras de hojas, frescas y húmedas, en recipientes de plástico o en bolsas de polietileno cerradas y conservarlas en el frío por poco tiempo. Las rejillas metálicas que se venden para almacenar frutas y verduras son muy poco adecuadas para este fin.

b) El agua hirviendo destruye rápidamente la enzima de manera que para disminuir las pérdidas por ésta causa, agregar un poco de verduras a la vez, y esperar a que vuelva a hervir el agua después de cada adición, Usar cacerolas pequeñas para que el agua no tarde en hervir.

c) Consumir las verduras cocidas tan pronto como sea posible después de la cocción.

#### 3.- Los metales aceleran la oxidación de la vitaminaC.

Trazas de metales, como hierro, cinc y más especialmente el cobre, aceleran la oxidación de la vitamina. El metal de los cuchillos y utensilios de cocina, se puede disolver lo suficiente para alterar de manera significativa la cantidad de vitamina

C que quede en el alimento.

Recomendaciones.

- a) Usar recipientes de plástico para almacenamiento y preparación de frutas y verduras; evitando los de cinc. Los recipientes de hierro esmaltado son muy buenos, hasta que el esmalte empieza a caerse. Los utensilios como cuchillos, ralladores, coladeras y tamices deben ser de acero inoxidable, aluminio o plástico. Las licuadoras y los desmenuzadores deben tener cuchillas de acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.
- b) Las cacerolas de cobre destruyen rápidamente la vitamina, las sartenes y cacerolas han de ser de acero inoxidable, aluminio, vidrio refractario o esmaltadas en buen estado. Los recipientes de hierro o hierro bañado con estaño se pueden usar para alimentos tales como zanahorias, betabel, chirivías, que tienen poca vitamina C a perder.

4.- El calor destruye la vitamina C (en presencia de aire).

Las frutas y verduras crudas siempre son más ricas en vitamina C que después de cocerlas, pero si hay que hacerlo, el calentamiento rápido y por corto tiempo, es menos destructivo que el calentamiento lento y prolongado. Mantener caliente o recalentar es muy destructivo. Las pérdidas al mantener calientes las verduras, depende de la clase de verdura y la superficie expuesta; aproximadamente la cuarta parte de la vitamina se destruye al mantener caliente el alimento durante 15 minutos; la mitad -

en 45 minutos y del 80 al 90% en una hora.

Recomendaciones.

a) Organizar la cocción de las verduras de manera que se cocinen rápidamente y se sirvan de inmediato. No guardar alimentos calientes ricos en vitamina C en recipientes con aislamiento o alacenas calientes.

b) No suponer que en sopa, pucheros y guisados de verdura quede una cantidad importante de vitamina C.

c) Cuando se cocina para muchas personas y las verduras preparadas en cacerolas grandes se mantiene caliente hasta por un cuarto de hora, pueden existir pérdidas considerables de vitamina C. Un mejor método es cocer las verduras en una serie de pequeñas cacerolas del tipo de calentamiento rápido y organizar un servicio continuo de verduras recién cocidas.

d) Hacer puré de verduras cocidas y frutas como se hace con las papas, las espinacas y la grosella blanca, mejora el sabor y el aspecto del platillo, pero reduce su contenido de vitamina C. Por tanto, cuando esto se hace, conviene añadir alguna otra fuente de vitamina C para balancear el menú.

e) Al recalentar restos de verdura se pierde todo el contenido de vitamina C. Conviene reponerla añadiendo tomates o mezclándole nabos recién cocidos.

f) Alimentos en conserva. Las frutas y verduras en latadas suelen perder aproximadamente la cuarta parte de su contenido de vitamina C durante la preparación, pero la vitamina restante -

se conserva durante muchos meses en la lata cerrada herméticamente. Se perderá un poco más al calentar dichos alimentos, pero si el tiempo de calentamiento es corto, no difieren mucho de las frutas y verduras recién cocidas.

Los alimentos secos son más pobres en vitamina C que los enlatados, a menos que se hayan secado al vacío o por el nuevo proceso de aceleración del secado por congelación.

Los alimentos congelados conservan la mayor parte de su contenido original de vitamina C., pero lo pierden rápidamente al descongelarse.

Los jugos de frutas embotellados conservan su contenido de vitamina C durante varios meses en una botella llena y cerrada, pero la pueden perder toda, en una semana, una vez que se abra la botella y el aire penetre en ella. En un lugar frío, estos jugos conservan un poco mejor su contenido vitamínico.

##### 5.- Efectos del Frío.

A una temperatura que esté baja, pero arriba del punto de congelación, se detienen ciertas actividades de la planta, tales como la maduración y el crecimiento; las frutas y las verduras no se marchitan, si se evita que se sequen.

Durante la congelación lenta, como la que ocurre en la mayor parte de las heladas o en refrigeradores a temperaturas por debajo del punto de congelación, se forman grandes cristales de hielo que dañan los tejidos, y la vitamina C se pierde al en-

trar en contacto con la enzima oxidasa del ácido ascórbico.

La congelación rápida por inmersión a temperaturas de  $-10^{\circ}\text{C}$  ó  $-27^{\circ}\text{C}$  evita la formación de cristales grandes de hielo y los tejidos de la planta no se dañan, de manera que no se pierde la vitamina C.

La destrucción enzimática se evita al escaldar previamente el alimento en agua hirviendo que destruye la oxidasa del ácido ascórbico.

Conservación de la vitamina C en alimentos congelados:

Verduras durante 1 año a  $-27^{\circ}\text{C}$ , sin pérdida.

Jugos de frutas durante 4 meses a  $-18^{\circ}\text{C}$ , sin pérdida.

Chícharos, brécol, durante 8 meses a  $-18^{\circ}\text{C}$ , pierden el 15%.

Coláflor, espinaca durante 8 meses a  $-18^{\circ}\text{C}$ , pierden el 50%.

Verduras y jugos de frutas, durante 4 meses a  $-12^{\circ}\text{C}$ , pierden el 50%.

Recomendaciones.

a) Las frutas y verduras deben almacenarse en un lugar frío, pero no por debajo del punto de congelación. Para evitar que las verduras de hojas se sequen, deben de almacenarse en cajas de plástico o bolsas de polietileno.

b) Los alimentos congelados suelen ser más económicos que los frescos, debido al menor costo de preparación y al menor desperdicio. Hay que tener cuidado que no hayan sido descongelados y congelados nuevamente.

## 6.- Efecto de los Acidos y de los Alcalis.

La vitamina C, que es en sí un ácido, es estable a los ácidos - pero los alcalis la destruyen.

### Recomendaciones.

a) El vinagre, el ácido cítrico o el jugo de limón ayudan a conservar la vitamina, pero no pueden usarse para las hojas verdes, ya que la clorofila se amarilla. Para escaldar las verduras que se van a congelar por inmersión, debe usarse agua hirviendo y acidificada. El encurtido ácido conserva bien la vitamina, como por ejemplo, el de nuez de nogal verde, los pimientos dulces, el rábano picante, las legumbres en escabeche, la col roja en vinagre y la choucroute. Las salsas a la vinagreta reducen las pérdidas en las ensaladas.

b) Con frecuencia se agrega bicarbonato de sodio al agua de cocción para mejorar el color de las verduras. Un exceso, puede destruir la vitamina C., lo cual no es necesario si las verduras se agregan lentamente al agua que hierve a borbotones y se cuecen rápidamente. Una pequeña pizca de bicarbonato de sodio no es dañina y su uso se justifica para ayudar a que la verdura se vea más atractiva.

Si la dieta comprende una fuente rica en vitamina C en algún alimento que no se cuece, tal como un jugo de fruta, o verdura cruda, las pérdidas por cocción en otros alimentos no tiene importancia. Pero en escuelas, restaurantes y comedores industria

les, donde puede suceder que la gente prefiera las verduras cocidas y quizá dependa de la comida principal para cubrir la necesidad de vitamina C, el encargado de la cocina debe procurar que aún después de cocidos, los alimentos proporcionen la mitad de la cantidad recomendada por día. Si el equipo antiguo y los medios inadecuados ocasionan una gran pérdida de la vitamina, es importante hallar y popularizar otras fuentes; las más obvias son los jugos y concentrados de frutas y verduras crudas. Algunos ejemplos de vegetales combinados, que debemos consumir para lograr un buen suministro de vitamina C en nuestra dieta diaria son:

1.- Ensaladas Verdes.

- a) 28 g de lechuga, 10 g de berros, 7 g de pimientos verdes picados proporcionan 21 g de vitamina C.
- b) 28 g de col, 14 ml de jugo de limón proporcionan 24 mg de vitamina C.
- c) 28 g de lechuga, 3 g de perejil, proporcionan 9 mg de vitamina C.

2.- Ensaladas Mixtas.

- a) 14 g de lechuga, 14 g de cebollitas, 42 g de tomate, proporcionan 15 mg de vitamina C.
- b) 28 g de escarola, 14 g de cebolla, 28 g de tomate, 28 g de naranja proporcionan 25 mg de vitamina C.
- c) 14 g de lechuga, 28 g de pepino, 28 g de betabel cocido proporcionan 6 mg de vitamina C.

d) 28 g de betabel cocido, 28 g de manzana, 23 g de naranja, 7 g de cebollitas proporcionan 22 mg de vitamina C.

### 3.- Enzimeses.

Tomate y pepino rebanado con aderezo de aceite, limón y azúcar. -  
Ensalada de arenque con papas, betaboles, manzanas, cebollas y -  
naranjas. Ensalada de naranja y tomate con cebolla. Pimientos -  
verdes y rojos marinados, tomates rebunados con salsa a la vina-  
greta, o rábanos.

### 4.- Jugos de Frutas.

Estos se pueden tomar fríos o calientes, solos o mezclados con -  
agua mineral; en postres de gelatina y de crema. Los concentra -  
dos se pueden usar directamente en forma de jarabes para verter -  
sobre panqués, helados, pasteles, etc., o para preparar sorbetes  
o enriquecer ensaladas de frutas o frutas cocidas o enlatadas

## 8.- Manejo de la Espinaca en la Fase de Poscosecha.

Con la cosecha finaliza el intercambio de materia entre la fruta y el resto del vegetal. Como sistema biológico independiente, la fruta cosechada exhibe considerable actividad química en la que los procesos respiratorios juegan un papel importante. Bajo condiciones aeróbicas las frutas o la parte cosechada sigue respirando (absorbiendo  $O_2$  y expeliendo  $CO_2$ ) y oxidando sus reservas de carbohidratos. La mayor parte de la energía liberada se desprende como calor y puede determinarse por calorimetría. Se producen muchos cambios químicos y la mayoría de ellos influyen directamente en la calidad. Algunos de estos cambios son: desaparición de la astringencia y sabor agrio, cambios en la acidez, desaparición de la clorofila y síntesis de algunos pigmentos (es decir cambio de color), ablandamiento de los tejidos debido a la descomposición de las pectinas, desarrollo de algunos constituyentes del olor, destrucción de otros, etc. Muchos de estos cambios se hallan interrelacionados con la respiración o dependen de ella.

El primer aspecto importante en el manejo de la espinaca al cosecharla es la recolección. Durante mucho tiempo ha sido la recolección manual la única forma que se ha utilizado, ésta comporta siempre varios cortes. Con el desarrollo de la industria de la alimentación (apertización, congelado, deshidratación) se han

adoptado procedimientos de recolección semimecánicos o mecánicos que cada vez se encuentran más perfeccionados. Paralelamente se ha originado una reducción de la duración del cultivo de uno o dos cortes, por razones de la limpieza del cultivo. De este modo podemos distinguir tres procedimientos de recolección:

1.- La recolección manual, con la ventaja de permitir varios cortes, exigiendo mucha mano de obra.

2.- La recolección semimecánica con ayuda de una herramienta de mayor rendimiento como lo es una pala cosechadora provista de su parte anterior de 2 hojas de acero en "V" colocada sobre la línea por un hombre; o una hoz segadora; o una barra de corte segadora.

3.- Recolección mecánica con ayuda de una segadora cargadora. La recolección mecánica precisa de:

- un cultivo sano y libre de malas hierbas.
- terreno horizontal, nivelado y compacto.
- ausencia de lluvia y viento.

Debido a que el material con que se cosecha es con frecuencia pesado, no se debe hundir en el terreno, esto requiere que el suelo no esté demasiado húmedo. Por otra parte el viento puede resultar particularmente molesto debido a que las hojas se dispersan en lugar de caer en el remolque.

A continuación se exponen las características de algunas cosechadoras:

Cosechadora	DIADEM Z L 140
Tipo	Segadora-Cargadora, multibanda.
Corte	Altura regulable de 1-10cm. Ancho 1.88m.
Forma de Arrastre	Toma de Fuerza de 5CV.
Potencia de Tracción	25-35CV.
Velocidad de Avance	3-4 Km/h.
Rendimiento	20 Ton/h
Peso	1300 Kg.
Personal necesario	1 hombre.

Cosechadora	HESSTON
Tipo	Segadora-Cargadora, Multibanda
Corte	Altura a partir de 4 cm. Ancho 3 m.
Forma de Arrastre	Automotriz.
Potencia de tracción	25CV
Rendimiento	1 ha/h.
Peso	1800 Kg.

Cosechadora	DELFOSE
Tipo	Segadora- Cortadora, Monobanda.
Corte	Ancho 0.40-0.60 m.
Forma de arrastre	Toma de Fuerza.
Velocidad de Avance	6 Km/h.
Peso	300 Kg.

La espinaca recolectada es muy frágil, su conservación en fresco tiene un plazo breve ya que en caso contrario se altera el producto. Esto se debe a los siguientes factores:

-Su riqueza en agua (92%) le hace sensible a la marchitez en un ambiente seco.

-Su activa respiración le hace sensible a la fermentación. La espinaca desprende un calor de 1,000 a 1,200 Kcal/Ton/día a 0°C y 1,900 a 2,800 Kcal/Ton/día a 4.5°C.

Para conseguir una conservación de 1-4 semanas se necesitan las siguientes condiciones óptimas del medio:

Humedad Relativa de 90-95%

Temperatura 1-0°C

Desde el momento en que se recoge el producto se deberá enfriarlo más rápidamente posible; se recomienda un congelador para el transporte. Se pueden conseguir excelentes resultados con hielo triturado.

Para conseguir una conservación en buenas condiciones no se retendrán más que los productos sanos y limpios, se evitarán las plantas retoñadas, húmedas o heladas, así como las hojas muertas, amarillas o enfermas. No se recomienda el lavado. Se evitará aplastar las hojas. Los fardos serán manejados sin rudeza y dispuestos de tal forma que el aire entre en contacto con el follaje de una forma lenta pero continua, asegurando una aereación eficaz. Si no se toman las indicaciones precedentes existe el riesgo de putrefacción.

El segundo aspecto de importancia en la espinaca después de la cosecha es el acondicionamiento; para lo cual hay que distinguir que para este cultivo existen dos tipos de mercado, el fresco y el industrial.

Espinaca servida al consumidor al estado fresco: este tipo corresponde a la espinaca producida en el huerto, en donde está prevista una sola recolección manual. La espinaca recolectada se puede presentar bajo 2 aspectos:

- Espinaca en hojas: se retira la hoja con una parte del peciolo que tiene menos 10 cm.. Se pueden llevar a cabo varios cortes.
- Espinaca en manojos: se corta la planta por debajo del cuello. Solamente se prevee una sola cosecha. Determinadas tradiciones regionales hacen que se encuentren en el mercado la espinaca con raíces.

La forma de presentación de este tipo de espinaca es la siguiente:

- A granel ( encestos de mombre, cestillos, bandejas)
- Acondicionada en sacos de malla de 1 a 2 Kg.

Para evitar el calentamiento se recomienda no adoptar un embalaje demasiado grande. Existe actualmente una norma que estipula especialmente que la espinaca no puede ser comercializada más que en la forma de hojas o en manojos.

Espinaca destinada a la industria de la alimentación: corresponde al cultivo hortícola que se efectúa sobre grandes extensiones de superficie, siendo la recolección esencialmente mecánica. Únicamente es aceptada por la industria la espinaca en hojas.

La fragilidad de la espinaca exige un laborado del producto en un plazo muy corto. Este es el motivo por el cual para el congelado, no debe exceder el transporte entre el campo y el lugar de procesamiento un tiempo no superior a los 30 minutos. Para la conserva se deben desembarazar de las espinacas las hojas amarillas y secas, escapos florales, tallos y raíces, así como toda clase de plantas extrañas.

El tercer aspecto es la transformación de la espinaca para su consumo. Para lo cual se utilizan varias técnicas entre las que se encuentran:

1.- La Apertización.

La espinaca tratada mediante las técnicas de apertización o del congelado se presentan bajo tres formas:

- |                     |          |  |
|---------------------|----------|--|
| -Espinaca en ramas: | sinomias | Espinaca en hojas<br>Hojas de espinacas.                 |
| -Espinaca picada    | sinomias | Espinaca cortada   |
| -Puré de espinaca   | sinomias | Espinaca pasada<br>Espinaca tamizada<br>Espinaca en puré |

La endeblesz de esta verdura hace que presice una rápida trans-

formación ya que en caso contrario se presenta una alteración en la clorofila y en el contenido de vitamina C.

Este tipo de conservación lleva consigo las siguientes operaciones:

- Sucesivos lavados en varias aguas.
- Escaldado en agua hirviendo o con vapor.
- Eventualmente, cortado o triturado.
- Escurrido o aspiración en un concentrador.
- Envasado y precalentado.
- Esterilización.

De todas ellas se deben precisar especialmente dos operaciones:

a) El escaldado.

Cuando el escaldado se practica mediante el agua hirviendo previamente salada, se presenta una destrucción de los tejidos vegetales, quedando en libertad una serie de sustancias hidrosolubles, como son sales minerales, vitaminas y clorofila. Esta última al ser atacada por los ácidos orgánicos, experimenta una transformación en un producto denominado feofitina, compuesto orgánico de color pardo que altera la coloración del producto.

Este es el motivo por lo que en ocasiones resulta preferible escaldar por medio del vapor, durante 2 a 3 minutos.

b) Reverdecimiento.

Esta operación resulta necesaria llevarla a cabo en muchos ca

sos. Para lo cual es necesario acatar las disposiciones reglamentarias referentes al uso de colorantes en materia de productos alimenticios. En la actualidad está totalmente prohibida la utilización del sulfato de cobre. Únicamente están autorizados el uso de clorofilas y complejos cúpricos de las clorofilas y clorofilinas.

## 2.- Sobrecongelado:

Este tipo de manufacturas lleva consigo las siguientes operaciones:

- Sucesivos lavados en varias aguas.
- Escaldado al vapor.
- Eventualmente, cortado o triturado.
- Enfriamiento.
- Envasado.
- Congelación a  $-35^{\circ}\text{C}$ .
- Conservación a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Rendimiento de la transformación: 3 Kg de espinaca fresca proporcionan 1 Kg de espinaca congelada.

En la tabla 8 se dan los valores de la temperatura máxima de almacenaje en diferentes meses de almacenamiento para verduras y frutas congeladas, donde se observa su calidad y las pérdidas de vitamina C. ( sig. pág.).

Tabla 8.- Temperatura Máxima de Almacenaje en Varios Tiempos de Almacenamiento para Verduras y Frutas Congeladas.

Producto/Criterio	Temperatura Máxima de Almacenaje °C			
	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses
<b>ESPARRA COS</b>				
Calidad	-18	-21	-23	-25
Pérdida de la Vitamina C.				
10%	-15	-18	-19	-20
25%	-14	-15	-18	-19
50%	-13	-16	-17	-18
<b>BROCOLI</b>				
Calidad	-18	-21	-23	-25
Pérdida de la Vitamina C.				
10%	-26	-40	-46	-
25%	-17	-19	-21	-22
50%	-13	-14	-16	-18
<b>EJOTES</b>				
Calidad	-16	-19	-21	-22
Pérdida de la Vitamina C.				
10%	-20	-21	-22	-23
25%	-16	-18	-19	-20
50%	-14	-16	-18	-17
<b>COLIFLOR</b>				
Calidad	-16	-19	-20	-21
Pérdida de la Vitamina C.				
10%	-16	-25	-37	-71
25%	-18	-22	-29	-
50%	-16	-19	-21	-23

Tabla 8.- Temperatura Máxima de Almacenaje en Varios Tiempos de Almacenamiento para Verduras y Frutas Congeladas. Continuación.

Producto/Criterio	Temperatura Máxima de Almacenaje °C			
	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses
<b>CHICAROS</b>				
Calidad	-16	-19	-21	-23
Pérdida de la Vitamina C.				
10%	-16	-19	-20	-22
25%	-13	-16	-17	-18
50%	-12	-13	-14	-15
<b>ESPINACA</b>				
Calidad	-19	-22	-24	-25
Pérdida de la Vitamina C				
10%	-20	-26	-28	-30
25%	-11	-20	-23	-24
50%	-14	-18	-19	-20
<b>DURAZNOS</b>				
Calidad	-15	-18	-16	-15
Pérdida de la Vitamina C.				
10%	-39	-	-	-
25%	-18	-37	-	-
50%	-12	-18	-	-
<b>JUCO CITRICO CON-CENTRADO.</b>				
Calidad	-10	-14	-16	-17
Pérdida de la Vitamina C.				
10%	5	5	5	5

En la tabla 8, se puede observar que a temperaturas de  $-20^{\circ}\text{C}$  no es posible mantener la calidad en los espárragos, chícharos y ejotes, pero si se mantiene el contenido de vitamina C a dicha temperatura hasta los 24 meses.

A la misma temperatura.  $-20^{\circ}\text{C}$ , si se mantiene la calidad en el brócoli, coliflor, espinaca y duraznos, hasta en 12 meses pero se pierde del 20 al 50% de vitamina C bajo estas condiciones de congelamiento, anotando el autor que la calidad se pierde más rápidamente que el contenido de la vitamina C.

A diferencia el jugo de cítrico concentrado que retiene la calidad del sabor a  $-18^{\circ}\text{C}$ , perdiendo menos del 10% del contenido de vitamina C después de 2 años a temperatura de  $5^{\circ}\text{C}$ .

Estos datos se han utilizado para sacar estándares al momento de congelar un producto, como es en el caso del brócoli y del espárrago, en los que se recomienda congelar a una temperatura de  $-18$  a  $-24^{\circ}\text{C}$  durante 12 a 18 meses, conteniendo 90% de 30 o 27 mg de vitamina C en el espárrago y 75% de 30 o 22 mg de vitamina C en el brócoli.

### 3.- Deshidratación.

El desecado permite obtener fragmentos de hojas de espinaca destinadas a la industria de la alimentación. Se trata de hojas previamente desprovistas del pecíolo y los nervios gruesos. El rendimiento del producto con respecto al material fresco es de 6%.

Los alimentos deshidratados son de gran aceptabilidad, sanos y estables concentrados de incomparables cualidades nutricionales, los cuales pueden estar alta y convenientemente preparados para su consumo. Los vegetales en forma de hoja, tales como las espinacas, han recibido una atención limitada como productos comprimidos deshidratados. La gran área superficial de la espinaca, debería hacer de esta cosecha una buena opción para deshidratarla y comprimirla.

Los alimentos producidos por medio de deshidratación tienen menor peso y un preservado sabor y estructura, aunque el volumen en términos de empaquetadura, transportación y almacenaje no cambia. En un esfuerzo para solucionar este problema, diferentes métodos de compresión del producto deshidratado, se han desarrollado para eliminar la mayoría de los espacios desocupados.

Algunas frutas y vegetales han sido comprimidos y después reconstituídos a una apariencia y textura normal. La mayor parte de las investigaciones han sido dirigidas hacia los vegetales. Rahman en 1969 (J. Food. Science. vol 42. No 3. p 792 1971) en estudios realizados en la deshidratación del maíz, guisantes, espinacas y zanahorias encontró importantes diferencias entre muestras que habían sido comprimidas bajo 500-2000 psi y aquellas que no lo habían sido.

Cuando los alimentos deshidratados eran propiamente preacondicionados, podrían ser comprimidos con poca o ninguna fragmen-

tación. Landy en 1962 (ob. cit.) descubrió que una aceptable compresión de espinacas se obtenía incrementando el contenido de la humedad al 9% antes de la compresión. Rushing en 1975 (ob. cit.) propuso que el proceso de deshidratación se detuviera al nivel de humedad deseado y el producto fuera comprimido. La mezcla restante debería entonces removerse mediante la deshidratación y hacia un peso constante.

Los alimentos deshidratados tienen una densidad masa promedio de 0.3 g/cc. Con la tecnología existente sería posible comprimir la mayoría de los alimentos a una densidad de masa de 0.9 g/cc sin alterar la calidad.

Karel y Coldblith en 1964 (ob. cit.) señalaron que es muy importante el utilizar vegetales crudos de alta calidad en el proceso de deshidratación; ya que estos productos son sujetos a extensivos procedimientos de procesamiento, donde el resultado final reflejará color, textura, gusto y apariencia parecidos a los del producto crudo. El color de la espinaca procesada depende del proceso de blanqueamiento. Cruess en 1958 sugirió en 1958 77°C durante 7 minutos; debido a la conversión de clorofila a feofitina (para que esta reacción se lleve a cabo, iones  $H^+$  deben estar presentes) el agua blanca debe ser ligeramente alcalina, encontrándose que 1.2% de  $N_2Cl$  en el agua blanca reduce significativamente la conversión de clorofila a feofitina.

En la determinación de las condiciones de almacenaje sobre la calidad de las materias primas crudas, Giese en 1930 (ob.cit.) encontró que los azúcares solubles disminuían en la espinaca, así como en los demás vegetales estudiados, reportando también que a mayor temperatura mayor pérdida de azúcares.

Rapava en 1972 (ob. cit) reportó que el número y la cantidad de azúcares presentes en la espinaca estaba relacionado directamente con la dureza del invierno. Junto con esta determinación se encontró que el porcentaje de fibra cruda se incrementa bajo las mismas condiciones que causaban el decaimiento en los azúcares. Se encontró también que la relativa cantidad de fibra cruda y el avance de la temporada de cosecha no se relacionaban.

## 8.1.-\*Normas Comunes de la Calidad de la Espinaca\*

### I.- Definición de los Productos.

La presente norma alude a las espinacas de variedades procedentes de la Spinacea oleracea destinadas a los consumidores en estado fresco, con exclusión de los productos que se reservan para su transformación.

### II.- Características de la Calidad.

#### A) Generalidades.

La norma tiene por objeto definir las calidades que deben presentar las espinacas cuando se encuentran listas para su expedición, después de su acondicionado y embalado, presentadas en hojas o en manojos.

#### B) Características Mínimas.

Las espinacas deben encontrarse:

-sanas.

-de aspecto fresco.

-limpias, prácticamente desembarazadas de tierra, exentas de residuos visibles de abonos o productos antiparasitarios.

-desprovistas de escapos florales.

-desprovistas de olor o sabor extraños.

El producto lavado debe encontrarse suficientemente escurrido.

Para las espinacas en manojos, la parte que comprende la raíz debe encontrarse cortada inmediatamente por debajo de la corona exterior de las hojas.

El estado del producto debe encontrarse en condiciones tales que pueda soportar el transporte y el manipulado, así como responder a las exigencias comerciales del lugar al que se destina.

### C) Clasificación.

Las espinacas son objeto de una clasificación en dos categorías cualitativas, como se indica a continuación:

#### Categoría 1.

Las espinacas en hojas y las espinacas en manojos se pueden clasificar en esta categoría.

Las hojas deben de ser:

-enteras.

-de coloración y aspecto normales, para la variedad y época de recolección.

-exentas de daños provocados por las heladas, parásitos, animales, así como por las enfermedades que afectan a su aspecto o comestibilidad.

En lo que concierne a las espinacas en hojas, la longitud del pecíolo no debe sobrepasar los 10 cm.

#### Categoría 2.

Esta categoría admite las espinacas en hojas o en manojos de-

calidad corriente que no pueden ser clasificadas en la categoría 1; pero que corresponden a las características mínimas previstas en el apartado II B

### III.- Calibrado.

No es obligatorio el calibrado de las espinacas.

### IV.- Tolerancia.

Se admiten tolerancias acerca de la calidad en cada fardo, para los productos que no cumplen los requisitos de la categoría.

#### Categoría 1:

10% en peso de los productos que no se ajustan a las características de la categoría, pero sí están de acuerdo con las de la categoría 2.

#### Categoría 2:

10% en peso de los productos que no se ajustan a las características de la categoría, pero resultan apropiados para el consumo.

Además en lo que se refiere al producto en manojos, se admite el 10% en peso de manojos cuyas raíces pueden alcanzar como máximo un centímetro a partir de la corona exterior de las hojas.

## V.- Embalajes y Presentación.

### A) Homogeneidad.

El contenido de cada fardo debe ser homogéneo; cada uno de ellos no debe llevar más que productos de la misma variedad y calidad. Está prohibido mezclar en el mismo embalaje espinacas en hojas y espinacas en manojos.

### B) Acondicionamiento.

El acondicionamiento debe ser de tal naturaleza que asegure una debida protección del producto. Los papeles u otros materiales que se utilicen deben de ser nuevos e inocuos para la alimentación humana. En el caso que lleven letreros impresos, estos no deben figurar más que sobre la cara exterior, de forma que no puedan ponerse en contacto con el producto.

El producto una vez acondicionado, debe hallarse exento de toda clase de cuerpos extraños, incluidos los escapos florales aislados, hojas amarillentas así como malas hierbas.

## VI.- Etiquetado.

Cada fardo o paquete debe llevar en la parte externa, en caracteres legibles e indelebles, los siguientes datos:

### A) Identificación

Expedidor

Empaquetador Nombre y direc. o identif. simbólica

B) Naturaleza del producto.

Espinaca en hojas o Espinaca en manojos (para embalajes cerrados).

C) Origen del producto.

Zona de producción o denominación Nacional, Regional o Local.

D) Características Comerciales.

Categoría.

E) Marca Oficial de Control.

ANEXO.

RECLAMACION CALITATIVA.

Conservas de Espinaca.

Titulo I.

Artículo Primero: Las conservas alimenticias de espinaca deben ajustarse a los criterios que se exponen a continuación: deben estar prearadas a partir de hojas jóvenes, tiernas, sanas y enteras de Spinacea oleracea con incorporación facultativa de sal (NaCl) y aromatizantes.

Artículo Segundo. Se reserva exclusivamente la denominación "espinaca en ramas" a las conservas constituidas por las hojas enteras y cubiertas de líquido (agua o salmuera diluida).

La denominación de "puré de espinaca" se reserva exclusivamente-

a las conservas constituidas por hojas tamizadas, con o sin incorporación de sal.

Artículo Tercero. Está permitida la coloración artificial de los productos definidos en los artículos precedentes, ajustando se a la reglamentación en vigor, con la condición de que la mención de "reverdecido" o "recolorado" figure en caracteres bien claros a continuación de la denominación sobre las etiquetas o marcas. Está prohibido cualquier otro tipo de coloración artificial, a menos de que se trate de una fabricación destinada exclusivamente a la exportación y que el producto esté de acuerdo con la legislación en vigor en el país de consumo.

## Titulo II.

### Características de la Materia Prima.

Artículo Cuarto.. Las espinacas empleadas en la preparación de los productos aludidos por la presente norma deben encontrarse desprovistas de hojas amarillas, secas, extremos floridos, tallos y raíces, así como de cualquier vestigio de plantas extrañas.

La materia prima debe encontrarse totalmente exenta de hojas pertenecientes a la espinaca de Nueva Zelanda, Acodera, Ortiga y Remolacaha. En la preparación de las espinacas en ramas el pedúnculo debe estar cortado como máximo a unos 3 cm de la hoja. Las espinacas tienen que estar desprovistas de arena, piedrecillas, insectos y toda clase de materia extraña.

### III.- MATERIALES Y METODO:

Las muestras para los análisis de vitamina C, se obtuvieron del cultivo de espinaca sembrado en la parcela 25 del campo 4 de la F.E.S. Cuautitlán el 25 de enero de 1962 y cosechado el 30 de marzo del mismo año (ciclo agrícola de 65 días).

Se preparó un mes antes el suelo, labrándose a una profundidad de 25 cm, dándose un riego a profundidad para la siembra. Se calcularon 5 g de semilla por metro cuadrado (la densidad de siembra es de 20-25 Kg/h), sembrándose a una profundidad de 2 cm. A los 20 días, más o menos, cuando las plantas tenían dos hojas se hizo un raleo, dejando 10 cm entre cada planta. No se dió otro riego pues en el mes de febrero cayeron dos aguaceros muy fuertes.

El diseño que se utilizó para este experimento fue el de bloques al azar, en este diseño los tratamientos se asignan aleatoriamente a un grupo de unidades experimentales llamado bloque o repetición, el objetivo consiste en mantener la variabilidad entre unidades experimentales dentro de un bloque tan pequeño como sea posible y maximizar las diferencias entre bloques, siendo importante que exista diferencia entre los bloques para así poder detectar las diferencias entre los tratamientos.

Después que se agruparon las unidades experimentales en los bloques los tratamientos se asignaron aleatoriamente a las unidades dentro de cada bloque, con una distribución aleatoria hecha

para cada bloque. Los tratamientos consistieron en diferentes niveles de fertilización nitrogenada como a continuación se describe:

T-1	Espinaca Var. Viroflay	NPK=	00-00-00
T-2	Espinaca Var. Viroflay	NPK=	60-00-00
T-3	Espinaca Var. Viroflay	NPK=	40-00-00
T-4	Espinaca Var. Viroflay	NPK=	20-00-00

De cada unidad experimental (se hicieron 4 repeticiones para cada tratamiento) se tomaron muestras de 200 g, etiquetándola y guardándola en bolsas de plástico, dejándolas 24 horas en refrigeración, colocándolas al siguiente día en el congelador en el Instituto de Investigaciones Biomédicas en Ciudad Universitaria durante dos meses (para el traslado no se utilizó ningún tipo de refrigeración).

Para realizar las pruebas previas se utilizó espinaca comprada en el mercado, la cual se seleccionó al azar.

Los análisis fueron realizados en los laboratorios de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química de la U.N.A.M., contando con la asesoría directa de la doctora Elvira Santos y con el apoyo del Ingeniero Fernando Carcía del Instituto de Investigaciones Biomédicas de Ciudad Universitaria.

Para realizar los análisis se utilizó el método de "Reducción del Diclorofenol-Indofenol por el Acido Ascórbico". Este método consta de cuatro partes fundamentales que son:

- 1.- Extracción.
- 2.- Reducción del indicador por el ácido ascórbico de la muestra.
- 3.- Transferencia del exceso de indicador al xileno.
- 4.- Determinación de la concentración de ácido ascórbico presente en la muestra (Idz. C. 1971).

#### Material de Laboratorio:

- 1 espectrofotómetro.
- 1 centrífuga.
- 2 matraces aforados de 1000 ml (para la solución buffer y para la solución del ácido metafosfórico).
- 1 matraz aforado de 100 ml (para la solución indicador).
- 1 matraz aforado de 50 ml (para la solución indicador que se usa en laboratorio).
- 6 matraces aforados de 100 ml (para soluciones prueba).
- 2 matraces Erlenmeyer (para filtrar).
- 7 pipetas de precisión de 2 ml.
- 2 pipetas de precisión de 5 ml.
- 2 pipetas de precisión de 10 ml.
- 1 probeta de 100 ml.

- 1 licuadora.
- 1 balanza granataria.
- 1 balanza de precisión.
- 1 potenciómetro.
- papel filtro.
- papel indicador.

Soluciones:

- 1.- Solución indicador de diclorofenol-indofenol.
- 2.- Acido ascórbico grado C.P.
- 3.- Acido acético.
- 5.- Celita.
- 6.- Xileno grado C.P.
- 7.- Agua destilada.
- 8.- Acido metafosfórico al 3%.

#### IV.- METODO DE ANALISIS.

El método de análisis empleado se basa en la reducción del diclorofenol-indofenol (ver pág. 55), por el ácido ascórbico reducido. Esta reacción química puede medirse mediante la decoloración cuantitativa del indicador (diclorofenol-indofenol) la cual es proporcional a la cantidad de ácido ascórbico reducido presente en la reacción. Una vez efectuada la reacción el exceso de indicador es extraído con el xileno y medido en un espectrofotómetro.

El método comprende 4 etapas básicas que son:

- 1.- Extracción.
- 2.- Reducción del indicador por el ácido ascórbico de la muestra.
- 3.- Transferencia del exceso de indicador al xileno.
- 4.- Determinación de la concentración de ácido ascórbico presente en la muestra.

#### 1.- EXTRACCION:

- a.- 40 g de espinaca fresca.
- b.- 50 ml de ácido metafosfórico al 3%.
- c.- 10 g de celita (ayuda al filtrado).

Colocar la muestra y los reactivos en la licuadora por 2 minu -

tos, luego filtrar hasta obtener un filtrado claro, descartando los primeros 10 ml de filtrado. Aforar a 100 ml.

## 2.- REDUCCION DEL DICLOROFENOL-INDOFENOL Y TRANSFERENCIA DEL INDICADOR.

Reactivos utilizados:

a.- Buffer Acetato. Se prepara disolviendo 12 g de ácido acético en un litro de agua y 16.4 g de acetato de sodio también en un litro de agua. Tomando de la primera solución 900 ml y de la segunda 100 ml. A esta solución se le mide el pH, el cual debe ser de 3.5.

b.- Xileno grado C.P.

c.- Solución stock de diclorofenol-indofenol. Se prepara disolviendo 40 mg de cristales del indicador en agua caliente. Se filtra, enfría, se lleva a un volumen de 100 ml y se almacena en refrigeración (útil por 4 semanas). De esta solución stock, para cada juego de análisis se toman 30 ml y se llevan a un volumen de 50 ml. Se colocan 2 ml del extracto vegetal en el tubo de ensayo, se agrgan 2 ml de buffer acetato y se agita por 5 segundos. Se agregan 5 ml de indicador agitando por 15 segundos.

Se agregan 15 ml de xileno y se agita vigorosamente hasta que el color es transferido al xileno en la parte superior del tubo de ensayo.

En la etapa de reducción del indicador, el tiempo de adición de cada solución es crítico y debe evitarse cualquier contaminación especialmente con cobre.

#### 4.- DETERMINACION DE CONCENTRACION DE ACIDO ASCORBICO PRESENTE EN LA MUESTRA.

La concentración de ácido ascórbico presente en la muestra se determina comparando la absorbencia de la muestra con la de puntos de una Curva Patrón para absorbencia (decoloración del indicador), a diferentes concentraciones de ácido ascórbico. La absorbencia se determina en un espectrofotómetro a 500 m $\mu$ . Se elige esta longitud de onda porque corresponde al rosa en el espectro visible, y es este color el que se observa en la reacción que se lleva a cabo en el tubo de ensayo.

##### 4.1.- Curva Standar o Curva Patrón, para concentración de ácido ascórbico.

Testigo (blanco).- Se prepara al igual que las muestras, pero utilizando solución de ácido ascórbico de laboratorio, en lugar de extracto vegetal.

Se utilizan 30 ml de solución de cristales de ácido ascórbico en ácido metafosfórico al 3%. La solución de ácido ascórbico -

debe ser lo suficientemente concentrada para decolorar los 5 ml de indicador (diclorofenol-indofenol) que se utilizan en la reacción.

Para preparar la curva patrón se utilizó una solución base de 50 microgramos de ácido ascórbico en 50 ml de ácido metáfosfórico al 3%, lo que da una relación aproximada de un microgramo por mililitro. A partir de la solución testigo de ácido ascórbico, se preparan diluciones; por ejemplo a 2 ugr/ml, a 6 ugr/ml, a 8 ugr/ml, etc., hasta aproximarse a 0 ugr/ml (concentración de ácido ascórbico).

Una vez que se obtiene la solución testigo de ácido ascórbico que decolora completamente al indicador, y hechas diluciones de ésta, se procede a elaborar la curva patrón de concentración de ácido ascórbico y absorbencia, siguiendo el procedimiento de la reacción y transferencia (etapa 3) indicada para la muestra vegetal pero utilizando 2 ml de solución testigo y diluciones en lugar de los 2 ml de extracto vegetal.

#### 4.2.- Lectura en el Espectrofotómetro..

Las lecturas se harán a 500 mμ. Una vez que se efectúa la transferencia del exceso de indicador (diclorofenol-indofenol) al xileno, se sifonea del tubo de ensayo 10 ml de xileno coloreado y se centrifuga a 10 000 rpm por 10 minutos.

Estas muestras están listas para determinar absorbencia en el espectrofotómetro.

4.3.- Cálculos para determinar la concentración de ácido ascórbico presente en las muestras analizadas:

Se toma la lectura que se registra en el espectrofotómetro, - se lleva a la curva patrón y se localiza el punto donde se intercepten, bajando en dicha coordenada hasta encontrar la concentración de ácido ascórbico a la que corresponde dicho punto. Los datos se reportan en mg de ácido ascórbico por 100 g- de peso fresco.



Observándose que en la solución de 15 ml el indicador desaparecía completamente por lo que se decidió hacer otra determinación a menor concentración.

En esta segunda determinación se utilizaron concentraciones de 50 mg de ácido ascórbico en 50 ml de ácido metafosfórico tomando diluciones de:

2 ml de solución base en 50 ml de ac. metafosfórico al 3%
5 ml                   "                   "                   "
7 ml                   "                   "                   "
10 ml                  "                   "                   "

Esta vez no resultó la curva por fallas de medición ya que se deben de tomar exáctamente las medidas con la pipeta y el aforo en los matraces debe ser también exacto.

Se repitió la curva 3 veces hasta que resulto pero con concentraciones que van desde 2 microgramos hasta 20 microgramos. Observándose que dicha curva no es la que se obtiene generalmente cuando se relaciona absorbancia contra concentración, la cual sería de la siguiente forma:

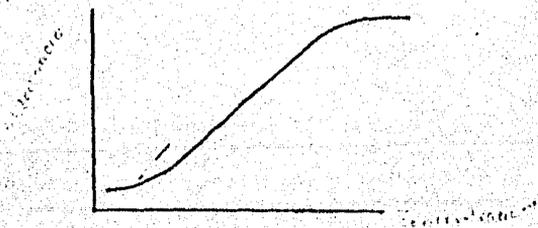


Fig 6.- Modelo de Curva Patrón de Absorbancia.

En este tipo de curva se observa que a mayor concentración se tendría mayor absorbancia, hasta llegar a un punto de equilibrio. Si no que la curva que se obtuvo fue de la siguiente forma:

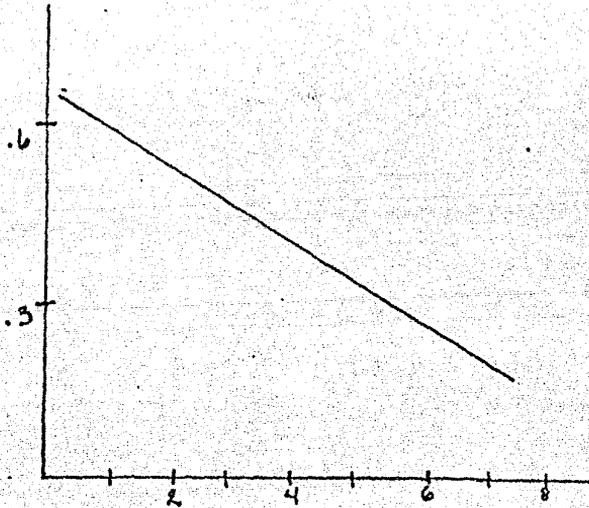


Fig 7.- Curva Patrón para concentración de ácido ascórbico.

Donde a medida que la solución era más concentrada, la solución indicador (diclorofenol-indofenol) era reducida por la alta concentración del ácido ascórbico, hasta llegar a un punto donde la concentración era tan alta (300 microgramos por ml) que ya no existía color en el tubo de ensayo.

Después se procedió a realizar análisis previos con muestras de espinaca comprada en el mercado y con la que se tenía en-

el refrigerador; observándose que la lectura en el espectrofotómetro de ésta última era muy alta (0.936), por lo que se pensó que la solución debería hacerse más concentrada, cambiándose el tamaño de la muestra de 20 g de espinaca en 100 ml de ácido metafosfórico al 3% por 40 g de espinaca en 50 ml de ácido metafosfórico al 3% y aforando a 100 ml de este mismo ácido cada solución de espinaca filtrada; pues en los primeros análisis sólo se tomaban los 2 ml de filtrado (como indicaba inicialmente la técnica), pero de esta manera no se podía determinar cuantos microgramos de ácido ascórbico se tenían por cada solución analizada.

De esta forma se obtuvo que la solución de espinaca comprada en el mercado sí caía dentro de la curva patrón pero la de espinaca refrigerada no.

Se realizaron 8 análisis con la espinaca congelada y 5 con espinaca comprada en el mercado, haciéndose 4 repeticiones y 2 lecturas para cada análisis.

La lectura con espinaca fresca, comprada en el mercado, fue de 0.510 que corresponde de acuerdo a la curva patrón realizada, a 15 mg de vitamina C por 40 g de peso fresco (tamaño de la muestra analizada), lo que da una relación de 37.5 mg de vitamina C por 100 g de peso fresco de espinaca.

En la tabla 9 se agrupan los resultados obtenidos.

Tabla 9.- Lecturas Obtenidas en el Espectrofotómetro en las Muestras de Espinaca Congelada y Fresca.

Muestra Analizada	Lectura en el Espectrofotómetro % de absorbancia
Espinaca Congelada	
AR <sub>1</sub>	0.630
AR <sub>1</sub>	0.601
AR <sub>1</sub>	0.622
AR <sub>1</sub>	0.631
AR <sub>2</sub>	0.639
AR <sub>2</sub>	0.721
AR <sub>2</sub>	0.658
AR <sub>2</sub>	0.750
AR <sub>3</sub>	0.610
AR <sub>3</sub>	0.708
AR <sub>3</sub>	0.596
AR <sub>3</sub>	0.603
BR <sub>1</sub>	0.587
BR <sub>1</sub>	0.607
BR <sub>1</sub>	0.646
BR <sub>1</sub>	0.700
BR <sub>2</sub>	0.618
BR <sub>2</sub>	0.640
BR <sub>2</sub>	0.615
BR <sub>2</sub>	0.632

Tabla 9.- Lecturas Obtenidas en el Espectrofotómetro en las Muestras de Espinaca Congelada y Fresca.

---

Muestra Analizada	Lectura en el Espectrofotómetro % de absorbancia.
Espinaca Congelada	
BR <sub>3</sub>	0.635
BR <sub>3</sub>	0.613
BR <sub>3</sub>	0.742
BR <sub>3</sub>	0.674
BR <sub>4</sub>	0.638
BR <sub>4</sub>	0.605
BR <sub>4</sub>	0.591
BR <sub>4</sub>	0.617
CR <sub>2</sub>	0.586
CR <sub>2</sub>	0.596
CR <sub>2</sub>	0.665
CR <sub>2</sub>	0.613
Muestra de Espinaca Comprada en el Mercado	0.510

---

## VI.- DISCUSION.

Durante el crecimiento de las plantas pueden sobrevivir muchos trastornos funcionales, atribuibles a causas diversas como deficiencia en minerales esenciales, desequilibrios en las existencias de agua, etc., y que influyen sobre la calidad de los productos recolectados. Existen además otros trastornos, como pérdida de la astringencia, obscurecimiento de los tejidos etc. cuyo origen se encuentra en el período que sigue a la cosecha, y que puede provocar durante el almacenaje deterioros en productos que estaban en perfectas condiciones al ser recolectados.

Estos trastornos del almacenamiento o del manejo que se le da al vegetal antes de llegar al consumidor (que van asociados generalmente con el envejecimiento prematuro y la muerte de los tejidos), se pueden clasificar en dos grupos fundamentales. En primer lugar existen trastornos fisiológicos debido a que los productos han estado expuestos a temperaturas inferiores a la oscilación fisiológica normal (trastornos producidos por el frío), que fue el caso del presente trabajo en el cual la espinaca al ser cosechada solo se colocó en bolsas de plástico, llevándose hasta el día siguiente al laboratorio donde se realizaron los análisis (no se utilizó en el transporte ningún sistema de refrigeración), donde se colocaron en un congelador, donde permanecieron por espacio de 2 meses en temperaturas

frias pero indeterminadas. Por lo cual al momento de realizar los análisis en el laboratorio, se observó que el contenido de vitamina C de estas muestras era nulo, ya que por el efecto del frío y del tiempo de almacenaje, la reacción del ácido ascórbico-ácido dehidroascórbico era ya irreversible; denotándose también el obscurecimiento de los tejidos de la espinaca, ésta es una de las lesiones más frecuentes producida por el frío, y que se debe a la acción incontrolada de los sistemas enzimáticos de la fenoloxidasa, que provoca la muerte de las células y la consiguiente alteración de las membranas celulares. Otra característica de las alteraciones producidas por el frío consiste en que, si bien se producen solamente cuando la temperatura desciende por debajo de un nivel crítico, a veces los efectos a corto plazo son más intensos cuando la temperatura es solo ligeramente inferior a este nivel que cuando desciende mucho más. Esto puede explicarse como un resultado del efecto negativo que ejerce el enfriamiento sobre la velocidad de las reacciones, que en estos casos se inician solamente cuando los vegetales, en este caso la espinaca, se exponen a temperaturas inferiores a las críticas. A largo plazo, cuando más baja sea la temperatura tanto más intensos serán los efectos finales de la influencia del frío.

El efecto nocivo general de las bajas temperaturas puede atribuirse a que los diversos sistemas enzimáticos se ven influen

ciados con distintas intensidades, y estos efectos diferenciales permiten la acumulación de productos tóxicos intermedios en suficiente cantidad para matar a las células. Esto se explica en el hecho de que si se eleva temporalmente la temperatura, mientras los vegetales están almacenados a una temperatura inferior al valor crítico (la espinaca debe almacenarse a  $-20^{\circ}\text{C}$  para que solo pierda el 10% de su vitamina C), puede aplazarse sino evitarse completamente la iniciación de los trastornos producidos por el frío. Estos períodos intermedios de almacenamiento a temperaturas más elevadas podrían renovar la actividad normal de las enzimas con lo cual se eliminarían las toxinas acumuladas, aunque al respecto no hay investigaciones. El segundo grupo incluye a todos los trastornos que pueden ser debidos a la acumulación en los tejidos de sustancias volátiles que son tóxicas (o posiblemente de tóxicos que son precursores de sustancias volátiles), especialmente cuando los productos vegetales se conservan en ambientes mal ventilados. Los mecanismos fisiológicos normales de los tejidos vegetales pueden alterarse también a temperaturas que no son bajas. Las sustancias que se forman normalmente durante la respiración anaerobia (alcohol etílico y acetaldehído) son toxinas poderosas que pueden destruir las células si no son eliminadas rápidamente. Por consiguiente la carencia de oxígeno en la atmósfera del almacén puede provocar la aparición de síntomas simila-

res a los que determinan los trastornos producidos por el frío, aunque en el primer caso las manchas aparecen en tejidos más profundos y que están más separados de la atmósfera que rodea al vegetal.

Por otra parte, muchos de los métodos químicos que han sido propuestos para la estimación del ácido ascórbico en muestras vegetales, han estado basados bajo el principio de que bajo adecuadas condiciones experimentales el ácido ascórbico más o menos específica y cuantitativamente reduce la coloración del reactivo. La simplicidad de los métodos de análisis y la correlación entre la vitamina C contenida en tejidos de plantas y el indicador 2-6 diclorofenol-indofenol, han permitido el uso extensivo de dicho reactivo en los métodos de análisis.

Aunque el procedimiento común del método ha sido muy utilizado, este no es muy apropiado para detectar pequeñas cantidades de ácido ascórbico, ni para detectar la forma oxidada de este, el ácido dehidroascórbico en tejidos vegetales.

En los resultados obtenidos se puede observar que el método si funcionó para muestras de espinaca fresca, pero no así para aquellas de espinaca congelada; denotándose que la lectura de ésta última daba por arriba de la lectura de la espinaca fresca, lo cual puede suceder por dos razones:

1.- Porque la espinaca al ser congelada y guardada por mucho tiempo, perdió completamente la vitamina C al oxidarse ésta (como ya se había mencionado), como lo demuestran los estudios realizados por Bulther y Mindlin en 1938 (J. Chem. 126 771, 1938), y los cuales se pueden observar en la tabla 10, donde los valores más bajos se encuentran en los tejidos de plantas que han estado almacenadas, marchitas o no muy frescas.

Tabla 10.- Acidos Ascórbico y Dehidroascórbico Contenido en Varios Tejidos Vegetales.

Tejido	Ac. Ascórbico mg/100 g	Ac. Dehidroasc. mg/100 g
Coliflor Fresca	40	0
Coliflor Almacenada (10 días)	29	4.7
Espinaca Fresca	45	0
Espinaca Marchita	10	1.5
Espinaca en Conserva	8.5	1
Ejotes Frescos	7.2	0
Ejotes Marchitos	4.9	1.2
Fresas	52	
Zarzamora	25	
Remolacha	7.0	
Rábano	25	

Fuente: J. Chem. 126, p781, 1938

Observándose también que en la espinaca marchita, en donde hay una disminución grande de ácido ascórbico, se manifiesta solo una pequeña cantidad de la forma oxidada reversible, lo que querría decir que al marchitarse el vegetal, la reacción de oxido-reducción que lleva a cabo el ácido ascórbico a dehidroascórbico, llega a un punto en que ya no es reversible, y no es posible detectar tampoco dicha forma oxidada.

Muchos autores han reportado que el contenido de vitamina C disminuye rápidamente después de la cosecha, estimándose que algunas hortalizas empacadas sin refrigeración pierden tanto como su valor original de su contenido de ácido ascórbico antes de que lleguen al consumidor. La velocidad de ésta pérdida varia para las diferentes hortalizas y es relativamente baja en chile, tomate, col y cultivos de raíces y rápida en hortalizas de hoja como en la espinaca.

La pérdida de ácido ascórbico en los tejidos de las plantas después de la cosecha es esencialmente un proceso de oxidación, siendo lógico suponer que cualquier tratamiento que reduzca la velocidad de oxidación en la planta, inhibirá la destrucción del ácido ascórbico.

Estudios realizados al respecto han demostrado que la espinaca sometida a almacenaje en atmósferas modificadas con un bajo nivel de oxígeno, retienen hasta tres veces la concentración de ácido ascórbico que en un control normal.

2.- Por la presencia en tejidos vegetales de algún compuesto insoluble en los extractos comúnmente utilizados (ácido metafosfórico al 3%) que bloquee el proceso de determinación del ácido ascórbico presente en la muestra y el cual podría desparecer por medio de una hidrólisis ácida o por calentamiento. Pero aún no se ha podido confirmar la existencia de semejante compuesto y no se ha encontrado un extracto más completo ni más satisfactorio que el ácido metafosfórico.

## VII.- CONCLUSIONES.

1.- El ácido ascórbico es un nutriente importante que puede faltar en las dietas actuales, a pesar de que se dispone de alimentos buenos y relativamente baratos. Para poder seleccionar bien los alimentos, se necesita conocer el contenido vitamínico de frutas y verduras, lo mismo que para estar seguro de que la vitamina llega al consumidor, hay que conocer las pérdidas que pueden ocurrir durante su preparación. Los menús mal escogidos contendrán poca vitamina C, lo mismo que los alimentos cocidos de manera inadecuada y en especial, los que se conservan calientes durante bastante tiempo o que se han recalentado. Por ello medir el contenido de vitamina C en un vegetal o en una comida, es una buena manera de determinar la calidad de la misma.

2.-El valor nutritivo de la espinaca radica más en el contenido de minerales como el Fe (que es un compuesto más estable), que en el contenido de vitamina C, ya que ésta se pierde en la mayoría de las veces en los procesos culinarios empleados para su consumo.

3.-El ácido ascórbico al oxidarse se transforma en ácido deidroascórbico, el cual tiene una actividad biológica menor (75% menos), esta reacción puede ser irreversible si la

planta se congela sin llevar un proceso determinado y por espacios de tiempo largo; si se cocina durante mucho tiempo en agua o en aceite, o se está muy marchita.

4.- Las espinacas son hortalizas ricas en vitaminas, sustancias minerales (Fe) y contienen además oxalato y nitrato, y teniendo en cuenta que el oxalato fisiológicamente activo es el único que el organismo del hombre puede absorber y que los déficits de Ca como resultado de ello son relativamente bajos, el contenido de nitratos constituye otro factor de calidad, ya que este en condiciones desfavorables de almacenamiento puede transformarse en nitrito el cual es tóxico por la intervención de bacterias, por el peligro que existe de una conversión a metahemoglobina. Se ha propuesto no alimentar con espinaca u otra verdura de hoja en los primeros tres meses de vida.

5.-La vitamina C es un agente reductor, por su capacidad oxidoreductora, interviene en forma predominante en los fenómenos de respiración celular, estimula la actividad de las enzimas que intervienen en la desintegración de las albuminas, inhibe las amilazas y defiende contra las infecciones.

6.- El ácido ascórbico se presenta en todas las células de plantas vivientes, en especial en las hortalizas de hoja, don

de suele alcanzar mayores concentraciones, no se presenta en semillas secas, pero aparece inmediatamente al germinar.

7.- Los grandes cambios, especialmente de color y sabor, que tienen lugar durante el almacenamiento de las frutas y hortalizas corren paralelos con la disminución progresiva del ácido ascórbico que poseen; como es en el caso claro del oscurecimiento de los jugos cítricos durante su almacenamiento, el cual se produce después de que todo el ácido ascórbico ha sido irreversiblemente oxidado.

8.- Una de las dificultades encontradas en los métodos de análisis para determinar el contenido de ácido ascórbico en muestras de tejidos vegetales es buscar la estandarización del tamaño de la muestra a analizar, obteniéndose para el caso de la espinaca las siguientes:

a.- Para cada análisis se necesitan 40 g de espinaca fresca. Por lo que se requerirá tomar una muestra en el campo de aproximadamente 250 g.

b.- Las muestras deberán estar limpias de tierra, marcadas y guardadas en bolsas de plástico. Se recomienda ponerlas en una caja de unicel con hielo, para trasladarlas al laboratorio donde de inmediato se realicen los análisis.

c.- Es muy importante hacer las respectivas lecturas en el espectrofotómetro el mismo día en que se realicen las soluciones problema.

9.- Como la espinaca pierde por oxidación su contenido de ácido ascórbico, los análisis para la determinación de éste deberán realizarse inmediatamente después de la cosecha.

10.- La vitamina C tiene la propiedad de decolorar al 2-6-diclorofenol-indofenol (indicador que se usa para la determinación de ácido ascórbico en laboratorio), y la cantidad que decolora proporciona la medida de la vitamina C que contiene el alimento.

El ácido metafosfórico destruye la enzima oxidasa del ácido ascórbico, que de otra manera atacaría a la vitamina C, dicho indicador (2-6 diclorofenol-indofenol) que es de color azul se vuelve rosa al entrar en contacto con el ácido del frasco y pierde su color de inmediato por efecto de la vitamina presente.

11.- Ya que la temperatura es uno de los factores más importantes en la velocidad de respiración de las plantas ya cosechadas, las pérdidas de ácido ascórbico serán directamente proporcionales a la temperatura del lugar de almacenaje.

c.- Es muy importante hacer las respectivas lecturas en el espectrofotómetro el mismo día en que se realicen las soluciones problema.

9.- Como la espinaca pierde por oxidación su contenido de ácido ascórbico, los análisis para la determinación de éste deberán realizarse inmediatamente después de la cosecha.

10.- La vitamina C tiene la propiedad de decolorar al 2-6-diclorofenol-indofenol (indicador que se usa para la determinación de ácido ascórbico en laboratorio), y la cantidad que decolora proporciona la medida de la vitamina C que contiene el alimento.

El ácido metafosfórico destruye la enzima oxidasa del ácido ascórbico, que de otra manera atacaría a la vitamina C, dicho indicador (2-6 diclorofenol-indofenol) que es de color azul se vuelve rosa al entrar en contacto con el ácido del frasco y pierde su color de inmediato por efecto de la vitamina presente.

11.- Ya que la temperatura es uno de los factores más importantes en la velocidad de respiración de las plantas ya cosechadas, las pérdidas de ácido ascórbico serán directamente proporcionales a la temperatura del lugar de almacenaje.

12.- Una solución a las pérdidas de ácido ascórbico en espinaca ya cosechada y que se desee almacenar es la utilización de atmósferas modificadas con un bajo contenido de oxígeno (2.5%) donde se ha demostrado que a este nivel de oxígeno la velocidad de respiración se reduce y por lo tanto la velocidad de oxidación del ácido ascórbico también se reduce.

VIII.- BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Anderson, Jonathan. 1972  
Redacción de Tesis. Ed. Diana México. 174pp.  
A method for determination of small quantities of ascorbic-acid and dehydroascorbic acid in turbid and colored solutions in the presence of other substances.  
J. Chem. 126, p771-785.
- 2.- Bessey, O.A. 1938.  
Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. Div. Nutrición Instituto Nacional de la Nutrición. México. 34pp.
- 3.- Bourges, H. y H. Hernández. 1980.  
Biochemical Studies on post harvest quality changes in vegetables. Wilting effect on changes in vitamin C content during storage of spinach.  
J. Agr. Res. 33, 569.
- 4.- Braverman, J. 1978.  
Regreso a la Naturaleza. Ed. Algo. Méx. 189pp.
- 5.- Celeste, Z. 1982.

- 6.- Comisión del Codex Alimentarius. 1961. Espinaca congelada, estandarización, comercialización y clasificación. F.A.O. 11pp.
- 7.- Chaux, C. 1971. Productions Leguminieres. Ed. Bailliere. Paris. 315pp.
- 8.- Guenko, Guenkov. 1976. Horticultura Cubana. Ed. Pueblo Nuevo. Cuba. 343pp.
- 9.- Masoda, H. et.al. 1979. Effect of wilting on vitamin C contents in spinach and Kagomatsuna. Report. Nat. Food Res. Ins. 35:80-83. U.S.A.
- 10.- Hernández, Carmen. 1971. Changes in vitamin content of cabbage (*Brassica oleracea capitata*) group stored in controlled atmospheres. M.S. Thesis. Cornell, Univ. U.S.A. 66pp and appendix.
- 11.- Hernández, Carmen. 1980. Apuntes de Horticultura en México. F.E.S.C. 40pp.
- 12.- Hernández, Carmen. et.al. 1982. Etapas fenológicas y rendimiento de espinaca (*Spinacea oleracea*), cultivada bajo diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada. Inédito. F.E.S.C. Méx. 40pp.
- 13.- Herman, Karl. 1970. Alimentos Congelados. Tecnología y Comercialización. Ed. Acribia. España. 279pp.

- 14.- Institute National de Vulgarization pour les Fruits, Légumes et Champignons. 1970. L'Épinard. Ed. Acribia. Espal 67pp.
- 15.- Kramer, Amihud. 1979. Effects of freezing and frozen storage on nutrient retention of fruits and vegetables. Food. Tech. 37(2). p58-61.
- 16.- Lerena, Adolfo. 1945. Cultivos de Huerta. Ed. Albertos. Argentina. 584pp.
- 17.- Maercke, D. 1976. Etudies de la morphologie, physiologie et chimie de plusieurs variétés d'épinard. Revue de l'Agriculture. 29 (5) 1235-1253. Univ. de l'Etat. Belgique.
- 18.-M. Astier. 1975. Evolution de la teneur en nitrates, vitamine C, magnésium et fer, au cours de la cuisson de l'épinard. Annales de la Nutrition et de l'Alimentation. 29,3. p239-244.
- 19.- Munukova. 1977. Vitamin C losses of vegetables culinary preparation. Vyzivalidu. 32(3) p 36-37.

- 20.-Platenius, Jones.  
Brown, Josepine. 1944.  
Effect of mimified atmosphe-  
re storage on ascorbic acid-  
content of some vegetables.  
Food. Res. vol 9 jan-dec.  
p 378-384. U.S.A.
- 21.- R.B. Duckworth. 1968.  
The Composition of Foods.  
MRC. Special Report. No 297.  
M.S.O. U.S.A.
- 22.-Sánchez, Oscar. 1970.  
La Flora del Valle de México  
Ed. Herrero. Méx. 519pp.
- 23.- Stino, K. 1973.  
Studies on vitamin C and oxa-  
lic acid concentrations in s-  
pinach. Agricultural Res. Re-  
51(5):109-114. El Cairo.Egypt
- 24.- Stoppani, Rietti. 1962.  
Guía de Trabajos Prácticos de  
Química Biológica. Ed. El A-  
neo. Argentina. 384pp.
- 25.- Thompson, F. 1971.  
Effect of freezing on oxida-  
tion of L-ascorbic acid.  
J. Agri. Food.Chem 19(1).  
121-124.
- 26.- Tisconia, Julio. 1982.  
Hortalizas de Hojas. Ed. Al-  
batros. Argentina. 203pp.

- 27.- Torres, Villalpando. 1982. Entrevista realizada con la doctora en el Instituto Nacional de la Nutrición, sobre el contenido de vitamina C en espinaca.
- 28.- Waltham, Schopper. 1943. Plants and Vitamins. Chronica Botanica. Neil Series of Plant Science Books. 293pp.
- 29.- Welcher, F.J. 1953. Standard methods of chemical analysis. vol 2, parte B p2384-2387. U.S.A.
- 30.- Wisakowisky, E. 1977. Factores affecting the quality of freeze-dried compressed spinach. Journal of Food Science. 42(3) p782-783. Hort Sci. Tex. U.S.A.