

"EL CULTIVO DE LA LECHUGA (Lactuca sativa, L.)"

DISERTACION

Sometida a la consideración de la  
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Rafael Ahumada Gutiérrez

Como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo con especialidad en Fitotecnia.

Agosto de 1981.

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## INDICE

	Pág.
I. - INTRODUCCION.....	1
II. - DESCRIPCION BOTANICA.....	2
III. - METODOS DE SIEMBRA E INVESTIGACIONES ACERCA DE LA SEMILLA..	2
A. - ESPACIAMIENTO.....	2
B. - DENSIDAD DE SIEMBRA .....	3
C. - COBERTURA DE LA SEMILLA.....	3
D. - INVESTIGACIONES ACERCA DE LA FISIOLOGIA DE LA SEMILLA.....	4
E. - INVESTIGACIONES ACERCA DE LA GERMINACION DE LA SEMILLA ....	6
F. - TRANSPLANTE.....	7
G. - RIEGOS.....	7
H. - FERTILIZACION.....	9
IV. - COSECHA Y ENVIO.....	10
A. - METODOS DE EMPAQUE.....	10
B. - COSECHA MECANICA.....	11
V. - CAMBIOS EN EL SECTOR DE INVESTIGACIONES.....	11
A. - DESARROLLO DE LAS VARIEDADES.....	11
B. - INVESTIGACIONES ACERCA DE LAS ENFERMEDADES.....	12
C. - INVESTIGACIONES ACERCA DE INSECTOS Y NEMATODOS.....	15
VI. - ENVIOS Y CALIDAD POST-COSECHA.....	16
A. - TRANSPORTE: TREN VS CAMIONES.....	16
B. - CARACTERISTICAS DE LA CALIDAD.....	16
C. - DAÑOS POST-COSECHA.....	18
D. - COBERTURA DE LA CABEZA.....	20
VII. - BIBLIOGRAFIA.....	21

## I.- INTRODUCCION.

La mayoría de las autoridades están de acuerdo en que Lactuca sativa así como Lactuca serriola y Lactuca seligna, son originarias de la Costa sur del Mediterráneo. Se considera que fué domesticada por -- primera vez en Egipto. Lo que ayuda a mantener esta idea, son las pinturas grabadas que se encontraron en las tumbas egipcias que datan des de 4,500 años A.C., los cuales describen una variedad de lechuga que muestra hojas elongadas y puntiagudas, semejantes a las de tipo coso romano que se conocen actualmente. De Egipto, el cultivo de la lechuga se diseminó a través del Mediterráneo hacia Italia y Grecia. De acuerdo con Stistervant (22), la lechuga era un alimento popular en la Grecia antigua, mostrando como evidencia, el hecho de que es citada en -- los escritos hechos por Hipócrates (450 A.C.), Aristóteles (356 A.C.), Teófrates (322 A.C.) y Dioseroides (60 A.C.). También era muy popular entre los romanos, donde es el tema de una discusión por Paladius ---- (210 D.C.), el cual mencionaba que se sembraba diferentes tipos en el área romana. La lechuga apareció por primera vez en la literatura científica inglesa y en 1,340 D.C. por Chancer el cual también menciona el ajo y la cebolla.

Hasta el siglo XVI, la lechuga que se sembraba en Grecia, Roma y en Europa Occidental era la de tipo cos y de hoja. No existe ninguna evidencia acerca de que la de "cabeza" existiera, hasta que fué -- publicado el Herbario de Linneo en 1543. Esta publicación muestra un dibujo donde se describe la planta en floración total la cual probablemente es de la del tipo de cabeza, y estaba marcada como Lactuca capitata. (28)

Es sorprendente la forma tan rápida en que fué diseminada en el nuevo mundo. En 1494, dos años después del primer viaje de Cristóbal Colón hacia América, la lechuga era cultivada en una de las islas de las Indias Occidentales. En 1565, crecía abundantemente en Haití, -- y cerca de un siglo después, en 1647 estaba siendo cultivada en Brasil.

La lechuga no fué introducida a China sino hasta 600-900 D.C. donde se desarrollo un tipo muy especial el cual tenía un tallo largo, siendo utilizado como alimento y las hojas se descartaban. A esta se le conoce con varios nombres, tales como lechuga de espárrago (20,24).

## II.- DESCRIPCION BOTANICA.

La lechuga es una planta diploide, con especies auto-polinizadas y con nueve pares de cromosomas. Pertenece a la familia Compositae. Generalmente cuando se habla de especies de auto-fecundación, se piensa que son relativamente estables con un rango pequeño de variación. La razón de esto es que estas plantas son víctimas de su propio sistema de cruzamiento, debido a que se le niega acceso a un amplio rango de especies de genes, los cuales están disponibles en especies que son de polinización cruzada (28).

## III.- METODOS DE SIEMBRA E INVESTIGACIONES ACERCA DE LA SEMILLA.

### A.- Espaciamiento.

Aunque el interés acerca de trasplantar la lechuga se ha incrementado, la siembra directa sigue siendo el método principal para plantarla. Durante el siglo pasado, la semilla de lechuga era sembrada en altas densidades, variando de 1.1 a 3.4 Kg./Ha., plantado en la forma tradicional de dos hileras en un surco separado de 102 a 107 cm. Este método requería más de 988,000 semillas/Ha., para 1.1 Kg. y 2'974,000 para 3.4 Kg./Ha. Utilizando estas altas densidades, hacía necesario el llevar a cabo desahijes para reducir la población en la hilera. Debido a esta práctica un gran número de plantas tenían que ser eliminadas, y las plantas que quedaban corrían el riesgo de ser dañadas por la acción del azadón, o por la misma sobrepoblación. Esto trajo como consecuencia un cambio en los métodos de siembra, específicamente reduciendo la densidad. Los beneficios que se esperaban eran reducción y tal vez eliminación de los costos de desahije y un menor daño a las plantas que quedaban en el campo, con un incremento subsecuente en uniformidad durante la cosecha. Esto fué usado hasta 1953.

Se establecieron tres bases para llevar a cabo un cambio en los métodos de siembra: a) La densidad de siembra fué reducida, b) La

semilla fué cubierta con varias sustancias, y c) Se intensificaron -- las investigaciones acerca de las características de las semillas. Estas bases se llevaron a cabo simultáneamente, enfatizándose en el hecho de que cada semilla estaba adquiriendo su propia identidad(28).

#### B.- Densidad de siembra

La densidad de siembra disminuyó rápidamente de 1.1 Kg./Ha. a 0.6 y después a 0.3 Kg./Ha. Esto significa que las semillas son plantadas actualmente a una separación de 2.5 a 7.6 cm. Si se utilizan espaciamientos más altos, es más fácil desahijar plantas que no se desean sin dañar las que están en el campo (29).

#### C.- Cobertura de la semilla

La semilla de lechuga es pequeña, larga, angosta y de poco peso. Estas características la hacen difícil de manejar, comparada con otras más grandes, redondas y pesadas. La semilla de lechuga puede ser transformada a una forma más deseada en tamaño, cubriéndola con varias sustancias; las primeras aparecieron a finales de los años 40. Desde entonces, la semilla cubierta se ha hecho muy popular. Varias compañías productoras de semillas hortícolas han desarrollado su propio proceso para cubrirla. Cada uno varía en la naturaleza y la cantidad de material utilizada, la forma de la cobertura y el método para formarla. Además, se han hecho intentos de incorporar varias sustancias útiles tales como nutrientes, herbicidas, insecticidas y fungicidas en el material de cubrimiento (17).

Existe únicamente una barrera en la conveniencia de usar semillas recubiertas. La lechuga germina bajo condiciones relativamente restringidas, siendo la temperatura y la humedad críticas. El material de cubrimiento es una barrera adicional para la emergencia del embrión que se desarrolla, ya que bajo condiciones de alta temperatura y baja humedad, la semilla cubierta no germina también como la que no tiene cobertura (28).

Zink (30) estudió el efecto de usar semilla cubierta en la germinación, porcentaje de emergencia, cantidad de plantas en pie, a tiempo de desahije y rendimiento. El material utilizado como cubrimien

to era arcilla, a base de montmorillonita; Las semillas con y sin cubierta fueron plantadas bajo la misma densidad. El número de plantas que emergieron y su porcentaje se redujo significativamente para las semillas cubiertas; sin embargo, el número total de plantas en pie después del desahije fué el mismo para ambos tipos. El tiempo de desahije fué menor para las semillas cubiertas, debido a la reducción en emergencia. El rendimiento de las semillas cubiertas fué mayor en algunos experimentos, pero no en otros.

Se compararon semillas con y sin cubrir, usando varios espaciamientos. No se encontraron diferencias mayores en los efectos de la germinación entre semillas con y sin cubrir; pero las semillas cubiertas, emergieron antes cuando se trato de riego por aspersión comparado con el riego por surco. Las pérdidas en población bajo altas densidades de siembra, a separaciones de 5.1, 7.6, 10.2, y 15.2 cm. fueron aceptables; pero a separaciones de 30.5 cm., fueron altas. La combinación de riego por aspersión y semillas sin cubrir dieron una pérdida mucho menor comparada con cualquiera de las separaciones antes mencionadas (13).

#### D.- Investigaciones acerca de la fisiología de la semilla

Dos factores han hecho que se tome mucha atención a la semilla: El plantarla en densidades bajas, combinando espaciamientos más amplios, y rodearla con material de cubrimiento. Esto ha estimulado investigaciones en la semilla acerca de sus características fisiológicas y estructurales que afectan la germinación, emergencia, crecimiento subsecuente y rendimiento. Las áreas de investigación incluyen luz y reposo de la semilla térmicamente regulada, calidad y envejecimiento (28).

La luz y la temperatura son los dos factores ambientales primarios que afectan la germinación. La luz visible promueve la germinación y la obscuridad la inhibe. Específicamente la luz roja (660 nm) promueve y la roja lejana (735 nm) inhibe la germinación. Esta reacción es reversible interminablemente y depende de la acción de la luz en el fitocromo. La luz roja convierte el fitocromo en  $P_{fr}$ , promoviendo la germinación, y la roja lejana lo convierte en una forma inhibidora o  $P_r$  (13).

La germinación es afectada por la temperatura. La semilla

de lechuga germina en un rango de temperatura, pero la óptima es de ---  
18°C a 21°C. A 25°C, algunos genotipos son inhibidos. El grado de inhi-  
bición y el número de genotipos afectados se incrementa cuando la tempe-  
ratura aumenta (28).

Gray (7), encontró que la más alta temperatura de germinación -  
que permitía un 50% de germinación para una variedad de tipo "cabeza de  
mantequilla", llamada "Hilde" era únicamente 25.7°C, mientras que para  
una de tipo de "cabeza quebradiza" llamada "Avoncrisp", el límite más -  
alto era de 32.8°C. Los límites más altos para otras 20 variedades exa-  
minadas están entre estos dos extremos.

La luz y la temperatura pueden interactuar para afectar la ger-  
minación, además, puede ser afectada por el contenido de humedad en la  
semilla y por la adición de ciertos compuestos químicos (28).

Ikyama y Thimann (8) analizaron las propiedades fisiológicas de  
la germinación, sometiendo las semillas a un rango de temperaturas du-  
rante varias fases de este proceso, y también condujeron estudios en --  
una atmósfera de nitrógeno para analizar propiedades oxidativas. Ellos  
encontraron que la germinación se lleva a cabo bajo tres fases: 1) De -  
pre-inducción: bajo una temperatura arbitraria de 25°C, esta fase lleva  
aproximadamente una hora y media. El agua es absorbida y su nivel se in-  
crementa de acuerdo con aumentos en la temperatura. Durante este perío-  
do, la sensibilidad a la luz roja se incrementa. La germinación subse-  
cuente es inhibida a altas temperaturas durante esta fase. La inhibi---  
ción es más débil con la exposición a la luz roja; 2) De inducción: las  
semillas muestran la máxima sensibilidad a la radiación. Las reacciones  
se llevan a cabo en todas las temperaturas y en la ausencia de oxígeno  
y son por consiguiente, independientes de estas influencias; 3) De ----  
post-inducción: a 25°C, esta fase dura nueve horas. Inmediatamente des-  
pués de la exposición a la luz roja, se lleva a cabo un proceso oxidati-  
vo, lo cual lleva a un escape de los efectos inhibidores de la luz roja  
lejana. Este proceso, es obstruido por la exposición con nitrógeno, lle-  
vada a cabo al principio de la fase. La germinación es inhibida a altas  
temperaturas y aumentada a bajas. Después de esta fase, sigue inmediata-  
mente la emergencia.

Ciertos compuestos químicos pueden vencer la dormancia térmica;

por ejemplo el etefon (eftafon) y la cinetina (nutriente bioquímico).- Sharples (21), trabajó con semillas de las variedades GL-659 y Vanguard las cuales germinaban casi completamente a 30°C cuando eran tratadas -- con etefon (100 mg/lit); pero tratamientos similares a 35°C no lo lograron. Tratamientos con cinetina (10 mg/lit) a 35°C fueron moderadamente -- efectivos en germinación, pero cuando el etefon y la cinetina fueron -- combinados a estas temperaturas (35°C), la interacción fué sinérgica y la germinación fué casi completa.

#### E.- Investigaciones acerca de la germinación de la semilla.

El impacto práctico de la información acerca de la germinación de la semilla de lechuga y su viabilidad, está en los procedimientos usados al plantar para producir una población final que dará como -- resultado un número máximo de plantas cosechables. Esto requiere que -- los agricultores conozcan los impedimentos acerca de la germinación y -- emergencia y el crecimiento subsecuente, para que sean capaces de minimizarlos. Varias medidas son empleadas:

- 1) Plantar semillas que hayan sido examinadas y que tengan un alto porcentaje de germinación.
- 2) Reducir el efecto de la cubierta de la semilla, restringiendo la cantidad de material utilizado y proporcionando humedad suficiente para disipar el material de cubrimiento alrededor de la semilla.
- 3) Utilizar riego por aspersión para que penetren las sales más abajo -- de línea de germinación. Por lo regular, la siembra en lugares desérticos empieza en agosto y septiembre cuando la temperatura del aire y del suelo son altas, 40 y 60°C respectivamente, durante el día. -- El usar riego por aspersión durante la noche enfría el ambiente alrededor de la semilla, y esta humedad ayuda a iniciar el proceso de -- germinación.
- 4) Proteger el ambiente alrededor de ella, utilizando herbicidas de pre emergencia y un espaciamiento adecuado para evitar una sobre-población durante el desahije.
- 5) El uso de medidas de protección, tales como tratamientos químicos para evitar pérdidas debido a insectos y enfermedades.
- 6) El uso de métodos alternativos de siembra para evitar los riesgos de la germinación. (10).

Existen dos métodos que pueden ser utilizados por el agricultor: uno es el plantar semillas germinadas en almácigos; el otro es el de -- trasplante cuando se encuentran en un estado de desarrollo muy avanzado (16.28).

#### F.- Trasplante.

Existen varias ventajas al llevar a cabo un trasplante. Las -- plantas son puestas a su separación requerida, por lo que no es necesario llevar a cabo desahije, y se reducen las pérdidas debido a daños -- por insectos o enfermedades. Además las plantas pueden ser escogidas para una mejor uniformidad. El tiempo que las plantas se quedan en el campo y que están sujetas a tensiones del ambiente es de unos (20) días me-- nos. Cuando menos teóricamente, se debe incrementar la uniformidad al - momento de la cosecha (28).

#### G.- Riegos.

##### a) Por aspersión.

Una de las principales ventajas de utilizar el riego por aspersión, es la prevención de la acumulación de sales en la superficie del suelo y el mantenimiento de más agregados favorables. Los altos niveles de emergencia de la semilla de lechuga obtenida utilizando riego por aspersión han asegurado la utilización de maquinaria de precisión para -- siembra, y además, el uso de desahijadores mecánicos. Otras ventajas obtenidas al utilizar este tipo de riego son: un desarrollo más uniforme de las plantas, lo cual podría hacer que se pensara en una sola cose-- cha; incremento en la eficiencia del uso del agua, un uso más adecuado del suelo, y un ahorro en los costos de riego (28).

##### b) Convencional

En Arizona (16), la producción de lechuga depende del abastecimiento de agua de pozos profundos o de reservas almacenadas. Las labo-- res de riego antes de la siembra varían ampliamente de acuerdo con el - agricultor, la temporada del año, el lugar y el tipo de suelo. El lle-- vara cabo un riego de presiembra es de gran importancia, y es amplia-- mente usado en las áreas donde se siembra en otoño que donde se siembra en primavera. Sin embargo cuando el tiempo lo permite, y en los lugares

donde las malezas y las sales son problema, tal riego puede ser benéfico para una siembra de primavera. Los de presembrado, son importantes debido a: 1) Para abastecer el subsuelo con humedad para la absorción de agua por las raíces profundas durante el período de formación de cabeza y maduración; 2) Para que las semillas de malezas germinen y estas puedan ser fácilmente eliminadas al llevar a cabo el rastreo antes de que el cultivo es sembrado; y 3) Para que las sales penetren más abajo de la zona donde la semilla es plantada, y para incrementar su capacidad de germinación.

El método de riego por surco es más usado en las camas de lechuga; sin embargo, el de aspersión, o una combinación de ambos es algunas veces usado. El riego por aspersión ayuda a la germinación y establecimiento de la planta, y es seguido por el riego por surco para que la planta crezca y madure normalmente. En sistemas de riego por surco, el agua debe ser aplicada en una capacidad suficiente para permitir que se mueva al suelo y subsuelo, hasta que la cama entera sea humedecida hasta el punto deseado. El primer riego después de la siembra es llamado de germinación. La distancia que se permite que el agua corra, varía considerablemente de acuerdo con el tipo de suelo, la hora del día, el largo del surco, la pendiente del suelo, la altura de la cama y la temporada. El siguiente riego es dado después de dos días de que las condiciones del ambiente respecto a temperaturas, hayan sido altas; sin embargo, sin importar la temporada, la superficie del suelo debe de ser conservada húmeda hasta que la semilla haya germinado o emergido. Después de que la planta se ha establecido, no se aplica riego hasta poco antes del desahije. Durante este período se puede dar un paso de cultivadora para destruir malezas y sellar las grietas; si las plantas indican una necesidad de agua se le debe dar un riego ligero al cultivo. Un tercer riego es dado usualmente para suavizar el suelo como ayuda durante el desahije. Si tal caso ocurre, la siguiente aplicación de agua debe de ser hecha inmediatamente después del desahije. Ya sea que se lleve o no a cabo un riego antes del mismo, el campo debe de ser regado inmediatamente después para acelerar la recuperación de la planta debido a los efectos del desahije. La fecha de los siguientes riegos debe de ser determinada por las condiciones del cultivo, y no de acuerdo con un programa que se tenga preparado de antemano.

Bajo ninguna circunstancia se debe de llevar a cabo aplicaciones excesivas de agua ya sea en número o duración, especialmente durante la temporada de invierno. Estos riegos no únicamente son un gasto de agua excesivo, sino aún mas importante, hacen que los fertilizantes penetren demasiado en el suelo y causan que las plantas tengan un crecimiento muy pobre. Por otro lado, una vez que las plantas están en el período de crecimiento rápido después del desahije, no se les debe permitir que sugran por agua. Los períodos de riego varían usualmente entre diez y catorce días durante el crecimiento temprano del cultivo durante el otoño. Este intervalo debe de ser reducido a siete y diez días cuando las cabezas se estan desarrollando. En cultivo de primavera, estos intervalos se pueden extender hasta por cuatro semanas o mas durante el período de germinación y crecimiento temprano, y disminuirlo a un período entre siete y diez días, como en el caso anterior. Durante la cosecha, se debe llevar a cabo un riego entre cada corte para ayudar en el crecimiento y maduración de las cabezas que no han sido cosechadas, para prepararlas para el siguiente corte (16,28).

#### H.- Fertilización.

Aunque los requisitos de nutrientes en la lechuga son bajos, no se puede obtener un buen cultivo sin la ayuda de fertilizantes (28). De acuerdo a experimentos llevados a cabo por Zink y Yamaguchi (35), encontraron en un promedio de 15 campos, que la lechuga tomaba del suelo 107 Kg/Ha de N, 30 Kg/Ha de  $P_2O_5$  y 234 Kg/Ha de  $K_2O$ . Estos son requisitos regulares comparado con otros cultivos hortícolas. La mayoría de estos elementos son tomados por la planta tres semanas antes de la cosecha.

Las recomendaciones de aplicaciones de fertilizantes varía con el lugar y la temporada; en California es: 168 Kg/Ha de 11-48-0 (oxido antes de plantar e incorporado en las camas de siembra), seguido por 93.5 litros por hectárea de 10-34-0 (oxido), inyectado al suelo de 7.6 a 10.1 cm. abajo de la línea de la semilla. Estas dosis proveen cantidades suficientes de nitrógeno y fósforo especialmente durante la época de emergencia (28).

En Arizona (16), se recomiendan aplicaciones de 90 Kg/Ha de urea (46-0-0), o 136 Kg/Ha de nitrato de amonio (33.5-0-0), o 204

Kg/Ha de sulfato de amonio (21-0-0). El lugar donde es colocado el fertilizante es un factor muy importante; en caso de inyecciones al suelo en presiembra, no deben de ser mas profundas que de 15 a 20 cm; en caso de aplicaciones en banda de fertilizantes secos después de que la planta esta establecida y desahijada, las aplicaciones deben de ser de 5.0 a 7.6 cm. al lado del surco, y de 7.6 a 10.1 cm. abajo del nivel de la semilla. No se deben colocar los fertilizantes aplicados en banda muy profundos, debido a que pueden penetrar mas abajo o a un lado de la zona de la raíz, después de los riegos. Otro método efectivo y eficiente para la aplicación de nitrogeno, es a través del agua de riego, pero se debe tener mucho cuidado al momento de la aplicación, de tal manera que el cubrimiento sea uniforme. En caso de suelos deficientes en fosforo, la aplicación debe de ser durante la época temprana de crecimiento, de preferencia de presiembra. Las dosis de aplicación son de 54. a 81 Kg/Ha en caso de siembras en otoño y primavera, y de 136 a 272 Kg/Ha en caso de cultivos que vayan a ser cosechados a fines de diciembre, durante enero, o febrero. No se recomienda hacer aplicaciones de potasio, debido a que la mayoría de los suelos que se adaptan a este cultivo contienen grandes cantidades, además de que en base a experimentos realizados con aplicaciones de potasio, no se ha encontrado un incremento en producción, o diferencias drásticas en calidad (28).

#### IV.- COSECHA Y ENVIO.

##### A.- Métodos de empaque.

En condiciones de cosecha convencional, las cabezas de lechuga son cortadas con la mano, se les quita algunas de las hojas que la cubren, y son puestas en cajas que pueden contener hasta 24 cabezas, donde cada una pesa aproximadamente un kilogramo, por lo cual la caja llega a pesar aproximadamente 24 kilogramos (3,28).

Después de que la lechuga ha sido empacada, es cargada en camiones y llevada a una planta donde se les enfría por vacío. Esta planta es sellada y el vacío es creado ya sea mecánicamente o por vapor. La lechuga es enfriada por evaporación de agua en la cabeza a temperaturas de 0°C. Este procedimiento toma aproximadamente de 10 a 30 minutos, dependiendo de cual haya sido la temperatura de la cabeza de lechuga al iniciar el proceso. Después de este enfriamiento, las cajas o

tarimas con lechuga son llevadas a un rodillo mecánico donde son cargadas ya sea en ferrocarril o en camiones para ser transportadas a sus lugares de consumo (14,28,31).

#### B.- Cosecha mecánica.

Varios tipos de cosechadoras mecánicas han sido desarrolladas, ya sea experimentalmente o de aceptación comercial. Las primeras que existían en el mercado utilizaban aparatos sensores de presión, los cuales detectaban las cabezas maduras en base a firmeza y tamaño; pero la selección en base a presión podría causar daños a la cabeza que quedaba en el campo para cosechas tardías, por lo que se inició una investigación para encontrar un selector que no tocara las cabezas. Esto dio como resultado el desarrollo de un sensor de rayos gamma, producido por la Universidad de California, y un selector de rayos X desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. El principio del sensor por radiación, consiste en que entre mas densa y por consiguiente, mas madura sea la cabeza, existe una mayor obstrucción para permitir el paso del rayo. La cabeza puede ser aceptada o rechazada en base a este criterio, y en el primer caso es activada una navaja que corta la cabeza (28).

### V.- CAMBIOS EN EL SECTOR DE INVESTIGACIONES.

#### A.- Desarrollo de las variedades.

En los años cincuenta, la mayoría de las variedades de lechuga que eran utilizadas para siembra eran del tipo "Great Lakes"; en las áreas costeras, o de bajas temperaturas. En áreas desérticas, la semilla utilizada era del tipo "Imperial", incluyendo las variedades "Imperial 101", "Imperial 615", e "Imperial 847". A finales de los años cincuenta, R. C. Thompson, liberó cuatro variedades, las cuales inmediatamente cubrieron las áreas desérticas. Una de estas era la "Empire", la cual fué liberada en 1956; ésta variedad eventualmente se convirtió en la principal, siendo utilizada para siembras en otoño; "Merit", fué liberada en 1957, la cual era tolerante a la enfermedad llamada Vena Grande, pero fué plantada unicamente por un corto período de tiempo. La tercera fué "Climax", liberada en 1958; Después de varios años reemplazo a "Imperial 101" como la principal para siembra

de invierno. "Vanguard", liberada también en 1958, se convirtió inmediatamente en la más importante para cosecha de primavera en las áreas desérticas, y la "Great Lakes 659", se convirtió también importante para siembras tempranas de otoño y tardías de primavera (20,25,26).

En las áreas costeras de bajas temperaturas, las de tipo "great Lakes", eran ampliamente utilizadas. Las principales líneas eran "G. L. 118", "G. L. 366", "G. L. R-200", "G. L. 65", "G. L. 659", "G. L. 66", y "G. L. 407". En 1960, la variedad "Calmar" fue liberada por J. E. Welch de la Universidad de California y alrededor de 1966, la mayoría de las plantaciones utilizaban esta variedad en las áreas de baja temperatura. Fue la dominante por más de diez años, aunque fue reemplazada en siembras de verano por la variedad "Montemar". En 1975, E. J. Ryder, liberó la variedad "Salinas", que es del tipo "Vanguard" y para 1978, era la más importante en el área de el Valle de Salinas, California (26,28).

La primera variedad resistente al mosaico que salió al mercado fue "Vanguard 75", en 1975. (24,25).

Es razonable pensar que la industria de la lechuga, continuará dependiendo de algunas variedades, de acuerdo con el lugar que se encuentre. La temporada, humedad, duración del día, y cambios en la intensidad de la luz varían tanto durante la temporada de crecimiento, que no se puede decir que una sola variedad se adaptará correctamente en estas áreas, por lo que hay que utilizar diferentes variedades nuevas adaptadas a la región cada temporada (20,26,28).

#### B.- Investigaciones acerca de las enfermedades.

Entre las enfermedades más importantes de la lechuga se encuentran: Mosaico de la lechuga, Virus Amarillo, Vena Grande, Quemadura de las puntas y Mildiu vellosa.

a) Mosaico de la lechuga: Durante los años cincuenta, esta enfermedad era un problema mundial. Era serio en áreas donde se sembraba todo el año durante un largo período de tiempo. Es causada por virus, los cuales son diseminados por áfidos, y algunas veces el virus viene en la semilla. La diseminación del mosaico en la lechuga puede ser disminuida a través del uso de semillas libres de mosaico para controlar la fuente primaria del inóculo (18,28,32). Se ha encontrado que el porcen

taje de plantas que desarrollan el mosaico, depende de la cantidad de virus que viene en la semilla y del número y la actividad de los vectores que son los áfidos. Se ha encontrado también que mientras mas temprana sea la infección, más grande será la reducción en el nivel de crecimiento y en el peso final de la lechuga (34).

b) Virus Amarillo del Betabel (B. W. Y. V.); Este es común en varias hortalizas tales como Betabel, Espinacas, Coliflor, Brocoli, Rábano, Chicharo, y Apio. En lechuga los síntomas son los siguientes: causa un amarillamiento intervenial de las hojas exteriores. En casos severos, la hoja entera puede volverse amarilla y las hojas interiores pueden ser también afectadas (16,28).

c) Vena Grande: Aunque esta enfermedad fué identificada hace muchos años, todavía muestra problemas para entenderla, y no se ha progresado mucho para tratar de controlarla. El agente de la enfermedad fué primero identificado como virus; pero debido a otras evidencias encontradas, particularmente a través del aislamiento de partículas de ellos, no se ha podido avanzar mas en las investigaciones, por lo que al causante de la enfermedad se le llama "Agente de la Vena Grande". Este es introducido a la planta a través de las raíces por un hongo que nace en el suelo llamado Olpidium brassicae. Los síntomas de vena grande son: Un aclaramiento de la vena causado por una clorosis en los tejidos en cualquier lado de la hoja, y una rigidez de las hojas exteriores, dando a la planta una apariencia de arbusto. La incidencia de los síntomas de la vena grande están relacionados con dos factores: Temperatura y el tipo de suelo. Estos agentes ambientales regulan la aparición de ésta enfermedad de acuerdo con la temporada y el lugar (28),

Westerlund et. al. (23), encontraron que los síntomas de la vena grande eran mas severos cuando la temperatura del aire era de 14°C, sin importar que la del suelo fuera de 14 a 24°C. Practicamente no se desarrollaron ningunos síntomas cuando la temperatura del aire era de 24°C, sin importar cual fuera la del suelo.

En un estudio realizado por Ryder (19), encontró que la vena grande puede reducir la cosecha, pero que además depende de varios factores: uno es temperatura, el cual durante la temporada invernal, si existen muy bajas, se tendrá la presencia de ésta enfermedad, y tiende a desaparecer a medida que ésta aumenta. Otro factor que también influ

ye es el genotipo.

La vena grande es difícil de controlar, pero hay dos medidas que pueden ser utilizadas para disminuir el daño: Fumigación del suelo y una regulación adecuada de los riegos, para evitar al máximo los excesos de agua (28).

d) Quemadura de las puntas; En el campo, ocurre al momento de la cosecha y si es suficientemente severa puede causar pérdidas totales. Se manifiesta como una necrosis en las orillas de las hojas interiores que se encuentran desarrollando. Su manifestación puede variar, consistiendo de una lesión pequeña café o negra, o varias pequeñas o grandes en las hojas. No se ha relacionado ningún organismo con este daño; sino que es un daño físico. No se entienden perfectamente las causas básicas internas y las influencias del ambiente sobre la quemadura de las puntas. Parece ser que el calcio es la causa principal, pero el papel específico de este elemento en la planta, es algo que no ha podido ser explicado adecuadamente. El calcio es un nutriente translocado en la planta, que se mueve muy despacio, y durante los períodos de crecimiento rápido de la planta, no puede conservar el ritmo junto con el desarrollo de los tejidos, causando una debilidad en ellos. La forma más efectiva de control es a través del uso de variedades resistentes tales como "Salinas", "Calmar", Montemar", "Vanguard", y "G. L. 659" (16,28).

e) Mildiu Velloso; Esta enfermedad es causada por el hongo Bremia lactucae. Los síntomas típicos són; un amarillamiento de las áreas angulares de las hojas, delimitado por las venas, apareciendo en las partes altas de la superficie de la hoja, y con una esporulación en las partes bajas. Una invasión por organismos secundarios puede causar pudrición durante el transporte. (27,28).

Esta enfermedad es considerada muy importante en EE.UU. debido a que las pérdidas en campos comerciales dañados, son un peligro para obtener una producción remunerativa. En algunas áreas, es inminente la amenaza de esta enfermedad y que puede dar por resultado pérdidas desastrosas en el cultivo. En algunas áreas, el mildiu vellosos se presenta esporádicamente y depende sobre todo de la temperatura y la humedad (27).

En la actualidad no existen variedades resistentes a esta en-

fermedad. Crute y Johnson (6), sugieren métodos alternados de control: uno es buscar una forma mas generalizada de resistencia independiente del sistema gene por gene, y por lo tanto, tratar de obtener mas estabilidad. Otro es el uso de líneas isogénicas, conteniendo cada una diferentes genes de resistencia. Una línea puede ser reemplazada por otra cuando la virulencia del ataque en la primera es demasiado frecuente. Un tercer método de control sería el uso de control químico con fungicidas sistémicos.

### C.- Investigaciones acerca de insectos y nematodos.

Las plagas mas dañinas y persistentes en la lechuga son: el gusano soldado (Spodoptera exigua), el medidor de la col (Trichoplusia ni), y el gusano peludo (Estigmene acreae), siendo el segundo el peligro número uno para obtener un cultivo exitoso (4,16,28). Se han estado llevando a cabo esfuerzos para obtener un control biológico de esta plaga, y existen buenos resultados a través del uso de una bacteria parásita de la larva del medidor de la col llamada Bacillus thuringiensis, la cual ha sido desarrollada durante los últimos diez años, y la que parece dar un buen control en condiciones óptimas. En caso de infestaciones severas se requiere la aplicación de insecticidas tales como el lanate (Methonyl), Nudrin, junto con Paration y Fosdrin (Mevinphos), es recomendado para el gusano soldado y el gusano peludo (16).

El medidor de la col se encuentra entre las plagas mas destructoras en las áreas donde se siembra lechuga a finales del otoño y en el invierno. La larva de esta plaga defolia rápidamente las plantas jóvenes, y si no se muestrea el campo frecuentemente, puede destruir el cultivo en una sola noche. El control químico es efectivo, pero las aplicaciones deben de ser a tiempo. Se recomiendan de dos a tres aplicaciones insecticidas en caso de infestaciones leves. En caso de infestaciones altas, se recomiendan siete aplicaciones para poder obtener un control efectivo (28).

Si se pudiera encontrar genotipos resistentes o tolerantes al medidor de la col, y se combinaran con características hortícolas aceptables de variedades convencionales de lechuga, se podrían obtener ahorros en aplicaciones de insecticidas (16,28).

El nematodo del nudo de la raíz (Meloidogyne hapla), y el nematodo de aguja (Longidorus africanus), son plagas severas en lechuga de zonas cálidas. En campos donde se sabe que existen éstos, pueden ser fumigados con 1,3-Dicloropropano por lo menos once días antes de plantar (28).

## VI.- ENVIOS Y CALIDAD POST-COSECHA.

### A.- Transporte: Tren vs Camiones.

Un mantenimiento adecuado de la calidad de la lechuga es vital cuando se trata de envíos de larga distancia. En 1950, en EE.UU., la mayoría de la lechuga era enviada en carros de ferrocarril enfriadas por medio de hielo. El uso de cartones enfriados por vacío, eliminó el uso de hielo en las cajas y en la parte alta de la carga. El enfriamiento era obtenido utilizando depósitos de hielo en cada orilla de los carros, y el aire era circulado por medio de abanicos. Estos, eran relativamente pequeños y el enfriamiento era ineficiente, por lo que fueron reemplazados por mas grandes y mecánicamente refrigerados, eliminando completamente el uso de hielo. Cierta cantidad de lechuga era enviada en camiones refrigerados. Hasta hace poco, el 90% de los envíos eran a través de carros de tren, pero debido a la facilidad que existe para enviarlos en camiones refrigerados, éste método es el mas comunmente usado actualmente. Se da por ejemplo el estado de California (EE.UU.) que es el productor número uno de lechuga en Estados Unidos, el cual en 1977, utilizó 78,445 camiones para enviar su producción (con lotes de 100 cajas cada uno) o sea 84%, y fueron utilizados unicamente 15,545 carros de ferrocarril, o sea 16% de la producción total (28,29).

La humedad relativa que se requiere para que los envíos de lechuga sean apropiados y llegue en perfecto estado a su destino es de 95%, y la temperatura ideal es de 2 a 5°C. (14).

### B.- Características de la calidad.

Las características de la calidad por las cuales existe preocupación y una gran variación són: Firmeza, Pudrición, Apariencia Visual General, Daños Físicos, y algunos Daños de Post-cosecha. Estos ultimos serán considerados aparte.

a) Firmeza: El estado óptimo es una cabeza totalmente madura, la cual se encuentre totalmente llena de hojas, debido a que se refleja la madurez. Una cabeza que sea cosechada temprano no estara llena completamente y será suave al tentarla; Una que está madura de mas, estará de masiado dura y tendra hojas quebradas o rajadas (28). La firmeza es una de las características básicas que se busca en la lechuga. Una cabeza madura de mas, corre el riesgo de estar amarga; las hojas de afuera pueden estar amarillas y las hojas de adentro blancas; Además, es mas susceptible a daños físicos y puede sufrir desordenes de post-cosecha (11).

b) Pudrición: Puede ser causada por un organismo o por ambos al mismo tiempo: Pseudomonas spp., el cual prouce pudrición bacterial y es el mas importante, y Botrytis cinerea Pers, el cual produce el moho gris. (16, 28).

c) Apariencia Visual: La lechuga es enviada al mercado en base a su calidad visual, como son enviados otros productos agrícolas. Al tener defectos en su apariencia, se disminuía el valor de su venta. Estos defectos pueden ser manchas, quebraduras, hoyos, tierra, insectos, y marchitamiento (14, 28).

Los envíos bajo varias condiciones de atmósfera controlada para mantener su calidad visual, siempre se ha considerado de interes. Entre estos esta el agregar pequeñas cantidades de monoxido de carbono (CO), para retardar la descoloración y otros efectos oxidativos; sin embargo, con combinaciones de bajo  $O_2$  y alto  $CO_2$ , el CO puede incrementar los daños de mancha café (28). Kader et al (9), probaron los efectos de CO en la calidad visual de la lechuga a niveles de  $CO_2$  que no podrían conducir al desarrollo de mancha café. Cuando las cabezas de lechuga fueron expuestas a  $2.5^\circ C$  por 10 días a varios niveles de  $O_2$ , y a 0% y 1% de  $CO_2$ , seguidos por cuatro días a temperatura ambiente de  $10^\circ C$ , fué buena para todos los tratamientos después de 10 días, pero fué reducida a mediana calidad después de cuatro días adicionales a temperatura ambiente. Cuando se mantuvo la lechuga por 20 días bajo temperatura controlada, aparecieron diferencias en los tratamientos. Después de 20 días, fué buena en las cabezas que estuvieron a 5% o 10% de  $O_2$ , 1% de  $CO_2$ , y a 0% y 1% de CO; y fué pobre a 2% y 21% de  $O_2$ . Después de cuatro días a temperatura ambiente ( $10^\circ C$ ), ba

jó hasta la clase donde no se puede vender la lechuga. Esto enfatiza el efecto temporal de la atmósfera controlada y la pérdida de efecto cuando la lechuga es expuesta a temperatura ambiente.

d) Daños físicos: Cuando se habla de daños físicos, se habla de aplastamiento y magulladuras. La única forma de evitar estos problemas al máximo, es que las cabezas de lechuga sean puestas en las cajas bien acomodadas, de tal manera que no queden apretadas.

#### C.- Daños post-cosecha

Entre los daños post-cosecha más importantes se encuentran -- las manchas en roseta, y la decoloración por el tizón café; los demás daños tales como mancha café, quema de las puntas, vena rosa, y decoloración de las venas son menos comunes. La incidencia varía de acuerdo con la temperatura y algunas diferencias son atribuidas a las variedades, al nivel de crecimiento, y al tamaño de la cosecha (16, 28).

a) Manchas en roseta; Consiste de manchas en racimos, de color café en las hojas exteriores. Las manchas se pueden presentar en ambos lados de las hojas, y en casos severos, las manchas pueden ser bastante grandes y mostrarse en toda la hoja. La mancha en roseta es inducida por el etileno producido por la misma lechuga, por otros productos que están madurando, o por otras fuentes. Se muestra un incremento de incidencia en cabezas muy maduras, y en las que son conservadas a temperaturas más bajas que las últimas requeridas, como por ejemplo 0°C (12,16).

Beraha y Kwolek (2), encontraron que la incidencia de manchas en roseta era más alta en la lechuga que era sembrada en las áreas desérticas que en las de más bajas temperaturas, probablemente debido a que la lechuga del desierto es más firme. Las diferencias, se pueden deber a las variedades que son sembradas en estas áreas; además, encontraron que la existencia de altas temperaturas de 9 a 14 días antes de la cosecha, aumentó la incidencia de manchas en roseta después de la cosecha, comparada con temperaturas más bajas y óptimas.

En estudios llevados a cabo por Morris et. al. (15), mostraron que la mancha en roseta puede ser inducida por el etileno a 0.1 ppm., en la atmósfera, y el desarrollo es acelerado a temperaturas arriba de 5°C. La incidencia es más alta en variedades susceptibles,

cabezas que están maduras de más, y cuando el intervalo entre cosecha y consumo sea largo. Las cabezas que están en buenas condiciones producen muy poco etileno; las que sean dañadas físicamente, o por patógenos pueden producir etileno en grandes cantidades. También estudiaron los ambientes en los cuales el etileno puede ser producido en altos niveles. Estos incluyen: 1) Almacenamiento frío en los cuales entran camiones -- con emisiones de combustible, especialmente propano. 2) Cuartos de almacenamiento en los comercios en los cuales existan frutas que se encuentran madurando y 3) el refrigerador en las casas, los cuales tengan fruta que esté madurando. Los daños por etileno pueden ser evitados con el uso de camiones que no emitan combustibles, uso de extractores de aire, envolver la lechuga con polietileno o a través del uso de aparatos que atrapen gases que se encuentran en el medio ambiente.

b) Decoloración por tizón café: Esta es una decoloración entre café y rojo de la vena central y el tejido alrededor de ella en las hojas exteriores. Es un daño muy común en la variedad "Climax" la cual es de invierno (1,5,16,28).

c) Necrosis de las venas: Aunque esta considerada como un problema de post-cosecha, el daño ocurre en el campo. Es un problema que ocurre de acuerdo a la temporada y se presenta cuando la variedad "Climax" se encuentra afectada por mosaico. Es una decoloración de un color gris a negro, la cual puede ser encontrada en las partes bajas de la vena central de la hoja (12,16,28,33).

Zinc y Duffus (32), encontraron que el mosaico de la lechuga, en la variedad "Climax"; Sin embargo, ellos encontraron que los síntomas pueden ser también inducidos en la variedad "Vanguard" cuando el mosaico de la lechuga y los virus amarillos del betabel están presentes.

La decoloración por el tizón café y la necrosis en las venas están asociadas con el mosaico de la lechuga, y pueden ser controladas fácilmente cuando se usan semillas libres de mosaico de la variedad "Climax". Puede existir un mayor control de este daño si esta variedad es reemplazada por otra resistente al mosaico, o al menos que tenga menores efectos dañinos (28,33).

d) Decoloración de la vena: Este daño es algunas veces llamado roña de la vena o vena café; Esto ocurre en la vena central de las hojas exteriores. Puede ser vista en la parte de adentro de la hoja. Esta decoloración

ración es primero amarilla y después se vuelve café o negra. La causa - de este daño es desconocida pero tal parece que es favorecida por las - altas temperaturas (1,12,16,28).

e) Mancha café: La lechuga que es enviada en un ambiente con alto contenido de bioxido de carbono ( $CO_2$ ), muestra este daño; Son lesiones hundidas con las orillas oscuras y pueden aparecer en cualquier lado de la hoja o igualmente en la base de esta, o cerca de la vena central (14,16,28).

f) Vena rosa: Este daño se puede encontrar en las hojas exteriores de - la cabeza de lechuga donde muestra una decoloración roja cerca de la base de la vena central. Este daño puede ser bastante severo si afecta a las hojas exteriores (14).

La vena rosa puede aparecer en las plantas que se encuentran - en el campo antes de la cosecha; Sin embargo es más común como problema de post-cosecha. Es común encontrarlo en cabezas que están maduras de -- más y puede ser más severa, cuando es transportada a altas temperaturas y bajas concentraciones de oxígeno (12,16,28).

g) Daño por bajas concentraciones de oxígeno: Las hojas exteriores desarrollan manchas grises, y las hojas interiores jóvenes se pueden volver de color café (12,28).

#### D.- Cobertura de la cabeza

Esta es una práctica muy común en los Estados Unidos, la cual es llevada a cabo al momento de la cosecha. El efecto de utilizar plás-tico como cobertura, ha sido estudiado ampliamente y los resultados que se han encontrado han sido menor marchitamiento de las cabezas (28).

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Ali, A. Y. 1978. Characterization, Measurement and Control of dis in Lettuce (Lactuca sativa L.). Ph. D. Dissertation. University of Arizona. Tucson. 82 pp.
- 2) Beraha, L. and W. P. Kwolek. 1975. Prevalence and Extent of Eight Market Disorders of Western-Grown Head Lettuce During 1973 - and 1974 in the Greater Chicago Illinois Area. Plant Dis. - Rptr. 59:1001-1004.
- 3) Bohal, R. W. 1971. The Marketing System for Fresh Winter Vereta- bles-Prices and Perfomances. J. Amer. Soc. Hort. Sci. ----- 96(6):793-798.
- 4) Carruth, L. A. 1975. Vegetable Garden Pests. Agricultural Experi- ment Station and The Cooperative Extension Service of The -- College of Agriculture. University of Arizona. Bulletin A81. 10 pp.
- 5) Ceponis, M. J., F. M. Porter and J. Kaufman. 1970. Rusty-Brown -- Discoloration; A Serious Market Disorder of Western Winter - Head Lettuce. Hort. Sci. 5(4):219-221.
- 6) Crute, I. P. and A. G. Johnson. 1976. The Genetic Relationship -- Between Races of Bremia lactucae and Cultivars of Lactuca sa tiva. Ann. Appl. Biol. 83:125-137.
- 7) Gray, D. 1975. Effects of Temperature on the Germination and Emer- gence of Lettuce (Lactuca sativa L.) Varieties. J. Hort. -- Sci. 50:349-361.
- 8) Ikuma, H. and K. V. Tuimann. 1964. Analysis of Germination Pro- -- cess of Lettuce Seed by Means of Temperature and Anaerobio- -- sis. Plant Physiol. 47:186-188.

- 9) Kader, A. A., P. E. Brecht, R. Woodruff and L. L. Morris. 1973. Influence of Carbon Monoxide, Carbon Dioxide and Oxygen Levels on Brown Stain, Respiration Rate and Visual Quality of Lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98(5):485-488.
- 10) Kaun, A., J. A. Goss and D. E. Smith. 1957. Effect of Giberellin on Germination of Lettuce Seed. *Science.* 125:645-646.
- 11) Klaustermeyer, J. A. 1975. Maturity is the Key to Lettuce Quality. *Western Grower and Shipper.* 46:12-13.
- 12) Lipton, W. J. and J. K. Stewart. 1972. An Illustrated Guide to the Identification of Some Market Disorders of Head Lettuce. Marketing Research Report. No. 950. U.S.D.A. Salinas, California. 27 pp.
- 13) McCoy, O. D., F. E. Robinson, H. Johnson Jr., R. G. Curley, C. --- Brooks, G. Giannini and F. Lebaron. 1969. Precision --- Planting of Lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94(4):344-345.
- 14) Mitchell, F. G., R. Guillow and R. A. Parsons. 1972. Commercial - Cooling of Fruits and Vegetables. University of California. Division of Agricultural Sciences. Manual 43. 44 pp.
- 15) Morris, L. L., A. A. Kader, J. A. Klaustermeyer and C. C. Cheyney. 1978. Avoiding Ethylene Concentration in Harvested Lettuce. *Calif. Agri.* 32(6):14-15.
- 16) Pew, W. D., B. R. Gardner, P. D. Gernard, T. E. Russell, 1977. Growing Head Lettuce in Arizona. College of Agriculture, University of Arizona, Tucson, Bulletin A87. 16 pp.
- 17) Robinson, F. E., K. S. Mayberry and H. Johnson Jr, 1975. Emergence and Yield of Lettuce From Coated Seed. *Amer. Soc. Agr. Eng.* 18(4):650-653.

- 18) Ryder, E. J. 1970. Inheritance of Resistance to Common Lettuce - Mosaic. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95(3):378-379.
- 19) \_\_\_\_\_. 1979. Effects of Big Vein Resistance and Temperatures on Disease Incidence and Percentage of Plants Harvested of Crisphead Lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104(5): 665-668.
- 20) \_\_\_\_\_ and T. W. Whitaker. 1976. Lettuce. Evolution of --- Crop Plants. N. W. Simmons Editor. New York, N. Y. ----- p. 39-41.
- 21) Sharples, G. L. 1973. Stimulation of Lettuce Seed Germination -- at High Temperatures by Etephon and Kinetin. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98(2):209-212.
- 22) Stutervant, E. L. 1919. Stutervant's Notes on Edible Plants. -- Edited by U. P. Hedrick. Albany, N. Y. 686pp.
- 23) Westerlund, F. V., R. N. Campbell and R. G. Grogan. 1978. Effect of Temperature on Transmission, Translocation and Persistence of the Lettuce Big Vein Agent and Big-Vein Symptoms Expressions. Phytopathology. 68(6):921-926.
- 24) Whitaker, T. W. 1969. Salads for Everyone. A Look at the Lettuce Plant. Economic Botany. 23:261-264.
- 25) \_\_\_\_\_. 1974. Lettuce: Evolution of a Weedy Cinderella. Hort. Sci. 9(6):512-513.
- 26) \_\_\_\_\_. 1978. The History of Lettuce Breeding. Western Grower and Shipper. 49:100-113.
- 27) \_\_\_\_\_, G. W. Bohn, J. E. Welch and R. G. Grogan. 1958. History and Development of Head Lettuce Resistant to Downy Mildew, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72:410-416.

- 28) \_\_\_\_\_, and E. J. Ryder. 1980. The Lettuce Industry in California: A Quarter Century of Change 1954-1979. Horticultural Reviews. p, 164-207.
- 29) Zahara, M., S. S. Johnson and R. E. Garrett. 1974. Labor Requirements, Harvest Costs, and the Potential for Mechanical Harvest of Lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(6):535-537.
- 30) Zink, F. W. 1955. Studies with Pelleted Lettuce Seed. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 65:335-341.
- 31) \_\_\_\_\_. 1966. Effect of Rate of Seeding and Date and Method of Thinning on Growth and Harvest Density of Head Lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 88:417-424.
- 32) \_\_\_\_\_, and J. E. Duffus. 1972. Association of Beet Western Yellows and Lettuce Mosaic Viruses with Internal Rib Necrosis of Lettuce. Phytopathology. 62(10):1141-1144.
- 33) \_\_\_\_\_, R. G. Grogan and R. Bardin. 1957. The Comparative Effect of Mosaic Free Seed and Roguing as a Control for Common Lettuce Mosaic. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 76:448-454.
- 34) \_\_\_\_\_, and K. A. Kimble. 1960. Effect of Time of Infection by Lettuce Mosaic Virus on Rate of Growth and Yield in Great Lakes Lettuce. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 76:448-454.
- 35) \_\_\_\_\_. and M. Yamaguchi. 1962. Studies on the Growth Rate and Nutrient Absorption of Head Lettuce. Hilgardia. 32:471-500.