
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



**CULTIVO DE MAIZ SUPERDULCE (*Zea mays*, L.) VARIEDAD
CHALLENGER CON ACOLCHADO PLASTICO Y RIEGO POR GOTEO.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

FITOTECNISTA

PRESENTA:

CELENIO GARCIA RAMIREZ

MIGUEL TAPIA RESENDIZ

LAS AGUJAS, MPIO. DE ZAPOPAN, JAL. ENERO DE 1997



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

COMITE DE TITULACION CLAVE: IF195125/95
IF195125/95

SOLICITUD Y DICTAMEN

SOLICITUD

M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION
PRESENTE.

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la División de Ciencias Agronómicas, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TRABAJO DE TITULACION, con el tema:

CULTIVO DE MAIZ SUPERDULCE (Zea mays L.) VARIEDAD CHALLENGER CON
ACOLCHADO PLASTICO Y RIEGO POR GOTEO

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DE TITULACION.

MODALIDAD: Colectiva.

NOMBRE DEL SOLICITANTE	CODIGO	GENERACION	ORIENTACION O CARRERA	FIRMA
CELESTO GARCIA RAMIREZ	094005183	90-95	FITOTECNISTA	
MIGUEL TAPIA RESENDIZ	094005302	90-95	FITOTECNISTA	
-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----

Fecha de Solicitud: 23 DE OCTUBRE DE 1995

DICTAMEN

APROBADO (X) NO APROBADO ()

DIRECTOR: M.C. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ

ASESOR: M.C. HUGO MORENO GARCIA

ASESOR: ING. MOISES RODRIGUEZ GALLARDO

M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

M.C. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ
DIRECTOR

M.C. HUGO MORENO GARCIA
ASESOR

ING. MOISES RODRIGUEZ GALLARDO
ASESOR

M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA
Vo. Bo. Pdtc. del Comité.

FECHA: 13 DE AGOSTO DE 1996

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida.

En forma muy especial a mis padres; Manuel García Campos, a quien tuve la desgracia de no conocer, a M^a Isabel Ramírez Rodríguez y toda la familia García Ramírez; por sus consejos, por su apoyo invaluable e incondicional en los momentos en que mas lo necesitaba; por creer en mi y tener fe en que podría salir adelante en mi carrera.

A la familia Tapia Resendiz.

A los maestros de la Escuela Superior de Agricultura Hermanos Escobar, por sus sabios consejos, por ser formadores de hombres de bien.

A la Universidad de Guadalajara, a la División de Ciencias Agronómicas por aceptarnos y ayudarnos en un momento critico y a todos los maestros de la misma.

Muy sinceramente a mis asesores: M. C. Eduardo Rodríguez Díaz, Dr. Hugo Moreno García y al Ingeniero Moisés Rodríguez Gallardo; por su ayuda imbaluable

A todas las personas que me apoyaron en algún momento de mi carrera a todos ellos . . .

... GRACIAS.

DEDICATORIAS

Dedico esta tesis a la familia García Ramírez y en forma muy especial a mi Madre.

Con cariño a mis sobrinos Joel, Ismael, Chabela, la Bebé, Lizeth el Junior y a todos en general.

A Monene y su mamá.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente y en forma muy especial a mis papás, a mis hermanos, cuñados, sobrinos y a mi abuelito por su ayuda y apoyo incondicional que siempre me brindaron, por los consejos que siempre me dieron, por el animo que me despertaron a nunca desertar en mis estudios.

A la Sra. Teresa Quesada Palafox por su apoyo invaluable que me brindo.

A la familia Arellano Chavez.

A los maestros de la Escuela Superior de Agricultura Hermanos Escobar por guiarme siempre por el buen camino y darme siempre consejos positivos.

A la Universidad de Guadalajara, (CUCBA), División de Ciencias Agronómicas por haberme tendido los brazos cuando mas apoyo necesitaba y por darme la oportunidad de concluir con mis estudios profesionales.

Al Ingeniero Moisés Rodríguez Gallardo (Representante de desarrollo agrícola de EPA) por habernos invitado a realizar el presente trabajo.

Agradezco sinceramente a mis asesores M. C. Eduardo Rodríguez Días, Dr. Hugo Moreno García y al Ing. Moisés Rodríguez Gallardo por apoyarme incondicionalmente.

A las personas que me apoyaron en algún momento de mi carrera.

A todos ellos gracias.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo sinceramente a mis padres Sr. Apolonio Tapia Garcia, Evangelina Resendiz Cruz, a mis hermanos Ismael, Rosa linda, Ma. Eugenia, Silvia Ma. Del Carmen, Filiberto a mi Abuelito Gregorio R. C.

A mis cuñados Francisco, Salvador, Luis y Juana.

A mis sobrinos Daniel Alberto, Juana Ibet, Leonardo, Maximino, Gloria, Francisco, Cecilia, Gamaliel, Alejandro, Ma. Guadalupe, Pablo y beto.

A mis tíos y a Lety.

Agradecimiento

Agradecemos a la empresa Exportadora de Plásticos Agrícolas S. A., y un *agradecimiento muy especial* para el Lic. **JUAN JOSE GARCIA DE ALBA BUSTAMANTE**; de parte de Celenio García Ramírez y Miguel Tapia Reséndiz, por habernos permitido llevar a efecto el presente trabajo en su campo demostrativo, ya que sin su ayuda, probablemente nunca hubieramos realizado un trabajo de ésta naturaleza y con éstas características tecnológicas tan avanzadas en la agricultura.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
Indice de cuadros	a
Índice de figuras.....	e
1.- INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
2.- REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Origen e historia del maíz dulce	3
2.2 Clasificación Botánica del maíz dulce	4
2.2.1 Características Botánicas y Taxonómicas	4
2.2.2 Valor nutritivo	6
2.3 Características Agronómicas	7
2.3.1 Necesidades del cultivo	7
2.3.2 Principales plagas y enfermedades	8
2.4 Importancia del maíz dulce en México	9
2.5 Híbridos de maíz dulce	10
2.5.1 El maíz dulce para propositos y usos especiales	11
2.6 Los plásticos para acolchado	12
2.6.1 Ventajas económicas del acolchado de suelos	16
2.6.2 Plástico natural (transparente)	18
2.6.3 Blanco opaco	18
2.6.4 Aluminio	19
2.6.5 Negro	19
2.7 Situación y perspectivas de la plasticultura en el mundo	21
2.7.1 Perspectivas para la plasticultura	22
2.8 La agroplasticultura en México	22
2.9 Problemas de contaminación del acolchado plástico	24
2.10 Riego por goteo	26
2.11 Fertirrigación	30
2.11.1 Elementos nutritivos	32
2.11.2 Abonos utilizados en fertirrigación	36
2.12 Solarización	38

3.- MATERIALES Y METODOS	42
3.1 Localización del área de estudio	42
3.1.1 Factores climaticos	43
3.1.2 Análisis del agua de riego	43
3.1.3 Análisis químico del suelo	44
3.2 Materiales físicos	45
3.2.1 Material genético	49
3.3 Procedimiento experimental	49
3.3.1 Metodología	49
3.4 Análisis estadístico	55
4.- RESULTADOS Y DISCUSION	57
4.1 Altura del elote	57
4.2 Peso del elote	57
4.3 Longitud del elote	58
4.4 Perímetro del elote	58
4.5 Valores de significancia por lote	59
4.6 Promedios generales	59
5.- CONCLUSIONES	62
6.- BIBLIOGRAFIA	64
7.- ANEXO	67

Índice de cuadros

Cuadro	Descripción	Página
1.	Composición nutritiva del maíz dulce (<i>Zea mays</i> var. <i>Saccharata</i>)	6
2.	Descripción de híbridos de maíz dulce	10
3.	Resultados que se pueden obtener con el uso de película plástica	17
4.	Propiedades espectrales de acolchados según respuesta a la radiación solar de honda corta, realizadas en San Diego, Ca. E.U.A. el 6 de agosto de 1991	19
5.	Temperaturas registradas en las películas plásticas acolchadas	19
6.	Acolchamiento mundial	21
7.	Técnicas que emplean plástico en México, superficie cubierta y volumen	23
8.	La plasticultura en México 1975 - 1995. Superficie cubierta (hectáreas)	24
9.	Temperaturas de la tierra en Aberdeen, E. U., en parcelas solarizadas y no solarizadas	39
10.	Resultado del análisis del agua de riego. La Venta, Mpio. De Zapopan, Jalisco. (1994)	43
11.	Análisis del suelo. La Venta, Mpio. De Zapopan, Jalisco. (1994)	44
12.	Materiales utilizados para la preparación de la tierra	45
13.	Materiales utilizados para riego	46
14.	Equipo de monitoreo de humedad y de nutrientes del suelo	47
15.	Materiales utilizados para el manejo del cultivo	48
16.	Materiales utilizados en la cosecha y toma de datos	48
17.	Calendario de fertirrigación	50
18.	Mezcla de productos para prevenir las plagas	52
19.	Análisis de varianza para la variable altura del elote	57
20.	Análisis de varianza para la variable peso del elote	57
21.	Análisis de varianza para la variable longitud del elote	58
22.	Análisis de varianza para la variable perímetro del elote	58
23.	Valores de significancia por lote	59
24.	Promedios obtenidos para las cuatro variables	60
25.	Promedios obtenidos de las variables por lote	60
26.	Promedios obtenidos por tratamiento de las variables analizadas	60

Indice de figuras

FIGURA	CONTENIDO	PAGINA
Fig. 1	Características físicas del cultivo	5
Fig. 2	Cultivo con las condiciones favorables para desarrollarse	8
Fig. 3	Maíz superdulce "Challenger"	10
fig. 4	Plástico para acolchar y tractor acolchando un campo	12
Fig. 5	Filtros e inyector de fertilizante de un sistema de riego por goteo	26
Fig. 6	Válvulas de un sistema de riego por goteo	27
Fig. 7	Inyector de fertilizante	30
Fig. 8	Algunos de los abonos utilizados en fertirrigación	37
Fig. 9	Solarización	39
Fig. 10	Campo en el que se desarrollo el experimento	42
Fig. 11	Acolchadora y colocadora de cinta de goteo	46
Fig. 12	Pozo de riego y manómetro para medir la presión del agua	47
Fig. 13	Tensiometros y tubos de hidrosucción	47
Fig. 14	Asperjando productos químicos contra plagas y enfermedades	53
Fig. 15	Cosecha del elote "Challenger" en canastos	54
Fig. 16	Toma de datos para su análisis	55

I.- INTRODUCCION

Los sistemas de máxima producción a nivel mundial se obtienen con la utilización de la plasticultura y máxime si aunado a esto se encuentra la fertirrigación.

En México es muy poco explotado el cultivo de el maíz dulce quedando restringida su producción principalmente a la zona del Bajío, Tamaulipas y Sinaloa.

Este es un cultivo de ciclo corto ya que su consumo es en fresco y enlatado, por lo tanto, solo se le permite desarrollarse hasta su madurez fisiológica; además este cultivo es más remunerativo que el maíz común, más dulce al paladarlo y permanece por un periodo más corto ocupando el campo pudiéndose aprovechar para otro cultivo.

El sistema de producción en nuestro país no ha cambiado durante muchos años y son muy contadas las ocasiones en que se ha observado un cambio hacia la utilización de nuevas tecnologías que coadyuven en el desarrollo y en el incremento de la producción del cultivo. La plasticultura nos permite esto y, además, una característica que exigen los consumidores que es "calidad".

El presente trabajo se ase con la finalidad de dar a conocer un nuevo manejo del maíz, dando a conocer nuevas técnicas agrícolas como el uso del acolchado plástico, fertirrigación, riego por goteo y el monitoreo de factores ambientales para un buen manejo del cultivo y dar a conocer éstas tecnologías a los agricultores y que estos puedan ponerlas en práctica apoyados por personal técnico capacitado para diseñar, implementar, evaluar y transferir a nivel extensivo éste modelo de producción para así elevar la misma y por lo tanto obtener mayor ganancia económica.

1.1. Objetivos

Implementar sistemas de producción modernos y novedosos en el cultivo de maíz superdulce.

Generar información que permita incrementar y mejorar la calidad del cultivo de maíz superdulce.

1.2. Hipótesis

El desarrollo y rendimiento del maíz superdulce (*Zea mays* var. *saccharata*), es mayor con el uso de acolchado plástico que con la forma tradicional.

Los tonos de lámina plástica afectan en forma diferente el desarrollo y rendimiento del maíz superdulce.

2.- REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen e historia del maiz dulce

Smith (1955), citado por Jugenheimer (1981) reviso la historia del maiz dulce. Aparentemente, el origen de éste cultivo data de 1779 (Ewin, 1934). Singleton (1944) consigno que un abogado de Connecticut, Noyes Darling, cruzó una variedad amarilla muy precoz con un tipo dulce en 1836, desespigando la variedad amarilla.

El primer híbrido que se cultivó extensivamente fue desarrollado por D. F. Jones y que puso a la disposición del público por la estación Connecticut en 1924. El híbrido de maiz dulce más popular y ampliamente cultivado, Golden Cross Bantam, fue desarrollado por Glenn Smith (Smith, 1933). Es una cruza simple p39 x p51. Estas dos líneas puras se desarrollaron de la variedad Golden Bantam.

Lauhgnan (1953, 1954), utilizó el efecto del factor genético sh2 sobre las reservas de carbohidratos en el endospermo maduro del maiz, introdujo el gene rugoso-2 en líneas puras básicas de maiz dulce.

Gracias a los esfuerzos del Dr. Lauhgnan en la Universidad de Illinois y del personal de la Illinois Fundation Seeds, Champaign Illinois, están disponibles híbridos extremadamente deseables de maiz "superdulce".

Los maices "superdulces" de Illinois son de color amarillo. Se pueden adaptar admirablemente a huertas domésticas, a cultivo para mercado, congelamiento y al enlatado. El peso de la semilla es más ligero que el de maiz común.

2.2. Clasificación botánica del maíz dulce

Familia: Graminae
Genero: Zea
Especie: mays (Shaccharata)
Nombre común: maíz dulce.

Bowman y Crossley (1908) presentan los grupos de maíz que Sturtevant en 1899 estableció. Los cuales son:

- 1.- Zea everta.....maíz palomero
- 2.- Zea indurata.....maíz cristalino
- 3.- Zea indentata.....maíz dentado
- 4.- Zea amylacea.....maíz blando o harinoso
- 5.- Zea saccharata....maíz dulce
- 6.- Zea tunicata.....maíz tunicado.

Durante un periodo de cincuenta años se usó esta clasificación sin modificación alguna. Mangelsdorf (1974).

2.2.1. Características botánicas y taxonómicas

El maíz dulce es una planta anual, con raíces fasciculadas, de tres tipos: seminales, permanentes y adventicias. El tallo es erecto en general el porte del mismo es algo más bajo que el que poseen las variedades de maíz común. Las hojas son alternas, abrazadoras, largas y paralelinervias. Plantas monoicas, con inflorescencias en panículas de posición terminal e inflorescencias femeninas axilares, en apéndices, es decir flores sentadas en 20 a 25 líneas sobre un eje

inchado, que dará posteriormente lugar a la infrutescencia en mazorca o panoja, envuelta por sendas bracteas e inserta a el tallo principal por un raquis. Maroto (1989)



Fig. 1 Características físicas del cultivo.

Maroto (1989) menciona que la mayor parte de las variedades de maíz dulce son híbridos obtenidos en los Estados Unidos, que se clasifican principalmente en función de su precocidad, por lo que puede establecerse la siguiente agrupación:

_ Variedades muy precoces (cubre su ciclo de desarrollo en buenas condiciones de cultivo, en menos de 75 días).

_ De grano blanco: Marcross.

_ De grano amarillo: Butterfingers, Golderest, Aztec, Comanche, etc.

_ Variedades precoces (cubren su ciclo entre 75 y 85 días).

_ De grano blanco: Comet, Snowbelle, White Knight.

_ De grano amarillo: Golden Cross Bantam, Apache, Cherokee, Merit, Midway, Salute, Bonanza, Calico, Guardian, Candy Bar, etc.

_ Variedades semiprecoces (cubren su ciclo en más de 85 días).

- _ De grano blanco: Stowell's Evergreen hybrid.
- _ De grano amarillo: Iobelle, Valley Market, Iochief, etc.

Brittain (1988) citado por Maroto (1989) menciona que en función de las características genotípicas ha establecido cuatro tipos varietales de maíz dulce:

- _ Tipo normal azucarado.
- _ Tipo superdulce: que posee los genes (sh2).
- _ Híbridos de gen dulce: Su contenido en sacarosa es inferior al 70% del que poseen los tipos superdulces.
- _ Híbridos dulces intensificados: Que pueden ser de dos subtipos; unos con el gen "Sugary enhancer" (se) en homocigosis, otros que engloban los que poseen el gen (se) en heterocigosis.

2.2.2. Valor nutritivo

Cuadro 1. Composición nutritiva del maíz dulce por 100 gr. de parte comestible, según Watt et al. (1975).

CONTENIDO	CANTIDAD
Agua	72.7 %
Prótidos	3.5 gr.
Grasas	1.0 gr.
Hidratos de carbono totales	22.1 gr.
Fibra	0.7 gr.
Cenizas	0.7 gr.
Calcio	3 mg.
Fósforo	111 mg.
Hierro	0.7 mg.
Potasio	280 mg.
Vitamina A	400 UI.
Tiamina	0.15 mg.
Riboflavina	0.12 mg.
Niacina	1.7 mg.
Acido ascórbico	12 mg.
Valor energético	96 cal.

2.3. Características agronómicas

Sistema radicular.

El sistema radicular consta de dos partes: raíces absorbentes y de sostén. Ciertas investigaciones han demostrado que las raíces de las plantas adultas se extienden lateralmente a una distancia de 1.20 a 1.50 m. y que el desarrollo vertical de 1.80 a 2.40 m. dependiendo de las condiciones del suelo.

Tallos y hojas.

El sistema aéreo consta de tallos primarios y tallos secundarios. Los tallos secundarios reciben el nombre de hijos.

Flores y frutos.

El maíz dulce es monoico, la inflorescencia estaminada contiene un gran número de pequeñas flores, aparecen en el extremo del tallo primario y recibe el nombre de panoja o espiga. Los entrenudos de cada vástago lateral son muy cortos. Así pues, las vainas de las hojas se empalman y forman la cubierta de la mazorca. Edmon (1984).

2.3.1. Necesidades del cultivo

Desde un punto de vista global, el maíz dulce es ligeramente más exigente en temperatura y humedad que el maíz normal. Delacroix *et al.* (1973), citado por Maroto (1989).

Ciertas investigaciones han demostrado que cuanto más alta es la temperatura entre 10 y 32 °C, tanto mayor es la velocidad de crecimiento y más corto el tiempo necesario para que la planta alcance un determinado estado de madurez.



Fig. 2 Cultivo con las condiciones favorables para desarrollarse.

Para un rápido crecimiento y desarrollo es necesaria una provisión uniforme de humedad. Edmon (1984).

Mc Gillivray *et al.*, (1968) citado por Maroto (1989), menciona que la planta de maíz necesita para germinar una temperatura mínima cercana a los 13 °C. Temperaturas por encima de los 35 °C, así como vientos secos pueden causar una polinización deficitaria, y si estas circunstancias coinciden con la época de recolección, los granos pierden rápidamente el azúcar, lo cual repercute en su valor comercial.

En cuanto a suelos, se adaptan mejor a texturas de tipo medio con un buen contenido de materia orgánica. Maroto (1989).

Edmon (1984), indica que el maíz dulce se cultiva en una amplia variedad de suelos. Para la producción temprana se siembra comúnmente en migajones limosos o arcillosos o tierras bien drenadas.

2.3.2. Principales plagas y enfermedades

Maroto (1989), cito las siguientes plagas: la mosca de los sembrados (*Phorbia platura Meigen*); los gusanos grises (*Agrotis sp.*); los gusanos minadores del maíz (*Sesamia nanogrioides Lef.*, y *Pyrausta nubilalis Hb.*); la oruga del tomate

(*Heliothis armigera* Hb.), que penetra a través de las barbas, causando graves daños a la mazorca; los áfidos y finalmente los ácaros.

Entre las enfermedades, pueden citarse: el carbón (*Hustilago maydis*), la helmintosporiosis (*Helminthosporium turcicum* Passerini) y la roya (*Puccinia sorghi* Schw.).

El gusano elotero es menos perjudicial al maíz dulce con altitudes con temperaturas invernales bajas, las cuales impiden que las larvas pupen en invierno. El marchitamiento bacteriano o enfermedad de Stewart, es particularmente en el sur de Canadá. Poole (1937) y Smith (1955), citados por Jugenheimer (1981).

2.4. Importancia del maíz dulce en México

Aunque México es el centro de origen y diversificación del maíz, y nuestra cultura se ha desarrollado alrededor de este importante cultivo, el maíz dulce es un cultivo hortícola relativamente nuevo en México.

Desde hace ya algunos años se ha venido sembrando maíz dulce para procesar (enlatado y congelado principalmente) en diferentes zonas de México, pero el cultivo de el maíz dulce para su comercialización en el mercado apenas se esta desarrollando.

Existen nuevos tipos de maíz dulce que incrementan el contenido de azúcar del grano, llamados comúnmente "superdulces".

Actualmente se utilizan tres tipos principales: sh2 (llamado "Shrunken-2" que en español significa rugoso 2), se (llamado "sugary enhancer" que en español significa incrementador del azucarado), y el tradicional sul (llamado "sugary" que se traduce como azucarado). Estos nuevos maíces superdulces han cambiado el mercado en los últimos años.

Rugoso-2 (sh2)

Este tipo es ideal para el embarque. Su contenido de azúcar es más del doble del maíz dulce normal (su1), y sus azúcares no se convierten en almidón como sucede en las variedades de maíz normal y de maíz se. Tiene un excelente aguante en el campo y mantiene su calidad aún después de 7 a 10 días de cortado, incluyendo el embarque y manejo. Los nuevos híbridos de sh2 tienen una mejor apariencia; llenado de mazorca hasta la punta y el grano es más tierno, tiene una estructura atractiva y pueden ser empacados agregando una menor cantidad de azúcar o incluso sin ninguna. Congelados son más dulces y con mejor textura. Esta apariencia mejorada se encuentra ahora disponible en híbridos como el Challenger, Dazzle, y Even Sweeter. Asgrow (1993).



Fig. 3. Maíz superdulce "Challenger"

2.5. Híbridos de maíz dulce

Asgrow (1993), menciona que los híbridos de maíz dulce son los que se muestran en el cuadro 2.

CUADRO 2. Descripción de híbridos de maíz dulce.

HIBRIDO	TIPO	COLOR	MADUREZ	L. ELOTE	HILERAS	ALTURA
Commander	Su1	Amarillo	86	17.7	18-20	216
Merit	Su1	Amarillo	86	18.5	18	228
More	Su1	Amarillo	86	16.7	16-18	234
Challenger	Sh2	Amarillo	78	17.8	16	184
Sweet belle	Sh2	Amarillo	80	17.1	18-20	204

...Continuación cuadro 2 Descripción de híbridos de maíz dulce.

XPH-3056	Sh2	Amarillo	80	18.6	14-16	206
Classic	Se	Amarillo	83	16.8	16-18	203
Melody	Se	Amarillo	82	18.7	18-20	194
Reveille	Su1	Amarillo	76	14.3	16-18	187
Champ	Se	Amarillo	76	-	16	-
Savor	Su1	Amarillo	80	-	16-18	-
Rival	Su1	Amarillo	80	-	16	-
Even Sweeter	Sh2	Blanco	100	-	18-20	-
Calico Belle	Se	Bicolor	96	-	18-22	-
Dazzle	Sh2	Bicolor	88	-	18	-
Sensor	Se	Bicolor	-	-	-	-

2.5.1. El maíz dulce para propósitos y usos especiales

Poole (1937) y Smith (1955), citados por Jugenheimer (1981) hicieron excelentes revisiones sobre el mejoramiento de el maíz dulce.

Este cultivo se usa como verdura enlatada o congelada en la mayor parte del mundo y como verdura fresca de mercado o de huerta en regiones que favorecen su cultivo.

Los tipos deseables de maíz dulce para alimento enlatado o congelado comprende varias características importantes. Estas incluyen granos profundos, amarillos o blancos dependiendo de las preferencias locales, producción eficiente, alta calidad y uniformidad extrema de la planta y la mazorca. Esta uniformidad comprende la textura y la consistencia de los granos y la forma y tamaño de las mazorcas.

El enlatado de grano entero requiere de granos con 72 a 75% de humedad y mazorcas uniformes con pericarpio tierno y buen sabor. Lo tierno del grano y el

buen sabor son consideraciones importantes para la congelación comercial y domestica del maíz dulce (Smith, 1955).

2.6. Los plásticos para acolchado

En nuestro país los incrementos en la productividad no han mantenido un crecimiento paralelo a la población ni al de sus demandas, lo que ha originado un déficit alimentario que se soluciona a corto plazo gracias a la importación de productos agropecuarios básicos. Ante esta problemática es importante buscar más alternativas a las ya propuestas para apoyar a la agricultura y lograr mantener la producción tanto en las zonas actualmente en operación como en aquellas que potencialmente lo son si se aplican los adelantos tecnológicos generados y validos, considerando además que en muchos casos existe limitación de los recursos naturales.

Por lo anterior la plasticultura ofrece en su modalidad de arropados, una posibilidad para hacer más eficientes dichos recursos, especialmente el agua y el suelo.



Fig. 4. Plástico para acolchar y tractor acolchando un campo.

Stevens *et al.* (1992), menciona que la ciencia de la plasticultura nació en 1924 cuando Warp desarrollo el primer sustituto de vidrio para su uso generalizado en la agricultura. Los Británicos fabricaron una película de polietileno (PE) en 1938.

Muchos consideran a Emert el padre del desarrollo del plástico agrícola en los Estados Unidos. El detalló los principios de la tecnología de plásticos con sus investigaciones sobre invernaderos, acolchados y cubiertas para hileras. Stevens et al. (1992).

Stevens et al. (1992) menciona que el acolchado consiste en cubrir la tierra con materiales orgánicos o inorgánicos que forman una barrera protectora para limitar la evaporación del agua, controlar las malezas, mantener una buena estructura de la tierra y proteger los cultivos de la contaminación de la tierra.

Los materiales tradicionalmente empleados como acolchados, dependen de la región e incluyen residuos vegetales intactos o descompuestos. Los materiales no tradicionales comprenden los lienzos delgados de papel y petróleo o materiales plásticos.

Waggoner et al. (S. F.) citado por Stevens et al. (1992) describió los cambios microclimáticos producidos por acolchados de paja, papel, películas de PE y aluminio y concluyó que la película de polietileno era el más efectivo.

Robledo y Martín (1988) mencionan que el acolchamiento, empajado o mullido, han sido una técnica practicada desde hace algunos años por los agricultores con la finalidad de defender los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos.

a) Los modos de acción y usos de los acolchados plásticos.

_ La conservación de la humedad.

El alto grado de impermeabilidad de las películas plásticas al vapor del agua evita la evaporación de la humedad de la tierra.

La película de plástico negro reduce la variación en la temperatura y tiene un efecto menor sobre el movimiento del agua en la tierra que el poliestireno transparente. Stevens et al. (1992).

_ El empleo de fertilizantes.

Las tierras cubiertas con acolchados de películas plásticas generalmente tienen un nivel mayor de minerales solubles. El contenido de humedad constante, las temperaturas más elevadas y la mayor aireación del suelo tiende a favorecer las poblaciones microbiales más altas en la tierra, asegurando así una nitrificación más completa.

Los acolchados de plástico impiden la lixiviación de nutrientes, particularmente del nitrógeno.

_ El intercambio gaseoso entre el aire y la tierra.

El bióxido de carbono (CO_2) despedido por las raíces o la descomposición de la materia orgánica del suelo, se acumula bajo el acolchado de plástico. Luego se canaliza a través de las perforaciones hechas en el momento de sembrar y se concentra alrededor de cada planta. Este pequeño incremento en el nivel de CO_2 alrededor de la stomata del follaje favorece el crecimiento al intensificar la fotosíntesis. Stevens et al. (1992).

_ La modificación de la estructura física de la tierra.

El acolchado plástico protege la tierra de la erosión del agua y viento.

Cannington et al. (1992) informo que dada la fuerte precipitación del Sur de Florida en ciertas temporadas del año, los vegetales se cultivan en camas elevadas cubiertas por acolchado plástico a fin de minimizar los efectos de inundaciones.

Robledo y Martín (1989), indican que el suelo acolchado con filmes de plástico presenta una estructura ideal para el desarrollo de las raíces de las plantas.

_ La modificación de la temperatura y su efecto sobre la precocidad y el rendimiento.

Muchos trabajos han demostrado que el acolchado plástico incrementa la temperatura de la tierra aumentando los rendimientos precoces y totales de ciertos vegetales.

El empleo de acolchado de PE transparente en Iowa y Alaska resultó en la maduración precoz del elote dulce con cuatro y ocho días de anterioridad. Stevens *et. al.* (1992).

_ Sobre el crecimiento de malas hierbas.

Robledo y Martín (1989) mencionan que el crecimiento y desarrollo de la vegetación espontánea que se origina debajo de estas láminas de plástico dependerá considerablemente de el color de las mismas, es decir su permeabilidad a la luz solar.

_ Sobre la calidad de los frutos.

Los mismos autores anteriormente señalados, mencionan que los filmes de plástico, al actuar la barrera de separación entre el suelo y la parte foliar de la planta, evitan que los frutos estén en contacto directo con la tierra, obteniéndose estos con una calidad y presentación tal que los hace ser más comerciales.

_ Sobre el control de enfermedades.

Hilborn *et al.* (1992) informó que el acolchado de PE negro disminuyó la pudrición bacteriana de la lechuga (*Rhizoctonia solani*).

El acolchado con plástico negro redujo la incidencia de la enfermedad causada por *Sclerotium rolfsii* en jitomate y frijol, así como la pudrición del fruto del jitomate.

2.6.1. Ventajas económicas del acolchado de suelos

__ Producción de cosechas tempranas

Ibarra y Rodríguez (1991) indican que un elemento de gran interés respecto al acolchado con plástico es su uso para adelantar el desarrollo y madurez de los cultivos, que pueden ser introducidos al mercado antes que los productos no acolchados.

En resumen, la anticipación a cosecha con el acolchado plástico varía entre 3 a 28 días promedio, dependiendo del cultivo y de la estación del crecimiento.

Stevens *et al.* (S. F.) menciona que el uso de plástico transparente en áreas o estaciones frías aumenta la temperatura de la tierra promoviendo la germinación y la energía de muchos cultivos. El empleo de acolchados de PE transparente en Iowa y Alaska resultó en la maduración precoz del elote dulce con 4 y 8 días de anterioridad.

__ Producción de altos rendimientos

Ibarra y Rodríguez (1991) indican que el incremento en la producción mediante el acolchado de suelos puede oscilar desde 20 hasta 200% con respecto a los métodos convencionales de cultivo.

E.P.A. (Exportadora de Plásticos Agrícolas) (S. F.) menciona que algunos resultados que se pueden obtener con el uso de películas plásticas son:

Cuadro 3 Resultados que se pueden obtener con el uso de película plástica.

COSECHA TIPO	CAJAS/Ha.
Fresa intemperie	800 a 1200
Fresa con acolchado y riego por goteo	7000 a 9000

Supresión de labores

Ibarra y Rodríguez (1991) mencionan que en algunos casos y especialmente donde los herbicidas no son efectivos es viable provisto de acolchado tenga una respuesta satisfactoria al problema de control de malezas.

El suelo acolchado con plástico presenta una estructura ideal para el desarrollo de las raíces, al encontrar humedad suficiente a poca profundidad.

Con el aumento de raíces la planta asegura un mejor anclaje, lo que consecuentemente impide los aporques.

EPA (1991) menciona las principales ventajas del uso de películas plásticas.

Ventajas

- Ayudan a incrementar las cosechas, con un crecimiento medio más estable.
- Ahorran agua y fertilizante.
- Mantienen la humedad y fertilizantes donde se necesitan.
- Ayudan a controlar la erosión y el endurecimiento de la tierra.
- Absorben el calor del Sol, y mantienen el calor de la tierra, para favorecer el crecimiento de plantas jóvenes.
- Eliminan o bloquean el desarrollo de las malezas, con un gran ahorro de mano de obra.
- Son películas protectoras al contacto de la fruta con la tierra.

Limitantes

- Cuando esta operación se hace en forma manual es bastante laboriosa y requiere abundante mano de obra.
- Costo de el material plástico utilizado para el acolchado, lo que se condiciona que solo pueda efectuarse en cultivos altamente remunerativos.
- Necesidad de conocimientos técnicos para la aplicación de esta práctica, ya que puede originar problemas si no se maneja adecuadamente. Aeda (1991).

2.6.2. Natural (transparente)

Características

__ Transmite prácticamente la totalidad de la radiación solar a la Tierra (promedio 85%).

__ En lugares de climas muy extremos, la temperatura de la Tierra puede llegar a quemar la raíz.

__ La Tierra se calienta más rápido que con ningún otro tipo de acolchado.

__ La raíz se fortalece desde su inicio provocando un crecimiento más rápido de la planta.

__ Permite la cosecha más temprana y por un período más largo, con el consiguiente aumento en relación cosecha por hectárea.

__ La película no se calienta (absorción de radiación solar aproximadamente 5 %).

__ Debido a las condiciones mejoradas (calor, humedad, buena estructura de la tierra, etc.) aumenta el crecimiento de la maleza, por lo que es esencial el tratamiento previo de la tierra con fumigante y/o solarización.

2.6.3. Blanco opaco

Características

__ El efecto de reflexión es casi igual al de transmisión (reflexión de la radiación solar aproximadamente del 30 %).

__ Este efecto de reflexión produce iluminación adicional a la planta, sobre todo del envés de las hojas.

__ En lugares de calor extremo, no permite transmisión de radiación solar a la tierra, evitando así posibles quemaduras a la raíz. De ser posible, solarizar la tierra previamente.

__ La película no se calienta (absorción de la radiación solar de aproximadamente 30 %).

__ Tanto éste color como el aluminio tiene la ventaja adicional de ahuyentar áfidos y la mosca blanca (aunque este efecto decrece conforme el follaje de la planta va cubriendo la película).

2.6.4. Aluminio

Características

__ Por efecto de reflexión de la luz (en el rango de 200 a 800 nanómetros de longitud de onda), el I. R. T. (radiación fotosintéticamente activa), proporciona una nutrición fotolumínica a las hojas de la planta, sobre todo en el envés, lo que produce mayor vigor y tallo más grueso.

__ Por el mismo efecto ayuda a ahuyentar áfidos y otros insectos, sobre todo cuando la plantación esté joven.

__ En plantaciones de verano, impide el calentamiento excesivo del suelo, evitando daños al sistema radicular de las plantas.

__ Provoca precocidad y rendimientos superiores a los que se obtienen con otra película.

__ La película se calienta, pero no a niveles de riesgo como el negro.

2.6.5. Negro

Características

__ Por su casi nulo porcentaje de transmisión de energía solar, este tipo es el único capaz de suprimir la germinación de malezas anuales o bianuales, inclusive el crecimiento de perennes.

__ Pero también por esta misma causa, la tierra se calienta menos y más lentamente que en otro tipo de películas (transmisión solar a la tierra menor al 1.0%).

__ La película absorbe gran parte de la energía solar, y por consiguiente, se calienta.

En lugares extremos, puede llegar a quemar las plantas del cultivo del follaje que este en contacto con la misma (absorción de la radiación solar mayor al 95 %).

Cuadro 4 Propiedades espectrales de acolchados según respuestas a la radiación solar de honda corta, realizadas en San Diego, CA. E.U.A., el 6 de agosto de 1991.

COLOR	REFLEXION	TRANSMISION	ABSORCION
	%	%	%
Natural	10.6	84.5	4.9
Blanco opaco	31.3	38.1	30.6
Café rojizo	12.7	33.5	53.8
Aluminio	39.1	4.4	56.6
Negro	3.5	0.7	95.8

* Estos datos fueron con traductor de infrarrojo (Mod. 112 Everest Intercience, Fullerton, Ca., E.U.A.).

Cuadro 5 Temperaturas registradas en las películas plásticas acolchadas (°C), cada hora desde las 8:00 a.m. hasta las 6:00 p.m. el 6 de agosto de 1991 en San Diego C.a., E.U.A.

COLOR	HORAS DEL DIA										
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Natural	23	29	36	44	46	48	50	46	42	42	35
Blanco opaco	24	28	34	42	44	46	45	43	42	35	28
Café rojizo	26	36	43	52	55	57	56	57	49	43	36
Aluminio	16	19	29	35	44	45	42	34	33	32	27
Negro	30	42	51	58	63	65	65	62	58	51	38
Temperatura aire	10	21	22	23	24	24	25	26	26	25	24

2.7. Situación y perspectivas de la plasticultura en el mundo

Las primeras aplicaciones de plástico en la agricultura tuvieron lugar hace unos 45 a 50 años, en muy contados países, éstas aplicaciones se han ido extendiendo por todos los continentes, en mayor o menor grado.

Teniendo en cuenta las condiciones climáticas, las necesidades de agua, de protección de los cultivos, etc., las diferentes técnicas de utilización varían de unos países a otros.

En 1964 se celebró en Avignon (Francia), el primer congreso internacional de plásticos en agricultura con motivo del cual se creó, a propuesta del Comité Francés (CPA), El comité internacional (CIPA). Poco después se creó el Comité Español (CPLA). Al CIPA se adhirieron desde el principio 7 países: España, Francia, Hungría, Italia, Japón, Portugal y Reino Unido.

Hoy día, el CIPA esta compuesto por otros 10 países más: Argelia, Argentina, Alemania, Bulgaria, Egipto, E.U.A., India, Israel, México y Pakistán.

Los datos que se muestran a continuación son una demostración de la gran importancia económica y social que el empleo de materiales plásticos tiene a nivel mundial, hasta 1995.

Cuadro 6 Acolchamiento mundial.

SUPERFICIE / HECTAREAS			TONELADAS	
Regiones	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Europa Occidental	250,000	300,000	60,000	75,000
Europa Oriental	8,000	10,000	2,000	2,500
Africa/medio Oriente	8,000	10,000	2,000	2,500
América	180,000	200,000	45,000	50,000
Asia / Oceanía	3,000,000	3,500,000	300,000	350,000
Total mundial	3,446,000	4,020,000	409,000	480,000

Es digna de destacar la gran extensión que el acolchamiento ha adquirido en Japón (150,000 ha.), en Corea (100,000 ha.), y sobre todo en China (2,000,000 ha.).

En Europa destacan Francia y España con unas 75,000 has. cada uno seguidos de lejos por Italia con unas 25,000 ha. López y Díaz (1995).

2.7.1. Perspectivas para la plasticultura

Es indudable que la plasticultura, a nivel mundial, tiene el futuro asegurado, sin embargo el desarrollo y expansión, dependen en gran medida, de las condiciones climáticas, económicas y sociales de cada país.

Tratando de generalizar en todos los años:

__ Se tendrá el desarrollo de menor costo posible, de buena calidad y procurando su amortización lo más rápidamente posible.

__ Se procurará mejorar las tecnologías utilizadas, con el control preciso de costos y energía así como reducción de mano de obra.

__ Se observará un aumento de profesionalismo y selección de técnicos y empleados del sector, en lo referente a la competitividad del mercado.

__ La plasticultura deberá tener en cuenta el respeto debido al medio ambiente, procurando valorizar los materiales plásticos después de su uso, mediante reciclado mecánico, químico, etc. López y Díaz (1995).

2.8. La agroplasticultura en México

En México, la implementación de los plásticos en la agricultura responde a la necesidad de dar solución a problemas relacionados con el manejo y disponibilidad de recursos tales como el agua, suelo y clima, participando los plásticos en las soluciones.

Otro de los aspectos a los que responde el desarrollo e implementación de la agroplasticultura en México es aquel que deriva de la necesidad de lograr una mayor

rentabilidad en los cultivos con el mínimo permisible de recursos, que puede obtener un alto beneficio tanto en el mercado doméstico como el de exportación.

Las técnicas de agroplasticultura en México han sido implementadas en aquellas áreas con problemas de manejo y disponibilidad de recursos tales como los referidos al agua, suelo y clima.

Los cultivos que mayor demanda tienen de tecnología en agroplasticultura son aquellos de alta rentabilidad y que son destinados tanto como para el consumo fresco como a la industria y que preferentemente se busca llevarlos al mercado de exportación. Reyes (1995).

Cuadro 7 Técnicas que emplean plástico en México, superficie cubierta y volumen.

TECNICA	Ha.	%	Ton.	%
Acolchado	7.964	13.88	2,784	7.80
Microtunel	3.790	6.58	1,665	4.66
Macrotunel	113	0.19	361	1.01
Cortina	100	0.17	28	0.07
Inver. prod. de plantulas	141	0.24	462	1.30
Inver. prod. de flores	582	1.01	1,814	5.08
Mallas	4.794	8.32	3,472	9.75
Microaspersión	11.135	19.34	9,464	26.52
Cubierta flotante	17.280	0.02	7	0.02
Riego por goteo F.	18.300	31.79	14,460	40.55
Riego por goteo H.	10.108	17.56	980	2.74
Esterilización de S.	520	0.90	178	0.50
TOTAL	57.564	100.00	35,675	100.00

Reyes (1995).

Cuadro 8 La plasticultura en México (1975-1995).
Superficie cubierta (hectáreas).

TECNICA	AÑOS		
	1975	1985	1995
Acolchado		350	2,600
Microtúnel	5	1,200	4,250
Invernaderos	10	490	980
Mallas	170	1,400	3,700
Microaspersión	65	3,600	12,450
Riego por goteo	2,500	9,400	35,700
Cubiertas			870
Superficie total	2,750	16,400	63,550

Cifras del Consejo Mexicano de plasticultura y del Comité Internacional de Plásticos agrícolas.

2.9. Problemas de contaminación del acolchado plástico

a) El problema del retiro y deshecho del acolchado.

El deshecho de la película plástica después de la cosecha representa un problema de contaminación ambiental, ya que llegan a emplearse entre 200y 500 kg. de película por hectárea.

En 1985, el congreso de la NAPA estimó que aproximadamente 52 millones de kg. de película plástica se utilizaba en ese momento en los EUA.

Los resultados de una investigación demostraron que el plástico utilizado para cubrir 31,000 ha. de tierra agrícola se habían depositado en rellenos sanitarios. Stevens (1990).

Carnel (S. F.) citado por Stevens(1990), delineó cuatro métodos para controlar el retiro del acolchado plástico: gradarlo, quemarlo, retirarlo físicamente y quemarlo.

b) La película, plástica bio y fotodegradable.

En los decenios 1960 y 1970, los científicos comenzaron a investigar la posibilidad de usar la biofotodegradación como una técnica de deshecho autodestructivo para películas plásticas.

En el congreso NAPA 1983, se informó que ninguno de los acolchados plásticos fotodegradables probados por Agway, Inc. entre 1973 y 1983 se habían considerado comercialmente aceptables.

Durante los últimos años, en Israel se ha utilizado un producto nuevo llamado plastigone. Este parece ofrecer una solución al problema de la degradación tempocontrolada. El plastigone ha sido uno de los mejores plásticos evaluados hasta el momento; sin embargo éste también tiene sus limitantes. Stevens (1990).

SARH (1985) reporto que el uso de plásticos fotodegradables es una opción práctica para la eliminación de estos materiales, se fabrican con las mismas características de las películas transparentes, negro y co-extruido; pero tienen la particularidad que se degradan por la acción del sol.

Esta característica de degradación se las confiere los aditivos que se incorporan a la lámina plástica como son compuestos organo-minerales de Fe y Cu que acumulan energía para activar el proceso.

c) Reciclado de residuos plásticos agrícolas.

Las investigaciones realizadas en 1987 y 1988 acerca del deshecho de acolchados plásticos en los E.U. no detectaron programas de reciclado exitosos.

Corwell(S. F.) citado por Stevens(1990) promovió el reciclado de plásticos y sugirió los siguientes pasos:

- ___ Desarrollar una campaña antibasura a nivel nacional.
- ___ Formar un comité bajo los auspicios del congreso NAPA con representación de los fabricantes de plásticos, proveedores de resinas y procesadores de plásticos y (FDA), así como la agencia de protección ambiental (EPA).

Laguna *et al.* (1995) menciona que los filmes de polietileno que representan una cantidad considerable de residuos que hay que considerar desde el punto de vista ecológico y económico.

Los procedimientos de reutilización son varios, y el empleo dependerá fundamentalmente de su rentabilidad y posibilidades de comercialización en función de los precios del material virgen del mercado.

2.10. Riego por goteo

Irrideco (1992) indica que debido a la precisión a la exactitud de las tasas de aplicación del riego por goteo, el uso de agua se reduce drásticamente en comparación con el riego común por surcos, por inundación o por aspersión.

William (1991) menciona que el riego por goteo básicamente consiste en la aplicación de pequeñas cantidades de agua, a menudo en forma diaria, en la zona radicular.



Fig. 5. Filtros e inyector de fertilizante de un sistema de riego por goteo.

Componentes y función del riego por goteo

Los componentes son el sistema de entrega (goteros o tuberías de goteo). Los filtros (de arena, discos o mallas). Los reguladores de presión (de resorte o válvula) y las válvulas (manuales, hidráulicas o eléctricas).

a) La línea principal de distribución lleva el agua desde la fuente hasta las líneas secundarias.

b) Los filtros son esenciales y pueden considerarse como el componente más importante. Para agua de pozo puede usarse un filtro de malla o de disco. Al usar agua de fuente abierta o superficial, los filtros de arena son absolutamente necesarios.

c) Los reguladores de presión mantienen la presión de operación del sistema generalmente en 0.7 kg./cm^2 . Puede ser de resorte o de diafragma.

d) Las válvulas o medidores sirven para regar varios campos o secciones con una misma fuente de agua.



Fig. 6. Válvulas de un sistema de riego por goteo.

Cuando se inyectan fertilizantes o productos químicos en la línea se necesita instalar una válvula antisifón o de contra flujo.

John (1990) menciona que el “riego por goteo” o “riego a chorritos” es el método más conocido. Las mangueras tienen de 10 a 25 mm. de diámetro y generalmente se dejan instaladas durante la temporada del cultivo. La cantidad de

agua que es liberada al suelo por boquilla o gotero oscila alrededor de 1 a 10 lts./hr. La presión del agua en la manguera debe ser generalmente entre 1 y 3 atmósferas.

La frecuencia y duración de cada riego se controla por medio de las válvulas manuales o accionadas automáticamente.

En contraste con el riego por aspersión, el riego por goteo no es afectado por el viento ni por la topografía, así como lo es en el riego por gravedad.

Aumentos de rendimientos de 20% y aún más se han observado por unidad de superficie después de cambiar un campo a microrriego, mientras que los rendimientos por unidad de agua aplicada han incrementado hasta el 40%.

Moya (1994) menciona que en zonas salinas, el sistema de riego total, tiene la ventaja de provocar el lavado del exceso de sales.

Con el riego localizado el agua tiene movimiento vertical y lateral, y bien usada se disminuye el apelmazamiento del suelo.

Este movimiento lateral es mayor en suelos con buena estructura, francos y algo arcillosos, y va disminuyendo a medida que aumenta el porcentaje de arena y piedra.

Efectos del riego sobre el suelo y la planta

Riego total

Ventajas	Inconvenientes
.Llega al 100% de las raíces	Apelmazamiento del suelo
.Se renueva toda la atmósfera del suelo	Se produce asfixia radicular
.Se favorecen lavados del suelo	Problemas de clorosis, gomosis, etc.
	Despilfarro de agua
	Paradas vegetativas

Riego localizado

Ventajas

- .Oxigenación permanente del suelo
- .Evita enfermedades fisiológicas
- .Reduce pérdidas de agua
- .Mejora la producción y calidad
- .Limita la proliferación de malas hierbas.

Inconvenientes

- Turno de riego muy corto
- Exige más atención
- El cultivo es más sensible a las malas programaciones.
- Salinización de suelos en climas desérticos

Eficiencia

__ Riego tradicional	60%
__ Riego por aspersión	80%
__ Riego con goteros y microtubos	90%

Ventajas y limitantes del riego por goteo

Las ventajas principales son:

- __ Pueden aprovecharse pequeñas fuentes de agua.
- __ Las presiones más bajas de operación requieren menos energía para el bombeo.
- __ Alto grado de manejo del agua, pues las plantas reciben cantidades precisas de agua.
- __ Menos enfermedades de las plantas, ya que las hojas permanecen secas.
- __ Costos de operación y mano de obra generalmente menores, y posibilidad de alto grado de automatización.
- __ Aplicación precisa del agua, no se riegan las entrehileras donde pueden crecer malezas.
- __ Las labores de campo pueden continuar durante el riego.
- __ Los fertilizantes se pueden aplicar con el riego y directamente a las raíces.
- __ Permite regar terrenos irregulares, con condiciones variadas de suelo.
- __ Reduce la erosión y la lixiviación del suelo.

Los problemas que presenta el riego principalmente

- __ Mayor inversión inicial por unidad de superficie que otros sistemas de riego.
- __ Requisitos administrativos altos, un retraso de las decisiones de operación puede causar daños irreversibles al cultivo.
- __ El daño de roedores, insectos y humanos a los tubos de goteo causa fugas y reparaciones.
- __ Las pequeñas aberturas de los goteros se obstruyen fácilmente y requiere filtración cuidadosa del agua.
- __ La distribución del agua en el suelo queda limitada.

2.11. Fertirrigación

Rodrigo et al. (1192) menciona que se denomina fertirrigación o ferti-riego a la práctica de aplicar fertilizante a través del agua de riego.

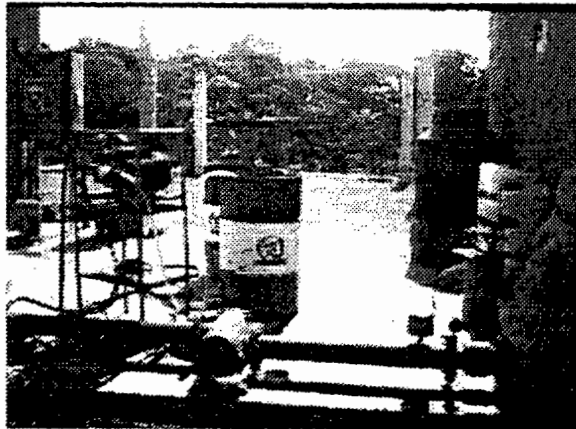


Fig. 7. Inyector de fertilizante.

Moya (1994) comenta que la fertirrigación consiste en dar el abono disuelto en el agua de riego, distribuyéndolo uniformemente, para que, prácticamente, cada gota de agua contenga la misma cantidad de fertilizante.

Con la fertirrigación se da el alimento en óptimas condiciones para que se pueda aprovechar inmediatamente, y no tenga que pasar un tiempo más o menos largo, en disolverse y alcanzar la profundidad de las raíces.

Ventajas e inconvenientes de la fertirrigación

Pizarro (1990) comenta que uno de los efectos de los RLAF (Riegos Localizados de Alta Frecuencia) es que las raíces se concentran en un volumen de suelo más limitado que en el caso de los riegos no localizados, lo que obliga a aplicar los abonos también de forma localizada y frecuentemente.

Pero no es solo que la fertirrigación sea una consecuencia casi obligada de los RLAF, es que además presenta numerosas ventajas en relación con las prácticas tradicionales de abonado.

Ventajas

— Ahorro de fertilizantes, debido a varias causas: localización en las proximidades de las raíces, menores pérdidas por lavado y volatilización, mayor pureza de los abonos.

— Mejor asimilación. El elevado contenido de humedad en que se mantiene permanentemente el suelo favorece la disolución y asimilación de los elementos fertilizantes.

— Mejor distribución, no sólo por su homogeneidad sino también en el perfil del suelo. Este hecho supone una gran ventaja para la absorción del P y K, que en los abonados y riegos tradicionales se acumulan en las capas superficiales, mientras que en RLAF pueden alcanzar profundidades de 50 cm. Para el P y 60 cm. Para el K.

— Adecuación del abonado a las necesidades del momento. Por ejemplo, se podría aplicar una fórmula de NPK con una proporción de 1-1-1 durante la germinación, 5-1-5 durante el crecimiento y 1-1-5 en la maduración del fruto. En éste sentido las posibilidades de la fertirrigación son enormes y en la actualidad no se aprovechan por el desconocimiento que se tiene de las exigencias de los cultivos en sus distintas fases. La técnica del análisis foliar sin duda ayudará a mejorar esos conocimientos, ya que gracias al análisis frecuente de las hojas, se pueden conocer los excesos y

deficiencias de nutrientes antes de que aparezcan síntomas visibles, y corregir en consecuencia la dosis de abonado.

__ Rapidez de actuación ante síntomas carenciales y facilidad de aplicar no sólo macroelementos, sino también elementos secundarios y microelementos.

__ Economía en la distribución de abonos.

__ Posibilidad de utilizar las instalaciones para aplicar otros productos tales como herbicidas, fungicidas, insecticidas, etc., aunque en éste campo la tecnología está solamente en sus comienzos.

Inconvenientes

Los principales inconvenientes son:

__ Obturaciones por precipitados causados por incompatibilidad de los distintos fertilizantes entre sí o con el agua de riego, o debidas a una disolución insuficiente.

__ Aumento excesivo de la salinidad del agua de riego.

__ Paradójicamente, la pureza de los fertilizantes utilizados ha supuesto el inconveniente de que falten algunos elementos que aparecían como impurezas en los abonos tradicionales.

2.11.1. Elementos nutritivos

Pizarro (1990) comenta que aparte del CO_2 que toman de la atmósfera y del agua que toman del suelo, las plantas necesitan absorber diversos nutrientes. Los tres grandes o macroelementos son el N, P, y K. Los secundarios son también tres: S, CA y Mg. Finalmente los microelementos son seis: Fe, B, Mn, Cu, Zn y Mo. Son también beneficiosos o esenciales para algunas plantas el Cloro, Sodio, Silicio y Cobalto.

Nitrógeno

El nitrógeno es el elemento cuyo empleo en fertirrigación produce resultados más espectaculares, ya que su papel en los fenómenos vitales es fundamental; todo lo que vive contiene una proporción mayor o menor de nitrógeno orgánico.

El nitrógeno se puede encontrar en el suelo en tres formas diferentes, que no tienen la misma utilidad inmediata para las plantas: orgánica, amoniacal (NH_4) y nítrica (NO_3).

El nitrógeno en la planta.

Una planta bien provista de nitrógeno adquiere un color verde oscuro debido a la abundancia de clorofila; la brotación se adelanta y se produce un gran desarrollo de hojas y tallos, lo que a su vez incrementa la actividad fotosintética.

Los síntomas de deficiencia de nitrógeno son muy característicos y en muchos cultivos consisten en poco desarrollo vegetativo y clorosis del follaje, que va pasando de un verde amarillento a una pigmentación anaranjada y finalmente violácea.

Por otra parte, demasiado nitrógeno da lugar a un exceso de vegetación: la planta tarda en madurar, los frutos pierden calidad y los tejidos permanecen verdes y tiernos más tiempo con lo que aumenta la sensibilidad a las enfermedades y a las bajas temperaturas. Los tallos no adquieren la rigidez necesaria; es el caso típico del encamado de los cereales.

Fósforo

Pizarro (1990) comenta que el fósforo se encuentra en el suelo en varias formas. La más importante para las plantas es en forma de (PO_4) disuelto en la solución del suelo, de donde puede ser absorbido por las raíces. También puede presentarse en forma orgánica, a partir de la cual, por la acción de microorganismos, se puede mineralizar y ponerse a disposición de las plantas. Finalmente el fósforo también puede estar en forma insoluble; aunque éste fósforo puede evolucionar pasando a asimilable, el proceso es muy lento, por lo que es prácticamente inaprovechable para la planta.

Los síntomas carenciales consisten con frecuencia en la aparición de un color de verde bronceado a violáceo en las hojas, cuyas puntas y bordes amarillean y se necrosan.

El exceso de fósforo no se manifiesta en síntomas visibles, pero puede ocasionar dificultad de absorción de algunos microelementos como el Zinc y el Cobre, e incluso Calcio, cuando éste escasea en el suelo.

Por su parte Rodrigo et al. (1992) menciona que es sin duda, el elemento nutritivo, cuya aplicación en el agua de riego presenta los mayores problemas.

Potasio

Así mismo Pizarro (1990) indica que el potasio se puede encontrar disuelto en la solución del suelo o absorbido por el complejo de cambio, existiendo un intercambio constante entre ambas posiciones; este potasio es el que las plantas pueden asimilar. Se puede encontrar fuertemente retenido entre las capas adyacentes de sílice de algunas arcillas, sobre todo la illita, o formando parte de rocas madres cristalinas o volcánicas y solo muy lentamente puede pasar a forma asimilable.

Si el nitrógeno es un factor de cantidad en los rendimientos y el fósforo de calidad, el potasio lo es de sanidad y equilibrio.

A diferencia del nitrógeno y el fósforo, el potasio no forma parte estructural estable de ninguna molécula orgánica, pero actúa como coenzima en numerosos procesos. Interviene también en la fotosíntesis y en el transporte de los hidratos de carbono así formados, y en su acumulación en los órganos de reserva. También es necesario para la síntesis de proteínas, disminuye la transpiración de las plantas en condiciones de estrés hídrico regulando la apertura y cierre de estomas.

Los síntomas de carencia de potasio consisten en el enrollamiento de las hojas, que amarillean en las puntas o en el limbo de forma difusa.

El exceso de potasio empeora la calidad de los frutos en cítricos, con tendencia a pudrirse.

Nutrientes secundarios.

Pizarro (1990) comenta que los nutrientes secundarios son elementos extraídos en grandes cantidades por las cosechas y se pueden considerar elementos plásticos, ya que forman parte importante de la materia vegetal.

Azufre

El azufre no recibía demasiada importancia ya que se encontraba como impureza en los abonos en forma de sulfatos. En fertirrigación donde no se emplean sulfatos y las impurezas son menores, se considera al azufre como un macroelemento que debe añadirse al suelo.

Calcio

Es indispensable para el desarrollo de las plantas, pero su abundancia en el terreno hace que normalmente no se aplique por medio de fertirrigación.

Magnesio

El magnesio es parte importante de la clorofila. Su deficiencia se traduce en un aspecto pálido, clorótico de las hojas, seguido de necrosis.

Palomar (1993) citado por Moreno y Mojarro (1995) señala que la función de los elementos secundarios es la siguiente:

Azufre.- Forma parte de las proteínas y enzimas y actúa de catalizador en la formación de la clorofila.

Calcio.- Interviene en la actividad de muchas enzimas y en la síntesis de las proteínas, proporcionando mayor consistencia a los tejidos.

__ Favorece el desarrollo radicular en la absorción de otros elementos nutritivos.

Magnesio.- Es el componente más importante de la clorofila, pigmento verde indispensable para la función clorofílica gracias a la cual las plantas transforman los elementos minerales en materia orgánica.

__ Cuando una planta sufre una carencia de magnesio, aparecen clorosis en las hojas viejas y los rendimientos disminuyen considerablemente.

__ Influye en la formación de los hidratos de carbono, proteínas y vitaminas.

Los microelementos

Pizarro (1990) menciona que los microelementos son absorbidos por las plantas en pequeñas cantidades. En el abonado tradicional figuraban muchas veces en los fertilizantes como impurezas, pero en RLAF los fertilizantes son más puros y además frecuentemente se riegan suelos de poca riqueza en nutrientes, por lo que la adición de microelementos es prácticamente normal en fertirrigación.

Los microelementos necesarios son: Hierro, Boro, Manganeso, Cobre, Zinc y Molibdeno, aunque para algunos cultivos se citan también el cloro, Sodio, Silicio y Cobalto.

Palomar (1993) citado por Mojarro y Moreno (1995), señala que la función de los **microelementos** es la siguiente:

__ **Hierro.**- Síntesis de la clorofila, procesos respiratorios y constituyentes de enzimas y proteínas.

__ **Boro.**- Síntesis de proteínas, metabolismo del Nitrógeno y de los hidratos de Carbono, desarrollo del sistema radicular, formación de frutos y semillas, calidad del polen y asimilación del Calcio.

__ **Manganeso.**- Metabolismo del Nitrógeno, asimilación del CO_2 (fotosíntesis), metabolismo de los hidratos de carbono, formación de caroteno, riboflavina y ácido ascórbico.

__ **Cobre.**- Catalizador de la respiración, constituyente de enzimas y síntesis de la clorofila.

__ **Zinc.**- Componente de las hormonas de crecimiento, promueve la síntesis de las proteínas. Interviene en la producción y maduración de granos y semillas.

__ **Molibdeno.**- Fijación simbiótica del nitrógeno y síntesis de proteínas.

A veces el exceso de microelementos es tóxico. Pizarro (1990).

2.11.2. Abonos utilizados en fertirrigación

Pizarro (1990) comenta que los requisitos para abonos utilizados en fertirrigación se dividen en sólidos y líquidos.

Los abonos sólidos deben cumplir un requisito fundamental: que sean muy solubles. Para ello se emplean sales puras cristalinas.



Fig. 8. Algunos de los abonos utilizados en fertirrigación.

Los abonos líquidos pueden adquirirse ya preparados en fábricas o prepararlos a partir de abonos solubles. El líquido resultante, que se llama solución madre, es lo que se inyecta en la red donde se disuelve en el agua de riego.

Moya (1994) menciona que el abono sólido para fertirrigación, debe llevar especificado que es para ese uso, mediante etiquetas con nombres parecidos a “cristalino soluble”, “solubles para fertirrigación” etc.

Moya (1994) señala que en el comercio se encuentran los siguientes:

Sulfato amónico	21 % N.
Nitrato amónico	33.5 % N.
Urea	46 % N.
Fosfato monoamónico	12 - 61 - 0 0
Fosfato de urea	17 - 44 - 00
Nitrato potásico	13 - 00 - 46
Sulfato potásico alcalino	50 % K ₂ O
Sulfato potásico ácido	5 % K ₂ O
Nitrato de cal	15.5 % N = 26.6 % CaO
Nitrato de magnesio	11 % N + 15.7 % MgO
Polifosfato de amonio	10 - 34 - 00

Los abonos líquidos son los que se están prefiriendo en la actualidad. Tienen una reacción ácida o ligeramente ácida, lo que beneficia el mantenimiento de las tuberías y emisores.

En el comercio se pueden encontrar los siguientes abonos líquidos:

Solución N - 32	32 % N.
Solución N - 20	20 % N.

Nitrato de magnesio	6.6 % N + 9.5 % MgO
Nitrato de cal	7 % N + 14 % CaO
Acido nítrico	12 % N
Acido fosfórico	70 - 75 % de riqueza en ácido 50 % P ₂ O ₅ 55 - 65 de ácido con una riqueza de 40 % de P ₂ O ₅
Solución ácida de potasio	10 % K ₂ O

Las empresas pueden preparar toda clase de combinaciones, pero las más frecuentes que se encuentran en el mercado son:

4 - 8 - 12
8 - 4 - 10
0 - 20 - 10

2.12. Solarización

Maroto (1990) menciona que es un procedimiento puesto a punto en Israel en 1976 por Katan y que consiste básicamente en recubrir el terreno, después de regado, durante el verano, con una lámina plástica de polietileno de un espesor comprendido entre 0.025 y 0.100 mm. por un periodo que oscila entre 4 y 6 semanas, señalando algunos autores que puede ser conveniente efectuar bajo el plástico nuevos riegos durante el periodo que dura la solarización. Con este procedimiento en Israel se han conseguido temperaturas de 45 - 50 °C a una profundidad de 10 cm. y de 38 - 45 °C a 20 cm. (Katan, 1980).

Según estudios realizados en EE.UU., en algunas zonas de California, por este procedimiento se llegan a alcanzar 60 °C a 5 cm., 50 °C a 15 cm. 41 °C a 30 cm., etc., (Cenis, 1987).



Fig. 9. Solarización con cubierta plástica.

Davis y Sorensen (1990) muestran en la siguiente tabla un estudio que realizaron en parcelas acolchadas y sin acolchar determinando temperaturas a diferentes profundidades. (1980)

Cuadro 9 Temperaturas de la tierra en Aberdeen, E.U., en parcelas solarizadas y no solarizadas.

Tratamiento de la tierra	15 cm.		30 cm.	
	Media	Rango	Media	Rango
No solarizada	26.0	24.0-28.0	23.3	21.5-25.0
Solarizada	40.9	37.0-44.0	33.3	31.0- 36.5

Stapleton y Heald (1992) mencionan que en toda la literatura sobre solarización las pruebas de control efectivo de nemátodos fitoparásitos son menos congruentes que para otros organismos como los hongos fitopatogénicos o la semilla de maleza. La mayoría de los informes indicaron reducciones importantes de nemátodos en experimentos realizados en medios controlados o, en el caso de los estudios de campo, cerca de la superficie.

Davis (1992) reporta que aún cuando esta ciencia es relativamente nueva y todavía no se acepta en forma universal, los cambios en las prácticas para el manejo de plagas bien pudiera determinar su mayor aplicación. Con la solarización hay amplias posibilidades para el control de enfermedades. Las poblaciones de

patógenos que se reducen o eliminan con éste procedimiento incluyendo hongos, bacterias y nemátodos y, junto con la supresión de patógenos, pueden controlarse asimismo una gran variedad de malezas.

Ashworth *et al.* (S. F.) citados por Davis (1992) mencionan que la solarización reduce efectivamente las poblaciones de *Verticillium dahliae* a profundidades de 70 a 120 cm. También se han demostrado bajas en poblaciones de *Phytophthora cinnamomi* y se han reducido los nemátodos *Paratrichodorus porosus*, *Paratylenchus hamatus* y *p. vulnus*.

Katan *et al.* (S. F.) citado por Davis (1992) informó del efecto a largo plazo de la solarización contra *Fusarium oxisporum*, *F. sp. vasinfectum* en pruebas de algodón durante tres años.

Tjamos y Paplomates (S. F.) citados por Davis (1992) descubrieron que la solarización controla la *verticilliosis* en alcachofas durante estaciones de siembras sucesivas.

Maroto (1990) indica que numerosas especies de hongos del suelo pueden ser controladas por la solarización, entre las que se señalan: *Fusarium oxisporum*, *Verticillium sp.*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia ceviporum*, *Sclerotinia minor*, *Thielaviopsis basicola* y *Macrophomina phaseoli*, *Pyrenochaeta terretris* y *lycopersici*, *Pythium ultimum* y *Plasmodiophora brassicae*.

Stapleton y Heald (1992) mencionan que los nemátodos fitoparásitos pueden ser más resistentes a los efectos de la solarización que la mayoría de las plagas y los patógenos. Así mismo, las poblaciones de nemátodos deben controlarse efectivamente a mayor profundidad que otros organismos.

Porter y Merriman (S. F.) citados por Stapleton y Heald (1992) demostraron reducciones de *Meloidogyne javanica*, *Tylenchulus semipenetrans* y *Criconemella xenoplax* hasta una profundidad de 26 cm.

Heald y Robinson (S. F.) citados por Stapleton (1992) demostraron que *Rotylenchulus reniformis* se controlaba efectivamente sólo a 15 cm. Stapleton y De Vay (1992) informaron de una reducción superior al 95% de *Meloidogyne hapla* jóvenes y masculinos a una profundidad de 90 cm., en el valle de San Joaquín de California.

También informaron haber controlado substancialmente *Helicotylenchus digonicus* y *Criconemella xenoplax* tres a doce meses después de la solarización.

Heald y Thomas (1992) encontraron reducciones importantes de *Rotylenchulus reniformes* a ocho meses de la solarización.

Abdel-Rahim et al. (S. F.) citado por Stapleton y Heald (1992) informó que la cantidad de *Rotylenchulus reniformis*, reducida en más de 90% con la solarización, sesenta días después, era estadísticamente idéntica a la del control.

Cartia et al. (S. F.) citado por Stapleton y Heald (1992) demostró que el control de *Meloidogyne javanica* y *M. incognita* en pimiento por medio de la solarización en condiciones de invernadero era estadísticamente idéntico al de la fumigación con bromuro de metilo.

Control de malezas por medio de la solarización

Elmore (1992) menciona que se ha utilizado la solarización para controlar malezas en cultivos para los que no hay herbicidas registrados, en los que el control selectivo de malezas es inadecuado; así como para eliminar la preocupación por residuos de herbicidas en la tierra.

Inada (S. F.) citado por Elmore (1992) informa que el polietileno resultaba efectivo para controlar las especies *Digitaria adsendes*, *Portulaca oleracea* y 67% de la de *Cyperus serotinus*.

Elmor y Van Hausen (1992) encontraron que una semana de solarización bastaba para controlar malezas como *Poa annua*, *Montia perfoliata* y *Senecio bulgaris*.

Horowitz et al. encontró que la especie invernal *Lamium amplexicaule* pudo controlarse en Israel.

Egley (1992) observó en Mississippi que se redujeron significativamente las especies invernales con cuatro semanas de solarización. Entre otros géneros de malezas invernales que han podido controlarse se cuentan *Anagallis*, *Avena*, *Lactuca*, *Sisymbrium* y *Stellaria*.

Egley (S. F.) citado por Elmore (1992) determinó que una semana de solarización a mediados de verano reducía significativamente la cantidad de *Sida spinosa*, *Xanthium pensylvanicum* y *Anoda cristata*.

Davis (1992) menciona que la solarización también puede controlar bacterias como *Agrobacterium tumefaciens* y *Streptomyces scabies*.

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del área de estudio

El experimento se desarrolló en el campo experimental de E. P. A. (Exportadora de Plásticos Agrícolas), S. A., ubicado en la Venta Municipio de Zapopan Jalisco, kilómetro 23 de la carretera Guadalajara a Nogales.



Fig. 10. Campo en el que se desarrollo el experimento.

Geográficamente se localiza a los $20^{\circ} 43' 45''$ de Latitud Norte y a los $103^{\circ} 32' 30''$ Longitud Oeste, a una altura de 1650 msnm; en donde la temperatura media anual es de 19.7°C .

La precipitación oscila entre 600 a 800 mm. anuales.

3.1.1. Factores climáticos

El clima, según Enriqueta García (1981) es Awo (w) (e) g, donde:

A Clima tropical subhúmedo con lluvias en verano.

w El clima más seco de los subhúmedos con un cociente Precipitación / Temperatura menor a 43.2.

(w) por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que el más seco, y porcentaje de lluvias entre 5 y 10.2 mm. del total anual.

(e) Extremoso, con una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 7 y 14 °C.

g El más cálido del solsticio de verano.

3.1.2. Análisis del agua de riego

El agua utilizada para el riego del experimento se obtuvo del pozo profundo que se encuentra en el campo experimental de E. P. A., a la cual se le realizó un examen físico-químico en el Laboratorio de Servicios Técnicos Agrícolas de Culiacán Sinaloa México el día 13 de Octubre de 1994.

Cuadro 10 Resultado del análisis del agua de riego. La Venta, Mpio. de Zapopan, Jalisco. (1994)

CONCEPTO	PARAMETRO	VALOR
pH		6.78
CEe	milimhos/cm. a 25-c	0.13
Nitratos	(ppm)	1.75
Fosfatos	(ppm)	0.00
Sodio	(ppm)	16.00
Potasio	(ppm)	8.15
Calcio	(ppm)	6.00
Magnesio	(ppm)	1.30

... Continuación cuadro 10. Resultado del análisis del agua de riego.

Cloruros	(ppm)	28.37
Carbonatos	(ppm)	0.00
Bicarbonatos	(ppm)	54.91
Fierro	(ppm)	1.55
Cobre	(ppm)	0.01
Zinc	(ppm)	0.02
Manganeso	(ppm)	0.06
RAS		1.55
PSI		1.01

3.1.3. Análisis químico del suelo

Con la finalidad de establecer las condiciones químicas del suelo, adecuadas para el desarrollo del experimento, se realizó un análisis químico del suelo en los Laboratorios Davi de Guadalajara Jalisco, y los resultados se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 11 Análisis químico del suelo. La venta, Mpio. de Zapopan, Jal. (1994)

NUTRIENTES	UNIDAD	VALOR
N - NO ₃	ppm	50
P - PO ₄	ppm	2.8
SO ₄	ppm	52
K	ppm	88
Zn	ppm	26
Cu	ppm	1.0
Fe	ppm	45
Mn	ppm	28
Ca	ppm	73
Mg	ppm	10
pH		5.35
CE	mmhos / cm.	1.78

... Continuación cuadro 11 Análisis químico del suelo.

Na	meq / lt	1.95
Ca	meq / lt	7.85
Mg	meq / lt	2.97
K	meq / lt	1.50
HCO ₃	meq / lt	4.0
Cl	meq / lt	3.0
CO ₃	meq / lt	0.0
M.O	meq / lt	1.44

3.2. Materiales físicos

Los materiales que fueron utilizados para el desarrollo del experimento se describen en los cuadros siguientes especificando su uso durante el desarrollo del mismo.

Cuadro 12. Materiales utilizados para la preparación de la tierra y
presiembr.

MATERIALES	USO
TRACTOR	Utilizado para jalar la rastra, la acolchadora, la formadora de cama así como la perforadora.
RASTRA	Para mullir completamente el suelo donde se desarrollo el experimento.
FORMADORA DE CAMA	Cama para establecer el cultivo con un ancho de 1.10 m. y una altura de 0.20 m.
ACOLCHADORA	Coloca el plástico cubriendo la cama.
PLASTICO	Modifica las condiciones del suelo. Natural o transparente, calibre 0.00150. Aluminio, calibre 0.00125. Blanco calibre 0.00125, y Negro calibre 0.00125. Ancho de 1.80 m.



Fig. 11. Acolchadora y colocadora de cinta de goteo.

Cuadro 13 Materiales utilizados para riego.

MATERIALES	USO
POZO PROFUNDO	Profundidad de 170 mts, espejo del agua a 150 mts, de ahí se obtiene el agua para regar.
BOMBA SUMERGIBLE	36 HP. Con ella se bombea el agua para el cabezal.
CABEZAL	Marca Yardney. Para filtrar el agua. Compuesto por dos filtros, válvulas automatizadas para limpiar los desarenadores, filtros de arena y filtros de malla de acero.
INYECTOR	Marca Mazzei de 56 LPH con bomba de 0.5 HP para adicionar fertilizante y agroquímicos al sistema de riego.
MEDIDOR DE FLUJO	Medidor del caudal del agua. Medidor de flujo de 4"
MANOMETROS	Medir la presión de trabajo de las líneas regantes.
TABLERO DE CONTROL	Marca Yardney. Para realizar la limpieza de los filtros en forma manual, automática ó diferencial de presión.
CINTA CHAPIN	Calibre 8 mil (0.25 GPM / 100') para riego por goteo.

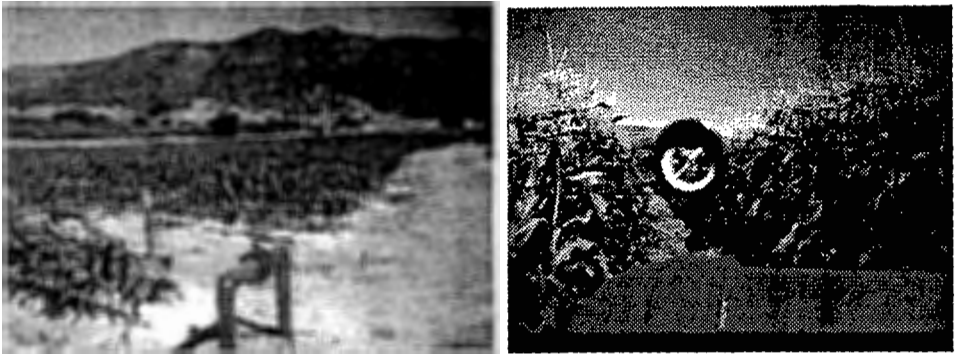


Fig.12. Pozo de riego y manómetro para medir la presión del agua.

Cuadro 14 Equipo de monitoreo de humedad y de nutrientes del suelo.

MATERIALES	USO
TENSIOMETROS	Colocados a 6", 12" y 18" de profundidad para determinar el momento oportuno del riego.
TUBOS DE HIDROSUCCION	Profundidad de 6", 12" y 18". Tubos de acceso a la solución del suelo para monitorear fertilizantes.

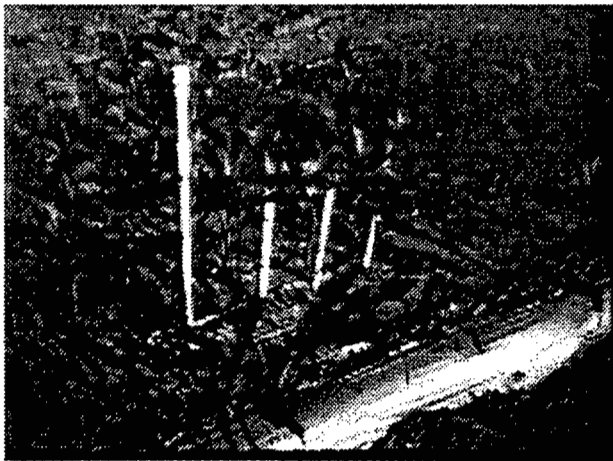


Fig.13 Tensiómetros y tubos de hidrosucción.

Cuadro 15 Materiales utilizados para el manejo del cultivo.

MATERIALES	USO
FERTILIZANTE	Nutrición del cultivo. Se utilizó nitrato de amonio, fosfato diamonico, y nitrato de potasio. Foliares: se utilizaron Bayfolan forte, Agralplus, Fertiquel combi, Bayfolan sólido y activol.
CAL HIDRATADA	Para incrementar el pH.
INSECTICIDAS	Proteger al cultivo de daños por insectos. Contra plagas del suelo se utilizó Furadan 350L y Basudin 25E. Contra plagas del follaje se usó Ambush 34, Decis 2.5E. Cymbush 20 y Biozyme TF.
FUNGICIDAS	Controlar enfermedades causadas por hongos. Se aplico Manzate 200 y Zineb 80.
ASPERSORA DE MOCHILA	Utilizada para asperjar los fertilizantes foliares, insecticidas y fungicidas.

Cuadro 16 Materiales utilizados en la cosecha y toma de datos.

MATERIALES	USO
BASCULA	Para pesar los elotes.
REGLA	Utilizada para medir la longitud del elote.
CINTA METRICA	Usada para medir altura y perimetro del elote.
TAMBO	Utilizado para almacenar agua con cloro para desinfectar los elotes.
CANASTOS	Para ir recolectando la cosecha.
PLASTICO	Para cubrir el suelo y colocar los elotes.
CAJAS DE MADERA	Para empaclar los elotes y mandar a preenfriado.

Cabe señalar que en las entrecamas se dieron pases con un arado tirado por fuerza animal para evitar el desarrollo de maleza.

3.2.1. Material genético

Como material genético se utilizó el híbrido de la empresa Asgrow Mexicana S. A. de C. V. denominada "maíz superdulce Challenger".

Las características del híbrido que se han reportado son las siguientes: Tipo (Endospermo) sh2, Madurez (Días a cosecha) 78 - 79, longitud de mazorca 17.8 cm. Nº de hileras 16 - 18, color amarillo, altura de la planta 184 cm., forma cilíndrica. Resistente al Tizón Norteño de la hoja, moderadamente resistente a la Mancha común, moderadamente resistente al Tizón Sureño de la hoja y moderadamente resistente a la Marchitez de Stewart.

Muy resistente al embarque o puede ir directamente al mercado, conserva su calidad después de 7 a 10 días o incluso más almacenado o transportado en excelentes condiciones.

Después de ser cocido por 3 a 5 minutos tiene muy buen sabor y pierde la dureza del pericarpio del grano.

3.3 Procedimiento experimental

3.3.1 Metodología

La preparación del terreno se realizó del 8 al 23 de septiembre y consistió en dar varios pases de rastra para dejar el suelo completamente mullido para facilitar la germinación de la semilla.

En la preparación del suelo se realizó una aplicación de 500 kg. de cal y 200 kg. de K y Mg / ha.

Las camas se realizaron del 1^o al 6 de Octubre quedando con una altura de 20 cm., un ancho de 110 cm. y una separación entre camas de 60 cm.

Al tiempo de colocar el plástico para cubrir la cama también se iba colocando la cinta de goteo quedando esta a una profundidad de más o menos 5 cm. También se iban realizando las perforaciones en el plástico con un diámetro de 2".

La siembra se hizo directa, en seco y a mano en las perforaciones previamente realizadas en el plástico. Se sembró a tres hileras por cama con una distancia de 35 cm entre hileras y una separación entre plantas de 12 cm dando una densidad de 120 000 plantas /ha.

La siembra se realizó los días del 7 al 24 de octubre de 1994 de la siguiente forma:

- El lote 1 se sembró del 7 al 12 de octubre.
- El lote 2 se sembró del 12 al 18 de octubre.
- El lote 3 se sembró del 18 al 20 de octubre.
- El lote 4 se sembró del 20 al 22 de octubre.
- El lote 5 se sembró del 22 al 24 de octubre.

Al terminar de sembrar cada lote se aplicó un riego.

Por cada perforación del plástico se colocó una semilla de maíz híbrido "superdulce Challenger".

La fertilización se realizó como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 17 Calendario de fertirrigación.

PERIODO EN DIAS	UNIDADES DE FERTILIZANTE Kg./Ha/DIA			TOTAL
	NITROGENO	FOSFORO	POTASIO	
01 - 06	2.62	3.17	0.00	5.79
07 - 11	3.71	6.55	1.30	10.56
12 - 17	4.71	5.65	1.88	12.24
23 - 32	4.95	4.95	1.98	11.88
33 - 47	4.81	4.81	2.41	12.03
48 - 67	3.61	2.88	2.17	8.66
68 - 72	2.80	2.23	2.24	7.27
73 - 77	2.32	1.39	2.32	6.03
78 - ...	1.61	0.65	1.62	3.89

El control de fertirrigación se efectuó de la siguiente manera

**CAMPO EXPERIMENTAL
LOTE 1**

CONTROL DE FERTIRRIGACION

ETAPA DE FERTIRRIGACION: 6^{ta}. 48 - 67 días FECHA: 6 /12 /94

CULTIVO: Maíz Challenger

HECTAREAS: .9064Ha

LTS. O KGS.
POR LOTE DE RIEGO

NITRATO DE AMONIO

43 03 Kg

UREA

FOSFATO DIAMONICO

39.47 Kg

18 - 41 - 00

NITRATO DE POTASIO

24.65 Kg

SULFATO DE POTASIO

ACIDO SULFURICO

HORARIO DE RIEGO: DE 10 am A 2 pm

TIEMPO DE RIEGO _____ HORAS 4 MINUTOS 0

MEDIDOR DE GASTO INICIO 144562 FIN 145763

MEDICION TENSIOMETRO 6" 28 12" 18 18" 9

OBSERVACIONES: pH 7

El control fitosanitario se realizó de la siguiente forma:

Para plagas rizofagas se aplicó Furadan 350L a dosis de 2 lt / ha. el día 26 de octubre de 1994.

El día 29 de octubre se detectó pulga saltona y se controló con Ambush 34 en dosis de 300 ml / ha., ésta aplicación se mezcló con Bayfolan forte en 1 lt / ha.

El día 1 de noviembre se aplicó Basudín 25E contra grillo topo a una dosis de 1 lt / ha. Posteriormente se realizaron más aplicaciones mezclando los productos para controlar las plagas y ayudar al desarrollo de la planta.

Estas mezclas se realizaron en el siguiente orden:

Cuadro 18 Mezcla de productos para prevenir las plagas.

FECHA	PRODUCTO	DOSIS / Ha.
3 nov. de 1994	Desis 2.5E	300 ml
	Bayfolan forte	2 lt
	Agralplus	200 ml
8 nov. de 1994	Cymbush 20	300 ml
	Biozyme TF	450 ml
	Fertiquel combi	500 gr.
	Bayfolan sólido	2 kg.
	Agralplus	200 ml
14 nov. de 1994	Ambush 34	300 ml
	Bayfolan sólido	1 kg.
	Biozyme TF	450 ml
	Fertiquel combi	400 gr.
	Agralplus	200 ml
21 nov. de 1994	Manzate 200	2 kg.
	Fertiquel combi	500 gr.
	Agralplus	200 ml
29 nov. de 1994	Activol	10 ppm
	Desis 2.5E	300 ml
	Agralplus	200 ml
5 dic. de 1994	Zineb 80	3 kg.

... Continuación cuadro 18 mezcla de productos para prevenir las plagas

	Ambush 34	500 ml
	Agralplus	200 ml
13 dic. de 1994	Zineb 80	3 kg.
	Agralplus	200 ml
	Cymbush 20	500 ml
	Activol	20 ppm
26 dic. de 1994	Zineb 80	3 kg.
	Desis 2.5E	400 ml
	Agralplus	200 ml
3 ene. de 1995	Cymbush 20	400 ml
	Agralplus	200 ml
14 ene. de 1995	Ambush 34	500 ml
	Agralplus	200 ml

Estos productos se aplicaron al cultivo con aspersora de mochila.



fig. 14 Asperjando productos químicos contra plagas y enfermedades.

Es necesario mencionar que la planta se deshijo y al mismo tiempo se eliminó la hierba que se desarrolló junto al maíz. Así como también se removió la tierra de las entrecamas para eliminar la maleza.

Los riegos se realizaron cuando la lectura del tensiómetro se acercaba a 15 centibares y los lotes se podían regar independientemente uno de otro.

La fertilización se realizó por medio del riego y ésta se aplicó cuando lo indicaban los tubos de hidrosucción al extraer agua de ellos.

La cosecha se inició el día 5 de Enero de 1995 en forma manual y en canastos.



Fig. 15 Cosecha del elote Challenger en canastos.

La cosecha dio principio cuando los estigmas mostraron un color café oscuro ya que así lo indica Asgrow.

Los elotes al ser recolectados se amontonaban en una orilla de la parcela sobre un plástico para evitar que se ensuciaran.

Antes de ser empacados para llevarlos a preenfriado se introdujeron en un tambor con agua y cloro para desinfectarlos ya que éstos elotes se exportaron al Canadá.

La cosecha se realizó escalonada para dar tiempo a que los elotes tuvieran una madurez fisiológica perfecta y se terminó el día 2 de Febrero.

En éste trabajo la unidad experimental fue la planta y las variables que se tomaron en cuenta para su análisis fueron las siguientes:

- a) Altura del elote del suelo al nudo donde nace.
- b) Peso del elote. Este se determino al momento de la cosecha.
- c) Longitud del elote.
- d) Perímetro del elote.

Estos datos se obtuvieron tomando 60 elotes al azar por cada color de plástico.



Fig. 16 Toma de datos para su análisis.

El experimento se realizó en un diseño completamente al azar con diferente número de repeticiones quedando en la forma siguiente:

- ___ LOTE 1 Acolchado plástico plata, negro, testigo y plástico blanco.
- ___ LOTE 2 Acolchado plata y blanco.
- ___ LOTE 3 Acolchado plata y blanco.
- ___ LOTE 4 Acolchado plata y blanco.
- ___ LOTE 5 Acolchado plata.

Por cada color y por cada lote se tomaron 60 datos dando un total de 660 datos.

3.4 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete de computadora S. A. S. Por medio del cual se obtuvo el análisis de varianza para cada variable en estudio y para cada factor sobre el cual se analizaron las variables.

Las variables consideradas para su análisis fueron:

- ___ Altura del elote.
- ___ Peso del elote.
- ___ Longitud del elote.
- ___ perímetro del elote.

El modelo matemático utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \Sigma_{ij}$$

donde: Y_{ij} = Observación del i-esimo tratamiento en la j-iesima observación.

μ = Efecto promedio general a las observaciones

t_i = Efecto del i-esimo tratamiento.

Σ_{ij} = Efecto del error experimental en el i-esimo tratamiento de la ji-esima observación.

Para la comparación de los promedios de tratamientos se utilizó la prueba de Duncan para aquellas variables que en el análisis de varianza presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los niveles de significancia que a continuación se muestran son resultados obtenidos en forma general.

4.1. Altura del elote

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza ($P < 0.05$) para la variable altura del elote son altamente significativos como se observa en el cuadro 19.

Cuadro 19 Análisis de varianza para la variable altura del elote.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Modelo	3	4812.55	1604.18	32.93	0.0001
Error	656	31961.50	48.72		
Suma	659	36774.05	1652.90		

4.2. Peso del elote

Los niveles de significancia obtenidos en el análisis de varianza ($P < 0.05$) correspondientes a la variable peso del elote son altamente significativos como se muestra en el cuadro 20.

Cuadro 20 Análisis de varianza para la variable peso del elote.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Modelo	3	106897.30	35632.43	21.85	0.0001

... Continuación cuadro 20 Análisis de varianza para la variable peso del elote.

Error	656	1069801.79	1630.79		
Suma	659	1176698.45	37263.20		

4.3. Longitud del elote

Los niveles de significancia estimados en el análisis de varianza ($P < 0.05$) para la variable longitud del elote son altamente significativos como se puede ver en el cuadro 21.

Cuadro 21 Análisis de varianza correspondiente a la variable longitud del elote.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Modelo	3	297.23	99.07	54.40	0.0001
Error	656	1194.82	1.82		
Suma	659	1492.05	100.89		

4.4 Perímetro del elote

Los niveles de significancia obtenidos en el análisis de varianza ($P < 0.05$) para la variable perímetro del elote son altamente significativos como se muestra en el cuadro 22.

Cuadro 22 Análisis de varianza para la variable perímetro del elote.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Modelo	3	186.42	62.14	45.53	0.0001
Error	656	895.30	1.36		
Suma	659	1081.72	63.50		

4.5 Valores de significancia por lote

En el cuadro 23 se muestran los resultados correspondientes a los niveles de significancia estimados en el análisis de varianza efectuado para cada variable y por cada lote.

Cuadro 23 Variables de significancia por lote.

N° de lote	VARIABLES			
	A. E.	PES. E	L. E.	PER. E.
1	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **
2	0.7254 NS	0.0353 *	0.0061 **	0.2795 NS
3	0.0180 *	0.0001 **	0.4575 NS	0.0021 **
4	0.9136 NS	0.8240 NS	0.1099 NS	0.9722 NS
5				

A.E.= Altura elote. PES.E.= Peso elote. L.E.= Longitud elote. PER. E.= Perimetro elote.

Donde:

NS = No significativo.

* = Significativo.

** = Altamente significativo.

En el lote 5 solo existe un tratamiento por lo tanto no hay comparación con otros tratamientos y no existe significancia.

4.6. Promedios generales

En el cuadro 24 se muestran los promedios obtenidos en el análisis estadístico general de las cuatro variables estudiadas.

Cuadro 24 Promedios obtenidos para las cuatro variables.

VARIABLE	PROMEDIOS	MEDIDA
Altura del elote	37.462	cm.
Peso del elote	232.229	gr.
Longitud del elote	16.642	cm.
Perímetro del elote	16.043	cm.

Cuadro 25 Promedios obtenidos de las variables analizadas por lote.

N° LOTE	VARIABLES			
	ALT. ELOTE	PES. ELOTE	LONG. ELOTE	PER. ELOTE
1	36.554	222.237	15.987	15.238
2	39.475	226.933	16.837	15.992
3	38.658	215.850	16.615	16.278
4	38.858	265.292	17.542	16.977
5	31.883	249.417	17.123	17.027

En éste cuadro se puede observar que para la variable altura del elote la máxima se observa en el lote número 2. Para la variable peso, el máximo se presenta en el lote número 4; para la variable longitud, la máxima se observa al igual que el peso en el lote número 4 y para el perímetro el máximo se presenta en el lote número 5.

Cuadro 26 Promedios obtenidos por tratamiento de las variables analizadas.

TRATAMIENTO	VARIABLES			
	ALTURA	PESO	LONGITUD	PERIMETRO
PLATA	37.700 A	235.573 A	16.884 A	16.266 A
NEGRO	37.983 A	208.417 B	16.550 A	15.978 A
BLANCO	39.108 A	241.225 A	16.880 A	16.196 A
TESTIGO	29.167 B	203.333 B	14.542 B	14.382 B

(Duncan $P < 0.05$ letras iguales no difieren estadísticamente.)

Para la variable altura del elote , en el cuadro 26 se observa que los tratamientos plata, negro y blanco son estadísticamente iguales, sin embargo, existe una tendencia a que el plástico blanco influya en la altura del elote.

Por otra parte, para la variable peso, se observa que los tratamientos blanco y plata son iguales estadísticamente y se muestra un mayor peso con respecto a los tratamientos negro y testigo pero con tendencia del plástico blanco a sobresalir.

En la variable longitud del elote se muestra que los tratamientos acolchados (plata, negro y blanco) son iguales estadísticamente con respecto al testigo, pero se observa que el tratamiento con plástico plata tiende a influir en el desarrollo del elote.

Para la variable perímetro, en el mismo cuadro se puede observar que los tratamientos con plástico son estadísticamente iguales con respecto al tratamiento sin acolchar, sin embargo existe una tendencia a que el plástico plata influya en el desarrollo del elote.

5. CONCLUSIONES

Los resultados arrojados al término del presente trabajo nos llevan a las siguientes conclusiones.

Queda de manifiesto que el acolchado plástico influye de manera muy considerable tanto en el desarrollo de la planta como en la producción de la misma; tomando como referencia al testigo que fue sin acolchar pero con las mismas labores culturales, las mismas aplicaciones, es decir, las mismas condiciones.

En el análisis estadístico no se muestra una diferencia significativa, sin embargo, al analizar las medias de las variables evaluadas encontramos que en forma general, el cultivo mostró mejor respuesta al acolchado plástico.

Según las ventajas demostradas por el plástico en el desarrollo del cultivo nos ayudan a concluir que es factible el empleo de estas técnicas en el establecimiento de otros cultivos y máxime si va acompañado de riego por goteo y fertirrigación.

Es necesario recalcar que el establecimiento de éste cultivo fue en invierno y que la falta de calor y horas luz retrasaron la maduración ya que Asgrow comenta que los días a la maduración son 78 y en éste caso se prolongó por más tiempo.

Otro factor que prolongó la maduración fisiológica fue la alta densidad de siembra ya que como se sembró a tres hileras, la hilera del centro se sombreo desarrollándose más delgada y más alta.

Es necesario realizar trabajos posteriores en donde se evalúen otras densidades y otras épocas de siembra para establecer claramente la densidad y la época ya que se pueden obtener hasta cuatro cosechas al año.

Existe una gran ventaja de la siembra con acolchado plástico sobre la siembra tradicional por lo tanto es recomendable cambiar de la agricultura actual a la

agricultura tecnificada para obtener mayor producción, salir del auto-consumo y disminuir las importaciones.

Por otro lado las hipótesis planteadas se aceptan, ya que se puede concluir que el acolchado plástico sí influye en el desarrollo y rendimiento del cultivo. Así mismo se comprueba que el cultivo sí reacciona ante los diferentes tonos de película plástica; ésta reacción no es muy marcada por lo tanto se pueden realizar trabajos para obtener el tono de película plástica ideal para maíz superdulce.

BIBLIOGRAFIA

- Amoros, C. M. (1991) "Riego por goteo en cítricos, Manual práctico". Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.
- Burgueño, C. H., Uribe F., Valenzuela M. (1994) "La Fertigación en Cultivos Hortícolas con Acolchado Plástico. Extracción de nutrientes para los cultivos de Tomate y Bell Pepper en el Valle de Culiacán, Sin. Méx. Los análisis de savia". Guadalajara, México.
- Burgueño, C. H. (1996) "Sistemas de fertirrigación en los cultivos de invernadero". Revista AgroCultura para el productor diversificado. No. 40.
- E. B. John (1990) "Sistemas modernos de riego". Revista Agricultura de las Américas. No. 4.
- E. B. Pantastico. (1984) "Fisiología de la postrecolección. Manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales". Editorial C. E. C. S. A. México.
- E. De Vay J. y Katan (1992) "Los mecanismos del control de patógenos en tierras solarizadas. E. P. A., Guadalajara, México.
- F. S. Andrews, J. B. Edmond, T. L. Senn (1984) "Principios de horticultura". Editorial Continental. México.
- Gordon, H. R., A. B. J. (1984) "Horticultura". Editorial AGT editor S.A. México.
- Grinstein A. y Hetzroni A. (1992) "La tecnología de la solarización". E. P. A. Guadalajara, México.
- Guedea, L. B. (1995) "La plasticultura en México 1975 - 1995. Revista Productores de hortalizas. No. 9.

Ibarra, J. L., Rodriguez, P. A. (1991) "Acolchado de suelos con películas plásticas". Editorial Limusa, México.

J. B. Edmon, et al. (1984) "Principios de horticultura". 3ª edición., Séptima impresión. Editorial C. E. C. S. A. México.

J. R. Davis (1992) "La solarización: Control de patógenos y enfermedades; incrementos en el rendimiento y la calidad de las siembras: Efectos a corto y largo plazo; y control integrado. E. P. A. Guadalajara, México.

J. Stapleton J. y M. Heald Ch. (1992) "El manejo de nematodos fitoparásitos por medio de la solarización". E. P. A. Guadalajara, México.

L. Elmore C. (1992) "Control de malezas por medio de la solarización". E. P. A. Guadalajara, México.

López, J. R., et al (1992) "Riego localizado". Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.

Maroto, B. J. V. (1989) "Horticultura herbácea especial". 3ª edición. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.

Maroto, B. J. V. (1990) "Elementos de horticultura general". Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.

Moya, T. J. A. (1994) "Riego localizado y fertirrigación". Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.

Pizarro, C. F. (1990) "Riegos localizados de alta frecuencia Goteo Microaspersión Exudación". 2ª edición. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.

Robledo, F. de P., Martín, L. V. (1988) "Aplicación de los plásticos en la agricultura". 2ª edición. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.

Rodriguez, D. E., Esquivel, L. Q. (1995) "Los acolchados plásticos en la agricultura". Universidad de Guadalajara, México.

Rodriguez, P. A. (1991) "Semiforzado de cultivos mediante el uso de plásticos". Editorial Limusa. México.

Rodriguez, S. F. (1982) "Riego por goteo". Editorial AGT Editor, S. A. México.

Santa O. M. F. M. De, Juan V. J. A. De (1993) "Agronomía del riego". Ediciones Mundi-prensa. Universidad de Castilla-laMancha, Madrid, España.

S. A. R. H. (1985) "Uso de las películas de plástico como arropado del suelo para la producción agrícola". Academias de curso.

S. A. R. H., C. E. N. A. M. A. R. (1978) "Memorias del II Seminario nacional sobre riego por goteo". Tomo II.

S. A. R. H., I. N. I. F. A. P. C. E. I. R. A. S. P. A., E. S. A. H. E. (1991) "Uso de las películas de plástico en la producción agrícola". Cd. Juarez Chih., México.

Stevens, C. Et al. (1992) La química y tecnología del plástico en relación con la plasticultura y el calentamiento solar de la tierra". E. P. A. Guadalajara, México.

W. J. Robert. (1981) "Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas". Editorial limusa, S. A. México.

ANEXO

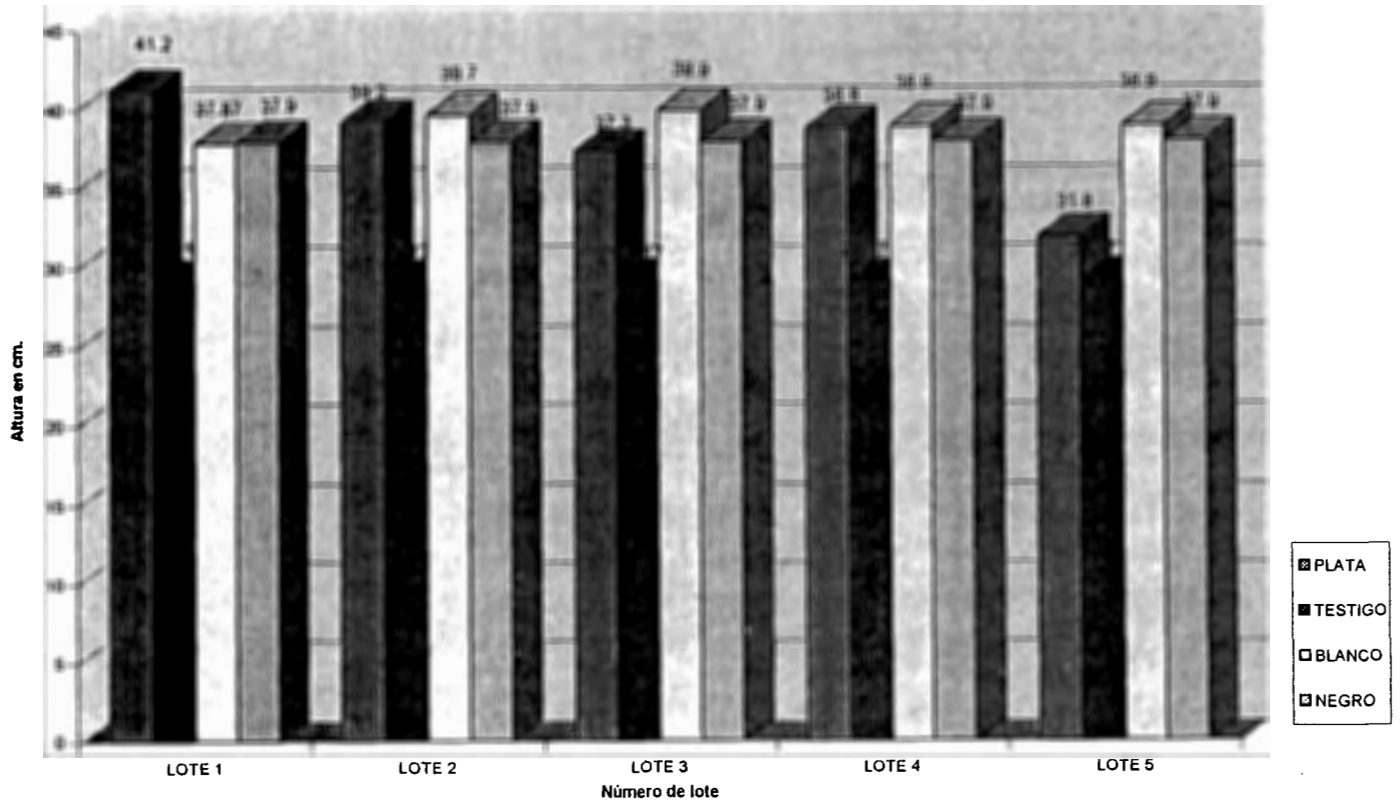
ANEXO 1. La gráfica 1 muestra la altura del elote por color y lote, nos deja ver que la altura máxima se da en el color plata de el lote 1.

ANEXO 2. La gráfica 2 correspondiente a la variable peso nos deja ver que el peso más alto se registra en el lote 4 en el color blanco.

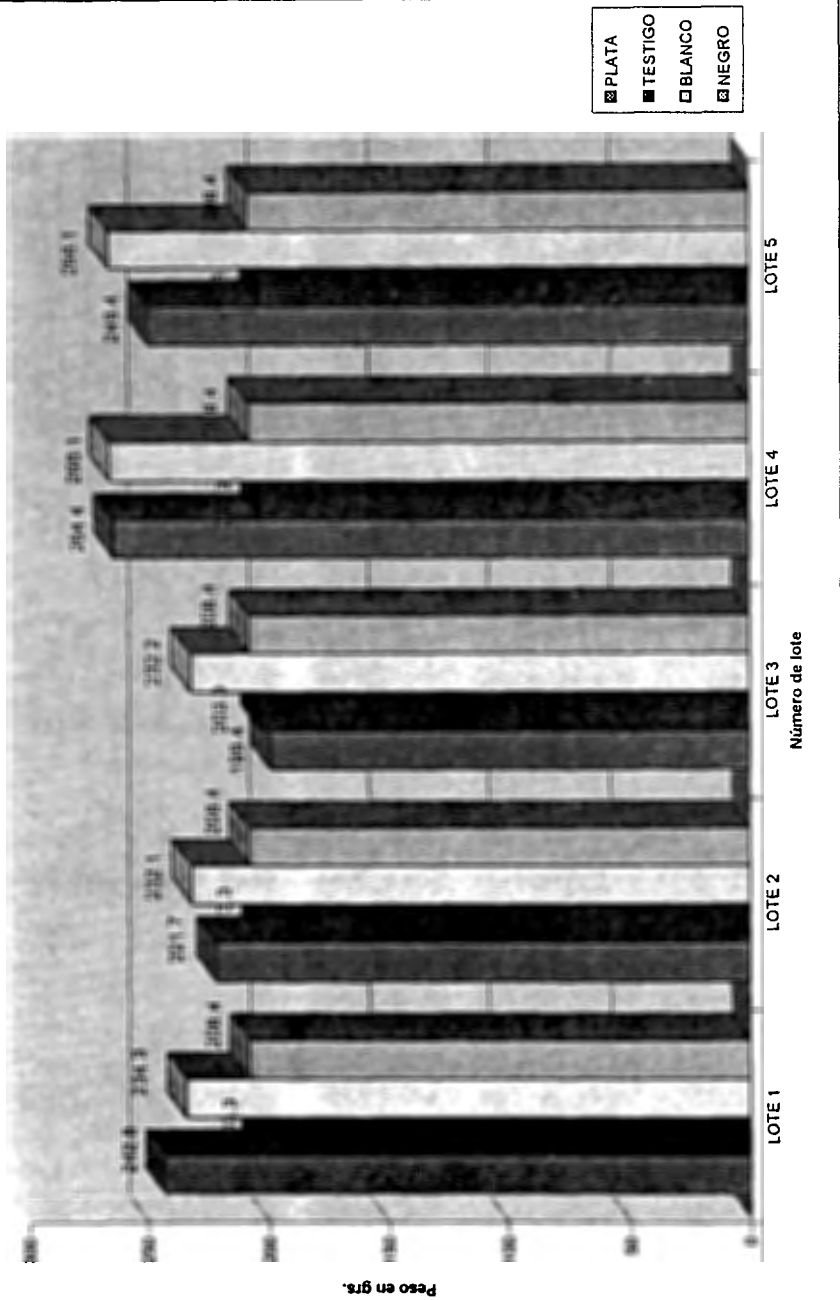
ANEXO 3. La gráfica correspondiente a la variable longitud del elote muestra que la máxima se presenta en el lote 4 y en el color blanco.

ANEXO 4. Esta gráfica muestra que el perímetro máximo corresponde al color plata en los lotes 4y5.

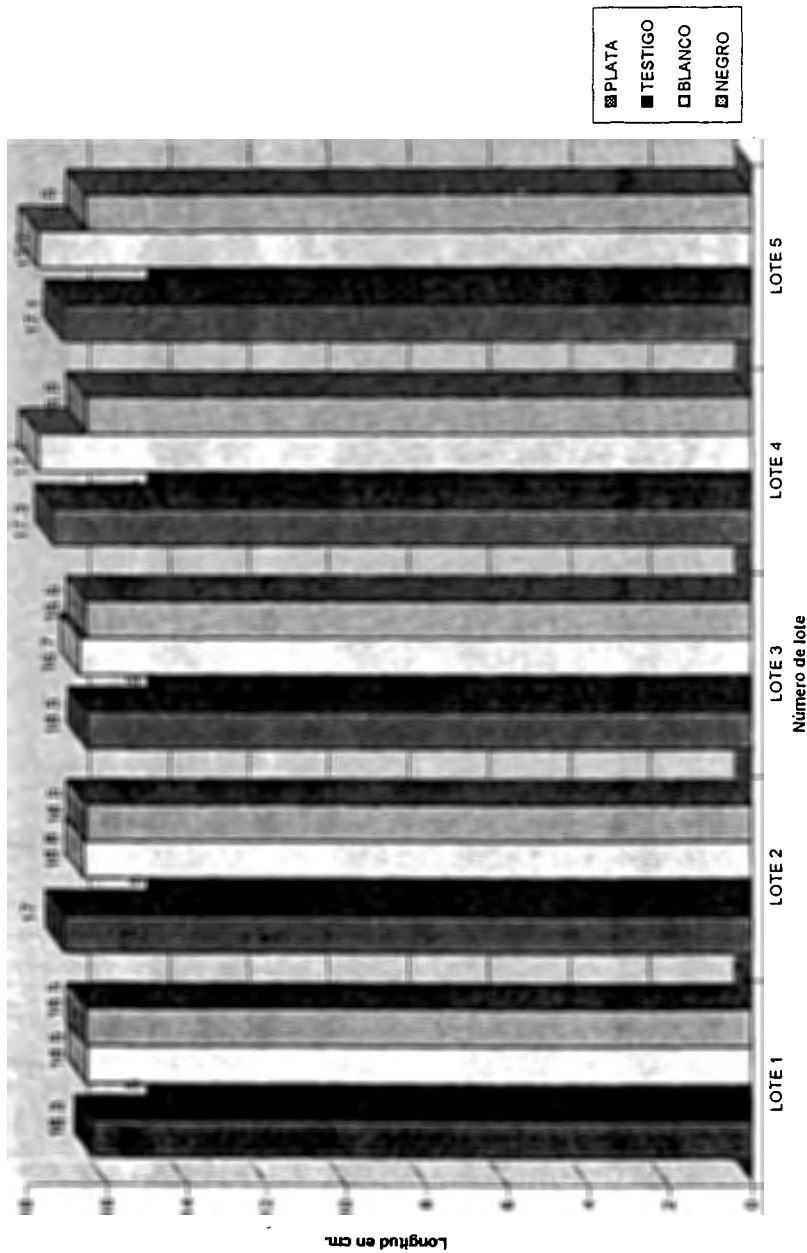
Variable N° 1. Altura del elote



Variable N° 2. Peso del elote



Variable Nº 3 Longitud del elote



Variable N° 4. Perímetro del elote

