



INFLUENCIA DEL BIOXIDO DE CARBONO EN EL CULTIVO DE
PEPINO (Cucumis sativus L.) BAJO CONDICIONES DE IN
VERNADERO.

TESIS

Sometida a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

Manuel Espericueta Betancourt.

Como requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo.

Noviembre de 1973.

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



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



EL SABER DE MIS HIJOS
ERA MI GRANDEZA
BIBLIOTECA DE LA
ESCUELA DE AGRICULTURA
Y GANADERIA

INDICE

	Pag.
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	8
RESULTADOS.....	16
DISCUSION.....	19
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	21
BIBLIOGRAFIA.....	24

INDICE DE CUADROS Y GRAFICAS

		Pag.
Cuadro 1.	Temperaturas y % de humedad relativa, medias mensuales registradas durante el transcurso del experimento en los invernaderos 3 y 4.....	9
Cuadro 2.	Concentración de los elementos de la solución nutriente O'Leary.....	12 ✓
Cuadro 3.	Cantidad de nutrientes aplicados durante el transcurso del experimento en cada una de las soluciones usadas (ingrediente activo).....	14 ✓
Cuadro 4.	Prueba de significación para las variedades con la producción total.....	16
Cuadro 5.	Prueba de significación con la producción total, para la interacción niveles de CO ₂ -Variedades.....	16
Cuadro 6.	Prueba de significación para las variedades con la producción de segunda calidad.....	17
Cuadro 7.	Prueba de significación con la producción de segunda calidad, para la interacción niveles de CO ₂ -Variedades.....	18
Gráfica 1.	Rendimiento total por tratamientos....	26
Gráfica 2.	Rendimiento en kg. por tratamiento en relación con la calidad del fruto.....	27

INTRODUCCION

En la mayoría de los casos, las áreas desértico-costeras no han sido incorporadas a la producción agrícola principalmente, por la falta de agua que reúna los requisitos para ser utilizadas en la agricultura. Con el propósito de resolver este problema se han venido desarrollando y perfeccionando nuevas técnicas, tendientes a utilizar el agua de mar desalinizada para consumo humano y agrícola.

Con este fin en el año de 1963 se instaló en la Unidad Experimental Peñasco, una planta piloto desaladora de agua de mar. Desde un principio se obtuvieron magníficos resultados en cuanto a la calidad del agua (10-40 ppm. de sólidos totales disueltos), continuándose dichos trabajos hasta la fecha bajo diferentes sistemas de producción, pero siempre con la finalidad de producir mayores volúmenes al menor costo posible. El agua producida se ha venido utilizando para el consumo humano y para regar cultivos agrícolas. Todo esto como parte de un programa integral para la producción de agua, energía eléctrica y alimentos en zonas desértico-costeras (7).

La Experimentación Agrícola se inició en octubre de 1968, utilizando invernaderos de plástico soportados por presión de aire. Bajo este sistema, se logra un control satisfactorio de la intensidad de la luz, temperatura, humedad del aire y del suelo, la cantidad de elementos nutrientes disponible, las plagas y las enfermedades. De esta manera se le pueden dar a las plantas los requerimientos óptimos y así obtener al

tas producciones, lográndose además dos o más cosechas de un solo cultivo por año.

Uno de los factores de producción más sorprendentes y efectivos, que únicamente se puede controlar en invernaderos, es el bióxido de carbono, el cual interviene directamente en la fotosíntesis y otros aspectos fisiológicos que influyen en una mayor producción. Tomando en cuenta lo anterior y considerando al pepino como un cultivo que responde ampliamente a los aumentos de la concentración de CO_2 en la atmósfera, se planeó este trabajo, para comparar 2 variedades, una comercial y otra de mayor tamaño y calidad y que por lo tanto tendría más requerimientos de compuestos fotosintéticos.

LITERATURA REVISADA

El pepino pertenece a la familia Cucurbitaceae y su nombre científico es Cucumis sativus L. (13).

Posiblemente el pepino se originó en Africa, aunque se sabe que en la India se ha cultivado por miles de años (1).

El pepino es una planta semitropical que se desarrolla mejor a alta temperatura, humedad y luminosidad, así como a niveles adecuados de agua y nutrientes. La temperatura óptima para el desarrollo del pepino es de 26.7 a 29.4 °C durante períodos de alta luminosidad. En días nublados la temperatura debe ser aproximadamente de 23.9 a 26.7 °C y en la noche de 21.1 a 23.9 °C (10).

La mayoría de las variedades de pepino producen flores masculinas y femeninas y otras producen únicamente flores femeninas. Hay variedades de pepino que no requieren polinización y producen fruto sin semilla; tales variedades son llamadas partenocárpicas (10).

La concentración de bióxido de carbono en el aire es relativamente pequeña, aproximadamente 300 ppm. (3). Este gas es una de las materias primas necesarias para la fotosíntesis de las plantas verdes; éstas necesitan procesar un gran volumen de aire para obtener suficiente bióxido de carbono para su desarrollo óptimo (12).

En la Unidad Experimental Peñasco, en donde se desarrolló este trabajo, los niveles de CO₂ dentro de los invernaderos pueden llegar a bajar hasta 150 ppm. durante el día; debi

do a la actividad fotosintética de las plantas y a que el intercambio de aire por medio de abanicos se lleva a cabo cada 20 minutos. Un nivel de 150 ppm. se puede considerar bajo, lo cual puede llegar a presentar una reducción de la fotosíntesis y por lo tanto un mal desarrollo. La concentración exterior en Puerto Peñasco es de 320 ppm. (8).

El enriquecimiento con bióxido de carbono en la producción de hortalizas en invernaderos es una práctica común para algunos cultivos. El bióxido de carbono puede ser obtenido como hielo seco, de gas comprimido o generado por combustión de gas natural (5).

Se han efectuado considerables avances en el perfeccionamiento de la técnica para la obtención de bióxido de carbono a través de los gases de escape de la combustión de motores diesel; este gas se ha venido utilizando para enriquecer el ambiente dentro de los invernaderos y mejorar de este modo la producción de hortalizas (16).

Eisa (4), considera el valor del bióxido de carbono en dos grandes grupos, el enriquecimiento puede ser empleado para mantener los niveles iguales a los del ambiente (320 ppm.) para prevenir reducciones en la relación fotosintética de los cultivos y más importante es el hecho de que puede ser usado para aumentar los niveles arriba de los del ambiente y consecuentemente incrementar la producción.

Los primeros trabajos sobre el aumento de la concentración de CO_2 , se realizaron en el norte de Europa en el año de 1902 (17), en donde el nivel más alto fue de 1,100 ppm., el

cual fue obtenido de cilindros, observándose que las plantas mostraron un enrollamiento de las hojas, inhibición de la floración y caída de yemas florales, concluyéndose que cuando se aumenta dos o tres veces el nivel normal de bióxido de carbono, resulta una rápida destrucción de todas las partes de la planta al empezar la floración. Estos resultados negativos, fueron atribuidos más tarde a impurezas en el CO_2 que se utilizó. Después en varios experimentos al aumentar la concentración de CO_2 hasta 1500 ppm. y eliminando impurezas se logró un aumento de 160% en la producción.

Los primeros trabajos en EE.UU. se hicieron en 1909, por un período de 7 años, en los cuales encontraron un aumento favorable en la producción de varios cultivos como papa, lechuga, flores, fresa, tomate y pepino (17).

En un trabajo realizado por Hopen y Ries (9) utilizando una variedad de pepino (Wisconsin SMR-18) compararon un medio ambiente en el cual tenían 450 ppm. de bióxido de carbono con otro de 1350 ppm. encontrando un aumento en la producción, así como también un incremento en el peso fresco y seco de las plantas, altura de éstas y concentración de almidón de la hoja.

Jensen y Hodges (12) en el año de 1969 llevaron a cabo un experimento en la Unidad Experimental Peñasco, en el cual compararon dos variedades de pepino (Cherokee 7 y Bestseller) y ocho variedades de lechuga (Ribb head, Butter crunch, Chessib, Slobolt, Grand rapid, Minetto, Ithaca y Salad bowl) a dos diferentes niveles de CO_2 ; uno de 1,400 ppm. y otro de

250 a 300 ppm.

Las variedades de pepino en el invernadero enriquecido con CO_2 maduraron una semana antes que las que estaban en el ambiente normal; siendo la variedad Bestseller la que se comportó mejor. Las variedades de lechuga con ambiente enriquecido, alcanzaron más rápido su madurez y su producción fue el doble que la del testigo.

Riley y Hodges (14), han estado trabajando con varios cultivos, encontrando un considerable aumento en la producción al subir la concentración de CO_2 hasta llegar a un punto máximo, después del cual la producción baja. En el frijol soya con 2,400 ppm. se han logrado rendimientos de 8 veces más que a un nivel de 300 ppm. y encontraron que el punto máximo se localiza cerca de 1,200 ppm. ya que al aumentar la concentración la producción fue menor. La finalidad de sus experimentos ha sido determinar la óptima concentración de bióxido de carbono para cada planta. Los resultados muestran que la óptima concentración es una función del microclima de cada cultivo, especialmente del grado de turbulencia de la superficie de la hoja. "El efecto de orilla", es un incremento en el desarrollo, normalmente atribuido a la intensidad lumínica, recibida por las plantas en los límites de los lotes y es también una función de la alta efectividad de la concentración del CO_2 ya que en esa parte es mayor la ventilación.

Enoch, Irene y Samish (6), efectuaron un experimento en lechuga, chile y pepino, donde aumentaban la concentración de CO_2 durante ciertas horas del día, cuando la ventilación no

era necesaria; se sembró en túneles de plástico y el trabajo tuvo una duración de 48 horas. Durante 61 días, la concentración de CO_2 fue de 10,000 ppm. mientras que en los túneles testigo, la concentración fue de 1500 a 5000 ppm. durante las primeras horas del día hasta llegar a una concentración de 100 a 150 ppm. En el cultivo de pepino las plantas se desarrollaron más rápidamente, se obtuvieron frutos más temprano y la producción se aumentó en un 45% más que en el testigo; en la lechuga, se obtuvo el mismo aumento en la producción y en chile se obtuvieron más frutos con un incremento en la producción de un 20% más que la del testigo.

En un experimento llevado a cabo por Rivera (15) en la Unidad Experimental Peñasco, usando dos niveles de CO_2 , uno de 250 y el otro de 500 ppm. encontró un aumento del 50% en la producción de lechuga cuando utilizó el nivel más alto.

En Abu Dhabi se obtuvieron 102 ton./Ha. de pepino bajo condiciones de invernadero, mientras que en campo abierto en Estados Unidos se obtienen 12 (16). En el Valle de Guaymas se obtuvieron 15 ton./Ha. (2) y en la Unidad Experimental Peñasco, en este experimento, hubo un rendimiento de 108.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en la Unidad Experimental Peñasco, dependiente del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (C.I.C. T.U.S.), situada en Puerto Peñasco, Sonora.

La planta desaladora de agua de mar, la cual produce un máximo de 10,000 litros por día, proporcionó el agua necesaria para regar el cultivo de los invernaderos.

La Unidad Experimental consta de tres invernaderos con dos secciones cada uno, de 30.48 m. de largo por 7.0 m. de ancho. La superficie total de un invernadero es de 426.7 m²; son de plástico y están soportados por presión de aire, la cual puede ser aumentada o disminuída dependiendo de la velocidad del aire exterior. Cada invernadero tiene dos túneles colocados cada uno en los extremos; uno sirve para la entrada del personal y para el paso del aire de una sección a otra; el otro está formado por una pequeña pila, la cual cubre una parte de las dos secciones, en donde por un lado hay dos abanicos que sirven para hacer circular el aire interior, y por el otro lado, una columna empacada de filtros de "asbesdek", por donde sale el aire impulsado por los abanicos, conteniendo de 80 a 90% de humedad relativa, proviniendo ésta del agua de mar que se asperja sobre los filtros la cual llega a los invernaderos por medio de tuberías y se regula su entrada por una válvula cuando así se requiere. El agua de mar mantiene una temperatura constante durante los meses fríos y templados,

desde finales de otoño, todo el invierno y principios de primavera, aumentando un poco en verano y parte del otoño; utilizando estos principios para enfriar o calentar la atmósfera interior en los invernaderos y en esta forma, regular la temperatura (7,8). Con este sistema, se logra un control satisfactorio de la temperatura y humedad relativa para cada invernadero.

A continuación se muestran las condiciones que prevalecieron en el transcurso del experimento.

Cuadro 1. Temperaturas y % de humedad relativa, medias mensuales registradas durante el transcurso del experimento en los invernaderos 3 y 4.

M e s	Invernadero 3 °C		% Humedad Relativa
	Máxima	Mínima	
Febrero	29.4	15.6	86%
Marzo	31.7	18.3	87%
Abril	31.7	18.9	83%

M e s	Invernadero 4 °C		% Humedad Relativa
	Máxima	Mínima	
Febrero	27.8	15.0	87%
Marzo	31.1	17.8	87%
Abril	31.7	17.8	85%

Las soluciones nutritivas utilizadas fueron preparadas en un laboratorio adjunto, de donde se tomaron diariamente para mezclarse en el agua de riego para su utilización.

Los riegos se llevaron a cabo por un sistema de goteo con el cual se logró una economía considerable de agua. El

sistema consiste de un tanque de asbesto con una capacidad de 450 lt. donde se coloca el agua y las soluciones nutrientes, el tanque consta de un filtro de cedazo fino; el agua se bombea por un motor de 1/4 C.F., 1725 r.p.m. con un gasto de 0.6 lts/seg. Primeramente el agua se conduce por una manguera semiflexible de 0.019 m. de diámetro, posteriormente llega a los sistemas de distribución al cultivo donde se reduce el diámetro de la manguera a 0.013 m., ahí se encuentran colocados los goteros que consisten en tubos capilares flexibles con terminales de plomo; además, se utilizaron otros accesorios de plástico.

El sistema tiene una presión uniforme de 0.266 kg/cm^2 y un gasto de 65 ml./min. La solución nutritiva utilizada consiste de una fórmula base de O'Leary, la cual proporciona a la planta todos los micro y macroelementos; esta fórmula consiste en una solución concentrada que se diluye en el agua de riego y consta de dos fases (11).

Fase A). Solución Macro-Micro. Se preparó utilizando los siguientes compuestos:

<u>Compuesto</u>	<u>Cantidad</u> grs.	<u>Cantidad agua</u> lts.
Sulfato de Magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	1478.4	6
Fosfato de Potasio (KH_2PO_4)	816.6	6
Nitrato de Potasio (KNO_3)	606.6	6

Los micronutrientes fueron los siguientes:

Acido Bórico (H_3BO_3)	7.50 gr.
Cloruro de Manganeso ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	6.75 gr.

Cloruro de Cobre ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	0.37 gr.
Trióxido de Molibdeno (MoO_3)	0.15 gr.
Sulfato de Zinc ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	1.18 gr.

Estos compuestos se diluyeron en 3 lt. de agua. La solución nutritiva se encuentra en el Cuadro No. 3; de esta solución se diluyeron 700 ml. en 100 lt. de agua de riego.

Fase B).- Solución de Nitrato de Calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). De este compuesto se utilizaron 1,357.2 gr. por 6 lt. de agua. De esta solución se diluyeron 300 ml. en 100 lt. de agua de riego hasta la floración, posteriormente se cambió a 600 ml. en 100 lt. de agua. Otro elemento que no incluye la solución es el Fe, el cual se aplicó en forma de Quelato de Hierro en una dosis de 5.05 gr. de Fe Sequestrene 330 por 100 lt. de agua.

Cuadro 2. Concentración de los elementos de la solución nutriente O'Leary+ (ppm.)

Elemento	Solución 700-300	Solución 700-600
N ✓	144.00	260.00
P ✓	62.00	62.00
K ✓	156.00	156.00
Mg ✓	48.00	48.00
Ca ✓	165.00	330.00
S ✓	64.00	64.00
Fe ✓	5.00	5.00
B	1.00	1.00
Mn	0.40	0.40
Cu	0.02	0.02
Zn	0.09	0.09
Cl	0.50	0.50
Mo	0.30	0.30

+ Dr. James W. O'Leary. Environmental Research Laboratory. University of Arizona, Tucson.

Este trabajo se realizó en el lado este de los invernaderos 3 y 4, el primero tenía una concentración de 150 a 300 ppm. y el invernadero 4 cuya atmósfera estaba enriquecida tenía una concentración de 500 a 700 ppm. de CO₂.

La siembra se efectuó el 19 de enero de 1972 en cápsulas de musgo prensado, teniendo además vermiculita; la germinación se presentó el 24 del mismo mes, aquí crecieron y se de-

sarrollaron hasta alcanzar un estado apropiado para hacer el trasplante, el cual se efectuó el día 4 de febrero dentro del invernadero, directamente en arena. Las plántulas se colocaron en doble hilera a una distancia de 30 cm. entre ellas y de 60 cm. entre plantas y en forma alternada; la separación entre dobles hileras fue de 90 cm.

El diseño experimental que se usó para la interpretación estadística fue un factorial completamente al azar, con 4 tratamientos; cada parcela estaba formada por 6 plantas. Las variedades fueron Gemini 7 y Fertila. La variedad Gemini 7 es de fruto corto y Fertila de fruto largo, siendo ambas partenocárpicas.

La superficie total ocupada fue de 25.8 m^2 , o sea 12.9 m^2 . por cada invernadero.

Se dieron de 3 a 5 riegos diariamente de 12 lts. cada uno para cada invernadero. Ningún riego se dió con agua solamente, aplicándose siempre la solución nutritiva. Se emplearon un total de 5,930 lts. con una lámina de 23 cms. de los cuales 1,176 lts. fueron de la solución 700-300 y 4,754 lts. de la solución 700-600.

Cuadro 3. Cantidad de nutrientes aplicados durante el transcurso del experimento en cada una de las soluciones usadas (ingrediente activo).

Elemento	Solución 700-300 (gr.)	Solución 700-600 (gr.)	Total (grs).
N	169.34	1,236.040	1,405.384
P	72.912	294.748	367.660
K	183.456	741.624	925.080
Mg	56.448	228.192	284.640
Ca	194.040	1,568.820	1,762.860
S	75.264	304.256	379.520
Fe	5.880	23.770	29.650
B	1.176	4.754	5.930
Mn	0.470	1.902	2.372
Cu	0.024	0.095	0.119
Zn	0.106	0.419	0.525
Cl	0.588	2.377	2.965
Mo	0.352	1.426	1.778

El sistema de poda consistió en dejar 3 pepinos por guía en la parte inferior y 2 en la parte superior, cuando la planta alcanzó la altura deseada 2.0-2.25 mts. se efectuó el corte de la yema apical y se siguió efectuando la poda de las guías laterales.

Cada semana se realizó la poda de las hojas que habían completado su madurez o que por daño estaban secándose, iniciando esta práctica días antes de efectuar el primer corte,

todo ésto como práctica cultural para favorecer la aereación y evitar la incidencia de enfermedades.

Para el entrenamiento de la planta se utilizaron unos trbos en forma de arco de 2.0 mts. de alto, separados a una distancia de 3.0 mts. En la parte superior de dichos arcos se tendió un alambre en dirección a cada una de las hileras de las plantas y utilizando un hilo delgado se amarró la planta desde la base del tallo hasta el alambre, entrenando ésta en dirección al hilo.

El día 22 de marzo se asperjó una mezcla de agua de mar, cal y pegamento sobre la superficie exterior de los invernaderos, con el objeto de disminuir la temperatura y la intensidad lumínica dentro de ellos.

La floración se inició el 22 de febrero, a los 18 días a partir del transplante, fecha en la cual se cambió la solución nutritiva a 700-600.

La cosecha se efectuó al alcanzar el fruto la madurez de corte, clasificándose éstos como de primera, segunda y tercera calidad.

La fuente de bióxido de carbono que se utilizó en este experimento se obtuvo de los gases de escape de la combustión de los motores que se encuentran en dicha planta, los cuales son pasados por varios filtros hasta obtenerse el bióxido de carbono libre de impurezas perjudiciales para las plantas.

RESULTADOS

Este trabajo tuvo una duración de 79 días. Se efectuó el análisis de varianza con la producción total de las variedades, encontrándose que sí había diferencia significativa entre éstas; también para la interacción niveles de CO₂-Variedades, no resultando así para el factor concentraciones de CO₂. Posteriormente se hizo la prueba de significación para el factor variedades, mostrándose los resultados en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Prueba de significación para las variedades con la producción total.

Variedades	Producción Total (Kgs.)	Nivel de Significación. (%) 0.05
Fertila	250.967	a
Gemini 7	206.875	b

A continuación se muestran los resultados de la interacción niveles de CO₂-Variedades (cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de significación con la producción total, para la interacción niveles de CO₂-Variedades.

Tratamientos	Producción Media (Kgs.)	Nivel de Significación (%) 0.05
Fertila con CO ₂	35.067	a
Gemini 7 sin CO ₂	27.688	b
Fertila sin CO ₂	27.675	b
Gemini 7 con CO ₂	24.031	b

La producción total se dividió en 3 partes tomando en cuenta la calidad de los frutos, en primera, segunda y tercera clase, efectuándose el análisis estadístico de cada una de ellas por separado.

Al efectuar el análisis estadístico de los frutos de primera calidad se observó que no había diferencia significativa para el factor variedades, así como tampoco para la interacción concentraciones de CO₂-Variedades, ni para el factor concentraciones de CO₂.

Del análisis de varianza para los frutos de segunda calidad se dedujo que sí había diferencia significativa entre las variedades; también para la interacción niveles de CO₂-Variedades, no resultando así para el factor concentraciones de CO₂. Después se hizo la prueba de significación para el factor variedades, mostrándose los resultados en el cuadro 6.

Cuadro 6. Prueba de significación para las variedades con la producción de segunda calidad.

Variedades	Totales (Kgs.)	Nivel de Significación (%) 0.05
Fertila	112.475	a
Gemini 7	88.375	b

A continuación se muestran los resultados de la interacción niveles de CO₂-Variedades (cuadro 7)

Cuadro 7. Prueba de significación con la producción de segunda calidad, para la interacción niveles de CO₂-Variedades.

Tratamientos	Producción Media (Kgs.)	Nivel de significación (%) 0.05
Fertila con CO ₂	16.625	a
Gemini 7 sin CO ₂	11.950	b
Fertila sin CO ₂	11.494	b
Gemini 7 con CO ₂	10.144	b

Al efectuar el análisis estadístico de los frutos de tercera calidad se observó que no había diferencia significativa para ninguno de los factores.

El primer corte de frutos se hizo el 6 de marzo y el último el 6 de abril, dándose un total de 11. El intervalo entre cortes fue de 3 días. El período de cosecha fue de 31 días para las 2 variedades y la madurez se presentó a los 48 días.

DISCUSION

El análisis de varianza de las variedades y el de la interacción niveles de CO_2 -Variedades, muestra que no existen diferencias significativas para la producción de frutos de primera calidad, ni tampoco existen diferencias significativas para los frutos de tercera; en cambio, sí existen diferencias significativas para el rendimiento total y para los frutos de segunda calidad, considerándose como la mejor, desde el punto de vista estadístico, la variedad Fertila, siendo también la de mejor comportamiento en el ambiente enriquecido con CO_2 en cuanto a rendimiento total y a producción de fruto de segunda calidad. La variedad Gemini 7, en los dos ambientes, se comportó igual que la Fertila en el ambiente normal de CO_2 .

Ambas variedades se desarrollaron más rápidamente en el ambiente normal de CO_2 y se obtuvieron frutos al mismo tiempo en los dos ambientes (normal y enriquecido), lo cual no está de acuerdo con los resultados obtenidos por Enoch, Irene y Samish (6), ni con los de Jensen y Hodges (12). La variedad Fertila en el ambiente enriquecido con CO_2 produjo más que en el ambiente normal, lo cual sí está de acuerdo con los resultados de los investigadores ya mencionados, aunque el aumento de producción fue de fruto de segunda calidad.

El bióxido de carbono que se utilizó fue aceptable ya que no se observaron síntomas de fitotoxicidad en las plantas. La concentración que se usó en el invernadero con ambiente enriquecido fue mas bien baja (500-700 ppm.); probablemente si

el nivel de bióxido de carbono utilizado hubiera sido mayor se habrían obtenido mejores resultados, es decir, un incremento en la producción de frutos de primera calidad.

RESUMEN Y CONCLUSIONES.

El presente trabajo se desarrolló con el fin de determinar la influencia que tiene el incremento de bióxido de carbono en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.), bajo condiciones de invernadero.

El experimento se realizó en la Unidad Experimental Peñasco (Puerto Peñasco, Sonora) dependiente del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora.

Las variedades que se utilizaron fueron Gemini 7 y Fertilta. La primera es de fruto corto y la segunda largo, siendo ambas partenocárpicas.

En el invernadero 3, la concentración de bióxido de carbono durante el experimento fue de 150 a 300 ppm., mientras que en el invernadero 4 en el cual el ambiente estaba enriquecido, la concentración fue de 500 a 700 ppm.

La siembra fue el 19 de enero de 1972 en cápsulas de musgo y el trasplante se efectuó el 4 de febrero de 1972 directamente en arena en los invernaderos 3 y 4. Las plántulas se colocaron en doble hilera a una distancia de 30 cm. entre ellas y de 60 cm. entre plantas y en forma alternada; la separación entre dobles hileras fue de 90 cm.

El diseño experimental utilizado fue factorial completamente al azar con 4 tratamientos con 6 plantas por cada parcela experimental.

El ciclo total de las dos variedades fue de 79 días con

un período de cosecha de 31, dándose 11 cortes a intervalos de 3 días desde el 6 de marzo hasta el 6 de abril.

Se aplicaron un total de 5,930 lt. de agua con una lámina de 23 cm. de los cuales 1176 correspondieron a la solución 700-300 y 4,754 a la solución 700-600. El agua que se utilizó para regar el cultivo se obtuvo de la planta desaladora de agua de mar, a la cual siempre se le mezcló solución nutritiva.

El 22 de marzo se asperjó una mezcla de agua de mar, cal y pegamento sobre los invernaderos, con el objeto de disminuir la temperatura y la intensidad lumínica.

De acuerdo con los análisis estadísticos se llegó a los siguientes resultados:

1.- Estadísticamente no existe diferencia significativa para las variedades ni para la interacción niveles de CO_2 -Variedades en cuanto a la producción de frutos de primera calidad, así como tampoco para los frutos de tercera.

2.- Existe diferencia significativa en las variedades y en la interacción niveles de CO_2 -Variedades en cuanto a rendimiento total y a producción de fruto de segunda calidad.

Con los resultados anteriormente citados se llega a las siguientes conclusiones:

a).- La producción de la variedad Fertila fue mayor en el ambiente enriquecido con CO_2 , pero ésta fue de segunda calidad.

b).- De las dos variedades comparadas, la que resultó mejor fue la variedad Fertila, bajo el ambiente enriquecido

con CO_2 .

c).- La variedad Gemini 7 no mostró diferencia de uno a otro ambiente.

Considerando que la concentración de bióxido de carbono en el invernadero con ambiente enriquecido no fue suficiente, se recomienda hacer estudios con niveles más altos que los utilizados en este experimento.

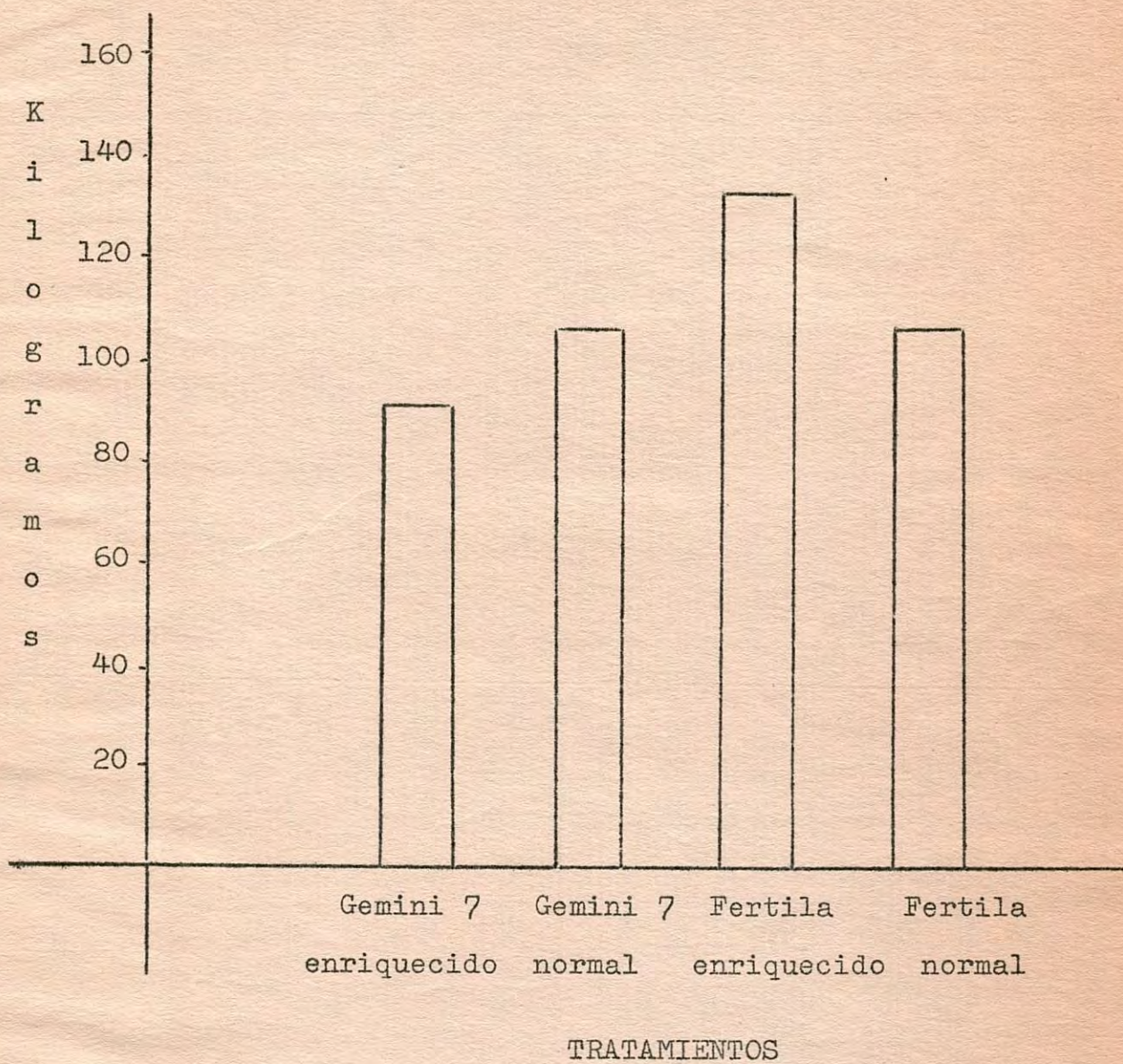
house vegetables through the use of diesel exhaust gas. The University of Arizona. Environmental Research Laboratory. Progress Report to the Rockefeller Foundation on the Development of a system for the Production of Power, Water and Food in Coastal Desert Areas. Tucson, Ariz. p. 47. 1970.

- 13) PORTER, C. I. Taxonomy of flowering plants. W. H. Freeman and company. San Francisco, Calif. p. 420. 1967.
- 14) RILEY, J. J. and C. N. HODGES. Plant response to carbon dioxide enrichment: a function of the environment. The University of Arizona. Environmental Research Laboratory. Tucson. p. 1. 1969.
- 15) RIVERA O, C. A. Comparación de 2 variedades y 1 línea de lechuga (Lactuca sativa L.) a 2 diferentes niveles de bióxido de carbono bajo condiciones de invernadero. Universidad de Sonora. Escuela de Agricultura y Ganadería. Hermosillo, Son. p. 20-21. 1972. (Tesis mimeografiada).
- 16) UNIVERSITY OF ARIZONA. Annual Report 1970-1971. Environmental Research Laboratory and Arid Lands Research Center, Abu Dhabi. Tucson, Ariz. p. 19+62. 1971.
- 17) WITTWER, S. W. and W. ROBB. Carbon dioxide enrichment of greenhouse atmosphere for food crops production. Economy Botany. 18 (1): p. 34-35. 1964.

BIBLIOGRAFIA

- 1) CASSEKES, E. Producción de hortalizas. Herrero Hermanos, S. A. México, D. F. p. 230. 1970.
- 2) CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS DEL NOROESTE. Informe 1969-1970. S.A.G. I.N.I.A. Cd. Obregón, Son. p. 683. 1970.
- 3) DEVLIN, R. M. Plant Physiology. Van Nostrand Reinhold Company. New York, N. Y. p. 211. 1969.
- 4) EISA, H. M., P. J. KYNKYCKY, G. N. KNECHT and J. F. PECK, Diesel exhaust: a source of CO₂ for greenhouse crops. University of Arizona. Environmental Research Laboratory. Tucson. p. 3. 1971.
- 5) ——— V.J. LEGGIO, and M.H. JENSEN. Scrubbed diesel exhaust for carbon dioxide enrichment of greenhouse vegetables. University of Arizona, Tucson. Hortscience. 6 (5): 477. 1971.
- 6) ENOCH, H., I. RYLSKI and Y. SAMICH. CO₂ enrichment to cucumbres, lettuce and sweet pepper plants, grown in low pastic tunnels in a subtropical climate. The Israel Jnl. of Agric. Res. 20 (2): 63-69. 1970 (original no consultado; tomado de Biological Abstracts. 52 (2): 8250. 1971).
- 7) HODGES, C.N. and C.O. HODGE. Power, water and food for desert coasts: an integrated system for providing them. University of Arizona. Environmental Research Laboratory. Tucson. p. 5-9. 1969.
- 8) ———Controlled-environment agriculture for coastal desert areas. University of Arizona. Environmental Research Laboratory. Tucson. p. 24. 1969.
- 9) HOPEN H. J. and S.K. RIES. The mutually compensating effect of carbon dioxide concentrations and light intensities on the Growth of Cucumis sativus L. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 81:362. 1962.
- 10) JENSEN, M. H. Take a look at seedless cukes. American Vegetable Grower. 19 (11): 20-22. 1971.
- 11) ——— The use of Polyethylene barriers between soil and growing medium in greenhouse vegetable production. University of Arizona. Environmental Research Laboratory. Tucson. p. 15. 1970.
- 12) ——— and C.N. HODGES. Carbon dioxide enrichment of green-

Gráfica 1. Rendimiento total por tratamientos.



Gráfica 2. Rendimiento en kg. por tratamiento en relación con la calidad del fruto.

