

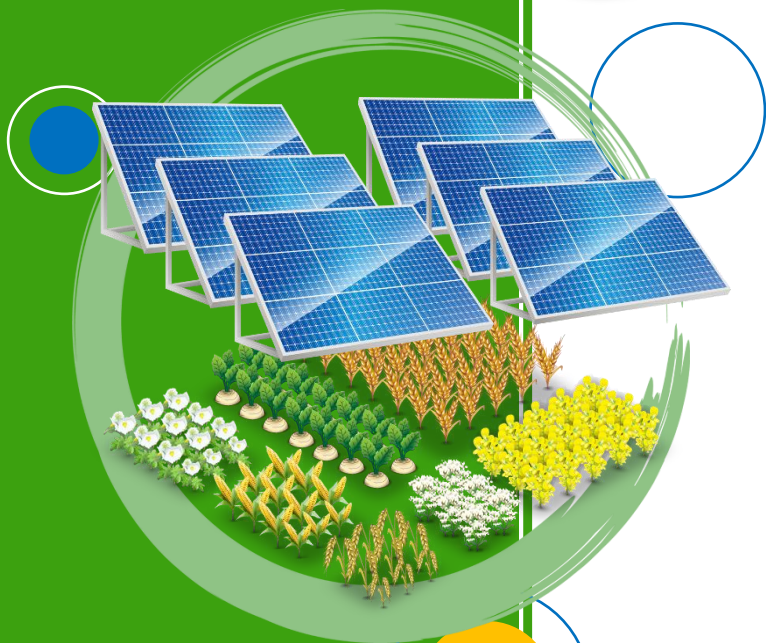


GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

SECTEI | RED ECOS



Cultivos Agrovoltaicos: Resultados del Periodo otoño- invierno 2023



Proyecto Parcela Agrovoltaica
Sostenible y Educativa (PASE)

2024

CRÉDITOS



Autores: Dr. Aarón Sánchez Juárez
Dra. Teresa de Jesús Ruiz Sánchez

Diseño y edición: Dra. Teresa de Jesús Ruiz Sánchez

Financiamiento: Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTEI), CDMX

Proyecto: Parcela Agrovoltaica Sostenible y Educativa (PASE)

Responsable del Proyecto: Dr. Aarón Sánchez Juárez

Institución: Instituto de Energías Renovables (IER) – UNAM

1ª Edición: Febrero de 2024 (100 ejemplares)

ISBN: En trámite

Esta portada se ha diseñado con recursos de [Flaticon.com](https://flaticon.com).

Todos los derechos reservados

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, transmitida o almacenada de manera alguna sin el permiso previo de la SECTEI

Impreso y hecho en México



PRÓLOGO

La Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTEI) de la CDMX en su búsqueda por el desarrollo de sistemas agroalimentarios de manera sostenible, estableció un vínculo de colaboración con el Instituto de Energías Renovables de la UNAM. Así, surge el Proyecto Parcela Agrovoltaica Sostenible y Educativa (PASE), con el objetivo general de **“Contribuir a la preservación del Suelo de Conservación de la CDMX y a la mejora en la calidad de vida de los productores del campo en la región mediante Proyectos Agrovoltaicos”**. Con la finalidad de hacer una divulgación de los resultados del primer cultivo en el proyecto PASE, se desarrolló este “cuadernillo” con título “Cultivos Agrovoltaicos: Resultados del Periodo otoño-invierno 2023”. Éste es complementario al cuadernillo “Agrovoltaicos; Conceptos, Aplicaciones y Caso de Estudio”.

Va dirigido a todos los productores agropecuarios, estudiantes y personas que deseen iniciarse en la aplicación de sistemas agrovoltaicos para implementar acciones de desarrollo sustentable.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Salud y Producción Animal (CEPIPSA), de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, por las facilidades para la implementación del proyecto. Al Tecnológico Nacional de México Campus Tláhuac III y a la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, por el apoyo para brindar estudiantes de servicio social y prácticas profesionales, que han sido las manos auxiliares para desarrollo de actividades relevantes del proyecto. Al Sr. Víctor Rodríguez Padilla, Coordinador de Cultivos.

A la SECTEI por el financiamiento otorgado para el desarrollo e implementación del proyecto PASE.



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

SECTEI | RED ECOS



RENUNCIA

Este “Cuadernillo” se ha elaborado en relación al proyecto “Parcela Agrovoltaica, Sostenible y Educativa”, PASE, financiado por la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México, SECTEI-CDMX; desarrollado, implementado y dirigido por el Instituto de Energías Renovables (IER) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y puesto en operación en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Salud y Producción Animal (CEPIPSA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), en la comunidad de San Miguel Topilejo, Tlalpan, CDMX.

Ninguna de las instituciones anteriores ofrece garantía alguna sobre el uso y aplicaciones de esta publicación. Este documento fue escrito de buena fe. La información y datos, los que provienen de fuentes públicas, se consideran correctos en la fecha de su publicación. La mención explícita o implícita de marcas comerciales, fabricantes, productos y servicios no implica que ellas hayan aportado apoyos, patrocinios, endoso o recomendación a los autores o instituciones mencionadas; solo se incluyen para facilitar el entendimiento de los temas cubiertos.

La reproducción total o parcial de esta publicación puede autorizarse bajo solicitud expresa a:

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, CDMX.

Cualquier comentario, sugerencia o aclaración debe dirigirse por escrito a:

Dr. Aarón Sánchez Juárez
Correo: asj@ier.unam.mx



CONTENIDO

Introducción.....	1
Efecto de “luz y sombra” de la cubierta fotovoltaica..	2
Plan de cultivos	3
Descripción de indicadores de impacto y línea base.	5
Premisas de estudio	6
Especies cosechadas	7
Resultados por especie	9
Resultados generales.....	16
Lecciones aprendidas	18





INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Agrovoltaicos (**Agro-FV**) son un componente importante de los actuales y futuros sistemas de producción de energía renovable. Sin embargo, con respecto al conflicto sobre el uso de la tierra, el valor real de los sistemas Agro-FV, que combina alimentos y sistema de producción de energía, requiere una clara demarcación en su diseño geométrico, el cual, impacta la producción de energía, manteniendo al máximo la productividad agrícola. Así, se ha encontrado que, el sombreado de los paneles fotovoltaicos proporciona múltiples beneficios aditivos y sinérgicos, incluida la reducción del estrés en los cultivos derivado del temporal de sequía, mayor producción de alimentos y mejor desempeño del arreglo fotovoltaico debido a una disminución de su temperatura de operación producida por enfriamiento proveniente del cultivo debajo de él.

Para el proyecto “Parcela Agrovoltaica Sostenible y Educativa, “PASE”, se construyó una Estructura Metálica Reticular (**EMR**) elevada sobre la cual se instalaron 72 Módulos Fotovoltaicos (**MFV**) en una configuración de 6 hileras, separadas entre sí 1.45 m, integradas cada una con 12 MFV que, al transitar el Sol en su recorrido diario, proyecta un “juego” de luz y sombras, efecto “cebra”, de forma romboidal que “caerá” sobre los cultivos que se siembren debajo de las hileras de MFV.

Debajo de la Cubierta Fotovoltaica (**Cub-FV**) y fuera de ella, se instalaron 24 y 6 cajones, respectivamente. Éstos son cuadrados sin fondo, de madera, con 2.5 m de lado y 20 cm de altura para el crecimiento de cultivos y formar el concepto de micro-parcela. Se seleccionaron las siguientes hortalizas considerando el clima de la región: Acelga, Brócoli, Cebolla blanca, Cebolla morada, Coliflor, Col morada, Col verde, Lechuga italiana, Lechuga sangría y Puerro.

Todas las hortalizas fueron sembradas el 14 de septiembre de 2023, sin embargo, sólo se reportan aquellas especies que fueron cosechadas hasta el 5 de febrero de 2024.



EFECTO DE “LUZ Y SOMBRA” DE LA CUBIERTA FOTOVOLTAICA

El diseño de la instalación fotovoltaica se realizó para garantizar máxima captación de energía anual con una estructura fija y los MFV inclinados a la latitud del lugar ($19^{\circ}\pm 2^{\circ}$) con su cara viendo hacia el Sur geográfico. Al incidir la radiación solar directa sobre la Cub-FV, las 6 hileras (renglones) de MFV's, de forma rectangular con 2.28 m de ancho por 13.00 m de largo, proyectan sobre el suelo un “juego” de luz y sombra con forma rectángulo deformado, cuya posición y tamaños van variando conforme el Sol transita por el horizonte diariamente.

En las siguientes imágenes se muestran fotografías del “juego” de luz y sombra que se produce sobre las micro-parcelas, tomadas el 29 de septiembre de 2023, a las 13:55 h y; el 22 de diciembre de 2023, a las 11:38 h.



29 de septiembre de 2023, 13:55 h. Vista Oeste a Este



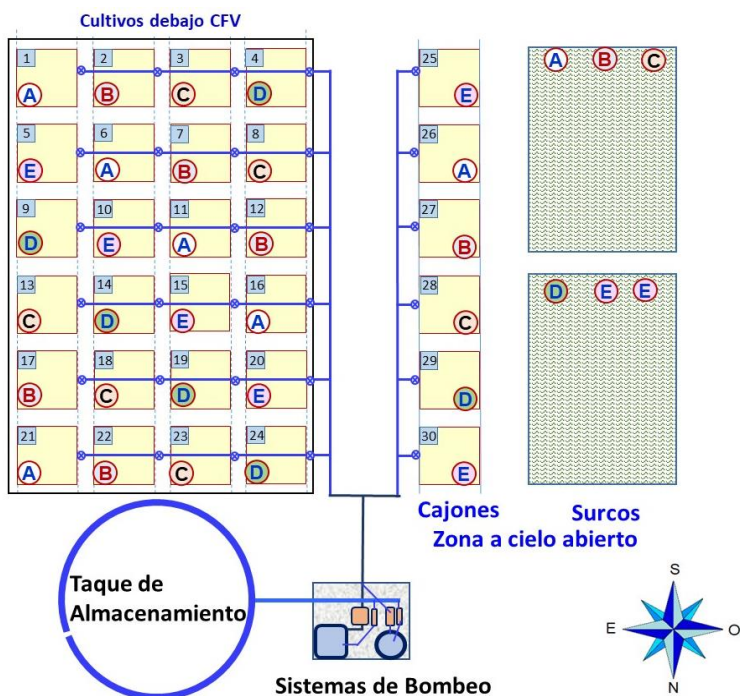
22 de diciembre de 2023, 11:38 h. Vista Este a Oeste



PLAN DE CULTIVOS

El Plan de Cultivos aplicado fue el siguiente:

- Se definió la numeración de cajones del 1 al 24, a los debajo de la Cub-FV; y del 25 al 30, a los a cielo abierto. Los cultivos se agruparon de 2 en 2, con base en sus similitudes de requerimientos de agua y nutrientes.
- Los grupos de dos especies con dichas similitudes son:
 - A:** Brócoli y Puerro.
 - B:** Cebolla morada y col verde.
 - C:** Lechuga italiana y col morada.
 - D:** Cebolla blanca y coliflor.
 - E:** Lechuga sangría y acelga.



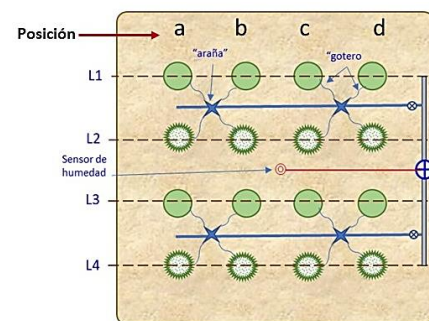
Distribución de cultivo de especies en la Parcela Agrovoltaica



- Los cajones fueron llenados con una mezcla, en volumen, de tierra de campo del sitio, composta, estiércol y tezontle fino para dar porosidad, a una razón de 5:1:1:1, la cual la se llamó tierra de cultivo.
- En la zona correspondiente a los cultivos en “surco tradicional” no se usó la tierra de cultivo de los cajones, sólo se realizó un el arado manual.
- Se sembraron plántulas de cada especie con una separación entre ellas de 50 cm. Así, la densidad de plantas en cada micro-parcela, fue de 2.6 plantas/m² (16 plantas/cajón).
- Las plántulas fueron sembradas siguiendo una línea recta, de manera alternada, de Este a Oeste; por ejemplo, Cajón 1 – Grupo A: Línea L1 de Puerro, Línea L2 de Brócoli; Línea L3 de Puerro; Línea L4 de Brócoli.
- Para los surcos a cielo abierto, la densidad de plantación es la que se muestra en la sig. tabla.

Número de plantas/m² por sembradas en los surcos tradicionales

DENSIDAD DE PLANTAS POR METRO CUADRADO EN SURCOS									
LECH- ITA	LECH SANG	ACELGA	BRÓCOLI	COLVERD	COLIFLOR	COL MOR	CEBOLLA B	CEBOLLA M	PUERRO
25	25	20	10	15	8	15	60	40	25



Distribución de plántulas en las micro-parcels (cajones)



DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DE IMPACTO Y LÍNEA BASE

En el cultivo de las plantas desde su siembra hasta su cosecha, los indicadores identificados asociados al desarrollo de la producción y operación de la Parcela Agrovoltaica son los siguientes:

- a) Número de plantas de las especies bajo estudio por m²: densidad de las plantas (cuantificable)
- b) Tamaño de las plantas: altura y follaje (cuantificable)
- c) Peso de las plantas (cuantificable)
- d) Calidad de las plantas (cualitativo por apariencia)
- e) Tiempo de cultivo desde la siembra a la cosecha (cuantificable)
- f) Requerimiento de agua por m² (cuantificable)

La Línea Base para comparación de los beneficios de la Parcela Agrovoltaica son aquellos valores que se obtuvieron para los cultivos a cielo abierto.



PREMISAS DEL ESTUDIO

- Todos los cajones tuvieron el mismo volumen de tierra de cultivo
- La mezcla de tierra de cultivo para cada cajón fue homogénea
- Todas las plantas en los cajones recibieron el mismo volumen de agua: 3 L (incertidumbre de 0.5 L)
- El riego se hizo cada 3er día, a manera de lluvia sobre la planta y de forma manual. El volumen provisto fue calculado empíricamente midiendo el tiempo en que se llena un recipiente de 20 L, con la presión de la red hidráulica en el sitio.
- No se suministró fertilizante químico alguno excepto biológico conformado de estiércol de conejo diluido en agua a una razón del 10%, de acuerdo a las indicaciones del Coordinador de cultivos. Éste se roció sobre las plantas a manera de humedecerlas con una periodicidad de 1 vez por semana.
- Plantas de cempasúchil fueron sembradas como repelentes de plagas.

RECOLECCIÓN DE DATOS

Con la finalidad de tener un seguimiento sobre el comportamiento de crecimiento de las especies de vegetales sembradas, se diseñaron dos formatos de captura de datos físicos: a) uno para aplicarlo a la especie plantada ("in situ") para cuantificar características de crecimiento visual que puedan medirse que incluyan el diámetro del follaje-tallo, la altura de la planta o follaje, y la existencia del fruto producido en su caso; y b) otro, aplicado para el producto cosechado, que incluye las medidas de las dimensiones físicas (raíz, altura, follaje) y el peso (bruto, producto, raíz y follaje).



ESPECIES COSECHADAS

Debido a que unas especies alcanzan su madurez más pronto que otras, la lechuga italiana, lechuga sangría y acelga, fueron cosechadas el 22 noviembre 2023; mientras que, el brócoli, col verde y coliflor, fueron cosechados en tres o cuatro periodos comprendidos entre el 5 de enero al 5 de febrero de 2024. Cabe mencionar que, para esta última fecha, los cultivos de las cebollas, col morada y puerro no alcanzaron la madurez para su cosecha por lo cual no fueron incluidas en este documento.

COSECHA DE NOVIEMBRE DE 2023

Los cultivos en los cajones C3, C8, C13, C18, y C23, que contuvieron lechuga italiana y col morada, así como los cultivos en los cajones C5, C10, C15, C20, con lechuga sangría y acelga, estuvieron debajo de la Cub-FV; mientras que los cultivos en los cajones C25, C30 (lechuga sangría y acelga) y C28 (lechuga italiana y col morada), se desarrollaron a cielo abierto.

Por simple inspección visual, por comparación se observó lo siguiente:

- El tamaño de los productos que estuvieron dentro de la Cub-FV “se vieron” más pequeños que los que estuvieron a cielo abierto.
- Los productos desarrollados debajo de la Cub-FV, no presentaron “variación de tamaño entre sí”.
- No se apreció diferencias en el tamaño de los productos cultivados en cielo abierto (cajones y surcos); aun cuando existieron diferencias en la densidad de plantación y composición de la tierra.

COSECHA DE ENERO Y FEBRERO DE 2024

En estas especies se volvió a apreciar que los cultivos que crecieron a cielo abierto, cajón C26, cajón C27 y surcos,



aparecen de mayor tamaño que aquellos que crecieron debajo de la Cub-FV, Cajones C6, C11, C21 (coliflor) y cajones C1 (especie sembrada en cajón equivocado), C7 y C12. Para estos últimos, se observa que el crecimiento de cada especie es parejo (casi del mismo tamaño).

Con respecto a los cultivos a cielo abierto, en los surcos, se observó un crecimiento parejo, pero con productos (paellas) más pequeñas en relación a los desarrollados en cajones.



Especies cosechadas el 22 de noviembre 2023: Lechugas y acelga



Especies cosechadas en ene-feb 2024: Brócoli, Col verde y Coliflor



RESULTADOS POR ESPECIE

A continuación, se documentan los resultados de este estudio que corresponde a la Prueba de Concepto y Arranque de la Parcela Agrovoltaica, Sostenible y Educativa, como un Laboratorio de Investigación para el crecimiento de cultivos bajo el concepto Agrovoltaico y fortalecimiento del sector agrícola de la región de Tlalpan. Cabe recalcar que, su replicación solo es aplicable a la geometría de la Cub-FV, a la climatología del lugar, al tipo de tierra de cultivo preparada, al volumen y periodicidad del riego, así como a la forma de mantener y cuidar los cultivos.

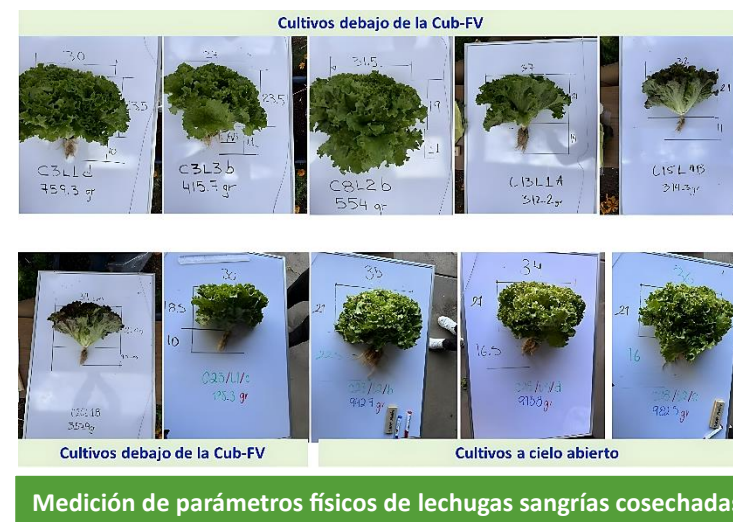
LECHUGA SANGRÍA

- Independientemente de la posición en donde se haya sembrado la especie, se observó que su crecimiento debajo de la Cub-FV, considerando tamaño y peso, NO se vio afectado por la intensidad lumínica o radiación solar global existente en dicha zona.
- La falta de radiación solar incidente en la especie provocó que el follaje de ésta presentara un color verde con manchas rojizas (no característico de la especie). Así, se identificó un cambio de coloración en las plantas sembradas en las Líneas L2 y L4 del cajón C10, líneas que siempre estuvieron sombreadas.
- Los cultivos realizados a cielo abierto alcanzaron su grado de madurez en periodos de tiempo más cortos que aquellas que se cultivaron debajo de la Cub-FV. Ya que esta especie se cosechó el 22 de noviembre, a los 69 días después de ser sembradas, se estima un tiempo de crecimiento con ese número de días para cielo abierto.
- Las plantas que crecieron a cielo abierto son de mayor tamaño y peso que aquellas crecieron debajo de la Cub-FV. La diferencia fue de hasta 2.2 veces más pesadas.



- Los cultivos crecidos debajo de la Cub-FV crecieron más lento con respecto a los de cielo abierto. No se tiene la herramienta para estimar cuantos días serán necesarios para alcanzar los valores promedios de los pesos de las especies crecidas a cielo abierto. Esto se realizará en un estudio futuro próximo.

En la siguiente imagen, se muestran los diferentes parámetros físicos medidos en diversas especies de lechugas italianas cosechadas.



LECHUGA ITALIANA

- El peso de los cultivos crecidos en todos los cajones debajo de la Cub-FV presentó una diferencia entre de 92.3 gr. Con base en esto, se determinó que, con la configuración geométrica de instalación de los módulos FV que forman la Cub-FV, el crecimiento de las plantas se ve afectado por la intensidad lumínica o radiación solar global debajo de dicha cubierta.
- Las plantas que crecieron a cielo abierto son de mayor tamaño y peso que aquellas que se desarrollaron debajo de la Cub-FV. La diferencia fue de hasta 3.26 veces más pesadas.



- Como resultado de las mediciones realizada a los parámetros indicadores, se tiene que el crecimiento de los productos debajo de la Cub-FV se ve reducido tanto en tamaño del follaje como en peso, siendo una de las causas, la disminución de la intensidad de la radiación solar global, que para esta especie es baja.

En la siguiente imagen, se muestran el aspecto de diversas especies de lechuga italiana y acelga, con distintas fechas de cultivo, 19 de octubre y 16 de noviembre, previo a su cosecha.



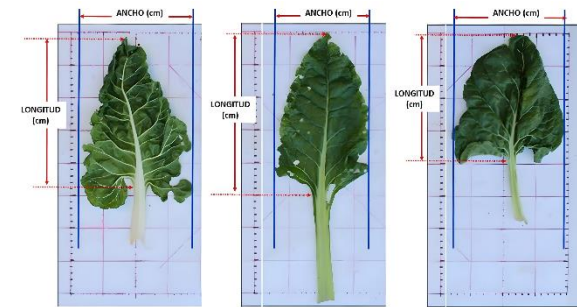
Desarrollo de cultivos de lechuga italiana y acelgas

ACELGAS

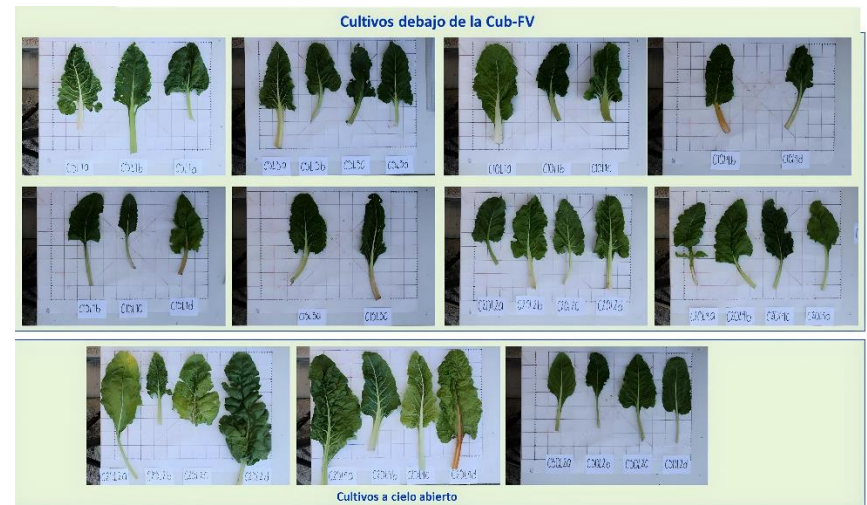
- Considerando las mediciones de los indicadores de las hojas de las plantas crecidas bajo la Cub-FV, se determinó un crecimiento parejo en los indicadores analizados.
- Comparando los valores promedio de los indicadores analizados para las hojas de las plantas crecidas a cielo abierto con aquellas crecidas bajo la Cub-FV, se tiene que a cielo abierto las hojas son de mayor tamaño, en promedio, un 43% más grande que aquellas crecidas debajo de la Cub-FV.



En las siguientes imágenes se muestra la medición de alto y ancho de hojas de acelgas, así como una comparación en el tamaño de las especies desarrolladas dentro y fuera de la Cub-FV.



Medición de alto y ancho de hojas de acelgas cosechadas



Comparación de tamaño de hojas de acelgas cosechadas que se desarrollaron dentro de la Cub-FV y a cielo abierto



BRÓCOLI

- El crecimiento de las plantas de brócoli debajo de la Cub-FV es uniforme, pero más lento, es decir, para un mismo número de días de crecimiento, el tamaño de las plantas crecidas a cielo abierto es mayor que aquel de las plantas crecidas debajo de la Cub-FV.
- Se determinó visualmente y, posteriormente, con la cuantificación de los indicadores de peso, que, a cielo abierto, la especie llega a su “madurez” en menos tiempo.
- Con lo anterior se determinó que crecimiento de los productos debajo de la Cub-FV es menor que aquellos medidos a cielo abierto; el tamaño se ve disminuido tanto en el follaje como en peso, pudiendo ser una de las causas, una menor acumulación de energía solar, sin embargo, las plantas pueden alcanzar el tamaño de aquellas crecidas a cielo abierto dejándole más días de crecimiento.

En la siguiente imagen, se muestran el aspecto de diversas especies de brócoli, a 106 días de su siembra, previo a su cosecha. En ésta puede constatar las diferencias entre tamaño del producto que es visiblemente mayor en el cajón a cielo abierto (aire libre) y que, por consiguiente presentó mayor peso.



Desarrollo de cultivos de brócoli en cajones en Cub-FV y a cielo abierto



COL VERDE

- El crecimiento de las plantas de col verde debajo de la Cub-FV es uniforme, pero más lento, es decir, para un mismo número de días de crecimiento, el tamaño de las plantas crecidas a cielo abierto es mayor que aquel de las plantas crecidas debajo de la Cub-FV.
- Se determinó visualmente y, posteriormente, con la cuantificación de los indicadores de peso, que, a cielo abierto, la especie llega a su “madurez” en menos tiempo.
- Observando los valores de las mediciones se apreció que el producto con mayor peso fue el cosechado con 143 días de crecimiento proveniente del cajón C27, a cielo abierto, con una magnitud de 3.47 kg; mientras que, para los productos crecidos debajo de la Cub-FV, en el mismo tiempo, el peso fue de 2.05 kg proveniente del cajón C1 (sembrado en éste por error).

En las siguientes imágenes, se muestran el aspecto de la cosecha de productos cultivados a cielo abierto, así como diversas especies de col verde, a 98 días de su siembra, previo a su cosecha. En éstas puede apreciar la variación en la calidad del producto cosechado a cielo abierto (en los surcos hay un deterioro del producto) y, constatar las diferencias entre tamaño del producto que es visiblemente mayor en el cajón a cielo abierto.



Cajón C27

Surcos

Cosechas de productos desarrollados a cielo abierto (cajón y surcos)



Desarrollo de cultivos de col verde en cajones en Cub-FV y a cielo

COLIFLOR

- El crecimiento de las plantas de coliflor debajo de la Cub-FV es uniforme, pero más lento, es decir, para un mismo número de días de crecimiento, el tamaño de las plantas crecidas a cielo abierto es mayor que aquel de las plantas crecidas debajo de la Cub-FV.
- Se determinó visualmente y, posteriormente, con la cuantificación de los indicadores de peso, que, a cielo abierto, la especie llega a su “madurez” en menos tiempo.

En la siguiente imagen, se muestran el aspecto de diversas especies de coliflor, a 35, 63 y 98 días de su siembra, previo a su cosecha. En ésta puede constatar las diferencias entre tamaño del producto que es visiblemente mayor en el cajón (C28) y surcos a cielo abierto.



Desarrollo de cultivos de coliflor en cajones en Cub-FV y a cielo abierto



RESULTADOS GENERALES

A continuación, se describen los hallazgos generales, es decir, que aplican a todos los cultivos.

DESARROLLO DE LOS CULTIVOS

El crecimiento de las plantas debajo de una cubierta fotovoltaica se ve aletargado derivado de la menor acumulación de energía solar con respecto a aquel que tienen las plantas que crecen a cielo abierto.

DENSIDAD LOS CULTIVOS

- Se debe disminuir la densidad de plantación para los cultivos de gran follaje: Col verde, Col morada, Coliflor, Brócoli; ya que con la densidad a la que fueron sembrados, se produce una competencia entre nutrientes, y al ser menor su concentración, se impacta en la reducción del crecimiento de la especie.
- Para los cultivos de Col verde, Brócoli y Coliflor, sembrados en el surco tradicional que crecieron en tierra no abonada, se determinó que, aunque el follaje de la hortaliza es aceptable y de buen tamaño, su fruto es de menor tamaño y peso en comparación con aquellos crecidos en los cajones a cielo abierto, con tierra de cultivo abonada. La razón de esta diferencia pudo ser la densidad de plantas por m^2 que fue mucho mayor en los surcos (15 planta/ m^2) que en los cajones (2.6 planta/ m^2) por lo que se infiere una competencia de nutrientes entre plantas vecinas. Lo anterior implica menos densidad de plantación.



EFFECTO DE LA CUB-FV SOBRE LOS CULTIVOS

- Debajo de la Cub-FV se crea un microclima que favorece a las plantas protegiéndolas de las inclemencias del tiempo;
- Adicionalmente, se disminuyó la cantidad de riego, es decir, la Cub-FV reduce significativamente la evapotranspiración de las plantas teniendo un ahorro, calculado empíricamente, con un valor aproximado del 16.7% en esta temporada de invierno, en la cual, de acuerdo con el Atlas del Tiempo, el valor promedio de la humedad relativa del ambiente en los meses de septiembre a diciembre fue de 67.5%.

Cabe recalcar que, los resultados anteriores NO son absolutos. Simplemente son el efecto de la comparación de los valores de los indicadores en una muestra representativa de las características físicas de las plantas cultivadas y cosechadas en la localidad de San Miguel Topilejo, Tlalpan, CDMX. En otros sitios, se podrían tener diferentes resultados asociados a la climatología típica del lugar y las condiciones del suelo.

El seguimiento del desarrollo de los cultivos estuvo limitado a las mediciones con herramientas básicas de longitud y peso, así como observaciones de coloración.



LECCIONES APRENDIDAS

Las lecciones aprendidas en la prueba de concepto, así como recomendaciones para futuros cultivos, son:

- NO debemos sembrar especies de mucho follaje (altas y anchas) como el brócoli, la coliflor, e inclusive la col verde (chaparra pero ancha) con especies de baja altura como las lechugas sangría e italiana; o bien, especies de lento crecimiento como la cebolla blanca, cebolla morada o la col morada.
- Para garantizar una reproducción óptima y tener una alta probabilidad de que se desarrollen los cultivos se recomienda que el sembrado de especies sea mediante plántulas en lugar de semillas.
- Si se van a sembrar más de una especie por cajón, se recomienda que las plantas de una misma especie sean sembradas en una misma "Línea" en la dirección Este-Oeste dada la distribución y orientación geográfica de los Cajones.
- Si se pretende estudiar el efecto de la incidencia de la radiación solar directa sobre los cultivos, entonces los cajones en donde deben estar las especies a estudiar deben ser los del centro de la Cub- FV, Hileras (Renglones) 3 y 4.

Material didáctico auspiciado por la
**SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (SECTEI) DE
LA CDMX**



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

SECTEI | **RED ECOS**

A través del Proyecto “**PARCELA
AGROVOLTAICA SOSTENIBLE Y
EDUCACIONAL**” (PASE), que se está
desarrollando por el Instituto de Energías
Renovables (IER) de la UNAM; bajo la
responsabilidad técnica del
Dr. **AARÓN SÁNCHEZ JUÁREZ**.