



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN
LIC. EN PLANIFICACIÓN PARA EL DESARROLLO
AGROPECUARIO
CENTRO DE PRÁCTICAS PRODUCTIVAS**



MANUAL DE PRODUCCIÓN DE ESPINACA (*Spinacea oleracea*) EN INVERNADERO

ELABORO:

Mtro. Eugenio Cedillo Portugal

Lic. Leova Pamela Martínez Hernández

Hugo Casiano Herrera

Dulce Lorena Hernández Alvarado

Cintya Monserrat Padilla Martínez

Miroslava Ailed Rodríguez Terán

**“Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM DGPA PAPIIME” Clave:
PE202520**

Marzo de 2021

INDICE

	Página
1. Importancia económica de la espinaca	3
2. El cultivo de espinacas en el Centro de Prácticas productivas	5
3. Componentes del sistema de producción	6
3.1 Invernadero utilizado	6
3.2 Sustratos	6
3.2.1 Fibra de coco	6
3.2.2 Tezontle	7
3.3 Sistema de riego	7
3.4 Sistema de cultivo	8
3.4.1 En fibra de coco	8
3.4.2 Bancales de tezontle	9
4. Variedades de espinaca utilizadas	9
4.1 Super Green	9
4.2 Virofly	10
5. El cultivo de espinaca bajo invernadero	10
5.1 Siembra y cuidado de plántula	11
5.1.1 Siembra y cuidado en bolis de fibra de coco	11
5.1.2 Siembra y cuidados en bancales de tezontle	12
5.2 Prácticas culturales	13
5.2.1 Poda de tallo floral	13
5.2.2 Poda de hojas	13
5.3 Riego y nutrición	14
5.4 Control fitosanitario	16
6. Cosecha y rendimiento	17
Bibliografía	19

MANUAL DE PRODUCCIÓN DE ESPINACA EN INVERNADERO

1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE ESPINACA

México se posicionó en el lugar 9 como productor de hortalizas en el mundo, al alcanzar una producción de 14.1 millones de toneladas de una amplia variedad de especies de este alimento que se desarrolla a lo largo y ancho del territorio nacional.

Las hortalizas —también llamadas verduras— constituyen una fuente de alimento sin igual. Sus propiedades físicas permiten su ingesta en fresco, aportando caroteno, vitamina C, calcio, hierro y otros minerales. Además, su alta proporción de fibra regula el tránsito intestinal y la desintoxicación.

De acuerdo con el Atlas agroalimentario 2016 del SIAP, los tipos de hortalizas clasificadas: de hoja (acelga, apio, espinaca, lechuga, perejil y repollo) por mencionar algunos son los que presentan mayor interés entre los consumidores. (SIAP, 2021)

Siendo el objeto de seguimiento la Espinaca para el siguiente manual ya que, muestras precedentes de importancia productiva y de su consumo.

La espinaca es un alimento muy completo por su aporte de vitaminas, minerales, hierro y antioxidantes esenciales para el cuerpo. La espinaca, probablemente, proviene de la antigua Persia (actualmente Irán). En el siglo VII llegó a China como regalo para el emperador. Los moros la introdujeron en España en el siglo XI y de ahí partió al resto de Europa.

La espinaca es un vegetal que pertenece a la familia de los amarantáceos comestibles, de hojas grandes y de color verde muy oscuro, es, realmente, un excelente recurso natural de vitaminas, fibras y minerales aporta pocas calorías, no contiene grasas y es fuente de antioxidantes que protegen al cuerpo del daño celular.

Existen varios tipos de espinaca y la variedad que consumamos depende de la estación del año, las más conocidas son: espinaca de hoja rizada o savoy, de hoja lisa y baby.

Sin embargo, datos de INEGI nos mencionan que en 1990-1991, los estados de mayor importancia era CDMX, EDO MX, Puebla y Guanajuato (INEGI, 2021)

Y en 2014 alcanzó las 26,300 toneladas de producción, siendo la mayor parte cosechada la mayor parte se cosecha en Guanajuato, estado que produjo más de ocho mil toneladas, le siguen el Estado de México, Querétaro y Puebla. (SADER, 2021)

Datos más recientes del SIAP en listan a 15 estados productores a nivel nacional para 2019 destacando principalmente: Puebla, estado de México, Guanajuato y CDMX, por orden de aparición encabezan los estados productores a nivel nacional, como lo muestra el cuadro 1.

Cuadro 1. Producción de espinaca en México 2019

Modalidad: Riego + Temporal

Cultivo: Espinaca (ton)

	Entidad	Superficie (ha)			Producción	Rendimiento (udm/ha)	PMR (\$/udm)	Valor Producción (miles de Pesos)
		Sembrada	Cosechada	Siniestrada				
1	Aguascalientes	83	83	0	1.693,90	20,41	6.090,88	10.317,34
2	Baja California	529	529	0	7.541,96	14,26	8.036,45	60.610,59
3	Ciudad de México	104,8	104,8	0	1.346,63	12,85	6.018,46	8.104,65
4	Durango	1,25	1,25	0	12,3	9,84	4.000,00	49,2
5	Guanajuato	536,5	536,5	0	9.338,56	17,41	5.072,84	47.373,06
6	Hidalgo	18	17	1	221	13	4.249,57	939,15
7	México	254,33	254,33	0	4.549,69	17,89	4.256,34	19.365,01
8	Michoacán	14	14	0	285,6	20,4	5.800,00	1.656,48
9	Puebla	642,96	642,96	0	9.934,25	15,45	2.798,04	27.796,40
10	Querétaro	36	36	0	918	25,5	9.000,00	8.262,00
11	San Luis Potosí	31,5	31,5	0	267,99	8,51	6.439,03	1.725,60
12	Sinaloa	86	86	0	1.120,00	13,02	5.200,00	5.824,00
13	Sonora	16	16	0	160	10	9.000,00	1.440,00
14	Tlaxcala	86	86	0	1.242,04	14,44	5.929,88	7.365,14
15	Veracruz	9	9	0	104	11,56	3.077,77	320,09
	Total	2.448,34	2.447,34	1	38.735,92	15,83	5.192,82	201.148,71

Fuente SIAP, 2019.

Para el 2019 la producción nacional de espinaca se calculó con un valor de 201.148,71 miles de pesos por 2,447.34 hectáreas cosechadas como lo muestra el cuadro 2.

Cuadro 2. Producción de Espinaca para 2019.

Año: 2019

Producción Agrícola

Ciclo: Ciclicos - Perennes

Modalidad: Riego + Temporal

Cultivo: Espinaca (ton)

Cultivo	Superficie (ha)			Producción	Rendimiento (udm/ha)	PMR (\$/udm)	Valor Producción (miles de Pesos)
	Sembrada	Cosechada	Siniestrada				
Espinaca	2.448,34	2.447,34	1	38.735,92	15,83	5.192,82	201.148,71
Total	2.448,34	2.447,34	1	38.735,92	15,83	5.192,82	201.148,71

Fuente: SIAP, 2019

Y A pesar de la importancia de la producción nacional e internacional que representa la espinaca, esta sigue trabajándose en la mayoría de los casos a cielo abierto, ya que su producción en sistemas de agricultura protegida no figura dentro de las bases de datos más importantes del país que se refieren al tema tanto el INEGI Y SIAP.

Sin embargo, En los últimos años, la superficie agrícola bajo invernadero en México se ha incrementado considerablemente. En el período 1999 a 2004 se registró un crecimiento del 210%. En el año 2004 existían 2,545 hectáreas operando y 669 hectáreas en construcción. Actualmente, existen cerca de 30,000 hectáreas bajo agricultura protegida en todo el país. A nivel nacional los estados que concentran la mayor superficie bajo agricultura protegida son: Sinaloa 22%, Baja California (14%), Baja California Sur (12%), Jalisco (11%), Guanajuato (10%), Michoacán (9%) y Querétaro (8%). (LAMSA, 2025).

Mostrando esto una oportunidad de cambio; ya que los problemas asociados con la producción de hortalizas a cielo abierto, prever las inclemencias del tiempo y el control de plagas, enfermedades provocadas por hongos, bacterias y virus, no son pocos y la necesidad de una agricultura más eficiente y altamente productiva es imperante. Por esto, la necesidad de desarrollar un manual que aborde métodos de producción eficientes y acordes a las necesidades actuales.

La importancia de la agricultura protegida en el país crece año con año, ya que representa mejoras en la calidad, productividad y reduce los riesgos climatológicos y en algunos casos de plagas y enfermedades, además de incrementar el éxito en el manejo de las plantas cultivadas.

2. EL CULTIVO DE ESPINACA EN EL CENTRO DE PRACTICAS PRODUCTIVAS

En el Centro de Prácticas Productivas de la Carrera en Planificación para el Desarrollo Agropecuario, se ha cultivado espinaca bajo un esquema de agricultura protegida; contando con un invernadero con sistemas de riego y sustratos especializados para esta labor desde marzo del 2005, obteniendo cosechas anuales constantes, por un sistema de producción escalonado que por ciclo se puede aprovechar de 3 a 6 meses constantes.

La espinaca ha sido un cultivo muy versátil el cual ha permitido experimentar con éxito diversos tipos de manejo, desde espacios reducidos de 1 m x 15 cm x 10 cm, hasta superficies de 10 m x 1m, con distintos sustratos como tezontle, fibra de coco durante todo el año.



Figura 1. Entrada a las instalaciones del centro de prácticas productivas de PDA.

Las tecnologías implementadas se deben a que los suelos de la FES Aragón, son muy delgados, jóvenes, altos en salinidad, lo cual; los denomina no aptos para la agricultura. Por consiguiente, la problemática del uso eficiente del agua, ya que es un recurso natural limitado se planteó la alternativa de un sistema de riego que ofrece: un uso eficiente del vital líquido, así como el sistema ideal para proveer de nutrición a nuestro cultivo.

Dando como resultado alternativas de producción para zonas agrícolas que presenten problemáticas por suelos deficientes, escasez del agua, espacios limitados, entre otros.

Debido a estos precedentes el Centro de Prácticas Productivas de la Carrera en Planificación para el Desarrollo Agropecuario desarrolla el presente manual.

3. COMPONENTES DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.1 Invernadero utilizado

El invernadero en donde se cultiva la espinaca es tipo túnel con ventila cenital, tiene un ancho de 6.6 m por 21 m de largo, lo que equivale a 158.4 m², está construido de perfil tubular de 2.0 pulgadas de diámetro calibre 14. El piso está recubierto con un plástico blanco, que evita el contacto directo con el suelo e impide el crecimiento de malezas, este material es conocido como malla piso. Las paredes laterales, están cubiertas por una malla permeable llamada malla antiafidos, la cubierta del invernadero es de plástico blanco con 15% de sombreado tratado contra rayos ultravioleta calibre 720, con vida útil de 2 años. Consta de dos camas de siembra levantadas del suelo a 1.0 m de altura, cada una es de 80 cm de ancho y 21.0 m de largo, que contienen 3 hileras de bolis de fibra de coco separadas cada 10 cm.

3.2 Sustratos.

3.2.1 Fibra de coco.

Es un sustrato orgánico hecho con la cáscara del coco. Al ser un subproducto que tradicionalmente no servía para nada, es barato. Es renovable, retiene gran cantidad de agua y se oxigena muy bien. Se utiliza mucho en instalaciones de goteo a solución perdida; para estas, mucha gente dice que es el mejor sustrato existente. (EASYPONIC, 2021)

En este caso la fibra de coco tiene un origen de “reutilización” de 3er ciclo, presentan una proporción 70:30, en las partículas que los constituyen la primera corresponde a fibra de coco en tiras y la segunda a polvo de fibra de coco. Como lo podemos observar en la figura 2 se presenta en forma de bolis o también llamados slabs, con medidas de 100X15X12 cm cada una. Este sustrato se utiliza actualmente en los invernaderos de alta tecnología por su gran capacidad de retención humedad y gran poder de aireación, dos propiedades físicas muy importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas



Figura 2. Espinacas sembradas en bolis de fibra de coco



Figura 3. Camas de espinaca con tezontle

3.2.2 Bancales de tezontle

El Tezontle rojo que utilizamos que es mostrado en la figura 3, presenta tres medidas, gruesa, media y fina, el tezontle tiene un origen volcánico y es uno de los sustratos más utilizados en los sistemas de producción sin suelo en el centro de México. Es un material que presenta alta heterogeneidad, Desde el punto de vista químico, el tezontle es un material considerado inerte, cuyo extracto de saturación tiene un pH próximo a la neutralidad, capacidad de intercambio catiónico (CIC) baja y generalmente libre de sustancias tóxicas. Respecto a estas propiedades químicas del tezontle, se reportan valores de pH, CE, CIC y contenido de materia orgánica de 7.1, 0.08 dS/m, 2.7 cmol/Kg y 0 %, respectivamente, que por sus excelentes características físicas y químicas, disponibilidad, fácil manejo y bajo costo de adquisición es un material muy popular en los medios de cultivo sin suelo (INTAGRI, 2021)

3.3 Sistema de riego.

Consta de un tinaco de 2500 litros, una bomba eléctrica de ½ HP, un filtro de disco de 1" (pulgada), una válvula de vacío de 1", tubería principal de PVC de 1", una válvula solenoide, un controlador automático, laterales de riego de 16 mm y cintas de goteo perforada con una separación de 10 cm y un gasto por gotero de 2 l/hr o por medio de sistema de riego localizado por microtúbulos, estos implementos se logran apreciar en la figuras 4,5,6,7 y 8.



Figura 4. Equipo de trabajo realizando mantenimiento al sistema de riego.



Figura 5. del sistema de Controladores riego



Figura 6. sistema de riego por microtubo en fibra de coco.



Figura 7. sistema de riego por cinta en fibra de coco



Figura 8. sistema de riego por cinta en tezontle

3.4 Sistema de cultivo.

3.4.1 En fibra de coco

Los bolis se colocan sobre el suelo, el cual este cubierto con malla piso blanca y cuenta con una película protectora de polipropileno agrícola que no permite el contacto del boli con la superficie de la malla piso.

Los bolis están dispuestos en 3 camas, de 20 m de largo, cada cama cuenta con 2 hileras de 20 bolis para hacer 40 boli por camas, entre hilera e hilera existe una separación de 30 cm, con pasillos centrales y laterales de 1metro, de tal manera de que el centro de una cama a la otra hay 1.6 m.

Los bolis presentan un arreglo tipo bancal ó jardinera, el cual se realiza formando un corte rectangular de 90 cm x13 cm en la cara principal del boli.

Por cada hilera de bolis se introduce la cinta de riego por goteo, de tal manera que esta se fije superficialmente permitiendo así asegurar el sistema de riego y su eficiencia.

En la figura 9 podemos apreciar el arreglo tipo bancal con bolis de fibra de coco en el cual trabaja un alumno de la carrera de PDA.



Figura 9 Alumno, sembrando en sustrato de fibra de coco

3.4.2 Bancales de tezontle

Otro de los sistemas a utilizar es por bancales llenos de tezontle, los cuales se encuentran distribuidos en una formación de 3 por invernadero con pasillos centrales y laterales de 1 m.

Características: son realizados de forma rustica, con materiales como block's de construcción, dispuestos a una altura de 40 cm, largo de 10 metros y ancho de 1 m, que cuentan con una película de malla piso en su interior que permite el acomodo del sustrato de forma que este no toque el suelo, pero permita su correcto drenaje.

El sistema de riego es colocado sobre el sustrato ya que los bancales han sido llenados del mismo, las cintas de riego serán 6 distribuidas de forma equidistante, las cuales presentan perforaciones cada 10cm.

Las ya mencionadas características las podremos apreciar mejor en la figura 10.



Figura 10. Alumnas trabajando en preparar bancal con sustrato de tezontle.

4. VARIEDADES DE ESPINACA UTILIZADAS

4.1 Super Green

Súper Green es una variedad de hoja verde oscuro muy atractivo. Cuenta con una superficie lisa con hoja tipo Oriental, combinada con una planta de hábito erecto. Súper Green es una variedad ideal para temporadas de calor seco y calor húmedo debido a su excelente color y su alta resistencia a mildiú foliar. Esta espinaca es muy productiva y sus rendimientos son consistentes. (SAKATA, 2016)

• Alto rendimiento de manojos

Súper Green es una variedad de hoja verde oscuro muy atractivo. Cuenta con una superficie lisa con hoja tipo oriental, combinada con una planta de hábito erecto. **Súper Green** es una variedad ideal para temporadas de calor seco y calor húmedo debido a su excelente color y su alta resistencia al mildiú foliar. Esta espinaca es muy productiva y sus rendimientos son consistentes.

Madurez relativa:
Intermedia 60 a 65 días desde la siembra directa.

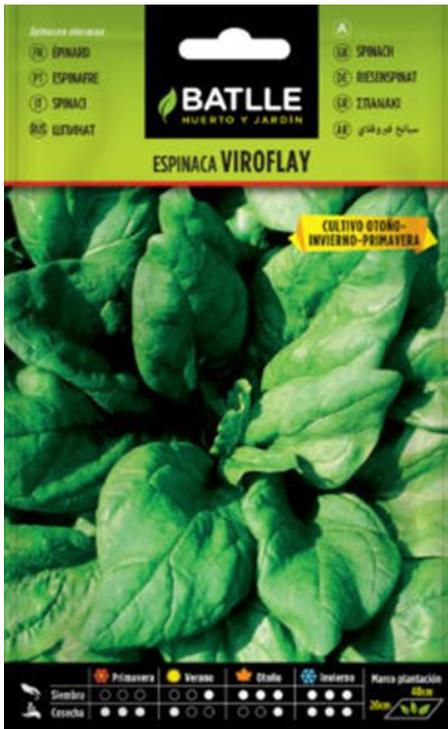
Color:
Verde oscuro, textura lisa.

Hábito de la planta:
Mediana.

Forma de la hoja:
Tipo asiática, muy uniforme.

Resistencia a enfermedades:
R: Pfs: Moho azul: 1, 7, 9, 11, 13

Figura 11. Ficha técnica espinaca Super Green (SAKATA, 2016)



4.2 Virofly

De hojas anchas color verde oscuro de forma aflechada. Muy apta para el transporte, siendo resistente a la amarillez.

Resiste bien la salinidad y agradece los aportes nitrogenados. Puede cultivarse todo el año, aunque el calor y los días largos del verano es el factor más limitante.

La mejor época de siembra es final de verano-principio de otoño. Cuando los días empiezan a acortar y las temperaturas van en descenso, de manera que será más difícil que se nos espigue a flor.

Tarda unos 10-12 días en germinar con el suelo a una temperatura de 3 grados

La principal plaga que afecta a la espinaca es el Mildiu (*Peronospora spinaceae*) que se caracteriza por unas manchas amarillas entre los nervios de las hojas y en el envés una capa grisácea. Se debe tratar con los productos adecuados (Diario de Siembra, 2021)

Figura 12. Ficha técnica espinaca Virofly (Batlle, 2021)

5. EL CULTIVO DE ESPINACA EN INVERNADERO

El cultivo de una especie vegetal implica una serie de prácticas de manejo que inician con la siembra como se muestra en la figura 13 y terminan con la cosecha del cultivo. Cada etapa de crecimiento de las plantas implica un manejo muy específico, los cuales se describen a continuación.



Figura 13. Alumno realizando labores previas a la siembra directa de espinaca, monitoreo de humedad

5.1 Siembra y cuidado de la plántula.

El cultivo de Espinaca se reproduce principalmente por semilla y siembra directa, teniendo distintos manejos a cielo abierto, donde principalmente la semilla se dispone al boleó, surcado con sembradora o a chorrillo.

Sin embargo, en el centro de prácticas productivas para asegurar una correcta disposición de la luz, ventilación, espacio, nutrición y distribución, la siembra se realizará de forma directa como lo podemos apreciar en la figura 14 y 15 donde podemos observar alumnos realizando la labor en disposición de pequeñas hileras a 5 cm de separación.



Figura 14. Siembra directa de espinaca en fibra de coco



Figura 15. Siembra directa de espinaca en bancales de tezontle.

5.1.1 Siembra y cuidados en bolis de fibra de coco

La localización de estos estará en 2 fila de bolis como se aprecia en la figura 16, en donde cada uno en su interior estarán dispuesta 2 hilera que se dispondrán paralelas a la cinta de riego, con una separación entre semilla y semilla de 5cm como vemos en la figura 17, la profundidad de siembra de cada semilla no será mayor a 1cm y serán cubiertas sin presión.



Figura 16. Revisión de la colocación del sistema de riego.



Figura 17. Siembra de espinaca de forma directa a 5 cm.

Se realizarán riegos manuales con regadera los primeros 7 días como se aprecia en la figura 18 en un horario entre las 9 y 10 de la mañana para así lograr mantener la superficie del boli bien hidratada lo cual facilitara la germinación de las semillas como se muestra en la figura 19.



Figura 18. Riegos manuales después de la siembra



Figura 19. Crecimiento de plántulas de espinaca en bolis de fibra de coco

Las semillas empezaran a germinar entre el día 4 y 7, si el caso fuera que existen áreas importantes sin germinado se puede realizar un replante, lo antes posible para así no afectar la uniformidad de crecimiento del cultivo.

A partir de la semana 2 de plantación se iniciará la nutrición por medio del sistema de riego.

5.1.2 Siembra y cuidados en bancales de tezontle.

Cuando el cultivo se realiza en los bancales de tezontle la siembra de igual forma será directa, en una técnica a chorrillo con separación entre planta y planta de 5 cm.

Previamente se realizará la preparación e hidratación de los bancales de tezontle, como lo podemos observar en la figura 20, para así lograr una perfecta hidratación del medio de cultivo posteriormente se realiza un rayado el cual consiste en realizar 6 rayas paralelas en el interior del bancal dispuestas de forma paralela a las cintas de riego.

Posteriormente a la preparación del bancal, colocación de la cinta de riego, hidratación del sustrato, rayado del mismo en una profundidad no mayor a 1cm, se colocarán las semillas con una separación de 5 cm en promedio, como lo podemos apreciar en la figura 21, las cuales serán cubiertas posteriormente sin presión, para no comprometer el éxito de la germinación.

Durante el proceso posterior a la siembra y previo a la germinación, se realizarán riegos manuales entre las 9 y 10 de la mañana para así mantener bien hidratada la superficie y asegurar el éxito de la germinación, de presentarse áreas con baja densidad poblacional se puede realizar un resembrado no dejando pasar más de 1 semana, para así lograr una uniformidad en el cultivo y reducir la competencia por recursos dentro del bancal en la figura 22 podemos apreciar como inicia el proceso de germinación de espinaca.



Figura 20. Preparación e hidratación de bancal de tezontle.



Figura 21. Siembra directa en tezontle



Figura 22 Proceso de germinación de espinaca.

5.2 Prácticas culturales.

Las labores culturales o también llamadas prácticas culturales son aquellas que se realizan después de la siembra o trasplante (después de la siembra, en caso de siembra directa en el campo) y antes de la cosecha, y tienen por objetivo favorecer el desarrollo, crecimiento y producción de las plantas cultivadas. En el caso de la espinaca se realizan diversas actividades, entre las que podemos destacar la poda de flores y hojas, el riego, nutrición, control fitosanitario (control de plagas y enfermedades) dentro de lo que cabe mencionar que se deben realizar procesos de deshierbe manual y limpieza dentro y fuera de las áreas de trabajo.

5.2.1 Poda de tallo floral.

Esta práctica se realiza para prolongar el tiempo de vida, la calidad de la producción y lograr prolongar el aprovechamiento de la cosecha. Esta labor se realiza cuando nos percatamos de que emerge del área central de la corona, de la planta un tallo el cual presenta flores de tamaño minúsculo, este tallo es retirado con tijeras de poda las cuales deben de ser previamente desinfectadas en una solución de cloro al 5%.

5.2.2 Poda de hojas.

La poda de hojas es una práctica muy común, se realiza principalmente para eliminar las hojas maduras, cloróticas que pudieran hospedar plagas y enfermedades, que además promueven la senescencia o envejecimiento de las plantas. Además de que esta práctica sirve para estimular la producción de hojas nuevas y para mantener un balance del estado vegetativo de la planta.

La poda de hojas se realiza con tijeras de podar previamente desinfectadas en una solución de cloro al 5%, la poda se realiza lo más cercano al tallo principal o corona de la planta. La actividad se hace por las mañanas para que las áreas cortadas pueden secarse y cicatrizar y evitar una infección de hongos o bacterias.

5.3 Riego y nutrición.

El riego consiste en aportar agua al sustrato, para que las plantas (hortalizas, pastos, hierbas, ornamentales, etc.) puedan crecer y/o desarrollarse. Ésta es una actividad necesaria tanto en la hidroponía, cultivos sin suelo, como en la agricultura tradicional y la jardinería (HIDROENVIRONMENT, 2021)

El riego se refiere a la aplicación de agua en las raíces de las plantas para reabastecer el gasto por el consumo de la planta y el filtrado del agua en el sustrato para evitar la concentración de sales y airear las raíces de la planta. La nutrición se refiere a la aplicación de nutrientes esenciales para el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas en el agua de riego.

La intensidad del riego y la frecuencia del mismo dependen de la etapa fenológica de la planta, que está relacionada con el crecimiento de las plantas, edad y de las condiciones ambientales. En las primeras etapas de desarrollo se aplican pocos riegos al día ya que el gasto de agua es muy pequeño, posteriormente cuando la planta comienza a desarrollarse y prosperar la frecuencia del riego y el gasto aumenta (Ver Cuadro No. 3 y 4) También es importante considerar las condiciones ambientales, por ejemplo, en las épocas de calor la temperatura y la radiación solar aumentan y por lo tanto el gasto de agua de riego debe ser mayor que en las épocas de bajas temperaturas y menor radiación solar, para realizar cálculos más exactos se lleva un estricto monitoreo de las necesidades de la planta por medio de monitoreos de la solución nutritiva de entrada, salida y dentro del boli como lo muestra la figura 22 y 23.



Figura 22. Monitoreo del riego y la nutrición.



Figura 23. Medición de conductividad y pH en solución nutritiva.

Cuadro No 3. Gasto de agua por planta por día de espinaca en bolis de fibra de coco

Etapa de crecimiento	No. De riegos por día	Intervalo entre riegos (horas)	Gasto de agua/día (ml)
Siembra	4	2	150 ml
Germinación	12	1	250
Inicio de la cosecha	12	1	300
Finalización del cultivo	12	1	450

Fuente: Elaboración propia con datos de las bitácoras de control.

Cuadro No. 4 Gasto de agua por planta por día de espinaca en bancales de tezontle en invernadero

Etapa de crecimiento	No. De riegos por día	Intervalo entre riegos (horas)	Gasto de agua/día (ml)
Sembrado	4	2	250 ml
Germinación	12	1	350
Inicio de la cosecha	12	1	500
Finalización del cultivo	12	1	500

Fuente: Elaboración propia con datos de las bitácoras de control.

Para elaborar una fórmula de nutrición para un cultivo es importante conocer la calidad del agua de riego, para ello es necesario contar con el equipo necesario que podemos observar en la figura 24 ya que es necesario el manejo de los nutrientes y sus fuentes (fertilizantes), las unidades de aplicación (meq/l, mmoles/l y ppm) y las características de las plantas a cultivar.



Figura 24. Instrumentos de medición para pH y conductividad eléctrica (CE) en soluciones nutritivas.

En sustratos orgánicos como la fibra de coco, se utilizan los 16 elementos nutritivos esenciales para las plantas, estos vienen en los fertilizantes químicos que se utilizan como fuentes, el cálculo de aplicación se hace en meq/l (miliequivalentes por litro) y con ello, se establecen las cantidades de fertilizantes a aplicar. Al realizar una formulación se toma en cuenta el pH y la CE del agua. El pH indica si la solución es ácida (pH menor a 7) o alcalina (mayor a 7), en las soluciones nutritivas se busca siempre tener un pH entre 6.0 y 6.5, esto se logra si fuera necesario con la aplicación de ácidos como el nítrico y el fosfórico. La CE indica la concentración de sales presentes en el agua de riego y en la solución nutritiva, como lo podemos apreciar en el cuadro no 3 y 4. La espinaca es un cultivo que no ha presentado sensibilidad a la salinidad, del agua de riego de la FES Aragón que presenta un valor de CE 1.5 mS/cm.

La preparación del concentrado de fertilizantes se realiza en recipientes individuales con un aproximado de 15 litros de agua, los cuales son agitados hasta lograr la homogenización de la disolución.

Posteriormente se dispondrá un tanque de agua que tiene que estar a $\frac{3}{4}$ de su capacidad, de llenado con agua. La forma ideal de la preparación de la nutrición es iniciar vertiendo los ácidos (nítrico y fosfórico) que ayudan a la regulación del pH y neutralización de bicarbonatos de la solución nutritiva.

Cuadro No. 3 Fertilización de espinaca en bolis de fibra de coco.

Fuente fertilizante	Cantidad para 2500 litros de agua
Ácido nítrico	800 ml
Ácido fosfórico	180 ml
Nitrato de potasio	700 g
Complejo de microelementos	40 g

Fuente: elaboración propia con datos del cultivo

Cuadro No. 4 Fertilización de espinaca en bancales tezontle.

Fuente fertilizante	Cantidad para 2500 litros de agua
Ácido nítrico	800 ml
Ácido fosfórico	180 ml
Nitrato de potasio	700 g
Nitrato de calcio	1200 g
Complejo de microelementos	40 g

Fuente: elaboración propia con datos del cultivo

Posteriormente el nitrato de potasio y por último el complejo de microelementos, cabe mencionar que la disposición del orden de los fertilizantes es de suma importancia, ya que estos se verterán en el orden del menos soluble al más soluble. posteriormente el tinaco se afora hasta llenarlo. Esta actividad se realiza cada vez que se vacía el tinaco y de aquí hasta una semana antes de la finalización de la cosecha.

5.4 Control fitosanitario

El control fitosanitario consiste en prevenir y controlar las plagas y enfermedades que puedan presentarse en el cultivo. Para ello se requiere mantener limpio el lugar del cultivo, realizar las diferentes prácticas de cultivo con las manos limpias y/o utilizando guantes, mantener siempre bien cerradas las instalaciones y colocar cloro al 5% sobre el tapete sanitario. Se utilizan también trampas pegajosas para monitorear y controlar las diferentes plagas de insectos que puedan atacar al cultivo. (véase la figura 27).

Es conveniente también, realizar aplicaciones foliares de fungicidas e insecticidas a través del ciclo de cultivo. De preferencia productos de origen orgánico, como lo muestran las figuras 25 y 26, sólo cuando sea necesario y como último recurso los productos químicos. Las aspersiones deben realizarse cada vez que se detecte en el monitoreo algún problema por plaga o enfermedad, en la mañana o en la tarde, evitando las horas de mayor insolación para estresar lo menos posible a la planta y tener un mayor impacto en las posibles plagas y enfermedades que puedan presentarse.



Figura 25. Fungicida a base hongo beneficios



Figura 26. Surfactante para homogeneizar la solución de agua para aplicación de agroquímicos



Figura 27. Trampa pegajosa para insectos

El cultivo de espinaca bajo cubierta representa grandes ventajas ya que al presentar una barrera física como lo son las mallas antiafidos, plásticos de invernadero y mallas piso la incidencia de estas amenazas se ha visto reducida incluso al 100%.

6. COSECHA Y RENDIMIENTO.

La cosecha inicia de los 41 a los 43 días después de la siembra directa, siendo esta de forma manual, esta se realiza llevando a cabo una poda de las hojas lo suficientemente grandes como se muestran en las figuras 28 y 29, que presenten un color verde intenso uniforme, esta poda favorece el aprovechamiento de la planta ya que brotarán nuevas y más hojas las cuales se podrán seguir cosechando 4 inclusive 6 meses, continuos, algo que potencializa el valor del cultivo.



Figura 28. Espinaca en etapa productiva, sustrato fibra de coco.



Figura 29. Espinaca en etapa productiva, sustrato tezontle.

El aprovechamiento en el centro de Prácticas Productivas, es bajo este esquema de cosecha de hojas, el cual muestra rendimientos importantes, que se pueden realizar en espacios reducidos como lo muestra el Cuadro No. 5, que dependiendo del manejo y del periodo de cosecha se pueden obtener muy buenos rendimientos por m²

Cuadro No.5 Rendimiento de hojas de espinaca

Ciclo de cosecha	Total de días de cosecha	Rendimiento en manojos de 100 g	Rendimiento Kg	M ² utilizados	Rendimiento/M ²
4 abril al 10 julio. 2016	97	427	42.7	10	4.27 kg
25 julio de 2017 a dic. 2017	147	1,104	110.4	20	5.5 kg
19 marzo al 13 junio 2019	94	1,392	139.2	20	6.96
26 Agosto al 5 dic. 2019	107	1, 902	190.2	20	9.51

Fuente: Elaboración propia con datos de la bitácora de producción y control.

Bajo el esquema de cosecha de plantas completas en el sistema tradicional y a cielo abierto, qué es el más utilizado en México, proponemos la cosecha manual tipo poda como la muestra la figura 30 y 31, que, aunque es laboriosa, mejora los rendimientos que se obtienen y reduce los costos en gastos por semilla, los tiempos para la cosecha ya que al podar la cosecha se vuelve constante, se diversifica el producto ya que se puede cosechar la espinaca madura o tipo baby.



Figura 30. Cosecha de espinaca de forma manual mediante podas de hojas maduras.



Figura 31. Cosecha de espinacas por medio de poda.

Las espinacas que se producen dentro del centro de prácticas bajo el esquema de agricultura protegida presentan múltiples beneficios ya que cuentan con un tamaño grande, coloración uniforme, como lo muestra la figura 32 y 33, la consistencia de la hoja es crujiente, pero de fácil

masticado, paladeable y con el sabor característico, una particularidad que las identifica es su alta vida de anaquel, ya que en refrigeración pueden conservarse en un promedio de 4 a 5 semanas.



Figura 32. Espinacas producidas en fibra de coco



Figura 33. Espinacas producidas en tezontle.

BIBLIOGRAFIA

BATLE. (Marzo 2021). BATLE, Huerto y Jardín . Obtenido de <https://semillasbatlle.com/productosbatlle/semillas/semillas-hortícolas/espínaca-viroflay/>

Diario de siembra. (Febrero 2021). Diario de siembra. Obtenido de <https://diariodesiembra.com/2016/03/28/espínaca-viroflay/>

EASYPONIC. (Febrero 2021). EASYPONIC. Obtenido de <http://easyponic.com/cultivar-en-fibra-de-coco-es-hidroponia/>

HIDROENVIRONMENT. (FEBRERO 2021). HIDROENVIRONMENT. Obtenido de https://www.hidroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=112

INEGI. (Febrero de 2021). Obtenido de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/380/702825117924/702825117924_18.pdf

INTAGRI. (Enero 2021). Horticultura protegida. Obtenido de "El Tezontle como Sustrato para la Producción Hortícola": <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/el-tezontle-como-sustrato-para-la-produccion-horticola>

LAMSA. (Febrero 2015). LAMSA. Obtenido de <http://www.lamsa.com.mx/node/1715>

SAKATA. (Agosto 2016). Obtenido de <https://www.sakata.com.mx/semillas/espínaca/32-oriental/84-super-green.html#notas>
<https://www.sakata.com.mx/semillas/espínaca/32-oriental/84-super-green.html#notas>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (15 de 02 de 2021). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Obtenido de Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/mitos-y-realidades-de-la-espina>

SIAP. (2021). Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de SIAP: <https://www.gob.mx/siap/articulos/somos-noveno-productor-de-hortalizas-a-nivel-mundial>
<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>