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 LECHUGA BAJO 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 PAPIME” Clave: PE202520

Marzo de 2021

INDICE

	Página
1. Importancia del cultivo de lechuga *(Lactuca sativa, L.)*	3
1.1 Importancia económica	3
2. El cultivo de lechugas en el Centro de Prácticas Productivas	5
3. Componentes del sistema de producción	5
3.1 Invernadero	5
3.2 Medio de cultivo	6
3.2.1 Tezontle	6
3.2.2 Bolis de fibra de coco	6
3.2.3 Balsa flotante	7
4. Variedades de lechuga utilizadas	9
4.1 Lechuga Ruby Sky	9
4.2 Lechuga Cuervo	9
4.3 Lechuga Starfighter	9
5. El cultivo de lechugas bajo invernadero	10
5.1 Siembra	10
5.2 Trasplante	12
5.3 Riego y nutrición	13
5.4 Control fitosanitario	17
6. Cosecha y rendimiento	17
BIBLIOGRAFIA	18

1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa, L*.)

La lechuga (*Lactuca sativa, L.)* es una herbácea anual que se cultiva en casi todas las regiones templadas del mundo y se comercializa según el tipo: romana, acogollada o arrepollada y de hojas sueltas. Su nombre de lactuca, proviene del latín laco o lactis que significa lácteo o leche, dado que de sus hojas se desprende un líquido blanco viscoso cuando se corta. La palabra sativa es un adjetivo del latín que se refiere a su carácter de ser una especie que se cultiva. En 1753 Carlos Linneo la clasificó y desde entonces sigue vigente. Actualmente hay 578 especies de lechuga descritas que abarcan cerca de 20 mil variedades, de las cuales se cultivan comercialmente muy pocas. De estas especies hoy día solo 113 están aceptadas botánicamente.

El origen de la lechuga no está muy bien definido. De acuerdo a los estudios realizados se afirma que procede de la India, mientras que otros consideran que es de las regiones templadas de Eurasia o América del Norte. A partir de la especie de Lactuca serriola, el cultivo de lechuga comenzó hace aproximadamente 2,500 años. Era una planta muy común entre los persas, griegos y romanos.

La lechuga es una planta herbácea del grupo de las hortalizas de hoja que se consume en fresco generalmente en ensaladas y es muy apreciada por los consumidores por su alto contenido de agua y bajo contenido energético. Se cultiva principalmente a cielo abierto y sólo en los últimos años ha empezado a cultivarse en ambientes protegidos bajo invernadero, utilizando el sistema de balsas flotantes, sistema NFT (nutrient filme tecnique o técnica de la película nutritiva) y sustratos como el tezontle y la fibra de coco.

La lechuga es un cultivo de clima templado, sin embargo, se adapta muy bien a climas cálidos, el rango de su temperatura para su desarrollo oscila entre 13 a 25 °C, siendo la óptima entre 16 y 22 °C. Requiere una alta intensidad luminosa y días largos para su desarrollo y crecimiento.

1.1 Importancia económica

Los países productores de lechuga son: China, Estados Unidos de Norteamérica, India, España, Italia, Japón, Irán, Turquía, México y Alemania, considerando la cantidad de producida, de acuerdo a datos de FAOSTAT, 2020, lo cual se observa en el cuadro 1.

Cuadro 1. Principales países productores de lechuga por su volumen de producción

Países	Volumen de producción (Ton)
China	15,541,717
Estados Unidos de Norteamérica	3,677,323
India	1,222,571
España	934,670
Italia	768,055
Japón	578,829
Irán	525,483
Turquía	487,543
México	486,440
Alemania	350,445

Fuente: FAOSTAT, 2018

Desde 1999 a 2012 se ha incrementado la producción de lechuga en el mundo de manera general, tanto en volumen como en superficie cosechada, lo que se puede explicar por la demanda en aumento de este producto. En 2013, decae ligeramente y en 2016 empieza a elevarse la producción hasta 2018 que se mantiene más o menos constante superior a 27 millones de toneladas (FAOSTAT, 2020).

En cuanto a la producción de lechuga en México, de acuerdo a datos del SIAP, 2020, los principales estados productores son: Guanajuato, Zacatecas, Puebla, Aguascalientes, Querétaro, Baja California, Michoacán, Sonora, México y Tlaxcala. Lo cual se menciona en el siguiente cuadro 4.

Cuadro 2. Principales Estados de México que son productores de lechuga (Toneladas).

Estado	Cantidad cosechada (Ton)
Guanajuato	142,870
Zacatecas	87,415
Puebla	67,674
Aguascalientes	54,206
Querétaro	26,547
Baja california	24,713
Michoacán	15,536
Sonora	14,157
México	13,833
Tlaxcala	11,786

Fuente. SIAP, 2018

En relación a la superficie cosechada de lechuga, se tienen los siguientes estados: Guanajuato, Zacatecas, Puebla, Aguascalientes, Baja California, Estado de México, Querétaro, Michoacán, Sonora y Tlaxcala, lo cual se observa en el cuadro 3, elaborado con datos del SIAP, 2020.

Cuadro 3. Superficie cosechada por estado (Hectáreas).

Estado	Superficie Cosechada
Guanajuato	6,731
Zacatecas	3,514
Puebla	3,130
Aguascalientes	1,354
Querétaro	842
Baja california	1,220
Michoacán	579
Sonora	489
México	920
Tlaxcala	427

Fuente: SIAP, 2018

A partir de los datos observados en los cuadros 2 y 3, los estados de Guanajuato, Zacatecas y Puebla son los principales productores de lechuga en México en cuando volumen de producción y superficie cosechada. En rendimientos obtienen entre 20 y 25 toneladas por ha., mientras que otros estados como Aguascalientes, San Luis Potosí y Durango tienen rendimientos superiores a 30 toneladas por hectárea, destacando Aguascalientes que alcanza 40 toneladas.

2. EL CULTIVO DE LECHUGAS EN EL CENTRO DE PRÁCTICAS PRODUCTIVAS

En el Centro de Prácticas Productivas de la Carrera en Planificación para el Desarrollo Agropecuario, se ha cultivado lechuga en invernadero desde agosto del 2008, obteniendo una cosecha por año utilizando bolsas de tezontle. Se utilizó este medio de cultivo, debido a que en los terrenos de la FES Aragón, el suelo es muy delgado y además con bastante salinidad, por lo cual, el suelo no es el medio más adecuado para producir de una forma correcta. La lechuga cultivada en tezontle mostró buenos resultados, plantas sanas de buena calidad, así como una presencia mínima de plagas y enfermedades. Sin embargo, el gasto de agua de agua de riego es muy alto, ya que las partículas del tezontle no retienen mucha humedad, ante ello, se ha planteó la conveniencia de buscar nuevas alternativas de manejo de sustratos como los bolis de fibra de coco que presentan una mayor retención de humedad y hacen un uso más eficiente del agua de riego y los fertilizantes, así como la utilización de balsas flotantes.

Este último sistema de producción en balsas flotantes, es el que actualmente se está utilizando de manera predominante en el Centro de Prácticas Productivas de la Lic. En Planificación para el Desarrollo Agropecuario de la FES Aragón, ya que el ahorro de agua es muy considerable en relación al cultivo en fibra de coco y mucho más que el cultivo en tezontle, además de que también se tiene un ahorro muy importante en los fertilizantes y la solución nutritiva se puede utilizar hasta dos ciclos de producción únicamente monitoreando adecuadamente el pH y la CE (conductividad eléctrica) de dicha solución.

3. COMPONENTES DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.1 Invernadero.

Los invernaderos donde se cultiva la lechuga son tipo túnel con ventila cenital o bien únicamente tipo túnel, el invernadero tipo túnel con ventila cenita, se caracteriza por una apertura en la parte alta del invernadero sólo recubierta con malla antiáfido y el objetivo de esta ventana es ayudar a eliminar el aíre caliente que se eleva dentro del mismo. A diferencia del invernadero tipo túnel, esta no cuenta con dicha ventila cenital y la ventilación sólo se logra por las paredes laterales cubiertas por mallas antiáfidos (Figuras 1 y 2).

Los invernaderos tienen 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 (Figura 1). El piso está recubierto con un plástico blanco, que evita el contacto directo con el suelo e impide el crecimiento de malezas, éste material es conocido como malla piso. Las paredes laterales, están cubiertas por una malla permeable llamada malla antiáfidos, la cubierta del invernadero es de plástico blanco con 15% de sombrado tratado contra rayos ultravioleta calibre 720, con vida útil de 2 años.

Figura 1. Invernadero tipo túnel con ventila cenital

Figura 2. Invernadero tipo túnel

3.2 Medio de cultivo

3.2.1 Tezontle.

Este es un sustrato mineral de color rojo o negro inerte de tamaño fino (menor a 0.5 mm de diámetro). Se puede utilizar en bolsas de plástico negro calibre 400 o en bancales de 1 metro de ancho por 30 cm de alto. Es un material muy fácil de manejar y con una buena desinfección y manejo puede durar varios años. La desventaja más grande que tiene este sustrato es el gasto excesivo de agua para mantener en buen nivel la humedad de las raíces de la lechuga.

Figura 3. Lechugas en bolsas de tezontle

Figura 4. Lechugas en bancales de tezontle

3.2.2 Bolis de fibra de coco

Se utiliza la fibra de coco a una proporción 70:30, la primera corresponde a fibra de coco en tiras y la segunda a polvo de fibra de coco (Figura 2). Se presenta en forma de bolis o también llamados slabs, con medidas de 100x15Xx12 cm cada una. Este sustrato se utiliza actualmente en los invernaderos de alta tecnología por su gran capacidad de retención de humedad y gran poder de aireación, dos propiedades físicas muy importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas.

Figura 5. Bolis de fibra de coco con plántulas de lechuga

Figura 6. Lechuga en bolis de fibra de coco lista para cosechar

El cultivo de lechugas en fibra de coco es muy sencillo y en comparación con el tezontle el ahorro de agua y fertilizantes es muy alto, y las plantas se desarrollan más rápido. Las desventajas de utilizar este tipo de material es su rápida degradación, puede utilizarse hasta por 2 años, ya que la fibra de coco se empieza a descomponer y sus propiedades de absorción de agua disminuyen y también por ser un material de origen orgánico, con el tiempo los nutrientes empiezan a ser retenidos por las partículas de la fibra de coco.

3.2.3 Balsa flotante

Es uno de los sistemas de cultivo que más se ha utilizado en los últimos 6 años en el Centro de Prácticas Productivas de la Lic. En Planificación para el Desarrollo Agropecuario de la FES Aragón, ya que es un sistema que ahorra una gran cantidad de agua y fertilizantes y cuya solución nutritiva puede reutilizarse por 2 ciclos de cultivo, con la condición de que se debe estar monitoreando continuamente el pH, la CE (conductividad eléctrica) y la oxigenación. El sistema de balsa que se tiene en el Centro de Prácticas es de 1.0 m de ancho por 21 m de largo y 30 cm de alto, con un alto neto de 26 cm ya que se utilizan placas de unicel para colocar las plantas.

Figura 7. Balsa flotante con placas de unicel

Figura 8. Lechugas en crecimiento en la balsa flotante

La balsa está construida por una estructura de malla de acero inoxidable recubierta por una geomembrana de color negro calibre 1000 (se refiera al grosor de la geomembrana en galgas), esta balsa se rellena de agua y para darle soporte a las plantas se utilizan placas de unicel de 100x50 cm donde se realizarán las aperturas para la colocación de las plántulas de lechuga. También pueden

utilizarse placas de unicel de 200x50 cm, sin embargo, estos últimos son más difíciles de manipular y pueden romperse fácilmente.

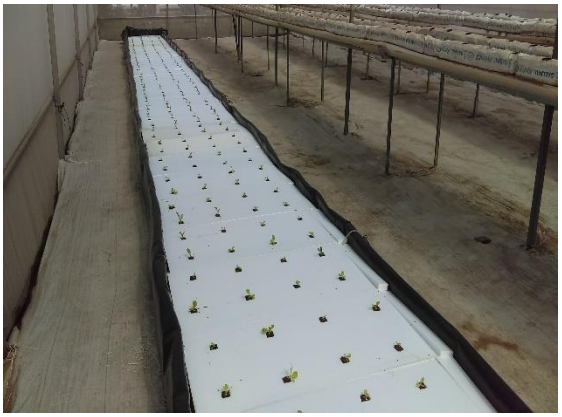

Figura 9. Balsa con placas de unicel de 100x50 cm

Figura 10. Balsa con placas de unicel de 200X50 cm

En este sistema de producción es muy importante considerar la buena oxigenación de la solución nutritiva para lo cual puede utilizarse bombas de acuario o bombas de agua de efecto cascada (Figura 7 y 12) para hacer recircular el agua e introducir oxígeno al medio acuoso.

Figura 11. Llenado de balsa y bombas de acuario

Figura12. Bombas de agua de efecto cascada

La oxigenación se debe de estar monitoreando continuamente para evitar daños a las raíces y que estos puedan crecer favorablemente para realizar la absorción de agua y nutrientes. Para ello es importante contar con un oxímetro que es un aparato que mide los niveles de oxígeno en el agua y expresa los resultados en ppm de O_2 o en porcentaje de del mismo. Lo más común es medir en ppm de O_2 y este no debe de bajar de 7 ppm. Generalmente cuando se repone el agua que las plantas están consumiendo tiende a aumentar rápidamente los niveles de oxigenación ya que se repone con agua limpia y y también con efecto cascada (Figura 11). Este sistema de balsa flotante es la técnica considerada como hidroponia pura, ya que los cultivos se encuentran sumergidos en agua.

Figura 13. Medición de los niveles de O_2 en el agua

Figura 14. Raíces sanas de lechuga con una excelente oxigenación.

4. VARIEDADE DE LECHUGA UTILIZADAS

El factor más importante para decidir que variedad utilizar, lo tiene el mercado, ya que dependiendo de los hábitos de consumo de la población a donde será dirigida la producción, se elegirá la variedad adecuada. Por otra parte, también es importante recopilar y analizar la información de las variedades que se adapten al clima y a las condiciones de manejo a utilizar.

Como agricultor también es importante considerar aspectos como el tamaño promedio de la planta, color, el sabor, velocidad de crecimiento, resistencia a enfermedades y plagas y a la facilidad para realizar las labores de cultivo y cosecha.

En el Centro de Practicas se han utilizado las tres variedades de lechuga: “Ruby Sky”, “Cuervo” y “Starfighter”, la primera variedad es tipo sangría y de color rojo y las dos últimas son de color verde.

4.1 Lechuga “Ruby Sky”

Lechuga tipo italiana, de color rojo, presenta una gran adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas, se puede producir todo el año. Excelente tolerancia al espigado y a tip burn (quemadura de punta) (www.rijkzwaan.mx, s/a).

4.2 Lechuga “Cuervo”

Lechuga tipo francesa, que puede sembrarse durante todo el año, de sabor suave y dulce, de color verde claro y con una amplia resistencia a enfermedades.

4.3. Lechuga “Starfighter”

Variedad de lechuga Batavia (tipo italiana), de color verde, con un comportamiento muy estable a lo largo del año. Gran adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas. Buena tolerancia en contra de tip burn interno (quemadura de punta) y al espigado (www.rijkzwaan.mx, s/a.)

Figura 15. Lechuga Ruby Sky

Figura 16. Lechuga Cuervo

Figura 17. Lechuga Starfighter

5. EL CULTIVO DE LECHUGAS BAJO INVERNADERO.

El manejo del cultivo de cualquier especie vegetal implica el conocimiento de su biología, sus hábitos de crecimiento y su relación con los factores del medio físico-ambiental. Inicia desde la siembra y culmina con la cosecha y la recolección de los frutos o partes vegetativas de interés económico y alimenticio. En el caso de las lechugas, la parte comestible son las hojas, de tal manera que el cultivo debe de propiciar y buen tamaño y desarrollo de las hojas para poder ser comercializadas.

5.1 Siembra

Una vez definida la variedad de lechuga a cultivar, la primera práctica de cultivo es la siembra de las semillas en un lugar acondicionado para ello. En el caso del Centro de Prácticas Productivas de la Lic. En Planificación para el Desarrollo Agropecuario de la FES Aragón, se utiliza como medio de

germinación el foami agrícola, que no es más que una espuma fenólica ideal para la germinación de varios tipos de especies vegetales, ya que retiene muy buena cantidad de humedad y propicia una excelente aireación de la zona de raíces. Generalmente se utilizan bloques (placas o charolas) de 100 cubos de foami agrícola de 3x3x5 cm, cada cubo viene generalmente con una cavidad al centro para depositar la semilla, existen algunas presentaciones que no la traen, pero estas se pueden realizar rápidamente con una punta pequeña como un lápiz u una pluma para escribir. Las placas de foami agrícola se colocan en un recipiente impermeable para que cuando se haga algún riego, el agua que debajo del foami agrícola y esta pueda ir absorbiendo el agua de acuerdo a la demanda del cultivo y las condiciones climáticas.

Figura 18. Presentación del foami agrícola

Figura 19. Siembra de semillas de lechuga en el foami agrícola

Generalmente las semillas de las variedades de lechuga vienen en una presentación peletizada, que no es más que un recubrimiento de la semilla con arcilla y otros materiales inertes que permiten un tamaño más uniforme de dichas semillas y más fáciles de manejar para su siembra. Entonces el proceso de siembra consiste únicamente en ir depositando una semilla de lechuga en cada cavidad sin tapar, posteriormente se hace un riego con una regadera manual y se colocan dentro del invernadero a media sombra, después de 3 a 4 días las lechugas comienzan a germinar.

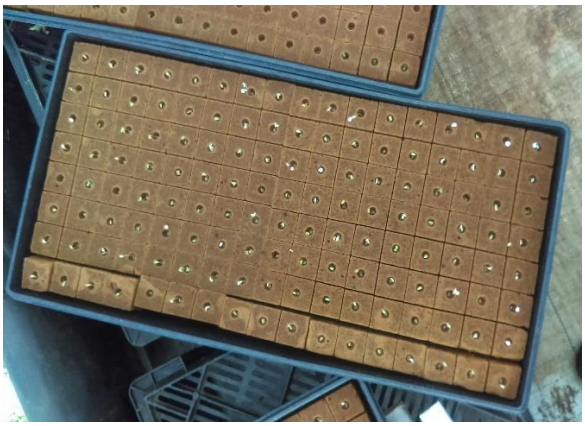

Figura 20. Semillas de lechuga germinando

Figura 21. Plántulas de lechuga listas para el trasplante

Una vez que las semillas germinan y se desarrollan hasta llegar al tamaño adecuado para ser trasplantadas (figuras 20 y 21) se mantiene la humedad constante en la charola de foami agrícola y se riega con la solución nutritiva modificada de Steiner (más adelante se explica la obtención de esta

solución nutritiva) cada 4 o 5 días. Las plántulas están listas para ser trasplantadas a los 25 a 30 días después de la siembra y deben de contar con por lo menos 3 hojas verdaderas y un buen desarrollo de raíces. Algunas veces, cuando se siembran en periodos de invierno, el desarrollo óptimo de las plántulas se alcanza a los 35 a 40 días después de la siembra.

5.2 Trasplante

Esta actividad consiste en llevar las plántulas de lechugas de las charolas de foami agrícola al lugar definitivo de crecimiento, que pueden ser las bolsas o bancales de tezontle o bien, las balsas flotantes. En caso de realizarlo en bolsas o bancales de tezontle, este sustrato debe estar humedecido para recibir a las plántulas con el foami agrícola completo, entonces la apertura de la cavidad en el tezontle, que generalmente se hace con un mango de escoba a una profundidad de 5 cm que es lo que tiene de alto el foami agrícola y las plántulas se colocan en hileras a una separación entre ellas de 25 a 30 cm para que crezcan adecuadamente.

Figura 22. Plantula de lechuga en foami agrícola l

Figura 23. Trasplante de lechugas en bancales de tezontle

Si el trasplante se realiza en bolis de fibra de coco, no es necesario hacer la cavidad con el mango de una escoba, ya que la fibra de coco es muy suave y únicamente con la presión de los dedos de las manos se hace la cavidad donde se aloja en foami con la plantula de lechuga. Tambien este sustrato tiene que estar previamente humedecido y el trasplante se hace también cada 25 a 20 cm entre plantas.

Figura 24. Trasplante de lechugas en bolis de fibra de coco

Figura 25. Lechugas una semana después del trasplante.

El procedimiento de trasplante cambia un poco cuando se realiza en balsas flotantes, ya que primero se deben de perforar las placas de unicel a la distancia deseada entre plantas, que generalmente se hace cada 25 cm y además con las dimensiones de ancho y largo del foami agrícola (4x4 cm), una vez que se tienen todas las placas de unicel perforadas, se llena la balsa de agua y enseguida se colocan encima del nivel del agua dichas placas.

Figura 26. Recorte de placa de unicel

Figura 27. Vista general de los recortes en la placade unicel

Cuando todas las placas de unicel se han colocado en la balsa y tambien ya se tiene funcionando el sistema de oxigenación se procede al trasplante y este consiste en ir colocando en cada cavidad de la placa de unicel cortada el foami agrícola con la plantula de lechuga, y entonces las raices de esta quedan sumergidas en el agua. Es importante que las cavidades de las placas de unicel coincidan excatamente con el ancho del cubo de foami para evitar que este se hunda en el agua.

Figuras 28 y 29 Trasplante de lechugas en balsas flotantes con placas de unicel (primero nuevas y luego de reuso)

5.3 Riego y nutrición.

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.

En las bolsas de tezontle y los bolis de fibra de coco, la intensidad del riego y la frecuencia del mismo dependen del estado de crecimiento de las plantas y de las condiciones ambientales. En las primeras etapas de desarrollo se aplican pocos riegos al día y el gasto de agua es muy pequeño, posteriormente cuando la planta comienza a desarrollarse más rápidamente, los riegos y el gasto de agua aumentan. Por otra parte, en periodos del año de clima frio (noviembre a marzo) el gasto de agua es más bajo que en los meses más cálidos (abril a octubre). La cantidad de agua a aplicar también se ve influenciada por el tipo de sustrato, en el tezontle se gasta más agua que en los bolis de fibra de coco, ya que la capacidad de retención de humedad en el tezontle es más baja que en la fibra de coco

Cuadro No. 4. Gasto de agua promedio de lechuga por periodo de crecimiento en tezontle y fibra de coco

Etapa de crecimiento	No. De riegos por día	Intervalo entre riegos (horas)	Gasto de agua/planta/día Tezontle (ml)	Gasto de Agua/planta/día Fibra de coco (ml)
Trasplante a 20 días después.	4	2	250	200
Crecimiento (20 días)	12	1	350	250
Crecimiento a cosecha (20 días)	*12*	*1*	*500*	*400*

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, el manejo de los nutrientes y sus fuentes (fertilizantes), las unidades de aplicación (me/l, mmol/l y ppm) y las características de las plantas a cultivar.

En sustratos como el tezontle y 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 ser hace en me/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, así como el análisis químico del agua. El pH indica si la solución es acida (pH menor a 7) o alcalina (mayor a 7), en las soluciones nutritivas se busca siempre tener a pH entre 6.0 y 6.5, esto se logra si fuera necesario con la aplicación de ácidos como el nítrico y el fosfórico, si el agua de riego presenta altos niveles de bicarbonatos. La CE (conductividad eléctrica) indica la concentración de sales presentes en el agua de riego y en la solución nutritiva, la lechuga es un cultivo intolerante a la salinidad, el ideal a trabajar en soluciones nutritivas con CE de 1.5 a 2.0 mS/cm (microsiemens/cm), sin embargo, el agua de riego de la FES Aragón es muy salina (1.5 mS) y es muy difícil el manejo de la solución nutritiva, por lo cual se debe de buscar no llevar la CE a más de 2.5 mS/cm . El análisis químico del agua nos indica que nutrientes aporta el agua de riego, además de indicar la presencia de bicarbonatos y sales nocivas como el sodio, con esta información se procede a calcular la solución nutritiva ideal para el cultivo y se extrapola a la cantidad de agua a preparar, en el Centro de Prácticas Productivas se utilizan tinacos de 2500 litros, por lo cual las soluciones nutritivas debe de hacerse para esta cantidad de agua (Cuadro No. 5).

Cuadro No. 5. Formula de fertilización para lechugas en tezontle y bolis de fibra de coco para 2500 litros de agua

Fertilizante	Fórmula	Cantidad para 2500 l
Sulfato de potasio (3)	K_2SO_4	298 g
Nitrato de potasio (4)	KNO_3	1,222 g
Sulfato de magnesio (5)	$MgSO_4$	425 g
Nitrato de calcio (6)	$Ca(NO_3)_2$	1,340g
Complejo de micros (7)	MICROS	62.5 g
Ácido nítrico (1)	HNO_3	700 ml
Ácido fosfórico (2)	H_3PO_4	180 ml

Fuente: Elaboración propia con datos de las bitacoras de control

Los fertilizantes se diluyen en agua en recipientes separados, enseguida se aplican al tinaco de agua que tiene que estar a ¾ de su capacidad, iniciando con los ácidos (nítrico y fosfórico), posteriormente el sulfato de potasio y por último el complejo de microelementos (en el Cuadro No. 5 se tiene el orden de aplicación), 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. Primero se aplican los ácidos para bajar el pH de la solución y neutralizar la presencia de los bicarbonatos, enseguida los fertilizantes, de los menos solubles a los más solubles. La aplicación de fertilizantes generalmente inicia después de 3 días de realizado el trasplante una vez que las plántulas se han aclimatado a su nuevo medio de cultivo.

Cuando se cultivan lechugas en balsas flotantes, el riego y la nutricion se manejan de forma diferente al cultivo en tezontle y fibra de coco. Para empezar las raices siempre se encuentran sumergidas en agua, por lo cual si el pH, la CE, la temperatura del agua y la oxigenación se encuentran en los niveles adecuados, no se debe de tener ningun problema para que las plantas absorban agua y nutrientes. Después del trasplante se inicia inmediatamente la fertilización realizando el cálculo inicial de fertilización igual que en el caso de cultivo en tezontle y fibra de coco, se calcula la cantidad de fertilizantes en base a la calidad del agua de riego y una conductividad no mayor a 2.5 mS/cm y se extrapola al volumen de agua de la balsa flotante, posteriormente los fertilizantes se diluyen en el mismo orden de aplicación que en el caso de cultivo en tezontle y fibra de coco (ver Cuadro No. 6) en recipientes separados y se aplican al centro de la balsa flotante, esto con la finalidad de que los fertilizantes se distribuyan correctamente a lo largo de ambas direcciones de la balsa.

Posteriormente, en la balsa flotante se debe de llevar un control del gasto de agua, esta actividad debe de hacerse por lo menos después de los primeros 10 días después de trasplante, y de ahí dependiendo del deesarrollo del cultivo cada 5 a 7 días para checar también parametros como pH, CE y oxigenación (ver Cuadro No. 7). Lo que se hace es reponer el agua perdida y mantener el pH, la CE y el O_2en los niveles adecuados. Para calcular el volumen de agua gastado, se parte de un volumen inicial conocido en base al volumen de la balsa y posteriormente se mide la altura del agua en la misma y por diferencia se obtiene el volumen final al momento de realizar la medición.

Cuadro No. 6. Formula de fertilización inicial de lechuga para una balsa flotante de 4,631 litros

FERTILIZANTES PARA 4,631 LITROS	
Ácido nítrico al 60% (1)	1246 ml
Ácido fosfórico al 85% (2)	324 ml
KNO_3 (3)	3,100 g
$Ca(NO3)_2$ (4)	531 g
$MgSO_4$ (5)	720 g
Complejo de microelementos (6)	112 g

Fuente: Elaboración propia con datos de la bitacora de control

Cuadro No. 7. Gasto de agua, registro y mantenimiento de variables en cultivo de lechuga en balsas.

Balsa de raíz flotante utilizada (19.3 x 1.03 m x 0.233 m). Febrero-abril 2015									
		Agua (litros)			Parámetros registrados			Aportes en ml	
Fecha	Altura(cm)	Cantidad	Perdida	Aporte	ppm de O_2	pH	CE	A. Nítrico	A. Fosfórico
24-feb	23.3	4,631	----	----	7.80	6.50	2.30		
12-mar	21.4	4,254	377	377	7.40	7.55	2.30	70	20
20-mar	21.6	4,293	338	338	5.00	7.58	2.30	58	15
26-mar	21.3	4,234	397	397	5.00	7.00	2.20	75	20
01-abr	21.6	4,293	338	338	7.30	7.50	2.20	60	20
09-abr	19.3	3,836	795	795	5.4	7.30	2.19	194	50
16-abr	21.4	4,254	377	377	7.1	7.34	2.19	83	22
21-abr	20.3	4,035	596	596	5.3	7.30	2.19	150	45
28-abr	20.4	4,055	576	576	7.00	7.49	2.14	150	50
			TOTAL	3794					

Fuente: Elaboración propia con datos de la bitacora de control.

Con el sistema de producción de lechugas en balsa flotante es donde se obtienen los máximos beneficios en el ahorro de agua y de fertilizantes, en el Cuadro No. 7 observamos que únicamente en todo un ciclo de cultivo se gastan 3,794 litros de agua para un total de 415 lechugas en la balsa, lo que nos da un gasto por lechuga en todo el ciclo de aproximadamente 63 días de 9.14 litros, teniendo un gasto promedio diario de 145.11 militros por planta por día. También observamos que no se vuelven aplicar más fertilizantes sólidos y solo se realizan pequeñas aplicaciones de ácido nitrico y ácido fosforico para mantener los niveles adecuados de pH. Por otra parte, la CE no cambia sustancialemente, ya que no se aplican mas fertilizante sólidos que lo pudieran modificar. Esta solución nutritiva se puede utilizar por hasta 2 ciclos de producción sin problemas graves en la asimilación de nutrientes manteniendo adecuadamente los parametros anteriormente señalados.

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 manejo 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 a las plantas.

Es conveniente también, realizar aplicaciones foliares de fungicidas e insecticidas a través del ciclo de cultivo. De preferencia productos de origen orgánico, y sólo cuando sea necesario y cómo 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.

La lechuga cultivada bajo invernadero y con las medida de prevención anteriormente mencionadas no presentan problemas serios de plagas y enfermedades. Mientras se mantenga limpio el lugar de trabajo, bien ventilado y con las herramientas desinfectadas y el personal de trabajo bien aseado, no se presentan plagas de importancia. Por otra parte el manejo del riego y una densidad adecuada del cultivo disminuye tambien notablemente la presencia de enfermedades.

Es por ello que para el Centro de Prácticas Productivas de la Lic. En Planificación para el Desarrollo Agropecuario de la FES Aragón, no se hacen más que una o 2 aplicaciones preventivas de una combinación de un producto insecticida orgánico llamado Bug Clean a base de extractos de ajo en combinación con el Cupravit Hydro (cuyo ingrediente activo es el hidroxido cúprico) que es un un fungicida preventico en una mezcla de 4 militros del insecticida por 1 gramo del fungicida en 1 litros de agua. Estos productos son baja toxicidad y su intervalo de seguridad es de un día, que quiere decir que al día siguiente de su aplicación puede hacerse la cosecha. La aplicación se realiza con una mochila de aspersión manual.

La lechuga es un cultivo de un manejo sencillo que no requiere más actividades de manejo que el riego, la nutrición y el monitoreo constante de plagas y enfermedades. Por lo cual es muy recomendable para trabajarlo en pequeños espacios y de preferencia bajo invernadero.

6. COSECHA Y RENDIMIENTO

La lechuga es una especie de ciclo corto, que generalmente después de 60 días del trasplante esta listo para su cosecha, puede variar un poco de acuerdo a la variedad, por ejemplo la variedad Ruby Sky es más precoz que la variedad Cuervo y Starfighter, puede estar lista a la cosecha despues de los 46 a 55 días del trasplante, en cambio las otras dos variedades tienden a ser ligeramente más tardias (de 55 hasta 63 días despues del trasplante).

El momento adecuado para cosechar las lechugas se calcula por el tiempo en el medio de cultivo, que como se indico anteriormente varía desde los 46 hasta los 63 días, por otro lado se toma en cuenta el díametro y el alto de la lechuga (30 cm de diámetro y 20 cm de alto) y que tenga una gran cantidad de hojas bien desarrolladas. Si proviene la lechuga de la balsa flotante, esta se coloca en una bolsa de plastico con la raiz enrrollada sobre la base del foami agrícola; si proviene de un bancal

o bolsa de tezontle y de un boli de fibra de coco, con una navaja se corta a la base del tallo y tambien se coloca en una bolsa. Una vez que se encuentran en las bolsas, se les rocia un poco de agua para evitar su rápida deshidratación y así poder comercializarlas lo más rápido que se pueda. El consumidor final debe guardarlo bajo refrigeración para que le dure más tiempo y en su caso, si viene con las raices puede colocarse en un recipiente con agua.

Figura 30. Lechugas listas para ser cosechadas

Figura 31. Lechuga de balsa flotante con la raiz enrrollada

Figura 32. Lechugas listas para su venta

Con las distancia entre plantas y en hileras de 25 cm se tiene una densidad de 20 plantas por m^2 y este rendimiento se obtiene en un ciclo de 2 meses (60 días en promedio) despues del trasplante, por lo cual en un año se podrian tener hasta 6 ciclos de producción para un rendimiento anual por m^2de 120 lechugas. Para ello es importante una buena planeación que contemple el la producción de plantulas para trasplantar inmediatamente después de la cosecha.

BIBLIOGRAFÍA

FAO-FAOSTAT, 2018. Organización de la Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura. http://www.fao.org/faostat/es/#data Consultado el 20 de marzo de 2020.

SIAP, 2018. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2018. https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119 Consultado el 20 de marzo de 2020.

RIJK ZWAAN, s/a. Página web de la empresa RIJK ZWAAN. https://www.rijkzwaan.mx/ Consultado el 12 de febrero de 2021.

Valadez López, A. 1990. Producción de Hortalizas. Limusa. Nueva edición. México.