



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

“Rendimiento de lechuga con cebollín, y de perejil con espinaca
en cultivo intercalado”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO

DE BIÓLOGO

PRESENTA

Rogelio Ricardo Hernández Galicia

Directora de tesis:

DRA. MA. SOCORRO OROZCO ALMANZA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA VEGETAL

CD. DE MÉXICO MAYO DE 2018

**INVESTIGACIÓN REALIZADA CON FINANCIAMIENTO DE DGAPA,
PROYECTO PAPIME 203715**

CIUDAD DE MÉXICO

2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Resumen.....	1
I. Introducción.....	3
II. Pregunta de investigación.....	4
III. Marco teórico.....	5
3.1 Efectos de los policultivos.....	5
3.1.1 Efectos sobre insectos plaga.....	5
3.1.2 Efectos sobre los agentes patógenos de las plantas.....	5
3.1.3 Efectos sobre las malezas.....	5
3.2 Alelopatía.....	6
3.3 Sistema de policultivos.....	7
3.3.1 Policultivo comensalístico.....	7
3.3.2 Policultivo amensalístico.....	7
3.3.3 Policultivo monopolístico.....	7
3.3.4 Policultivo inhibitorio.....	7
3.4 Asociación de hortalizas	7
3.5 Trabajos relacionados con el tema.....	8
3.6 Generalidades de las especies a trabajar.....	11
3.6.1 Lechuga.....	11
3.6.2 Espinaca.....	13
3.6.3 Perejil.....	14
3.6.4 Cebollín.....	15
IV. Hipótesis.....	16
V. Justificación.....	16
VI. Objetivo general.....	17
6.1 Objetivos específicos.....	17
VII. Metodología.....	18
7.1 Descripción del área de trabajo.....	18
7.2 Germoplasma.....	18
7.3 Preparación de la cama de cultivo.....	18

7.4 Siembra en almácigo.....	20
7.5 Riego.....	21
7.6 Biofertilización.....	21
7.7 Variables de respuesta.....	22
7.8 Altura.....	22
7.9 Cobertura.....	22
7.10 Supervivencia.....	23
7.11 Tasa de crecimiento relativo (TCR).....	23
7.12 Biomasa peso fresco y seco.....	23
7.13 Índice de Dickson (IQ).....	24
7.14 Análisis estadístico.....	25
7.15 Incidencia de plagas.....	25
7.16 Costo/beneficio.....	25
VIII. Resultados.....	25
8.1 Porcentaje de emergencia.....	25
8.2 Altura y cobertura en plantas de lechuga.....	26
8.2.1 Altura.....	26
8.2.2 Cobertura.....	27
8.3 Altura y cobertura en plantas de espinaca.....	28
8.3.1 Altura.....	28
8.3.2 Cobertura.....	28
8.4 Número de hojas para plantas de lechuga.....	29
8.5 Número de hojas para plantas de espinaca.....	30
8.6 Tasa de crecimiento relativo (TCR) lechuga.....	30
8.7 Tasa de crecimiento relativo (TCR) espinaca.....	31
8.8 Calidad morfológica de las plantas de lechuga y espinaca.....	31
8.8.1 Índice de calidad de Dickson (IQ) lechuga.....	31
8.8.2 Índice de calidad de Dickson (IQ) espinaca.....	32
8.9 Uso Eficiente de la Tierra en los cultivos de lechuga y espinaca (UET).....	33
8.10 Rendimiento.....	33
8.10.1 Lechuga.....	33
8.10.2 Espinaca.....	33

8.11 Atributos del rendimiento de la lechuga en monocultivo y policultivo.....	34
8.11.1 Peso fresco en plantas de lechuga monocultivo y policultivo.....	34
8.11.2 Peso seco en plantas de lechuga monocultivo y policultivo.....	35
8.12 Atributos del rendimiento de la espinaca en monocultivo y policultivo.....	36
8.12.1 Peso fresco en plantas de espinaca, monocultivo y policultivo.....	36
8.12.2 Peso seco en plantas de espinaca, monocultivo y policultivo.....	36
8.13 Plagas.....	38
8.13.1 Porcentaje de plagas en plantas de lechuga.....	38
8.13.2 Plagas presentes en los cultivos de lechugas	38
8.13.3 Porcentaje de plagas en plantas de espinaca	39
8.13.4 Plagas presentes en los cultivo de espinaca.....	40
8.14 Costo de producción para los cultivos de lechuga y espinaca en monocultivo y policultivo	41
8.14.1 Costo de producción y mano de obra utilizada en el mantenimiento en el policultivo de lechuga- cebollín (n=50).....	42
8.14.2 Costo de producción y mano de obra utilizado en el monocultivo de lechuga (n=25).....	42
8.14.3 Costo de producción y mano de obra utilizada en el mantenimiento en el policultivo de espinaca-perejil (n=50).....	43
8.14.4 Costo de producción y mano de obra utilizado en el monocultivo de espinaca (n=25).....	44
8.15 Cosecha y supervivencia.....	45
8.16 Costo de producción.....	45

IX.	Discusión.....	46
	9.1 Porcentaje de emergencia para plantas de lechuga y espinaca.....	46
	9.2 Atributos morfológicos y fisiológicos en los cultivos de lechuga.....	47
	9.2.1 Altura.....	47
	9.2.2 Cobertura.....	48
	9.2.3 Número de hojas.....	49
	9.2.4 Tasa de Crecimiento Relativo (TCR).....	49
	9.2.5 Índice de calidad de Dickson (IQ).....	51
	9.3 Atributos morfológicos y fisiológicas en los cultivos de espinaca.....	51
	9.3.1 Altura.....	51
	9.3.2 Cobertura.....	52
	9.3.3 Número de hojas.....	53
	9.3.4 Tasa de Crecimiento Relativo (TRC).....	54
	9.3.5 Índice de Calidad de Dickson (IQ).....	54
	9.4 Uso Eficiente de la Tierra (UET), en cultivos asociados de lechuga y espinaca.....	55
	9.5 Costo/producción.....	56
X.	Conclusiones.....	58
XI.	Referencias.....	59

Índice de Figuras

Figura 1. Lechuga en almácigo.....	12
Figura 2. Espinaca cosechada.....	13
Figura 3. Planta de perejil.....	14
Figura 4. Cultivo de cebollín.....	15
Figura 5. Preparación de la cama-biointensiva.....	19
Figura 6. Excavación de zanjas.....	19
Figura 7. Nivelando el sustrato.....	19
Figura 8. Siembra de semillas en almácigo.....	20
Figura 9. Plántulas de espinaca.....	20
Figura 10. Disposición del policultivo y del monocultivo en la cama biointensiva.....	20
Figura 11. Riego por goteo.....	21
Figura 12. Registro de altura en planta de lechuga.....	22
Figura 13. Registro de cobertura en planta de espinaca.....	22
Figura 14. Biomasa peso fresco y seco de la lechuga.....	23
Figura 15. Porcentaje de emergencia de la lechuga y espinaca.....	25
Figura 16. Altura de la lechuga en policultivo y monocultivo.....	26
Figura 17. Cobertura de lechuga en policultivo y monocultivo.....	26
Figura 18. Altura de espinaca en poli y monocultivo.....	27
Figura 19. Cobertura de espinaca en policultivo y monocultivo.....	28
Figura 20. Número de hojas en planta de lechuga.....	28
Figura 21. Número de hojas en plantas de espinaca.....	29

Figura 22. Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), para plantas de lechuga en policultivo y monocultivo.....	29
Figura 23. Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), para plantas de espinaca en policultivo y monocultivo.....	30
Figura 24. Índice de Calidad de Dickson (IQ), para monocultivo y policultivo en plantas de lechuga.....	31
Figura 25. Índice de Calidad de Dickson (IQ), para monocultivo y policultivo en plantas de espinaca.....	31
Figura 26. Peso fresco (P/C), en plantas de lechuga monocultivo y policultivo.....	33
Figura 27. Peso seco (P/S), en plantas de lechuga monocultivo y policultivo.....	34
Figura 28. Peso fresco (P/C), en plantas de espinaca monocultivo y policultivo.....	35
Figura 29. Peso seco (P/S), en plantas de espinaca monocultivo y policultivo.....	36
Figura 30. Porcentaje de plagas en cultivo de lechuga monocultivo y policultivo.....	37
Figura 31. Incidencia plagas en cultivo de lechuga monocultivo y policultivo.....	38
Figura 32. Porcentaje de plagas en cultivo de espinaca monocultivo y policultivo.....	39
Figura 33. Incidencia de plagas en cultivo de espinaca monocultivo y policultivo.....	40
Figura 34. Altura en plantas de lechuga.....	46
Figura 35. Cobertura en plantas de lechuga.....	48

Figura 36. Hojas de lechuga.....	48
Figura 37. Lechuga en cultivo.....	48
Figura 38. Biomasa de lechuga.....	50
Figura 39. Altura en plantas de espinaca.....	51
Figura 40. Registro de cobertura en plantas de espinaca.....	52
Figura 41. Policultivo de espinaca y perejil.....	52
Figura 42. Cultivo de espinaca.....	54

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Asociaciones benéficas entre plantas.....	8
Cuadro 2. Trabajos realizados sobre policultivos.....	8
Cuadro 3. Valor nutricional de la lechuga en 100 g de producto comestible.....	12
Cuadro 4. Valor nutricional se la espinaca en 100 g de producto comestible.....	13
Cuadro 5. Uso Eficiente de la Tierra (UET) lechuga y espinaca.....	32
Cuadro 6. Atributo del rendimiento de la lechuga en monocultivo y policultivo.....	34
Cuadro 7. Atributos del rendimiento de la espinaca en monocultivo y policultivo.....	36
Cuadro 8. Costo/Producción plantas de lechuga y cebollín.....	41
Cuadro 9. Costo/Producción plantas de lechuga.....	42
Cuadro 10. Costo/Producción plantas de espinaca y perejil.....	43
Cuadro 11. Costo/Producción plantas de espinaca.....	44
Cuadro 12. Tiempo de cosecha y supervivencia.....	45

**“Hemos evolucionado, pero en el fondo seguimos siendo animales”
(Anónimo)**

Dedico este trabajo:

A mis padres:

Mi madre Leonarda Galicia Romero mi mayor ejemplo de la vida en sí, gracias por tus cromosomas, por el singular fenotipo, consejos, apoyo infinito, por creer en mí y brindarme lo mejor que puedo tener hasta el momento ¡educación!, la cual me formo como “Biólogo”. Hoy más que nunca entiendo y comprendo todo lo que hemos vivido juntos, lo maravilloso que ha sido y será por siempre. A mi padre Rodolfo Hernández Gutiérrez... todos tus recuerdos son mi mayor tesoro, gracias por darme el regalo de la vida.

A mis hermanos Rodolfo y Ranfery

Por siempre estar ahí en los peores y los mejores momentos es un gran honor el ser su hermano, las mejores enseñanzas, aventuras, enojos, peleas han sido con ustedes, los quiero mucho.

Agradecimientos

¡Gracias!

A mi querida Universidad Nacional Autónoma De México, por ser mi segunda casa, la cual me brindo mi formación en la carrera de Biología, me permitió conocer profesores, compañeros, amigos, amores y desamores extraordinarios, sin duda he vivido plenamente dentro de tus aulas, es por eso que me atrevo a decir y repetir una y otra vez... ¡Que viva la Biología y larga vida a la Universidad!

Quiero agradecer a mi directora de tesis la Dra. María Socorro Orozco Almanza, por brindarme su apoyo, invertir su tiempo, su paciencia y disposición por enseñar, pero sobre todo por su gran calidez humana, para mí es de la las mejores docentes que pueda tener FES Zaragoza, gracias por brindarme la oportunidad de integrarme a su equipo de trabajo y formar parte del vivero Chimalxochipan.

A mis sinodales: Dr. Arcadio Monroy Ata, Dra. Esther Matiana García Amador, Dra. Rosalva García Sánchez y el Dr. Gerardo Cruz Flores, por su tiempo, experiencia y aportaciones para hacer que este trabajo quedara lo mejor posible.

A mis amigos de un sinfín de aventuras, Salvador (Chava la serpiente), Oscar Paramo (Emo), Oscar (Ñero), sin duda no hubiera sido lo mismo sin ustedes, gracias por darle sabor a la vida y brindarme su amistad. A mi amiga Amaranta (Mara), por ser la primera persona que conocí en la facultad y que pese a que no nos vemos muy seguido o hablamos sé que puedo contar contigo.

A todos ustedes gracias.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del cultivo intercalar, en el rendimiento y control de plagas, en dos cultivos de importancia económica, lechuga y espinaca. La lechuga se intercaló con cebollín y la espinaca con perejil. Se evaluó el efecto de las asociaciones en cuatro parcelas de 2 m² cada una, dos para lechuga (monocultivo y policultivo) y dos para la espinaca (monocultivo y policultivo). La lechuga y la espinaca se sembraron en almácigos y, posteriormente se transplantaron a las parcelas definitivas; el cebollín y el perejil se propagaron por separación de matas. En los policultivos la densidad de plantación fue de 25 plantas de lechuga y cebollín por 2 m² de parcela y, de 25 plantas de espinaca y perejil. En los monocultivos la densidad de plantación de la lechuga y de la espinaca fue de 25 plantas/m². Las plantas se regaron tres veces a la semana y se biofertilizaron quincenalmente, con bocashi, hasta el momento de su cosecha. La asociación lechuga-cebollín fue positiva. Las plantas de lechuga presentaron una mejor calidad morfológica, una mayor cobertura, número de hojas, tasa de crecimiento relativo (TCR), biomasa peso seco y rendimiento, el cual se incrementó en un 59% en relación al monocultivo (UET=1.59). La asociación, también reguló las poblaciones del áfido verde y la mosca blanca y resultó rentable económicamente, en relación al monocultivo. La asociación espinaca perejil, fue negativa, debido a la competencia entre ambas especies, por la luz, el agua y los nutrientes del suelo. Las plantas de espinaca presentaron alturas, coberturas y número de hojas, muy por debajo de lo requerido para el consumo familiar y el mercadeo. El rendimiento para el policultivo fue muy bajo (UET= 0.59), las plantas presentaron una baja calidad morfológica y la asociación no fué rentable económicamente; sin embargo, el perejil resultó una planta trampa para el áfido verde y la mosca blanca. La asociación lechuga-cebollín fue positiva (cultivo comensalístico), donde el rendimiento de la lechuga se incrementó significativamente, y la asociación espinaca-perejil fue negativa (cultivo amensalístico), donde el rendimiento de la espinaca resultó afectado.

1. Introducción

Las principales consecuencias que se han producido en los ecosistemas con el uso de la agricultura convencional, son: degradación de los recursos naturales, mayor contaminación del ambiente, erosión genética e impactos a la salud humana, producto del uso y abuso de los insumos externos de síntesis artificial (Gliessman, 2002a). Como una alternativa a este modelo de agricultura, surge la Agroecología que tiene como objetivo desarrollar sistemas de producción sostenibles teniendo como base el conocimiento de la agricultura tradicional olvidada por las políticas de desarrollo nacional y local, y la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales (Cerdas, 2000).

Los policultivos, una de las principales prácticas de la Agroecología, y que son lo opuesto al monocultivo (práctica de la Agricultura Industrial), es una estrategia muy importante de diversificación de los agroecosistemas, basada en el mantenimiento de una alta diversidad biológica.

Los policultivos, pueden definirse como la producción de dos o más cultivos en la misma superficie durante el mismo año (Rodríguez, 2010), esta es una forma de intensificar la producción agrícola mediante el uso más eficiente de los factores del crecimiento, del espacio y del tiempo; esto se puede lograr, ya sea sembrando las especies consecutivamente o en asociación. Una alta diversidad biológica en el sistema agrícola es la mejor manera de conseguir interacciones benéficas, las cuales llevan al desarrollo de propiedades emergentes, tales como la estabilidad, la sustentabilidad, aporte de múltiples servicios ecológicos, como el reciclaje de nutrientes, el control del microclima local y del control natural de plagas (Gliessman, 2002b).

La enorme variedad de policultivos existentes refleja la gran diversidad de cosechas y prácticas de manejo que usan los agricultores en todo el mundo para suplir las necesidades de comida, vestido, combustible, medicamentos, forraje y dinero (Altieri, 2000). Los cultivos mayormente asociados en los sistemas

agroecológicos son: frijol, maíz, yuca, calabaza, lechuga, rábano, cebolla, espinaca, tomate, pimiento, entre otras hortalizas (Rodríguez, 2010).

En la literatura existe una gran gama de combinaciones de especies hortícolas y agrícolas (Cuadro 1), que pueden ser consideradas en los sistemas de policultivo, incluso son clasificadas como benéficas y perjudiciales, pero, muchas de éstas combinaciones, no han sido validadas científicamente y no se conoce a ciencia cierta el nivel que tiene el efecto de combinarlas o asociarlas, tal como: determinar su efecto en un mayor rendimiento o en general en una mejor calidad de planta; sin embargo, los agricultores tradicionales que practican el policultivo, mencionan que éstos son más resistentes ante las catástrofes naturales, como huracanes, incendios, inundaciones etc. y que en esos casos, algunos de los cultivos no resultan tan perjudicados, manteniéndose aún bajo éstas circunstancias la diversidad del sistema y de la dieta del agricultor, por lo que se considera como un sistema de amortiguamiento ante tales eventos (Holt-Giménes, 2001).

Es necesario implementar un método alternativo bajo los principios agroecológicos, en el cual pueda presentar buenos rendimientos y ofrecer alimento de buena calidad que forme parte de un sistema agrialimentario y al mismo tiempo pueda ser colocado en un mercado local.

Ante la falta de conocimiento en relación al efecto de muchos policultivos, el presente estudio, tiene como objetivo validar un policultivo de lechuga, perejil, cebollín y espinaca, que actualmente se practica en la Finca Ecológica “Los Cedros”, en Contreras CDMX y que para el productor es rentable económicamente, debido a su alta eficiencia en el control de plagas.

2. Preguntas de investigación

¿El cultivo intercalar mejora la calidad morfológica y el rendimiento de la lechuga y la espinaca?

¿ El cultivo intercalar regula las poblaciones de los organismos potencialmente plaga que inician en lechuga y espinaca?

3. Marco Teórico

3.1 Beneficios de los policultivos

3.1.1 Regulación de organismos potencialmente plaga

Frecuentemente las plagas de insectos son menos abundantes en policultivos que en monocultivos. Andow (1991), revisó 209 publicaciones de estudios agrícolas hechos sobre 287 especies de artrópodos herbívoros y descubrió que el 52 % de las especies de plagas estudiadas eran menos abundantes en los policultivos. Señaló que el 53 % de las especies de depredadores y parasitoides, que actúan como enemigos naturales de las plagas de insectos, eran más numerosas en policultivos, por lo cual el uso de los sistemas de producción en policultivos puede aumentar la importancia de parasitoides y depredadores como controles naturales de las poblaciones de plagas de insectos (Altieri, 2000).

3.1.2 Efectos sobre los agentes patógenos de las plantas

En algunos casos, la incidencia de las enfermedades demostró ser mayor en monocultivos que en policultivos; en otros casos ocurre lo contrario. Por ejemplo, Moreno (1975) descubrió que al comparar un monocultivo de yuca, la gravedad de la necrosis era mayor cuando esta se cultivaba con maíz pero menor al cultivarla con frijoles o camote (Altieri, 2000). Por otra parte, poco se ha investigado acerca de los efectos de los policultivos en las poblaciones de nematodos fitoparásitos. Es claro que el nematodo prefiere determinadas especies en el cultivo y que ciertas plantas, como las caléndulas, excretan sustancias que son tóxicas para ellos. Estos efectos dan a entender que sería posible atraer,

atrapar o exterminar a los nematodos al entresembrar algunas especies junto con cultivos que requieren ser protegidos (Altieri, 2000).

3.1.3 Efectos sobre las malezas

El control de las malezas es una de las labores agrícolas que más requiere de productos químicos. Comparando con los sistemas de siembra en monocultivo, los policultivos parecen ofrecer más opciones para mejorar el control de malezas, haciendo un uso mínimo o escaso de productos químicos. Algunos investigadores han dado a entender que los policultivos pueden suprimir el crecimiento de malezas debido a un uso mayor de los recursos prioritarios, dado que muchos policultivos explotan en proporción superior los recursos disponibles de agua, nutrientes y luz en comparación a los monocultivos (Altieri, 2000).

La densidad del cultivo, la elección de las especies y variedades, la disposición espacial y el régimen de fertilización afectan las interacciones policultivo/maleza. Los policultivos que comprenden especies y variedades que tienen un follaje que se forma rápida, vigorosa, densa y perpetuamente sobre la superficie del suelo, son particularmente eficaces para reducir el crecimiento de la maleza (Altieri, 200).

3.2 Alelopatía

Los policultivos basan sus efectos, entre otras causas, en fenómenos de alelopatía, que hace referencia a las interacciones generales existentes entre plantas, por lo que cada especie establece alguna relación con sus vecinos (Rodríguez, 2010). La alelopatía se refiere a la capacidad de algunas plantas para ocasionar efectos benéficos o perjudiciales, directos o indirectos sobre otras plantas o sobre un microorganismo, o algún insecto, debido a la liberación al medio ambiente de compuestos químicos llamados alelopáticos los cuales son producidos por las plantas actuando como repelentes, atrayentes, estimulantes e inhibidores (Luna, 2005).

Los efectos alelopáticos entre plantas, son ocasionados por los exudados, aromas y las sustancias amargas que secretan las raíces, hojas, flores, semillas y corteza, según las especies que se asocien, ocasionan efectos benéficos o negativos como (Luna, 2005):

- Germinación de semillas
- Crecimiento y desarrollo de plantas
- Producción del cultivo
- Repulsión y atracción (planta trampa) de plagas

3.3 Sistemas de policultivos

Hart (1974) menciona que debido a la interacción que puede haber entre los cultivos (efectos estimulantes o inhibidores), se pueden clasificar de la siguiente manera.

3.3.1 Policultivo comensalístico

Interacción entre las especies de cultivo con un efecto positivo neto sobre una especie y ninguna sobre la otra.

3.3.2 Policultivo amensalístico

La interacción entre las especies de cultivos tiene un efecto negativo en una especie y ningún efecto observable en la otra. Por ejemplo: plantas anuales intercaladas entre plantas.

3.3.3 Policultivo monopolístico

La interacción entre las especies de cultivos tiene un efecto positivo en una especie y un efecto negativo neto en la otra. Por ejemplo: el uso de cultivos de cobertura en huertos.

3.3.4 Policultivos inhibitorios

La interacción entre los cultivos tiene un efecto negativo neto sobre todas las especies. Por ejemplo: el cultivo intercalado que involucra la caña de azúcar.

3.4 Asociaciones de hortalizas

En el Cuadro 1, se presentan diferentes especies de hortalizas que presentan una interacción en un cultivo intercalado (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2007).

Cuadro 1.- Asociaciones benéficas entre plantas (FAO, 2007).

Especie	Buena asociación
Acelga	Caléndula, cebollas, coliflor, escarola, lechuga, etc.
Albahaca	Caléndula, orégano y tomate
Cebollas	Acelga, caléndula, coliflor, lechuga, remolachas, repollo y zanahoria
Espinaca	Brócoli, coliflor, orégano, rábano, perejil remolachas y repollo
Lechuga	Acelga, ajo, caléndula, cebollas, escarola, pimiento, puerro y zanahoria
Perejil	Caléndula, orégano, tomate y zanahoria
Tomate	Albahaca, caléndula, orégano, perejil
Zanahoria	Arvejas, caléndula, coliflor, lechuga

(FAO, 2007)

3.5 Trabajos relacionados con el tema

Son pocos los trabajos realizados en efecto de asociaciones de hortalizas algunos de ellos se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2.- Trabajos realizados con policultivos.

Autor	Trabajo	Resultados
Brotos <i>et al.</i> (2011).	Maximización del uso equivalente del terreno con 14 hortalizas en policultivo	Se evaluaron 14 cultivos, tras nueve meses de producción en monocultivo y un policultivo 14 (todos intercalados y en sucesión), el poli 14 tuvo rendimientos comerciales parecidos a los monocultivos. Los rendimientos por planta fueron mayores en los policultivos. Para el UET, la primera sucesión fue de 2.39, y la segunda de 3.77, ambos muy por encima de uno.
Fajardo (1998).	Evaluación agroeconómica del asocio de tomate y lechuga de la época lluviosa, en la zona El Zamorano-	Los mejores resultados se obtuvieron en el sistema de producción de lechuga en monocultivo, demostrando de esta

	Honduras	manera que el asocio de tomate y lechuga no resulta factible en esta época de producción, sin embargo los rendimientos de la lechuga asociada, se ven mermados a gran cantidad en comparación con el monocultivo, obteniendo diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.05$).
Hernández <i>et al.</i> (1999).	Distribución espacial y temporal en el cultivo yuca-frijol: Uso Equivalente de la Tierra (UET).	El mejor arreglo espacial para la yuca fue cuando se plantó al centro del cantero (28,3 t/ha) y el frijol se sembró 20 días después a ambos lados de la yuca. El frijol también brindó su mayor rendimiento (1,53 t/ha) con este arreglo. En el cálculo de las asociaciones se obtuvo un UET de 1,01 – 1,85.
Hill <i>et al.</i> (2011).	Policultivo de sábila con lechuga, habichuela, maíz dulce y yuca sobre rendimientos y el UET	Los mejores rendimientos de la sábila, fueron con la lechuga, siendo los más altos en cualquier policultivo tratado en este

	financiero.	trabajo. El mayor valor en el UET se obtuvo en el tratamiento SM (sábila y maíz dulce) con un UET = 2.15.
Díaz <i>et al.</i> (2012).	Uso equivalente de la tierra en la combinación de frijol ejotero-girasol, en Toluca	Se encontró una ventaja para el girasol a una densidad de 6,2 plantas/m ² , para unicultivos y 12,4 plantas/m ² para los agrosistema de frijol-girasol. Los resultados muestran que los unicultivos de las especies en cuestión, no superaron al agrosistema frijol-girasol, además el análisis costo ecológico de la siembra de frijol en espaldera tradicional, es más alto que cuando se siembra en asociación con girasol.

Toalá <i>et al.</i> (2007).	Producción orgánica del policultivo maíz (<i>Zea mays</i>), L.- frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>), L.-calabaza (<i>Cucurbita moschata</i>). Duch, en la Frailesca, Chiapas, México.	El mejor rendimiento de grano en maíz, se obtuvo para el sistema maíz, frijol-calabaza con 2.86 t ha ⁻¹ , mientras que el menor fue con el sistema maíz-calabaza con 1.81 t ha ⁻¹ . El UET fue mayor con el sistema frijol-calabaza (2.18), seguido de maíz-calabaza (1.73) y el menor, fue con el sistema maíz-frijol con 1.37.
-------------------------------	--	--

3.6 Generalidades de las especies a trabajar

3.6.1 Lechuga

Su nombre científico es: *Lactuca sativa* L. (Fig. 1) pertenece a la Familia Asteraceae; es una planta anual y autógama, tiene una raíz pivotante y poco ramificada, su tallo es cilíndrico y sus hojas están colocadas en forma de roseta (Rozano *et al.*, 2004).

El origen de la lechuga no parece estar muy claro, aunque se afirma que procede de la India, sin embargo, hay discordia entre los botánicos ya que existe un antecesor de la lechuga *Lactucas cariola* L., que se encuentra en estado silvestre en la mayor parte de zonas templadas. La lechuga es una hortaliza pobre en calorías y las hojas exteriores son más ricas en vitamina C (Cuadro 3) (Rozano *et al.*, 2004).



Figura 1. Lechuga en almacigo

Cuadro 3. Valor nutricional de la lechuga en 100 g de producto comestible (Rozano *et al.*, 2004).

Carbohidratos (g)	20.1
Proteínas (g)	8.4
Lípidos	1.3
Calcio (g)	0.4
Fósforo (mg)	138.9
Vitamina C (mg)	125.7
Hierro (mg)	7.5
Niacina (mg)	1.3
Riboflavina (mg)	0.6
Tiamina (mg)	0.3
Vitamina A (U.I.)	1155
Calorías (cal)	18

La importancia en la producción de lechuga ha ido incrementando en los últimos años, en el año 2002 México produjo 234,452 ton y para el año 2012 cerró con una producción de 335,337 ton (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2012).

3.6.2 Espinaca

Su nombre científico es: *Spinacia oleracea* L. (Fig. 2), es una planta anual y perenne dioica, llega a medir 1 m de altura, la raíz es pivotante y poco ramificada, sus hojas son carnosas y tienen forma triangular.

La espinaca fue introducida a Europa alrededor del año 100 proveniente de regiones asiáticas, probablemente de Persia. La espinaca es una hortaliza con elevado valor nutricional, debido a su alto contenido en agua, riqueza en vitaminas y minerales (Cuadro 4) (Rozano *et al.*, 2004).



Figura 2. Espinaca cosechada

Cuadro 4. Valor nutricional de las espinacas por 100 g de producto comestible (Rozano et al., 2004).

Proteínas (g)	3.2-3.77
Lípidos (%)	0.3-0.65
Carbohidratos (g)	3.59-4.3
Calcio (mg)	81-93
Fósforo (mg)	51-55
Hierro (mg)	3.0-3.1
Vitamina B1 (mg)	110
Vitamina B2 (mg)	200
Vitamina C (mg)	59
Vitamina A(U.I.)	8.100-9.420
Valor energético (cal)	26

La producción de espinaca en el año 2012 se estableció en el lugar 149 de los 308 cultivos registrados, obteniendo una producción de 21,173 ton a nivel país (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2012).

3.6.3 Perejil

Su nombre científico es: *Petroselinum hortense* Hoffm, (Fig. 3), pertenece a la familia *Apiaceae*, su ciclo de vida es bianual, llega a alcanzar una altura de 40 a 50 cm de alto y 20 cm de diámetro, tiene dos tipos de hojas: rizadas y planas.



Figura 3. Planta de perejil

Es una verdura originaria del Mediterráneo y del sureste de Europa. Es la hierba condimentaria más utilizada. Se puede emplear casi en cualquier plato y conviene usarlo crudo para preservar así sus vitaminas, las hojas planas poseen un sabor más fuerte y las rizadas un sabor más suave y dulce. Es un alimento que contiene vitamina C, hierro y calcio (Rozano *et al.*, 2004).

3.6.4 Cebollín

Su nombre científico es: *Allium schoenoprasum* L., (Fig. 4), es una especie de hierba aromática, perteneciente a la familia *Alliaceae*, tiene un crecimiento perenne y presenta muchos ciclos de auto renovación en sus estructuras vegetativas a través de los bulbillos, las hojas son cilíndricas, tubulares y delgadas, pueden tener una altura de 17 cm. Las hojas son el órgano de interés económico (Bernal *et al.*, 2008). El cebollín se cultiva entre los 2,000 y 2,800 m y bajo condiciones de invernadero, también se puede establecer a cielo abierto, adaptándose a diferentes tipos de suelo (Barreño, 2006).



Figura 4. Cultivo de cebollín

4. Hipótesis

El cultivo intercalar presentará un efecto positivo en el rendimiento de las especies de interés (lechuga y espinaca), si las especies de la asociación coexisten debido a características morfológicas diferentes (tipo de raíz) así como a la estructura diferencial de los tallos que les permite un mejor aprovechamiento de la luz.

El cultivo intercalar presentará un mejor control de plagas, como respuesta de los metabolitos secundarios producidos por el cebollín y el perejil.

5. Justificación

La asociación de cultivos o policultivos ha sido la forma de producción de muchos países; en México, esta práctica se ha realizado desde la época prehispánica; sin embargo, debido al incremento de la población con la consecuente demanda de alimentos y la aparición de la llamada Revolución Verde, los sistemas de producción se enfocaron al aumento de la productividad en las actividades del ser humano y del rendimiento en los cultivos, provocando en la actualidad una predominancia en monocultivos, dando como resultado la explotación de recursos

naturales y la ocupación de insumos químicos, los cuales pueden ser dañinos a la salud (Cruz, 2009). Es por eso que se debe implementar una estrategia que aumente el uso de cultivos intercalados, lo cual ayudará al rescate de la diversidad biológica y a la eliminación del uso de insumos químicos.

Es necesario implementar un método alternativo bajo los principios agroecológicos, en el cual se puedan mejorar los rendimientos y al mismo tiempo se produzca alimento de buena calidad tanto para consumo como para el mercado.

Este trabajo tiene como finalidad, buscar una alternativa para mejorar la producción de algunas hortalizas y, al mismo tiempo proporcionar al consumidor alimento de buena calidad.

6. Objetivo general

Evaluar el efecto del cultivo intercalar en el rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) y la espinaca (*Spinacia oleracea* L.).

6.1 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del cebollín en el rendimiento de la lechuga.
- Evaluar el efecto del perejil en el rendimiento de la espinaca.
- Determinar el porcentaje de emergencia de la lechuga y la espinaca.
- Caracterizar el comportamiento agronómico de la lechuga y la espinaca (producción (rendimiento), calidad de cosecha, índice equivalente del suelo (IET) y efectos sanitarios en el cultivo).
- Comparar entre los cultivos intercalar y el monocultivo el tiempo necesario de cada hortaliza de interés para obtener el tiempo de cosecha.
- Cuantificar el costo/beneficio del policultivo y del monocultivo, para cada asociación

7. Metodología

7.1 Descripción del área de trabajo

El cultivo se realizó en el Centro de Capacitación en Agricultura Urbana Ecológica “Chimalxochipan”; el cual presenta un clima templado subhúmedo con temperatura entre 10° y 18° C y de 18° a 22° C con precipitaciones de 600 a 1,000 mm en promedio durante el año, está ubicado en Campus II de FES Zaragoza, en un invernadero tipo diente de sierra.

7.2 Germoplasma

Las semillas de la espinaca y la lechuga, se compraron en la casa comercial COBO (Central de Abastos del Distrito Federal) y en el caso del cebollín y el perejil, se compraron plántulas en el mercado de flores de Xochimilco.

7.3 Preparación de la cama de cultivo

Se preparó una cama bajo el modelo biointensivo (Jeavons, 2002) en un área de 8.90 m de largo por 90 cm de ancho, el procedimiento fue el siguiente:

Para la preparación de la cama, se utilizó la técnica de “doble excavación”, con la finalidad de descompactar el suelo hasta 60 cm de profundidad y así favorecer las condiciones de humedad y aireación, necesarias para el crecimiento y desarrollo de las raíces de las plantas. (Fig. 5).



Figura 5. Inicio de cama-biointensiva

Para realizar la doble excavación, se inició, en un extremo de la cama, realizando una zanja de 30 cm de profundidad y 30 cm de ancho, para retirar los primeros 30 cm de suelo (los cuales se pueden utilizar para preparar almácigos o para ser incorporados a la composta), posteriormente con un biello se aflojó el suelo de los otros 30 cm de profundidad. Una vez que se retiró la primera capa de suelo y se aflojó con el biello, se agregó materia orgánica, roca fosfórica, ceniza y cáscara de huevo (Orozco, com.pers., 2010). Después se volvió a excavar otra zanja con las mismas dimensiones ya mencionadas, pero esta vez el suelo superficial (primeros 30 cm), se incorporó a la segunda zanja. Estos pasos se repitieron hasta a completar la longitud de la cama (8.90 m), finalmente se niveló el sustrato con un rastrillo (Jeavons, 2002). (Fig. 6 y 7).



Figura 6. Excavación de zanjas

Figura 7. Nivelando el sustrato

7.4 Siembra en almácigo y Trasplante

La siembra se realizó en almácigos de 70 cm de largo por 35 cm de ancho y 10 cm de profundidad. El sustrato fue una mezcla de turba, bokashi y suelo (25:25:50), en el cual, una vez colocado en los almacigos, se sembraron 75 semillas de espinaca y de lechuga para su germinación (Fig. 8 y 9).

El trasplante de espinaca y lechuga a la cama-biointensiva se realizó una vez que las plántulas alcanzaron una altura de 10 cm, para esto, la cama se dividió en

cuatro secciones de 2 m de largo por 90 cm de ancho. Para el trasplante se siguió un patrón de tresbolillo manteniendo una distancia de 30 cm entre las plantas. La disposición de las especies en la cama se presenta en la Fig. 10. Cada especie tuvo una densidad de plantación de 4 plantas/m².

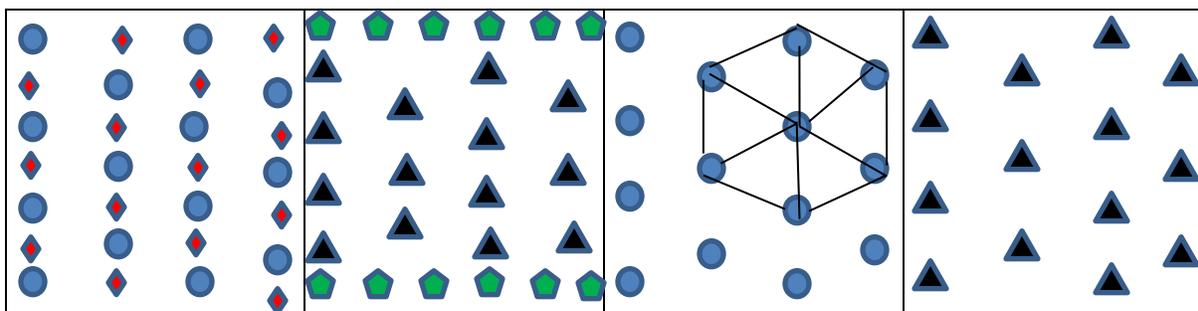


Figura 8. Siembra de semillas en almacigo



Figura 9. Plántulas de espinaca

Figura 10. Disposición del policultivo y del monocultivo en la cama-biointensiva.



*Lechuga ●, cebollín ◆, espinaca ▲, perejil ⬠.



Figura 11. Mangueras de riego en la cama-biointensiva

7.5 Riego.

El riego se suministró en función de la necesidad de los cultivos, así como de la retención de humedad del sustrato, para lo cual se revisó que la humedad del suelo alcanzara los primeros 30 cm de profundidad del suelo. (Fig. 11).

7.6 Biofertilización

Se hicieron aporcados, utilizando 250 g de biofertilizante (composta) en caso de ser necesario, hasta el momento de la cosecha.

7.7 Variables de respuesta

Se evaluaron las siguientes variables de respuesta, quincenalmente en 10 plantas/tratamiento: altura, cobertura, diámetro, supervivencia.

Al momento de la cosecha se evaluó: la tasa de crecimiento relativo (TCR), biomasa, índice de calidad de Dickson (QI), el índice equivalente del suelo (IET), tiempo de cosecha, índice de cosecha, supervivencia, e índice costo/beneficio.

7.8 Altura: se midió con una cinta métrica la altura de las plantas, tomándola desde la base de la planta hasta su parte apical (Fig.12).



Figura 12. Registro de altura en planta de lechuga

7.9 Cobertura: se utilizó una cinta métrica, con la cual se midieron dos diámetros cruzados del ancho del follaje. El área de la cobertura se evaluó con el área del círculo:

- $A = \pi r^2$



Figura 13. Registro de cobertura en planta de espinaca

7.10 Supervivencia: se evaluó el número de plantas vivas en relación al total de plantas trasplantadas.

7.11 Tasa de crecimiento relativo (Hunt, 2002): para su cálculo se ocupó la siguiente fórmula:

- $TCR = (\ln P2 - \ln P1) / (t2 - t1)$

Donde:

- P2 altura final
- P1 altura inicial
- t2 tiempo final
- t1 tiempo inicial

7.12 Biomasa peso fresco y seco.

Para medir la biomasa, se eligieron seis plantas al azar de lechuga y espinaca. Al cosechar las plantas se procuró extraer la raíz lo más completa del suelo, se sacudió con una brocha con la finalidad de quitar el exceso de suelo y así ésta pueda ser pesada en fresco, posteriormente se cortó la raíz para ser pesada, y del mismo modo se pesó el follaje. Una vez obtenido el peso de las plantas, se procedió a su secado en una estufa a 70°C, para esto las plantas serán colocadas en bolsas de papel estraza, y se pesarán nuevamente para determinar el peso seco (Fig. 14).



Figura 14. Biomasa peso fresco y seco en planta de lechuga

7.13 Índice de Dickson (QI)(Cuevas, 1995).

Se evaluó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$QI = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (cm)}} + \frac{\text{Peso seco aéreo (g)}}{\text{Peso seco radical (g)}}$$

Es importante mencionar que para este estudio, en lugar del diámetro del tallo, se consideró la cobertura, dadas las características de crecimiento arrosetadas de las especies de lechuga y espinaca.

7.14 Índice equivalente de suelo (IET) (Rodríguez, 2010):

Para obtener el IET se utilizó la siguiente fórmula:

$$IET (n) = A_x / U_x$$

Donde:

- A_x = Rendimiento del cultivo x en asociación
- U_x = Rendimiento del cultivo x en monocultivo

*Si el $IET > 1$, el policultivo es productivo, $IET = 1$, es indiferente el modo de siembra, $IET < 1$, el monocultivo supera al policultivo.

7.15 Análisis estadístico: Para establecer las diferencias entre tratamientos, se aplicó una prueba T-Student (Norman y Streiner, 1996).

7.16 Incidencia de plagas: este aspecto se evaluó de manera cualitativa, mediante observaciones, identificando el tipo de plaga y su abundancia en función del tamaño del área de la planta que fue infestada.

7.17 Costo/beneficio: se calcularon los costos de producción de los cultivos en estudio, en función de los costos de los materiales y de la mano de obra, así mismo se calculó el beneficio en función del rendimiento y del precio de venta (Cohen *et al.*, 2006).

8. Resultados

8.1 Porcentaje de emergencia

El porcentaje final de emergencia para las especies estudiadas, fue mayor al 60%. La lechuga presentó el valor más alto (100%), con un tiempo medio de 7 días posteriores a su siembra, y la espinaca presentó un valor más bajo (82%), con un tiempo medio de quince días (Fig. 15).

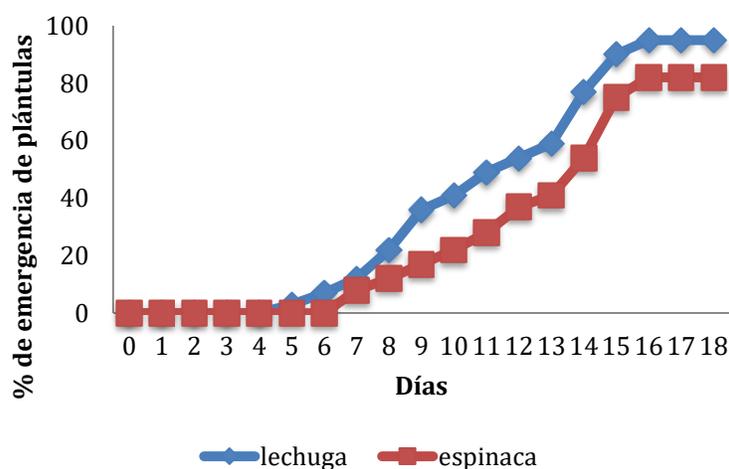


Figura 15. Porcentaje de emergencia de la lechuga y espinaca

8.2 Altura y Cobertura de las plantas de lechuga

8.2.1 Altura

El monocultivo de lechugas, presentó una altura promedio significativamente mayor ($p \leq 0.05$) que las plantas del policultivo (Fig. 16).

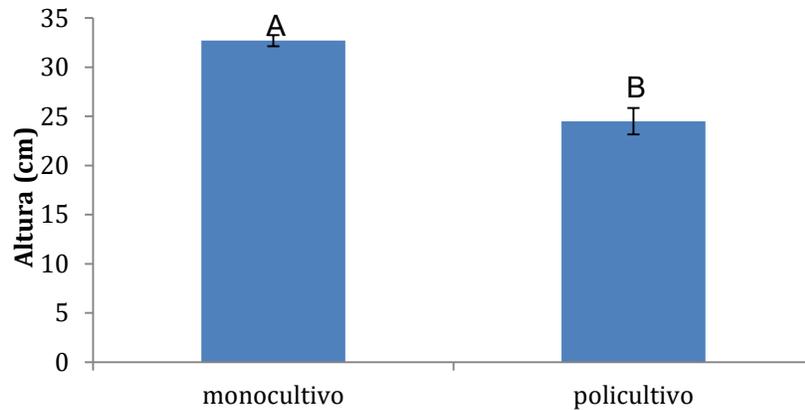


Figura 16. Altura de la lechuga en policultivo y monocultivo (Valor de F = 31.4; valor de P = 0.000026. Las barras sobre las columnas representan el error estándar (Desviación estándar / raíz cuadrada de n=10)

8.2.2 Cobertura

La cobertura presentó diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$), tanto en los cultivos en mono como policultivo (Fig. 4).

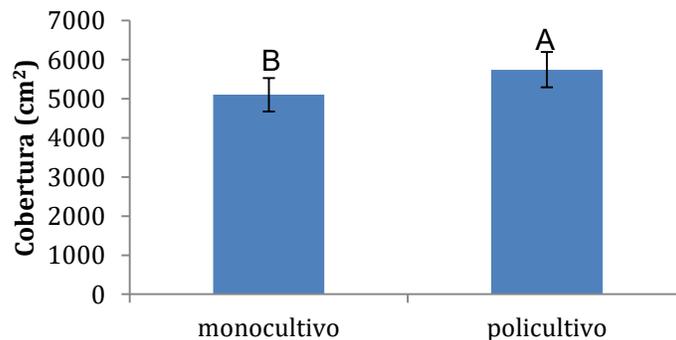


Figura 17. Cobertura de la lechuga en policultivo y monocultivo (Valor de F = 1.06; valor de P = 0.317388). Las barras sobre las columnas representan el error estándar.

8.3 Altura y cobertura de la espinaca

8.3.1 Altura

Las plantas de espinaca en monocultivo, presentaron una altura significativamente mayor ($p \leq 0.05$) en relación al policultivo (Fig. 18).

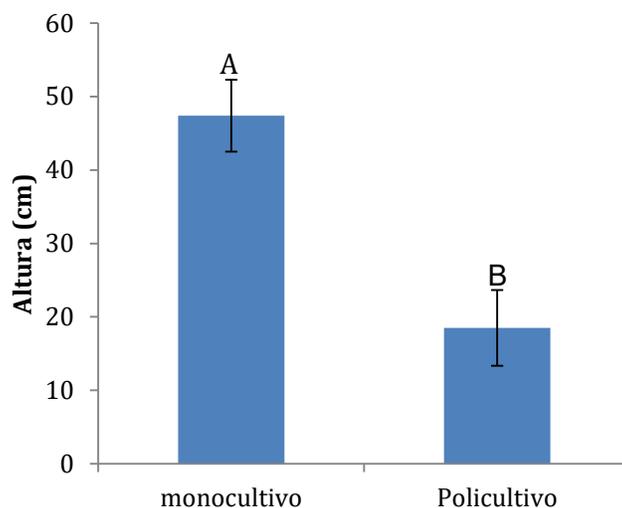


Figura 18. Altura de la espinaca en policultivo y monocultivo. Las plantas de espinaca en el tratamiento monocultivo presentaron en promedio una mayor altura con respecto a las plantas de espinaca en el tratamiento policultivo (Valor de F = 16.58; valor de P = 0.000715). **Las barras sobre las columnas representan el error estándar**

8.3.2 Cobertura para la espinaca

Las plantas de espinaca en monocultivo registraron en promedio una mayor cobertura ($p \leq 0.05$) en relación a las plantas del policultivo (Fig. 19).

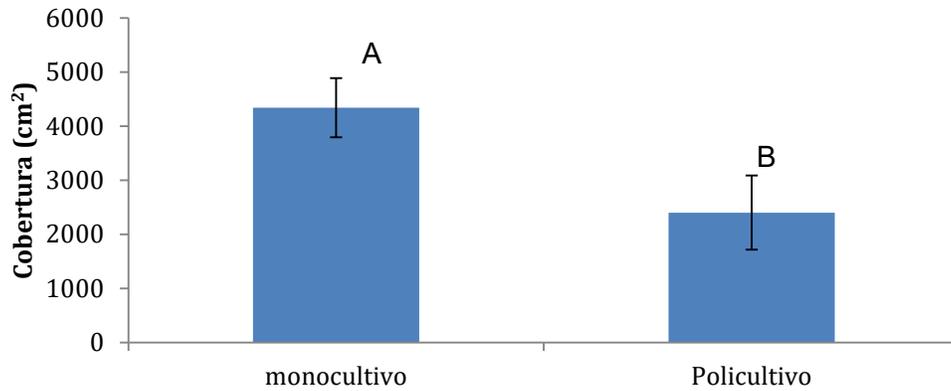


Figura 19. Cobertura de la espinaca en policultivo y monocultivo.

(Valor de F = 4.89; valor de P = 0.040215). Las barras sobre las columnas representan el error estándar

8.4 Número de hojas para las plantas de lechuga

Las plantas de lechuga en el policultivo presentaron un mayor número de hojas ($p \leq 0.05$), con respecto al monocultivo (Fig. 20).

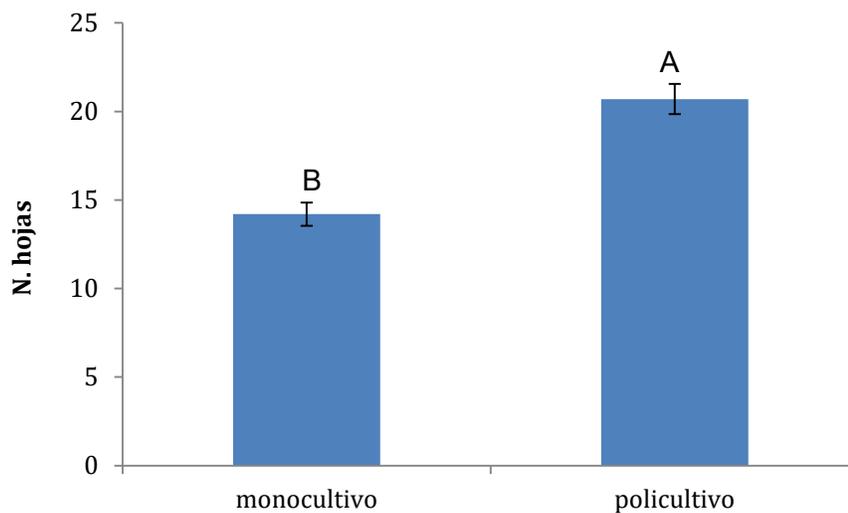


Figura 20. Número de hojas en plantas de lechuga

(Valor de F = 35.97; valor de P = 0.000011). Las barras sobre las columnas representan el error estándar.

8.5 Número de hojas para plantas de espinaca.

Las plantas de espinaca en monocultivo no registraron en promedio un mayor número de hojas ($p \geq 0.05$) con respecto a las plantas en policultivo (Fig. 21).

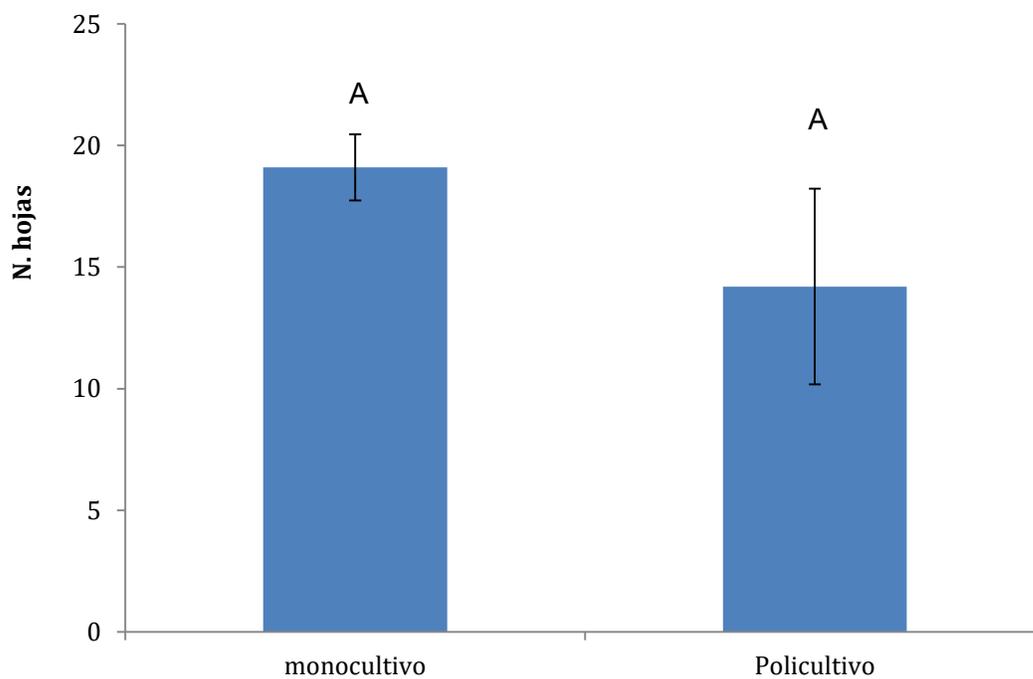


Figura 21. Número de hojas en plantas de espinaca en monocultivo y policultivo.

(Valor de F = 1.33; valor de P = 0.264140) Las barras sobre las columnas representan el error estándar

8.6 Tasa de crecimiento relativo (TCR) lechuga

La TCR no presentó diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$) en las plantas de lechuga en monocultivo y policultivo (Fig. 22).

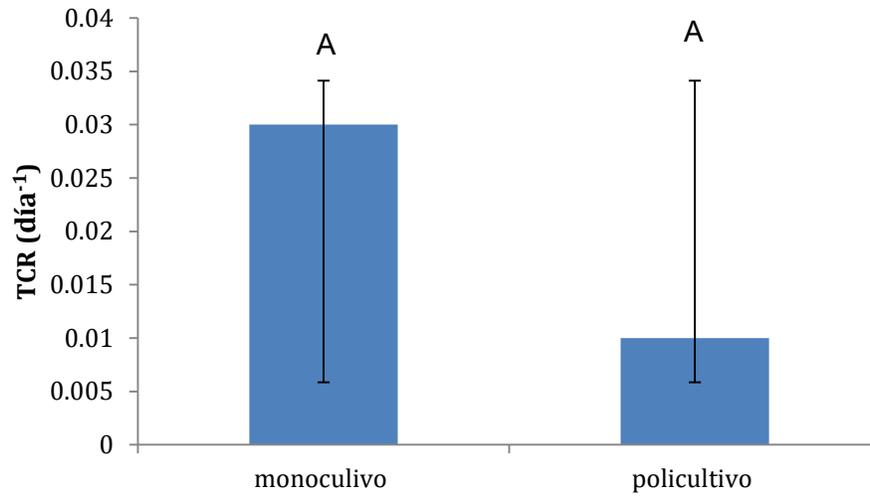


Figura 22. Tasa de crecimiento relativo para la lechuga en monocultivo y policultivo

8.7 Tasa de crecimiento relativo (TCR) espinaca

La TCR no presentó diferencias estadísticas ($p \geq 0.05$) entre las plantas de espinacas en monocultivo y policultivo (Fig. 23).

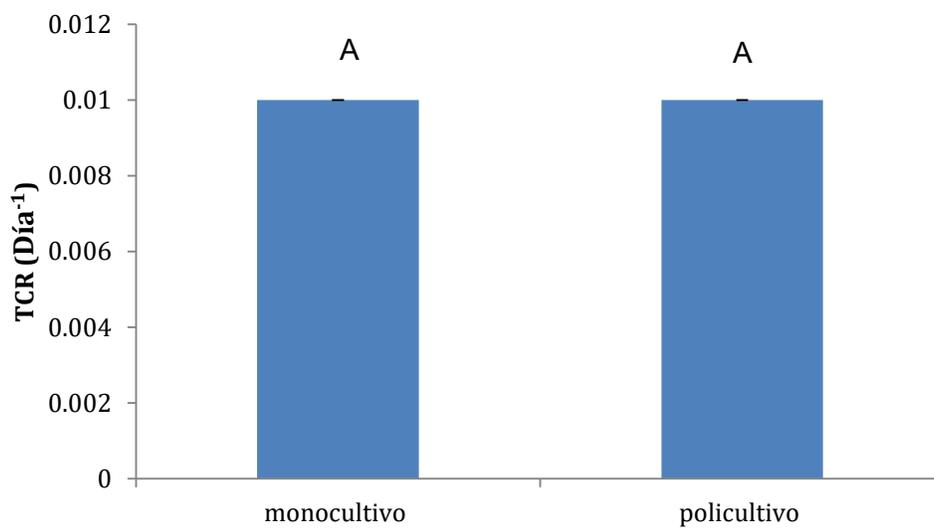


Figura 23. Tasa de crecimiento relativo para espinaca en monocultivo y policultivo

8.8 Calidad morfológica de las plantas de lechuga y espinaca

8.8.1 Índice de Calidad de Dickson (IQ) para lechuga

Las plantas de lechuga en policultivo registraron un valor ICD mayor ($p \leq 0.05$) que las plantas del monocultivo (Fig., 24).

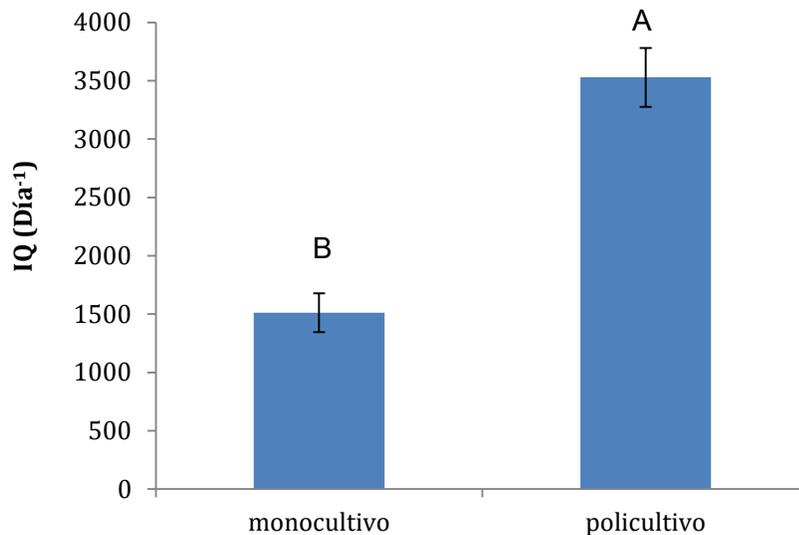


Figura 24. Índice de calidad de Dickson (IQ) para monocultivo y policultivo en plantas de lechuga.

(Valor de F = 44.08; valor de P = 0.000003). Las barras sobre las columnas representan el error estándar

8.8.2 Índice de Calidad de Dickson (IQ) para espinaca

No se registró una diferencia significativa ($P \geq 0.05$) en el valor de ICD entre las plantas de espinaca en el monocultivo y el policultivo (Fig., 25).

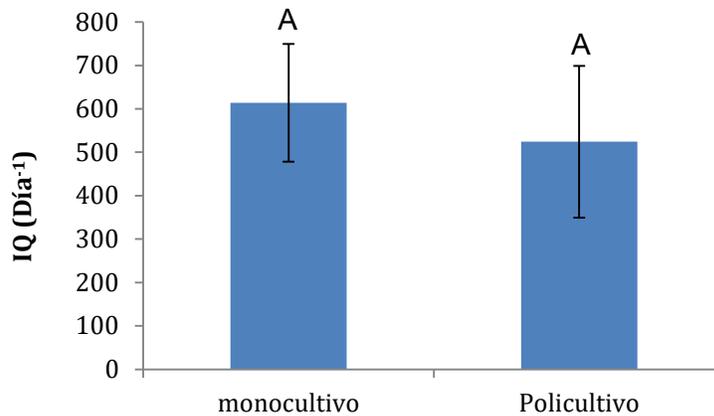


Figura 25. Índice de calidad de Dickson (IQ) para monocultivo y policultivo en plantas de espinaca. (Valor de F = 0.16; valor de P = 0.690204)

8.9 Uso Eficiente de la Tierra en los cultivos de lechuga y espinaca (UET)

El UET para las plantas de lechuga en policultivo fue mayor a uno (1.59) (Cuadro 2), lo que significa que el policultivo presentó un rendimiento mayor en un 59% que el monocultivo.

Las plantas de espinaca en tratamiento monocultivo, presentaron un UET mayor a uno (1.97), (Cuadro 2), presentando un rendimiento del 97% más alto que el policultivo de espinacas.

8.10 Rendimiento

8.10.1 Lechuga

El policultivo de plantas de lechuga, presentó un rendimiento de 1.34 kg /m², mientras que en el monocultivo presentó un rendimiento de 0.842kg/m² (Cuadro 5), en donde el rendimiento en policultivo fue un 50% mayor al obtenido en monocultivo.

8.10.2 Espinaca

El cultivo de espinacas en monocultivo, obtuvo un rendimiento de 709 g/m² (Cuadro 5), mientras que el policultivo de espinacas presentó un rendimiento de 359 g/m² (Cuadro 5), siendo el monocultivo de espinacas un 35% más eficiente que en policultivo.

Cuadro 5. Uso Eficiente de la Tierra (UET) lechuga y espinaca.

Cultivo	Tratamiento	Rendimiento (kg/m ²)	UET
Lechuga	Monocultivo	0.842	
Lechuga	Policultivo	1344	1.59
Espinaca	Monocultivo	0.709	
Espinaca	Policultivo	0.359	0.50

8.11 Atributos del rendimiento de la lechuga en monocultivo y policultivo

8.11.1 Peso fresco en plantas de lechuga, monocultivo y policultivo

Las plantas en policultivo presentaron una diferencia significativamente mayor ($p \leq 0.05$) en peso fresco (Fig., 26, Cuadro 6), con respecto al monocultivo.

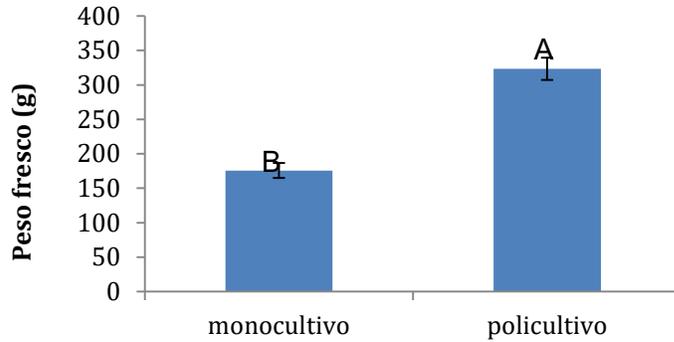


Figura 26. Peso fresco (peso P/C), en plantas de lechuga, monocultivo y policultivo. Las plantas de lechuga en el tratamiento monocultivo presentaron en promedio un mayor peso P/C con respecto al peso P/C registrado en el tratamiento monocultivo (Valor de F = 58.30; valor de P = 0.0000001)

8.11.2 Peso seco en plantas de lechuga, monocultivo y policultivo (peso S/P).

Las plantas de lechuga en policultivo presentaron una diferencia significativa mayor ($p \leq 0.05$) en peso seco promedio (Fig., 27, Cuadro 6), con respecto a las plantas en monocultivo.

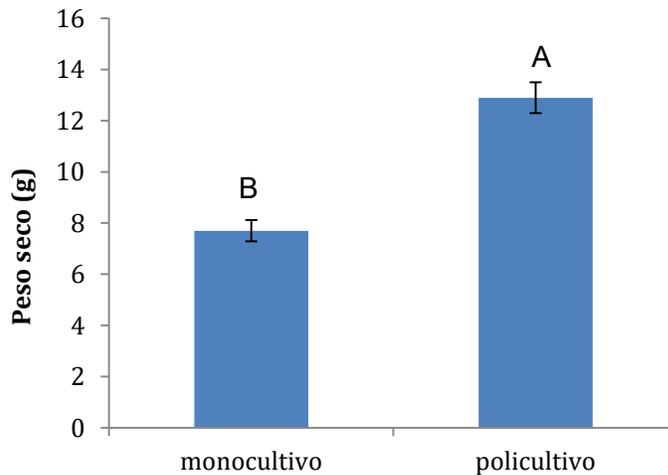


Figura 27. Peso seco (peso S/P), en plantas de lechuga, monocultivo y policultivo. Las plantas de lechuga en el tratamiento policultivo presentaron un mayor peso S/P promedio con respecto a las plantas de lechuga en el tratamiento monocultivo (Valor de F = 49.67; valor de P = 0.0000001).

Cuadro 6. Atributo del rendimiento de la lechuga en monocultivo y policultivo.

	Peso fresco (g)		Peso seco (g)		Biomasa (g)		Hojas (promedio)	Rendimiento (Kg/m ²)
	Vástago	Raíz	Vástago	Raíz	Vástago	Raíz		
M	34±10.7	3.3±1	1.3±0.4	0.9±0.3	168.1	7.4	2±0.6	842
P	50.7±16	3.3±1	1.9±0.6	0.6±0.2	310.5	14.2	2.7±0.8	1344

*M=monocultivo; P=policultivo

8.12 Atributos del rendimiento de la espinaca en monocultivo y policultivo

8.12.1 Peso fresco en plantas de espinaca, monocultivo y policultivo

No se presentaron diferencias estadísticas significativa ($p \geq 0.05$) en el peso fresco de las plantas de espinaca en monocultivo en relación al policultivo (Fig. 28, Cuadro 7).

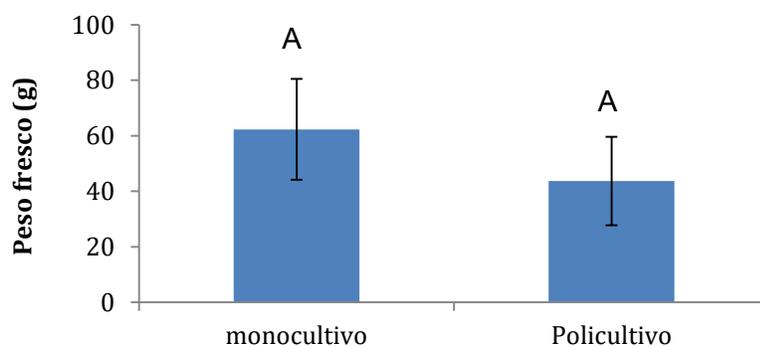


Figura 28. Peso fresco (peso P/C), en plantas de espinaca, monocultivo y policultivo (Valor de F = 0.59; valor de P = 0.452382). Las barras sobre las columnas representan el error estándar.

8.12.2 Peso seco en plantas de espinaca, monocultivo y policultivo (peso S/P).

No se registraron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$) en el peso seco, en las plantas de espinaca en relación al monocultivo y policultivo (Fig., 29, Cuadro 4).

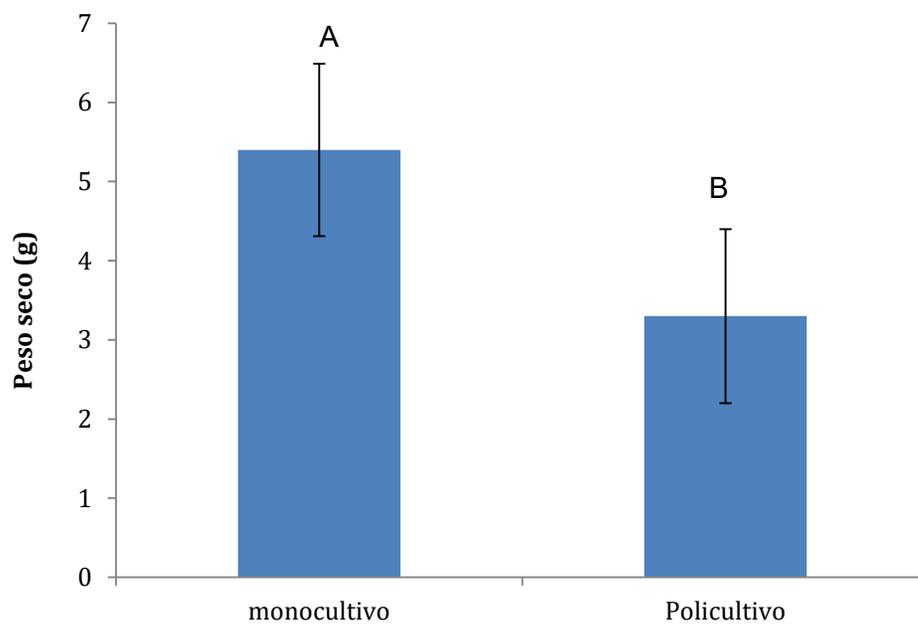


Figura 29. Peso seco, en plantas de espinaca, monocultivo y policultivo. (Valor de $F = 1.82$; valor de $P = 0.1944532$). Las barras sobre las columnas representan el error estándar.

Cuadro 7. Atributo del rendimiento de la espinaca en monocultivo y policultivo

	Peso fresco		Peso seco		Biomasa		Hojas (promedio)	Rendimiento (Kg/m ²)
	(g)		(g)		(g)			
	Vástago	Raíz	Vástago	Raíz	Vástago	Raíz		
M	57.5±18.2	1.3±0.4	3.4±1	0.3±0.1	137.7	3.7	4.3±1.3	709
P	54.4±15.9	2.2±0.7	3.4±1.1	0.6±0.2	69.2	2.5	12.7±4	359

***M=monocultivo; P=policultivo**

8.13 Plagas

8.13.1 Porcentaje de plagas en plantas de lechuga

Las plantas de lechuga en tratamiento policultivo, registraron un menor porcentaje ($p \leq 0.05$) de plagas con respecto a las plantas en monocultivo (Fig., 30).

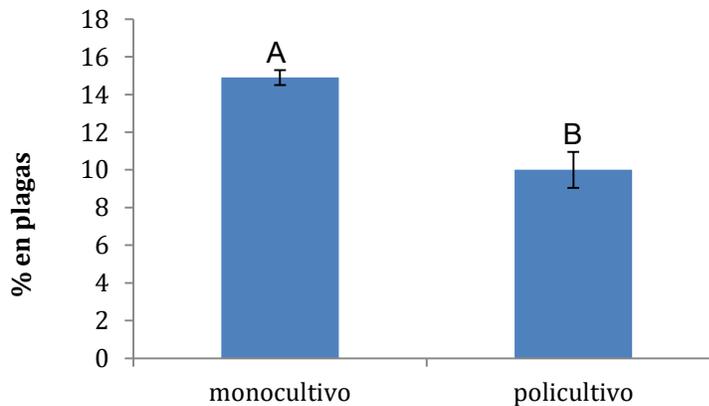


Figura 30. Porcentaje de plagas en cultivo de lechuga, monocultivo y policultivo. (Valor de F = 21.85; valor de P = 0.000189). Las barras sobre las columnas representan el error estándar.

8.13.2 Plagas presentes en el cultivo de lechuga

Las plagas que se presentaron en el cultivo de lechuga, tanto en el policultivo como en el monocultivo, fueron las mismas:

- Mosca blanca (*Bemisia tabaci Gennadius*)
- Cochinilla (*Dacylopius coccus*)
- Pulgón (*Trialeuro desvaporariorum*)

El policultivo presentó en general un mayor control de plaga, en relación a la mosca blanca y al pulgón verde, sin embargo la población de cochinilla se mantuvo de igual manera para ambos cultivos siendo del 60% la infestación para el policultivo y de 38% para el monocultivo (Fig. 31).

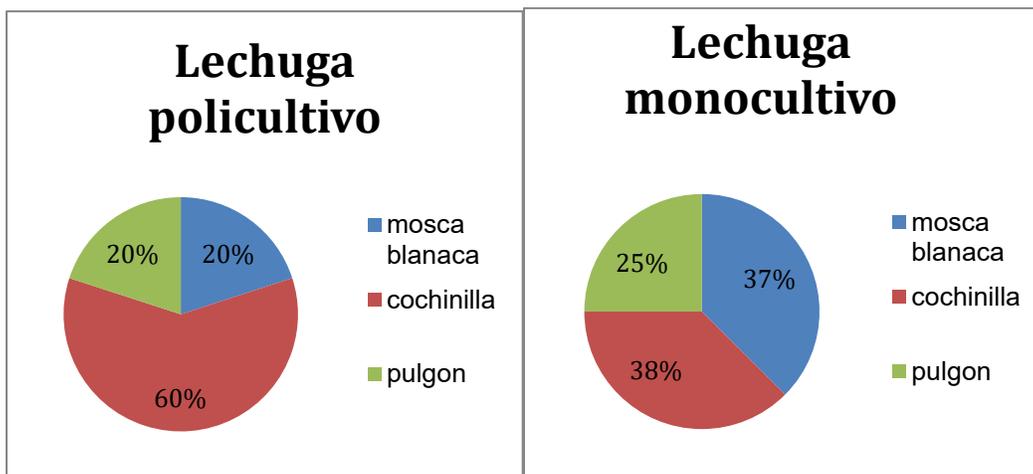


Figura 31. Porcentaje de incidencia de plagas en lechuga, policultivo y monocultivo.

8.13.3 Plagas de la espinaca

No se registraron diferencias estadística significativas ($p \geq 0.05$) en plagas, en las plantas de espinaca en monocultivo y en policultivo (Fig. 32).

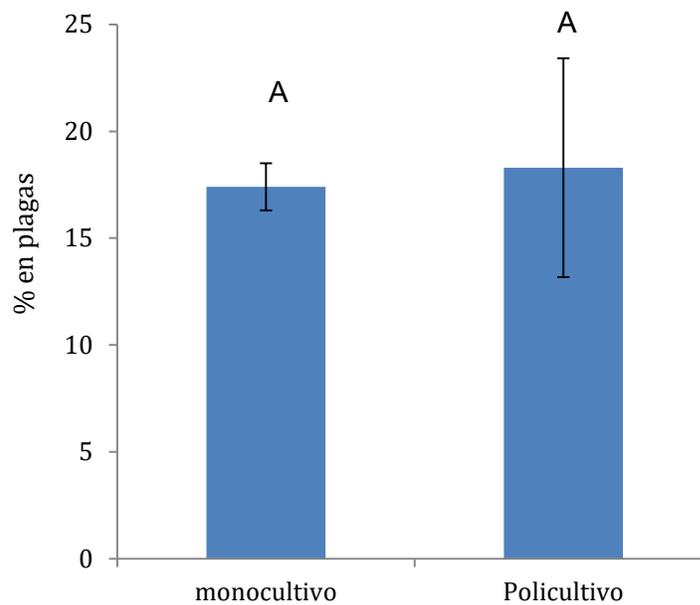


Figura 32. Porcentaje de plagas en cultivo de espinaca, monocultivo y policultivo. (Valor de F = 0.03; valor de P = 0.865742). Las barras sobre las columnas representan el error estándar.

8.13.4 Plagas presentes en el cultivo de espinaca

Las plagas que se hicieron presentes en el cultivo de espinaca, tanto en policultivo como en monocultivo fueron similares:

- Mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius)
- Cochinilla (*Armadiidium opacum* Koch)
- Pulgón verde (*Myzus persicae* Sulzer)

En el policultivo de espinaca hubo una mayor incidencia de plagas tanto en relación al pulgón, como a la cochinilla, lo cual fue mayor que en el monocultivo. Se observó una ligera disminución en la población de mosca blanca la cual se presentó en ambos cultivos. En contraste con el policultivo, en el monocultivo de espinaca, se observó una población más reducida de mosca blanca y pulgón verde, en tanto la población de cochinilla se mantuvo en ambos cultivos (Fig. 32)

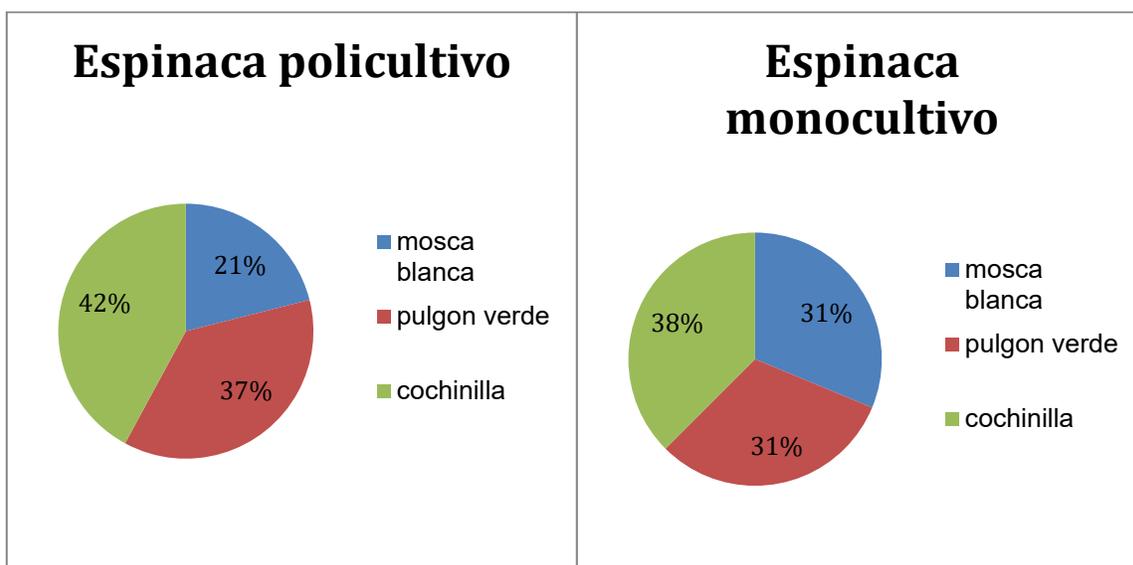


Figura 33. Índice de plagas en espinaca, policultivo y monocultivo.

8.14 Costos de producción para la lechuga en policultivo

El costo de producción para un cultivo de 23 plantas de lechuga y 27 plantas de cebollín (n=50) se calculó con base a la suma de los insumos utilizados durante el mantenimiento del cultivo (Cuadro 8) y la mano de obra. Es importante mencionar que este costo es sin tomar en cuenta los materiales necesarios para iniciar una parcela de 3m²(palas, regaderas, manguera de riego por goteo, bioldo, rastrillo, etc.) El costo de inversión es de \$353.00 M/N (Cuadro 8). El costo de producción de la lechuga bajo este sistema de policultivo, es de \$14.12 M/N.

Cuadro 8. Costo de producción de las plantas de lechuga en un cultivo intercalar con cebollín.

Cantidad	Descripción	Unidad	Precio unitario \$MN	Importe \$MN
150	Semillas	Pieza	20	16.50
500	Sustrato para almacigo	g	10	5
1	Abono (lombricomposta, bokashi, microorganismos eficientes)	kg	10	15
2	Control de plagas (biopreparados)	Pieza	12.50	25
30	Jornada laboral (mano de obra)	h	8.75	262.5
1.5	Materia orgánica	kg	Varios	5
4	Plantas cebollín	pieza	6	24
Total				353

8.14.1 Costo de producción de la lechuga en monocultivo (n=25).

El costo de producción para lechuga en un sistema de monocultivo con 25 plantas fue de \$324.00 M/N (Cuadro 9), con un costo de producción por planta de \$12.96 M/N.

Cuadro 9. Costo de producción de las plantas de lechuga en monocultivo.

Cantidad	Descripción	Unidad	Precio unitario \$MN	Importe \$MN
150	Semillas	Pieza	Varios	16.50
500	Sustrato para almacigo	g	10	5
1	Abono (lombricomposta, bokashi, microorganismos eficientes)	kg	Varios	15
2	Control de plagas (biopreparados)	Pieza	12.50	25
30	Jornada laboral (mano de obra)	h	8.75	262.5
1.5	Materia orgánica	kg	Varios	5
Total				324

8.14.2 Costo de producción para el cultivo de la espinaca en cultivo intercalar con perejil.

El costo de producción para un cultivo de 25 plantas de espinaca y 25 plantas de perejil (n=50), se calculó con base a la suma de los insumos utilizados durante el mantenimiento del cultivo (Cuadro 10) y la mano de obra.

La suma indica un costo total de inversión para un cultivo de producción de 50 plantas de lechuga y cebollín es de \$377.5 M/N (Cuadro 10). En general y considerando el costo de mantenimiento sin diferir en el tipo de especie cultivada (espinaca-perejil), el costo de producción de cada hortaliza es de \$ 15.10 M/N.

Cuadro 10. Costo de producción de las plantas de espinaca-perejil

Cantidad	Descripción	Unidad	Precio unitario \$MN	Importe \$MN
150	Semillas	Pieza	Varios	12.00
500	Sustrato para almacigo	g	10	5
1	*Abono	kg	Varios	20
2	*Control de plagas	Pieza	12.50	25
30	*Jornada laboral	h	8.75	262.5
1.5	Materia orgánica	kg	Varios	5
8	Plantas de perejil	Pieza	6	48
Total				377.5

*Abono (lombricomposta, bokashi, microorganismos eficientes), *Control de plagas (biopreparados), *Jornada laboral (mano de obra).

8.14.3 Costo de producción para el monocultivo de espinaca (n=25).

El costo de producción para un cultivo de 25 plantas de espinaca, se calculó con base a la suma de los insumos utilizados durante el mantenimiento del cultivo (Cuadro 11) y la mano de obra.

La suma indica un costo total de inversión para un cultivo de producción de 25 plantas de espinaca es de \$336.5 M/N (Cuadro 11). En general y considerando el costo de mantenimiento en plantas de espinaca, el costo de producción de cada hortaliza es de \$13.46.00 M/N.

Cuadro 11. Costo de producción de las plantas de espinaca.

Cantidad	Descripción	Unidad	Precio unitario \$MN	Importe \$MN
150	Semillas	Pieza	Varios	12.00
500	Sustrato para almacigo	g	10	5
1	*Abono	kg	Varios	25
2	*Control de plagas	Pieza	12.50	25
30	*Jornada laboral	h	8.75	262.5
1.5	Materia orgánica	kg	Varios	7
Total				336.5

*Abono (lombricomposta, bokashi, microorganismos eficientes), *Control de plagas (biopreparados), *Jornada laboral (mano de obra).

8.15 Cosecha y supervivencia

Después de sesenta días (Cuadro 12), se cosecharon los cultivos de lechuga con una supervivencia total del 98% en policultivo y un 90% en monocultivo. En tanto la espinaca se pudo cosechar a partir del día 70, no obstante la supervivencia total de la especie en el policultivo fue de 70%, siendo la supervivencia más baja, el monocultivo concluyo con una supervivencia total del 90%.

Las plantas acompañantes; cebollín y perejil, no presentaron ningún problema en la supervivencia en ambas especies fue del 100%, su tiempo de cosecha se realizó al cosechar las lechugas y espinacas. El cebollín se cosechó desde el día 45, y el perejil a partir del día 20 después de su siembra.

Cuadro 12. Tiempo de cosecha y supervivencia.

Cultivo	Tratamiento	TIEMPO DE COSECHA (DÍAS)	SUPERVIVENCIA (%)
Lechuga	Policultivo	60	98
	Monocultivo	60 a 70	90
Espinaca	Policultivo	70 a 80	70
	Monocultivo	70	90

9 Discusión

9.1 Porcentaje de emergencia para lechuga y espinaca

El porcentaje de emergencia de las especies cultivadas (lechuga y espinaca) en almacigo, fue mayor del 60%, la lechuga presentó la mayor emergencia, registrando un 100% en un periodo de 7 días. La espinaca presentó un 82%, de emergencia en un lapso de 15 días. Bueno (2004), reporta un porcentaje del 97% en semillas de lechuga cultivadas en almacigo, Terry (2010), reportó un 100% en semillas de lechuga, 12 días después de la siembra, por lo que los resultados de este trabajo, son similares, a los reportados por estos autores.

En el caso de la espinaca, Miralles (2002), reporta una emergencia en almacigo, del 95% en un periodo de 10 días posterior a su siembra. En este trabajo los resultados de emergencia fueron similares a los reportados por este autor, pero con un tiempo medio de emergencia mayor (15 días). Navarro (2006), menciona que algunos de los factores que afectan la emergencia de las plantas son: condiciones ambientales (luz, temperatura y humedad), manejo de la planta (riego, biofertilización, etc.), la morfología, su fisiología, factores genéticos y la calidad de la semilla. En este trabajo, el mayor tiempo de emergencia para la espinaca, pudo haberse debido a un exceso de agua en el almacigo.

9.2 Atributos morfológicos y fisiológicos de los cultivos de la lechuga.

9.2.1 Altura

La altura promedio registrada, en las plantas de lechuga, entre tratamientos presentó diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$), en donde el monocultivo fue mayor (32 cm) en relación al policultivo (27 cm) (Fig. 12). Es importante mencionar que no se tiene un referente de la altura para plantas de lechuga Simpson, sin embargo, es necesario resaltar los resultados de trabajos reportados en la literatura, para otras variedades de lechuga, como la orejona. De la Cruz (2011), reporta en plantas de lechuga orgánica variedad orejona, una altura de 13.8 cm, en un sistema hidropónico con solución nutritiva; Juárez (2014), reporta

alturas de 20 cm, también en un sistema hidropónico; Leonardo (2013) registra valores que alcanzaron los 17 cm en un sustrato de composta y suelo y Raigón (2006), reporta alturas de 22 a 26 cm en lechugas orejonas, asociadas con hinojo.

Es importante mencionar que la altura de las lechugas cultivadas durante este trabajo (Fig. 34), alcanzaron alturas superiores a las reportadas en la bibliografía, en donde estas sobresalen entre dos y tres centímetros.



Figura 34. Registro de altura en planta de lechuga.

9.2.2 Cobertura

La cobertura promedio registrada en el policultivo fue de 600 cm², en relación al monocultivo (500 cm²), las diferencias estadísticas también fueron significativas ($p \leq 0.05$) (Fig.13), lo cual estuvo directamente relacionado con el número de hojas, presentes en cada tratamiento.

De la Cruz (2011), reportó coberturas en lechuga orejona de 163-175 cm² utilizando diferentes sustratos (vermiculita y suelo), Juárez (2014) para la misma variedad reporta coberturas en promedio de 150-430 cm² (en agrolita y tezontle) considerando que la lechuga Simpson es de crecimiento arrosetado abierto, la cobertura fue mayor a la de la lechuga orejona, sin embargo es importante resaltar

que las mejores coberturas fueron las del policultivo asociado con el cebollín, el cual actúa como una planta repelente de las plagas que llegan a la lechuga (mosca blanca y pulgón verde). Saldarriaga (1983), menciona que la consistencia de las hojas de la cebolla y del cebollín, así como su corto periodo vegetativo y su olor pueden actuar como repelente de varias especies de insectos, o regular las poblaciones insectiles en razón del microclima creado por la asociación (Altieri,1976). En un cultivo asociado se producen cambios en el ambiente químico (olor de las plantas) y en el ambiente físico (forma de crecimiento del cultivo, textura de las hojas) que inducen al insecto dañino a abandonar el huésped o a encontrarlo con mayor dificultad (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1977; Cisneros, 1980). En este estudio, las características morfológicas y fisiológicas del cebollín evitaron la depredación en las plantas de lechuga, esto ya ha sido documentado para diferentes hortalizas de la familia Alliaceae (Rivera 2012). Algunas hortalizas de periodo corto (remolacha, zanahoria, etc.), se intercalan con cebolla o cebollín a fin de disminuir ataques de insectos en suelos pobres y muy manejados (Zambrano y Erazo, 1984), (Fig. 35).



Figura 35. Registro de cobertura en plantas de lechuga.



Figura 36. Hojas de lechuga.

9.2.3 Número de hojas

El número de hojas presentó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), entre tratamientos, en este caso el asocio con el cebollín al igual que la cobertura favoreció el número de hojas, el cual al ser el órgano fotosintético de las plantas, desarrolló una mayor cobertura. De acuerdo a Tognoni y Alpi (1999), el desarrollo del área foliar está asociado con la actividad fotosintética, por lo que el área foliar es sinónimo de potencial fotosintético de la planta. Gardner *et al.* (1985) menciona que a medida que el área foliar se desarrolla, la radiación interceptada por las hojas se incrementa, de aquí que las plantas cultivadas en este trabajo al tener una mayor cobertura, ofrecieran una mayor superficie para la intercepción de la luz solar, una mayor tasa fotosintética, lo cual finalmente un crecimiento más vigoroso. Es importante mencionar que no se encontró algún trabajo que hiciera referencia al número total de hojas en las planta, por lo cual no se pudo establecer un parámetro comparativo (Fig. 36).



Figura 37. Lechuga cultivada en policultivo.

9.2.4 Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

La TCR registrada para el monocultivo fue de 0.03 cm.día^{-1} , mientras que para el policultivo fue de 0.01 cm.día^{-1} (las diferencias fueron estadísticamente diferentes $p \leq 0.05$). Romero (2013), reporta en lechuga orejona una TCR que va de 0.020 - $0.031 \text{ cm.día}^{-1}$; Juárez (2014) únicamente reporta que no hay diferencias estadísticas ($p \geq 0.05$) en la TCR de lechuga orejona en cultivo hidropónico, pero no proporciona valores. La tasa de crecimiento para ambos tratamientos está dentro del rango reportado por Romero (2013).

Ayala *et al.* (2011), menciona que la TCR disminuye cronológicamente, pero crece limitadamente al aumentar la radiación fotosintética incidente; y con altas temperaturas, manteniéndose constante hasta un determinado momento a partir del cual declina causando el cese del crecimiento.

La mayor tasa de crecimiento en el monocultivo fue una respuesta directa a la mayor altura alcanzada por las lechugas que se cultivaron solas, en donde no hubo competencia intraespecífica. En cambio en el policultivo, una altura menor indica una gran competencia interespecífica.

Altieri (2000), menciona algunos beneficios sobre el asocio de plantas como son: mejor producción, efectos sobre insectos plaga, beneficios sobre agentes patógenos y control sobre la maleza. Rivera (2012), hace referencia sobre algunos beneficios: plantas trampa, fijación de nitrógeno, interacciones físicas, hábitat benéfico. El cultivo en asocio lechuga-cebollín, ofreció algunos de estos beneficios, ya que se observó que el cebollín funciona como una planta repelente de mosca blanca y pulgón verde, los cuales generalmente anidan en el envés de la hojas de los cultivos de interés, absorbiendo nutrientes y debilitando a la planta e impidiendo un correcto desarrollo (Cuéllar, 2006). Otra ventaja fue la disminución y nula aparición de maleza.

En el caso del policultivo, se observó que al asociar lechuga-cebollín con un trasplante en un patrón a tres bolillo, las plantas cubren totalmente la superficie del suelo y son capaces de controlar en un 100% la maleza. En el monocultivo

aunque el trasplante también se realizó en tres bolillo, siempre quedó un espacio entre las plantas de lechuga por donde entraba luz solar que favorecía la emergencia de malezas. En conclusión las plantas de lechuga en asocio no fueron tan atacadas por insectos plaga, no compitieron por nutrientes con maleza, además de no utilizaron energía en cicatrizaciones hechas por insectos en sus tejidos, lo cual no produjo un estrés en la planta permitiendo un mejor desarrollo.

Durante el tiempo de vida del cultivo en asocio se observó una mayor calidad morfológica en las plantas de lechuga, comparadas con las del monocultivo, a pesar de que se trataron en las mismas condiciones (incidencia de luz, riego, biofertilización y control de plagas), se registró una diferencia en el tamaño y la cobertura de las plantas (Fig. 37 y 38), sin embargo es importante mencionar que las plantas de lechuga de los dos tratamientos, cumplían con los estándares para el mercado orgánico.



Figura 38. Lechuga cultivada en monocultivo.

9.2.5 Índice de calidad de Dickson (IQ)

El índice de Dickson (IQ) fue mayor para el policultivo como una respuesta principalmente del mayor peso fresco presentado por las lechugas en comparación al monocultivo donde las lechugas presentaron un menor número de hojas, con un menor tamaño y peso. El IQ es un indicador de la calidad de la morfología de la planta, por lo que las plantas de lechuga en cultivo intercalar presentaron mejores coberturas, no. de hojas, TCR, peso fresco y rendimiento y por ende una mejor calidad morfológica.

9.3 Atributos morfológicos y fisiológicos de los cultivos de la espinaca

9.3.1 Altura

La altura registrada, de las plantas de espinaca, entre tratamientos, presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$), en donde el monocultivo fue mayor (42 cm) en relación al policultivo (22 cm) (Fig. 5). Jiménez (2010), menciona alturas promedio en la planta de espinaca que oscilan entre los 30-45 cm, Persoglia (2012), reporta en un cultivo de espinaca para obtención de semillas var. Súper Dorrego una altura de 70 cm a los 60 días de cultivo bajo condiciones controladas; Rozano *et al.* (2004), reporta que las plantas de espinaca pueden llegar a medir 30 cm a 1 m dependiendo de la variedad a utilizar tomando en cuenta el tallo floral. Es importante resaltar que las plantas de espinacas cultivadas en este trabajo presentaron una altura que está dentro del rango establecido por la literatura. (Fig. 39).



Figura 39. Altura en planta de espinaca.

9.3.2 Cobertura

La cobertura promedio registrada en el monocultivo fue de 40 cm², en relación al policultivo (20 cm²), también hubo diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) (Fig. 6). Rodríguez (2009), menciona diferencias significativas en el área foliar de espinaca bajo condiciones de invernadero y con diferentes dosis de nitrógeno (bajo estrés hídrico), a los 21 y 42 días de cultivo, con una cobertura final de 91,64 cm² (Fig. 40).

En la literatura no hay registros de la cobertura en espinaca, sin embargo la FAO (1), menciona que la planta de espinaca por su gran área foliar desarrollada, puede ser usada como cultivo de cobertura, así como el pepino y el melón, siendo éstas de las pocas plantas comestibles que se usan como cobertura de suelo.

Es importante resaltar que en este trabajo, las plantas de espinaca no desarrollaron una buena cobertura foliar, en el policultivo, las plantas desarrollaron pocas hojas y de tamaño pequeño (Fig. 41), como consecuencia probable de la competencia con el perejil.

9.3.3 Número de hojas

En el número de hojas no se presentó diferencia estadística significativa ($p \geq 0.05$), entre ambos tratamientos, en este caso el asocio de la espinaca con el perejil al igual no favoreció el número de hojas, como consecuencia de una posible competencia en el policultivo.

La parte comestible de la espinaca son las hojas y son cosechadas mientras la planta aún es inmadura (Vásquez, 2014), por lo que el asocio perejil/espinaca no es conveniente para una producción de autoconsumo.



Figura 40. Policultivo de espinaca y perejil.



Figura 41. Registro de cobertura en plantas de espinaca.

9.3.4 Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

La TCR no presentó diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$) entre tratamientos, siendo en ambos casos de 0.01 cm.día^{-1} . El poco desarrollo de la espinaca manifiesta una posible carencia de nitrógeno, el cual pudo haber sido mejor aprovechado por el perejil el cuál mostró un tamaño más vigoroso, en este sentido, Neumann (1977) menciona que la tasa de crecimiento relativo depende de la continua e irreversible expansión de células jóvenes, producidas por la división celular en tejidos meristemáticos, si el suministro de nutrientes no es correcto, se podría afectar la tasa de crecimiento de las hojas por la inhibición de la tasa de producción y expansión de nuevas hojas.

9.3.5 Índice de calidad de Dickson (IQ)

Para la espinaca el IQ fue mayor para el monocultivo donde en este caso no hubo competencia por los nutrimentos del sustrato, por otro cultivo, lo cual si se presentó en el policultivo (19 cm), donde las espinacas solo crecieron 50% de la altura de las espinacas en monocultivo (42 cm).

El índice de Dickson fue mayor para el monocultivo como una respuesta principalmente del mayor peso fresco presentado por las espinacas en comparación con las del policultivo, donde las espinacas presentaron, hojas con un menor tamaño y peso. El IQ es un indicador en la calidad de la morfología de la planta, por lo que las plantas de espinaca en cultivo sin intercalar, presentaron una mejor cobertura, mayor calidad en hojas, TCR, peso fresco y rendimiento, sin embargo como se ha mencionado antes, las plantas de espinaca presentaron pocas hojas y de tamaño pequeño; la TCR fue muy baja, las plantas, presentaron un peso fresco bajo (76.4 g) en promedio considerando el vástago y la raíz.

El cultivo intercalar espinaca (Chenopodiaceae)-perejil (Umbelliferae), no resultó favorable para la espinaca, a pesar de que las hortalizas son de distintas familias botánicas, por lo que este no puede ser el único criterio para asociar especies, ya que hay características morfológicas como la forma y tamaño de la raíz, la arquitectura del follaje, que le pueden dar ventajas en este caso al perejil para

llevar a cabo una mejor eficiencia en la toma del agua del suelo y una mayor tasa fotosintética (Margalef, 1974).



Figura 42. Monocultivo de espinaca.

Infoagro (2006) (2), describe los principales nutrientes con los que debe de contar el suelo para el cultivo de espinacas, entre ellos el nitrógeno, el cual es necesario para el desarrollo del follaje de esta planta, en aquellos sitios en donde los suelos o los sustratos carecen de N. Por otro lado Lazcano (2000), menciona que la carencia de nitrógeno en el suelo, produce plantas con pocas hojas, un tamaño inferior al normal y se pueden tornar de color amarillo. Las plantas de espinaca en asocio presentaron enanismo, pocas hojas y clorosis en la hojas, sin embargo, es importante resaltar que no se presentaron insectos plaga (mosca blanca y pulgón verde). En este asocio el perejil funcionó como una planta trampa como mencionan Ramírez, 2011; Rivera, 2012. Las plantas de perejil nunca presentaron signos de deficiencia nutrimental a pesar de que presentaron infestación por (pulgón verde y mosca blanca), en altas poblaciones, las cuáles fueron tratadas con biopreparados de ortiga, y *Bacillus thuringiensis*, logrando disminuir la población de dichos insectos.

Por otro lado, también se atribuye el mal desarrollo de las plantas de espinaca a la falta de espacio, debido a la forma de crecimiento del perejil (Fig. 41), la cual crece en forma arbustiva, con una altura promedio de 30- 40 cm, lo cual fue registrado en este trabajo y también es reportado por Rozano *et al.* (2004). Los efectos de competencia en la asociación perejil espinaca, sobre el rendimiento de esta última se expresan como porcentajes de reducción en la supervivencia (12.5%), en relación al monocultivo (100% de supervivencia de plantas con un mal desarrollo). Se observa que la producción de la espinaca fue afectada a causa de la competencia con el perejil.

9.4 Uso Eficiente de la Tierra (UET) en cultivos asociados de lechuga y espinaca

El UET, fue mayor en la asociación lechuga-cebollín (1.59) que en la asociación espinaca-perejil, en donde en el caso de la primera asociación, el índice fue mayor a 1 (1.59), indicando que el rendimiento al asociar la lechuga al cebollín se incrementó un 59%. Atencio y Guerra (2010), evaluaron un sistema de cinco cultivos en asocio (maíz dulce, rábano, habas, lechuga y yuca), reportando valores de UET 1.45; Hill (2011), evaluó policultivos de sábila con lechuga, maíz dulce y yuca, a pesar que su mayor UET registrado fue de 2.18 en el cultivo de sábila con maíz, la asociación con la lechuga solo presentó un UET fue de 1.26, lo cual también representa un incremento en el rendimiento.

El rendimiento se incrementó en la lechuga-cebollín, debido a una menor incidencia de plagas, mayor conservación de la humedad en el suelo, debido a su crecimiento arrosetado. Birchler (1998), menciona que al reducir los factores de estrés como plagas, deficiencias hídricas y carencia de nutrientes, las plantas pueden hacer uso de su energía para canalizarla al crecimiento.

Rivera (2012), menciona que el olor del cebollín puede ser un repelente de insectos plaga, por lo cual se recomienda podar las hojas del cebollín de manera frecuente durante el cultivo, con una frecuencia semanal, para promover la

liberación del olor característico de la cebollas. En este trabajo el cebollín intercalado con la lechuga reguló las plagas de áfido verde y mosca blanca, las cuáles en grandes poblaciones al succionar la savia de las plantas puede provocar plantas de menor tamaño y menos vigoroso.

Altieri (2000), menciona que uno de los macronutrientes para el desarrollo en la nutrición mineral es el nitrógeno, el cual cuando esta deficiente limita el rendimiento de las cosechas. Las plantas utilizadas en este asoció tienen diferentes tipos de raíz, lo cual permite obtener nutrientes de distintos niveles del suelo, la lechuga tiene una raíz pivotante y poco ramificada con una longitud de hasta 30 cm (Rozano *et al.*, 2004), mientras que el cebollín presenta una raíz ramificada y escasamente profunda, la cual se distribuye de forma superficial (Rivera, 2012), esta diferencia entre las raíces de la lechuga y el cebollín permite una mejor absorción de los nutrientes sin llegar a la competencia por ellos, permitiendo un buen desarrollo y un crecimiento adecuado, el cual se refleja en el momento de la cosecha (Cenoz, 2010).

Otra ventaja en este policultivo, fue la disminución y nula aparición de maleza, debido al crecimiento arrocetado de la lechuga (Rozano *et al.*, 2004). En este policultivo, la plantación en un patrón a tres bolillo con una densidad de plantación de 25 plantas de lechuga por 25 plantas de cebollín, permitió que las plantas de lechuga cubrieran totalmente la superficie del suelo y fueran capaces de controlar en un 100% la maleza. En el monocultivo aunque el trasplante también se realizó en tres bolillo con una densidad de plantación de 25 plantas de lechuga siempre quedó un espacio entre las plantas de lechuga, debido a que eran de menor tamaño que las del policultivo, espacios, por donde entraba luz solar que favorecía la emergencia de malezas. En conclusión las plantas de lechuga en asocio no fueron tan atacadas por insectos plaga, no compitieron por nutrientes con maleza, además de que no utilizaron energía en cicatrizaciones hechas por insectos en sus tejidos, lo cual no produjo un estrés en la planta permitiendo un mejor desarrollo de éstas. La baja densidad del follaje del cebollín favorece su intercalamiento con la lechuga (cita papa cebolla).

9.5 Costo/producción

El policultivo cebollín-lechuga (Fig. 43), resultó rentable económicamente (índice/costo beneficio 1.41), debido a que el cebollín controla las plagas y favoreció el microclima para que la lechuga alcanzara una biomasa en peso fresco alta.



Figura 43. Policultivo de lechuga-cebollín

El policultivo espinaca-perejil (Fig. 44), no resultó rentable económicamente (índice/ costo beneficio 0.20), debido a que la asociación ejerció competencia, suprimiendo el perejil a la espinaca y obteniendo finalmente una alta tasa de mortandad y plantas con un desarrollo poco vigoroso.



Figura 44. Espinaca-perejil.

10. Conclusiones

- La asociación lechuga-cebollín, resulta favorable, ya que incrementó el desarrollo de la lechuga en un 59% en relación al monocultivo, además de regular las plagas de áfido verde y mosca blanca.
- De acuerdo con el ANOVA se observaron diferencias significativas entre los rendimientos de lechuga intercalados con cebollín y monocultivo; esto indica que la inclusión del cebollín en el cultivo de lechuga mejora el rendimiento de esta hortaliza de hoja.
- El cultivo intercalar lechuga-cebollín, presenta costos de producción bajos, lo cual lo hace altamente rentable para el consumo humano y el mercado orgánico.
- El cultivo intercalar espinaca-perejil, no resultó favorable para el crecimiento, ni para el rendimiento de la espinaca como respuesta de una alta competencia inter e intraespecífica por nutrientes (principalmente nitrógeno) y por humedad del suelo.
- El perejil en el cultivo intercalar con la espinaca, resultó ser favorable para el control de plagas (actuando como una planta trampa) en la espinaca, pero fue desfavorable para su rendimiento.
- El cultivo intercalar espinaca-perejil, no es rentable económicamente para el autoconsumo ni para el mercado orgánico.

Síntesis de resultados biológicos y de análisis económicos

Parámetros	Porcentaje de emergencia (%)	Altura (cm)	Cobertura (cm ²)	Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)	Índice de Calidad de Dickson (IQ)	Uso Eficiente de la Tierra (UET)	Rendimiento (kg/m ²)	Costo / Beneficio	Interacción positiva (+) negativa (-)	Observaciones
Tratamiento										
Lechuga monocultivo	100%	32	500	0.03 cm.día ⁻¹			0.84			Cultivo de fácil mantenimiento
Lechuga policultivo		27	600	0.01 cm.día ⁻¹	(p≤0.05)	1.59	1344	1.41	+	Disminución en plagas. Mayor aprovechamiento de nutrientes
Espinaca monocultivo	82%	42	40	0.01 cm.día ⁻¹			0.70			Cultivo de fácil manejo. Especial cuidado dentro de los primeros quince días de siembra.
Espinaca policultivo		22	20	0.01 cm.día ⁻¹	(p≥0.05)	0.50	0.35	0.20	-	Alta competencia por nutrientes y espacio. Alta población en plagas

11. Referencias:

Altieri M. (2000). Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. La Habana, Cuba: CLADES. Pp: 23-26.

Barreño P. (2006). hierbas aromáticas culinarias para exportación en fresco manejo agronómico, producción y costo. BogotáColombia: Facultad de agronomía. p: 65.

Barrosos, L y Jerez, E. (2002). Fenología de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) cultivada en diferentes fechas de siembra. Cultivos tropicales. Pp: 43-46.

Bernal et al., (2008). Caracterización de las deficiencias de macronutrientes en plantas de cebollín (*Allium Schoenoprasum L.*). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Volumen 2. Núm. 2. Pp: 192-194.

Brotos et al., (2012). Maximización del uso equivalente del terreno con 14 hortalizas en policultivo. Honduras: El Zamorano Escuela Agrícola Panamericana. P: 6

Bueno M. (2005). El huerto familiar ecológico, la gran guía práctica del cultivo natural. Ed. RBA libros. España p: 415

Cárdenas, R. Sánchez, J. Farías, R. y Peña, J. (2004). Los aportes del Nitrógeno en la agricultura. Revista Chapingo: serie agricultura. Pp: 173-178.

Cerdas M. C, et al. (2000). Lombricultura y Agricultura Sustentable. México: Futura, Pp: 124-132.

Cohen, E. y Franco, R. (2006). Evaluación de proyectos sociales. México, D.F: Siglo Veintiuno. Pp: 171-180.

Cuevas, R. R. A. (1995). Calidad de planta. En: viveros forestales. Revista INIFAP Publicación Especial Núm. 3. Coyoacán, D.F. México. P: 179.

De la Cruz, C. (2011). Cultivo hidropónico de lechuga orejona (*Lactuca sativa* L.). en Ma. Socorro Orozco (Ed.), Cultivo orgánicos de especies de interés económico. Mexico D.F.: impresiones Torres. Pp: 65-77.

Díaz et al., (2012). Uso Equivalente de la Tierra en la combinación frijol ejotero-girasol en Toluca, México. Revista Ciencias Agrícolas Informa. Volumen 21. Núm. 2. Disponible en: http://www.unca.edu.mx/investigacion/publicaciones/Revista_21-2-Diaz12.pdf.

Fajardo.1998. Evaluación agroeconómica del asocio de tomate y lechuga en la época lluviosa, en la zona de EL Zamorano. Honduras: El Zamorano Escuela Agrícola Panamericana. P: 5.

Gardner, F. Btemt, P y Mitchel, R. (1985). Carbon fixation by crop canopies. In: psychology of Crops Plants. IowaState University Press. Pp: 31-57.

Giaconi, V, M. (2004). Cultivo de hortalizas. Santiago de Chile: Universitaria S.A. Pp: 65,66.

Gleissman, S.R.(2002^a), Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sustentable, Costa Rica:CATIE. Turrialba. Pp: 224-225.

Gleissman, S.R. (2002b). La biodiversidad y estabilidad de los agroecosistemas. En: la práctica de la agricultura y la ganadería ecológica. Andalucía. España: Comité Andaluz de Agricultura Ecológica. Pp: 69-87.

Hernández. (1999). Distribución espacial y temporal del el policultivo yuca-frijol: Uso Equivalente de la Tierra. Revista Agronómica Mesoamericana. Volumen 10. Núm. 1 Pp: 63-66.

Hill, V. (2011). Policultivos de sábila con lechuga, habichuela, maíz dulce y yuca sobre rendimientos, uso equivalente de terreno (UET) y UET financiero. Zamora Honduras. TESIS. Carrera de ciencias y producción agropecuaria. p: 28.

Holt-Giménes. (2001). Midiendo la resistencia agroecológica contra el huracán Mich. Revista LEISA. Volumen 17. Núm. 1. Pp. 7-9. Disponible en: <http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/1-enfrentando-el-desastre/midiendo-la-resistencia-agroecologica-contra-el>.

Hunt R. et al., (2002). A modern tool for classical plant growth analysis. Annals of Botany. Pp: 485-488.

Juárez, H. (2014). Cultivo hidropónico en mangas verticales de dos variedades de acelga y lechuga. (Tesis de licenciatura). UNAM-FES Zaragoza México, D.F. p: 64.

Jeavons, J. (2002). Cultivo Biointensivo de alimentos. 7ª ed. Estados Unidos: Ecology Action of the Mind-Peninsula. P: 261.

Luna G. (2005). Utilización de la Alelopatía en el sistema de producción de Hortalizas. Colombia: Corpoica. Centro de investigación Palmira.

Mundo Guerrero Cesar, F. (2013). Proyecto tecnología hidroponía-Produccion de jitomate y lechuga. Tesis de licenciatura UNAM. p: 208

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2007. Disponible en: <http://www.fao.org>

Norman, G. R. y Streiner, D, L. (1996). Bioestadística. Madrid, España: Harcourt. Pp: 88-90.

Rodríguez J. M., (2010), Policultivos: asociación de hortalizas en cultivo ecológico. Estación Experimental Agraria(IVIA)- ELCHE (ALIANTE). Pp: 1-5.

Royo A. et al. (1998). La planta ideal: revisión del concepto, parámetro definitorio e implementación práctica. Universidad politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, Madrid. España.

Rozano Ladrón de Guevara V. et al. (2004). Hortalizas la llave de la energía. Revista digital universitaria. Volumen 5, número 7. Pp: 11-14. Disponible en: http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art88/sep_art88.pdf.

Sanchez Pineda de la Infantas, Ma. (2004). procesos de productos vegetales. Madrid España.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, (2012). México. Disponible en: www.SAGARPA.gob.mx

Stephen R. Glissman. (1998). Agroecología, procesos ecológicos en agricultura sustentable. Costa Rica: LITOCAT, TURRIALBA. Pp. 189,190, 191.

Tognoni, F. y Alpi, A. (1999). Cultivo en invernadero. Madrid España. Ed. Mundi-prensa. Pp: 347.