



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



RENDIMIENTO DE CINCO VARIEDADES DE LECHUGA *Lactuca sativa* L. TIPO
GOURMET CICLO PRIMAVERA-VERANO

Por:

Laura Alexandra González Pérez
Adan Zepeda López

Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



RENDIMIENTO DE CINCO VARIEDADES DE LECHUGA *Lactuca sativa* L. TIPO
GOURMET CICLO PRIMAVERA-VERANO

Por:

Laura Alexandra González Pérez
Adan Zepeda López

Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

ASESORES

M.C. CARLOS VILLAR MORALES
DR. JOSÉ LUIS LARA MIRELES
DR. FEDERICO VILLARREAL GUERRERO

El trabajo titulado “**Rendimiento de cinco variedades de lechuga *Lactuca sativa* L. tipo gourmet ciclo primavera-verano**” fue realizado por: Laura Alexandra González Pérez y Adan Zepeda López como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis:

M.C. CARLOS VILLAR MORALES

Asesor

DR. JOSE LUIS LARA MIRELES

Asesor

DR. FEDERICO VILLARREAL GUERRERO

Asesor

En el Ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez S.L.P. a los dos días del mes de diciembre de 2013.

DEDICATORIA

A MI MADRE

Laura Elba Pérez Torres, por haberme brindado esta gran oportunidad de superación, por su amor, comprensión, paciencia, esfuerzo, sacrificio y sabios consejos.

A MIS AMIGOS

A mis amigos **Jesús** y **Karla** por su apoyo incondicional, por su compañía, regaños, fiestas y por ser grandes amigos que siempre han estado a mi lado y son motivo de superación.

A MIS ASESORES

A mi asesor principal **M.C. Carlos Villar Morales** quien es uno de los pilares de mi superación profesional, por su dedicación, conocimiento y apoyo para concluir con mi carrera, al **Dr. José Luis Lara Mireles** por aceptar ser parte de este proyecto y al **Dr. Federico Villarreal Guerrero** quien brindo su colaboración en este trabajo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Juan Zepeda Ramírez y Ma. Del Carmen López Espinosa, que con su sabiduría y consejos me han enseñado a amar lo que hago, gracias les doy por apoyarme, por estar con migo en esos momentos donde sentí que no lo lograría, que no podría cumplir este sueño, gracias padres porque ustedes son mis pilares y son la base de esta meta, lo logramos y con todo mi amor les dedico este proyecto que sé que al igual que yo los va hacer sentir algo muy especial, esto es por ustedes y para ustedes.

A MIS HERMANOS

Irene, José y Juan Bernardo, como dejar fuera de este logro a mis hermanos. Irene, José y Juan. Lo logramos, por esos jalones de orejas les doy las gracias, ustedes son una pieza muy importante dentro de mi formación, y mis logros son los suyos también, lo logramos hermanitos. Los quiero mucho.

A MI ABUELITA

Abelina Ramírez Sánchez, que aunque ya no estás con nosotros se que desde allá del cielo estarás orgullosa de ver que tu nieto se convirtió en eso que tu tanto querías. Un hombre de bien.

A MIS ASESORES

A mi asesor principal el **M.C. Carlos Villar Morales**, quien me ha brindado su apoyo en todo momento en el que lo he requerido. Al **Dr. José Luis Lara Míreles**, por aportar parte de su valioso tiempo a este proyecto y al **Dr. Federico Villarreal Guerrero**, por aceptar ser parte de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A MI UNIVERISDAD

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y en especial a la Facultad de Agronomía y Veterinaria por permitirme formarme profesionalmente, por ser mi segunda casa durante estos cuatro años y medio.

A MIS ASESORES

A mi asesor principal el **M.C. Carlos Villar Morales**, gracias por su valioso conocimiento, por su amistad, confianza y por su apoyo durante estos cuatro años y medio, al **Dr. José Luis Lara Mireles** colaboración en la realización de este proyecto y al **Dr. Federico Villarreal Guerrero** por apoyarme en terminar mi carrera.

A MIS MAESTROS

Ing. Juan Francisco Gaytán Rodríguez, MC. Carlos Villar Morales, MC. María Luisa Rodríguez Escobedo, Dr. Ovidio Díaz Gómez y especialmente a la MC. Clara Teresa Monreal Vargas por darme las mejores herramientas para mi vida profesional.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

A Fernando, Gloria y Viviana, ustedes fueron mi familia durante este tiempo, gracias por su apoyo, por compartir momentos de diversión y estudio, seguiremos apoyándonos.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por darme la dicha de nacer bajo el techo de una familia unida y que me supo brindar todo su amor y comprensión.

A MI UNIVERISDAD

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y en especial a la Facultad de Agronomía y Veterinaria, por la formación profesional que en estos años recibí.

A MIS ASESORES

A mi asesor principal, el M. C. Carlos Villar Morales, gracias por compartir con migo su conocimiento, gracias por su amistad y gracias por todos sus consejos. Al Dr. José Luis Lara Míreles, gracias por su apoyo y por el valioso tiempo que dedico a este proyecto y al Dr. Federico Villarreal Guerrero, por aceptar ser parte de este proyecto.

A MIS MAESTROS

Al M.C. J. Carlos Villar Morales, gracias por apoyarme siempre cuando lo necesitaba y gracias porque en usted encontré a un gran profesional, pero sobre todo a un gran ser humano y a la M.C. Clara Teresa Monreal Vargas, por todas sus enseñanzas que se que serán una valiosa herramienta en mi camino profesional.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Gracias por estar siempre ahí en las buenas y en las malas.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
SUMMARY	xii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
Hipótesis	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Características Generales del Cultivo.....	3
Origen.....	3
Taxonomía.....	3
Morfología.....	4
Importancia Económica.....	4
Composición Nutricional.....	4
Condiciones Edafoclimaticas	5
Material Genético	6
Desarrollo vegetativo	7
Siembra.....	7
Densidad de Plantación	7
Acolchado.....	7
Nutrición y Fertilización.....	8
Principales Plagas y Enfermedades que Afectan el Cultivo.....	10
Plagas.....	10
Enfermedades	11
MATERIALES Y METODOS	15

Localización.....	15
Clima	15
Vegetación.....	15
Características del Suelo.....	15
Material Genético	16
Diseño Experimental	16
Desarrollo Experimental.....	16
Preparación del terreno.....	16
Fertilización.....	17
Trasplante	17
Granizo	17
Labores de cultivo	17
Control de plagas y prevención de enfermedades	17
Programación del riego.....	18
Sistema de riego	18
Cosecha.....	18
Variables a evaluar	18
Análisis estadístico	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
Muestreo 1	20
Muestreo 2.....	22
Cosecha.....	23
Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en hoja.....	24
Análisis económico	27
Situación en el mercado actual.....	28
CONCLUSIONES	30
LIERATURA CITADA	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición nutritiva de distintos tipos de lechugas (por 100 g de parte comestible)	5
2	Características fisicoquímicas del suelo del sitio del experimento.....	16
3	Análisis de varianza de la variable materia fresca de la parte vegetativa en kg m^{-2} . Grados libertad, suma de cuadrados, cuadrados medios, valor crítico para F.....	20
4	Análisis de varianza de la variable materia seca de la parte vegetativa en kg m^{-2} . Grados libertad, suma de cuadrados, cuadrados medios, valor crítico para F.....	20
5	Análisis de varianza de la variable materia seca de la parte vegetativa en kg m^{-2} . Grados libertad, suma de cuadrados, cuadrados medios, valor crítico para F.....	22
6	Análisis de varianza de la variable materia fresca de la parte vegetativa en kg m^{-2} . Grados libertad, suma de cuadrados, cuadrados medios, valor crítico para F	22
7	Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en hoja	24
8	Costos de producción del cultivo de lechugas tipo gourmet por hectárea	27
9	Peso en el mercado nacional	28
10	Precio en el mercado nacional de lechugas tipo gourmet	28
11	Análisis económico de las cinco variedades de lechuga tipo gourmet estudiadas	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Peso fresco en kg m^{-2} en el primer muestreo.	21
2	Peso seco en kg m^{-2} en el primer muestreo.	21
3	Peso fresco en kg m^{-2} en el segundo muestreo.	23
4	Peso por unidad en gramos.	24
5	Porcentaje de nitrógeno en hoja en las 2 etapas de crecimiento evaluadas en el experimento	25
6	Porcentaje de fosforo en hoja en las 2 etapas de crecimiento evaluadas en el experimento.	26
7	Porcentaje de potasio en hoja en las 2 etapas de crecimiento evaluadas en el experimento.	26

RESUMEN

Se estudió la respuesta de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L. tipo gourmet. El experimento fue realizado en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la U.A.S.L.P., ubicado en el Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones. De acuerdo a los resultados las variedades de lechuga evaluadas mostraron diferencias significativas respecto a producción de materia fresca y materia seca. Las variedades Orejona y Francesa presentaron la mayor producción de materia fresca por m², superando a las variedades Mantequilla, Sangría y Morada. En cuanto al índice de cosecha las variedades con mayor promedio fueron la Orejona y la Francesa con 517.5g y 496.75g respectivamente, superando a las variedades Mantequilla (376.125g), Morada (76.25g) y Sangría (34.095g). La variedad que mayor rendimiento presentó fue la Orejona (22.77 ton m⁻²), y la que mayor relación beneficio costo dio fue la Mantequilla (7.8).

SUMMARY

The response of lettuce varieties *Lactuca sativa* L. gourmet was studied. The experiment was conducted at the Agricultural Experimental Station of the Faculty of Agronomy and Veterinary of the U.A.S.L.P, located in the Ejido Palma de la Cruz, in the municipality of Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. An experimental design in randomized blocks with four replications was implemented. According to the results, the lettuce varieties evaluated showed significant differences on fresh matter production and dry matter. The Orejona and Francesa varieties had the highest fresh matter production per m², among the varieties Mantequilla, Sangria and Morada. Regarding the harvest index, the varieties with the highest were average Orejona and Francesa with 517.5g 496.75g, respectively, being superior to the varieties Mantequilla (376 125g), Morada (76.25g) and Sangria (34,095g). The variety that was presented the best performance was Orejona (22.77 ton m⁻²), and the variety that the gave higheest benefit-cost ratio was Mantequilla (7.8).

INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es un cultivo de gran importancia económica nacional e internacionalmente debido a su alta demanda en el mercado ya que se consume en fresco para ensaladas y como decoración en la gastronomía, por su bajo contenido calórico es muy recomendado en dietas. Su importancia también recae en que se adapta a casi cualquier clima, ya que tolera los climas fríos como pocos cultivos.

En México la superficie sembrada en el año 2012 fue de 17,315.21 ha y la cosechada de 16,194.71 ha, en cuanto a la producción es de 335,337.28 ton y el rendimiento medio nacional es de 20.71 t ha⁻¹(SIAP 2013). Comparando estos datos con lo reportado por la FAO en 2008, para el año 2007 el rendimiento medio mundial es de 22.09 t ha⁻¹, podemos decir que en México la lechuga que se produce no alcanza para la media mundial.

En el estado de San Luis Potosí en el año del 2012 se sembraron 256.10 ha y se cosecharon 242.10 ha, con lo cual se obtuvo una producción de 7,701.65 ton y un rendimiento medio de 31.81 ton ha⁻¹(SIAP 2013), cifra que supera satisfactoriamente a la media nacional y mundial.

En San Luis Potosí como en otras partes del país, la limitante principal para la agricultura es la falta de del recurso natural del agua, por lo cual en las últimas décadas el uso de la fertigación en las hortalizas se ha adoptado como una herramienta importante en el manejo de los cultivos, ya que es la incorporación de nutrientes y agua, comúnmente en goteo, también el uso del acolchado para reducir el consumo consultivo.

Aunque el cultivo de la lechuga es altamente consumido por ser un alimento importante en la alimentación por lo cual es su producción y demanda es alta no existe mucha información técnica en cuanto a variedades para los diferentes ciclos del año, no se cuenta con un manejo adecuado en cuanto a los tratamientos óptimos económicos de fertirriego, acolchado, no hay marcos de plantación adecuados, ni recomendaciones para el abonado del cultivo, esto permitiría asegurar un aprovechamiento óptimo nutricional e hídrico por el cultivo, obteniendo un mejor manejo de todos los recursos que intervienen para desarrollar sistemas que sean sostenibles redituables para el bolsillo de los productores dedicados a este cultivo.

Objetivo

Evaluar la respuesta en rendimiento de diferentes variedades de lechuga *Lactuca sativa* L. tipo gourmet.

Hipótesis

Una o más variedades presentan mayor rendimiento por hectárea del promedio nacional.

REVISIÓN DE LITERATURA

Características Generales del Cultivo

Origen

Nos podemos remontar en el tiempo a través de dos fuentes de información. Según la primera, la lechuga apareció bajo diversas formas, correspondiéndose cada una de ellas con una roseta de hojas sobre un tallo corto. La mayor parte se parecen a una lechuga representada en pinturas de tumbas egipcias que se remontan hasta alrededor de 2500 años antes de Cristo, en la Cuarta dinastía. Este tipo de lechuga se cultiva aún en nuestros días en Egipto y parece ser la variedad más antigua utilizada para la alimentación humana. La otra fuente nos conduce todavía más cerca de la domesticación de la lechuga, pero es menos clara a medida que nos remontamos en el tiempo. Un tipo de lechuga conocida como lechuga de semillas de aceite se parece intensamente a la lechuga silvestre, pero presenta características de domesticación. De esta forma, la domesticación de la lechuga habría sido realizada en el valle del Nilo o en la región del Tigris y el Éufrates, que se corresponden con las zonas de diversidad máxima de las especies adventicias de *Lactuca* y de formas emparentadas (Blancard, 2005).

Taxonomía

La lechuga es una planta anual, autógama y la clasificación de la USDA (2006) se encuadra en los siguientes taxones:

Reino	<i>Plantae</i> – Plantas
Subreino	<i>Tracheobionta</i> – Plantas vasculares
Superdivisión	<i>Spermatophyta</i> – Plantas con semilla
División	<i>Magnoliophyta</i> – Plantas con flores
Clase	<i>Magnoliopsida</i> – Dicotiledóneas
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Asterales</i>
Familia	<i>Asteraceae</i>

Genero *Lactuca* L.

Especie *Lactuca sativa* L.

Morfología

La lechuga posee un sistema radicular pivotante y muy ramificado que en riego por goteo no sobrepasa los 35 cm de profundidad. Las hojas, lisas y sin pecíolos emergen alternadamente en forma de roseta de un corto tallo que no se ramifica, con el borde de forma redondeada, rizada o aserrado, formando según variedad un cogollo más o menos apretado en fases vegetativas avanzadas. (Gallardo *et al.*, 1996; Rincón, 2001).

El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado, su tallo es cilíndrico y ramificado. (SIAP, 2012).

Las variedades de lechuga se pueden clasificar en los siguientes grupos botánicos: Romana (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) donde se encuentran las tipo romana y baby, Acogolladas (*Lactuca sativa* var. *capitata*) en donde se encuentran las tipo batavia, mantecosa e iceberg, De hojas sueltas (*Lactuca sativa* var. *inybacea*) siendo las de tipo lollo rossa, red salad bowl y cracarelle, Lechuga espárrago (*Lactuca sativa* var. *augustana*) son aquellas que se aprovechan por sus tallos, teniendo las hojas puntiagudas y lanceoladas (Infoagro, 2013).

Importancia Económica

La importancia del cultivo de la lechuga ha ido incrementándose en los últimos años, debido a la diversificación de tipos varietales como al aumento de la gama. (Infoagro, 2013).

México es el octavo productor de lechuga con 370, 066 toneladas, superado en primer lugar por China con 13,434,116 toneladas, Estados Unidos con 3,889,120, India con 1,059,850 entre otros. (FAO, 2013).

San Luís Potosí se encuentra en el décimo lugar en producción a nivel nacional de lechuga, los primeros lugares los ocupan Guanajuato con 68,056.17 ton, Zacatecas con 58,560.20 ton, Puebla con 49,092.27 ton, entre otros. (SIAP,2013).

Composición Nutricional

La lechuga es una hortaliza pobre en calorías, aunque las hojas exteriores son más ricas en vitamina C que las interiores. En el cuadro 1, se indica las características nutricionales promedio de distintos tipos de lechuga.

Cuadro1. Composición nutritiva de distintos tipos de lechugas (por 100g de parte comestible).

COMPUESTO	CANTIDAD
Calorías	18 Kcal
Agua	94 g
Proteína	1.30 g
Grasa	0.30 g
Cenizas	0.90 g
Carbohidratos	3.50 g
Fibra	1.9 g
Calcio	68 mg
Hierro	1.40 mg
Fósforo	25 mg
Vitamina C	18 mg

Fuente: FAO (2006).

Condiciones Edafoclimaticas

Es una hortaliza típica de climas frescos. Los rangos de temperatura donde la planta crece en forma óptima, están entre los 15°C y los 18°C, con temperatura máximas de 21°C-24°C y mínima de 7°C. Las temperaturas altas aceleran el desarrollo del tallo floral y la calidad de la lechuga se deteriora rápidamente, debido a la acumulación de látex amargo en su sistema vascular (FAO, 2006).

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18 y 20°C, en fase de crecimiento el cultivo requiere temperaturas entre 14 y 18°C por el día y 5 a 8°C por la noche, pues exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12°C por el día y 3 a 5°C por la noche, como temperatura máxima puede soportar hasta los 30°C y como mínima hasta -6°C. Los

suelos deben ser ligeros, arenosos-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6.7 y 7.4 (SIAP, 2012).

La humedad relativa conveniente es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60% (Infoagro, 2013).

Material Genético

Lechuga Mantequilla: Harmony. Una variedad de marcada uniformidad que produce piezas de color verde oscuro brillante; su tamaño grande y buen peso aseguran alto rendimiento; hojas con márgenes lisos; textura moderadamente gruesa y con ampollado leve; para producción todo el año en zonas de clima templado; tolerante a tipburn, a Cenicilla Velloso (cepas I, IIA, IIB, III, IV, V) y al Virus de Mosaico de Lechuga.

Lechuga Orejona: Tall Gusmaine. Variedad de lechuga orejona que produce piezas medianas; hojas ampolladas de color verde semi oscuro y con excelente textura; las plantas son de estructura muy erecta y de corazones compactos; variedad ideal para confección de corazones y para proceso; es altamente tolerante a floración, lo que la hace apta para producción en etapas de calor; tolerante a raíz acorchada (Corky Root).

Lechuga Francesa: Green Leaf: Antilles. Lechuga Batavia para ensaladas de hoja baby; produce hojas brillantes de color verde intenso y márgenes rizados; las hojas son de textura gruesa, ligeramente abullonada; apariencia similar a Barbados; no posee resistencia a las razas de Mildiu de California pero si a las de *Bremia Lactucae* BL 1-26.

Lechuga Morada: Lollo Rosso: Barrage. Lechuga Lollo Rossa triple rojo que produce hojas de color rojo-vino oscuro de márgenes festoneados, como Majesty pero con mayor resistencia a Bremia; las hojas son cortas, anchas y ligeramente onduladas; excelente componente para ensaladas ya que intensifica color y textura; resistente a Bremia (BL 1-26).

Lechuga Sangría: Red Batavia: Sovereign. Desarrollada para el mercado de las Baby Leaf donde el color tiene una consideración importante; de color rojo escarlata intenso (triple rojo); las hojas son suaves, muy onduladas y plegables; adecuada para producción orgánica o convencional; resistente a Bremia (BL 1-16, 19, 21, 23). (No recomendable para producción de piezas grandes). (Derechos de genetista, protegidos) (SHAMROCK, 2013).

Desarrollo Vegetativo

El ciclo de cultivo comercial de la lechuga se divide en cuatro fases, la fase inicial que comprende la germinación y las primeras etapas vegetativas, la fase de desarrollo del cultivo que va desde el trasplante hasta la formación de una roseta de hojas, la fase de acogollado comprende desde la roseta de hojas hasta la formación completa de un cogollo de hojas (apretado en las variedades acogolladas y poco apretado en las variedades romanas), y por último la fase de reproducción que va desde el final del acogollado hasta la formación de un tallo floral con semillas (Rincón, 2008).

Siembra

La multiplicación de la Lechuga suele hacerse con planta en cepellón obtenida en semillero, sembrando en cada alveolo una semilla a 5 mm de profundidad, una vez transcurridos 30 a 40 días después de la siembra, será plantada cuando tenga 5 a 6 hojas verdaderas y una altura de 8 cm. La siembra directa se realiza en caballones o en banquetas a una altura de 25 cm para que las plantas no estén en contacto con la humedad, además de evitar los ataques producidos por hongos. La plantación debe hacerse de forma que la parte superior del cepellón quede a nivel del suelo, para evitar podredumbres al nivel del cuello y la desecación de las raíces (SIAP, 2012).

Densidad de Plantación

Son aconsejables densidades que oscilan entre 11 y 13 plantas por m². En cuanto al marco, se aconseja el tresbolillo. (0,3 x 0,3 y 0,3 x 0,25 ó 27,5 x 27,5) (ITGA, 2013).

Acolchado

El acolchado de suelos es una técnica muy antigua que consiste en colocar materiales como paja, aserrín, cascara de arroz, papel o plástico, cubriendo el suelo, con la finalidad de proteger al cultivo y al suelo de los agentes atmosféricos, promover cosechas precoces, mejorar rendimientos y calidad de los productos.

Las películas de polietileno, fundamentalmente por su bajo costo relativo y su fácil mecanización de su instalación, es el material más utilizado en acolchado de suelos a

nivel mundial. Es flexible, impermeable al agua y no se pudre ni es atacado por los microorganismos.

La lechuga requiere un suelo húmedo, no menor del 60% de la humedad aprovechable del suelo en los 12 primeros cm. Para un óptimo rendimiento. Esta humedad puede ser proporcionada con la mitad de agua de riego al utilizar acolchado en el cultivo, en comparación con suelo desnudo.

El plástico plata/negro asegura un perfecto control de malezas mientras que la reflexión del plata repele los insectos protegiendo la planta, también disminuye la temperatura de suelo aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta (Berardocco, 2010).

Nutrición y Fertilización

Disponer de información sobre absorción y extracción de nutrientes en hortalizas, frutales y forrajeras es esencial para la planificación del esquema de fertilización y la toma de decisiones en la agricultura actualmente, un concepto importante que debemos recordar al momento de evaluar los requerimientos de los cultivos es la diferencia terminológica que se presenta entre las palabras “absorción” y “extracción” de los cultivos. La diferencia entre los términos es significativa al momento de las recomendaciones de fertilización, bajo el criterio de reposición. La reposición utilizando la absorción del cultivo implica la aplicación de todos los nutrientes que fueron tomados por el cultivo y que se encuentran presentes en todos sus tejidos y órganos, cosechables y no cosechables. Sin embargo, la práctica de fertilización por los niveles de extracción de los cultivos, generalmente la más utilizada, sólo busca reponer los nutrientes que son absorbidos y depositados en tejidos y órganos cosechables, y que por lo tanto no son reciclados debido a que no vuelven a ingresar al sistema suelo (García, 2013).

Desde el punto de vista de la absorción de los nutrientes, el ciclo de la lechuga puede dividirse en dos fases fenológicas: la primera que comienza con la emergencia de la planta y se prolonga hasta la formación de las primeras hojas internas. La otra fase, se extiende desde la aparición de las primeras hojas internas hasta el final del ciclo. En la segunda fase la lechuga absorbe el 50% de los nutrientes totales requeridos, y es en ese mismo momento en que tiene lugar la mayor producción de materia seca.

Las necesidades de nitrógeno (N) aproximadas durante todo el ciclo son de 90-100 kg/ha. Con respecto al potasio (K), su absorción se encuentra relacionada con el nivel de magnesio (Mg) y calcio (Ca), ya que un exceso de aquel, reduce la absorción de Ca y Mg. (Balcaza, 1997). El rango idóneo de concentración de nitrógeno en tejido de lechuga en base a peso seco y savia es de 0.6-0.8% (Hochmuth, 1994).

El fósforo es un nutriente de baja disponibilidad en el suelo, a pesar de ser relativamente abundante. Se absorbe principalmente como H_2PO_4^- en suelo con pH inferior a 7.0 y como HPO_4^{2-} en suelos básicos. Un factor que facilita la absorción del fósforo es la presencia de micorrizas, hongos del suelo que se asocian a las raíces. El ácido fosfórico es uno de los elementos fertilizantes más importantes para el productor: Como el nitrógeno, el ácido fosfórico es un factor de crecimiento muy importante, debiendo señalarse la fuerte interacción que existe entre este elemento y el nitrógeno, sobre todo durante la primera fase de crecimiento. El desarrollo radicular, en particular, se ve favorecido por una buena alimentación de fósforo al principio del ciclo vegetativo. El contenido de P (fósforo) en tejidos vegetales se encuentra en el intervalo 0.3-0.5% (Nobi, 2013).

La cantidad de nutriente extraído expresado en kg de nutrientes por tonelada de lechuga cosechable es de N (1.5), P (0.3), K (3.5) (García, 2013).

En la fertilización de la lechuga se deben tener en cuenta las exigencias de las plántulas en las primeras fases vegetativas, donde la asimilación neta es la más alta de todo el ciclo del cultivo, debiendo ser elevada la disponibilidad de nutrientes en la disolución del suelo. Con carácter general, se deben aportar en los riegos de plantación y arraigue cantidades entre 10 y 15 kg ha^{-1} de N, entre 10 y 15 kg ha^{-1} de P_2O_5 y entre 20 y 30 kg ha^{-1} de K_2O . Las cantidades más elevadas deben aportarse en los ciclos de cultivo más largos con variedades vigorosas y los más bajos en ciclos de cultivo medios y cortos con variedades de porte medio o bajo. La distribución media de dichas cantidades son del 60% en el riego de plantación y del 40% en el riego de arraigue. Posteriormente al forzado del sistema radicular de la planta se iniciaría la programación de la fertirrigación de cobertera (Rincón, 2008).

En fertirrigación, la programación puede realizarse de la siguiente forma: durante el primer mes, regar tres veces por semana, aportando las siguientes cantidades de abono

en cada riego ($0.30 \text{ g m}^{-2} \text{ N}$, $0.10 \text{ g m}^{-2} \text{ P}_2\text{O}_5$, $0.20 \text{ g m}^{-2} \text{ K}_2\text{O}$), al mes siguiente, regar tres veces por semana, aplicando en cada riego ($0.50 \text{ g m}^{-2} \text{ N}$, $0.10 \text{ g m}^{-2} \text{ P}_2\text{O}_5$ y $0.10 \text{ g m}^{-2} \text{ K}_2\text{O}$) (Infoagro, 2013).

Principales Plagas y Enfermedades que Afectan al Cultivo

Plagas

Larvas de lepidópteros (*Spodoptera exigua*, *Spodoptera littoralis*, *Helicoverpa armígera*, *Autographa gamma* y *Chrysodeixis chalcites*) estas plagas son frecuentes todos los años en el cultivo de la lechuga, su incidencia es variable según su época y región, sobre todo si la estación es lluviosa y se prolongan las temperaturas suaves (Syngenta, 2011).

Gallegos (2003) evaluó el efecto de extractos de *Bacillus thuringiensis* B. (*Bt*) sobre larvas de segundo estadio de *Trichoplusia ni* H. Para ello uso una cepa de *Bt* aislada de una larva enferma de *T. ni* recolectada de un cultivo de repollo (*Brassica alaracea*) de la región de Cadereyta Jiménez, N.L., México. Se encontró que el empleo de larvas del segundo estadio de *T. ni* para determinar la CL_{50} , produce resultados confiables estadísticamente ($p=0.05$) y con altas correlaciones ($r=0.95$). Los datos son diferentes a los del procedimiento estándar; así, las CL_{50} para el primer y segundo estadio de *T. ni* fueron $9.30 \pm 2.82 \mu\text{g mL}^{-1}$ y $48.87 \pm 4.92 \mu\text{g mL}^{-1}$ de la dieta. Por lo que el uso de *Bt* para el control de *T. ni* resulta muy confiable.

Minadores de hoja (*Liriomyza trifolii*, *Liriomyza huidobrensis*, *Liriomyza strigata*, *Liriomyza bryoniae*) las hembras adultas de minadores de hoja realizan sus puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, es muy característico en las lechugas que las pupas del minador de hoja caigan al suelo y al cogollo de la planta, de modo que los ataques más intensos se inician en las hojas de las coronas más bajas (Syngenta, 2011).

En ataques fuertes, eliminar y destruir los restos de deshojes u otras labores culturales que quedan en las entre líneas del cultivo, barriéndolos con lo que se elimina un gran número de pupas. La azadiractina (extracto de la semilla del árbol del Neem) posee actividad ovicida y larvicida, además de producir deformaciones en la pupa que impiden

la emergencia del adulto (Stein y Parrella, 1985); pero también afecta a los parasitoides (Boletín Horticola, 2010)

Los Trips (*Thrips tabaci*) son una plaga dañina, más que por el efecto directo de sus picaduras, por transmitir a la planta el Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) (Infojardín, 2011).

García (2010) evaluó el uso de bioinsecticidas elaborados a base de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus*); la producción se hizo de manera artesanal en comunidades rurales y se utilizaron para el control de plagas de hortalizas. Los productos fueron formulados con celite® y se usaron a dosis de 240g (1.2x10¹² esporas/ha), para el control de plagas sobre plantaciones de lechuga *Lactuca sativa* L., rábano *Rhapanus sativus*, cebolla *Allium cepa* L., repollo *Brassica oleracea* var. *capitata*, papa *Solanum tuberosum* L. y cilantro *Coriandrum sativum* L. todos los aislamientos causaron mortalidades superiores al 80% a las 72 h, respecto al control, resultando efectivos para el control de la mariposa blanca de la col *Pieris rapae*, gusano dorso de diamante *Plutella xylostella*, gusano falso medidor *Trichoplusia ni*, pulgón de la col *Brevycorine brassicae*, Trips spp., palomilla de la papa *Phthorimaea operculella*, chicharrita *Empoasca fabae*, áfidos spp., minador *Liriomyza trifolii* y mosquita blanca *Bemisia tabaci*. Los bioinsecticidas beneficiaron a los productores de hortalizas ya que obtuvieron hortalizas libres de insecticidas químicos con mejores opciones de venta en el mercado.

Enfermedades

Las enfermedades son un importante factor limitante para la producción de lechugas cuando no se dispone de cultivares resistentes. Las casi 75 enfermedades de las lechugas conocidas tienen diversas causas y etiologías. Son el resultado de la interacción entre la planta de la lechuga y el patógeno (bacteria, hongo, virus, fitoplasma o nematodo) y las condiciones ambientales (Davis *et al.*, 2002).

El mildiu (*Bremia lactucae*) es una de las enfermedades más frecuentes que afectan a la lechuga. Se desarrolla sobre los cotiledones (plantas jóvenes) y sobre las hojas de la corona (plantas adultas), recubriéndolas con un fieltro blanco más o menos denso, invade los tejidos foliares y posteriormente los clorosa. Las hojas muy tocadas, sobre las

que las manchas han confluido, se necrosan por completo y mueren. Este hongo parasito obligado está extremadamente condicionado por las condiciones climáticas, temperaturas entre 10 y 24 °C con una humedad relativa cercana al 100% favorecen su desarrollo. Para el control de esta enfermedad se han utilizado tradicionalmente los Ditiocarbamatos, cobre, fungicidas como el cimoxanilo, el propamocarb HCl y las fenilaminas (Blancard, 2005).

En botrytis (*Botrytis cinerea*) los síntomas comienzan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que se tornan amarillas, y seguidamente se cubren de moho gris que genera enorme cantidad de esporas. Esta enfermedad se puede controlar a partir de medidas preventivas basadas en la disminución de la profundidad y densidad de población, además de reducir los excesos de humedad. También aplicándole Benomilo 50%, Captan 47.5%, Iprodiona 50% (Infoagro, 2013).

La cenicilla (*Erysiphe cichoracearum* DC.) está considerada como una enfermedad secundaria en el cultivo de la lechuga. Un afebrado blanco grisáceo, pulverulento, aparece al principio bajo la forma de manchas sobre el haz de las hojas viejas, se extiende progresivamente y cubre gran parte del limbo. Los tejidos dañados a menudo están cloróticos y muestran lesiones oscuras, irregulares consecutivas a la muerte de las células vegetales. Este hongo parasito obligado penetra e invade la planta a través de estructuras especializadas y parece capaz de multiplicarse a temperaturas comprendidas entre 4 y 23 °C, con humedades relativas entre 95 y 98%. Es un hongo difícil de manejar, debido a que existen pocos productos en el mercado y los existentes pueden tener efectos fitotóxicos. Se recomienda eliminar residuos vegetales del cultivo y hospederos alternantes (Blancard, 2005).

El suelo alberga diferentes tipos de microorganismos, algunos causantes de enfermedades y otros benéficos para los cultivos como el hongo del genero *Trichoderma*, controla los hongos fitopatogenos por diferentes mecanismos de competencia, es antagónico a hongos que causan enfermedades como: *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Verticilium*, *Rhizoctonia*, entre otros. Además algunas cepas del genero *Trichoderma* poseen una gran propiedad para colonizar y desarrollar asociaciones con las raíces y promover el crecimiento, desenvolvimiento y aumento de la productividad de las plantas, y así contribuir con el enriquecimiento del suelo. Plantas

que después de ser tratadas con *Trichoderma spp.* producen una elevada concentración de actividad enzimática tanto en raíces como en hojas y pueden inducir un sistema de resistencia adquirida (Manchego, 2012).

En la antracnosis (*Marssonina panattoniana*) los daños se inician con lesiones de tamaño de punta de alfiler, éstas aumentan de tamaño hasta formar manchas angulosas-circulares, de color rojo oscuro, que llegan a tener un diámetro de hasta 4 cm. Para su control se recomienda la desinfección del suelo y de la semilla, además de tratar con Captan 47.5%, Folpet 50%, Mancozeb 40% + Sulfato de cobre 11% (Infoagro, 2013).

La enfermedad de las manchas y nervaciones negras es causada por *Pseudomonas cichorii*, esta es una bacteria Gram negativa muy polífaga. Afecta únicamente a las variedades de lechuga que forman cabeza, inicialmente sobre las hojas interiores aparecen lesiones necróticas con una coloración café marrón, brillante y firme. La enfermedad inicialmente da lugar a pequeñas lesiones (1-3 mm de diámetro) que luego puede expandirse y unirse en extensas secciones necróticas que abarcan las hojas enteras. Las lesiones en los bordes generalmente no están limitadas por las nervaciones. Una característica notable es que las lesiones causadas por este patógeno se mantienen intactas, las lesiones no son suaves, blandas, o averiadas, quedando normalmente sana la raíz principal. Esta bacteria se desarrolla en ambientes húmedos a temperaturas comprendidas entre 5 y 35 °C, situándose su óptimo entre 20 y 35 °C. Se recomienda la aplicación de cobre, manejo del riego y una correcta aireación en los invernaderos para el control de la enfermedad (Blancard, 2005).

La enfermedad conocida como mancha foliar y podredumbre del cogollo es causada por *Xanthomonas campestris pv. vitians*. Los primeros síntomas son pequeñas manchas (2-5 mm de diámetro) cubiertas de agua en las hojas más viejas de la planta. Estas lesiones suelen ser limitado por las venas de las hojas y presentan forma angular. Adquiriendo rápidamente una coloración negra. Si la enfermedad es grave, numerosas lesiones pueden fusionarse, lo que resulta en el colapso de la hoja. Las lesiones más viejas se secan y presentan una textura parecida al papel, pero conservan el color negro. Las lesiones rara vez se presentan en las hojas en desarrollo. Si las lechugas enfermas se empacan en cajas de cartón, organismos secundarios pueden colonizar las lesiones y dar lugar a problemas de post-cosecha. La enfermedad se produce en cultivos de lechuga de

hoja y variedades de cabeza, así en las brácteas florales de los cultivos de lechuga para semillas. Para el control de la enfermedad se recomienda usar hidróxido de cobre asociado con el zineb o el mancozeb; así como la eliminación de residuos vegetales (Koike, 2007).

El LMV (Virus del mosaico de la lechuga) es uno de los virus más graves que atacan a la lechuga. En las plantas jóvenes provistas de semilla infectadas se distingue muy rápidamente, sobre las hojas, aclareos de las nervaciones, un mosaico, incluso un abarquillado del limbo, a veces algunos puntos necróticos, el crecimiento se ve afectado y por tanto no son comercializables. Las plantas infectadas más tardíamente revelan un jaspeado de verde claro a amarillo y deformaciones foliares, especialmente con un enrollamiento de las hojas externas. Para el manejo de la enfermedad se recomienda el control de áfidos (Blancard, 2005).

El virus de las manchas bronceadas del tomate (L-TSWV) es transmitido por *Franklinella occidentalis*. Las infecciones causadas por este virus están caracterizadas por manchas foliares, inicialmente cloróticas, y posteriormente, necróticas e irregulares, a veces tan extensas que afectan a casi toda la planta que, en general, queda enana y se marchita en poco tiempo. Se transmite por el trips *Frankliniella occidentalis* al picar las hojas (Infojardin, 2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Agronomía que se encuentra localizada en el ejido Palma de la Cruz, perteneciente al municipio de Soledad de Graciano Sánchez, sobre la carretera 57 tramo San Luis – Matehuala a la altura del kilómetro 14.5, cuyas coordenadas son 22° 11'03" latitud Norte y 100° 56'63" longitud Greenwich y su altitud es de 1835 m.s.n.m.

Clima

De acuerdo a la clasificación de Koepen (1948) modificado por Enriqueta García (1972) el clima para esta zona corresponde a la fórmula BS o KW" (1'), que equivale a un clima seco estepario frío. La temperatura media anual es de 19.6 °C, con una máxima de 35.5 °C, y una mínima de 7.5 °C, correspondiendo a los meses de abril, mayo y junio como los más calurosos; el periodo más frío es de octubre a abril, presentándose las heladas generalmente a fines del mes de octubre y principios de abril. La precipitación media anual en la región es de 374 mm, siendo los meses de mayo a septiembre cuando se presentan las lluvias con más frecuencia y abundancia. La dirección de los vientos dominantes son del noreste al suroeste, que son vientos moderados a débiles provenientes del Golfo de México.

Vegetación

La vegetación predominante en la zona, de acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1965) corresponde al matorral desértico micrófilo, siendo el estrato dominante el arbustivo superior a dos o a tres metros de altura, las especies dominantes son: el Huizache (*Acacia tortuosa*); el mezquite (*Prosopis juliflora*) y el nopal (*Opuntia spp.*).

Características del suelo

En el Cuadro 2 se indican las características del suelo en donde se desarrolló el experimento, a una profundidad de 30 cm.

Cuadro 2. Características fisicoquímicas del suelo del sitio del experimento.

Característica del suelo	Resultado y/o Interpretación	Característica del suelo	Resultado y/o Interpretación
% de arena	56.4	N inorgánico (ppm)	1.35
% de Arcilla	21.24	P-Olsen (ppm)	16.5
% de Limo	22.36	K (ppm)	1643
Clase textural	Franco arcillo Arenoso	Ca (ppm)	2594
% HCC	22.8	Mg (ppm)	176
% PMP	12.9	Na (ppm)	114
Da	1.4 g cm ⁻³	Fe (ppm)	3.91
pH en agua (1:2)	8.01 (Mod. Alcalino)	Zn (ppm)	4.61
CE x 10 ³	1.77	Mn (ppm)	16.2
% de CO ₃ totales	0.93 (bajo)	Cu (ppm)	0.45
% M.O.	1.13	B (ppm)	1.07

Material Genético

En el experimento se usaron cinco variedades de lechuga tipo Gourmet:

Orejona: piezas medianas, ideal para confección de corazones, hojas ampolladas de color verde semi oscuro con excelente textura.

Francesa: para ensaladas de hoja baby, hojas de textura gruesa, brillantes de color verde intenso y márgenes rizados.

Mantequilla: piezas de color verde oscuro brillante, tamaño grande y buen peso, hojas con márgenes lisos; textura moderadamente gruesa y con ampollado leve.

Morada: hojas de color rojo-vino oscuro, hojas son cortas, anchas y ligeramente onduladas, para ensaladas.

Sangría: para el mercado de las Baby Leaf, color rojo escarlata intenso, hojas son suaves, muy onduladas y plegables, no recomendable para producción de piezas grandes (SHAMROCK, 2013).

Diseño experimental

Se utilizo un diseño experimental en bloques al azar con 4 repeticiones. Cada unidad experimental consto de cinco surcos de 5 metros de largo, con separación entre surcos (camas) de 1.2 m, y distancia entre planta de 0.30 m a doble hilera (marco tres bolillo).

Desarrollo Experimental

Preparación del terreno

Se inició dando un barbecho con el fin de remover el suelo facilitando el drenaje y la aireación, así como, la incorporación de los residuos de cosecha del cultivo anterior al

establecimiento del experimento. Posteriormente se le dieron dos pasos de rastra para mullir los terrones que quedaron al momento del barbecho, después se marcaron los surcos, y se realizó el acolchado plástico (plata-negro), quedando así en condiciones buenas para realizar el riego de trasplante y favorecer un buen establecimiento de la plantación y las labores de cultivo. Las camas se trazaron con una separación de 1.2 m.

Fertilización

La fertilización se realizó de acuerdo a la dosis 80-12-0. La distribución del fosforo fue del 60% en el riego de plantación y del 40% durante el ciclo, utilizando como fuente de nitrógeno el fertilizante fosfonitrato y para el fosforo ácido fosfórico.

Trasplante

Se realizó el día 11 de mayo de 2012, con un riego de trasplante de 14 h, y se usó plántula que previamente se desarrollara en charolas en un invernadero comercial (Pronto planta), se mojó la planta en una solución que contenía *Trichodermas*.

Granizo

Se presentó un evento de granizo a los 21 días de trasplante, lo cual afectó seriamente a las plantas.

Labores de cultivo

Se realizaron labores de escarda, a los 15 días del trasplante con azadón, entre los surcos. La siguiente labor se realizó a los 30 días después de trasplante con azadón, para limpiar los surcos en su parte más baja y mejorar la aireación del suelo. Y la última labor de cultivo consistió en un deshierbe manual efectuado a los 40 días después de trasplante.

Control de plagas y prevención de enfermedades

Se colocaron trampas, en base a 20 ml de melaza de caña, 20 ml de fermentado de cascara de piña y 230 ml de agua, en un bote transparente.

En reacción al evento de granizo, a los tres días de ocurrido se aplicó caldo sulfocálcico y cupravit para proteger las heridas ocasionadas en las plantas.

Programación del riego

Se colocaron cinco tensiómetros distribuidos en las unidades experimentales, cuando marcaba 25 centibares se aplicaba el riego.

Sistema de riego

El sistema de riego fue con espaciamientos entre regantes de 1.2 m y entre emisores de 0.3 m, con gasto del emisor de 1.0 LPH, calibre 8 mil (50830-340).

Cosecha

Se realizó manualmente a las siete semanas del trasplante, se contaron y se pesaron individualmente y se determinó el peso individual.

Variables a evaluar

1. Rendimiento de lechuga por ha.

Se pesaron de manera individual las lechugas y se considero el 75% de la producción como comercial para calcular el rendimiento.

2. Peso fresco en kg m^{-2}

En los dos muestreos realizados, se pesaron 10 lechugas en fresco.

3. Peso seco en kg m^{-2}

En los dos muestreos realizados, se picaron y se metieron a una estufa y se dejaron 48 horas, después se realizó el pesaje.

4. Contenido de nitrógeno en hoja, por el método Kjeldhal.

5. Contenido de fosforo en hoja, por medio de digestión en micro ondas.

6. Contenido de potasio en hoja, por medio de digestión en micro ondas.

7. Análisis económico.

Para las variables a evaluar se tomó toda la unidad experimental.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se procedió a su tabulación y ordenamiento y fueron analizados usando la hoja electrónica de Excel de acuerdo al diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones (Olivares, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Muestreo 1

En esta primera etapa de evaluación, de acuerdo al estudio de variación a través del Análisis de Varianza (Anava), se encontró diferencias significativas entre los genotipos evaluados para las variables: producción de materia fresca de la parte vegetativa (Cuadro 3) y materia seca de la parte vegetativa (Cuadro 4) ($P \leq 0.05$).

Cuadro 3. Análisis de varianza de la variable materia fresca de la parte vegetativa en kg m^{-2} . Grados libertad, suma de cuadrados, cuadrados medios, valor crítico para F.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>VC F</i>
Genotipos	4	0.4044271	0.10110678	61.3779758	6.8817E-08	3.25916673
Bloques	3	0.00533424	0.00177808	1.07940234	0.39473557	3.49029482
Error	12	0.01976737	0.00164728			
Total	19	0.42952871				

Cuadro 4. Análisis de varianza de la variable materia seca de la parte vegetativa en kg m^{-2} . Grados libertad, suma de cuadrados, cuadrados medios, valor crítico para F.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>VC F</i>
Genotipos	4	0.00265293	0.00066323	58.5966805	8.9529E-08	3.25916673
Bloques	3	8.292E-05	2.764E-05	2.44200442	0.11459189	3.49029482
Error	12	0.00013582	1.1319E-05			
Total	19	0.00287168				

Para la variable materia fresca de la parte vegetativa la variedad Orejona presentó la mayor producción de materia fresca de la parte vegetativa con 0.394 kg m^{-2} , variedad que es estadísticamente igual a la variedad Francesa ($0.32418 \text{ kg m}^{-2}$) de acuerdo a la prueba Tukey ($\alpha \leq 0.05$). En cuanto a la variedad Mantequilla ($0.23299 \text{ kg m}^{-2}$) es estadísticamente igual a la variedad Francesa pero con una diferencia significativa a la variedad Orejona. Las variedades Morada ($.05406 \text{ kg m}^{-2}$) y Sangría ($.03861 \text{ kg m}^{-2}$), presentaron los pesos más bajos y estadísticamente son iguales (Figura 1).

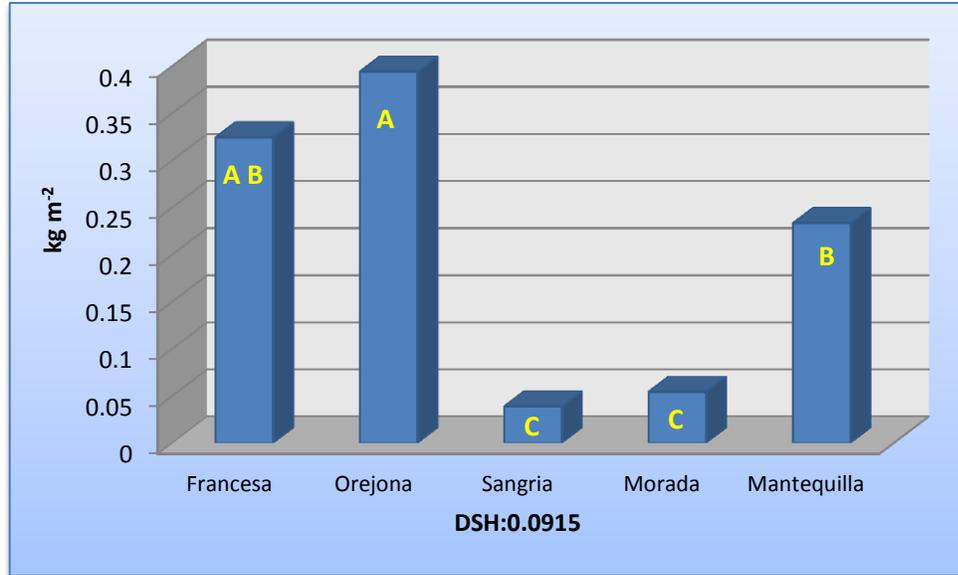


Figura 1. Peso fresco en kg m⁻² en el primer muestreo.

Se encontró que en la variable materia seca de la parte vegetativa la variedad Orejona presentó la mayor producción de materia fresca de la parte vegetativa con 0.04933 kg m⁻², variedad que es estadísticamente igual a la variedad Francesa (0.04321 kg m⁻²) de acuerdo a la prueba Tukey ($\alpha \leq 0.05$). En cuanto a la variedad Mantequilla (0.03793 kg m⁻²) es estadísticamente igual a la variedad Francesa pero con una diferencia significativa a la variedad Orejona. Las variedades Morada (0.2135 kg m⁻²) y Sangría (0.02099 kg m⁻²), presentaron los pesos más bajos y estadísticamente son iguales (Figura 2).

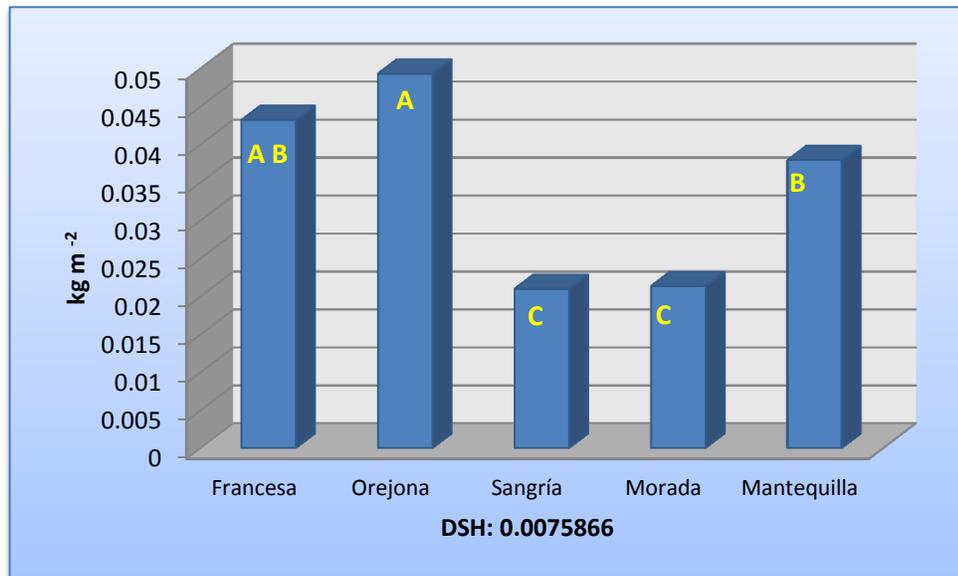


Figura 2. Peso seco en kg m⁻² en el primer muestreo.

Muestreo 2

De acuerdo al análisis estadístico no se encontró diferencia significativa en la variable materia seca de la parte vegetativa MSPV (Cuadro 5). En cuanto a la variable materia fresca de la parte vegetativa se comportaron con diferencia significativa entre los genotipos evaluados (Cuadro 6); siendo la variedad Orejona la que mejor respondió al tratamiento con 2.87500 kg m⁻² variedad que es estadísticamente igual a la variedad Francesa (2.75972 kg m⁻²) de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$). En cuanto a rendimiento le siguen a las anteriores la variedad Mantequilla (2.08958 Kg m⁻²), precedida de la variedad Morada (0.42361 Kg m⁻²) y Sangría (0.18942 Kg m⁻²) (Figura 3).

Cuadro 5. Análisis de varianza de la variable materia seca de la parte vegetativa en kg m⁻². Grados libertad, suma de cuadrados, cuadrados medios, valor crítico para F.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>P<0.05</i>	<i>VC F</i>
Genotipos	4	7.6898E-06	1.9225E-06	0.27689384	0.88728799	3.25916673
Bloques	3	0.00018133	6.0443E-05	8.70566531	0.00243887	3.49029482
Error	12	8.3315E-05	6.9429E-06			
Total	19	0.00027233				

Cuadro 6. Análisis de varianza de la variable materia fresca de la parte vegetativa en kg m⁻². Grados libertad, suma de cuadrados, cuadrados medios, valor crítico para F.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>P<0.05</i>	<i>VC F</i>
Genotipos	4	32.8057494	8.20143734	173.763586	5.797E-13	3.00691728
Bloques	4	0.67433963	0.16858491	3.57180297	0.02895671	3.00691728
Error	16	0.75518122	0.04719883			
Total	24	34.2352702				

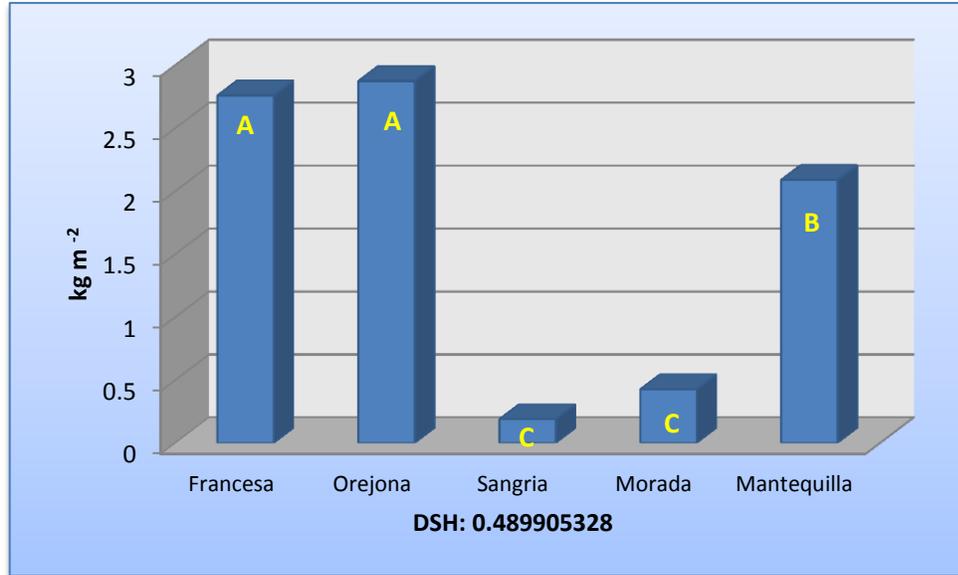


Figura 3. Peso fresco en kg m⁻² en el segundo muestreo.

Cosecha

Para la variable peso por unidad la variedad Orejona presentó el mayor peso con 517.5g, variedad que es estadísticamente igual a la variedad Francesa (496.75g) de acuerdo a la prueba Tukey ($\alpha \leq 0.05$). En cuanto a la variedad Mantequilla (376.125g) fue la siguiente en peso. Las variedades Morada (76.25g) y Sangría (34.095g), presentaron los pesos más bajos y estadísticamente son iguales (Figura 4).

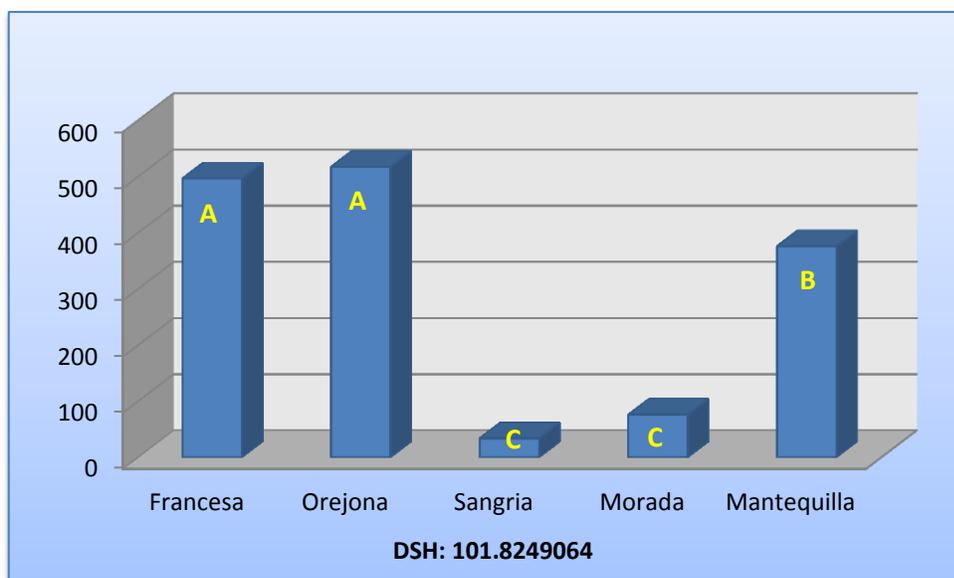


Figura 4. Peso por unidad en gramos.

Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en hoja

Al analizar la materia seca de los dos muestreos se obtuvo el contenido de nitrógeno, fosforo y potasio en hoja (Cuadro 7).

Cuadro 7. Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en hoja.

Muestra	N _T (%)	P (%)	K (%)
Francesa 1	0.46	0.33	10
Francesa 2	0.45	0.38	5.2
Sangría 1	0.37	0.22	4.7
Sangría 2	0.36	0.30	4.2
Orejona 1	0.42	0.34	9.7
Orejona 2	0.42	0.30	9.0
Mantequilla 1	0.45	0.40	5.2
Mantequilla 2	0.46	0.42	5.2
Morada 1	0.37	0.36	5.2
Morada 2	0.27	0.37	5.2

En cosecha el porcentaje de nitrógeno estuvo por debajo de los márgenes de suficiencia según Hochmuth (1994) de 0.6-0.8%, siendo las variedades Francesa (0.46%) y Mantequilla (0.46%) las que se acercaron más a los niveles deseados, la Morada (0.37%) fue la variedad que tuvo más deficiencia de este elemento (Figura 5).

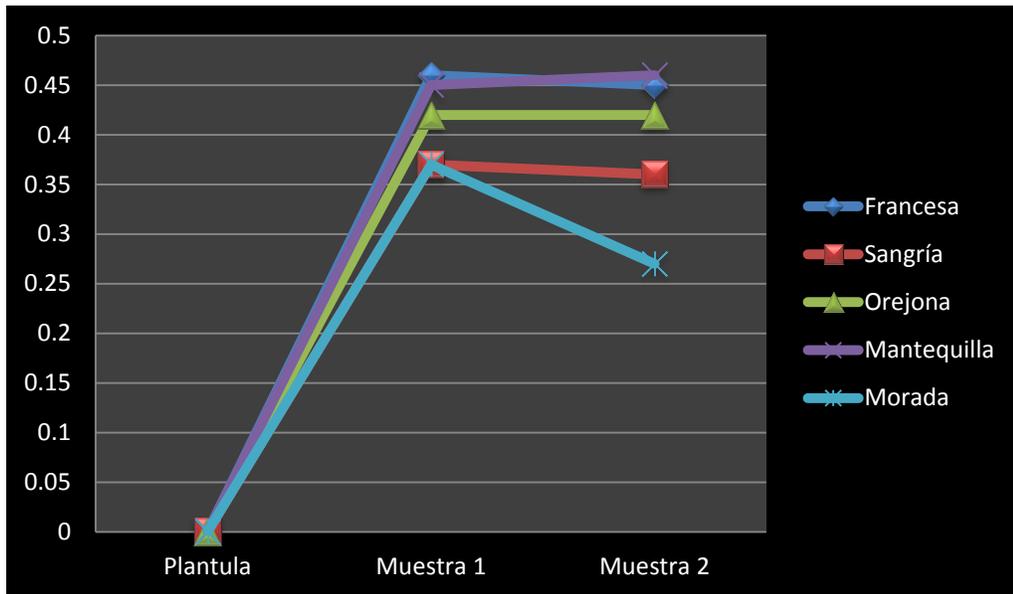


Figura 5. Porcentaje de nitrógeno en hoja en las 2 etapas de crecimiento evaluadas en el experimento.

En cuanto a los porcentajes de fósforo todas las variedades están dentro de los márgenes de suficiencia de 0.3-0.5% según Nobil (2013), siendo las variedades Mantequilla (0.42%), Francesa (0.38%) y Morada (0.37%) las que más porcentaje de fósforo presentaron, y las variedades Orejona (0.34%) y Sangría (0.3%) las que menos porcentaje de fósforo presentaron (Figura 6).

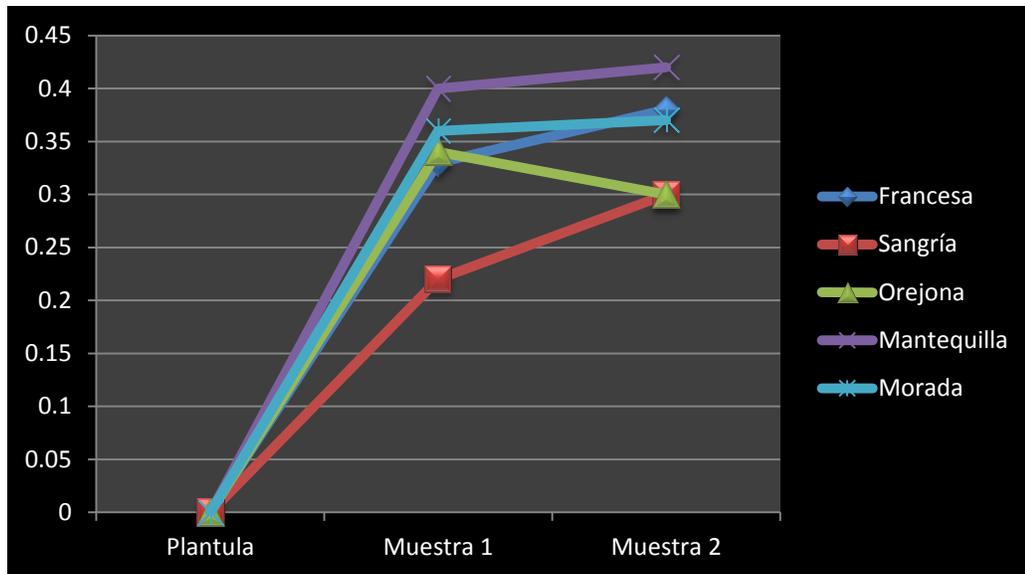


Figura 6. Porcentaje de fosforo en hoja en las 2 etapas de crecimiento evaluadas en el experimento.

Los porcentajes de potasio en las variedades de lechuga tipo gourmet presentan una amplia variación, sin embargo todas superan los márgenes de suficiencia según García (2013) de 3.5%. Siendo la variedad Francesca (10%) la que mayor porcentaje de Potasio presento, seguida de las variedades Orejona (9.7%), Morada (5.2%), Mantequilla (5.2%) y Sangría (4.7%) (Figura 7).

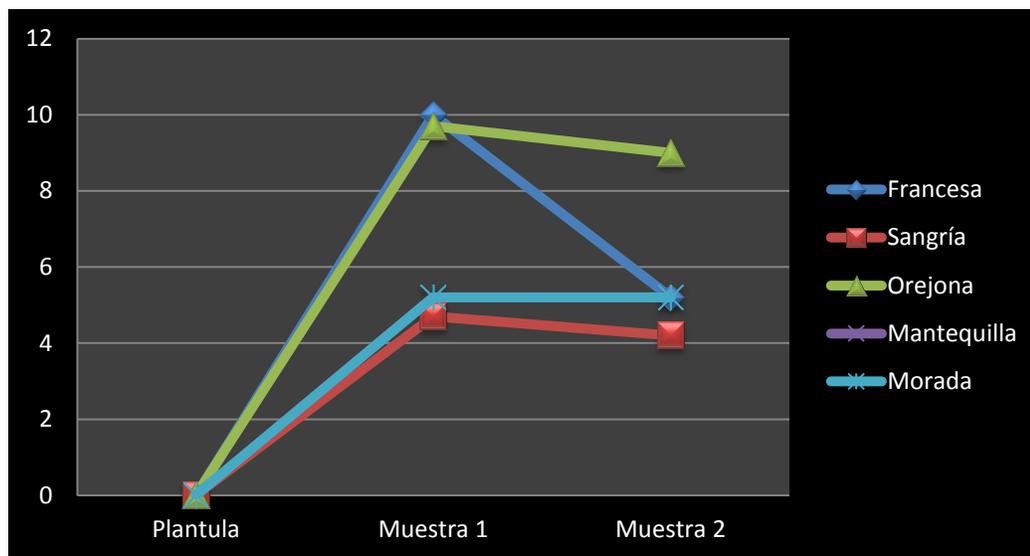


Figura 7. Porcentaje de potasio en hoja extraído en las 2 etapas de crecimiento evaluadas en el experimento.

Análisis económico

Los costos de los insumos para la producción del cultivo de la lechuga tipo gourmet se muestran en el cuadro 8, dando un costo de producción de \$50,182.40.

Cuadro 8. Costos de producción del cultivo de lechugas tipo gourmet por hectárea.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Siembra				
Semilla	Kg	.060	\$ 8,000.00	\$ 480.00
Elaboración de plántula	Charola	165	\$ 32.00	\$ 5,280.00
Preparación del terreno				
Barbecho	Maquila	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
Rastra	Maquila	2	\$ 600.00	\$ 1,200.00
Acamado	Maquila	1	\$ 800.00	800.00
Acolchado	Maquila	1	\$ 1,000.00	\$ 100.00
Establecimiento del cultivo				
Acolchado plástico	Rollo	6	\$ 1,300.00	\$ 7,800.00
Cintilla	Rollo	4	\$ 2,580.00	\$10,320.00
Plantación	Jornal	10	\$ 120.00	\$ 1,200.00
Riego y fertilización				
Regador	Jornal	52	\$ 120.00	\$ 6,420.00
Fosfonitrato de amonio	Saco de 50kg	4	\$ 495.00	\$ 1,980.00
Acido fosfórico	Litros	72	\$ 59.20	\$ 4,262.40
Mantenimiento de cultivo				
Escarda	Tractor	1/ha	\$ 250.00	\$ 250.00
Deshierbe	Jornal	12	\$ 120.00	\$ 1,440.00
Control de plagas/enfermedades				
Trichodermas	Kg		\$ 150.00	\$ 150.00
Azufre	Saco de 25 kg	1	\$ 250.00	\$ 250.00
Cal	Saco de 25 Kg	1	\$ 50.00	\$ 50.00
Cosecha				
Corte de lechuga	Jornal	60	\$ 120.00	\$ 7,200.00
TOTALES				\$50,182.40

Situación en el mercado nacional actual

El peso presentado en el experimento de las variedades Francesa, Orejona y Mantequilla superaron a las que se encuentran en venta en los principales centros comerciales de San Luis Potosí, siendo las variedades Sangría y Morada las que no alcanzaron el peso requerido (Cuadro 9).

Cuadro 9. Peso en el mercado nacional.

PESO GRAMOS								
VARIEDAD	HEB	SUPERAMA	WAL-MART	COMERCIAL	CHEDRAUI	PROMEDIO	TESIS	Sd
Francesa	233.33	300	220	200	250	240.666	496.75	37.889
Orejona		440	440	200	300	345	517.5	117.047
Sangría	200		246.66	200	250	224.165	34.095	27.937
Morada	433.33					433.33	76.25	433.33
Mantequilla	280		260	200	250	247.5	376.125	34.034

El cuadro 10, muestra el precio en el mercado nacional de lechugas en los principales centros comerciales.

Cuadro 10. Precio en el mercado nacional de lechugas tipo gourmet.

PRECIO						
Variedad	HEB	SUPERAMA	WAL-MART	COMERCIAL MEXICANA	CHEDRAUI	PROMEDIO
Francesa	\$ 14.90	\$ 14.90	\$ 21.90	\$ 8.80	\$ 15.90	\$ 15.28
Orejona		\$ 7.90	\$ 12.30	\$ 8.83	\$ 7.90	\$ 9.23
Sangría	\$ 8.95		\$ 7.70	\$ 8.80	\$ 15.90	\$ 10.34
Morada	\$ 9.95					\$ 9.95
Mantequilla	\$ 14.90		\$ 21.90	\$ 21.50	\$ 15.90	\$ 18.55

Considerando una densidad de plantación de 55,000 plantas ha⁻¹ y que se coseche el 80% (44,000 lechugas) con calidad comercial, se obtienen altos ingresos restando los costos de producción, obteniendo en las variedades Orejona, Francesa y Mantequilla una relación beneficio costo atractiva para el productor. En cuanto a la variedad Orejona a pesar de ser la variedad que mayor rendimiento presento genera una relación beneficio costo menor (4.3) que las variedades Mantequilla (7.8) y Francesa (6.5), siendo la Mantequilla la que aunque no presentar el mayor rendimiento cumple con el peso en el

mercado nacional por pieza y da una relación beneficio costo mayor, siendo la mejor opción para el productor (Cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis económico de las cinco variedades de lechuga tipo gourmet estudiadas.

VARIEDAD	PESO T (g)	PESO MN (g)	PRECIO	PZAS	REN (ton ha ⁻¹)	VENTA	GANANCIA	COSTO P	B/C
OREJONA	517.5	345	\$ 5.00	44,000	22.77	\$ 220,000	\$169,817	\$50,182	4.3
FRANCESA	496.75	240.66	\$ 7.50	44,000	21.85	\$ 330,000	\$279,817	\$50,182	6.5
MANTEQ.	376.12	247.5	\$ 9.00	44,000	16.54	\$ 396,000	\$345,817	\$50,182	7.8
MORADA	76.25	433.33	\$ 5.50	44,000	3.35	\$ -	\$ -	\$50,182	0
SANGRIA	34.095	244.125	\$ 5.50	44,000	1.5	\$ -	\$ -	\$50,182	0

CONCLUSIONES

De acuerdo al objetivo del presente trabajo, la prueba de hipótesis y los análisis de varianza se concluye:

La variedad que mejor respuesta dio fue la Orejona, presentó el mayor: peso en materia fresca de la parte vegetativa en el primer y segundo muestreo, peso materia seca de la parte vegetativa en el primer muestreo, peso por unidad. Fue seguida de la variedad Francesa.

Las variedades mostraron respuesta al evaluar el contenido en hoja de N, P y K, siendo las variedades Francesa, Mantequilla y Orejona las que mayor porcentaje de N presentaron, por lo cual tuvieron más peso en comparación con las que pesaron menos.

La variedad que mayor rendimiento presento fue la Orejona, y la que mayor relación beneficio costo dio fue la Mantequilla.

LITERATURA CITADA

- Balcaza (1997). Fertilización de cultivos agrícolas. [En línea] Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20en%20Cultivos%20Horticolas.asp>. (Revisado 2 de marzo del 2013).
- Berardoco (2010). Acolchado plástico. [En línea]. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/sidia/pdf/produccion/Acolchado%20Plastico.pdf>. (Revisado 4 de marzo del 2013).
- Blancard D., Lot H., Maisonneuve B. 2005. Enfermedades de las lechugas. Identificar, conocer y controlar. Ed. Mundi-Prensa. 375 p.
- Boletín Horticola. (2010). Características biológicas del minador de la hoja y posibles medidas para su manejo en cultivos hortícolas. [En línea]. Disponible en: <http://boletinhorticolaplata.blogspot.mx/2010/01/caracteristicas-biologicas-del-minador.html>. (Revisado 3 de marzo del 2013).
- Davis R.M., Subbarao K.V., Raid R.N., Kurtz E.A. (2002). Plagas y enfermedades de la lechuga. España. Ed. Mundi-Prensa y The American Phytopathological Society. p 8.
- FAO (2006). FICHAS TECNICAS. Lechuga. [En línea] Disponible en: http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/LEC HUGA.HTM#a1. (Revisado 1 de marzo del 2013).
- FAO. (2013). Producción de alimentos y materias primas agrícolas. [En línea]. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (Revisado 1 de marzo del 2013).
- Gallardo M., Jackson L.E., Thompson R.B. (1996 b). Shoot and root physiological responses to localized zones of soil moisture in cultivated and wild lettuce (*Lactuca* spp). *Plant Cell and Environment* 19, 1169-1178.
- Gallegos M.G., Cepeda S.M., Aranda H.E., Tejada M.L.O., Enkerlin S.D. (2003). Evaluation of the action of *Bacillus Thuringiensis* (Berliner) sobre larvas del segundo estadio de *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). *Agrociencia* 37: 405-411
- García F.O. (2013). Requerimientos nutricionales en diversos cultivos. *De Riego*. Vol. 1. Número 69, agosto-septiembre 2013, pp. 14-16.
- García G. C., González M. M. B. (2010). Uso de bioinsecticidas para el control de plagas de hortalizas en comunidades rurales. *Ra Ximhai* Vol. 6. Número 1, enero - abril 2010, pp. 17-22.
- Hochmuth G.J. (1994). Nitrógeno a medida. *Productores de Hortalizas*. Vol. 1. Número 3, marzo 2013, pp. 8-10.
- Infoagro. (2013). El cultivo de la lechuga. [En línea] Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>. (Revisado 1 de marzo del 2013).
- Infojardin. (2011). Cultivo de lechuga: Plagas, enfermedades y fisiopatías en cultivo de lechugas. [En línea] Disponible en: <http://articulos.infojardin.com/huerto/cultivo-lechuga-lechugas.htm>. (Revisado 3 de marzo 2013).

- ITGA. (2013). Guía del cultivo de lechuga en invernadero; época invernal. [En Línea] Disponible en: [http://www.itga.com/docs/GUIALECHUGA\(0\).pdf](http://www.itga.com/docs/GUIALECHUGA(0).pdf) (Revisado 7 de marzo 2013).
- Koike S.T. Gladders P., Paulus A.O. (2007). Vegetable diseases: a colour handbook. London: Manson.
- Manchego S; López D. Trichoderma spp; colonizador del suelo. Vol. 1. Número 60, febrero-marzo 2012, pp. 96-99.
- Nobi V. (2013). Fósforo en cultivos hortícolas. De Riego. Vol. 1. Número 68, junio-julio 2013, pp. 10-12.
- Olivares S.E. (1995). Diseños experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria. Facultad de Agronomía UANL, Marín, N. L. México.
- Rincón L. (2001). Necesidades hídricas, absorción de nutrientes y respuesta a la fertilización nitrogenada de la lechuga iceberg. Tesis doctoral. 211 pp.
- Rincón S.L.F. (2008). La fertirrigación de la lechuga. España. Ed. Mundi-Prensa e Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. pp 17, 21, 28,194.
- SHAMROCK. (2013). Productos. [En línea] Disponible en: http://www.miqul.com/shamrock/babyleaf_lettuce_spanish.php. (Revisado 5 de Abril del 2013)
- SIAP. (2012). Lechuga. [En Línea] Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=190&Itemid=82 (Revisado 28 de febrero del 2013).
- SIAP (2013). PRODUCCION AGRICOLA. Año Agrícola OI + PV 2011. Modalidad: Riego. LECHUGA. [En Línea] Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351 (Revisado 20 de junio del 2013).
- Syngenta. (2011). Larvas de lepidópteros. [En línea] Disponible en: <http://www.syngenta.com/country/es/sp/cultivos/ensalada/plagas/Paginas/larvas-lepidopteros.aspx>. (Revisado 2 de marzo del 2013).
- Syngenta. (2011). Minadores de la hoja. [En línea] Disponible en: <http://www.syngenta.com/COUNTRY/ES/SP/CULTIVOS/ENSALADA/PLAGAS/Paginas/minadores-hoja.aspx>. (Revisado 2 de marzo del 2013).
- USDA. (2006). PLANTS Profile. [En línea] Disponible en: <http://plants.usda.gov/java/nameSearch?keywordquery=lactuca+sativa&mode=sciname&submit.x=0&submit.y=0>. (Revisado 1 de marzo del 2013).