



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**Dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes
tratamientos de fertigación**

Por:

Ismael Camarillo Cervantes

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

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Junio de 2011



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**Dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes
tratamientos de fertigación**

Por:

Ismael Camarillo Cervantes

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

ASESORES

M.C. JESÚS HUERTA DÍAZ

M.C. J. JESÚS ANTONIO FLORES REYES

M.C. JOSÉ CARMEN SORIA COLUNGA

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Junio de 2011

El trabajo titulado “**Dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertigación**” fue realizado por: Ismael Camarillo Cervantes como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis:

M.C. JESÚS HUERTA DÍAZ

Asesor Principal

M.C. J. JESÚS ANTONIO FLORES REYES

Asesor

M.C. JOSÉ CARMEN SORIA COLUNGA

Asesor

En el Ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez S.L.P. a los 14 días del mes de junio de 2011

DEDICATORIA

A DIOS

A ti **DIOS** por darme la sabiduría, la fe, la fuerza y la paciencia para culminar mi carrera, gracias por permitirme terminar este sueño, el cual parecía imposible pero con tu ayuda resultó ser el más sencillo y grato de cumplir.

A MIS PADRES

María Guadalupe Cervantes Quintero y **Jesús Camarillo Delgado**, por haberme brindado esta gran oportunidad de superación, por su amor, comprensión, paciencia, esfuerzo, sacrificio y sabios consejos.

A MIS HERMANOS

Chuy, Carmen y mis niños **Omar** e **Iván**, ellos son mi razón para seguir adelante. A mi hermano Chuy por tu apoyo incondicional, por tu compañía, regaños, dinero jejeje y por ser ese gran hermano que siempre ha estado a mi lado y es motivo de superación. A ti hermana por quererme tanto y a mis hermanitos por darme esa alegría y hacerme entender que ustedes y nuestros papas son lo mas importante en mi vida.

A MIS ASESORES

A mi asesor principal el **M.C. Jesús Huerta Díaz**, quien fue uno de mis pilares durante mi formación, por brindarme su valioso conocimiento, no solo profesionalmente sino también por sus sabios consejos para la vida. Al **M.C. J. Jesús Antonio Flores Reyes** por su dedicación, conocimiento y apoyo para la realización de este trabajo y al **M.C. José Carmen Soria Colunga** por aceptar ser parte de este proyecto.

A ESA PERSONA ESPECIAL

Especialmente a ti **Liz** por tu gran amor, ternura, comprensión y paciencia. Te amo y espero compartir lo mejor de mi vida a tu lado, gracias amor por darme el mejor regalo de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A MI UNIVERISDAD

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y en especial a la Facultad de Agronomía por permitirme formar parte de su historia estudiantil, por ser mi casa durante estos cuatro años y medio, por su enseñanza y por formarme como profesionista.

A MIS ASESORES

A mi asesor principal el **M.C. Jesús Huerta Díaz**, gracias por su valioso conocimiento, por su amistad, confianza y por permitirme ser parte de sus proyectos de investigación, gracias también por sus sabios consejos para la vida. Agradezco al **M.C. J. Jesús Antonio Flores Reyes** y al **M.C. José Carmen Soria Colunga** por su dedicación como maestros y por su valiosa colaboración en la realización de este proyecto.

A MIS MAESTROS

M.C. Jesús Huerta Díaz, M.C. J. Jesús Antonio Flores Reyes, M.C. J. Carmen Soria Colunga, Ing. Juan Francisco Gaytan Rodríguez, Ing. Miguel Ángel Silva Flores, Ing. Martha Aranda San Vicente y especialmente al Dr. Ovidio Días Gómez.

A MIS TIAS Y PRIMOS

María Luisa, Socorro y Graciela, por permitirme entrar en sus hogares por más de seis años, por recibirme y tratarme como parte de su familia. A mis primos **Edith, Cesar y Ana**, a quienes quiero como mis hermanos, gracias por su amor y por dejarme ser parte de su vida.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

A **Miguel, Maricela y Paloma**, ustedes fueron mi familia durante este tiempo, gracias por su apoyo, por compartir momentos de diversión y estudio, espero conservar su amistad. Gracias a Ricardo Cordero por su valiosa participación en el proyecto, a Pedrito, Fide Álvarez, Juan Carlos Pineda, Mary Eu, Ana Luz Romero, Fabiola Villegas, Norma Quiroz, Juve Galindo, Yoli, Reyna, Mary Cruz, Alejandro Fdz., y a Lula.

CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTOS | iv |
| CONTENIDO | v |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xi |
| RESUMEN..... | xii |
| SUMMARY | xiii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| Objetivos..... | 2 |
| REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| Características generales del cultivo..... | 3 |
| Importancia económica | 3 |
| Características botánicas | 3 |
| Material genético..... | 4 |
| Desarrollo vegetativo | 4 |
| Desarrollo de plántula..... | 5 |
| Índices de crecimiento | 6 |
| Producción de biomasa..... | 6 |
| Absorción de nutrientes por el cultivo..... | 7 |
| Concentración de nutrientes en la planta..... | 7 |
| Extracción de nutrientes | 8 |
| Fertilización..... | 10 |
| Principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo..... | 13 |
| Plagas | 13 |
| Enfermedades | 15 |
| MATERIALES Y METODOS | 18 |
| Localización..... | 18 |
| Climatología | 18 |

| | |
|--|-----------|
| Temperatura..... | 18 |
| Precipitación | 18 |
| Vegetación..... | 18 |
| Características del suelo | 19 |
| Material genético | 19 |
| Diseño experimental | 19 |
| Preparación del terreno | 19 |
| Fertilización | 20 |
| Trasplante | 20 |
| Labores de cultivo | 20 |
| Control de plagas y prevención de enfermedades | 21 |
| Programación del riego..... | 21 |
| Sistema de riego | 21 |
| Cosecha..... | 22 |
| Evaluaciones | 22 |
| Muestreo de parte vegetativa y raíz | 22 |
| Análisis estadístico | 22 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 24 |
| Etapa de Inicio de Formación de Cogollo | 24 |
| Peso fresco de la parte vegetativa | 24 |
| Peso fresco de raíz..... | 25 |
| Peso fresco total | 26 |
| Etapa de Inicio de Formación de Cabeza | 28 |
| Peso fresco de la parte vegetativa | 28 |
| Peso fresco de raíz..... | 29 |
| Peso fresco total | 30 |
| Etapa Final de Cosecha..... | 32 |
| Peso fresco parte vegetativa | 32 |
| Peso fresco de raíz..... | 33 |
| Peso fresco total | 34 |
| Peso promedio final por cabeza | 36 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| Índice de cosecha | 37 |
| Tasa de crecimiento del cultivo..... | 38 |
| Variedad raider | 38 |
| Variedad montemar | 40 |
| Variedad seminole..... | 41 |
| CONCLUSIONES | 43 |
| LIERATURA CITADA | 44 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | | Página |
|--------|--|--------|
| 1 | Características fisicoquímicas del suelo del sitio del experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigración. | 19 |
| 2 | Programa de fertirrigación utilizado durante el desarrollo del experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigración. | 20 |
| 3 | Programa de control fitosanitario usado en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigración. | 21 |
| 4 | Análisis de varianza de la variable peso fresco de la parte vegetativa en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigración. | 24 |
| 5 | Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco de la parte vegetativa en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigración. | 25 |
| 6 | Análisis de varianza de la variable peso fresco de raíz en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigración. | 26 |
| 7 | Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco de raíz en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigración. | 26 |
| 8 | Análisis de varianza de la variable peso fresco total en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigración. | 27 |
| 9 | Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco total en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigración. | 27 |
| 10 | Análisis de varianza de la variable peso fresco de la parte vegetativa en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento | |

| | | |
|----|---|----|
| | dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 28 |
| 11 | Cuadro de doble entrada de la variable parte vegetativa en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 29 |
| 12 | Análisis de varianza de la variable peso fresco raíz en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 30 |
| 13 | Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco raíz en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 30 |
| 14 | Análisis de varianza de la variable peso fresco total en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 31 |
| 15 | Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco total en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 31 |
| 16 | Análisis de varianza de la variable peso fresco en kg por m ² de la parte vegetativa de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 32 |
| 17 | Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco en kg por m ² de la parte vegetativa de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 33 |
| 18 | Análisis de varianza de la variable peso fresco de raíz en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 34 |
| 19 | Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco de raíz en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 34 |

| | | |
|----|--|----|
| 20 | Análisis de varianza de la variable peso fresco total en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 35 |
| 21 | Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco total en kg por m ² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 35 |
| 22 | Análisis de varianza de la variable peso promedio final en kg por cabeza de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 36 |
| 23 | Cuadro de doble entrada de la variable peso promedio final en kg por cabeza de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 37 |
| 24 | Análisis de varianza de la relación del rendimiento experimental entre el rendimiento comercial en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 38 |
| 25 | Cuadro de doble entrada de la relación del rendimiento experimental entre el rendimiento comercial en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 38 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|--------|--|--------|
| 1 | Tasa de crecimiento de la variedad Raider en kg de biomasa fresca por día en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación. | 39 |
| 2 | Tasa de crecimiento de la variedad Montemar en kg de biomasa fresca por día en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación..... | 40 |
| 3 | Tasa de crecimiento de la variedad Seminole expresada en kg de biomasa fresca por día en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación..... | 41 |
| 4 | Porcentaje de crecimiento de los genotipos evaluados durante el ciclo de cultivo en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L., con diferentes tratamientos de fertigación..... | 42 |

RESUMEN

Se estudió la dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertigación. El experimento fue realizado en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.S.L.P., ubicado en el Ejido Palma de la Cruz, Mpio. de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. Se usó un experimento bifactorial “3 x 3”, como factor “A” se consideraron tres tratamientos de fertilización: A₁ 210-90-60, A₂ 158-67-60 y A₃ 105-45-60; como factor B se usaron tres variedades de lechuga tipo iceberg: B₁ Raider, B₂ Montemar y B₃ Seminole. De acuerdo a los resultados las variedades de lechuga evaluadas no mostraron ninguna respuesta a los tratamientos de fertilización respecto al peso promedio, número de cabezas de lechuga de calidad comercial, porcentaje de cabezas de lechuga de calidad comercial y rendimiento de cabezas de lechuga de calidad. Por otra parte, la variedad B₃ Seminole presentó la mayor producción de biomasa por ha, superando con 17462.691 y 6076.389 kg a las variedades B₁ Rider y B₂ Montemar respectivamente. De todos los tratamientos evaluados la combinación que presentó el mayor rendimiento fue la variedad B₃ Seminole con el tratamiento de fertilización A₂ 158-67-60 con 85,173.61 kg por ha. El peso promedio final por cabeza más alto lo obtuvo la combinación la variedad B₃ con el tratamiento de fertilización A₂ con 1.277 kg por pella y la de menor promedio fue la combinación de la variedad B₁ con el tratamiento de fertigación A₁ con 0.908 g por pella. En cuanto al índice de cosecha la combinación con mayor promedio fue la variedad B₃ con el tratamiento de fertigación A₃, con promedio de 2.084 y la de menor promedio la variedad B₂ con el tratamiento fertigación A₁ con una relación de 1.556. En general el porcentaje de producción de biomasa más alto de los genotipos evaluados se presentó durante la etapa de formación de cabeza que comprende el periodo de los 36 a 56 ddt, con promedios de 57.11% para la variedad B₁ Rider, 63.42% para la variedad B₂ Montemar y de 54.46% en la variedad B₃ Seminole.

SUMMARY

The dynamics of growth of lettuce varieties with different fertirrigation treatments was studied in this research. The experiment was conducted in Campo Agrícola Experimental at Facultad de Agronomía de la U.A.S.L.P., located in Ejido Palma de la Cruz, Mpio, de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. An experimental design of divided parcels was used (A x B) in random blocks; as factor “A” three fertilization treatments were used: A₁ 210-90-60, A₂ 158-67-60 and A₃ 105-45-60 and as factor “B” three varieties of lettuce: B₁ Raider, B₂ Montemar and B₃ Seminole. According to the results the lettuce varieties didn't show any response to the fertilization treatments regarding average weight, number of commercial quality lettuce heads, percentage of quality lettuce heads, and quality lettuce heads yield. On the other hand, the B₃ Seminole variety showed the highest biomass production per hectare, surpassing with 17,462.691 and 6,076.38 kg to B₁ Rider and B₂ Montemar varieties respectively. Of all the treatments evaluated the combination that had the best performance was the variety B₃ Seminole with fertirrigation treatment A₂ 158-67-60 to 85,173.61 kg ha⁻¹. The variety B₃ with fertilization treatment A₂ showed the best higher average in the weight per head with 1.277 kg, and the treatment with lower average was B₁ with A₁ fertilization treatment (0.908 g per head). The variety B₃ with fertirrigation treatment A₃ showed the higher average in the harvest index component (kg of biomass/yield) with 2.084 and the variety B₃ with treatment A₃ showed the lowest average with a ratio of 1.556. In general the higher percentage of biomass production of genotypes was presented during the formative stage of the head which covers the period from 36 to 56 days after transplantation, with averages of 57.11% for the B₁ Rider variety, 63.42% for B₂ Montemar variety and 54.46% in the B₃ Seminole variety.

INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia en San Luis Potosí, pues ocupa una superficie de 461 hectáreas (SIAP, 2009), a nivel nacional se ubica como el octavo estado productor de esta hortaliza, superado por Guanajuato (4,388 ha), Puebla (3,093 ha) y Zacatecas (2,890 ha), etc., que son los principales productores, aporta el 4.6% de la producción total de lechuga en el país (SIAP, 2009).

La producción de lechuga en el estado con manejo convencional es un poco mayor a 14 toneladas por hectárea. Sin embargo, esta producción depende en gran medida de las condiciones edafoclimáticas y el uso de fertilizantes. El rendimiento promedio en el estado es de 31.89 t ha^{-1} , aunque el potencial de producción supera las 65 toneladas por ha^{-1} , con 65,359 plantas por hectárea, con un promedio de 1.087 kg por cabeza. Si se compara estos datos con el rendimiento medio mundial reportado por la FAO en 2007 el cual es de 22.09 toneladas por ha, podemos decir que la producción de lechuga en a nivel nacional y estatal es eficientemente.

Los tratamientos de fertilización comúnmente utilizados para el cultivo de lechuga en el estado no son los más eficientes, debido a que existe poca información experimental sobre las necesidades nutricionales de este cultivo, bajo sus diferentes técnicas de manejo, especialmente cuando se cultiva con fertirrigación. En los últimos años la fertigación ha incorporado como una herramienta importante en el manejo de los cultivos y en especial de las hortalizas, así como el monitoreo del crecimiento del cultivo, extracción de nutrientes y el muestreo foliar para su análisis.

El control nutricional del cultivo bajo condiciones de riego localizado consiste en evaluar de forma continua la respuesta de la planta a la solución fertilizante aplicada, así como el seguimiento y control fisiológico de la misma. El proceso se refiere al control de la absorción y asimilación de elementos por parte de la planta, basándose para ello en el estudio de la dinámica de iones a lo largo del tejido vegetal y su relación con la composición química de diferentes órganos vegetales, asegurando un óptimo aprovechamiento nutricional e hídrico por el cultivo. Estas técnicas son esenciales en el reconocimiento de la dinámica de crecimiento del cultivo.

Objetivos

Determinar la dinámica de crecimiento de distintas variedades de lechuga tipo iceberg con distintos tratamientos de fertigación.

REVISIÓN DE LITERATURA

Características Generales del Cultivo

Importancia económica

El aumento en la producción de lechuga en el mundo no se ha visto favorecido en los últimos años, debido a la diversificación de tipos varietales. China se ha mantenido como el principal productor en el mundo, en 2008 registro una producción de 12,505,500 toneladas, seguida por Estados Unidos y España con una producción de 4,014,590 y 1,002,800 toneladas respectivamente. México se ubica como el décimo productor de lechuga en el mundo (FAO, 2008).

En México la superficie sembrada con este cultivo oscila entre las 3,171.32 hectáreas, siendo las especies orejona y romana las que mayor superficie ocupan. En 2009 la producción se ubico en 63,556.18 toneladas, con un rendimiento de 53.51 toneladas por hectárea. Los principales estados productores en el país son Puebla, Guanajuato, Baja California, San Luis Potosí y Zacatecas (SIAP, 2009).

En el estado de San Luis Potosí la superficie que se cultivo con esta especie en el ciclo PV mas OI en la modalidad de riego fue de 511.48 hectáreas, las variedades orejona y romana, que son para las que existe información disponible, registraron una producción de 15156 toneladas en 2007 y un rendimiento de 23.47 toneladas por hectárea (SIAP, 2007).

Características botánicas

Funk *et al.*, (2005); citado por Křístková (2008), el genero *Lactuca* L. pertenece a la familia Asteraceae (Compositae), el mas amplio de la familia de las dicotiledóneas. La lechuga es una planta anual autógama que se ubica dentro de esta familia, cuyo nombre científico es *Lactuca sativa* L. Esta especie es considerada la mas importante en el grupo de los vegetales de hoja.

Gallardo *et al.*, (1996 b) y Rincón (2001) indican que la lechuga posee un sistema radicular pivotante, muy ramificado que en riego por goteo no sobrepasa los 35 cm de profundidad. Las hojas, lisas, sin pecíolos emergen alternadamente en forma de roseta de

un corto tallo que no se ramifica, con el borde de forma redondeada, rizada o aserrada, formando según variedad un cogollo más o menos apretado en fases vegetativas avanzadas.

Botánicamente se pueden clasificar cuatro grupos dentro de la especie *Lactuca sativa* L.: Romanas va. Longifolia, en este grupo se engloban lechugas romanas y tipo Coss, Acogolladas va. Capitata, comprende especies tipo iceberg y mantecosa, lechugas de hoja suelta y lechuga espárrago (Moroto, 2000).

Material genético

La variedad Seminole es resultado del cruce de Empire y Vanguard; posee parte de la tolerancia a floración de las Empire y las cualidades de las Vanguard; tamaño grande y crecimiento vigoroso, por lo que conviene abonarla ligeramente desde el principio; color verde medio y hoja de textura lisa; forma cabeza segura; tolerante a floración y a algunas cepas de Cenicilla Velloso; se adapta a los periodos de calor para cosecha en verano. En la zona se recomienda el establecimiento de esta variedad entre abril y julio (Shamrock, 2011).

Raider plus es una lechuga tipo Vanguard adaptada al ciclo primavera-verano para el centro de México, con un color verde oscuro, alto potencial de rendimiento y excelente peso. Con resistencia a DM CA phatotype 1-4 y resistencia intermedia a phatotype 5 (Seminis, 2011).

La descripción de la variedad Montemar no estuvo disponible debido a diversas políticas de las casas comerciales, sin embargo se observó buena adaptación en el ciclo, con un follaje de color verde oscuro, cogollos compactos y buen potencial de rendimiento.

Desarrollo vegetativo

El ciclo de cultivo de la lechuga comprende cuatro fases, la fase inicial que va desde la germinación hasta las primeras etapas vegetativas, esta etapa comprende el desarrollo de la plántula en semillero, la fase de desarrollo del cultivo inicia desde el transplante hasta la formación de una roseta de hojas, continuando con la fase de acogollado que esta limitada desde la roseta de hojas hasta la formación completa de un cogollo y por

último la fase de reproducción en la que se observa la emisión de un tallo floral con semilla (Rincón, 2008),.

Sánchez *et al.*, (1989) y Gallardo *et al.*,(1996a) indican que la duración del ciclo de cultivo de la lechuga y de cada una de las fases vegetativas, depende fundamentalmente de las condiciones climáticas que prevalezcan durante el ciclo del cultivo, especialmente el régimen de temperaturas y la radiación solar, variando entre 100 y 120 días después del trasplante para ciclo de otoño e invierno y 90 a 100 días para cultivares de invierno-primavera, reduciéndose en plantaciones de primavera y verano entre 60 70 días.

En las fases vegetativas, la formación de la roseta de hojas se alcanza en promedio a los 50-55 días después del trasplante en cultivos de invierno y a los 35-45 días después del trasplante en cultivos de primavera. La duración de la fase de acogollado es de 60 a 65 días en cultivos de otoño-invierno y de 35 a 45 días en cultivos de primavera (Rincón, 2008).

Desarrollo de Plántula

Soundy (2001a) suministró varios niveles de fósforo (P) por riego de flotación a plántulas para trasplante de lechuga "South Bay" (*Lactuca sativa*) para determinar la concentración óptima de P necesaria. Las plantas fueron reproducidas en charolas de flotación en un sistema hidropónico de flujo continuo en una solución nutritiva conteniendo P en concentraciones de 0, 15, 30, 45 o 60 mg/L en los experimentos de verano y otoño y concentraciones de 0, 15, 30, 60 o 90 mg/L en una combinación factorial con 60 o 100 mg/L de nitrógeno (N) en el experimento de invierno. El agregar más de 15 mg/L de P, tuvo un efecto mínimo en el crecimiento. Las plántulas producidas sin P (0), tuvieron un crecimiento pobre independientemente del nivel de N aplicado. El nivel de N de 100 mg/L mejoró la repuesta del crecimiento del tallo a cualquier nivel de P, pero afectó negativamente el crecimiento de la raíz comparado con N aplicado en una dosis de 60 mg/L. En general la velocidad de crecimiento relativa mejoró mientras que la velocidad neta de asimilación se redujo para todos los niveles de P. Las plántulas de alta calidad tuvieron una relación raíz/tallo de alrededor de 0.25, longitud total de raíces entre 276 y 306 cm y un área radicular entre 26 a 30 cm² en un volumen de 10.9 cm³. También encontró que solamente el 30 % de las plántulas producidas sin P pudieron ser

jaladas de las bandejas de transplante, en contraste el 90% pudo ser jalada cuando se agregó P. La adición de P en pretransplante aceleró la madurez e incrementó el peso de la cabeza de la lechuga en el campo. Esto indica que una concentración de por lo menos 15mg/L de P, suministrada vía riego de flotación a una mezcla de "peat" y vermiculita fue requerida para producir plántulas para transplante con suficientes raíces para un jalado fácil, rápido establecimiento en el campo y cosecha temprana.

Aunque el riego por flotación tiene numerosas ventajas en la producción de hortalizas para trasplante, pueden llegar a presentarse enfermedades de raíz en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). En un sistema hidropónico con la variedad "South Bay" trasplantadas con 15, 30, 45 y 60 mg L⁻¹ K aplicadas cada 2 a 4 días, aumento el peso de la raíz fresca y seca a los 28 días. Concentraciones superiores a 24 mg kg⁻¹ en el medio no afectó el peso de la raíz. El peso fresco y seco, área foliar, tasa relativa de crecimiento de la raíz (relative shoot ratio RSR), la tasa de crecimiento relativo (RGR), relación de peso de las hojas (LMR) y el cociente de peso de la raíz (RMR) no se vieron afectados por la aplicación de potasio, independientemente de la concentración inicial de potasio en el medio. Cuando se comparó 60 con 100 mg L⁻¹ de N en los diferentes niveles de potasio, el K aplicado no influyo en el peso seco de las raíces, sin embargo, a 100 mg L⁻¹ N, peso de la raíz se redujo en comparación con 60 mg L⁻¹ de N, independientemente del nivel de aplicación K. La aplicación de K en pretrasplante no tuvo ningún efecto sobre el crecimiento en campo. El crecimiento en campo de plántulas desarrolladas sin potasio, produjo rendimientos equivalente a los trasplantes con 15, 30, 45, o 60 mg L K⁻¹ a través del riego por flotación (Soundy, 2001b).

Índices de Crecimiento

Producción de biomasa

Zink y Yamaguchi (1962); Rincón *et al.*, (1991); citado por Rincón (2008) mencionan que la producción de materia fresca total depende del cultivar en estudio, temperaturas y radiación solar que se presenten a lo largo del ciclo de cultivo. Entre el 50 y 65% de la biomasa total producida en el cultivo de lechuga es acumulada en los 24-

45 días previos a la recolección, dependiendo del ciclo de cultivo y la variedad establecida y de este el 34-40% en los 10 días anteriores a la recolección.

Rincón y Sáez (1997), citado por Rincón (2005) mencionan que el Índice de Cosecha, es un parámetro de producción que representa en la lechuga iceberg la relación entre la materia fresca total y la materia fresca comercializada (cogollo). Este parámetro está sometido a variaciones debidas por una parte al cultivar y por otra a las condiciones ambientales del ciclo de cultivo, tomando valores medios comprendidos entre el 55 y 60%.

Absorción de Nutrientes por el Cultivo

Concentración de nutrientes en la planta

Benton (1997) indica que el contenido normal de nitrógeno (N) en las hojas de las plantas puede variar de niveles bajos de 2-3% de la materia seca hasta un 4-5%, dependiendo principalmente de la especie. El requerimiento de N por las plantas como un porcentaje de peso seco es más alto durante las fases tempranas de crecimiento y entonces disminuye con la edad. Sin embargo, el requerimiento total de N aumentara sustancialmente en la fase reproductiva de crecimiento y entonces decrece gradualmente. También indica que el rango de Fósforo en las plantas va de 0.2 a 0.5% de la materia seca. La concentración de P en plantas jóvenes es frecuentemente alto (0.5 a 1%) y disminuye lentamente con la edad de la planta. Sin embargo, la captación total de P incrementa en el periodo de fructificación y entonces se detiene gradualmente.

Gerber (1985), referenciado por Benton (2002) menciona que el rango normal de nitrógeno (N) total, en hojas de lechuga se encuentra entre 2.1-5.6% de la materia seca y para el caso de nitratos ($\text{NO}_3\text{-N}$) los valores se localizan entre 2.5-9.3%. Para el caso del Fósforo reporta un rango normal de 0.5-0.9% de la materia seca, para el mismo cultivo.

La concentración más elevada se produce en las hojas del cogollo, presentando en el inicio del acogollado contenidos del 0.40%, elevándose al 0.60% a los 90 días después del trasplante. En los 30 días previos a la recolección el contenido de fósforo disminuye hasta el 0.40% por efecto de dilución. En hojas exteriores el contenido de fósforo se

mantiene uniforme a lo largo del ciclo de cultivo con valores en torno al 0.35% (Rincón, 2005).

Rincón (2008) indica que las hojas exteriores presentan un contenido creciente desde el transplante hasta el inicio de la fase de acogollado, aumentando desde el 2.4%, hasta el 4.2%, disminuyendo posteriormente hasta el 3.5% en la recolección. En hojas interiores la concentración aumenta desde el 3.4% hasta el 3.9% en las primeras etapas del acogollado, disminuyendo posteriormente hasta el 2.7% en la recolección por el efecto de dilución.

Extracción de nutrientes

Diversos factores influyen en las cantidades totales de nutrientes absorbidas por la lechuga, el clima, el suelo, el agua, la técnica de cultivo, la variedad cultivada y el rendimiento de cosecha esperado. La media orientativa de la biomasa producida por la lechuga, se puede estimar entre 45 y 50 t por ha para variedades vigorosas, 35 a 40 t por ha para variedades de porte medio y de 25 a 30 t por ha para las minilechugas (Rincón, 2005).

La absorción de elementos guarda relación con la formación de material seca, aproximadamente el 70-80 % de los elementos nutritivos son absorbidos durante el último mes de desarrollo. Para una producción en torno a las 25 tm/ha se absorben unos 65 kg de N, 25 kg de P₂O₅ y 120 kg de K₂O (Domínguez, 1997).

Smith (S/F) menciona que las demandas de N por el cultivo de la lechuga es de 120 a 130 Lb por acre cuando el N se suministra a través del riego por goteo; e indica que las tasas de extracción de nitrógeno promedian entre 110 y 120 lb por acre en la parte vegetativa, y un 15% adicional extraído por el sistema radicular. Lo anterior equivale 123.4 kg por ha extraídos por la parte vegetativa y 18.51 kg por la biomasa de la raíz.

Chávez *et al.*, (2000, a y b) realizó estudios en el cultivo de chile jalapeño y cebolla, para estimar la eficiencia de absorción de fertilizante, relacionando la cantidad absorbida de N, P y K con la dosis aplicada de estos elementos, usando la fórmula: $EA=AB*100/AP$, donde EA=eficiencia de absorción, AB=absorción del nutrimento y AP=dosis aplicada del nutrimento, en los cultivos se observó para el nitrógeno que en dosis bajas se obtiene una eficiencia hasta del 90%, en dosis intermedias del 60% y en

dosis altas del 50%; en dosis bajas de fósforo se obtiene la mayor eficiencia (70%), existe una eficiencia media (40%) en dosis intermedias y baja eficiencia en dosis altas (20%), comportamiento que indica que los suelos requieren una cantidad baja de este elemento, en parte por el alto contenido de carbonatos de calcio de los suelos de la región, por la aplicación consecutiva de fósforo en cada ciclo de cultivo ya se tienen altas reservas de este elemento. En el caso del potasio se obtienen eficiencias del 100% en las dosis intermedias, a dosis mayores la eficiencia se reduce considerablemente, lo cual manifiesta que el suelo contiene una cantidad considerable; sin embargo, para rendimientos altos es necesaria una dosis media de 125 kg ha⁻¹ de K₂O, ya que actúa sinérgicamente con los otros nutrientes favoreciendo el balance nutrimental, lo cual favorece el desarrollo de las plantas.

Welch *et al.*, (1979) indica que la lechuga absorbe alrededor del 70% de sus nutrientes durante el último 30% de su ciclo y cerca del 80% del nitrógeno total en las cuatro semanas anteriores a la cosecha.

Fernandes *et al.*, (1971) mencionan en sus estudios que la lechuga creció lentamente los primeros 40 días después del trasplante, acelerando luego su crecimiento hasta la cosecha, realizada a los 65 días después del trasplante. La cosecha de 95,000 plantas por ha⁻¹ extrajo del suelo: 50.9 kg de K, 23.2 kg de N, 13.3 kg de Ca, 4.4 kg de P, 3.2 kg de Mg y 3.0 kg de S.

Smith (S/F) indica que en el Valle de Salinas, California, se aplica en promedio 70 Lb por Acre de P₂O₅ (30 kg de P por acre) con tasas de extracción de 10 a 15 Lb por acre.

Rincón (2008) menciona que la cantidad de nitrógeno absorbido varía de acuerdo al cultivar y la estación de cultivo. La cantidad total de nitrógeno absorbido en variedades vigorosas (ciclos otoño-invierno e invierno) es de 95 kg/ha y en variedades menos vigorosas (ciclo invierno-primavera y primavera) el valor es de 84 kg/ha. Las hojas exteriores contribuyen con un 41%, las interiores con el 52% y los tallos con un 7%. En la fase de roseta la velocidad de absorción es baja y en ella se consume un 25% de total absorbido, aumentando significativamente en la etapa de acogollado en la que se acumula el 80% restante, y de este valor el 44% en los 30 días previos a la recolección en cultivos de otoño-invierno y el 60% en cultivos de invierno-primavera.

Las cantidades totales de fósforo absorbidas fueron de 16 kg/ha en variedades vigorosas (ciclos otoño-invierno e invierno) y de 12.5 kg/ha en variedades menos vigorosas (ciclos invierno-primavera y primavera). Respecto a la absorción total, las hojas exteriores acumulan el 36.5%, las hojas interiores el 59% y los tallos el 4.5%. La absorción de fósforo aumenta durante todo el período de crecimiento activo de la planta, acumulándose en la fase de roseta el 10% del P total absorbido y el 90% restante en la fase de acogollado y de este porcentaje el 65% en los 30 días previos a la recolección (Rincón, 2005).

Ciampitti (2007) menciona que la absorción es la cantidad total de nutrientes absorbido por el cultivo durante su ciclo de desarrollo. El término extracción, es la cantidad total de nutrientes en los órganos cosechados, grano, forraje u otros. 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 presente en todos sus tejidos y órganos cosechables y no cosechables. El cultivo de lechuga absorbe 2.0, 0.5, 4.3, 0.9 y 0.2 kg/t de órgano comestible de N, P, K, Ca y Mg respectivamente y extrae 1.5 N, 0.3 P, 3.5 K y 0.5 Ca kg/t de órgano comestible.

Fertilización

Bouzo y Favaro (2002) estudiaron la curva de crecimiento dimensional en lechuga para el fraccionamiento de la fertilización nitrogenada, en cuatro variedades de lechuga usando el tratamiento de fertilización 50-15-88 y con riego por aspersión; encontraron que las tasas de crecimiento del cultivo de la lechuga ($\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$ de MS) se mantiene en valores inferiores de los $5 \text{ g m}^{-2} \text{d}^{-1}$ hasta antes de los 40 días después del trasplante, y durante el periodo de los 45 ddt hasta los 55 ddt (periodo de 10 a 12 días) las tasas de acumulación de biomasa fueron mayores a los $5 \text{ g m}^{-2} \text{d}^{-1}$, presentándose los valores más altos a los 50 ddt fluctuando entre más de $7 \text{ g m}^{-2} \text{d}^{-1}$ y hasta casi $17.5 \text{ g de MS por m}^{-2} \text{d}^{-1}$ en la variedad Grand Rapid Blanc, siendo la de menor tasa de crecimiento la variedad

Maravilla Cuatro Estaciones en este periodo. A partir de los 55 ddt las tasas de crecimiento en todas las variedades fueron inferiores a los $5 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

Arauni *et al.*, (2008) estudiaron el efecto de diferentes tratamientos de fertilización para determinar la eficiencia de utilización del nitrógeno en un cultivo de lechuga con aporte de nitrógeno en forma orgánica y mineral y evaluar su efecto en el suelo a través de variables químicas, biológicas y enzimáticas. Los tratamientos en estudio usados fueron: testigo (N0) sin fertilizar, fertilización química 100 kg ha^{-1} de N aplicado como nitrato de amonio (Fi) y fertilización con enmienda orgánica, estiércol de pollo (E), donde se agregó una cantidad equivalente a 100 kg ha^{-1} de N. Los rendimientos en los tratamientos E, Fi y N0 fueron de 49,1, 34,6 y $24,7 \text{ t ha}^{-1}$ respectivamente. La eficiencia de utilización de nitrógeno fue del 25 % en E y 16% en Fi.

Sorensen *et al.*, (1994), citados por Arauni *et al.*, (2008); (Karam *et al.*, 2002) recomiendan fertilizar el cultivo con 100 y 200 kg ha^{-1} de N disponible en la zona radical y e indican que la cantidad de N disponible para la planta depende directamente del manejo del agua en distintos sistemas de riego. Cuando ésta es insuficiente la absorción del nitrógeno y los rendimientos disminuyen marcadamente y si es excesiva provoca lavado y pérdida de nitrógeno.

Añez y Pino (1997) estudiaron la forma y tiempo de aplicación de nitrógeno en la producción de lechuga, para lo cual probaron 10 tratamientos fertilizantes (aplicación en bandas de $100 \text{ kg de N ha}^{-1}$ con el transplante y 15, 30, 45 y 60 días después del transplante, fertilización en bandas de $50 \text{ kg de N ha}^{-1}$ + aplicación foliar de $50 \text{ kg de N ha}^{-1}$, 15, 30, 45 y 60 ddt y un testigo sin fertilización nitrogenada), y llegaron a las siguientes conclusiones: la fertilización de $100 \text{ kg de N ha}^{-1}$ fue suficiente para lograr una buena producción de lechuga, los tratamientos que completaron los $100 \text{ kg de N por ha}$ a más tardar a los 45 días después del transplante tuvieron efectos positivos sobre los rendimientos, la forma de aplicación del nitrógeno no influyó en los rendimientos, el fraccionamiento del nitrógeno no produjo efectos sobre los rendimientos ni sobre la conformación de las cabezas de la lechuga. En su estudio encontraron que la fertilización con aplicación en bandas de $50 \text{ kg de N ha}^{-1}$ al transplantar mas aplicación foliar de y $50 \text{ kg de N ha}^{-1}$ 30 DDT produjo el mayor promedio de cabeza con 0.9 kg de

peso fresco, y el de menor promedio el tratamiento que no recibió fertilización con 0.46 kg por lechuga.

Castellanos (S/F) recomienda la fertilización de fondo en el caso de P debido a la poca movilidad en el suelo y del K que en muchas ocasiones es deficiente. El N se recomienda aplicarlo en dosis baja, utilizando sulfato de amonio $[\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2]$ como fuente de este nutriente para evitar lixiviación durante el riego de establecimiento y debido a que las plántulas, en estadios muy tempranos, tienen limitada la actividad de la enzima nitrato reductasa. En este caso se sugiere no aplicar más de 30 kg de N/ha. La lechuga durante el desarrollo temprano demanda 1.0-1.7 kg/ha de N al día, entre 1.5-3.5 kg/ha en la formación de copa y de 2.5 a 5.0 kg/ha de nitrógeno por día al llenado de cabeza. Se han realizado investigación utilizando aplicaciones semanales de nutrientes y se ha conseguido una eficiencia de recuperación de N del 80 %, con rendimientos muy elevados. En el cultivo de lechuga a mediados de desarrollo el contenido de NO_3 en pecíolo se ubica entre 7000-1200 ppm en muestras de tejido seco y de 400 a 600 ppm en extracto celular. En pre-cosecha los contenidos estarán entre 6000-8000 y 300-500 ppm, en tejido y extracto celular respectivamente.

Thompson (1995) llevó a cabo dos experimentos con lechuga romana (*Lactuca sativa* L. cv. *Parris Island Cos*), bajo condiciones de riego por goteo subterráneo, durante el invierno de 1990-1992 en el sur de Arizona. Los objetivos fueron determinar: 1) rendimiento, respuesta a diferentes tensiones de agua en el suelo (SWT) y fertilizantes N, 2) patrones estacionales de absorción de N y 3) sin fertilizante N. En 1990-1991, los tratamientos de fertilización nitrogenada fueron 35, 120, y 205 kg ha⁻¹. Durante 1991-92, los niveles de N fueron de 50 a 300 kg ha⁻¹ y los niveles objetivo SWT de 7,0 y 4,0 kPa. Cuando la humedad era excesiva no se aplicó riego (SWT entre 6,5 y 7,4 kPa), la máxima producción del cultivo y la calidad del rendimiento (longitud de cabeza y materia fresca) se produjo con dosis de N entre 156 a 193 kg/ha, 95% mayor que sin fertilización nitrogenada (60 kg ha⁻¹). El riego excesivo (4,6 kPa) disminuyó los rendimientos y la calidad. La lechuga romana acumulada más del 74% del N total en los 38 días antes de la cosecha.

De Grazia (2001) estudió el efecto de la época de siembra, radiación y nutrición nitrogenada sobre el patrón de crecimiento y el rendimiento del cultivo de lechuga en

dos épocas (primavera y verano) de siembra, para ello estableció tres tratamientos de radiación (R1: 65%, R2: 35% y R3: sin sombreado), atenuando en diferentes porcentajes los niveles de radiación. Estableció tres tratamientos de fertilización 0, 75 y 150 kg de N por hectárea. Determinado que la radiación aparece como el principal factor limitante del crecimiento durante la época invernal, en la cual no se registraron grandes diferencias de temperatura entre los niveles de radiación evaluados. El efecto del nivel de fertilización nitrogenada sobre la tasa de producción de biomasa sólo pudo expresarse en ausencia de las limitaciones impuestas por el nivel de radiación recibido por el cultivo. En los tratamientos sin sombrear para ambas épocas de siembra, y desde una óptica económica y ambiental, no se recomienda superar la dosis de 75 kg N ha al fertilizar cultivos de lechuga de hojas sueltas a campo, por cuanto el rendimiento no se incrementa significativamente con un mayor nivel de aplicación.

Escalona (2009) evaluó el efecto de diferentes fuentes nitrogenadas sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la lechuga. Se aplicaron como tratamientos: nitrato de calcio y sulfato de amonio, con o sin enmienda orgánica, además de dos fertilizaciones convencionales (15-15-15 y urea) en dosis de 200 kg/ha de N y un testigo absoluto sin fertilización. La aplicación de nitrato de calcio con enmienda orgánica produjo mayor peso seco de la cabeza (9.26 g) y rendimiento del cultivo (29.66 t/ha). Las fuentes amoniacaes afectaron negativamente el peso seco de la cabeza, aunque el peso fresco no fue afectado. El rendimiento presentó igual comportamiento que el peso fresco. En este ensayo se encontraron rendimientos entre 12 y 29 t/ha, lo cual se atribuye a la variedad. Se encontró relación positiva entre el diámetro de las cabezas (8 a 14 cm) de lechuga y el peso fresco.

Principales Plagas y Enfermedades que Afectan al Cultivo

Plagas

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 aleracea*) 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.

Iracheta (2001) probó la toxicidad y especificidad de las toxinas de *Bacillus Thuringiensis* clase Cry1 ($LC_{50}=\text{ng/cm}^2$) hacia *Trichoplusia ni*. Las proteínas más tóxicas fueron Cry1Ac, 1Ab y 1Ca ($LC_{50}= 1.1, 3.4$ y 12.2), seguidas de Cry1Ja y 1Fa ($LC^{50}=87.4$ y 284.8). Las toxinas Cry1Aa, 1Ab 1Ac se unen a la proteína de ca. 106 kDa. Los valores de Kd, fueron de 1.9 y 1.2 nM: Rt 0.59 y 0.54 pM toxina/mg vesículas, para Cry1Ab y 1Ac, respectivamente. Los ensayos de competencia demostraron que Cry1Ac y 1Ab comparten el mismo receptor. El uso de insecticidas biológicos a base de proteínas tóxicas representa una gran ayuda en el control de insectos, principalmente lepidópteros, dípteros, y coleópteros.

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 (1.2×10^{12} esporas/ha), para el control de plagas sobre plantaciones de lechuga *Lactuca sativa* L., rábano *Rhaphanus 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

Blancard (2005) indica que 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 confluído, 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.

También menciona que la cenicilla (*Erysiphe cichoracearum* DC.) esta considerada como una enfermedad secundaria en el cultivo de la lechuga. Un afeiltrado 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.

Además indica que la antracnosis (*Microdochium panattonianum* B.) es una enfermedad que ataca las plantas jóvenes, las manchas se presenta sobre las hojas próximas al suelo. En el limbo, son en un primer momento pequeñas y húmedas, para posteriormente extenderse y tomar una forma circular, aunque su límite con las nervaciones les confiere un aspecto angular. Los tejidos lesionados toman una coloración de naranja a oscura, no tardan en aclararse, desecarse, agrietarse y caer. Sobre las nervaciones las manchas son más alargadas y a menudo no confluentes. En la periferia de las manchas se forman discretas masas esporíferas de blanquecinas a rosas; son los acérvulos que aseguran su reproducción asexual. Los Ditiocarbamatos

empleados solos o mezclados con materias penetrantes o sistémicas para combatir el mildiu contribuyen a limitar la expansión de esta enfermedad. El clorotalonil, el benomilo, presentan igualmente una buena eficacia.

Blancard (2005) y Koike (2007) mencionan que 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.

Koike (2007) indica que 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.

Blancard (2005) menciona que la podredumbre húmeda y negra de la raíz y del cogollo (*Erwinia carotovora subsp. carotovora* J.) marchita rápidamente en una primera fase las lechugas afectadas, invadiendo los vasos del tallo y de la raíz principal. Un corte longitudinal o transversal de estos órganos permite observar que los vasos muestran una coloración rosa que evoluciona rápidamente a marrón. La medula es afectada especialmente. Se pone vidriosa y gelatinosa y adquiere un tono verdoso antes de ennegrecer y de licuarse por completo bajo el efecto de enzimas pectinolíticas. En ocasiones son visibles sobre las hojas algunas manchas oscuras. Continuando una podredumbre húmeda, viscosa, de color marrón oscuro a negro, después alcanza al conjunto del cogollo. Al final las lechugas dañadas pueden licuarse por completo. Eliminar lechugas dañadas, bajar higrometría de la vegetación y evitar al máximo que el suelo este demasiado húmedo. Se eliminara el máximo de restos vegetales en la recolección y se evitara enterrarlos en el suelo pues la bacteria puede mantenerse ahí relativamente bien.

También nos dice que el LMV (Virus del mosaico de la lechuga) es uno de los virus mas 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.

El mismo autor menciona que el virus de las manchas bronceadas del tomate (L-TSWV) es transmitido por *Franklinella occidentalis*. Los síntomas iniciales se presentan como una multitud de pequeñas lesiones necróticas de marrón claro a negras sobre las hojas jóvenes y su pecíolo. Las hojas viejas presentan manchas cloróticas que se hacen necróticas y de color oscuro; el limbo igualmente se puede marchitar en la periferia y amarillear. Estas alteraciones se extienden; después se necrosan amplios sectores del limbo. Las plantas infectadas precozmente presentan un crecimiento reducido y muy a menudo mueren. El control de la enfermedad va enfocado al control del insecto vector.

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.

Climatología

De acuerdo a la clasificación de Koepen (1948) modificado por Enriqueta García (1972) el clima para esta zona corresponde a la fórmula BSoKW" (1'), que equivale a un clima seco estepario frío.

Temperatura

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.

Precipitación

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 es del sureste, 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 1 se indican las características del suelo en donde se desarrolló el experimento, a una profundidad de 30 cm.

Cuadro 1. Características fisicoquímicas del suelo del sitio del experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertigración.

| Característica del suelo | Resultado | y/o | Característica del suelo | Resultado | y/o |
|------------------------------|------------------------|-----|--------------------------|----------------|-----|
| | Interpretación | | | 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 ⁵ | 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 tres variedades de lechuga tipo iceberg: Raider, Montemar y Seminole.

Diseño Experimental

Para el diseño de tratamientos se usó un experimento bifactorial “3 x 3”, como factor “A” se consideraron tres tratamientos de fertilización siendo estos: A₁ 210-90-60, A₂ 158-67- 60-, A₃ 105-45-60; y como factor B se usaron tres variedades de lechuga tipo Iceberg siendo estas: B₁ Raider, B₂. Montemar y B₃. Seminole. El diseño experimental fue en parcelas divididas con distribución en bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental constó de seis surcos de cinco metros de largo, con separación entre surcos (camas) de 1.02 m, y distancia entre planta de 0.30 m a doble hilera (marco tres bolillo).

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 dió un paso de rastra para mullir

los terrones que quedaron al momento del barbecho, después se marcaron los surcos, quedando así en condiciones buenas para realizar el riego de trasplante y favorecer un buen establecimiento de la plantación y las labores de cultivo.

Fertilización

La aplicación de los fertilizantes se realizó de acuerdo al programa del Cuadro 2 y se inició con la primera aplicación en el riego de pretransplante, en cada uno de los tratamientos de fertilización.

Cuadro 2. Programa de fertirrigación utilizado durante el desarrollo del experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| Etapa (DDT) | % de N | % P ₂ O ₅ | % de K ₂ O |
|-------------|--------|---------------------------------|-----------------------|
| 0-7 | 19.047 | 11.11 | 25.000000 |
| 8-14 | 4.761 | 11.11 | 8.33 |
| 15-21 | 4.761 | 11.11 | 8.33 |
| 22-28 | 9.523 | 11.11 | 8.33 |
| 29-35 | 9.523 | 11.11 | 8.33 |
| 36-42 | 14.285 | 11.11 | 8.33 |
| 43-49 | 14.285 | 11.11 | 8.33 |
| 50-56 | 19.047 | 11.11 | 8.33 |
| 57-63 | 4.761 | 11.11 | 16.66 |
| Total | 100 | 100 | 100 |

Trasplante

Se realizó el día tres de junio de 2009, con un riego de trasplante de 14 h, y se usó planta previamente desarrollada en charolas en un invernadero comercial.

Labores de Cultivo

Se realizaron labores de escarda, a los 15 días del trasplante con azadón, sobre la cama del surco. La siguiente labor se realizó a los 35 días después de trasplante, se utilizó una cultivadora de tractor 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 45 días después de trasplante.

Control de Plagas y Prevención de Enfermedades

Se llevó un registro de los métodos empleados para el control de plagas y prevención de enfermedades (Cuadro 3); las aplicaciones de los productos químicos se hicieron con una mochila aspersora, la cual se calibró antes de cada aplicación.

Cuadro 3. Programa de control fitosanitario usado en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertigación.

| Plagas | | | | Enfermedades | | | |
|------------------|-----------------------------------|---|--|------------------|------------------------------------|--|-------------|
| Fecha | Producto y dosis | y | Control | Fecha | Producto y dosis | Prevención | y/o control |
| 16 de Junio 2009 | Avaunt (250 cc/ha ⁻¹) | | Heliothis común tmb sp. | 16 de Junio 2009 | Cupravit (3 kg ha ⁻¹) | Mildiu, cenicilla vellosa, mancha y tizon de la hoja | |
| 26 de Junio | Ambush (600 Ml ha ⁻¹) | | Gusano falso medidor y soldado | | | | |
| 17 de Julio | Thiodan (2 L ha ⁻¹) | | Gusano falso medidor <i>Trichoplusia ni</i> | 17 de Julio | Cupravit (3 kg ha ⁻¹) | Mildiu, cenicilla vellosa, mancha y tizon de la hoja | |
| 31 de julio | Ambush (600 mL ha ⁻¹) | | Gusano falso medidor y soldado | | | | |

Programación del Riego

Se elaboró el calendario de riegos, usando el método de Blaney y Cridle con la modificación de Phelan para determinar el UC., considerando un nivel de abatimiento de 10% de humedad, y los datos climáticos de la Estación Climatológica de la Facultad de Agronomía de la U.A.S.L.P., y considerando un ciclo vegetativo 60 días para el ciclo de verano.

Sistema de Riego

El sistema de riego fue con espaciamentos entre regantes de 1.02 m y entre emisores de 0.3 m, con gasto del emisor de 1.0 LPH, calibre 8 mil (50830-340). Se colocaron tensiómetros de cerámica para hacer los ajustes en cuanto a la oportunidad de aplicación del agua.

Cosecha

Se realizó manualmente a las ocho semanas del trasplante, y después se procedió a la selección de las lechugas con calidad comercial, se contaron y se pesaron individualmente y se determinó el peso individual.

Evaluaciones

En las etapas de acogollado (1er muestreo), inicio de formación de cabeza (segundo muestreo) y cosecha (tercer muestreo) se realizaron las siguientes evaluaciones:

1. Kg de materia fresca de raíz
2. Kg de materia fresca parte vegetativa
3. Kg de materia fresca total.
4. Índice de cosecha
5. Curvas de crecimiento por variedad.

Muestreo de Parte Vegetativa y Raíz

En las etapas de desarrollo de: formación de cogollado (36 días después del transplante), inicio de formación de cabeza (56 días después del transplante) y llenado de cabeza (cosecha, a los 68 días después del transplante) se tomaron muestras de tres m² y se extrajo cada planta individualmente con todo y raíz; posteriormente se lavaron con agua corriente, se cortó la raíz la cual se lavó con agua a presión y cuidadosamente se eliminó de ésta los residuos de suelo o sustrato que retienen en el cepellón, posteriormente se eliminó el exceso de agua con papel absorbente y se procedió a pesar por separado la parte aérea y las raíces.

Para evaluar el número de cabezas de lechuga de calidad comercial por ha, peso promedio por cabeza (gramos por lechuga), rendimiento en kg ha⁻¹ de lechuga calidad comercial e índice de lechugas de primera calidad, se tomó toda la unidad experimental de cinco surcos de 4.5 m de longitud a doble hilera.

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 parcelas divididas y se hicieron tres juegos de comparaciones ortogonales para cada factor para llegar a las comparaciones de interés (Olivares, 1995; Zar, 1984; Reyes, 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapa de Inicio de Formación de Cogollo

Peso fresco de la parte vegetativa

Al realizar la prueba de hipótesis a través del estadístico de Fisher y comparaciones ortogonales se encontró que los tratamientos de fertirrigación en la etapa de formación de cogollo mostraron diferencias no significativas en la producción de biomasa de parte la vegetativa. (Cuadro 4).

El comportamiento de las variedades en la etapa de formación de cogollo fue con una diferencia significativa en la producción de biomasa de parte vegetativa; a través de los contrastes ortogonales se encontró que esta diferencia significativa solo se manifiesta entre las variedades B₁ Rider y B₃ Seminole, con una diferencia de 522.05 kg por ha. En las comparación de las variedades B₂ Montemar vs B₃ Seminole y B₁ Rider vs B₂ Montemar la diferencia fue no significativa (Cuadro 4).

Se encontró efecto de interacción entre los tratamientos de fertirrigación y los genotipos evaluados, siendo la mejor combinación la variedad B₃ Seminole con el tratamiento de fertilización A₃ 105-45-60 con promedio de 2,360.83 kg por ha. (Cuadro 5).

Cuadro 4. Análisis de varianza de la variable peso fresco de la parte vegetativa en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| F.V. | g.l | S.C | C.M | Estad. Fisher | Valor critico | Probabilidad |
|----------------------------------|-----|-------------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| Bloques | 3 | 0.001633202 | 0.000544401 | | | |
| Factor A | 2 | 0.001790114 | 0.000895057 | 1.20830293 | 5.14 | 0.362278682 |
| A ₂ vs A ₃ | 1 | 4.10817E-05 | 4.10817E-05 | 0.05545914 | 5.98737758 | 0.821654636 |
| A ₁ vs A ₃ | 1 | 0.001554187 | 0.001554187 | 2.09811017 | 5.98737758 | 0.197647736 |
| A ₁ vs A ₂ | 1 | 0.001089903 | 0.001089903 | 1.47133949 | 5.98737758 | 0.270718808 |
| Error A | 6 | 0.004444534 | 0.000740756 | | | |
| Parcela Gde. | 11 | 0.00786785 | | | | |
| Factor B | 2 | 0.016928633 | 0.008464316 | 4.28520338* | 3.55 | 0.030051678 |
| B ₂ vs B ₃ | 1 | 0.007178347 | 0.007178347 | 3.63415981 | 4.4138734 | 0.07269928 |
| B ₁ vs B ₃ | 1 | 0.01635252 | 0.01635252 | 8.27873998* | 4.4138734 | 0.010025054 |
| B ₁ vs B ₂ | 1 | 0.001862082 | 0.001862082 | 0.94271034 | 4.4138734 | 0.344449015 |
| Inter AXB | 4 | 0.03277719 | 0.008194297 | 4.14850172* | 2.93 | 0.022312793 |
| Error B | 18 | 0.035554367 | 0.001975243 | | | |
| Total | 35 | 0.068545148 | | | | |

Cuadro 5. Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco de la parte vegetativa en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| Tratamiento | B ₁ . Rider | B ₂ . Montemar | B ₃ . Seminole | Promedio |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| A ₁ . 210-90-60 | 0.14765000 | 0.18681667 | 0.25741667 | 0.19729444 |
| A ₂ . 158-67-60 | 0.21646667 | 0.20721667 | 0.20863333 | 0.21077222 |
| A ₃ . 105-45-60 | 0.18751667 | 0.21045000 | 0.24220000 | 0.21338889 |
| Promedio | 0.18387778 | 0.20149444 | 0.23608333 | |

Peso fresco de raíz

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza los tratamientos de fertirrigación en la etapa de inicio de formación de cogollo produjeron una diferencia no significativa en la producción de materia fresca en raíz. Esto se corrobora al realizar los juegos de comparaciones ortogonales pertinentes (Cuadro 6).

El comportamiento de las variedades en la etapa de formación de cogollo mostraron una diferencia significativa en la producción de materia fresca en raíz, esa diferencia significativa fue ratificada a través de las siguientes comparaciones ortogonales: B₁ Rider vs B₃ Seminole y B₁ Rider vs B₂ Montemar. Al comparar la materia fresca de raíz de B₂ Montemar vs B₃ Seminole la diferencia fue no significativa (Cuadro 6).

Los resultados del Anova mostraron efecto conjunto de los tratamientos de fertirrigación y los genotipos evaluados, presentando el mismo promedio la combinación de la variedad B₃ Seminole con el tratamiento A₁ 210-90-60 y la combinación de la variedad B₃ Seminole con el tratamiento A₃ 105-45-60 (Cuadro 7).

Cuadro 6. Análisis de varianza de la variable peso fresco de raíz en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| F.V. | g.l | S.C | C.M | Estad. Fisher | Valor critico | Probabilidad |
|----------------------------------|-----|-------------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| Bloques | 3 | 0.000102318 | 3.4106E-05 | | | |
| Factor A | 2 | 6.20667E-06 | 3.10333E-06 | 0.20387578 | 5.14 | 0.820987901 |
| A ₂ vs A ₃ | 1 | 5.80167E-06 | 5.80167E-06 | 0.38114478 | 5.98737758 | 0.55967608 |
| A ₁ vs A ₃ | 1 | 4.26667E-07 | 4.26667E-07 | 0.02803018 | 5.98737758 | 0.872538211 |
| A ₁ vs A ₂ | 1 | 3.08167E-06 | 3.08167E-06 | 0.20245237 | 5.98737758 | 0.668547892 |
| Error A | 6 | 9.13301E-05 | 1.52217E-05 | | | |
| Parcela Gde | 11 | 0.000199855 | | | | |
| Factor B | 2 | 0.000343372 | 0.000171686 | 7.28532699* | 3.55 | 0.004808551 |
| B ₂ vs B ₃ | 1 | 3.58519E-05 | 3.58519E-05 | 1.52133882 | 4.4138734 | 0.233281732 |
| B ₁ vs B ₃ | 1 | 0.000330536 | 0.000330536 | 14.0259895* | 4.4138734 | 0.00148194 |
| B ₁ vs B ₂ | 1 | 0.00014867 | 0.00014867 | 6.30865261* | 4.4138734 | 0.021771522 |
| Inter AXB | 4 | 0.000458947 | 0.000114737 | 4.86874* | 2.93 | 0.010876281 |
| Error B | 18 | 0.000424188 | 2.3566E-05 | | | |
| Total | 35 | 0.001082151 | | | | |

Cuadro 7. Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco de raíz en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| Tratamiento | B ₁ . Rider | B ₂ . Montemar | B ₃ . Seminole | Promedio |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|
| A ₁ . 210-90-60 | 0.022 | 0.030 | 0.033 | 0.029 |
| A ₂ . 158-67-60 | 0.028 | 0.030 | 0.030 | 0.029 |
| A ₃ . 105-45-60 | 0.023 | 0.028 | 0.033 | 0.028 |
| Promedio | 0.025 | 0.030 | 0.032 | |

Peso fresco total

En esta etapa de desarrollo los distintos tratamientos de fertirrigación no mostraron diferencia significativa en la producción de biomasa total. Esto se corrobora al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza y las comparaciones ortogonales pertinentes (Cuadro 8).

El comportamiento de las variedades en la etapa de inicio de formación de cogollo fue con una diferencia significativa en la producción de biomasa total. Esta diferencia significativa fue corroborada al comparar las variedades B₁ Rider vs B₃ Seminole, la

cual corresponde a 596.27 kg por ha a favor de Seminole. Las comparaciones de las variedades B₂ vs B₃ y B₁ vs B₂ mostraron una diferencia no significativa (Cuadro 8).

Se encontró efecto de interacción entre los tratamientos de fertirrigación y los genotipos evaluados, siendo la mejor combinación la variedad B₃ Seminole con el tratamiento A₁ 210-90-60 con promedio de 2,903.16 kg por ha de peso fresco total (Cuadro 9).

Cuadro 8. Análisis de varianza de la variable peso fresco total en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertigación.

| F.V. | g.l | S.C | C.M | Estad Fisher | Valor critico | Probabilidad |
|----------------------------------|-----|-------------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| Bloques | 3 | 0.002041901 | 0.000680634 | | | |
| Factor A | 2 | 0.001818674 | 0.000909337 | 1.09489962 | 5.14 | 0.393218537 |
| A ₂ vs A ₃ | 1 | 1.60067E-05 | 1.60067E-05 | 0.01927304 | 5.98737758 | 0.894128944 |
| A ₁ vs A ₃ | 1 | 0.001503111 | 0.001503111 | 1.80984135 | 5.98737758 | 0.227141333 |
| A ₁ vs A ₂ | 1 | 0.001208894 | 0.001208894 | 1.45558448 | 5.98737758 | 0.273040829 |
| Error A | 6 | 0.004983126 | 0.000830521 | | | |
| Parcela Gde | 11 | 0.008843702 | | | | |
| Factor B | 2 | 0.021749794 | 0.010874897 | 4.63964309* | 3.55 | 0.023711309 |
| B ₂ vs B ₃ | 1 | 0.008228807 | 0.008228807 | 3.51072065 | 4.4138734 | 0.077301917 |
| B ₁ vs B ₃ | 1 | 0.021332831 | 0.021332831 | 9.10139396* | 4.4138734 | 0.007408731 |
| B ₁ vs B ₂ | 1 | 0.003063054 | 0.003063054 | 1.30681466 | 4.4138734 | 0.26794925 |
| Inter AXB | 4 | 0.039762637 | 0.009940659 | 4.24106184* | 2.93 | 0.020288457 |
| Error B | 18 | 0.042190346 | 0.002343908 | | | |
| Total | 35 | 0.082724502 | | | | |

Cuadro 9. Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco total en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertigación.

| Tratamiento | B ₁ . Rider | B ₂ . Montemar | B ₃ . Seminole | Promedio |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| A ₁ . 210-90-60 | 0.1700167 | 0.2171333 | 0.2903167 | 0.2258222 |
| A ₂ . 158-67-60 | 0.2444000 | 0.2373667 | 0.2382833 | 0.2400167 |
| A ₃ . 105-45-60 | 0.2108500 | 0.2385500 | 0.2755500 | 0.2416500 |
| Promedio | 0.2084222 | 0.2310167 | 0.2680500 | |

Etapa de Inicio de Formación de Cabeza

Peso fresco de la parte vegetativa

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza y prueba de Fisher se encontró que los tratamientos de fertirrigación en la etapa de inicio de formación de cabeza mostraron una diferencia no significativa en la producción de biomasa de la parte vegetativa (Cuadro 10).

El comportamiento de las variedades al inicio de formación de cabeza fue con una diferencia significativa en la producción de biomasa de la parte vegetativa, esta diferencia fue ratificada a través de las comparaciones ortogonales de B₁ Rider vs B₃ Seminole y B₁ Rider vs B₂ Montemar. En la comparación de las variedades B₂ Montemar vs B₃ Seminole la diferencia fue no significativa (Cuadro 10).

Se encontró efecto de interacción entre los tratamientos de fertirrigación y las variedades evaluadas, siendo la mejor combinación la variedad B₂ Montemar con el tratamiento A₁ 210-90-60 con 51,969.58 kg por ha y en segundo lugar la combinación de la variedad B₃ Seminole fertilizada con el tratamiento A₁ 210-90-60 (Cuadro 11).

Cuadro 10. Análisis de varianza de la variable peso fresco de la parte vegetativa en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertigación.

| F.V. | g.l | S.C | C.M | Estad. Fisher | Valor critico | Probabilidad |
|----------------------------------|-----|-------------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| Bloques | 3 | 0.672878267 | 0.224292756 | | | |
| Factor A | 2 | 0.67825884 | 0.33912942 | 1.22886616 | 5.14 | 0.357019505 |
| A ₂ vs A ₃ | 1 | 0.070995628 | 0.070995628 | 0.25725909 | 5.98737758 | 0.630107365 |
| A ₁ vs A ₃ | 1 | 0.293377588 | 0.293377588 | 1.06308025 | 5.98737758 | 0.342271624 |
| A ₁ vs A ₂ | 1 | 0.653015044 | 0.653015044 | 2.36625914 | 5.98737758 | 0.174903049 |
| Error A | 6 | 1.655816218 | 0.27596937 | | | |
| Parcela Gde | 11 | 3.006953326 | | | | |
| Factor B | 2 | 7.786553383 | 3.893276691 | 5.54096088* | 3.55 | 0.013330445 |
| B ₂ vs B ₃ | 1 | 0.52712763 | 0.52712763 | 0.75021474 | 4.4138734 | 0.39780679 |
| B ₁ vs B ₃ | 1 | 3.88224883 | 3.88224883 | 5.52526588* | 4.4138734 | 0.030344075 |
| B ₁ vs B ₂ | 1 | 7.270453615 | 7.270453615 | 10.347402* | 4.4138734 | 0.004783149 |
| Inter AXB | 4 | 10.77980717 | 2.694951791 | 3.83548965* | 2.93 | 0.030966872 |
| Error B | 18 | 12.64744184 | 0.702635658 | | | |
| Total | 35 | 26.13590034 | | | | |

Cuadro 11. Cuadro de doble entrada de la variable parte vegetativa en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| Tratamiento | B ₁ . Rider | B ₂ . Montemar | B ₃ . Seminole | Promedio |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| A ₁ . 210-90-60 | 3.4951250 | 5.1969583 | 4.9335833 | 4.5418888 |
| A ₂ . 158-67-60 | 4.0375416 | 4.4771250 | 4.1212916 | 4.2119861 |
| A ₃ . 105-45-60 | 3.6367916 | 4.7977500 | 4.5277500 | 4.3207638 |
| Promedio | 3.7231527 | 4.8239444 | 4.5275416 | |

Peso fresco de raíz

Al realizar la prueba de hipótesis a través del estadístico de Fisher se encontró que los tratamientos de fertirrigación en la etapa de inicio de formación de cabeza produjeron una diferencia no significativa en la producción de materia fresca de raíz. Esto se corrobora al realizar los juegos de comparaciones ortogonales pertinentes (Cuadro 12).

El comportamiento de las variedades en la etapa de formación de cabeza mostraron una diferencia significativa en la producción de materia fresca en raíz, esta diferencia significativa fue ratificada a través de las comparaciones B₁ Rider vs B₃ Seminole. Las comparaciones B₂ Montemar vs B₃ Seminole y B₁ Rider vs B₂ Montemar la diferencia fue no significativa. (Cuadro 12). Los resultados del Anova mostraron efecto conjunto de los tratamientos de fertirrigación y los genotipos evaluados. Presentando el promedio más alto la combinación de la variedad B₃ Seminole con el tratamiento A₁ 210-90-60 (Cuadro 13).

Cuadro 12. Análisis de varianza de la variable peso fresco raíz en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| F.V. | g.l | S.C | C.M | Estad. Fisher | Valor critico | Probabilidad |
|----------------------------------|-----|-------------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| Bloques | 3 | 0.000894222 | 0.000298074 | | | |
| Factor A | 2 | 9.06364E-05 | 4.53182E-05 | 0.10979131 | 5.14 | 0.897780207 |
| A ₂ vs A ₃ | 1 | 3.34491E-07 | 3.34491E-07 | 0.00081036 | 5.98737758 | 0.97821302 |
| A ₁ vs A ₃ | 1 | 7.25696E-05 | 7.25696E-05 | 0.17581278 | 5.98737758 | 0.689594335 |
| A ₁ vs A ₂ | 1 | 6.30504E-05 | 6.30504E-05 | 0.1527508 | 5.98737758 | 0.709420716 |
| Error A | 6 | 0.002476599 | 0.000412767 | | | |
| Parcela Gde | 11 | 0.003461457 | | | | |
| Factor B | 2 | 0.013051314 | 0.006525657 | 12.7831859* | 3.55 | 0.000350825 |
| B ₂ vs B ₃ | 1 | 2.18504E-05 | 2.18504E-05 | 0.04280304 | 4.4138734 | 0.838418955 |
| B ₁ vs B ₃ | 1 | 0.009315473 | 0.009315473 | 18.2481897* | 4.4138734 | 0.000458929 |
| B ₁ vs B ₂ | 1 | 0.010239647 | 0.010239647 | 20.058565* | 4.4138734 | 0.000290341 |
| Inter AXB | 4 | 0.014595742 | 0.003648935 | 7.14794228* | 2.93 | 0.001507346 |
| Error B | 18 | 0.009188776 | 0.000510488 | | | |
| Total | 35 | 0.029350483 | | | | |

Cuadro 13. Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco raíz en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| Tratamiento | B ₁ . Rider | B ₂ . Montemar | B ₃ . Seminole | Promedio |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| A ₁ . 210-90-60 | 0.0769167 | 0.1183500 | 0.1304167 | 0.1085611 |
| A ₂ . 158-67-60 | 0.0782083 | 0.1293750 | 0.1083750 | 0.1053194 |
| A ₃ . 105-45-60 | 0.0831250 | 0.1144583 | 0.1176667 | 0.1050833 |
| Promedio | 0.0794167 | 0.1207278 | 0.1188194 | |

Peso fresco total

En esta etapa de desarrollo los distintos tratamientos de fertirrigación mostraron una diferencia no significativa en la producción de biomasa total. Esto se corrobora al realizar la prueba de hipótesis a través de análisis de varianza y las comparaciones ortogonales que se indican en el Cuadro 14.

El comportamiento de las variedades en la etapa de inicio de formación de cabeza fue con una diferencia significativa en la producción de biomasa total. Por lo anterior se procedió a realizar los contrastes ortogonales y estos confirman esta diferencia

significativa en las comparaciones de las variedades B₁ vs B₃ y B₁ vs B₂. Al realizar la comparación de B₂ vs B₃ la diferencia fue no significativa. (Cuadro 14).

Se encontró efecto de interacción entre los tratamientos de fertirrigación y los genotipos evaluados. La combinación de la variedad B₂ Montemar con el tratamiento de fertilización A₁ 210-90-60 fue la que mejor promedio mostró para esta variable (Cuadro 13).

Cuadro 14. Análisis de varianza de la variable peso fresco total en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| F.V. | g.l | S.C | C.M | Estad. Fisher | Valor critico | Probabilidad |
|----------------------------------|-----|-------------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| Bloques | 3 | 0.716823091 | 0.23894103 | | | |
| Factor A | 2 | 0.692851674 | 0.346425837 | 1.20111834 | 5.14 | 0.364140528 |
| A ₂ vs A ₃ | 1 | 0.070687759 | 0.070687759 | 0.2450867 | 5.98737758 | 0.638160931 |
| A ₁ vs A ₃ | 1 | 0.302678441 | 0.302678441 | 1.04943855 | 5.98737758 | 0.345151691 |
| A ₁ vs A ₂ | 1 | 0.665911312 | 0.665911312 | 2.30882979 | 5.98737758 | 0.179448509 |
| Error A | 6 | 1.730516427 | 0.288419405 | | | |
| Parcela Gde | 11 | 3.140191192 | | | | |
| Factor B | 2 | 8.421490441 | 4.210745221 | 5.80287755* | 3.55 | 0.011351866 |
| B ₂ vs B ₃ | 1 | 0.533937103 | 0.533937103 | 0.73582501 | 4.4138734 | 0.402279343 |
| B ₁ vs B ₃ | 1 | 4.271906179 | 4.271906179 | 5.88716419* | 4.4138734 | 0.025980593 |
| B ₁ vs B ₂ | 1 | 7.826392379 | 7.826392379 | 10.7856435* | 4.4138734 | 0.004123019 |
| Inter AXB | 4 | 11.45708828 | 2.86427207 | 3.94728705* | 2.93 | 0.027515933 |
| Error B | 18 | 13.06134987 | 0.725630549 | | | |
| Total | 35 | 27.48730358 | | | | |

Cuadro 15. Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco total en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| Tratamiento | B ₁ . Rider | B ₂ . Montemar | B ₃ . Seminole | Promedio |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| A ₁ . 210-90-60 | 3.57204163 | 5.31530828 | 5.06399995 | 4.65044995 |
| A ₂ . 158-67-60 | 4.11574996 | 4.60649996 | 4.22966663 | 4.31730551 |
| A ₃ . 105-45-60 | 3.71991663 | 4.91220829 | 4.64541662 | 4.42584718 |
| Promedio | 3.80256941 | 4.94467217 | 4.64636107 | |

Etapa Final de Cosecha

Peso fresco parte vegetativa

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza y prueba de Fisher, se encontró que los tratamientos de fertirrigación en la etapa final de cosecha mostraron una diferencia no significativa en la producción de biomasa de parte vegetativa por planta (Cuadro 16).

El comportamiento de las variedades en la etapa final de cosecha fue con una diferencia significativa en la producción de biomasa de la parte vegetativa. Esta diferencia significativa fue ratificada a través de los contrastes ortogonales de B₁ Rider vs B₃ Seminole las cuales mostraron diferencia de 16,830.06 kg por ha a favor de la variedad Seminole; en el caso de la comparación de B₁ Rider vs B₂ Montemar la diferencia también fue significativa a favor de la variedad Montemar (10,920.47 kg por ha). En la comparación B₂ Montemar vs B₃ Seminole la diferencia fue no significativa (Cuadro 16). De acuerdo a los resultados hay acción conjunta de los tratamientos de fertirrigación y los genotipos evaluados, mostrando el mejor promedio para esta variable la combinación de la variedad B₃ Seminole con el tratamiento de fertilización A₂ 158-67-60 (Cuadro 17).

Cuadro 16. Análisis de varianza de la variable peso fresco en kg por m² de la parte vegetativa de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| F.V. | g.l | S.C | C.M | Estad. Fisher | Valor critico | Probabilidad |
|----------------------------------|-----|-------------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| Bloques | 3 | 0.965292314 | 0.321764105 | | | |
| Factor A | 2 | 1.353037887 | 0.676518943 | 0.19870982 | 5.14 | 0.824972049 |
| A ₂ vs A ₃ | 1 | 0.013627682 | 0.013627682 | 0.00400278 | 5.98737758 | 0.951608567 |
| A ₁ vs A ₃ | 1 | 0.890961187 | 0.890961187 | 0.26169664 | 5.98737758 | 0.627232352 |
| A ₁ vs A ₂ | 1 | 1.124967961 | 1.124967961 | 0.33043003 | 5.98737758 | 0.586297903 |
| Error A | 6 | 20.42734335 | 3.404557226 | | | |
| Parcela Gde | 11 | 22.74567355 | | | | |
| Factor B | 2 | 17.49724702 | 8.748623511 | 14.9565753* | 3.55 | 0.00014906 |
| B ₂ vs B ₃ | 1 | 2.095392442 | 2.095392442 | 3.5822658 | 4.4138734 | 0.074594158 |
| B ₁ vs B ₃ | 1 | 16.995066 | 16.995066 | 29.054626* | 4.4138734 | 4.02139E-05 |
| B ₁ vs B ₂ | 1 | 7.155412092 | 7.155412092 | 12.232834* | 4.4138734 | 0.002570691 |
| Inter AXB | 4 | 19.96598234 | 4.991495585 | 8.53342007* | 2.93 | 0.000545257 |
| Error B | 18 | 10.52882898 | 0.584934943 | | | |
| Total | 35 | 55.76324514 | | | | |

Cuadro 17. Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco en kg por m² de la parte vegetativa de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| Tratamiento | B ₁ . Rider | B ₂ . Montemar | B ₃ . Seminole | Promedio |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| A ₁ . 210-90-60 | 5.9354575 | 7.0669935 | 7.5000000 | 6.8341503 |
| A ₂ . 158-67-60 | 6.2704248 | 7.1813725 | 8.3496732 | 7.2671569 |
| A ₃ . 105-45-60 | 6.3398693 | 7.5735294 | 7.7450980 | 7.2194989 |
| Promedio | 6.1819172 | 7.2739651 | 7.8649237 | |

Peso fresco de raíz

Al realizar la prueba de hipótesis a través del estadístico de Fisher y comparaciones ortogonales se encontró que los tratamientos de fertirrigación en la etapa final de cosecha mostraron una diferencia no significativa en la producción de materia fresca de raíz (Cuadro 18).

El comportamiento de las variedades en la etapa final de cosecha mostró una diferencia significativa en la producción de materia fresca de raíz. Por lo anterior se procedió a realizar los contrastes ortogonales pertinentes, observándose diferencia significativa en las comparaciones B₁ Rider vs B₃ Seminole y B₁ Rider vs B₂ Montemar. Al comparar la producción de las variedades B₂ Montemar vs B₃ Seminole la diferencia fue no significativa (Cuadro 18).

De acuerdo a los resultados del Anova hay acción conjunta de las variedades evaluadas y los tratamientos de fertirrigación, mostrándose como la mejor combinación la variedad B₃ Seminole con el tratamiento de fertilización A₁ 210-90-60 (Cuadro 19).

Cuadro 18. Análisis de varianza de la variable peso fresco de raíz en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| F.V. | g.l | S.C | C.M | Estad. Fisher | Valor critico | Probabilidad |
|----------------------------------|-----|-------------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| Bloques | 3 | 0.020977553 | 0.006992518 | | | |
| Factor A | 2 | 0.013625293 | 0.006812646 | 2.13111627 | 5.14 | 0.199861064 |
| A ₂ vs A ₃ | 1 | 0.001615325 | 0.001615325 | 0.50530234 | 5.98737758 | 0.503861469 |
| A ₁ vs A ₃ | 1 | 0.013225754 | 0.013225754 | 4.13724963 | 5.98737758 | 0.088171166 |
| A ₁ vs A ₂ | 1 | 0.00559686 | 0.00559686 | 1.75079686 | 5.98737758 | 0.233963335 |
| Error A | 6 | 0.019180501 | 0.00319675 | | | |
| Parcela Gde | 11 | 0.053783347 | | | | |
| Factor B | 2 | 0.025801139 | 0.012900569 | 20.4087569* | 3.55 | 2.35447E-05 |
| B ₂ vs B ₃ | 1 | 0.001669391 | 0.001669391 | 2.64098398 | 4.4138734 | 0.121519578 |
| B ₁ vs B ₃ | 1 | 0.024012884 | 0.024012884 | 37.9884874* | 4.4138734 | 8.07737E-06 |
| B ₁ vs B ₂ | 1 | 0.013019433 | 0.013019433 | 20.5967994* | 4.4138734 | 0.000254535 |
| Inter AXB | 4 | 0.044317864 | 0.011079466 | 17.5277635* | 2.93 | 5.11322E-06 |
| Error B | 18 | 0.011377971 | 0.00063211 | | | |
| Total | 35 | 0.102041923 | | | | |

Cuadro 19. Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco de raíz en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| Tratamiento | B ₁ . Rider | B ₂ . Montemar | B ₃ . Seminole | Promedio |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| A ₁ . 210-90-60 | 0.12140523 | 0.18545752 | 0.21376634 | 0.17354303 |
| A ₂ . 158-67-60 | 0.10044935 | 0.16086601 | 0.16768791 | 0.14300109 |
| A ₃ . 105-45-60 | 0.11143791 | 0.12671569 | 0.14162582 | 0.12659314 |
| Promedio | 0.11109749 | 0.15767974 | 0.17436002 | |

Peso fresco total

En esta etapa de desarrollo los distintos tratamientos de fertirrigación mostraron una diferencia no significativa en la producción de biomasa total. Lo anterior se corroboró al realizar la prueba de hipótesis a través del estadístico de Fisher y las comparaciones ortogonales indicadas en el Cuadro 20.

El comportamiento de las variedades en la etapa final de cosecha fue con una diferencia significativa en la producción de biomasa fresca total; esta respuesta fue ratificada a través de las comparaciones ortogonales en las comparaciones de la variedad B₁ Rider vs B₃ Seminole y B₁ Rider vs B₂ Montemar, presentando diferencias de

17,461.82 y 6,076.38 kg por ha a favor de las variedades Seminole y Montemar respectivamente. En la comparación de las variedades B₂ Montemar vs B₃ Seminole la diferencia fue no significativa (Cuadro 20).

De acuerdo a los resultados hay acción conjunta de los tratamientos de fertirrigación los genotipos evaluados, siendo la mejor combinación de la variedad B₃ Seminole y el tratamiento de fertirrigación A₂ 158-67-60 (Cuadro 21).

Cuadro 20. Análisis de varianza de la variable peso fresco total en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| F.V. | g.l | S.C | C.M | Estad. Fisher | Valor critico | Probabilidad |
|----------------------------------|-----|-------------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| Bloques | 3 | 1.222002444 | 0.407334148 | | | |
| Factor A | 2 | 1.122383469 | 0.561191734 | 0.16952887 | 5.14 | 0.84796832 |
| A ₂ vs A ₃ | 1 | 0.02462664 | 0.02462664 | 0.00743939 | 5.98737758 | 0.93407247 |
| A ₁ vs A ₃ | 1 | 0.687082052 | 0.687082052 | 0.20755873 | 5.98737758 | 0.664710235 |
| A ₁ vs A ₂ | 1 | 0.971866511 | 0.971866511 | 0.29358849 | 5.98737758 | 0.607449117 |
| Error A | 6 | 19.86181092 | 3.31030182 | | | |
| Parcela Gde | 11 | 22.20619683 | | | | |
| Factor B | 2 | 18.86063734 | 9.430318668 | 15.6980463* | 3.55 | 0.000113297 |
| B ₂ vs B ₃ | 1 | 2.215350116 | 2.215350116 | 3.68775118 | 4.4138734 | 0.070801043 |
| B ₁ vs B ₃ | 1 | 18.29673385 | 18.29673385 | 30.4573987* | 4.4138734 | 3.06369E-05 |
| B ₁ vs B ₂ | 1 | 7.778872043 | 7.778872043 | 12.9489891* | 4.4138734 | 0.002054177 |
| Inter AXB | 4 | 21.08835912 | 5.27208978 | 8.77610954* | 2.93 | 0.000461728 |
| Error B | 18 | 10.81317588 | 0.600731994 | | | |
| Total | 35 | 57.15209983 | | | | |

Cuadro 21. Cuadro de doble entrada de la variable peso fresco total en kg por m² de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| Tratamiento | B ₁ . Rider | B ₂ . Montemar | B ₃ . Seminole | Promedio |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| A ₁ . 210-90-60 | 6.0568627 | 7.2524510 | 7.7137663 | 7.0076934 |
| A ₂ . 158-67-60 | 6.3708742 | 7.3422386 | 8.5173611 | 7.4101580 |
| A ₃ . 105-45-60 | 6.4513072 | 7.7002451 | 7.8867239 | 7.3460920 |
| Promedio | 6.2930147 | 7.4316449 | 8.0392838 | |

Peso promedio final por cabeza

De acuerdo al estudio de la variación a través del Anova se encontró una diferencia no significativa en el peso promedio final por cabeza entre los diferentes tratamientos de fertilización. Esto se corrobora al realizar los juegos de comparaciones ortogonales pertinentes indicados en el Cuadro 22.

Para el factor variedades se encontró diferencia significativa en el peso promedio final por cabeza. Las comparaciones ortogonales muestran diferencia significativa al comparar las variedades: B₁ vs B₃ y B₁ vs B₂. En la comparación B₂ vs B₃ la diferencia fue no significativa (Cuadro 22).

De acuerdo a los resultados hay acción conjunta entre los genotipos evaluados y los tratamientos de fertirrigación en esta variable, siendo la mejor combinación la variedad B₃ Seminole con el tratamiento de fertilización A₂ 158-67-60 con promedio de 1.277 kg por pella y en contraste la de menor promedio fue la combinación de la variedad B₁ Rider con el tratamiento de fertirrigación A₁ 210-90-60 con 0.908 g por pella (Cuadro 23).

Cuadro 22. Análisis de varianza de la variable peso promedio final en kg por cabeza de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| F.V. | g.l | S.C | C.M | Estad. Fisher | Valor critico | Probabilidad. |
|----------------------------------|-----|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Bloques | 3 | 0.022596528 | 0.007532176 | | | |
| Factor A | 2 | 0.031673264 | 0.015836632 | 0.19870982 | 5.14 | 0.824972049 |
| A ₂ vs A ₃ | 1 | 0.00031901 | 0.00031901 | 0.00400278 | 5.98737758 | 0.951608567 |
| A ₁ vs A ₃ | 1 | 0.02085651 | 0.02085651 | 0.26169664 | 5.98737758 | 0.627232352 |
| A ₁ vs A ₂ | 1 | 0.026334375 | 0.026334375 | 0.33043003 | 5.98737758 | 0.586297903 |
| Error A | 6 | 0.478183681 | 0.07969728 | | | |
| Parcela Gde | 11 | 0.532453472 | | | | |
| Factor B | 2 | 0.409593056 | 0.204796528 | 14.9565753* | 3.55 | 0.00014906 |
| B ₂ vs B ₃ | 1 | 0.049051042 | 0.049051042 | 3.5822658 | 4.4138734 | 0.074594158 |
| B ₁ vs B ₃ | 1 | 0.3978375 | 0.3978375 | 29.054626* | 4.4138734 | 4.02139E-05 |
| B ₁ vs B ₂ | 1 | 0.167501042 | 0.167501042 | 12.232834* | 4.4138734 | 0.002570691 |
| Inter AXB | 4 | 0.467383681 | 0.11684592 | 8.53342007* | 2.93 | 0.000545257 |
| Error B | 18 | 0.246469358 | 0.013692742 | | | |
| Total | 35 | 1.305361806 | | | | |

Cuadro 23. Cuadro de doble entrada de la variable peso promedio final en kg por cabeza de los tratamientos en estudio en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación.

| Tratamiento | B ₁ . Rider | B ₂ . Montemar | B ₃ . Seminole | Promedio |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| A ₁ . 210-90-60 | 0.90812500 | 1.08125000 | 1.14750000 | 1.04562500 |
| A ₂ . 158-67-60 | 0.95937500 | 1.09875000 | 1.27750000 | 1.11187500 |
| A ₃ . 105-45-60 | 0.97000000 | 1.15875000 | 1.18500000 | 1.10458333 |
| Promedio | 0.94583333 | 1.11291667 | 1.20333333 | |

Índice de cosecha

De acuerdo al estudio de la variación a través del Anova se encontró una diferencia significativa en el índice de cosecha entre los diferentes tratamientos de fertilización. Esto se corrobora al realizar los juegos de comparaciones ortogonales indicados en el Cuadro 24.

Para el caso de las variedades se encontró diferencia significativa en el índice de cosecha, esta diferencia significativa fue ratificada a través de las comparaciones ortogonales: B₁ vs B₃, B₁ vs B₂ y B₂ vs B₃ (Cuadro 24) destacando la variedad Seminole por presentar el mayor promedio (2.051) lo cual la caracteriza como la de menor rendimiento comercial. La variedad Montemar presentó el promedio más bajo, lo cual indica que es la de mayor rendimiento comercial (1.59).

De acuerdo a los resultados hay acción conjunta entre los genotipos evaluados y los tratamientos de fertirrigación en esta variable, siendo la combinación con mayor promedio la variedad B₃ Seminole con el tratamiento de fertilización A₃ 105-45-60. (Cuadro 25) con promedio de 2.084 y la de menor promedio la variedad B₂ Montemar con el tratamiento de fertirrigación A₁ 210-90-60 con una relación de 1.556.

Cuadro 24. Análisis de varianza de la relación del rendimiento experimental entre el rendimiento comercial en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertigación.

| F.V. | g.l | S.C | C.M | Estad Fisher | Valor critico | Probabilidad |
|----------------------------------|-----|------------|------------|--------------|---------------|--------------|
| Bloques | 3 | 1.78272998 | 0.59424333 | | | |
| Factor A | 2 | 0.00895772 | 0.00447886 | 0.02934832 | 5.14 | 0.97121667 |
| A ₂ vs A ₃ | 1 | 106.686118 | 106.686118 | 699.074794 | 5.98737758 | 1.9319E-07 |
| A ₁ vs A ₃ | 1 | 12.6006532 | 12.6006532 | 82.5674342 | 5.98737758 | 9.9732E-05 |
| A ₁ vs A ₂ | 1 | 45.9569745 | 45.9569745 | 301.139108 | 5.98737758 | 2.347E-06 |
| Error A | 6 | 0.91566269 | 0.15261045 | | | |
| Parcela Gde | 11 | 2.70735039 | | | | |
| Factor B | 2 | 1.28384588 | 0.64192294 | 1.20630532 | 3.55 | 0.32237814 |
| B ₂ vs B ₃ | 1 | 507.373478 | 507.373478 | 953.45919* | 4.4138734 | 4.8146E-17 |
| B ₁ vs B ₃ | 1 | 278.667049 | 278.667049 | 523.672739* | 4.4138734 | 9.3044E-15 |
| B ₁ vs B ₂ | 1 | 34.0078951 | 34.0078951 | 63.9078342* | 4.4138734 | 2.476E-07 |
| Inter AXB | 4 | 1.48707121 | 0.3717678 | 0.69862822 | 2.92774417 | 0.6028434 |
| Error B | 18 | 9.57851443 | 0.53213969 | | | |
| Total | 35 | 13.9414785 | | | | |

Cuadro 25. Cuadro de doble entrada de la relación del rendimiento experimental entre el rendimiento comercial en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertigación.

| Tratamiento | B ₁ . Rider | B ₂ . Montemar | B ₃ . Seminole | Promedio |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|
| A ₁ . 210-90-60 | 1.883 | 1.556 | 2.035 | 1.824 |
| A ₂ . 158-67-60 | 1.883 | 1.556 | 2.035 | 1.824 |
| A ₃ . 105-45-60 | 1.631 | 1.658 | 2.084 | 1.791 |
| Promedio | 1.799 | 1.590 | 2.051 | |

Tasa de Crecimiento del Cultivo

Variedad raider

La variedad B₁ Rider durante la etapa de inicio de formación de cogollo (1-36 días ddt) mostró un incremento de peso diario de 57.89 kg ha⁻¹, acumulando al término de este lapso 2,084.22 kg ha⁻¹. Para la etapa de formación de cabeza cuyo periodo tuvo una duración de 20 días, el aumento de peso de biomasa fresca por día fue de 1,797.07 kg ha⁻¹ resultando al final del periodo un acumulado de 35,941.47 kg ha⁻¹. En la etapa final de cosecha la variedad presentó un rendimiento acumulado de 24,904.45 kg ha⁻¹ en 12 días,

lo que significa que el incremento de biomasa por día fue de 2,075.37 kg ha⁻¹. El rendimiento de este genotipo fue de 62,930.14 kg ha⁻¹, valor que representa el 100% de la producción al final del ciclo. La dinámica de crecimiento de esta variedad se explica a través de la ecuación polinomial cúbica: $Y=0.2132x^3+1.8009x^2-140.19x+1$, donde “x” representa los días después del trasplante y “Y” los kilogramos por hectárea producidos con un coeficiente de determinación de 98.89%.

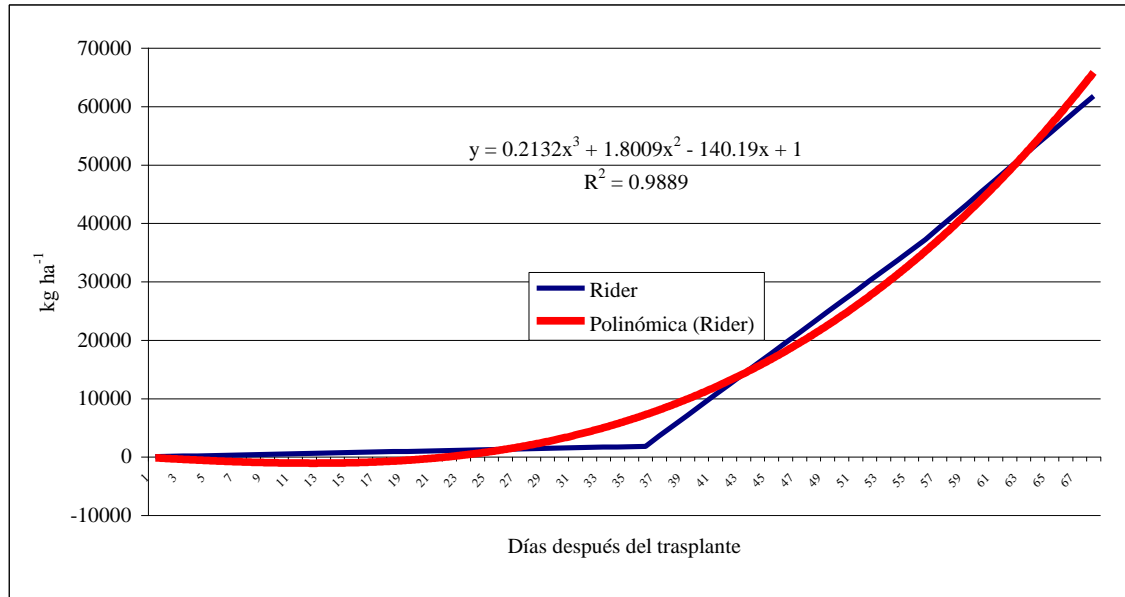


Figura 1. Tasa de crecimiento de la variedad Raider en kg de biomasa fresca por día en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertigración.

La variedad Raider en la primer etapa de la evaluación se caracteriza por presentar tan solo un 3.31% de ganancia de peso; en la segunda etapa que comprendió un periodo de 20 días, ésta variedad presentó un rendimiento acumulado del 57.11% respecto a la producción de biomasa total del ciclo. La última etapa de evaluación que comprende un periodo de tan solo 12 días presentó un rendimiento equivalente al 39.57% respecto al total del ciclo, siendo ésta etapa en donde se presenta el mayor promedio de ganancia diaria de biomasa por ha con 2,075.37 kg.

Variedad montemar

En la etapa de inicio de formación de cogollo el incremento de peso diario de la variedad B₂ Montemar fue de 64.17 kg ha⁻¹, acumulando en 36 días 2,310.16 kg ha⁻¹. Al inicio del día 37 y hasta finalizar el 56 (segundo periodo de la evaluación) el aumento de biomasa por día fue de 2,356.82 kg ha⁻¹, presentando un peso acumulado de 47,136.55 kg ha⁻¹. En la última etapa de evaluación la variedad presentó una ganancia de peso de 24,869.72 kg ha⁻¹ en 12 días, lo que significa que el incremento de biomasa fresca al día fue de 2,072.47 kg ha⁻¹. El rendimiento promedio de la variedad fue de 74,316.44 kg ha⁻¹. La dinámica de crecimiento de esta variedad puede ser explicada por la polinomial cúbica representada por la ecuación $Y=0.1707x^3+10.114x^2-315.69x+1$, en donde “Y” es la variable dependiente (rendimiento de biomasa fresca en kg por ha) y “x” la variable dependiente (días transcurridos después del trasplante); el coeficiente de determinación de la polinomial fue de 98.25%. El porcentaje de rendimiento de la etapa inicial de evaluación presentó un rendimiento acumulado del 3.10% respecto a la acumulación de biomasa fresca del ciclo; en la segunda etapa de evaluación el rendimiento acumulado fue de 63.42% el cual es 8.96 % mayor al obtenido con la variedad Seminole y 6.31% mayor al obtenido con la variedad Rider. En la etapa de llenado de cabeza el rendimiento acumulado fue de 33.46% respecto al rendimiento total del ciclo.

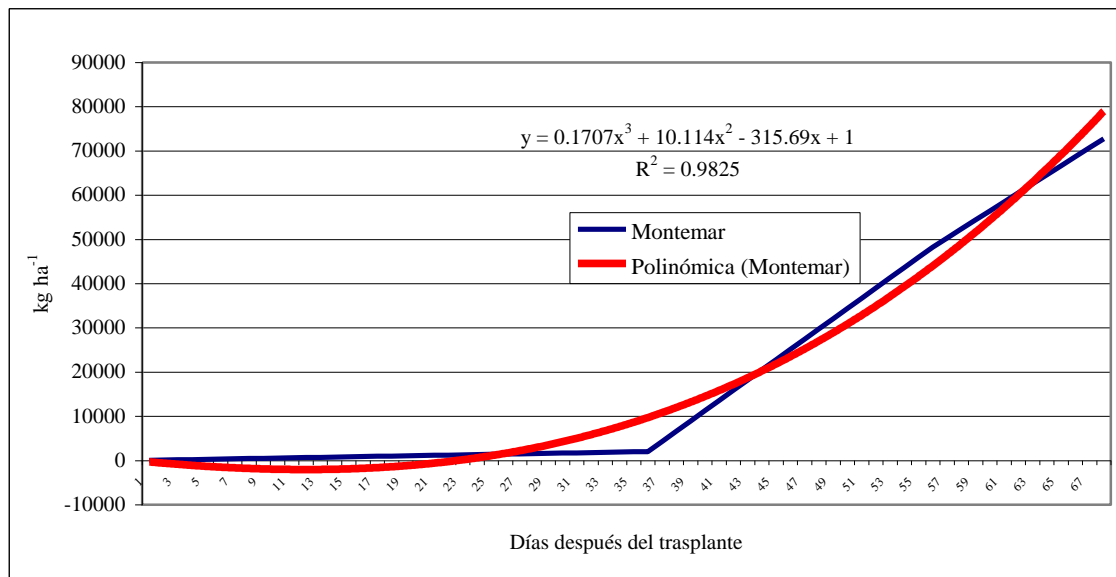


Figura 2. Tasa de crecimiento de la variedad Montemar en kg de biomasa fresca por día en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertilización.

Variedad seminole

El rendimiento promedio de la variedad Seminole fue de 80,392.83 kg ha⁻¹. Durante la primera etapa del cultivo ésta variedad presentó un rendimiento acumulado de 2,680.49 kg de biomasa durante 36 días, lo cual representa un peso promedio diario acumulado de 74.45 kg ha⁻¹. En la etapa de inicio de formación de cabeza el aumento de peso por día fue de 2,189.15 kg ha⁻¹ y al término de los 20 días que comprenden esta etapa la acumulación de biomasa en el periodo fue de 43,78 kg ha⁻¹. La biomasa fresca restante se acumuló durante los últimos 12 días que comprende la etapa de llenado de cabeza, con un incremento de biomasa al día de 2,827.43 kg ha⁻¹ dando un total de 33,929.22 kg ha⁻¹ en el periodo. La dinámica de crecimiento de la variedad Seminole se explica por medio de una polinomial de tercer orden con un coeficiente de determinación de 99.12%, siendo ésta: $Y=0.2132x^3+1.8009x^2-140.19x+1$, donde el eje de las “x” representa los días después del trasplante y el eje de las “Y” los kilogramos de biomasa fresca producida por ha (variable dependiente) (Figura 3).

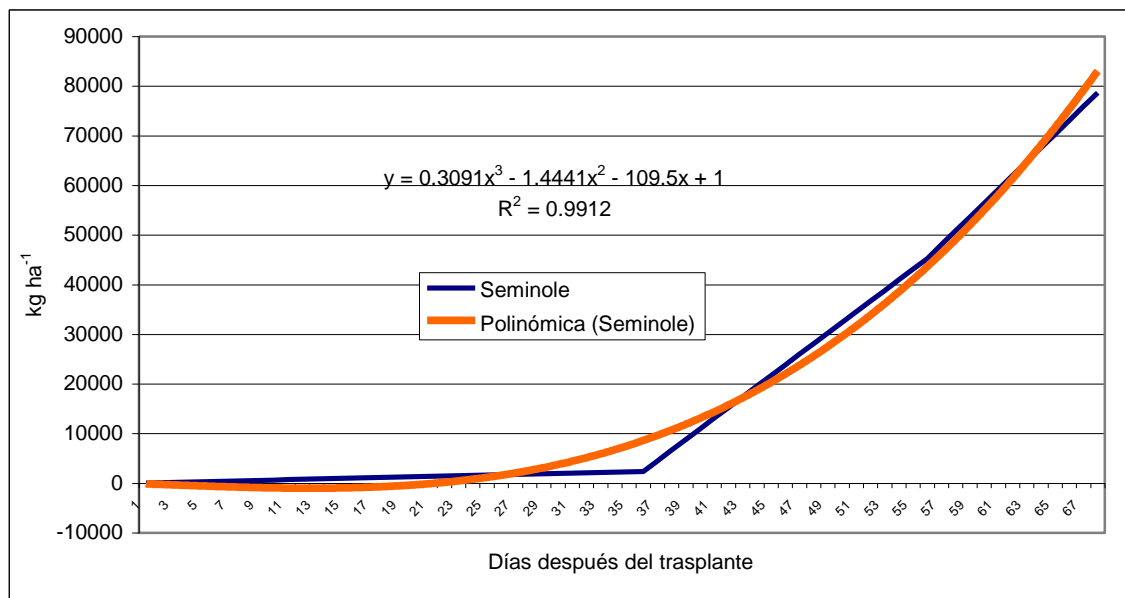


Figura 3. Tasa de crecimiento de la variedad Seminole expresado en kg de biomasa fresca por día en el experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertigración.

De acuerdo a cada una de las etapas evaluadas la variedad Seminole presentó una acumulación de biomasa fresca de 3.33%, en la segunda etapa la producción de

biomasa fresca acumulada representa el 54.46% de la producción total del ciclo. Y la etapa de llenado de cabeza presentó un promedio de 42.20% respecto a la producción final del ciclo.

En la Figura 4 se indica las tendencias del porcentaje de producción acumulada por cada una de las variedades estudiadas en las tres etapas de evaluación.

En general el porcentaje de producción de biomasa más alto de los genotipos evaluados se presentó durante la etapa de formación de cabeza que comprende el periodo de los 36 a 56 ddt, con promedios de 57.11% para la variedad B₁ Rider, 63.42% para la variedad B₂ Montemar y de 54.46% en la variedad B₃ Seminole. En la última etapa los porcentajes promedio fueron del 38.41% (Rider: 39.57%, Montemar: 33.46% y Seminole: 42.20%) y para la etapa de inicio de formación de cogollo el porcentaje de rendimiento acumulado varió de 3.1 a 3.33% correspondiendo el porcentaje más bajo a la variedad Montemar y el más alto a la variedad Seminole.

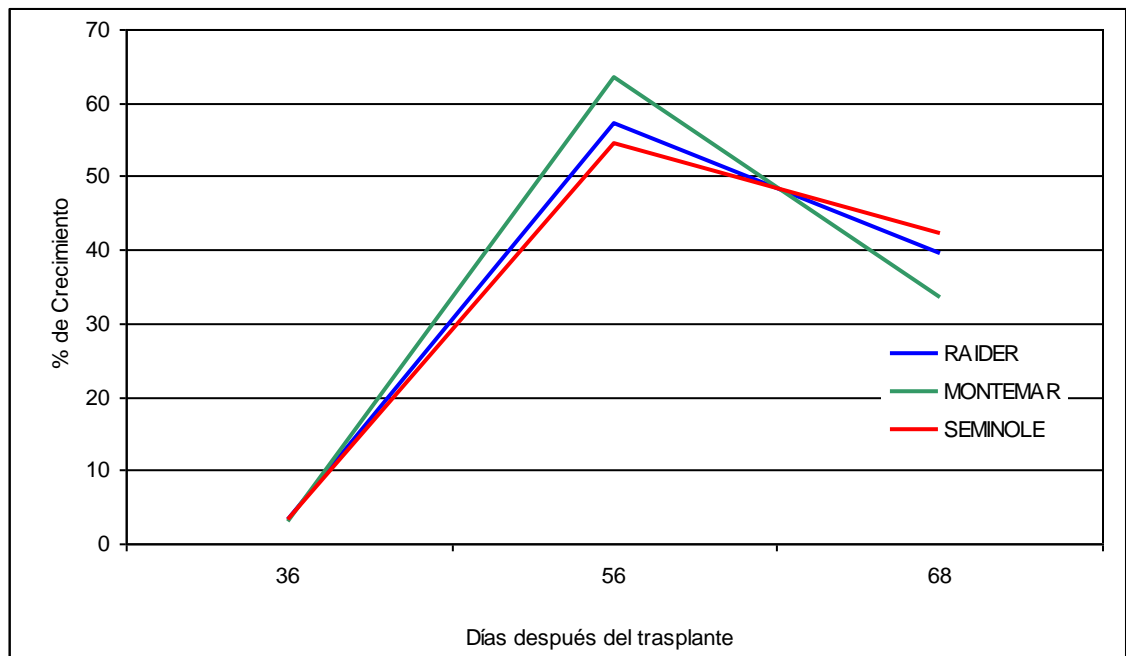


Figura 4. Porcentaje de crecimiento de los genotipos evaluados durante el ciclo de cultivo del experimento dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertigación.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las pruebas de hipótesis realizadas a través del análisis de varianza y las comparaciones ortogonales se establecen las siguientes conclusiones:

1. Los tratamientos de fertirrigación no mostraron respuesta al evaluar la producción de materia fresca en PV y raíz en ninguna de las etapas de crecimiento.
2. Las variedades mostraron diferente comportamiento en todas las variables evaluadas en el experimento excepto en el índice de cosecha.
3. En la expresión de todas las variables evaluadas se observó efecto conjunto de la fertilización y las variedades, excepto en el índice de cosecha.
4. La dinámica de crecimiento de las tres variedades estudiadas se explicada por una polinomial de tercer grado.
5. La producción de biomasa fresca acumulada en los genotipos evaluados se concentró en el periodo de llenado de cabeza con porcentajes de rendimiento de 57.11%, 63.42% y 54.46% para los genotipos Raider, Montemar y Seminole respectivamente.
6. La variedad B₃ Seminole presentó la mayor producción de biomasa por ha, superando con 17,462.691 y 6,076.389 kg a las variedades B₁ Rider B₂ Montemar respectivamente. De todos los tratamientos evaluados la combinación que presento el mayor rendimiento fue la variedad B₃ Seminole con el tratamiento de fertilización A₂ 158-67-60 con 85,173.61 kg por ha.
7. La variedad B₃ Seminole con el tratamiento A₂ 158-67-60 presentó el mejor peso promedio, el cual fue de 1.27 kg, en contraste la de menor promedio fue la combinación de la variedad B₁ Rider con el tratamiento de fertigación A₁ 210-90-60 con 0.908 g por pella.
8. En general el porcentaje de crecimiento mas alto de los genotipos evaluados se presentó durante la etapa de formación de cabeza con un promedio de 58.33% respecto a la producción total del ciclo. En la etapa final de cosecha el porcentaje promedio fue de 38.41% y para la etapa inicial únicamente del 3.2%.

LITERATURA CITADA

- Añez B., Pino H. 1997. Forma y tiempo de aplicación de nitrógeno en la producción de lechuga. *Rev. Forestal Venezolana* 41 (1): 87 – 90.
- Aruani M. C., Gili P., Fernández L., González J. R., Reeb P., Sánchez E. 2008. Utilización del nitrógeno en diferentes manejos de fertilización en lechuga (*Lactuca sativa* L.) y su efecto sobre algunas variables biológicas del suelo, Neuquen - Argentina. *Rev. Agro Sur* 36 (3) 147-157.
- Benton J. J. 1997. *Hydroponics: a practical guide for the soilless grower*. Boca Raton, Florida : St. Lucie Press.
- Blancard D., Lot H., Maisonneuve B. 2005. Enfermedades de las lechugas. Identificar, conocer y controlar. Ediciones Mundi-Prensa.
- Bouzo C. A., Favaro J. C. 2002. Curva de crecimiento adimensional en lechuga para el fraccionamiento de la fertilización nitrogenada. *Agronomía Tropical* 52(2): 187-196.
- Castellanos J. Z. (S/F). Nutrición de cultivos bajo sistemas de fertirrigación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Informaciones agronómicas No. 35.
- Chávez S., N., M. Berzoza M. y J. A. Cueto W. 2000 a. Respuesta de la cebolla a la fertirrigación con nitrógeno, fósforo y potasio en riego por goteo. X Congreso Nacional de Irrigación. Chihuahua, Chih. pp. 157-163.
- Chávez S., N.; M. Berzoza M. y J. A. Cueto W. 2000 b. Respuesta del chile jalapeño a la fertirrigación con nitrógeno, fósforo y potasio en riego por goteo. X Congreso Nacional de Irrigación. Chihuahua, Chih. pp. 118-124.
- Ciampitti Ignacio A., García Fernando O. 2007. Requerimientos nutricionales. Absorción y Extracción de Macronutrientes y Nutrientes Secundarios II. Hortalizas, Frutales y Forrajeras. Internacional Plant Nutrition Institute. Archivo Agronómico # 12.
- De Grazia J., Tittonell P.A., Chiesa Á. 2001. Efecto de la época de siembra, radiación y nutrición nitrogenada sobre el patrón de crecimiento y el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.* Vol. 16 (3), 2001.
- Escalona A., Santana M., Acevedo I., Rodríguez V., Marcó L. M. 2009. Effect of ammonia nitrogen and nitrate, with or without organic amendments on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cv. Great lakes 659. *Rev. Unell. Cienc. Tec.* 27: 9-17.
- FAO. 2007. Producción agrícola. [En línea] Disponible en: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es> (Revisado 24 de mayo de 2011).
- FAO. 2008. Producción agrícola. [En línea] Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (Revisado 24 de mayo de 2011).

- Fernandes P. D., G. D. De Oliveira, H. P. Haag. 1971. Mineral nutrition of vegetable crops. XIV. Major nutrient absorption by a lettuce crop. *O Solo*, 63(2):7-10. Hort. Abstr., 43 (a) 5911. 1973.
- Funk V.A., Bayer R.J., Keeley S., Chan R., Watson L., Gemeinholzer B., Schilling E., Panero J.L., Baldwin B.G., Garcia -Jacas N., Susanna A., Jansen R.K., 2005. Everywhere but Antarctica: Using a supertree to understand the diversity and distribution of the Compositae. *Biologiske Skrifter*, 55: 343–374.
- Gallardo M., Jackson L. E., Schulbach K., Snider R.L., Thompson R. B., Wiland L. J., 1996 a. Production and water use in lettuces under variable water supply. *Irrig. Sci.* 16, 125-137.
- 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 E. 1972. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen (para la Republica Mexicana). Instituto de geografía, UNAM. 246 p.
- 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.
- Gerber J. M. 1985. Hydroponics. Horticulture Facts. University of Illinois-Champaign, Urbana, IL.
- Iracheta C. M., Galán W. L., Ferré M. J., Pereyra A. L. 2001. Selección de toxinas Cry contra *Trichoplusia ni*. *Ciencia UANL*, vol. IV, número 1.
- Karam F., Mounzer O., Sarkis F., Lahoud R. 2002. Yield and Nitrogen recovery of lettuce under different irrigations regimes. *J. Appl. Hort.* 4: 70:76.
- Koike S. T. Gladders P., Paulus A. O., 2007. Vegetable diseases : a colour handbook. London : Manson.
- Křístková E., Doležalová I., Lebeda A., Vinter V., Novotná A., 2008. Description of morphological characters of lettuce (*Lactuca sativa* L.) genetic resources. *Hort. Sci. (Prague)*, 35 (3): 113–129.
- Maroto, J.V., 2000. La lechuga y la escarola. Ed. Mundi Prensa – Caja Rural de Valencia.
- Olivares S. E. 1995. Diseños experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria, Facultad de Agronomía UANL, Marín, N. L. México.
- Reyes C. P. 1992. Diseño de Experimentación aplicados a la agronomía, Biología, Química, Industrias, Ciencias Sociales y ciencias de la salud, Ed. Trillas. México.

- Rincón L., 2001. Necesidades hídricas, absorción de nutrientes y respuesta a la fertilización nitrogenada de la lechuga iceberg. Tesis doctoral. 211 pp.
- Rincón L., 2005. La fertigación de la lechuga iceberg. Ed. IMIDA.
- Rincón L., Balsalobre E., Sáez J., Madrid R., 1991. Extracción de macronutrientes en cultivo de lechuga iceberg. Actas del II Congreso Nacional de Fertirrigación, Almería.
- Rincón L., Sáez J., 1997. Determinación de la evapotranspiración y de los coeficientes de cultivo de la lechuga Iceberg con riego por goteo. Actas de Horticultura 19; 193-201.
- Rincón S. L. F., 2008. La fertirrigación de la lechuga. España. Ediciones Munid-Prensa e Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario.
- Rzedowski J. 1965. Vegetación del Estado de San Luis Potosí, Acta Científica Potosina 5. (1-2): 5-291.
- Sánchez C., Allen R., Schafer B., 1989. Growth and yield of crisp lettuce under various shade conditions. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114, 884-890.
- Seminis., 2011. Catalogo de semillas de lechuga. [En línea] Disponible en: <http://www.seminis.com/products/lechuga.asp>. (Revisado 24 de mayo de 2011).
- Shamrok. 2011. Catalogo de semillas SHAMROCK SEED CO. INC. [En línea] Disponible en: http://www.miquil.com/shamrock/lettuce_mexico_all.php. (Revisado 24 de mayo de 2011).
- SIAP. 2007. ESTADO SAN LUIS POTOSI. Ciclo: Año Agrícola OI+PV 2007. Modalidad: Riego + Temporal. LECHUGA. [En línea] Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351 (Revisado 24 de mayo de 2011).
- SIAP. 2009. PRODUCCION AGRICOLA. Ciclo: Año Agrícola OI+PV 2009 Modalidad: Riego + Temporal. LECHUGA. [En línea] Disponible en: http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp . (Revisado 24 de mayo de 2011).
- Smith R. S/F. El manejo de nitrógeno para la producción de hortalizas. Proyecto de Planificación para la calidad del agua de granjas. Universidad de California Extensión Cooperativa/USDA. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. URL: <http://cemonterey.ucdavis.edu/files/25271.pdf> (fecha de consulta 8 de diciembre de 2010).
- Smith R. S/F. El manejo de nutrientes para la producción de hortalizas, Asesor Agrícola Condado de Monterrey Proyecto de Planificación para La Calidad del Agua de Granjas Universidad de California. Extensión Cooperativa/USDA Servicio de Conservación de Recursos Naturales URL: <http://cemonterey.ucdavis.edu/files/23182.pdf> (Fecha de Consulta 8 de diciembre de 2010).

- Sorensen, J. N., Johansen A. S., Poulsen N. 1994. Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce: 1. Marketable and nutritional quality as affected by nitrogen supply cultivar and plant age. *Plant-Foods-for-Human-Nutrition* 46: 1-11.
- Soundy P., Daniel J. Cantliff.e, George J. Hochmuth, and Peter J. Stoffella., (2001b). Nutrient Requirements for Lettuce Transplants Using a Floatation Irrigation System II. Potassium. *HORTSCIENCE* 36(6):1071–1074.
- Soundy P., Daniel J. Cantliffe, George J. Hochmuth, and Peter J. Stoffella. Nutrient., (2001a). Requirements for Lettuce Transplants Using a Floatation Irrigation System. I. Phosphorus. *HORTSCIENCE* 36(6):1066–1070.
- Thompson T. L., Doerge T. A. 1995. Nitrogen and Water Rates for Subsurface Trickle-irrigated Romaine Lettuce. *Hortscience* 30(6):1233–1237.
- Vidal M. J. L., Núñez E. R., Lazcano F. I., Etchevers B. J. D. y Carrillo G., 2006. Nutrición potásica del brócoli (*Brassica olearacea*) con manejo convencional y fertirrigación en un vertisol en invernadero. *Agrociencia* 40: 1-11.
- Welch, N.C., K.B. Tyler, y D. Ririe. 1979. Nitrogen stabilization in the Pájaro Valley in lettuce, celery and strawberries. *California Agriculture* 33 (9): 12-13.
- Zar H. J. 1984. *Bioestatistical Analysis*. Second edition, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Zink F., Yamaguchi M., 1962. Studies on the growth rate and nutrient absorption of head lettuce. *Hilgardia* 32, 472-512.