



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA
COORDINACIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



**DINÁMICA DE CRECIMIENTO DE VARIEDADES DE LECHUGA *Lactuca*
sativa L. EN EL CICLO OTOÑO-INVIERNO**

Por:

Camilo Hernández Pérez

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en
Producción Agropecuaria**

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Diciembre de 2012



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA
COORDINACIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



**DINÁMICA DE CRECIMIENTO DE VARIEDADES DE LECHUGA *Lactuca*
sativa L. EN EL CICLO OTOÑO-INVIERNO**

Por:

Camilo Hernández Pérez

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en
Producción Agropecuaria**

Asesores

M.C. Jesús Huerta Díaz

Dra. Catarina Loredo Osti

Dr. José Luis Lara Mireles

**Proyecto parcialmente financiado por el PROMEP convenio
PROMEP/UASLP/12/CA08**

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Diciembre de 2012

El trabajo titulado “Dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L. en el ciclo otoño-invierno”, fue realizado por: Camilo Hernández Pérez como requisito parcial para obtener el Grado de Maestro en Producción Agropecuaria en el área de Sistemas de Producción de Hortalizas, fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis:

M. C. Jesús Huerta Díaz
Asesor Principal

Dra. Catarina Loredo Osti
Asesor

Dr. José Luis Lara Mireles
Asesor

Ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. a los 6 días del mes de diciembre de 2012.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi esposa Alma Cristina, con todo mi amor y mi agradecimiento por confiar en mí, a pesar de que pasamos momentos tan difíciles nunca me dejó de apoyar, brindándome su amor, su apoyo constante y su confianza, por todo eso y más le agradezco de todo corazón el que esté siempre a mi lado.

A mi hija Camila, que lo es todo para mí, que me obliga a ser mejor cada día, hija eres lo que mas amo en esta vida y todo lo hago por ti. Nunca lo olvides, siempre estaremos juntos como la familia que somos.

A mi señor padre, le dedico este documento quien permanentemente me apoyo con su espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr mis metas y objetivos propuestos y que al brindarme con su ejemplo a ser perseverante y darme la fuerza que me impulsó a conseguirlo.

A mis hermanos Braulio, Jacinto, Vital, Reyna y Antonia que me acompañaron a lo largo del camino, brindándome la fuerza necesaria para continuar y momentos de ánimo así mismo ayudándome en lo que fuera posible, dándome consejos y orientación.

En general a toda mi familia, mis sobrinos, mis suegros, mis cuñadas y mis amigos, a todos y cada unos de ellos muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

Mi mas sincero agradecimiento a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por brindarme la oportunidad de llevar a cabo esta maestría y así poder culminar un propósito mas en mi vida profesional.

Agradezco el apoyo brindado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado el financiamiento para la realización de mis estudios de Maestría que concluye con esta tesis.

A mi director de tesis, M.C. Jesús Huerta Díaz por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí poder terminar mis estudios con éxito. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis.

A la Dra. Catarina Loredo Osti, por su valiosa colaboración y observaciones realizadas para obtener los resultados de este trabajo; al Dr. José Luis Lara Mireles por su tiempo compartido y colaboración en la ejecución de este trabajo.

Así mismo quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que de alguna manera estuvieron vinculados con este trabajo, a cada unos de los profesores que impartieron las clases de maestría compartiendo sus conocimientos y experiencias, a la gente del campo experimental, así como mis compañeros de maestría gracias por su amistad y por formar parte de mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
SUMMARY	xi
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
Hipótesis	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
El Cultivo de la Lechuga.....	3
Origen	3
Clasificación taxonómica.....	3
Morfología	4
Desarrollo de la planta.....	4
Requerimiento Edafoclimáticos.....	5
Temperatura	5
Suelo	5
Adaptación a Condiciones Ambientales: Ciclo de Cultivo.....	6
Índices de Crecimiento.....	10
Crecimiento radical	10
Área foliar	11
Producción de biomasa	11
Manejo del Cultivo	12
Siembra	12
Trasplante.....	12
Riegos	12
Aporques.....	13
Fertilización	13
Plagas y Enfermedades.....	14
Plagas de la lechuga.....	14

Enfermedades de la lechuga.....	16
Calidad de la Lechuga	19
Calidad	19
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
Zona de Estudio	21
Climatología	21
Temperatura.....	21
Precipitación.....	21
Vegetación.....	21
Características del suelo	21
Desarrollo Del Experimento.....	22
Preparación del terreno	22
Trasplante.....	22
Labores de cultivo	22
Fertilización	23
Control de plagas y enfermedades.....	23
Programación del riego.....	24
Cosecha	24
Material Genético.....	24
Diseño Experimental	24
Variables evaluadas.....	24
Análisis estadístico.....	26
RESULTADOS Y DISCUSION	27
Etapa de Plántula	27
Etapa de Formación de Roseta	28
Etapa de Formación de Cabeza	29
Etapa de Cosecha	30
Componentes del Rendimiento.....	31
Tasa de Crecimiento del Cultivo de Biomasa Fresca	33
Variedad Rider	33
Variedad Honcho II.....	34
Variedad Montemar.....	35
Variedad Coyote.....	36
Variedad Annie	37

Variedad Bubba.....	38
Tasa de Crecimiento del Cultivo de Biomasa Seca	39
Variedad Rider	39
Variedad Honcho II.....	40
Variedad Montemar.....	42
Variedad Coyote.....	43
Variedad Annie	44
Variedad Bubba.....	45
Porcentaje de Producción Acumulada en el Ciclo del Cultivo	46
LITERATURA CITADA.....	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Clasificación taxonómica de la lechuga (USDA, NRCS.2010).....	4
2 Niveles de nutrimentos en hojas de lechuga.....	14
3 Estimación de la extracción de nutrientes durante un ciclo productivo de lechuga	24
4 Requerimientos nutrimentales para producir una tonelada de producto cosechado.....	24
5 Características del suelo del sitio de experimento.....	23
6 Fertilización del cultivo de la lechuga en cada etapa fenológica.....	24
7 Control de plagas durante el ciclo del cultivo.....	25
8 Control de enfermedades durante el ciclo del cultivo.....	25
9 Cuadrados medios, grados de libertad y significancia de los análisis estadísticos de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) de los análisis de varianza correspondientes de la etapa de plántula.....	28
10 Promedios y pruebas de rango múltiple de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) expresados en g por unidad experimental (UE) de la etapa de plántula.....	28
11 Cuadrados medios, grados de libertad y significancia de los análisis estadísticos de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) de los análisis de varianza correspondientes a la etapa de roseta.....	29
12 Promedios y pruebas de rango múltiple de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) expresados en g por unidad experimental (UE) de la etapa de roseta.....	30
13 Cuadrados medios, grados de libertad y significancia de los análisis estadísticos de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca	

	(PB F) y producción de biomasa seca (PB S) de los análisis de varianza correspondientes de la etapa de formación de cabeza.....	31
14	Promedios y pruebas de rango múltiple de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) expresados en kg por unidad experimental (UE) de la etapa de formación de cabeza.....	31
15	Cuadrados medios, grados de libertad y significancia de los análisis estadísticos de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) de los análisis de varianza correspondientes de la etapa de cosecha.....	32
16	Promedios y pruebas de rango múltiple de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) expresados en kg por unidad experimental (UE) de la etapa de cosecha.....	32
17	Cuadrados medios, grados de libertad y significancia de los análisis estadísticos de las variables: número de cabezas de calidad comercial (NCCC), diámetro de cabeza (DC) y peso individual de cabeza (PIC) de los análisis de varianza correspondientes de la etapa de cosecha....	34
18	Promedios y pruebas de rango múltiple de las variables: número de cabezas de calidad comercial (NCCC), diámetro de cabeza (DC) y peso individual de cabeza (PIC) de la etapa de cosecha.....	34
19	Coefficientes de correlación de las variables analizadas en el experimento.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Tasa de crecimiento de la variedad Rider en kg de biomasa fresca por día.....	35
2	Tasa de crecimiento de la variedad Honcho II en kg de biomasa fresca por día.....	36
3	Tasa de crecimiento de la variedad Montemar en kg de biomasa fresca por día.....	37
4	Tasa de crecimiento de la variedad Coyote en kg de biomasa fresca por día.....	38
5	Tasa de crecimiento de la variedad Annie en kg de biomasa fresca por día.....	39
6	Tasa de crecimiento de la variedad Bubba en kg de biomasa fresca por día.....	40
7	Tasa de crecimiento de la variedad Rider en kg de biomasa seca por día.....	41
8	Tasa de crecimiento de la variedad Honcho II en kg de biomasa seca por día.....	42
9	Tasa de crecimiento de la variedad Montemar en kg de biomasa seca por día.....	44
10	Tasa de crecimiento de la variedad Coyote en kg de biomasa seca por día.....	45
11	Tasa de crecimiento de la variedad Annie en kg de biomasa seca por día.....	46
12	Tasa de crecimiento de la variedad Bubba en kg de biomasa seca por día.....	47
13	Porcentaje de crecimiento de las variedades de lechuga durante el ciclo de cultivo.....	48

RESUMEN

El trabajo se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía; situado en el Km. 14.5 de la carretera San Luís – Matehuala, en el ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P, con los siguientes objetivos: determinar la dinámica de crecimiento de seis variedades de lechuga tipo iceberg en el ciclo otoño-invierno y evaluar el rendimiento y calidad de seis variedades de lechuga *Lactuca sativa* L. Las variedades fueron: Montemar, Annie, Honcho II, Coyote, Bubba y Rider. Se utilizó un diseño de bloques al azar con seis tratamientos (variedades) con cuatro repeticiones. Las variables que se evaluaron fueron materia fresca y materia seca en las etapas de plántula, formación de roseta, formación de cabeza y cosecha, número de cabezas de calidad comercial por hectárea, diámetro de cabeza y peso individual de cabeza. El experimento se estableció el 10 de septiembre y se culminó el 26 de noviembre de 2011. Se tuvo como resultados que la dinámica de crecimiento de las seis variedades se explica mediante una ecuación polinomial de cuarto grado. La producción de biomasa fresca acumulada en los genotipos evaluados se concentró en el periodo formación de cabeza a cosecha, la variedad Coyote presentó la mayor producción de biomasa vegetal fresca por hectárea ($136,344.7 \text{ kg ha}^{-1}$) y de biomasa vegetal seca por hectárea ($6,105 \text{ kg ha}^{-1}$). Las variedades que presentaron el mayor número de cabezas con calidad comercial fueron Honcho II (55,250), Coyote (55,000) y Bubba (54,000). Las variedades que presentaron mayor diámetro de cabeza fueron; Bubba (18.25 cm), Honcho II y Coyote (18 cm). Las variedades que presentaron mayor peso individual de cabeza fueron; Honcho II (1.765 kg), Coyote (1.750 kg) y Bubba (1.709 kg). Las variedades que mejor se adaptan a las condiciones de periodo del año en donde se realizó este experimento son las variedades Honcho II, Coyote y Bubba y en consecuencia las recomendables para el ciclo otoño invierno.

SUMMARY

The present study was conducted in the Experimental Field of the Faculty of Agronomy, located at Km 14.5 of the San Luis – Matehuala, in Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., with the following objectives: to determine the growth dynamics of six varieties of iceberg lettuce in the autumn-winter and evaluate the response of six varieties of lettuce *Lactuca sativa* L. its effect on performance and quality. The varieties were: Montemar, Annie, Honcho II, Coyote, Bubba and Rider. We used a randomized block design with six treatments with four replications. The variables evaluated were fresh matter and dry matter in the seedling stage, rosette formation, formation of head and harvest, number of heads per hectare commercial quality, weight and head diameter of individual head. The experiment was established on September 10 and ended on November 26, 2011. They had the results that the growth dynamics of the six varieties is explained by a fourth degree polynomial equation. La fresh biomass production in genotypes accumulated focused on the harvest period, the Coyote variety had the highest biomass production fresh vegetable per hectare (136,344.7 kg ha⁻¹) and dry plant biomass per hectare (6,105 kg ha⁻¹). Varieties that had the highest number of commercial grade heads were Honcho II (55,250), Coyote (55,000) and Bubba (54,000). Varieties that had higher head diameter were; Bubba (18.25 cm), Honcho II and Coyote (18 cm). The varieties that were heavier were individual head; Honcho II (1,765 kg), Coyote (1,750 kg) and Bubba (1,709 kg). The varieties best suited to the conditions of time of year where we conducted this experiment are varieties Honcho II, Coyote and Bubba and accordingly recommended for autumn winter cycle.

INTRODUCCIÓN

El mundo de las hortalizas es básico en la gastronomía de cualquier país o cultura. Dentro de éstas la lechuga es una de las hortalizas de hoja más importante y su popularidad ha aumentado en forma progresiva en el mundo, por tratarse de un producto de consumo natural, de sabor agradable y de bajo contenido calórico, por lo que es una pieza fundamental del arte culinario, por su utilización en todo tipo de comida, aunado a la gran demanda que tiene en la época actual por sus características de alto valor nutritivo y equilibrio orgánico. La lechuga se encuentra en cualquier época del año y como el resto de las hortalizas, es un buen abastecedor de vitaminas, minerales y sales indispensables para el organismo. La conciencia que existe por mantener la salud a través del mayor consumo de vegetales y frutas, ha provocado un mayor consumo de éstas, como es el caso de la lechuga, que por lo que toca a México, ha crecido constantemente en el campo de las exportaciones de este producto, principalmente a Estados Unidos. El producto comercial de la lechuga son las hojas inmaduras o maduras que se consumen *in natura*, en forma de ensalada, bien como hojas enteras (variedades tipo mantequilla, de hojas lisas) o picadas (variedades que forman cabeza tipo Great Lakes). En china se usa la variedad tipo *celtuse* que se consume el tallo cocido, tipo espárrago (Vallejo *et al.*, 2004).

Según la FAO (2010) los principales productores lechuga a nivel mundial son China, USA, España, Italia e India, México ocupa el décimo lugar en producción de éste cultivo. Con un promedio de rendimiento mundial de 37.032 t ha⁻¹. A nivel nacional los principales productores son Guanajuato (2,394 ha), Puebla (1,342 ha), Baja California (1,234 ha), Zacatecas (881 ha), Aguascalientes (555 ha); San Luis Potosí ocupa el noveno lugar con un total de 127 ha (SIAP, 2010). La lechuga a nivel nacional es de suma importancia, según el SIAP (2010), en el año 2009 se sembró una superficie de 12,111.82 ha de riego, de la cual la superficie cosechada fue de 12,076.82 ha, la producción en toneladas fue de 256,935.71 por ha al año, con un rendimiento de 21.8 t ha⁻¹, con un valor de \$ 2,219.76 t⁻¹, con un valor de producción de \$ 570,336.38 anualmente.

En San Luis Potosí la lechuga no se considera como un cultivo primario, está por debajo de los principales cultivos como son: jitomate, chile, maíz, caña de azúcar y la naranja. El cultivo de la lechuga se considera un cultivo alternativo en el estado, siendo los municipios productores de lechuga: Mexquitic, Ahualulco, Soledad de Graciano Sánchez y San Luis Potosí (SAGARPA, 2010), con un promedio regional de 5-10 t ha⁻¹.

Los productores locales comercializan su producto principalmente en la central de abastos, así como ventas a otros estados como son: Guadalajara, Monterrey, Torreón entre otros. En San Luis Potosí, los productores de lechuga, tienden a enfrentarse a diferentes problemas para su producción y así poder obtener los mejores rendimientos para que el cultivo sea rentable. Uno de los factores limitantes para su producción es el clima ya que en San Luis Potosí, básicamente en los municipios productores, hay una variación de temperatura tan drástica que afecta comúnmente al cultivo, por lo cual existe la necesidad de obtener variedades de lechuga que se adapten a estas condiciones para cada época del año. Conociendo ésta limitante se puede establecer el cultivo y poder llevar a cabo un buen manejo en lo que se refiere a la selección de variedades y uso de fertilizantes, lo cual conlleva a una producción sustentable y uso racional de los recursos naturales.

Objetivos

Con base en las anteriores consideraciones en el presente estudio se pretenden los siguientes objetivos:

1. Determinar la dinámica de crecimiento de seis variedades de lechuga *Lactuca sativa* L. en el ciclo otoño-invierno.
2. Evaluar el rendimiento y calidad de seis variedades de lechuga *Lactuca sativa* L. en el ciclo otoño-invierno.

Hipótesis

Las variedades de lechuga presentan diferente dinámica de crecimiento, rendimiento y calidad.

REVISIÓN DE LITERATURA

El Cultivo de la Lechuga

Origen

Vallejo *et al.*, (2004) mencionan que la lechuga fue una de las primeras hortalizas cultivadas por el hombre. Es originaria de la costa sur del Mediterráneo, domesticada probablemente en Egipto. La domesticación fue hecha en la fase vegetativa y no en la reproductiva, utilizando muestras grandes lo cual explica la gran variación existente. Presenta el fenómeno de dormancia debido posiblemente a la domesticación en fase vegetativa. Existen pinturas de lechuga en las tumbas egipcias con una antigüedad de 4,500 años A.C. Después del proceso de domesticación, la lechuga se dispersó rápidamente por la hoya del Mediterráneo y posteriormente a Europa occidental. Los italianos llevaron especies en procesos de domesticación y seleccionaron las de tipo romano que se caracterizan por tener hojas sueltas en forma de lanza. Aquí fue tan apreciada que su nombre proviene de un italiano Lacctuccini. En 1500, en Alemania, apareció la lechuga que forma cabeza. La cabeza surgió posiblemente por selección climática (heladas) en Alemania; la planta trató de proteger el meristemo de las temperaturas bajas con la consiguiente formación de cabeza. Sobrino y Sobrino (1994) cita a Ryder (1974) que en América fue difundido por los españoles a partir de la fecha del descubrimiento (1492), así está citado que era abundante en Haití en 1565.

Clasificación taxonómica

La lechuga es una planta anual de la familia *Asteraceae*, cuyo nombre botánico es *Lactuca sativa* L., Diploide con $2n=18$ cromosomas.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la lechuga (USDA, NRCS.2010)

Reino	<i>Plantae</i> – Vegetal
Subreino	<i>Tracheobionta</i> – Plantas Vasculares
Superdivisión	<i>Spermatophyta</i> – Plantas con semilla
División	<i>Magnoliophyta</i> – Planta con flores
Clase	<i>Magnoliopsida</i> – Dicotiledoneas
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Asterales</i>
Familia	<i>Asteraceae</i>
Genero	<i>Lactuca</i> L.
Especie	<i>Lactuca sativa</i> L.

Morfología

La planta de lechuga se caracteriza porque la raíz no sobrepasa los 25 cm de profundidad, es pivotante y con ramificaciones. Las hojas están dispuestas en roseta, desplegadas al principio en unos casos siguen así durante su desarrollo (variedades romanas) y en algunos casos acogollan mas tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado. Su tallo es cilíndrico. La inflorescencia presenta capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos. Las semillas están provistas de un vilano plumoso (Chávez y Medina, 2003).

Desarrollo de la planta

Rincón (2008), menciona que las cuatro fases en que se divide el ciclo del cultivo completo son:

1. Fase inicial del cultivo. Germinación y primeras etapas vegetativas.
2. Fase de desarrollo del cultivo. Desde el trasplante hasta la formación de roseta de hojas.
3. Fase de acogollado. Desde las roseta de hojas hasta la formación completas de un cogollo de hojas (apretado en las variedades acogolladas y poco apretado en las variedades romanas)
4. Fase de reproducción. Desde el final del acogollado hasta la formación de un tallo flora con semillas.

La duración del ciclo de cultivo y cada fase de crecimiento dependen fundamentalmente de las condiciones climáticas, siendo el régimen de temperaturas y la radiación solar en las distintas fases vegetativas (Sánchez *et al.*,1989), variando en días después del trasplante entre 100 y 120 días en ciclos de otoño e invierno, reduciéndose en plantaciones de invierno-primavera de 90 a 100 días, en primavera de 80 a 90 días y en verano de 50-70 días (Gallardo *et al.*,1996; Rincón *et al.*,1991). La roseta de hojas se alcanza por término medio a los 50-55 días después del trasplante en cultivos de otoño-invierno e invierno, 35-45 días después del trasplante en cultivos de primavera y 5 -30 días después del trasplante. La fase de acogollado tiene una duración de 60-65 días en

cultivos de otoño-invierno, 35 a 45 días en cultivos de primavera y 25-30 días después del trasplante en ciclos de verano (Rincón, 2008). La capacidad de acogollado por parte de las lechugas es un carácter genético cuantitativo que poseen algunas variedades y que acarrea conjuntamente, plantas con hojas anchas en la base (Basset, 1975).

Sin embargo, existen factores del ambiente que pueden tener una influencia en el acogollado. Wacquant y Le Bohec (1982), realizaron una síntesis de estos efectos que, en resumen son los siguientes:

1. En el acogollado de la lechuga influye el equilibrio entre luz y la temperatura.
2. En periodos con escasa iluminación, las lechugas acogollan mal si el régimen térmico a que están sometidas es superior a los 20 °C, mientras que en estas condiciones de iluminación deficitaria, el acogollado se ve favorecido por la concurrencia temperaturas bajas.
3. El valor de la temperatura nocturna es particularmente influyente en este proceso.
4. En condiciones de fotoperiodos largos y fuertes iluminaciones, el acogollado puede verse favorecido por temperaturas del orden de 20 °C.
5. La fertilización puede tener cierta influencia sobre el acogollado de las lechugas.

Requerimiento Edafoclimáticos

Temperatura

La temperatura óptima de crecimiento de las lechugas oscila entre 15 y 20 °C, con una máxima de 35 °C y una mínima de 7°C, aunque existen variedades específicas para tolerar temperaturas hasta – 2°C. El excesivo calor puede producir la “subida de flor”, y un marcado sabor amargo en las hojas, determinadas virosis como el “Big Vein” puede manifestarse con mayor intensidad, en función de la temperatura (Rider, 1979, citado por Maroto *et al.*, 2000). Aunque en términos generales la lechuga es sensible a las heladas, algunas variedades de invierno pueden resistir varios grados bajo cero.

Suelo

El cultivo de la lechuga vegeta bien en terrenos francos y frescos como son suelos con textura franco-arenoso, franco, arcillo-limoso, que no retengan humedad

excesivamente, con abundante materia orgánica (Vallejo *et al.*, 2004). Resiste valores medios de salinidad con una C.E inferior a 1.2 dS m⁻¹ (Chávez y Medina, 2003), su límite óptimo de pH se cifra entre 6.5 y 7.5, no resiste la acidez y se adapta bien a terrenos ligeramente alcalinos (Maroto *et al.*, 2000). Este cultivo se puede establecer por encima de los 1,100 m.s.n.m., con una humedad relativa del 60-80 %.

Bermúdez *et al.*, (2000), encontraron que el contenido en arcilla del suelo más favorable para el acogollado de la variedad de lechuga *Lactuca sativa var. capitata L-4*, está comprendido entre un 25-55 %, que corresponde a texturas francas, arcillo-arenosas y arcillo-limosas. Entre márgenes de conductividad eléctrica 0.2-1.4 dS/m, se ha observado que al aumentar la salinidad el acogollamiento es menor.

Adaptación a Condiciones Ambientales: Ciclo de Cultivo

Dentro de cada tipo comercial hay variedades de menor a mayor adaptación a distintos periodos del año, en cada zona, de manera que en la mayoría de los casos, para ocupar el ciclo más largo del cultivo, es necesaria la utilización de dos o más variedades, las más adaptadas, plantadas en diferentes fechas, para conseguir una recolección escalonada y uniforme de lechugas. La temperatura es el factor más limitante, por frío en invierno y calor (espigado, deficiencias de acogollado) en verano. También la temperatura, junto a las horas luz, marcan para cada tipo y variedad, la duración del ciclo. Evidentemente la duración del ciclo no es constante para una determinada fecha de plantación. De un año a otro, según el régimen de temperaturas, se producen oscilaciones, a veces más importantes, que adelantan o retrasan la recolección sobre la fecha prevista. También para una misma variedad y fecha de plantación hay una distinta duración del ciclo en zonas diferentes, siendo más largo en lugares frescos y la diferencia más acusada en las épocas más frías (Maroto *et al.*, 2000). En numerosas investigaciones la radiación, la temperatura y la nutrición nitrogenada se han identificado como los factores de mayor importancia en la diferentes regiones productivas del mundo (Brumm *et al.*, 1993; Leja *et al.*, 1994; Rozek *et al.*, 1994a, 1994b; Sorensen *et al.*, 1994; Custic *et al.*, 1994; Dapigny *et al.*, 1996, citados por De Grazia *et al.*, 2001). Más allá de sus efectos sobre la morfología foliar, la radiación y la temperatura son los principales determinantes de la tasa de crecimiento de la lechuga,

expresada como el incremento tanto en el número de hojas como en el peso seco de la planta (Wurr *et al.*, 1981). En experimentos realizados en condiciones controladas, principalmente con cultivares de lechuga de cabeza crespada, se demostró que el tiempo requerido para obtener plantas de tamaño comercializable disminuye a medida que aumenta la radiación solar incidente (Knight y Mitchell, 1983). La temperatura aparece como el principal factor regulador del crecimiento durante los estadios iniciales del cultivo. Su relación con la tasa de crecimiento resulta lineal en esta etapa, bajo condiciones de radiación constante y elevada (Scaife, 1973). Bajo condiciones de campo, la radiación determina la tasa de producción de biomasa desde la emergencia del cultivo hasta el 100 % de cobertura del suelo por el canopeo, en tanto que la temperatura del aire controla el desarrollo del área foliar, acelerando la tasa de aparición de hojas y el ritmo de expansión foliar (Lorenz y Wiebe, 1980), determinando de esta forma la superficie foliar capaz de interceptar la radiación fotosintéticamente activa.

De Grazia *et al.*, (2001), realizó un trabajo sobre el 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), donde encontró que menores niveles de radiación incidente condujeron a la producción de hojas con una mayor superficie por unidad de biomasa, de esta forma, puede inferirse que el nivel de radiación actúa sobre la tasa de crecimiento controlando la tasa de asimilación neta, o ritmo fotosintético. Los rendimientos obtenidos, presentados como peso fresco final de plantas de tamaño comercializable, responden al comportamiento de las variables de crecimiento. Para la primera época de siembra se observó una disminución del Peso Fresco Total sólo cuando la radiación fue atenuada 65 %. En la segunda época de siembra (invernal) se obtuvieron plantas con menor contenido de Materia Seca y con mayor participación del tallo en la biomasa aérea como consecuencia de un acortamiento de la etapa vegetativa (De Grazia *et al.*, 1998).

Archila *et al.*, (1996), realizó un experimento de evaluación de crecimiento y desarrollo de dos variedades de lechuga en el segundo semestre del año de 1991 (otoño-invierno), en donde obtuvo que el ciclo vegetativo de las plantas de lechuga fue de 112 días, desde la siembra hasta la obtención del producto comercial. En este trabajo encontró que la etapa de formación de roseta se lleva a cabo entre los 14 y 35 días

después del trasplante, la duración de esta fase de crecimiento fue de 29 días. La etapa posroseta comienza a los 63 días después del trasplante (cuatro semanas después del trasplante) y termina a los 112 dds. Por otro lado al comparar los resultados de área foliar y materia seca se observó una relación directa entre estas dos variables; de esta manera, la superficie foliar es mayor en los materiales que presentan mayor peso seco. Los valores máximos de área foliar se obtuvieron en las semanas décima y undécima después del trasplante, épocas adecuadas para la labor de cosecha desde el punto de vista de la producción de follaje. El peso seco sigue una dinámica similar a la forma como evoluciona el área y el modelo logarítmico sigue siendo el mejor para explicar su comportamiento en el tiempo. Ésta respuesta puede indicar que las hojas de la lechuga son capaces de actuar como fuente y sumidero, utilizando, en alta proporción, sus propios asimilados para la respiración, el crecimiento y el almacenamiento en las mismas. Entonces, las diferencias en rendimiento se pueden explicar por el peso seco de la hoja, observándose que a las hojas más pesadas les corresponden mayor superficie foliar.

La eficiencia de las plantas cultivadas en cuanto al rendimiento y la producción puede medirse mediante el empleo de índices de crecimiento, los cuales indican la eficacia de las plantas en el aprovechamiento de los factores ambientales, del sitio donde crecen y se desarrollan y la forma como las plantas distribuyen sus recursos. Es decir, que el análisis de crecimiento proporciona parámetros adecuados para las evaluaciones de producción en estudios de genotipos, efectos de clima, manejo de comunidades vegetales, etc., (Archila *et al.*, 1998). La cinética del área foliar y del peso seco suministran información sobre el funcionamiento de una planta. Sin embargo, esta información no permite penetrar lo suficiente en los procesos de crecimiento, y es necesario apelar a índices de crecimiento para precisar sobre los factores que lo afectan. Por ejemplo, se dice que el 90 % del peso seco de una planta se deriva directamente de la fotosíntesis, y es lógico examinar la forma como la superficie foliar y la eficiencia fotosintética de cada unidad del área determinan esta proporción. Todos los índices pueden calcularse con valores de peso seco y de área foliar en varios intervalos de tiempo. Rincón (1997) conceptúa que el análisis del crecimiento es de importancia en

los programas de mejoramiento, pues permite conocer algunas características de las plantas que están asociadas con la producción.

Archila *et al.*, (1998) encontró en un experimento realizado en el análisis de crecimiento de cuatro variedades de lechuga, que las tendencias seguidas mediante los datos primarios de materia seca y área foliar de los materiales de lechuga, encontrándose que para las relaciones área/peso siguen una tendencia lineal en el tiempo. También obtuvo que la tasa relativa de crecimiento disminuyó en la ontogenia de los cuatro materiales de lechuga. Ello puede ser debido a las diferencias entre la tasa de división y crecimiento celular en las distintas partes de la planta. La tendencia de la tasa de asimilación neta es a disminuir con el desarrollo del cultivo, lo cual puede ser atribuido al sombreado de las hojas exteriores sobre las inferiores, en la medida en que se forma la cabeza, lo cual afectaría la radiación recibida en los diferentes estratos de laminas foliares y, por ende, en las tasas de fotosíntesis.

Villegas *et al.*, (2004), en un estudio realizado en jitomate en donde evaluó el crecimiento del cultivo, acumulación de materia seca en planta, en el rendimiento y tamaño de fruto del tomate, encontró que la acumulación de biomasa del tomate por unidad de superficie también tendió a incrementarse conforme se incrementó la densidad de población. El autor cita a Heuvelink (1995), que obtuvo resultados similares, quien establece que esta respuesta a la densidad obedece al aumento en el índice de área foliar y, por ende en la intercepción de la luz. Barraza *et al.*, (2004), encontró en el cultivo del jitomate que a medida que la planta llegaba a su estado de cosecha el número de hojas se incrementaba alcanzando su mayor número de hojas a los 105 días después del trasplante, el mayor número de hojas es un evento favorable para la producción del cultivo, en vista de que la actividad fotosintética laminar y el crecimiento están estrechamente relacionados, ya que la cantidad de fotosíntesis que una planta realiza depende de la superficie de la hoja u órganos fotosintéticos que posea y de la actividad fotosintética por unidad de área de estos tejidos, al mismo tiempo, el área foliar depende del número de hojas, de la velocidad de crecimiento y del tamaño final.

En un experimento realizado por Camarillo (2011), concluyó que la producción de biomasa fresca acumulada en tres genotipos evaluados durante el periodo primavera-verano, se concentró en la etapa de llenado de cabeza con porcentajes de rendimiento de

57.11 %,63.42 % y 54.46 % para los genotipos Raider, Montemar y Seminole respectivamente. Cordero (2011), evaluó tres variedades de lechuga para el ciclo primavera-verano, en donde concluye que la variedad de mejor respuesta fue la Montemar, la cual presentó el mayor número de cabezas de calidad comercial (45,513.15 unidades ha⁻¹), índice de lechugas de primera calidad (0.843) y mayor rendimiento de calidad comercial con 46,366.76 kg ha⁻¹.

En el estado de Puebla utilizan para la siembra de primavera (abril a septiembre) las variedades Top Gun, Annie, Warrior, Van Sal 210 y Patriot, entre otras; y para otoño (octubre a marzo) Honcho, Cool Breeze, Cool Guard, Shilo y Prime Time principalmente. Cada una de ellas tiene características que las diferencian entre sí, ya sea por su precocidad en la producción, dimensiones, color, etc. La diferencia entre las de primavera y las de otoño radica en que las primeras se desarrollan más rápido que las segundas, con una diferencia de un mes aproximadamente entre ambas, dependiendo de las condiciones de frío, que es lo que ocasiona trastornos (INFOASERCA, 1993). El Inifap (2011) recomienda para la zona de del Bajío de Guanajuato el trasplante para los meses de agosto y septiembre la variedad Raider Plus, para el mes de noviembre las variedades Coyote, Cool breeze y Bubba, de noviembre a diciembre se recomienda trasplantar las variedades Grizly, Veleta, Honcho, Asdrubal, Sure shot, Top Billings entre otras. La variedad Rider se recomienda para los meses de febrero a mayo. Para la zona norte de Guanajuato se recomienda trasplantar para los meses de septiembre a octubre las variedades Coyote, Bubba, Grizly, Veleta, Honcho, Asdrubal, Sure hot, Top billins, Javelina y Rhino. La variedad Rider se recomienda el trasplante en los meses de marzo a agosto (Inifap, 2011)

Índices de Crecimiento

Crecimiento radical

El crecimiento radical de la lechuga depende de diverso factores, siendo los de mayor influencia: técnicas de cultivo, suelo, sistemas de riego y climatología. La lechuga es una planta con raíces densas que pueden crecer 2 cm diarios y alcanzar profundidades de 1 m. Sutton y Merit (1993) y Gallardo *et al.*, (1996 b) encontraron que la mayor parte de las raíces de la planta se concentran en los primeros 15 cm. En condiciones de riego por

goteo y suelos franco arcillosos la profundidad de las raíces alcanza los 35 cm de profundidad, explorando lateralmente un diámetro de 25-30 cm, concentrándose la mayor densidad entre los 10-25 cm de profundidad (Rincón *et al.*, 1991, citado por Rincón, 2008). En situaciones de déficit hídrico, la lechuga tiende a desarrollar las raíces en profundidad al efecto de extraer agua de los niveles del suelo más bajos (Gallardo *et al.*, 1996 b). El mantenimiento de déficit hídrico en las primeras fases vegetativas de los cultivos hortícolas en riego por goteo, es práctica corrientemente utilizadas para forzar a la planta a emitir un sistema radicular vigoroso y de esta forma evitar problemas de absorción de agua y nutrientes en fases vegetativas de máximos requerimientos.

Área foliar

Las hojas de lechuga emergen alternamente en forma de roseta de un tallo corto, distinguiéndose dos tipos de hojas: las exteriores anchas y extensas y las interiores apretadas que en la lechuga iceberg forman un cogollo arrepollado. El número total de hojas de la planta varía entre 40 y 50 según el ciclo del cultivo, variando el número de hojas exteriores entre 15 y 20 y el de hojas interiores entre 25 y 35 (Zing and Yamaguchi, 1962). El índice de área foliar (IAF) de la lechuga (relación entre la superficie total de hoja de la planta (m^2) y la superficie de suelo que le corresponde según marco de plantación (m^2) varía con el cultivar y con la fecha de plantación, tendiendo a ser mas altos en ciclos de cultivo de otoño-invierno que en cultivos de invierno-primavera y de primavera. El IAF aumenta durante todo el periodo del cultivo, alcanzando valores de 7.5 en la recolección de lechugas de gran porte (iceberg y romana), produciéndose el incremento más elevado en los 30 días previos a la recolección (Rincón *et al.*, 1991, citado por Rincón, 2008).

Producción de biomasa

Uno de los índices del crecimiento de la planta más importante es la acumulación de materia fresca total. La biomasa total producida depende del cultivar y del régimen de temperaturas y de la radiación solar en el ciclo del cultivo (Wurr *et al.*, 1991) en la lechuga iceberg el 42.5 % corresponde a las hojas exteriores, el 50 % a las hojas interiores y el 7.5% a los troncos, variando el peso de los cogollos comerciales 0.4 y 2 kg (Rincón y Sáez, 1997) En términos generales, entre el 50 y 65 % total producida por

la lechuga se acumula en los 25-45 días previos a la recolección, dependiendo del ciclo de cultivo y variedad y de este porcentajes el 30-40 % en los 10 días previos a la recolección (Zinck y Yamaguchi 1962; Rincón 2008)

Manejo del Cultivo

Siembra

Toda la semilla que se siembra se establece principalmente en almácigos, en contenederos que son charolas de unicel o plástico (Vallejo *et al.*, 2004). Se siembra una semilla por orificio y se deja que germine. La germinación que por lo regular tarda de 30-50 días según la época, aportando riegos constantes y fertilizaciones adecuadas.

Trasplante

Se lleva a cabo cuando las plantas tienen de 6-8 hojas verdaderas, con un desarrollo de 10-12 cm, lo cual sucede a los 30-50 días de la siembra, según la época (Sobrino y Sobrino, 1994). La lechuga es muy versátil en el marco de plantación. La época del año puede ser determinante para escoger una densidad; por ejemplo, en la época lluviosa, es conveniente dar más espacio a las plantas por cuestiones sanitarias. Se usa por lo regular un marco de plantación de tres bolillo, con una distancia entre surcos de 1 m a doble hilera, con una distancia entre plantas de 30 cm. De Grazia *et al.*, (2001) en un estudio que realizó sobre lechuga y el efecto de la radiación en épocas de siembra, obtuvo que en época invernal aparece como el principal limitante del crecimiento, ya que niveles de radiación condujeron a una apreciación visual del color de plantas (aspecto etiolado), con un evidente disminución en su contenido de clorofila. Así también mostró mayor uso de dosis de fertilización.

Riegos

La frecuencia y cantidad de riegos depende del tipo de suelo, del tamaño de la planta y del clima. Se debe tener cuidado de no aplicar agua en exceso. La lechuga requiere de 300 a 600 mm de agua durante todo su ciclo, para su normal desarrollo (Osorio y Lobo, 1983). A medida que la planta crece aumenta su follaje aérea y volumen y por consiguiente presenta una mayor transpiración que incrementa las necesidades hídricas

para mantener un acelerado ritmo de crecimiento en un periodo corto de 40-50 días después del trasplante (Vallejo *et al.*, 2004).

El mejor sistema de riego, que actualmente se está utilizando para el cultivo de la lechuga es el riego por goteo, el cual es más preciso y efectivo, aportando la humedad necesaria para que la planta siempre este bien hidratada y no sufra estrés por déficit de agua.

Aporques

En algunos casos, cuando los riegos han provocado el destape de los tallos basales, se hace necesario ejecutar los aporques para estimular el rápido crecimiento de las planta. En sistemas de siembra sin cubierta externa se recomienda hacer el aporque mediante rayado del fondo del surco, el cual permite acercar suelo o sustrato alrededor de la planta ayudando a la respiración de las raíces.

Fertilización

Las necesidades nutricionales de la lechuga presenta alta variación, dependiendo de su tipo (lechugas de cabeza o batavias, de hojas suelta), también del volumen y tamaño de crecimiento (lisas escarolas, romanas) y del tipo del cultivar. Los ciclos cortos sugieren un abonamiento de base fuerte antes del trasplante y fertilizaciones complementarias con el fertirriego o liquidas foliares o en “drench” (Vallejo *et al.*, 2004).

López y López (1990), mencionan los rangos que tienen que tener la acumulación de algunos nutrientes para considerarse bien fertilizadas.

Cuadro 2. Niveles de nutrientes en hojas de lechuga.

NUTRIENTE	DEFICIENTE	OPTIMO	EXCESO
Nitrógeno	4,000 ppm	8,000 ppm	+ 8,000 ppm
Fósforo	2,000 ppm	4,000 ppm	+4,000 ppm
Potasio	2	4	+4

En el cuadro 3, Lee *et al.*, (2000), citado por Vallejo *et al.*, (2004) indican la extracción de nutrientes durante el ciclo de cultivo de la lechuga.

Cuadro 3. Estimación de la extracción de nutrientes durante un ciclo productivo de lechuga.

Elemento	Cantidad
Nitrógeno	130-220 kg ha ⁻¹
Fósforo	47-72 kg ha ⁻¹
Potasio	200-400 kg ha ⁻¹
Calcio	35-62 kg ha ⁻¹
Magnesio	12-48 kg ha ⁻¹

En el cuadro 4 se indican los requerimientos nutrimentales de la lechuga para obtener una tonelada de producto cosechado (Castellanos *et al.*, 2000).

Cuadro 4. Requerimientos nutrimentales para producir una tonelada de producto cosechado.

Cultivo	Parte de la planta	kg de N/t de producto cosechado N	kg de P ₂ O ₅ /t de producto cosechado	kg de K ₂ O/t de producto cosechado
Lechuga	Total	3.5	1.5	7.0

Por otro lado Castaños (2000) recomienda para suelos en México, la aplicación de 120 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, Potasio no se recomienda la aplicación ya que hay suficiente en los suelos.

Plagas y Enfermedades

Plagas de la lechuga

Pulgones (*Narsonovia ribisnigri*, *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*)

La presencia de individuos vivos en las hoja durante la cosecha, con lo cual el producto pierde totalmente su valor comercial. Este áfido también puede actuar como vector del virus de mosaico de la lechuga y del pepino, aunque no es considerada de importancia en este sentido. En climas templados a fríos, la especie presenta un desarrollo holocíclico (fases sexuada y asexual). En invierno la hembra deposita huevos producto de la reproducción sexual, en hospederos del género *Ribe* (grosella espinos, negras y blancas). Entre los hospederos secundarios se encuentran principalmente la lechuga, achicoria y radichio. Sin embargo existen otros como las malezas como las asteráceas.

En lechuga tipo “iceberg” la colonización de esta plaga puede producirse en cualquiera de los estados fenológicos del cultivo, siendo posible encontrar los pulgones en el interior de hojas envolventes y corazón de las lechugas de este tipo. En variedades

de hojas sueltas son encontradas profundamente dentro de la roseta (Larrain, *et al.*, 2008).

Para su control es necesario que desde la etapa de plántula se deba tener especial cuidado de no introducir la plaga al campo en el trasplante. El control de malezas hospederas y en los alrededores del cultivo de la lechuga es una estrategia de manejo relevante, se debe de tener un manejo integrado de plagas al realizar un monitoreo de insectos y realizar aplicaciones químicas en forma oportuna y más precisa. Se puede aplicar malathion, lannate, endosulfan, pirimicarb, metamidofos (Vallejo *et al.*, 2004; Castaños, 2000.).

Falso medidor (*Trichoplusia ni* H.) y Gusano soldado (*Spodoptera exigua* H.)

Ambas especies son palomillas migrantes, cuya larva al alimentarse de las hojas disminuyen considerablemente el área foliar. Al coincidir altas poblaciones de larvas con las primeras etapas de desarrollo de las plantas, pueden causar retraso en el crecimiento y desuniformidad en la maduración del cultivo. Las larvas grandes pueden barrenar las lechugas y contaminar el producto con su presencia y excrementos.

El falso medidor tienen muchos enemigos naturales que con frecuencia mantienen a las poblaciones de larvas en bajos niveles que no ocasionan daño económico relevante. Un enemigo natural importante es la avispa *Trichogramma*, que normalmente parasita a los huevecillos del falso medidor y otras larvas de lepidópteros. Los huevecillos parasitados se vuelven color negro, denotando la presencia del parasito en el interior de su cuerpo y normalmente son fácil de distinguir de los huevecillos normales, que siguen siendo blancos excepto para un punto negro que aparece justo antes de emerger la larva. Otros enemigos naturales que atacan las formas inmaduras del falso medidor son la mosca *Voria ruralis*, y las avispas *Hyposoter exiguae*, *Copidosoma truncatellum* y *Microplitis* spp. Para control químico se puede aplicar productos a base de endosulfan, cipermetrina, benzoato de emamectina, spinosad, malation (Inifap, 2011).

Minador de la hoja (*Pegomya hyoscyami*, *Liriomyza pusilla*)

Los gusanitos son de color amarillentos o café, que causan minaduras que van aumentando su diámetro a medida que el gusanito se desarrolla. Las pupas son de color

café claro, con ciertas tonalidades rojizas y tienen la forma de semilla. Los adultos insertan los huevecillos en las hojas y las larvas se alimentan entre la epidermis de las hojas, originando las minaduras. Las hojas adquieren un aspecto blanco o transparente (Castaños, 2000). El insecto pupa en el suelo. El ciclo de vida se realiza en dos semanas, en climas cálidos y se pueden presentar de 5 a 10 generaciones en el año. Se controla aplicando dimetoato, metamidofos, diazinón o aspersiones con Avermectrina (Vallejo *et al.*, 2004).

Enfermedades de la lechuga

Cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*)

La enfermedad se caracteriza por la formación de manchas blancas superficiales por ambos lado de las hojas y tallos, con crecimiento polvosos y blanquecinos, más frecuentes observables en la parte superior del follaje y en los peciolos. En ataques severos, el hongo puede cubrir toda la superficie de hojas y tallos provocar un marchitamiento general. Ocasionalmente se pueden detectar fructificaciones pequeñas de color negro, que también producen micelio. La enfermedad se desarrolla mejor bajo condiciones de clima cálido y seco. Esporádicamente ocasionando daños de importancia económica. Existen variedades tolerantes a la enfermedad. Destruir los residuos de la cosecha anterior y evitar los excesos de fertilización nitrogenada, además de aplicar productos a base de sulfato tribásico de cobre (Castaños, 2000).

Mildiu veloso (*Bremia lactucae*)

El mildiu es una de las enfermedades más frecuentes que afectan a la lechuga. Se desarrolla sobre los cotiledones y sobre las hojas de la corona, recubriéndolas con un fieltro blanco más o menos denso, invade los tejidos foliares y posteriormente se ponen cloróticas, las hojas muy tocadas sobre las que las manchas han confluido, se necrosan por completo y mueren (Blancard, 2005). Este hongo va siempre ligado a las condiciones de humedad y temperatura entre 10 y 24 °C, con humedad relativa cercana al 100 % favoreciendo su desarrollo. La gravedad del ataque siempre va en función de las condiciones ambientales. La presencia de esta enfermedad reduce la calidad y

rendimiento del cultivo, puede ser vía de entrada de otras enfermedades. Para el control de esta enfermedad se puede realizar aplicaciones de fungicidas a base de metalaxil, mancozeb, oxidasyl (Vallejo *et al.*, 2004).

Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*)

Es un hongo que vive en el suelo y le hace daño al cuello de la planta hacia la raíz. Su incidencia es mayor con altas humedades y temperaturas frescas, los síntomas aéreos son de marchitamiento y amarillamiento. Cuando el daño es severo puede ocasionar la muerte de la planta. Este hongo puede vivir mucho tiempo en el suelo y su presencia es bastante común en la mayoría de los suelos ya que tiene una gama amplia de hospederos. Visualmente se diferencia de la esclerotinia porque la rhizoctonia no produce esclerosios. La prevención con el hongo Trichoderma (*Trichoderma harzianum*), es muy efectiva. Este es un hongo que se inocula al momento del trasplante o bien en el vivero. El hongo actúa por competencia por espacio, coloniza la raíz de la lechuga y no permite que hongos malignos ataquen la planta. El éxito depende de su correcta aplicación. La aplicación de Trichoderma debe hacerse cada nuevo ciclo y bajo mucha presión de hongos se puede hacer una segunda aplicación previa a la formación de cabeza que es cuando más susceptible se vuelve la lechuga (Theodoracopoulos *et al.*, 2009).

Esclerotinia (*Sclerotinia* sp.)

Esta enfermedad es mas ostensibles a medida que las plantas se acercan a la madurez. El primer síntoma es el marchitamiento de las hojas inferiores, las que al colapsarse provocan que toda la planta se marchite y amarille. En la parte inferior de las hojas y la base del tallo, se observan formaciones vellosas de color blanco, que posteriormente se ennegrecen. La enfermedad concentra su ataque, inicialmente, en la porción inferior de la planta, cerca del suelo. En las últimas etapas de la infección, la cabeza de las plantas se desintegra una masa acuosa cubierta por el hongo. El tiempo frío y húmedo favorece el desarrollo de la enfermedad. Se recomiendan barbechos profundos, un manejo adecuado de agua para evitar encharcamiento o saturación del suelo, utilizar terrenos con buen drenaje y remoción de los residuos, de las plantas infectadas. Debe evitarse

sembrar hortalizas después de la alfalfa o el frijol (Castaños, 2000) se puede realizar aplicaciones de fungicidas como: Iprodione, Clorotalonil, Carbendazin, Benomil (Vallejo *et al.*, 2004)

Alternaria (*Alternaria* sp.)

La alternaria es un hongo oportunista y su presencia dependerá del estado nutricional de la planta. Plantas débiles son más propensas al ataque de alternaria y hay riesgo de infestación cuando el riego es deficiente o las condiciones de humedad son altas. En lechuga, normalmente se ve más alternaria cuando se comienza con un lote y es su primer encalado. Como se dijo anteriormente, la lechuga necesita pH 6.0 y esto casi nunca se logra al inicio del proceso de mejora del suelo, por lo que la planta resiente esto y se vuelve más susceptible al ataque de alternaria (Vallejo *et al.*, 2004).

Mancha bacteriana (*Xanthomonas* sp.)

Aunque de menor importancia, siempre se debe tener en cuenta la probabilidad de mancha bacteriana, ya que se produce en cultivos de lechuga de hija y variedades de cabeza, así en las brácteas florales de lechuga para semillas. Los primeros síntomas son pequeñas manchas cubiertas de agua en las hojas más viejas de la planta. Estas lesiones suelen ser limitadas 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 a un papel, pero conservan el color negro. Las lesiones rara vez se presentan en las hojas de desarrollo. Si las lechugas se empacan en cajas de cartón, organismos secundarios pueden colonizar las lesiones y dar lugar a problemas de post-cosecha. Para control de la enfermedad se recomienda usar hidróxido de cobre asociado con el zineb o el mancozeb, así como la eliminación de residuos vegetales (Koike, 2007).

Virus del Mosaico de la Lechuga y Virus del Amarillameo de la lechuga

Es uno de los virus más graves que atacan a la lechuga. En las plantas jóvenes provistas de semilla infectadas se distingue rápidamente, sobre las hojas, aclareos de las nervaduras, 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 mas tardíamente revelan un jaspeado de verde claro amarillo y deformaciones foliares especialmente un enrollamiento de hojas externas .Moteados y mosaicos verdosos que se van acentuando al crecer las plantas, dando lugar a una clorosis generalizada, en algunas foliares (Blancard,2005). Para su manejo se necesita variedades resistentes, control de vectores como moscas blancas y trips así como el uso de semilla de buena calidad (Vallejo *et al.*, 2004).

Calidad de la Lechuga

Calidad

Al aplicar el concepto de calidad específicamente a la lechuga, las características más apreciadas son la presencia de signos de frescura, hojas brillantes libres de daños, sin amarillamientos o decoloraciones, sin quemaduras en sus bordes y con nervaduras que no tengan rajaduras (Barón *et al.*, 1996).

Muchos factores de pre cosecha determinan la composición y calidad de los productos hortícolas. La influencia de cada uno puede variar en su intensidad y hacerlo en forma individual o por interacción con otros factores. Por lo tanto la calidad comienza a determinarse mucho antes de la cosecha y es importante conocer la manera en que estos factores afectan el comportamiento de las hortalizas posteriormente a su cosecha. Dentro de los factores pre cosecha se encuentran: el material genético y fisiología de la planta (Lata y Przeradzka, 1999), la fertilización (Arias, 1998) y factores ambientales (Gazula *et al.*, 1994). Respecto al material genético y fisiología, Couture *et al.*, (1993) trabajando con lechugas de cabeza mínimamente procesadas, cosechadas en estado inmaduro, maduro y sobre maduro, encontraron que entre los 6 y 10 días de almacenamiento existían diferencias significativas en la calidad (pardeamiento).

Por otro lado, Arias (1998) reporta que la calidad y el rendimiento de lechuga son afectados marcadamente por una fertilización nitrogenada. Por ejemplo, una fertilización deficiente en nitrógeno origina plantas pequeñas de color amarillo y poco succulentas. Sin embargo, dosis altas provocan un rápido crecimiento de las plantas, con atraso en la formación de la parte comestibles. Gazula *et al.*, (2004), reportan que las condiciones agroecológicas en las que se desarrolla el cultivo, en especial radiación, temperatura,

humedad atmosférica, factores bióticos disponibilidad de agua en el suelo, afectan la calidad de la lechuga.

La calidad de la lechuga puede ser determinada objetivamente midiendo sus componentes físicos o químicos. Propiedades como textura, firmeza, sabor, olor y calidad nutricional pueden determinarse mediante métodos no destructivos. Algunos de estos utilizan la resonancia magnética nuclear y la cromatografía de gases. Los atributos de interés para los consumidores son: madurez o apariencia visual, textura, firmeza, valor nutricional y seguridad alimentaria. Estos atributos pueden ser estimados por métodos no destructivos (Watada, 1999). La madurez en lechuga es una característica de calidad que está basada en la compactación de la cabeza. Una cabeza compacta se define como la que requiere de una fuerza manual para ser comprimida, y es considerada apta para ser cosechada. Una cabeza muy suelta es considerada como inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobre madura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características de la Zona de Estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía; situado en el Km. 14.5 de la carretera San Luís – Matehuala, en el ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Climatología

De acuerdo a la clasificación de Köepen (1948) modificada por García (1972) el clima para esta zona corresponde a la fórmula BSoKW” (1’), que equivale a un clima seco estepario frío. La dirección de los vientos dominantes son del noreste al suroeste, que son vientos moderados a débiles provenientes del Golfo de México.

Temperatura

La temperatura media anual es de 19.6 °C, con una máxima de 35.5 °C, y una mínima de 7.5 °C, los meses de abril, mayo y junio son 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.

Vegetación

La vegetación predominante en la zona, de acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1965) corresponde a 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 nopal (*Opuntia* spp).

Características del suelo

En el cuadro 5 se indican las características del suelo en donde se desarrolló el experimento, a una profundidad de 30 cm.

Cuadro 5. Características del suelo del sitio de experimento

Característica	Resultado y/o interpretación
% de arena	56.4
% de arcilla	21.24
% de limo	22.36
Clase textural	Franco arcilloso arenoso
% CC	22.8
% PMP	12.9
Da	1.4 g cm ⁻³
pH en agua (1:2)	8.01 (moderadamente alcalino)
CE x 10 ³ dSm ⁻¹	1.77
% de CO ₃ totales	0.93 (bajo)
% de M.O.	1.13 (bajo)

Desarrollo del Experimento

Preparación del terreno

Se inició dando una rastra para quitar todo material vegetal existente, posteriormente se realizó un barbecho con el fin de descompactar el terreno, facilitando drenaje y aireación, así como la incorporación de los residuos de cosecha anterior. Después se realizó otro paso de rastra para mullir los terrones que hayan quedado con el barbecho. Enseguida se procedió a realizar la nivelación del terreno para evitar probables encharcamiento de agua e irregularidades en el suelo y por último se formaron los surcos y camas, quedando así en condiciones buenas para realizar el riego de trasplante y favorecer un buen establecimiento del cultivo y las labores de cultivo.

Trasplante

La actividad del trasplante se realizó de forma manual, estableciéndose el día 10 de septiembre de 2011 y se usó plántula previamente desarrollada en un invernadero comercial.

Labores de cultivo

Se realizó la primera escarda a los 20 días después del trasplante, la segunda escarda se realizó a los 40 días después del trasplante, ésta actividad consistió en deshierbar la parte superior del surco con azadón. Para deshierbar el fondo del surco se utilizó el tractor con la cultivadora, realizando dos trabajos al mismo tiempo ya que aparte de

deshierbar, se realizó el trabajo de aporque. Con esto genera mayor aireación a las raíces del cultivo mejorando el crecimiento radicular. A los 60 días se realizó un deshierre manual para facilitar la cosecha.

Fertilización

En este experimento para la fertilización se usó el tratamiento 158-90-60 (Cordero, 2011); se usó como fuente de N el NH_4NO_3 , como fuente de fósforo se usó H_3PO_4 al 85%; y como fuente de potasio se usó KNO_3 con el grado 12-00-45, en el cuadro 6 se indican las dosis semanales y número de semanas en que se realizó la fertilización.

Cuadro 6. Fertilización del cultivo de la lechuga en cada etapa fenológica

ETAPA	SEMANAS	kg de NH_4NO_3 (kg ha ⁻¹)	H_3PO_4 (L ha ⁻¹) Al 85% de Concentración	K_2SO_4 (kg ha ⁻¹)
Etapa de formación de roseta	5	28.2089	7.60	17.1426
Etapa de formación de cabeza	3	54.7481	7.60	8.5713
Etapa de llenado de cabeza	3	78.3581	7.60	8.5713

Control de plagas y enfermedades

Durante el ciclo del cultivo se realizaron aplicaciones químicas para controlar las plagas y prevenir enfermedades; en los cuadros 7 y 8 se indican los productos usados para este propósito.

Cuadro 7. Control de plagas durante el ciclo del cultivo

FECHA	PLAGA	PRODUCTO
26 de Septiembre de 2011	Pulgones (<i>Myzus persicae</i>)	Thiodan 1 L ha ⁻¹
10 de Octubre de 2011	Pulgones (<i>Myzus persicae</i>) Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>)	Proclaim 250 g ha ⁻¹
31 de Octubre de 2011	Pulgones (<i>Myzus persicae</i>) Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>) Gusano falso medidor (<i>Trichoplusia in</i>)	Ambush 400 ml ha ⁻¹
14 de Noviembre de 2011	Pulgones (<i>Myzus persicae</i>) Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>)	Proclaim 400 g ha ⁻¹

Cuadro 8. Control de enfermedades durante el ciclo del cultivo

FECHA	EMFERMEDAD	PRODUCTO
26 de Septiembre de 2011	Cenicilla vellosa	Cupravit 1 kg ha ⁻¹
10 de Octubre de 2011	Cenicilla vellosa	Manzate 1 kg ha ⁻¹
31 de Octubre de 2011	Cenicilla vellosa Mildió (<i>Bremia lactucae</i>) Mancha del follaje (<i>Alternaria spp</i>)	Cupravit 2 kg ha ⁻¹
14 de Noviembre de 2011	Cenicilla vellosa Mildió (<i>Bremia lactucae</i>) Mancha del follaje (<i>Alternaria spp</i>)	Manzate 2 kg ha ⁻¹

Programación del riego

El sistema de riego fue con espaciamentos entre regantes de 1.02 m y entre emisores de 0.30 m, con un gasto del emisor de 1.0 LPH con una cintilla de calibre ocho mil. Se colocaron tensiómetros de cerámica para evaluar el abatimiento de humedad y aplicar los riegos en forma oportuna. Se elaboró el calendario de riego, usando el método de Blaney y Cridle con la modificación de Phelan para determinar el U.C, considerando un nivel de abatimiento del 10 % de humedad.

Cosecha

Se realizó manualmente a los 77 días después del trasplante, posteriormente se procedió a la selección de lechugas con calidad comercial, se contaron y se pesaron en forma individual.

Material genético

Se utilizaron seis variedades de lechuga: Rider, Montemar, Honcho II, Coyote, Bubba y Annie.

Diseño Experimental

El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental constó de seis surcos de cinco metros de largo, con separación entre surcos de 1.02 m, y distancia entre planta de 0.30 m a doble hilera (marco tres bolillo).

Variables Evaluadas

Durante el desarrollo del experimento se realizaron las siguientes evaluaciones:

1. Días a inicio de formación de cogollo.
2. Días a inicio de formación de cabeza.
3. Días a cosecha.
4. kg de materia fresca por UE de parte vegetativa y de raíz en la etapa de plántula.
5. kg de materia fresca por UE de parte vegetativa y de raíz en la etapa de inicio de formación de roseta.
6. kg de materia fresca por UE de parte vegetativa y de raíz en la etapa de inicio de formación de cabeza.
7. kg de materia seca por UE de parte vegetativa y de raíz en la etapa de plántula.
8. kg de materia seca por UE de parte vegetativa y de raíz en la etapa de inicio de formación de roseta.
9. kg de materia seca por UE de parte vegetativa y de raíz en la etapa de inicio de formación de cabeza.
10. kg de materia fresca por UE de parte vegetativa y de raíz en la etapa de cosecha.
11. kg de materia seca por UE de parte vegetativa y de raíz en la etapa de cosecha.

En la etapa de cosecha se evaluó el rendimiento de materia fresca, seca y biomasa en kg por ha⁻¹ y los componentes de rendimiento:

12. Número de lechugas de calidad comercial por ha.
13. Peso individual de cabeza de lechuga.
14. Diámetro de cabeza.

En las etapas de desarrollo de la planta; plántula, formación de roseta, formación de cabeza y cosecha se tomaron muestras que constó de 1.5 m de largo a doble hilera para cada unidad experimental, se extrajo cada planta en forma individual 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 residuos de sustrato o suelo, que tienen el cepellón. Después se procedió a pesar tanto la raíz como la parte aérea, para obtener el peso fresco. Ya obtenido el peso las muestras se embolsaron, se etiquetaron y posteriormente se procedió al secado de la materia fresca en una estufa con circulación forzada de aire a

una temperatura de 60 °C hasta peso constante (aproximadamente 72 horas) después se obtuvo el peso seco de la parte radicular y aérea.

Para evaluar el número de cabezas de lechuga de calidad comercial se tomó cuatro surcos de 1.02 m de ancho y 5 m de largo y se procedió a contar las cabezas de lechuga de calidad comercial. Para la variable diámetro de cabeza y peso individual de cabeza, se tomaron veinte cabezas de lechuga las cuales se les tomó el diámetro y se procedió a pesarlas individualmente.

Análisis Estadístico

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapa de Plántula

En esta primera etapa de evaluación, de acuerdo al estudio de la variación a través del Anava, no se encontró diferencias significativas entre los genotipos evaluados para las variables: producción de materia fresca de la parte vegetativa, materia seca en la parte vegetativa, materia seca de la raíz, peso de biomasa fresca y peso de biomasa seca ($P \leq 0.05$).

Para la variable materia fresca de la raíz de acuerdo al estudio de la variación a través del Anava se encontró diferencia significativa entre las diferentes variedades (cuadro 9), siendo la variedad Bubba la que presentó la mayor producción de materia fresca en raíz con 6.25 g por UE, variedad que es estadísticamente igual a las variedades Coyote y Annie de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$). En tanto las variedades Rider (5.15 g por UE), Montemar (4.75 g por UE) y Honcho II (3.05 g por UE) son estadísticamente iguales en la producción de materia fresca de raíz (cuadro 10).

Cuadro 9. Cuadros medios, grados de libertad y significancia de los análisis estadísticos de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) de los análisis de varianza correspondientes de la etapa de plántula.

FV	MF PV	MS PV	MF R	MS R	PB F	PB S
CM	30.2528	0.0893	2.886	0.0215	43.976	0.1708
CM _{error}	22.0248	0.05	0.061	0.0095	22.848	0.0855
Gl _{error}	5	5	5	5	5	5
Significancia	NS	NS	*	NS	NS	NS

Cuadro 10. Promedios y pruebas de rango múltiple de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) expresados en g por unidad experimental (UE) de la etapa de plántula.

Variedad	MF PV	MS PV	MF R	MS R	PB F	PB S
Bubba	38.45	1.85	6.25 A	0.45	44.7	2.3
Annie	33.35	1.7	5.95 A	0.55	39.3	2.25
Coyote	30.85	1.3	6.05 A	0.30	36.9	1.60
Montemar	30.20	1.55	4.75 B	0.45	34.9	2.0
Honcho II	29.35	1.35	3.05 B	0.30	32.4	1.65
Rider	27.35	1.45	5.15 B	0.50	32.5	1.95
DSH			0.8055			

Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

Etapa de Formación de Roseta

De acuerdo al análisis estadístico no se encontró diferencia significativa en las variables: materia seca de la parte vegetativa (MSPV), materia fresca de la raíz (MFR), materia seca de raíz y peso de biomasa seca (PBS) (cuadro 11). Las variables materia fresca de la parte vegetativa (MFPV) y peso de biomasa fresca (PBF) se comportaron con diferencia significativa entre los genotipos evaluados; de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey (cuadro 12). La variable MFPV se presentaron dos grupos de medias con rendimiento estadísticamente igual en donde destaca la variedad Bubba con el mayor promedio (965.03 g por UE) la cual es estadísticamente diferente a las variedades Rider y Montemar (cuadro 12).

Para la variable peso de biomasa fresca en la comparación de promedios (cuadro 12) se observó dos grupos de medias, siendo la variedad Bubba la que presentó el mayor peso 1026.87 g por UE y estadísticamente diferente a la variedad Rider (745.775 g por UE) de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

Cuadro 11. Cuadrados medios, grados de libertad y significancia de los análisis estadísticos de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) de los análisis de varianza correspondientes a la etapa de roseta.

FV	MF PV	MS PV	MF R	MS R	PB F	PB S
CM	50895.2638	61.1526	152.9187	1.6094	56059.8179	81.0067
CM _{error}	12917.437	35192	58.4520	0.9465	14458.7724	3.8388
Gl _{error}	15	15	15	15	15	15
Significancia	*	NS	NS	NS	*	NS

Cuadro 12. Promedios y pruebas de rango múltiple de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) expresados en g por unidad experimental (UE) de la etapa de roseta.

Variedad	MF PV	MS PV	MF R	MS R	PB F	PB S
Bubba	965.03 A	57.78	61.85	6.40	1026.87 A	64.175
Annie	908.53 AB	52.83	57.08	5.13	965.6 AB	57.950
Coyote	850.20 AB	51.00	58.45	4.95	908.65 AB	55.950
Montemar	682.48 B	47.90	49.23	4.98	731.705 B	52.875
Honcho II	837.83 AB	50.48	60.83	4.88	898.65 AB	55.350
Rider	698.78 B	46.83	47.00	4.60	745.775 B	51.425
DSH	261.40				276.5626	

Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

Etapa de Formación de Cabeza

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, las variedades de lechuga no presentaron diferencias significativas para las variables peso fresco de raíz (PFR) y peso de biomasa seca (PBS) (cuadro 13). Para la variable materia fresca de la parte vegetativa (MFPV) los genotipos mostraron respuesta en la producción de materia vegetativa en esta etapa de crecimiento (cuadro 13). Al realizar la comparación de medias se encontró que los pesos de materia vegetativa son estadísticamente diferentes entre los genotipos observándose la formación de dos grupos de medias, siendo la variedad Honcho II la que presentó el mayor promedio con un peso de 6.27 kg por UE y estadísticamente igual a las variedades Bubba, Annie, Coyote y Rider (cuadro 14).

La variedad que presentó menor peso es Montemar con un peso de 4.41 kg por UE y estadísticamente igual a las variedades Coyote y Rider. Respecto a la variable materia seca de la parte vegetativa (MSPV), fue con diferencia significativa entre los genotipos evaluados; de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey se presentaron dos grupos de medias con rendimiento estadísticamente igual (Cuadro 14) en donde destaca la variedad Honcho II (0.4053 kg por UE) con el mayor promedio y estadísticamente diferente solo a la variedad Montemar la cual presentó el promedio más bajo (0.2449 kg por UE).

Para la variable materia seca de raíz las variedades mostraron diferencias significativas (cuadro 13), en donde se observa que la variedad Coyote es la variedad que presentó mayor peso (0.04643 kg por UE) pero es estadísticamente igual a las variedades Honcho II (0.03740 kg por UE) y Bubba (0.03435 kg por UE). La variedad que presentó el menor promedio de esta variable fue Montemar (0.0249 kg por UE) la cual solamente es diferente estadísticamente a Coyote y Honcho II. En el peso de biomasa fresca (PBF) se encontró diferencia significativa entre las diferentes variedades, siendo la variedad Honcho II la que presentó la mayor producción de materia fresca con 6.55 kg por UE, variedad que es estadísticamente igual a las variedades Coyote, Bubba, Annie y Rider, de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), (cuadro 14).

Cuadro 13. Cuadrados medios, grados de libertad y significancia de los análisis estadísticos de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) de los análisis de varianza correspondientes de la etapa de formación de cabeza.

FV	MF PV	MS PV	MF R	MS R	PB F	PB S
CM	1.7758	0.01195	0.002854.16	0.0002044	1.81039	0.00591
CM _{error}	0.3860	0.00352	0.001216.38	2.917E-05	0.40234	0.05744
Gl _{error}	15	15	15	15	15	15
Significancia	*	*	NS	*	*	NS

Cuadro 14. Promedios y pruebas de rango múltiple de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) expresados en kg por unidad experimental (UE) de la etapa de formación de cabeza.

Variedad	MF PV	MS PV	MF R	MS R	PB F	PB S
Bubba	5. 85 A	0.3667 AB	0.2650	0.0343 AB	6. 11 A	0.4011
Annie	5. 95 A	0.3261 AB	0.2350	0.03098 B	6.08 AB	0.3571
Coyote	5.40 AB	0.3235 AB	0.3025	0.04643 A	5.70 AB	0.3699
Montemar	4.41 B	0.2449 B	0.2375	0.02490 B	4.65 B	0.3330
Honcho II	6. 27 A	0.4053 A	0.2800	0.03740 A	6.55 A	0.4427
Rider	5.06 AB	0.3617 AB	0.2825	0.03383 B	5.34 AB	0.3955
DSH	1.429	0.1364		0.012422	1.4589	

Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

Etapa de Cosecha

En la etapa de cosecha los genotipos respondieron con diferencias significativas en las variables materia fresca de la parte vegetativa (MFPV), materia fresca de la raíz (MFR), y peso de biomasa fresca (PBF) (cuadro 15). De acuerdo a las pruebas de rango múltiple (cuadro 16) para la variable MFPV, se encontró la formación de cuatro grupos de medias con rendimiento estadísticamente igual, en donde destacan las variedades Coyote (20.04 kg por UE) y la variedad Honcho II (19.21 kg por UE) con el mayor promedio y estadísticamente iguales entre sí. Por otro lado la variedad Rider fue la que presentó el menor promedio con tan solo 12.16 kg por UE y estadísticamente diferente a los demás genotipos. Al realizar la comparación de promedios de los genotipos para la variable materia fresca de la raíz se obtuvo la formación de dos grupos de medias estadísticamente iguales, siendo la variedad Coyote la que mayor promedio obtuvo con un total de 0.41170 kg por UE y estadísticamente diferente solo a la variedad Annie (0.25388 kg por UE) (cuadro 16).

Cuadro 15. Cuadrados medios, grados de libertad y significancia de los análisis estadísticos de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) de los análisis de varianza correspondientes de la etapa de cosecha.

FV	MF PV	MS PV	MF R	MS R	PB F	PB S
CM	41.3468	0.04546	0.01136052	9.52954E-05	42.41136	0.04637
CM _{error}	0.5935	0.015949	0.00172524	0.000137.574	0.59022	0.01614
Gl _{error}	15	15	15	15	15	15
Significancia	*	NS	*	NS	*	NS

En la variable peso de biomasa fresca se observa que hay cinco grupos estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey, siendo la variedad Coyote la que presentó mayor peso con 20.4532 kg por UE. Las variedades Montemar (14.3276 kg por UE) y Annie (14.1113 kg por UE), presentaron los peso mas bajos y estadísticamente son iguales.

Cuadro 16. Promedios y pruebas de rango múltiple de las variables: materia fresca de parte vegetativa (MF PV), materia seca de parte vegetativa (MS PV), materia fresca de raíz (MF R), materia seca de raíz (MS R), producción de biomasa fresca (PB F) y producción de biomasa seca (PB S) expresados en kg por unidad experimental (UE) de la etapa de cosecha.

Variedad	MF PV	MS PV	MF R	MS R	PB F	PB S
Bubba	17.32 B	0.8258	0.36720 A	0.03205	17.6872 B	0.8579
Annie	13.86 C	0.7420	0.25388 B	0.02683	14.1113 C	0.7689
Coyote	20.04 A	0.9158	0.41170 A	0.04150	20.4542 A	0.9504
Montemar	13.99 C	0.7749	0.34015 AB	0.03040	14.3276 C	0.8053
Honcho II	19.21 A	0.8918	0.36593 A	0.03393	19.5734 A	0.9257
Rider	12.16 D	0.6256	0.32250 AB	0.03348	12.4850 D	0.6591
DSH	1.7719		0.955328		1.7670	

Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

Componentes del Rendimiento

De acuerdo al estudio de la variación a través del Anava, se encontró diferencia significativa entre las variedades para las variables evaluadas durante esta etapa (cuadro 17). Para la variable número de cabezas de calidad comercial se observa en la comparación de promedio que existen 4 grupos de medias, en donde la variedad Honcho II, Coyote y Bubba sobresalen del resto de los genotipos con promedios de 55,250, 55,000 y 54,000 lechugas por hectárea con buenas características comerciales, cifra mayor a todas la variedades evaluadas (cuadro 18).

Respecto a la variable diámetro de cabeza (DC) los genotipos mostraron respuesta significativa; de acuerdo a la comparación de medias a través de la prueba de Tukey se

presentan cuatro grupos con promedios estadísticamente iguales (cuadro 18); siendo la variedad Bubba la que presentó el mayor diámetro de cabeza (19.25 cm), en tanto las variedades Coyote y Honcho II presentan el mismo diámetro de cabeza con 18 cm, en contraste la variedad Rider fue la que tuvo el menor diámetro (14.25 cm) siendo estadísticamente igual a la variedad Montemar.

El componente peso individual de cabeza (PIC) mostró diferencias significativa entre las variedades evaluadas y de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) se observa que existen dos grupos de promedios (cuadro 18), siendo la variedad Honcho II la variedad que presenta mayor peso individual (1.765 kg) y que estadísticamente es igual a las variedades Coyote (1.750 kg) y Bubba (1.709 kg). En tanto las variedades Annie, Montemar y Rider son estadísticamente iguales, siendo la variedad Rider la que tuvo el menor peso (1.009 kg).

Cuadro 17. Cuadrados medios, grados de libertad y significancia de los análisis estadísticos de las variables: número de cabezas de calidad comercial (NCCC), diámetro de cabeza (DC) y peso individual de cabeza (PIC) de los análisis de varianza correspondientes de la etapa de cosecha.

FV	Rendimiento ha ⁻¹	DC	PIC
CM	682741666.7	17.6666	0.5866
CM _{error}	6402777.778	0.1777	0.0031
Gl _{error}	15	15	15
Significancia	*	*	*

Cuadro 18. Promedios y pruebas de rango múltiple de las variables: número de cabezas de calidad comercial (NCCC), diámetro de cabeza (DC) y peso individual de cabeza (PIC) de la etapa de cosecha.

Variedad	NCC	DC	PIC
Bubba	54 000 A	19.25 A	1.709 A
Annie	42 250 B	16.25 C	1.062 B
Coyote	55 000 A	18.00 B	1.750 A
Montemar	32 500 C	14.25 D	1.060 B
Honcho II	55 250 A	18.00 B	1.765 A
Rider	24.750 D	14.25 D	1.009 B
DSH	5819.8534	0.9697	0.1291

Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

Tasa de Crecimiento del Cultivo de Biomasa Fresca

Variedad Rider

La variedad Rider en etapa de plántula tuvo un peso de biomasa fresca (BF) acumulado de 214 kg ha⁻¹. Durante la etapa de Roseta (1-34 días ddt) mostró un incremento de peso diario de 139.9 kg ha⁻¹, acumulando al término de este lapso 4,756.6 kg ha⁻¹. Para la etapa de formación de cabeza cuyo periodo tuvo una duración de 22 días, el aumento de peso de biomasa fresca por día fue de 1,393 kg ha⁻¹, teniendo un peso acumulado al final del periodo de 30,646 kg ha⁻¹. En la etapa final de cosecha la variedad presentó un incremento en peso diario de 2,266.7 kg ha⁻¹, teniendo un peso acumulado al final de la etapa de cosecha de 47,600.7 kg ha⁻¹, en 21 días. El rendimiento en BF de esta variedad fue de 83,216.7 kg ha⁻¹. En la figura 1 se indica la tasa de crecimiento de esta variedad, la cual se explica a través de la ecuación de cuarto orden: $Y = -0.006x^4 + 1.042x^3 - 37.11x^2 + 522.0x - 748.9$ donde "X" representa los días transcurridos después del trasplante y "Y" los kilogramos por hectárea producidos.

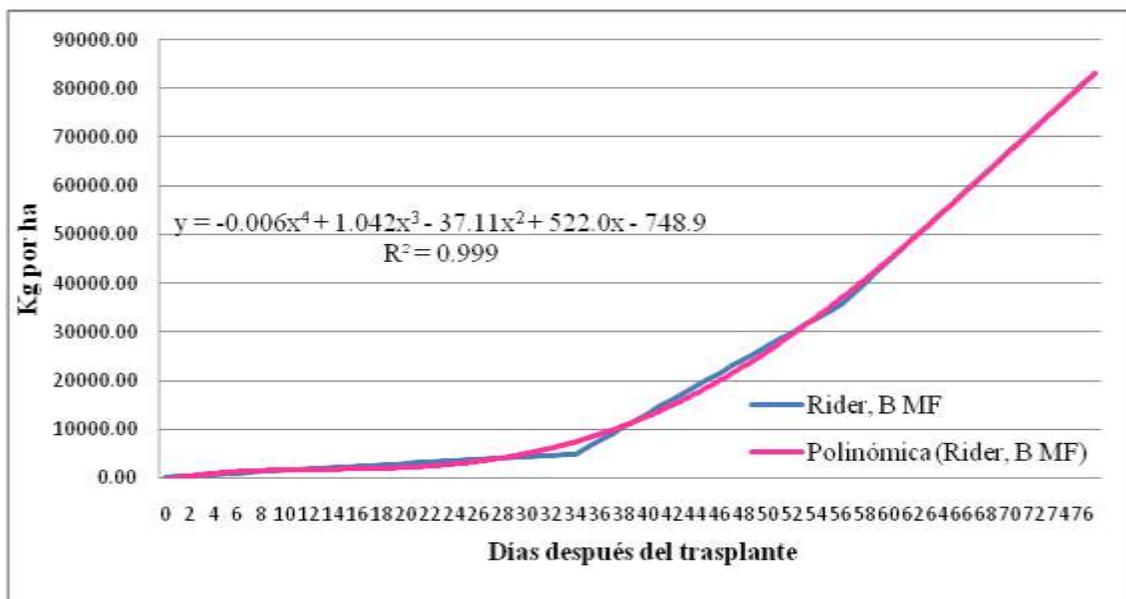


Figura 1. Tasa de crecimiento de la variedad Rider en kg de biomasa fresca por día.

La variedad Rider en la etapa de plántula presenta el 0.25715 % de ganancia en peso, respecto a la producción total a la cosecha. En la etapa de formación de roseta presenta el 5.715078 %; en etapa de formación de cabeza que comprendió un periodo de 22 días, la variedad Rider presentó un rendimiento acumulado del 36.82682 % respecto a la

producción de biomasa total del ciclo, y finalmente en la etapa de cosecha presentó un rendimiento equivalente al 57.19985 % respecto al total del ciclo, siendo esta etapa en donde se presenta el mayor promedio de ganancia de biomasa diaria por ha con 2,266.7 kg ha⁻¹.

Variedad Honcho II

Esta variedad en la etapa de plántula la variedad presentó una producción de biomasa fresca acumulada de 216 kg ha⁻¹. En la etapa de formación de roseta, presentó un incremento en peso diario de 169.9 kg ha⁻¹, teniendo un peso acumulado al final de la etapa (1-34 días ddt), de 5,776.6 kg ha⁻¹. En la etapa de formación de cabeza que comprende 22 días, tuvo un incremento de peso diario de 1712. 5 kg ha⁻¹, teniendo un acumulado de 37,675 kg ha⁻¹ durante este periodo. En la última etapa de evaluación la variedad Rider presentó un peso acumulado de 86,839.41 kg ha⁻¹, en 21 días, lo que significa un incremento en peso diario de 4,135 kg ha⁻¹. El rendimiento de la variedad en biomasa fresca total fue de 130,506.2 kg ha⁻¹. La dinámica de crecimiento de esta variedad puede ser explicada por la ecuación de cuarto orden: $Y = -0.005x^4 + 1.171x^3 - 48.424x^2 + 767.27x - 1617$, en donde “Y”, es la variable dependiente (rendimiento de biomasa fresca en kg ha⁻¹) y “x” la variable dependiente (días transcurridos después del trasplante).

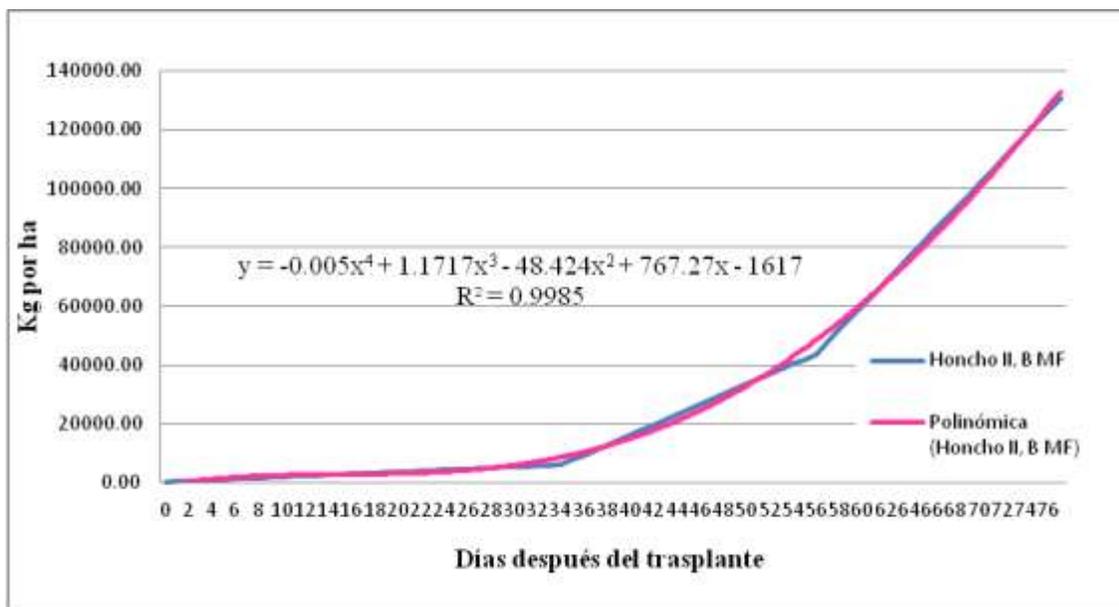


Figura 2. Tasa de crecimiento de la variedad Honcho II en kg de biomasa fresca por día.

En porcentaje de rendimiento en la etapa inicial que es la de plántula tuvo un porcentaje en biomasa fresca de 0.165509 %, en la etapa de roseta presentó un rendimiento acumulado del 4.425153 % respecto a la acumulación de biomasa fresca el ciclo; en la etapa de formación de cabeza el rendimiento acumulado fue de 28.86886 % y en la etapa de cosecha el porcentaje en peso acumulado fue de 66.540618 % en relación a la biomasa fresca acumulada en el ciclo.

Variedad Montemar

La variedad Montemar presentó en la etapa de plántula una producción de biomasa fresca acumulado de 233 kg ha⁻¹, durante la etapa de roseta del cultivo, esta variedad presentó un incremento en peso diario de 136.6 kg ha⁻¹, teniendo un peso acumulado de 4,644.4 kg ha⁻¹, en un periodo de 34 días. En la etapa de formación de cabeza el aumento en peso diario fue de 1,186.6 kg ha⁻¹, durante 22 días, el cual al final del periodo obtuvo un peso acumulado de 26,105.2 kg ha⁻¹. La biomasa fresca restante se acumulo durante los últimos 21 días que comprende la etapa de llenado de cabeza, con un incremento de biomasa por día de 3,073.9 kg ha⁻¹, dando un total de peso acumulado de 64,551.9 kg ha⁻¹. La dinámica de crecimiento de la variedad Montemar se explica por medio de la siguiente ecuación: $Y = -0.003x^4 + 0.78x^3 - 33.59x^2 + 569.0x - 1174$, donde el eje de las “x” representa los días después del trasplante y el eje de las “y” representa los kilogramos de biomasa fresca producida por ha.

De acuerdo a cada unas de las etapas evaluadas de la variedad Montemar presentó un peso inicial en porcentaje de 0.24389 % en etapa de plántula, posteriormente una acumulación fresca de 4.86224 %, en la etapa de roseta, la producción de biomasa fresca acumulada en la etapa de formación de cabeza representa el 27.32555 % de la producción total del ciclo y la etapa de llenado de cabeza presentó un porcentaje de 67.56830 % respecto a la producción final del ciclo.

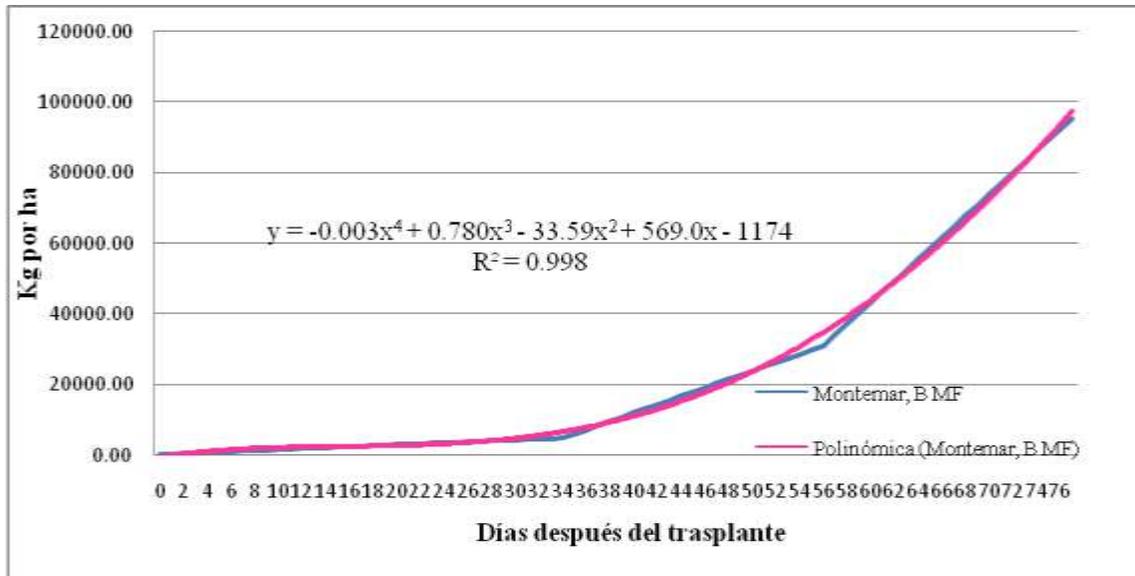


Figura 3. Tasa de crecimiento de la variedad Montemar en kg de biomasa fresca por día.

Variedad Coyote

En la etapa inicial del cultivo (plántula), la variedad Coyote presentó un peso acumulado de 246 kg ha⁻¹. Durante la etapa de formación de roseta que tuvo una duración de 34 días después del trasplante, mostró un incremento en peso diario de 170.9 kg ha⁻¹, acumulando al término de esta etapa 5,810.6 kg ha⁻¹. Para la etapa de formación de cabeza cuyo periodo tuvo una duración de 22 días, el aumento de biomasa fresca por día fue de 1452.7 kg ha⁻¹ teniendo al final del periodo un peso acumulado de 31,944 kg ha⁻¹. En la etapa final de la cosecha la variedad presentó un rendimiento acumulado de 98,328.3 kg ha⁻¹, en un periodo de 22 días, lo que significa un incremento de peso diario de 4,682.3 kg ha⁻¹. El rendimiento de la producción total de biomasa fresca para la variedad Coyote fue de 136,344.67 kg ha⁻¹, valor que representa el 100 % de la producción final del ciclo. La dinámica de crecimiento de esta variedad se explica a través de la ecuación: $Y = -0.002x^4 + 0.875x^3 - 42.85x^2 + 785.5x - 1918$, donde “x” representa los días después del trasplante y “Y” los kilogramos por hectárea producidos.

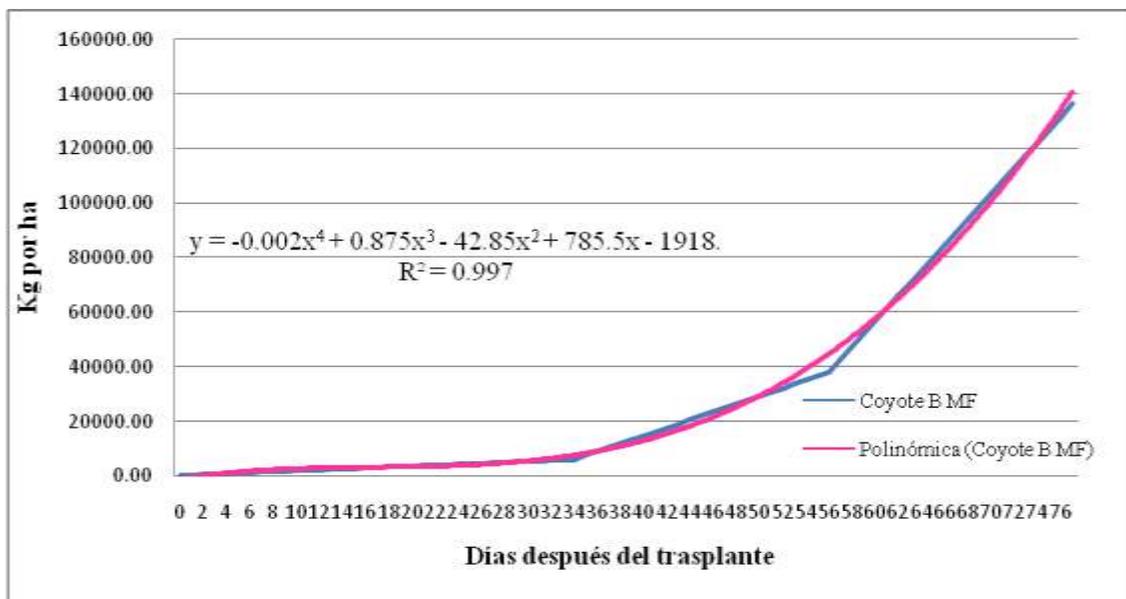


Figura 4. Tasa de crecimiento de la variedad Coyote en kg de biomasa fresca por día.

La variedad Coyote en la primera etapa de evaluación presenta un 0.18042 % de ganancia en peso; en la segunda etapa que comprendió un periodo de 34 días, presentó un incremento acumulado del 4.262501 % respecto a la producción total del ciclo. La siguiente etapa de evaluación que comprende un periodo de 22 días, presentó un incremento en peso equivalente al 23.43895 % respecto al total del ciclo, y por último en la etapa de llenado de cabeza obtuvo un porcentaje de 72.11721 % siendo en esta etapa donde obtuvo mayor peso de biomasa por ha.

Variedad Annie

En la etapa de plántula de esta variedad presentó una producción de biomasa fresca acumulada de 262 kg ha⁻¹. En la etapa de formación de roseta, el incremento de peso diario de la variedad Annie fue de 181.6 kg ha⁻¹, acumulando en 34 días 6,174.4 kg ha⁻¹. Durante la etapa de formación de cabeza, etapa que duró 22 días, el aumento de biomasa fresca por día fue de 1551.3 kg ha⁻¹ presentando un peso acumulado al final de la etapa de 34,128.6 kg ha⁻¹. En la última etapa de evaluación la variedad presentó un incremento en peso diario de 2548.9 kg ha⁻¹, en un lapso de 21 días, que al final tuvo un peso acumulado de 53,526.9 kg ha⁻¹. El rendimiento de producción de biomasa fresca total fue de 94,092.53 kg ha⁻¹. La dinámica de crecimiento de esta variedad esta dada por la siguiente ecuación: $Y = -0.006x^4 + 1.135x^3 - 40.65x^2 + 603.4x - 840.0$, en donde "Y" es la

variable dependiente (rendimiento de fresca en kg por ha) y la “X” la variable independiente (días transcurridos después del trasplante).

El porcentaje de rendimiento de la etapa inicial de la variedad Annie presentó un rendimiento acumulado del 0.27844 %, respecto a la acumulación total del ciclo; en la segunda etapa el rendimiento acumulado fue de 6.56311 % y en la etapa de formación de cabeza fue de 36.27207 % respecto al total acumulado durante el ciclo del cultivo, por último en la etapa de llenado de cabeza el porcentaje fue de 56.88636 % en relación al peso acumulado del cultivo.

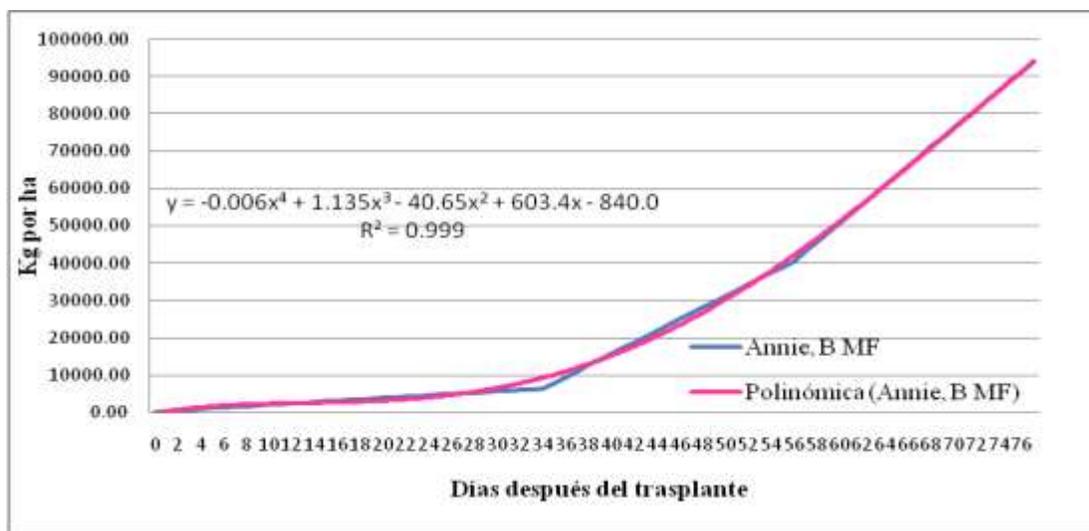


Figura 5. Tasa de crecimiento de la variedad Annie en kg de biomasa fresca por día.

Variedad Bubba

Esta variedad presentó en la etapa de plántula un peso acumulado de 298 kg ha⁻¹. Durante la etapa de roseta del cultivo ésta variedad presentó un incremento en peso diario de 192.6 kg ha⁻¹, tendiendo un peso acumulado de 6,548.4 kg ha⁻¹ en un lapso de 34 días. En la etapa de formación de cabeza obtuvo un peso acumulado de 33,921.8 kg ha⁻¹, resultado de un incremento en peso diario de 1,541.9 kg ha⁻¹ en un periodo de 22 días. En la etapa de llenado de cabeza, su incremento de biomasa fresca diaria fue de 3,673.7 kg ha⁻¹, lo cual al final del periodo (21 días) obtuvo un peso acumulado de 77,147.7 kg ha⁻¹. La dinámica de crecimiento de la variedad Bubba se explica por medio de la siguiente ecuación; $Y = -0.004x^4 + 1.026x^3 + 42,51x^2 + 179.3x - 1376$, 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.

De acuerdo a cada una de las etapas evaluadas de la variedad Bubba ésta presentó un porcentaje de rendimiento acumulado del 0.25272 % en la etapa de plántula respecto a la acumulación de biomasa fresca del ciclo. En la etapa de formación de roseta el rendimiento acumulado representa el 5.55308 %, en la etapa de formación de cabeza el rendimiento acumulado fue de 28.76723 % y por último la biomasa acumulada en la etapa de llenado de cabeza fue de 65 .42695 %, del total de la producción de biomasa en el ciclo.

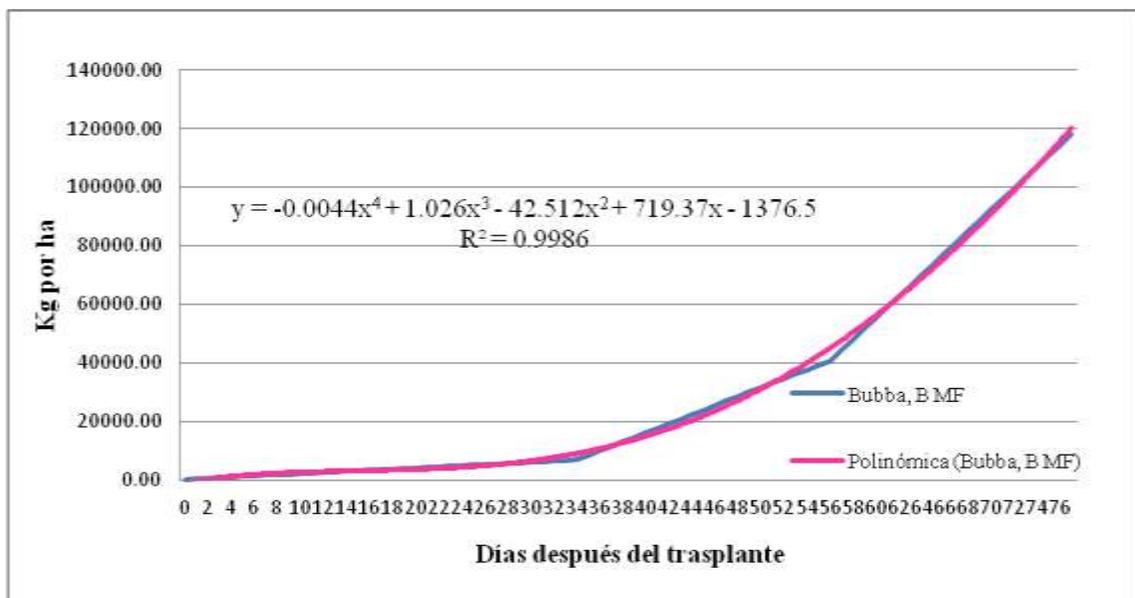


Figura 6. Tasa de crecimiento de la variedad Bubba en kg de biomasa fresca por día.

Tasa de Crecimiento del Cultivo de Biomasa Seca

Variedad Rider

La variedad Rider durante la etapa de plántula tuvo un peso acumulado de 8.7 kg ha⁻¹. En la etapa de formación de roseta que tuvo un periodo de 34 días, mostró un incremento de peso diario de 8.93 kg ha⁻¹, acumulando al término de este lapso 303.62 kg ha⁻¹. Para la etapa de formación de cabeza cuyo periodo tuvo una duración de 22 días, el aumento de peso de biomasa seca por día fue de 95.4 kg ha⁻¹, resultando al final del periodo un acumulado de 2098.8 kg ha⁻¹. En la etapa final de cosecha la variedad presentó un rendimiento acumulado de 1759.8 kg ha⁻¹ en 21 días, lo que significa que el

incremento de biomasa por día fue de 83.8 kg ha⁻¹. El rendimiento de esta variedad fue de 4170.73 kg ha⁻¹, valor que representa el 100 % de la producción al final del cultivo. La dinámica de crecimiento de la variedad Rider se explica a través de la ecuación: $Y = -0.000x^4 + 0.077x^3 - 2.400x^2 + 28.16x - 19.86$, donde “x” representa los días después del trasplante y “Y” los kilogramos por hectárea producidos.

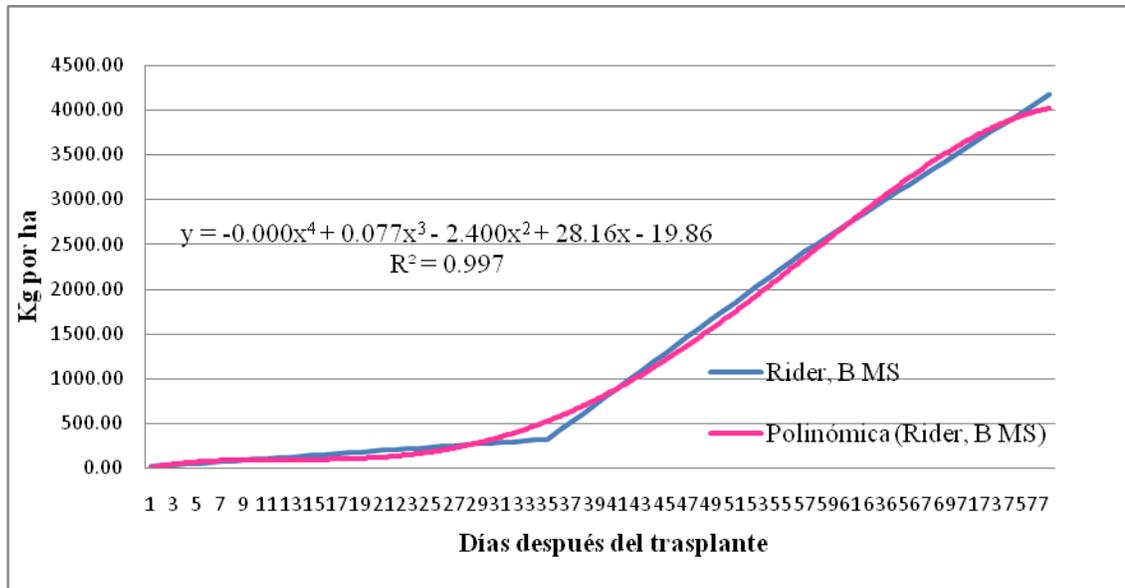


Figura 7. Tasa de crecimiento de la variedad Rider en kg de biomasa seca por día.

La variedad Rider en la etapa de plántula presenta un peso acumulado en porcentaje de biomasa seca del 0.21 %; en la segunda etapa que comprendió un periodo de 34 días, esta variedad presentó un rendimiento acumulado de 7.28 % respecto a la producción de biomasa total del ciclo. La etapa de formación de cabeza que comprende un periodo de 22 días presentó un rendimiento equivalente al 50.32 %. En la última etapa de evaluación del cultivo esta variedad presentó un rendimiento acumulado en producción de biomasa seca del 42.19 %, esto respecto a la producción de su biomasa total durante su ciclo.

Variedad Honcho II

En su etapa inicial (plántula), presentó un peso acumulado de 9.0 kg ha⁻¹. En la etapa de formación de roseta el incremento de peso diario de la variedad Honcho II fue de 9.63 kg h⁻¹, acumulando en 34 días 327.42 kg ha⁻¹. Durante la etapa de formación de cabeza

(periodo de 22 días), el aumento de biomasa seca por día fue de 107.5 kg ha⁻¹, que al final de la etapa tuvo un peso acumulado de 2,365 kg ha⁻¹. En la última etapa de evaluación la variedad presentó una ganancia de peso acumulado de 3,242.85 kg ha⁻¹ en 21 días, producto de un incremento de peso seco al día de 154.42 kg ha⁻¹. El rendimiento relacionado a la biomasa seca total fue de 5,945.46 kg ha⁻¹, en todo su ciclo. La dinámica de crecimiento de esta variedad es explicada por la siguiente ecuación: $Y = -0.000x^4 + 0.082x^3 - 2.842x^2 + 37.14x - 52.34$, en donde “X” es la variable dependiente (rendimiento de biomasa seca en kg por ha) y “X” la variable dependiente (días transcurridos después del trasplante).

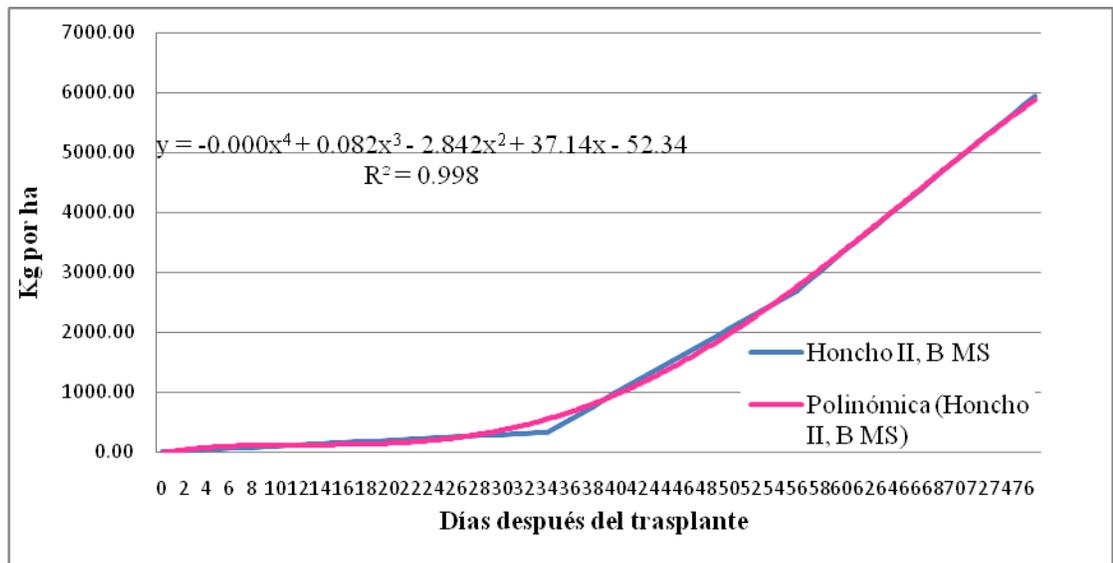


Figura 8. Tasa de crecimiento de la variedad Honcho II en kg de biomasa seca por día.

El porcentaje de rendimiento de la etapa inicial de evaluación (etapa de plántula) presentó un rendimiento acumulado del 0.15 % respecto a la acumulación de biomasa seca del cultivo; en la segunda etapa (formación de roseta) de evaluación el rendimiento acumulado fue de 5.51 %. En la etapa de formación de cabeza con un duración de 21 días se tuvo un rendimiento en porcentaje del 39.78 % y en la etapa final (llenado de cabeza) se obtuvo un rendimiento acumulado de 54.54 % respecto al rendimiento total del ciclo.

Variedad Montemar

Durante la etapa de plántula, la variedad Montemar presentó un peso de biomasa seca acumulada de 9.7 kg ha⁻¹. Para la etapa de formación de roseta tuvo un rendimiento acumulado de 309.74 kg h⁻¹ de biomasa seca durante 34 días, lo cual representa un peso promedio diario de 9.11 kg ha⁻¹. En la etapa de formación de cabeza el aumento de peso por día fue de 59.7 kg ha⁻¹, y al término de los 22 días que comprende esta etapa la acumulación de biomasa seca fue de 1313.4 kg ha⁻¹. La biomasa seca restante se acumuló en los últimos 21 días, periodo que duró la etapa de llenado de cabeza, el cual tuvo un incremento en peso diario de 168.25 kg ha⁻¹, teniendo un peso acumulado al final de la etapa de 3533.25 kg ha⁻¹. El rendimiento relacionado a la biomasa seca total fue de 5166 kg ha⁻¹, en todo su ciclo. La dinámica de crecimiento de la variedad Montemar se explica por medio de la siguiente ecuación: $y = -0.0001x^4 + 0.036x^3 - 1.647x^2 + 31.443x - 68.028$, donde el eje de las “x” representa los días después del trasplante y las “y” representa los kilogramos de biomasa seca producida por ha.

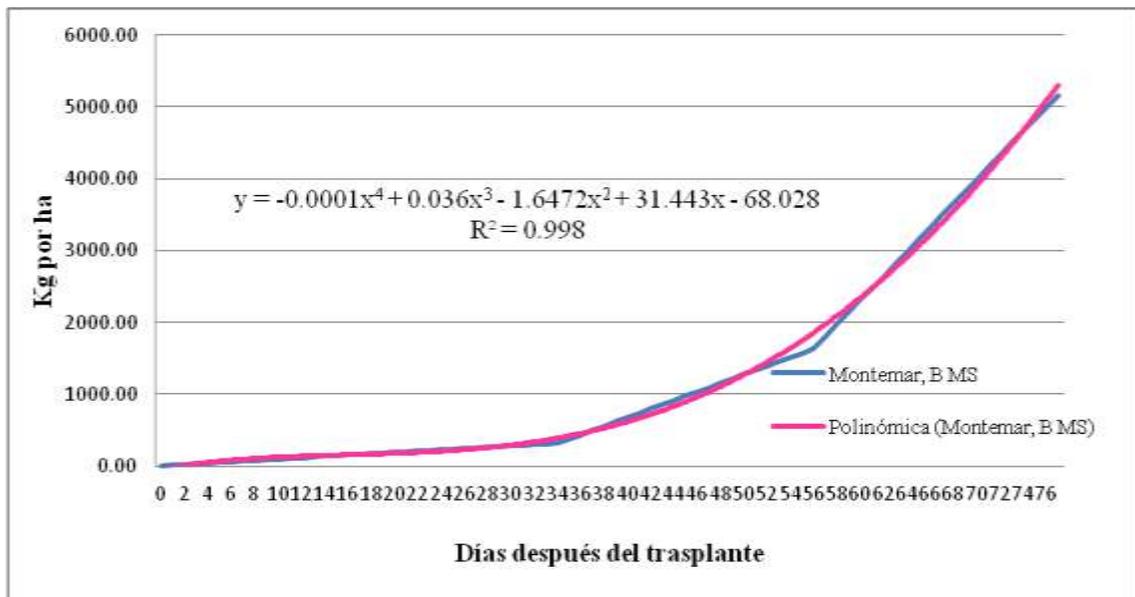


Figura 9. Tasa de crecimiento de la variedad Montemar en kg de biomasa seca por día.

De acuerdo a cada una de las etapas evaluadas la variedad Montemar presentó una acumulación de biomasa seca en la etapa de plántula del 0.19 %. La etapa de formación de roseta tuvo un porcentaje del 4.26 %. En tanto para la etapa de formación de cabeza obtuvo un incremento de biomasa seca representada por el 23.43 % y en la etapa final

del cultivo que es la de llenado de cabeza fue del 72.11 %. Todos estos porcentajes son respecto a la biomasa seca total producida en el ciclo del cultivo.

Variedad Coyote

La variedad Coyote presentó durante la etapa de plántula un peso acumulado de 10.3 kg ha⁻¹. Para la siguiente etapa del cultivo presentó un incremento diario de biomasa seca de 9,70 kg ha⁻¹, donde en el transcurso que duró esta etapa (34 días) tuvo un peso acumulado de 329.8 kg ha⁻¹. Durante la etapa de formación de cabeza que tuvo una duración de 22 días, obtuvo un peso acumulado de 1,820.72 kg ha⁻¹, producto de un incremento de peso diario de 82.76 kg ha⁻¹. En la etapa final de cosecha de esta variedad presentó un incremento de peso diario de 188.04 kg ha⁻¹, dando como resultado un rendimiento acumulado de biomasa seca de 3,948.42 kg ha⁻¹, en un periodo de 21 días. El rendimiento relacionado a la biomasa seca total fue de 6,105.87 kg ha⁻¹, en todo su ciclo. La dinámica de crecimiento de esta variedad se explica con la siguiente ecuación: $y = -0.000x^4 + 0.056x^3 - 2.266x^2 + 36.98x - 73.00$, donde “x” representa los días después del trasplante y “y” los kilogramos por hectárea producidos..

La variedad Coyote en la etapa inicial (plántula), presenta un 0.17 % de ganancia de peso; en la segunda etapa (formación de roseta) que comprendió un periodo de 34 días, la variedad Coyote presentó un rendimiento acumulado del 5.40 % respecto a la producción de biomasa total del ciclo. En la tercera etapa (formación de cabeza) que comprende un periodo de 22 días presentó un rendimiento equivalente al 29.82 % respecto al total de ciclo. En la última etapa (llenado de cabeza) tuvo un rendimiento del 64.67 % en producción de biomasa seca en un lapso de tiempo de 21 días, en relación al peso acumulado en todo el ciclo.

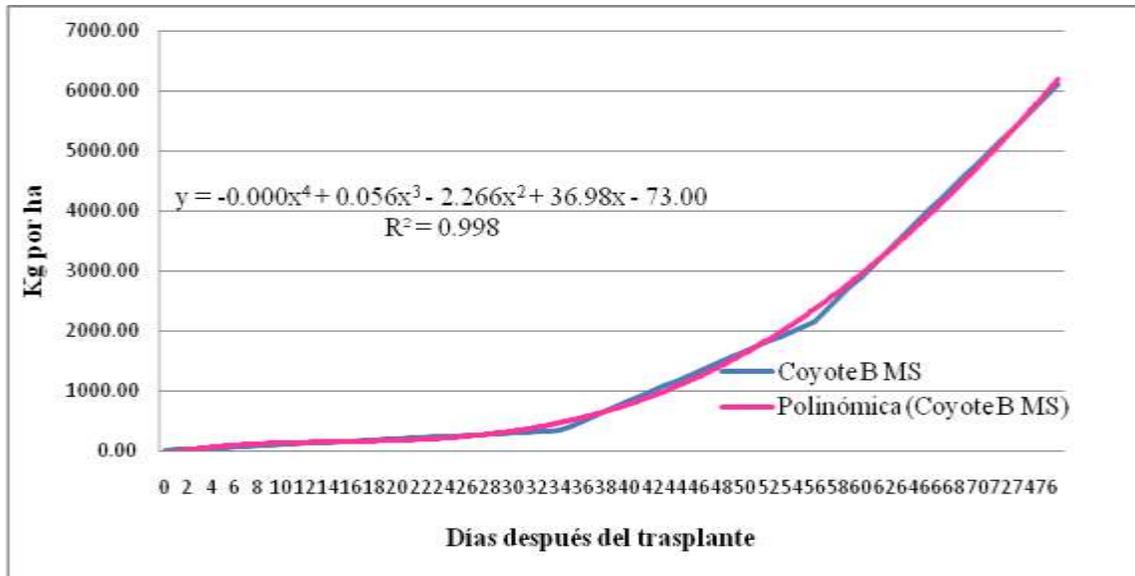


Figura 10. Tasa de crecimiento de la variedad Coyote en kg de biomasa seca por día.

Variedad Annie

En la etapa de plántula obtuvo un peso acumulado de 11.3 kg ha^{-1} en biomasa seca. En la segunda etapa de crecimiento (formación de roseta) que tuvo un periodo de 34 días, tuvo un incremento en peso diario de 10.03 kg ha^{-1} , teniendo al final de la etapa un acumulado de $341.02 \text{ kg ha}^{-1}$. En la etapa de formación de cabeza que tuvo un periodo de 22 días, obtuvo un incremento de peso diario de 82.8 kg ha^{-1} , presentando un peso acumulado de $1,821.6 \text{ kg ha}^{-1}$. En la última etapa que es la de llenado de cabeza, la variedad presentó una ganancia de peso de $2,772.63 \text{ kg ha}^{-1}$, producto de un incremento de biomasa seca al día de $132.03 \text{ kg ha}^{-1}$. El rendimiento relacionado a la biomasa seca total fue de $4,947.13 \text{ kg ha}^{-1}$, en todo su ciclo. La dinámica de crecimiento de esta variedad es explicada por la siguiente ecuación: $y = -0.000x^4 + 0.060x^3 - 2.147x^2 + 31.94x - 44.78$, en donde “Y” respresenta el rendimiento de biomasa seca en kg por ha y “X” días transcurridos despues del trasplante; ccn un coeficiente de r^2 de 99.9 %.

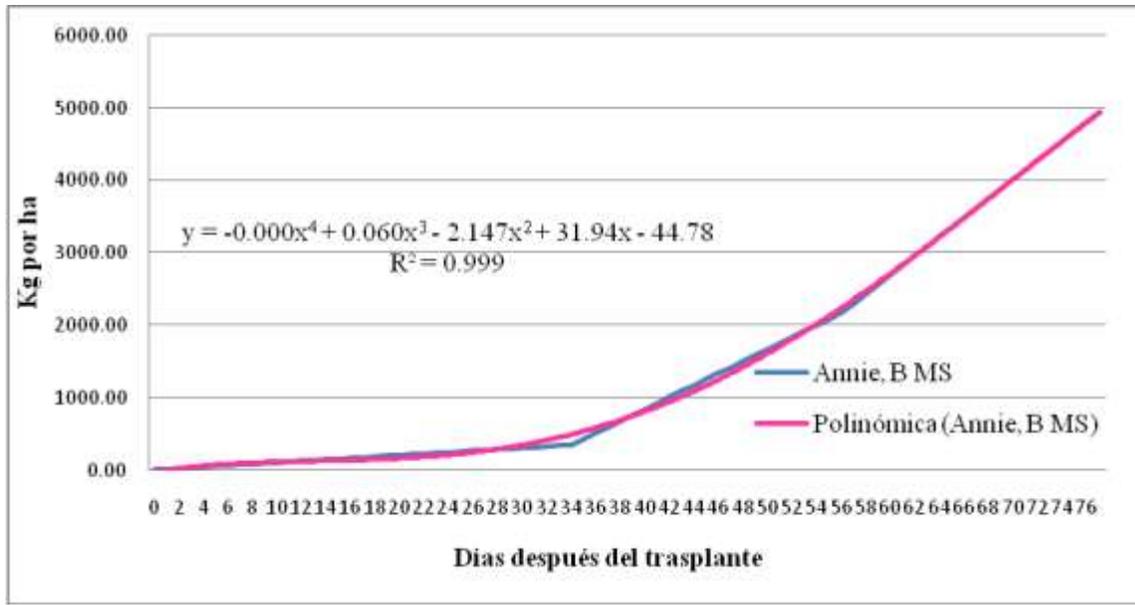


Figura 11. Tasa de crecimiento de la variedad Annie en kg de biomasa seca por día.

El porcentaje de rendimiento en la etapa de plántula presentó un rendimiento acumulado del 0.23 % respecto a la acumulación de biomasa seca del ciclo; en la etapa de formación de roseta el rendimiento acumulado fue de 6.89 %. Para la etapa de formación de cabeza el rendimiento acumulado fue de 36. 82 % y por último en la etapa de llenado de cabeza representó el 56.05 %, todo esto respecto al rendimiento total del ciclo.

Variedad Bubba

Durante la primera etapa del cultivo (plántula), obtuvo un peso acumulado de 12.3 kg ha⁻¹. Para la etapa de formación de roseta presentó un rendimiento acumulado de 372.98 kg ha⁻¹ en 34 días, producto de un incremento diario de 10.97 kg ha⁻¹. En la etapa de formación de cabeza el aumento de peso diario fue de 93.6 kg ha⁻¹, teniendo un acumulado al final de la etapa que comprendió un lapso de 22 días de 2059.2 kg ha⁻¹. La biomasa acumulada restante se acumuló durante los últimos 21 días que comprende la etapa de llenado de cabeza con un incremento de biomasa seca de 145.72 kg ha⁻¹ diario, dando un total de 3,060.12 kg ha⁻¹ en el periodo de la etapa. El rendimiento relacionado a la biomasa seca total fue de 5,505.53 kg ha⁻¹, en todo su ciclo. La dinámica de crecimiento de la variedad Bubba se explica por medio de la ecuación: $y = -0.000x^4 + 0.069x^3 - 2.43x^2 + 35.48x - 49.06$, donde el eje de las “x” representa los días

después del trasplante y el eje de las “y” los kilogramos de biomasa seca producida por ha.

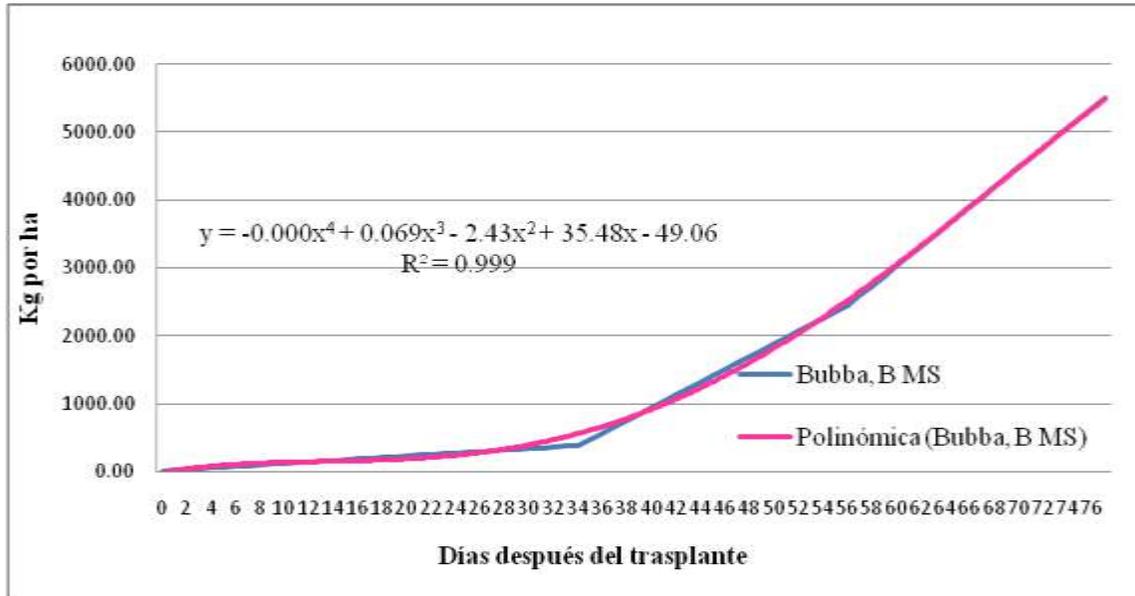


Figura 12. Tasa de crecimiento de la variedad Bubba en kg de biomasa seca por día.

La acumulación de peso en la etapa de plántula representa el 0.22 % del total de biomasa seca. En la etapa de formación de roseta que tuvo un periodo de 34 días tuvo un porcentaje del 6.77 %, para la siguiente etapa que fue la de formación de cabeza representa el 37.40 %, mientras que para la etapa de llenado de cabeza el porcentaje fue de 55.58 %.

Porcentaje de Producción Acumulada en el Ciclo del Cultivo

En la figura 13 se indica las tendencias del porcentaje de producción acumulada por cada una de las variedades estudiadas en las cuatro etapas de evaluación. En general el porcentaje de producción de biomasa mas alto de las variedades evaluadas se presentó durante la etapa de llenado de cabeza que comprende el periodo de los 56 a 77 DDT con promedios de 57 % para la variedad Rider, 66.4 % para la variedad Honcho II, 67.57% para la variedad Montemar, 72.11% para la variedad Coyote, 56.87 % para la variedad Annie y 56.87% para la variedad Bubba. Durante la etapa de plántula todas las variedades presentaron un peso acumulado similar, siendo el de mayor promedio la

variedad Rider con 0.36% y el menor promedio en peso fue la variedad Honcho II con un porcentaje en peso de 0.17%.

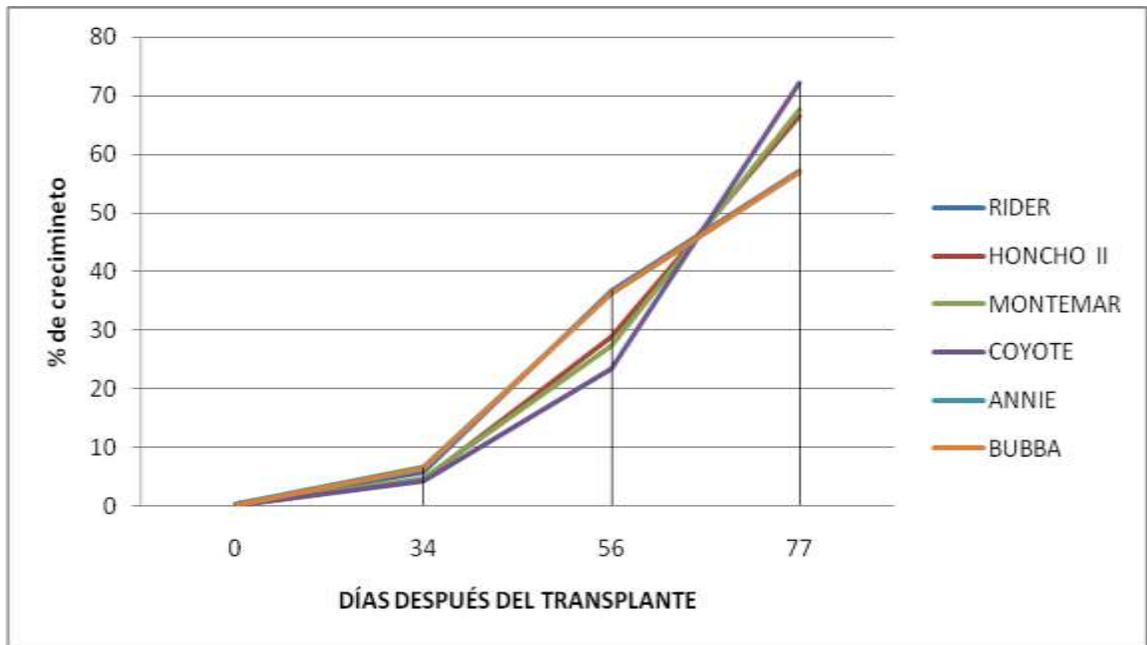


Figura 13. Porcentaje de crecimiento de las variedades de lechuga durante el ciclo de cultivo

La gráfica muestra que la variedades Bubba, Annie y Rider a partir de los 34 ddt, tuvo un incremento en peso acumulado hasta los 56 ddt con un porcentaje promedio de 36 % , mientras que las variedades Honcho II y Montemar tuvieron un incremento del peso acumulado de 27 % y por último la variedad Coyote solo tuvo un incremento del 23 % respecto a su peso acumulado total.

El ciclo de cultivo para la época otoño-invierno, se incrementó ocho días en comparación con el ciclo primavera verano que tuvo una duración de 67 días después del trasplante (Camarillo, 2011), este comportamiento es similar a los resultados del trabajo realizado por De Grazia *et al.*, (2001), en donde explica que la radiación aparece como el principal factor limitante durante la época invernal. Los valores observados en las seis variedades de lechuga evaluadas en la variable materia seca, de las variedades Coyote, Honcho II y Bubba mostraron un peso superior a las variedades Montemar, Annie y Rider, y está directamente relacionada con la producción de materia fresca la cual guarda una estrecha relación con la cantidad de radiación interceptada por

el dosel. Esta observación implica que en las condiciones que prevalecen en el invierno, la cantidad de radiación y la temperatura pueden ser un factor limitativo para la capacidad fotosintética del cultivo, razón por la cual el ciclo del cultivo de otoño-invierno es más largo que en el de primavera-verano (Enríquez *et al.*, 2003; Maroto *et al.*, 2000). De Grazia *et al.*, (1998) indican que para el ciclo primavera-verano, las plantas obtienen un contenido menor en materia seca ya que existe mayor participación del tallo en la biomasa aérea como consecuencia de un acortamiento de la etapa vegetativa, efecto observado en las variedades Montemar y Rider las cuales presentaron un rendimiento de materia seca de parte vegetativa de 55.33 % y 29.74 %, superior a lo obtenido por Cordero (2011) con las mismas variedades en su estudio respuesta de variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) a diferentes tratamientos de fertirrigación, variedades que se caracterizaron por presentar el menor número de cabezas de calidad comercial en el presente trabajo.

Las variedades Coyote, Bubba y Honcho II produjeron mayor cantidad de biomasa fresca quizá producto de hojas de mayor tamaño tanto en la parte interna como externa; De Grazia *et al.*, (2001), explica que esto obedece a que a menores niveles de radiación incidente conducen a la producción de hojas con una mayor superficie por unidad de biomasa, de esta forma puede inferirse que el nivel de radiación actúa sobre la tasa de crecimiento controlando la tasa de asimilación neta, o ritmo fotosintético, lo cual explica el por qué éstas variedades se adaptaron mejor a las condiciones del clima que se presentó durante el desarrollo del experimento. Las variedades Montemar, Annie y Rider, presentaron menor capacidad de adaptación a los factores del clima, ya que obtuvieron menor peso de materia fresca de la parte vegetativa, materia fresca de la raíz y peso de biomasa fresca, y las cuales destacan por su menor promedio en las variables: peso individual de cabeza, menor diámetro de cabeza y menor número de cabezas con calidad comercial; al respecto Archila *et al.*, (1998) mencionan que las variedades que no se adaptan a las condiciones del ambiente, inhiben su crecimiento tratando de sobrevivir, ya que continúa con la formación de nuevas hojas las cuales se ubican en el estrato foliar interno de la cabeza y de esta manera no reciben suficiente radiación solar, lo cual puede conducir a baja actividad fotosintética y es posible que este conjunto de hojas, actúen como demanda de los asimilados que producen las hojas que conforman los estratos

periférico de la cabeza. Los resultados de este experimento son acordes a lo que indica el INIFAP (2011), donde menciona que las variedades mejor adaptadas en la época otoño-invierno son Coyote, Bubba y Honcho, ya que son por genética las variedades que toleran temperaturas bajas y se desarrollan en días con poca radiación.

Respecto a la curva de crecimiento durante la etapa de plántula y la etapa de formación de roseta (34 ddt) es similar para las seis variedades; esto obedece al periodo de aclimatación de la planta al medio edafoclimático en que se encuentra, ya que las plantas utilizan buena parte de su fotoasimilados para el desarrollo y crecimiento de las superficies foliares y al establecimiento radicular, este resultado es similar al trabajo realizado por Camarillo (2011), en donde a partir de la etapa de formación de cabeza las variedades que lograron su adaptación presentaron mayor peso de materia fresca de la parte vegetativa y mayor peso de biomasa fresca total (Honcho II, Coyote y Bubba), características que les favorece una mayor área de fotosíntesis que les permita aumentar considerablemente su biomasa; en cambio variedades que no logran adaptarse generan menor peso en materia fresca de la parte vegetativa así como menor peso de biomasa fresca total (caso de las variedades Montemar, Rider y Annie) lo cual reduce su área fotosintética, afectando la acumulación de biomasa. En general las seis variedades presentaron una curva de crecimiento que corresponde a una ecuación polinomial de cuarto orden y que en contraste para el ciclo de PV las variedades Montemar y Rider mostraron una curva de crecimiento que corresponde a una ecuación polinomial de tercer orden (Camarillo, 2011) y variable determinada en mayor grado por el peso de la raíz al momento del trasplante tal como lo muestra la correlación positiva significativa entre las variables PMS PV vs el PF de raíz ($r= 0.6496$), PBS vs el PF de raíz ($r=0.63551$) y entre las variables PFB vs PF de raíz ($r=0.62259$). Estas relaciones pueden estar fundamentadas en las consideraciones que hacen Avendaño *et al.*, (2008) quienes indican que la morfología de una planta al salir de un invernadero se relaciona con el tamaño de su cepellón y la cantidad de raíces con que cuenta, lo cual puede condicionar su capacidad de crecimiento y supervivencia en el campo. Generalmente existe una relación entre la parte subterránea y la parte aérea de una planta, ya que el agua del suelo con los minerales disueltos es absorbida por las raíces y constituye la savia bruta, de esta manera las plantas obtienen la mayoría de los elementos esenciales.

Es importante mencionar que el PIC de las variedades estudiadas también se correlacionó positiva y significativamente con el peso fresco de raíz ($r=0.6338$) y como es de esperarse con las variables PFPV, PSPV, PF de Biomasa y PS de Biomasa (Cuadro 19).

Cuadro 19. Coeficientes de correlación de las variables analizadas en el experimento.

	DC	PIC	KG/HA	PFPV	PSPV	PF Raíz	PS Raíz	PF Biomasa	PS Biomasa
DC	1								
PIC	0.87553*	1							
KG/HA	0.92144*	0.90063*	1						
PFPV	0.79228*	0.94629*	0.88186*	1					
PSPV	0.44390*	0.55650*	0.55222*	0.63286*	1				
PF Raíz	0.39795	0.63389*	0.44041*	0.61049*	0.32018	1			
PS Raíz	0.14309	0.26870	0.11848	0.26398	0.25117	0.64965*	1		
PF Biomasa	0.79053*	0.94727*	0.87986*	0.99988*	0.63150*	0.62259*	0.27343	1	
PS Biomasa	0.44481*	0.56111*	0.55104*	0.63648*	0.99929*	0.34203	0.28733	0.63551*	1

n=24 *= Correlación Positiva Significativa r ($\alpha < 0.05$)=0.404

Respecto a la variable peso fresco de biomasa, ésta mostró diferencia significativa entre las etapas evaluadas; y presentó correlación positiva significativa con las variables: diámetro de cabeza ($r= 0.79053$), peso individual de cabeza ($r= 0.94727$), kilogramo por hectarea ($r= 0.87986$), peso fresco de la parte vegetativa ($r= 0.99988$), peso seco de la parte vegetativa ($r= 0.63150$) y peso fresco de la raíz ($r= 0.62259$), esto indica que entre mayor biomasa fresca se produzca durante el ciclo del cultivo, dará como resultado un mayor rendimiento por hectarea, al igual influye en la calidad de la lechuga, ya que se obtendrá productos con mayor peso individual así como de mayor diámetro de cabeza. Al respecto Aguirrezábal *et al.*, (1996) indican que la estrecha relación encontrada es una gama de relaciones entre la raíz, área foliar y el rendimiento, y que se explica en razón de que el rendimiento de la lechuga es fuertemente dependiente del porcentaje de radiación que es interceptada por el cultivo, así como el sistema radical que constituye la principal vía de absorción del agua y de los nutrientes minerales, y que como se sabe, es una planta compuesta en su mayor parte por agua (90-95 % de su composición química).

Por otra parte Saini y Westgate (2000) indican que se ha relacionado estrechamente la reducción del área foliar con reducción del rendimiento; por otro lado De la Cruz *et al.*, (2010) mencionan que la reducción del área foliar (variable no evaluada en el presente experimento pero relacionada con la capacidad de producción de materia fresca y seca) puede causar pérdida de biomasa y rendimiento a través de la disminución de la capacidad fotosintética de las plantas.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos del presente trabajo se concluye:

La dinámica de crecimiento de las seis variedades estudiadas se explica mediante una ecuación polinomial de cuarto grado.

Las producción de biomasa fresca acumulada en los genotipos evaluados se concentró en el periodo de desarrollo de formación de cabeza a cosecha, con porcentajes de rendimiento de: 57.199 % en Rider, 66.540 % en Honcho II, 67.568 % en Montemar, 72.117 % en Coyote, 56.886 % en Annie y 65.426 % Bubba, respecto al total de producción del ciclo del cultivo.

Las variedades de lechuga que presentaron mayor peso seco durante el ciclo del cultivo fueron: Honcho II (5,945.46 kg ha⁻¹), Coyote (6,105.87 kg ha⁻¹) y Bubba (5,505.53 kg ha⁻¹)

La mayor producción de biomasa fresca por hectárea y de biomasa seca por hectárea la presentó la variedad Coyote.

Las variedades que presentaron el mayor número de cabezas de calidad comercial fueron Honcho II (55,250 unidades por ha⁻¹), Coyote (55,000 unidades por ha⁻¹) y Bubba (54,000 unidades por ha⁻¹).

Las variedades que presentaron mayor diámetro de cabeza fueron Bubba (18.5 cm), Honcho II y Coyote (18 cm), así mismo, estas variedades presentaron el mayor peso individual de cabeza con 1.709, 1.765 y 1.75 kg respectivamente.

Las variedades que mejor se adaptan a las condiciones del periodo del año en donde se realizó el experimento son: Honcho II, Coyote y Bubba, en consecuencia las recomendables para el ciclo otoño invierno.

LITERATURA CITADA

- Aguirrezábal L.A.N., Oriolli G.A, Hernandez L.F, Pereyra V.R. y Miravé J.P. 1996. Girasol, aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento. INTA. Buenos aires Argentina.
- Archila P.J., Contreras N.U.H., Pinzón H., Laverde P.H., y Corchuelo R.G.1998. Análisis de crecimiento de cuatro materiales de lechuga (*Lactuca sativa*). Agronomía colombiana, 1998 volumen xv no. 1pago 68- 75.
- Archila P.J.A., Contreras N.U.H., Pinzón H., y Laverde P.H.1996. Evaluación del crecimiento y desarrollo de dos variedades de lechuga provenientes de semilla nacional e importada. Agronomía Colombiana, 1996, Volumen XIII No. 1; pág.23-29
- Arias S.E.1998. Sustratos para la producción de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. "Great lakes 704 "bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo.
- Avendaño A.C.H., Molina G.J.D., Trejo L.C., López C. C. y Cadena I.J. 2008. Respuestas a altos niveles de estrés hídrico en maíz. Agronomía mesoamericana 19(1): 27-37. 2008 ISSN: 1021-7444.
- Barón C., Bares C., Maradei F y Sánchez G.1996. Poscosecha de lechuga. Boletín Hortícola, octubre. Pp 28-32
- Barraza F.V., Fischer G., y Cardona C.E. 2004. Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú medio, Colombia. Agronomía Colombiana, 2004. 22 (1): 81-90
- Basset M. J. 1975. The role of leaf shape in the inheritance of Headin in lettuce (*Lactuca sativa* L.). J. America Society of Horticultural Science, U.S.A, 100 (2): 104-105
- Bermúdez, M. J., Castillo, M., Pérez, E., Ruiz-Chena, C. y Delgado, H. 2000. Influencia de las características del suelo en el acogollado de lechugas (*Lactuca sativa* var. *capitata* L-4). *Ars Pharmaceutica*, 41:3; 269-278, 2000.
- Blancard D.Lot H., Maisonnueve B. 2005. Enfermedades de las lechugas. Identificar, conocer y controlar. Mundi-prensa.
- Camarillo C.I. 2011. Dinámica de crecimiento de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L., con diferentes tratamientos de fertirrigación. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Agronomía. S.L.P. México.
- Castaños C. M. 2000. Horticultura Manejo Simplificado. Universidad Autónoma Chapingo.194-198 pp.
- Castellanos J.Z., Uvalle B. J.X. y Aguilar S. A. 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas, INCAPA, México, Páginas: 09-16
- Chavez G., y Medina I. 2003. Diseño de un clorinador eléctrico para la producción de agua electrolizada oxidora y su utilización en la destrucción de microorganismos

presentes en Lechuga (*Lactuca sativa*). Tesis de pregrado. Carrera de Microbiología Industrial. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogota Colombia. Pág. 6-11

- Cordero de A. J.R. 2011. Respuesta de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L. a diferentes tratamientos de fertirrigación. Tesis de maestría en ciencias agropecuarias. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de agronomía. S.L.P. México.
- De Grazia J., Titonell P.A., y 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.
- De Grazia J., Titonell P.A., y Chiesa A., 1998. Efecto de la fertilización nitrogenada y la densidad en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Acumulación de materia seca y rendimiento en plantas comercializables. Actas del XXI Congreso Argentino de Horticultura. San Pedro, Buenos Aires, Argentina. p. 131.
- De la Cruz G.G., Arriega F.A., Mandujano P.M. y Gonzalez M.S.2010. Efecto de la sequia sobre algunas variables hídricas y morfométricas en cinco genotipos de *Amaranthus*. Idesia v.28 n.3 Arica dic. 2010
- Enriquez R. S.A.,Alcantar G.G., Castellanos R.J.Z.,Arjona S.E.,Gonzalez E.D.,y Lazcano F.I. 2003. Nutrición mineral acoplada al crecimiento (numac): nutrición con N para tomate en invernadero 1. Descripción del modelo y obtención de parámetros. Terra volumen 21 número 2, 2003.
- FAOSTAT. 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Consultado el día 12 de noviembre de 2010.
- Gallardo M., Jackson L.E.,Shulbach K., Snider R.L.,Thompson R.B., Willand L.J.1996 a Production and water use in lettuces under variable ater 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 an will lettuce (*Lactuca* spp) Plant Cell and Enviroment 19,1169-1178.
- García, E. 1972. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen (para la Republica Mexicana). Instituto de geografía, UNAM. 246 p.
- Gazula A., Kleinhenz M.D., Schhieerens L.C., Ling P.P y Streeter J.G. 2004. Temperaura and genotype affect anthocyanin concentrations in lettuce (*lactuca sativa*) HortScience 39 (4): 864.
- INFOASERCA. 1993. La lechuga: dos caras de una moneda. Revista claridades agropecuarias. México, D.F.
- Inifap. 2011. Fertirrigación en el cultivo de la lechuga en Guanajuato. Folleto para productores No. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro Campo Experimental Bajío. Folleto para productores No. 3. Guanajuato, México, D.F.

- Knight S.L., Mitchell C.A., 1983b. Stimulation of lettuce productivity by manipulation of diurnal temperature and light. *HortScience* 18, 462-463.
- Lata B. y Przeadzka M. 1999. Glutathiones and ascorbate contents in brócoli and lettuce cultivars. *Folia Horticulture* 11 (2):13-22
- Lorenz H.P., Wiebe H.J., 1980. Effect of temperature on photosynthesis of lettuce adapted to different light and temperature conditions. *Scientia Horticulturae* 13, 115-123.
- Maroto B. J.V, Gómez M., A., y Baixauili S., C. 2000. *La Lechuga y la Escarola*. Mundi-Prensa, Madrid. 242 pp.
- Olivares S. E. 1995. Diseños experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria. Facultad de Agronomía UANL, Marín, N. L. México.
- Osorio J. y Lobo M. 1983. *Hortalizas. Manual de asistencia técnica No, 28*. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA.
- Rincón L., y Sáez J. 1997. Determinación de la evapotranspiración y de los coeficientes de cultivo de la lechuga Iceberg .*Actas del II Congreso Nacional de Fertirrigación*, Almería, pp 213-320.
- Rincón L., Balsalobre E., Saez J., Madrid R. 1991. Extracción de macronutrientes en cultivo de lechuga iceberg. *Actas del II congreso Nacional de Fertirrigación*, Almería pp213-220.
- Rincón S.F. 2008. *La fertirrigación de la lechuga*. Mundi Prensa. Coedición (IMIDA). España. pp 20-29.
- Rzedowski J. 1965. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina* 5. (1-2): 5-291.
- SAGARPA. 2010. <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Estadisticas/Documents/SAN%20LUIS%20POTOSI.pdf>. Consultado el 12 de Noviembre de 2010.
- Saini S. H., Westgate M.E. 2000. Reproductive development in grain crops during drought. *Advances in Agronomy* 68: 59-96.
- Sánchez C., Allen R y Schafer B. 1989. Growth and yield of crisp lettuce under various shade conditions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114, 884-890
- Scaife M.A. 1973. The early growth of six lettuce cultivars as affected by temperature. *Annals of Applied Biology* 74, 119-128.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2010. Datos registrados hasta septiembre de 2010. <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado el 12 de noviembre de 2010.
- Sobrino I. E. y Sobrino V. E. 1994. *Tratado de horticultura herbácea, Hortalizas de hojas, raíz y hongos*. Aedos. Barcelona, España. Pag.157-167.
- Sutton B.G., y Merit N. 1993. Maintenance of lettuce root zone at field capacity gives best yield with drip irrigation. *Sci.Hortic.* 108,225-230

- Theodoracopoulos M., Lardizabal R., y Arias. S. 2009. Manual de producción de lechuga. fintrac. Honduras. Pp.36.
- USDA, NRCS. 2010. The Plants Database (<http://plants.usda.gov/>), 10 de Noviembre de 2010). National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA.
- Vallejo C., Franco A., Estrada S., y Edgar I. 2004, Producción de hortalizas de clima cálido, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Colombia, Páginas: 315-345.
- Villegas. 2004. Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a densidades de población en dos sistemas de producción. Revista Fitotecnia Mexicana Octubre-Diciembre. Año/Vol. 27 Numero 004. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México pp333-338.
- Wacquand, C. y Le Bohec, J. (coord.). 1982. Laitues de Serre. CTIFL. Paris
- Wurr D.C.E., Fellows J.R. y Morris G.E.L., 1981. Studies of the hearting of butterhead lettuce: temperature effects. Journal of Horticultural Science 56, 211-218.
- Zing F. y Yamaguchi M. 1962. Studies on the grown rate and nutrient absorption of head lettuce. Hilgardia 32, 472-512.