

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO VARIEDADES DE LECHUGA  
(*Lactuca sativa L.*) EN TRES CICLOS DE SIEMBRA CONSECUTIVOS, EN SAN  
MIGUEL DE LA TIGRA, SAN CARLOS, ALAJUELA, C.R.**

**JASON GERARDO VÁSQUEZ CAMACHO**

Trabajo final de graduación presentado a la Escuela de Agronomía como  
requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

**2015**

**EVALUACIÓN AGRONOMICA DE CINCO VARIEDADES DE LECHUGA  
(*Lactuca sativa L.*) EN TRES CICLOS DE SIEMBRA CONSECUTIVOS, EN SAN  
MIGUEL DE LA TIGRA, SAN CARLOS, ALAJUELA, C.R.**

**JASON GERARDO VÁSQUEZ CAMACHO**

**Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:**

Ing. Agr. Carlos Ramírez Vargas, Ph.D

\_\_\_\_\_

Asesor

Ing. Sergio Torres Portuguez, M.Sc

\_\_\_\_\_

Jurado

Ing. Wayner Montero Carmona, M.Sc

\_\_\_\_\_

Jurado

Ing. Agr. Carlos Ramírez Vargas, Ph.D

\_\_\_\_\_

Coordinador

Trabajos Finales

De Graduación

Ing. Agr. Alberto Camero Rey, M.Sc.

\_\_\_\_\_

Director

Escuela de Agronomía

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico primeramente a Dios que me permitió llegar hasta donde estoy en este momento ya que sin él no somos nada y seguidamente a mis padres Gerardo Vásquez y Nidia Camacho, además de mis hermanos que no los menciono porque son muchos, pero que con su esfuerzo y apoyo de una u otra manera aportaron un granito de arena, para que yo pudiera lograr concluir esta importante y maravillosa etapa.

También quiero dedicar este trabajo a mi hermosa bebe Verónica Vásquez y a su madre Laura Araya, que ambas me dieron el ánimo y las ganas para nunca retroceder y siempre seguir hacia adelante.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente quisiera agradecer a toda mi familia, y allegados que de una u otra forma me apoyaron en esta etapa de mi vida, tanto anímica como económicamente.

A mi hermana Alondra, mis sobrinos Luis Andrés, Denzel, Jordan, Yeiler y Josué, y también mi novia Laura que en ocasiones colaboraron en la realización de este trabajo.

A mi profesor y amigo Carlos Ramírez, por su apoyo y ayuda durante todo este tiempo, tanto en este trabajo final de graduación, como en todo el proceso de la carrera.

También quiero agradecer a los profesores Sergio Torres y Wayner Montero por haber aceptado formar parte de mi tribunal evaluador y por su gran ayuda en la culminación de este trabajo, ya que siempre estuvieron atentos a ayudar en lo que les fue posible.

Por último quisiera agradecer a todos mis compañeros que durante todo el proceso me ayudaron de distintas maneras y siempre estuvieron presentes cuando necesité una mano amiga.

## TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS.....	I
LISTA DE CUADROS .....	III
LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE ANEXOS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY.....	X
1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivo general.....	3
1.2 Objetivos específicos .....	3
1.3 Hipótesis.....	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1 Generalidades del cultivo de la lechuga.....	4
2.1.1 Origen e historia .....	4
2.1.2 Fenología del cultivo.....	4
2.1.3 Descripción botánica .....	5
2.2 Manejo agronómico del cultivo de lechuga .....	6
2.2.1 Preparación del suelo.....	6
2.2.2 Almácigos.....	6
2.2.3 Trasplante .....	7
2.2.4 Riego.....	7
2.2.5 Fertilización .....	8
2.2.6 Problemas fitosanitarios. ....	8
2.2.7 Cosecha .....	10
2.3 Requerimientos edafoclimáticos de la lechuga .....	11
2.4 Tipos de lechuga.....	12
2.4.1 Variedades de uso común en Costa Rica.....	13
3 MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1 Ubicación del proyecto.....	15

3.2	Descripción general del proyecto .....	15
3.3	Diseño experimental .....	15
3.4	Modelo estadístico .....	16
3.5	Tratamientos .....	17
3.6	Parcela experimental .....	18
3.7	Manejo del cultivo .....	20
3.7.1	Preparación del terreno .....	20
3.7.2	Almácigos.....	20
3.7.3	Trasplante .....	21
3.7.4	Manejo de riego y fertilización .....	22
3.7.5	Control de malezas.....	25
3.7.6	Control fitosanitario.....	26
3.8	Medición de las variables ambientales.....	26
3.9	Variables evaluadas.....	27
3.10	Análisis de datos .....	29
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
4.1	Evaluación de crecimiento .....	30
4.2	Evaluación de calidad .....	41
4.3	Variables ambientales.....	46
5	CONCLUSIONES.....	55
6	RECOMENDACIONES .....	55
7	BIBLIOGRAFÍA .....	56
8	ANEXOS .....	62

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Descripción de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) utilizadas en el ensayo de variedades en San Miguel de la Tigra San Carlos.....	17
2 Equilibrio entre macronutrientes en la solución nutritiva universal de Steiner (proporciones expresadas en miliequivalentes/Litro).....	23
3 Equivalentes para determinar la composición química de la solución nutritiva universal de Steiner. ....	24
4 Productos utilizados en el control fitosanitario en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R. ....	26
5 Variables agronómicas evaluadas en cada ciclo de cultivo en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.....	28
6 Prueba de Kruskal Wallis en cada ciclo para la variable diámetro de plantas a las 6 semanas después del trasplante (45 días), en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra San Carlos C.R.....	32
7 Medias de los diámetro de plantas (cm) obtenidas en cada uno de los ciclos a las 6 semanas después del trasplante (45 DDT), en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra San Carlos C.R.....	32
8 Prueba de Kruskal Wallis en cada ciclo para la variable número de hojas por planta, a las 6 semanas después del trasplante (45 días),	

	en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra San Carlos C.R.....	35
9	Medias del número de hojas por plantas obtenidas en cada uno de los ciclos a las 6 semanas después del trasplante (45 DDT), en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra San Carlos C.R.....	36
10	Significancia del análisis de varianza para la variable peso fresco de plantas obtenidas del ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra San Carlos C.R.....	38
11	Análisis de varianza para cada ciclo de la variable peso fresco de planta a la cosecha obtenidos en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra San Carlos C.R.....	38
12	Peso fresco por plantas (gramos), obtenidas en la cosecha en cada uno de los ciclos en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra San Carlos C.R.....	39
13	Comportamiento climático en cada uno de los ciclos de siembra en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.....	47

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Preparación de suelo para la siembra de lechuga ( <i>Lactuca Sativa L.</i> ) en el ensayo de variedades en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.....	20
2 Almacigos de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) a los 30 días de edad producidos en la empresa Almacigos San Juan S.A. utilizadas en el ensayo de variedades de lechuga en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R. V1 = Lucy Brown, V2 = Vulcan, V3 = Bergam'S Green, V4 = Sargasso y V5 Bohemia.....	21
3 Plántulas de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) trasplantadas en el ensayo de variedades de lechuga en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.....	22
4 Instalación de cintas para el sistema de fertirriego en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.....	23
5 Sistema de inyección de fertilizantes tipo Venturi utilizado en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.....	25
6 Instrumentos de medición de clima: a) Higrotermómetro y b) Luxómetro, utilizados en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.....	27
7 Comportamiento semanal del diámetro de plantas (cm) para cada variedad en cada uno de los ciclos de siembra en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.....	30

8	Lechuga variedad Bohemia cultivada en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R, seriamente defoliada producto de afectación por la bacteria <i>Pseudomonas marginalis</i> .....	31
9	Comportamiento semanal del número de hojas de las plantas para cada variedad en cada uno de los ciclo de siembra en el ensayo de variedades de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.....	34
10	Lechuga variedad Lucy Brown cultivada en San Miguel de la Tigra, San Carlos, CR, presentando afectación de bacteria <i>Pseudomonas marginalis</i> .....	35
11	Comportamiento de peso fresco por planta para cada variedad en cada uno de los ciclo de siembra en el ensayo de variedades de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.....	37
12	Porcentaje de plantas etioladas obtenidas en cada uno de los ciclos en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.....	41
13	Lechuga variedad a) Lucy Brown y b) Sargasso cultivada en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R. presentando arrollamiento de cabeza.....	42
14	Porcentaje de plantas con presencia de látex obtenidas en cada uno de los ciclos en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.....	43
15	Lechuga variedad Vulcan cultivada en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R. presentando etiolación o elongación del tallo.....	44

16	Porcentaje de plantas con presencia de látex obtenidas en cada uno de los ciclos en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) en San Miguel de la Tigra, San Carlos C.R.....	45
17	Lechuga variedad Sargasso cultivada en San Miguel de la Tigra, San Carlos C.R. presentando látex en las hojas.....	46
18	Comportamiento de las precipitaciones a lo largo de tres ciclos de cultivo de lechuga en San Miguel de la Tigra (ciclo 1: 19 de junio al 29 de julio del 2014, ciclo 2: 03 de agosto al 23 de septiembre del 2014 y ciclo 3: 02 de octubre al 13 de noviembre del 2014) y promedio diario de precipitaciones representados por semana, en cada uno de estos ciclos.....	49
19	Comportamiento de máximos y mínimos de humedad relativa en cada uno de los tres ciclos de siembra de lechuga en San Miguel de la Tigra (ciclo 1: 19 de junio al 29 de julio del 2014, ciclo 2: 03 de agosto al 23 de septiembre del 2014 y ciclo 3: 02 de octubre al 13 de noviembre del 2014) y promedio diario de máximos y mínimos de humedad relativa presentados por semana, en cada uno de estos ciclos.....	50
20	Lechuga variedad a) Lucy Brown y b) Sargasso cultivada en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R. presentando apariencia y textura tosca.....	52
21	Comportamiento de máximos y mínimos de temperatura en cada uno de los tres ciclos de siembra de lechuga en San Miguel de la Tigra (ciclo 1: 19 de junio al 29 de julio del 2014, ciclo 2: 03 de agosto al 23 de septiembre del 2014 y ciclo 3: 02 de octubre al 13 de noviembre del 2014) y promedio diario de máximos y mínimos de temperatura representados por semana, en cada uno de estos ciclos.....	53
22	Comportamiento de la intensidad de luz diaria a lo largo de tres ciclos de cultivo de lechuga en San Miguel de la Tigra (ciclo 1: 19 de junio al	

29 de julio del 2014, ciclo 2: 03 de agosto al 23 de septiembre del 2014 y ciclo 3: 02 de octubre al 13 de noviembre del 2014) y promedio de la intensidad luz de tres mediciones al día representados por semana, en cada uno de estos ciclos.....54

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Página</b>
1 Concentración de minerales del producto Microplex, utilizado en el ensayo de variedades de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.....	62
2 Productos con sus dosis e ingredientes activos, aplicados en el primer ciclo de cultivo de lechugas ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra, San Carlos.....	62
3 Productos con sus dosis e ingredientes activos, aplicados en el segundo ciclo de cultivo de lechugas ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra, San Carlos.....	63
4 Productos con sus dosis e ingredientes activos, aplicados en el tercer ciclo de cultivo de lechugas ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) en San Miguel de la Tigra, San Carlos.....	64

## RESUMEN

Debido a que la zona de San Carlos es Altamente turística y por tanto demandante de productos hortícolas, entre estos la lechuga. Ante la falta de conocimiento sobre variedades que se puedan producir a campo abierto bajo las condiciones imperantes de la zona, se decidió evaluar agrónomicamente 5 variedades de lechuga americana en 3 ciclos de siembra consecutivos. La evaluación en campo se llevó a cabo en tres fechas distintas para cada ciclo: el primer ciclo comprendió del 19 de junio al 29 de julio del 2014, el segundo ciclo comprendió del 03 de agosto al 23 de septiembre del 2014 y el tercer ciclo comprendió del 02 de octubre al 13 de noviembre del 2014. En cada uno de estos ciclos se utilizaron 5 variedades de lechuga americanas (Lucy Brown, Vulcan, Bergam'S Green, Sargasso y Bohemia). Con estos dos factores, el diseño estadístico utilizado fue un Completamente al Azar, con arreglo factorial 5 x 3 y 4 repeticiones cada uno, donde se midieron condiciones climáticas para la caracterización de cada ciclo, variables de crecimiento y calidad de las variedades de lechuga. Utilizando estadística no paramétrica (prueba de Kruskal Wallis) y paramétrica (ANDEVA y pruebas de Tukey = 0.05) se encontró que el mejor comportamiento tanto en crecimiento y calidad, se dio en el ciclo 2, que a pesar de presentar la mayor temperatura e intensidad lumínica, presento menor humedad relativa y menor precipitaciones. Las variedades que mejor se comportaron según la evaluación fueron la Lucy Brown y Sargasso, sin embargo en ningún caso llegaron a tener un crecimiento apto para la comercialización.

**Palabras Clave:** evaluación agrónómica, Lechuga américa, época de siembra, Crecimiento, calidad.

## SUMMARY

Due to that the area of San Carlos is highly touristic and therefore demandant of horticultural products, among them the lettuce. In the absence of knowledge about varieties that will produce in open field under the prevailing conditions of the area, it was decided to evaluate agronomically 5 varieties of iceberg lettuce in 3 consecutive cycles of planting. The field evaluation was conducted on three different dates for each cycle: the first cycle comprised of June 19 to July 29 2014, the second cycle comprised of August 03 to September 23 2014 and the third cycle comprised from October 02 to November 13 2014. In each of these cycles 5 varieties of American lettuce; (Lucy Brown, Vulcan, Bergam'S Green, Sargasso and Bohemia) were used. With these two factors, the research was a completely randomized design, with factorial arrangement 5 x 3 and 4 repetitions each. Weather conditions for the characterization of each cycle, growth variables and quality of lettuce varieties were measured. Using nonparametric (Kruskal Wallis) and parametric statistics (ANOVA and Tukey test = 0.05) found than the best performance in both growth and quality, occurred in cycle 2. Despite having the highest temperature and luminous intensity, this cycle presented lower relative humidity and lower rainfall. The varieties best behaved as assessed were Lucy Brown and Sargasso, however in no event came to have a suitable growth for marketing.

**Keywords:** agronomic evaluation, iceberg lettuce, time of sowing, growth, quality.

## 1 INTRODUCCIÓN

En el mundo, la lechuga es una de las hortalizas que más ampliamente se cultiva y es producida principalmente en países de cuatro estaciones, tales como: China con una producción de 8 005 000 ton/año, Estados Unidos con 4 352 740 ton/año, España con 914 900 ton/año, Italia con 845 593 ton/año, India con 790 000 ton/año y Francia con 433 400 ton/año, logrando los ciclos completos de estas plantas y obteniendo sus propias semilla (Carzola, 2010).

Esta hortaliza es de suma importancia por su alto valor nutritivo, esto junto con la tendencia mundial a la alimentación saludable que incentiva al consumo de la misma en ensaladas. Contrario a esto es utilizada en la preparación de comidas rápidas (fast food) como hamburguesas y otros productos, con lo que la demanda de esta hortaliza siempre está presente (Buena Salud, 2010).

En nuestro país esta hortaliza se cultiva principalmente en altitudes importantes donde los climas son frescos, siendo Cartago y el cantón de Zarcero, las principales zonas productoras de lechuga, en los cuales se produce principalmente la lechuga tipo “Americana”. Según los registros de oferta en nuestro país, la mayor oferta se da en los meses de julio y noviembre, y su precio alcanza su máximo valor en el mes de diciembre ya que es el mes de mayor demanda. Estos meses coinciden con los meses de la estación lluviosa debido a que es un cultivo que requiere de una alta demanda de agua para su óptimo desarrollo, sin embargo, en estas épocas también aumentan la presión de organismos patógenos que podrían provocar grandes pérdidas si no se da un adecuado manejo agronómico al cultivo (Cerdas y Montero, 2004).

Un factor importante a considerar es que hoy día el planeta está sufriendo cambios. Por esta razón las condiciones propias del clima de una zona, son muy distintas a las de hace algunos años atrás. Producto de este fenómeno, y debido a que las variedades de lechuga están aclimatadas a una zona con condiciones específicas de bajas temperaturas y humedades relativas medias, estos cambios

podrían causar efectos negativos en la producción de lechuga. Por esta razón una de las tendencias de la producción agrícola en general es la aclimatación o adaptación de nuevas variedades a climas más cálidos o que se consideran no aptos para el cultivo de la lechuga, según los estándares climáticos requeridos para dicho cultivo (Agro-Bio, 2013). Hoy día con estas nuevas variedades y con ayuda de tecnologías como el riego por goteo o el fertirriego se logran obtener buenos resultados de producción en zonas donde anteriormente no se lograba (Chavarria, 2012).

En los últimos años la producción de lechuga en nuestro país ha venido abriendo fronteras, (Vallejo y Estrada, 2004).

Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado, la zona de la Tigra de San Carlos no cuenta con las condiciones ideales o características para el desarrollo del cultivo de la lechuga, ya que el lugar presenta temperaturas elevadas y alta humedad relativa (Mora *et al.* 2007), dificultando el desarrollo de este cultivo a campo abierto. Además, San Carlos es una zona altamente turística, con gran cantidad de hoteles y restaurantes que representa un alto potencial de demanda de lechugas, entre otros productos hortícolas, por lo que sería de mucha importancia evaluar variedades de este cultivo, que logren desarrollarse adecuadamente y obtener buenos rendimientos bajo las condiciones imperantes del lugar y así lograr ofrecer a los agricultores de la zona una nueva opción de producción y satisfacer la demandas del producto (Acuna, 2010).

## **1.1 Objetivo general**

Evaluar agrónomicamente cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) cultivadas en tres ciclos de siembra consecutivos, en San Miguel de la Tigua, San Carlos.

## **1.2 Objetivos específicos**

Valorar el crecimiento de las cinco variedades de lechuga americana (*Lactuca sativa L.*) en tres ciclos de siembra consecutivos.

Evaluar la calidad de las cinco variedades de lechuga americana (*Lactuca sativa L.*) en tres ciclos de siembra consecutivos.

Determinar si las variables climáticas que presenta la zona de San Miguel de la Tigua son adecuadas para la producción de lechuga.

## **1.3 Hipótesis.**

Al menos una de las variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) presentará características agronómicas ideales para la producción en la zona de San Miguel de la tigua San Carlos.

## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del cultivo de la lechuga

#### 2.1.1 Origen e historia

La lechuga (*Lactuca sativa L.*) es un cultivo que desde su domesticación a partir de especies silvestres, se ha convertido en una planta típica en las ensaladas, y como adorno en platos especiales en todo el mundo. Los primeros informes escritos que mencionan esta planta son los realizados por Herodoto, el cual menciona que la lechuga aparecía en las mesas reales Persas en los años 550 AC. Y posteriormente fue descrita por muchos otros autores tales como: Hipócrates, Aristóteles y Galileo, entre los cuales algunos le atribuyen propiedades medicinales a esta popular planta (Davis *et al.* 2002).

El origen de la lechuga como tal no está muy claro hoy día; sin embargo, como cultivo domesticado y cultivado por el hombre, se tiene como probable origen la costa sur y sureste del Mar Mediterráneo, desde Egipto hasta Asia menor, esta teoría se basa en la existencia en esta zona de una planta de lechuga primitiva, casi silvestre. Otra evidencia de esta teoría se basa en la existencia de pinturas en las tumbas egipcias, que datan de los 4 500 A.C. en las cuales se aprecian un tipo de planta de lechuga que se asemeja grandemente a la que actualmente se cultiva que Egipto (Davis *et al.* 2002; Biamonte *et al.* 1984).

#### 2.1.2 Fenología del cultivo

Según la Universidad de Valladolid (2012), el cultivo de lechuga se divide en cuatro fases:

Fase de plántula: se da la aparición de la radícula y la emergencia de los cotiledones, seguidamente un crecimiento radicular en profundidad y luego la aparición de 3 a 4 hojas verdaderas, esta fase comprende una duración entre 3 a 4 semanas.

Fase de roseta: se da la aparición de nuevas hojas y una disminución en la relación largo-ancho de folíolos, se produce un acortamiento de los pecíolos y finalmente la formación de una roseta con 12 a 14 hojas, la duración de esta fase varía de 3 a 4 semanas.

Fase de formación de la cabeza: las hojas se vuelven más anchas que largas y toman cierta curvatura por el eje de la nervadura central, con lo que las nuevas hojas quedan envueltas por las formadas anteriormente, la duración de esta fase va de las 2 a las 3 semanas de duración.

Fase de floración: la cabeza pierde calidad, las hojas se toman un sabor amargo, se alargan y el tallo comienza a elongarse y posteriormente se da la emisión de las inflorescencias

### **2.1.3 Descripción botánica**

La lechuga es una planta perteneciente a la familia de las compositae, que posee una raíz pivotante, con numerosas raíces laterales, las cuales se desarrollan principalmente en la parte superficial del suelo, sobre los primeros 30 centímetros de profundidad (Tarigo *et al.* 2004).

Posee un tallo muy corto y las hojas forman una roseta que varía tanto de tamaño como de forma, textura y color, dependiendo de la variedad que se cultive. Una vez que pasa la madurez comercial, bajo condiciones ideales de clima se forma un tallo floral que puede llegar a medir de 1 a 1,2 metros, dependiendo de las variedades. La inflorescencia se compone en capítulos de 15 a 25 flores cada uno y con una coloración amarillenta (Galván *et al.* 2008).

## **2.2 Manejo agronómico del cultivo de lechuga**

### **2.2.1 Preparación del suelo**

El suelo debe prepararse convenientemente con una remoción de capas superficiales y la incorporación de enmiendas orgánicas para el mejoramiento de las propiedades físicas de los suelos, esto con la finalidad de lograr un desarrollo radicular superficial de buena calidad, seguidamente se realiza el zurcado y por último se forman las camas o camellones. Otra buena práctica en la preparación del suelo, puede ser la utilización de acolchado con coberturas orgánicas o, para un buen control de malezas, además de favorecer una adecuada humedad y facilitar la cosecha con raíces limpias. Los acolchados plásticos también puede ser una buena opción de cobertura, pero este caso es especialmente para lugares con climas fríos, ya que se eleva la temperatura del suelo y se logra promover ciclos más cortos con plantas muy uniformes (Infagro, 2003).

### **2.2.2 Almacigos**

Según Noguera (2004), este tipo de tecnología es más frecuentemente utilizada en plantaciones pequeñas, ya que es una práctica con una alta demanda de mano de obra, por lo tanto es muy caro en plantaciones muy extensas. Para la preparación de los almacigos se recomienda el uso de bandejas de poliestireno de 294 alveolos, en los cuales se siembra una semilla en cada uno a 5 mm de profundidad. Una vez que transcurren entre 30-40 días las plántulas de lechuga estarán listas para ser plantadas, en este momento deben tener entre 5-6 hojas verdaderas y una altura de 8 cm desde el cuello del tallo, hasta las puntas de las hojas (Infoagro, 2013).

### **2.2.3 Trasplante**

Para la realización del trasplante las plantas deben tener una altura de entre 8 a 10 cm, se debe de humedecer la tierra o el sustrato de las bandejas, para lograr desprender las plántulas con laya u horqueta de tierra, con el fin de separarlas sin dañar el sistema radicular de las mismas (Torres, 2003).

El tipo de sistema de siembra más difundido es el de caballetes o surcos que se plantan a ambos lados; sin embargo, en producciones pequeñas como huertos caseros, también se utiliza el sistema de plantación en platabandas o tablón. La distancia de siembra, para los caballetes se traza a 60 o 65 cm de distancia entre ellos y las plantas, se disponen a ambos costados, sobre la marca que deja el riego, esto a unos 15 o 25 cm sobre las líneas (Imbaquingo, 2013).

En el caso de las platabandas o tabloneros (sistemas donde se utilizan varias filas de plantas por cada tablón), son de 1,5 o 2 m de ancho, en las cuales se marcan las líneas a 25 o 30 cm de distancia, quedando las plantas a 15 o 25 cm entre sí (CRATE, 2011).

### **2.2.4 Riego**

La lechuga a pesar de ser un cultivo que no soporta la sequía, no obstante si existe exceso de humedad en el suelo se puede dar la aparición de podredumbres en el cuello de las patas. Dentro de los sistemas de riego existentes, para este tipo de cultivo, uno de los mejores es el riego por goteo y las cintas de exudación, automatizados con programadores para una mayor eficiencia. La intensidad de riego varía según las condiciones climáticas y la etapa fenológica del cultivo. De forma general los riegos deben ser diarios en la primera semana y posteriormente se deben realizar al menos tres veces por semana, la cantidad de agua a utilizar como se mencionó anteriormente varía de acuerdo a las condiciones climáticas y al tipo de suelo (Infojardin, 2013). La cantidad debe ser tal que la plantación nunca pase sed,

pero no pueden ser excesivos para que no se produzca encharcamientos, pues la lechuga no es tolerante a esta condición (Noguera, 2004).

### **2.2.5 Fertilización**

Este es un cultivo que presenta alta variación en cuanto a los requerimientos nutricionales dependiendo del tipo de lechuga que se esté utilizando, del volumen y tamaño de crecimiento y del tipo a cultivar. Esta planta es de ciclo corto, por lo que sugiere una fertilización de base fuerte antes del trasplante y fertilizaciones complementarias con el fertirriego, en drench o de forma foliar. En base a un análisis de suelo, el clima de la zona, la duración del ciclo y las características de la variedad a cultivar, se podría plantear un plan de fertilización, del cual el 70 - 80 % del requerimiento se incorpore al suelo en la preparación del mismo y la fertilización restante, se adicione en las tres primeras semanas del ciclo después del trasplante (Vallejo y Estrada, 2004).

Otro factor importante a tener en cuenta es el acondicionamiento del suelo, ya que en ocasiones donde los suelos son ácidos, es necesaria la aplicación de enmiendas, para lograr una mejor absorción de nutrientes por parte del cultivo. En cuanto a los elementos menores como el boro, zin y cobre, existen zonas en donde los suelos poseen un bajo contenido de estos y por lo tanto deben ser suministrados durante las primeras dos o tres semanas del ciclo después del trasplante (Imbaquingo, 2013).

### **2.2.6 Problemas fitosanitarios.**

Según Infoagro (2003), la lechuga es un cultivo que no tolera la competencia con las malas hierbas, por lo que el control de las mismas debe de ser constante cada vez que aparezcan en el campo, este control debe de realizarse de manera integrada tratando de minimizar al mínimo el impacto ambiental, además se debe de

tener en cuenta que en el periodo próximo a la recolección de las lechugas, las malas hierbas deben ser eliminadas, ya que pueden crear un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades que podrían invalidar el cultivo.

Complementario a lo anterior, Lucero (2012) menciona que las tres primeras semanas después del trasplante, cumplen el periodo crítico de competencia y resaltan el acolchado con materia orgánica, o plástico como una buena opción para el control de malezas.

Para la realización de las deshierbas, es posible la implementación de herramientas como: azadón, palas, entre otros, pero solo en los primeros días después del trasplante, en caso de tener problemas de malezas en días posteriores, se debe de realizar manualmente para evitar dañar el follaje del cultivo. Por esta razón una adecuada distribución del cultivo en el campo puede cubrir adecuadamente la superficie, evitando la aparición de malas hierbas y reducir el daño por estas prácticas (Vallejo y Estrada, 2004).

Según Langlais y Ryckewaert (2002), las principales plagas que se presentan en este cultivo son las moscas minadoras y las larvas de distintas clases, por lo que se deben de realizar tratamientos preventivos, contra la mosca minadora 2 días antes de la plantación y 5 a 7 días después del trasplante, para el caso de las larvas se debe de realizar justo antes de que el repollo cierre.

En el caso de las enfermedades, según la FAO (2002) existen tres patógenos principales que son:

**Bremia (*Bremia lactucae*):** conocido como mildío de la lechuga, este hongo ataca las hojas recubriéndolas de un micelio blanco que acaba por podrir las completamente.

**Botrytis (anamorfo: *Botrytis cinerea*; teleomorfo: *Botryotinia fuckeliana*):** este hongo es causante de una podredumbre gris en las hojas.

**Sclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum* o *Sclerotinia minor*):** este procede del suelo, donde su micelio blanco ataca al tallo, provoca que la planta se marchite y muera rápidamente. Para el control del mismo es necesario hacer una buena desinfección del suelo.

En general para el control de estas tres enfermedades se deben medir los excesos de agua, ya que los fungicidas solo deben usarse como último recurso, para evitar la acumulación de residuos en las hojas, ya que este es un cultivo de ciclo muy acelerado (FAO, 2002),

### **2.2.7 Cosecha**

En el momento de la cosecha los principales índices de madurez utilizados son el tamaño del producto, la compactación de la cabeza o grado de arpeollamiento y el tiempo transcurrido desde el trasplante, este último varía de acuerdo al cultivar utilizado, la zona de producción y a factores climáticos. El grado de compactación se determina presionando con la mano la cabeza de la lechuga y cuando se requiera de una fuerza moderada para comprimirla, es porque ya se encuentra lista para la cosecha. En la corta, se debe de tomar la lechuga con una mano y con un cuchillo filoso se corta a ras del suelo, se eliminan las hojas sucias, quemadas por el sol, enfermas y con cualquier otro daño (Cerdas y Montero, 2004).

Como media se considera que para la cosecha de estas variedades deben haber transcurrido entre los 90 a 100 días y el máximo que podría durar son 2 meses antes de que se comience a dar la subida de la flor y se amargen por la producción de latex (Torres, 2002; citado por Cali, 2011).

### 2.3 Requerimientos edafoclimáticos de la lechuga

Los rangos de temperatura óptima de este cultivo varían, de acuerdo al estado fenológico en que se encuentra; durante la germinación, la temperatura ideal va de los 18-20 °C, en la fase de crecimiento los rangos varían de los 18-14 °C durante el día y de 5-8 °C durante la noche. En la fase del acogollado, la temperatura debe de ser aún menor, de 12 °C durante el día y de 3-5 °C durante la noche (Axayacatl, 2012).

La lechuga es un cultivo que se adapta mejor a temperaturas bajas que altas, ya que la máxima temperatura que las variedades normalmente soportan son los 30 °C y la mínima es de 6 °C (Casaca, 2005).

Según Suquilanda (1995), este es un cultivo que se logra desarrollar adecuadamente de los 2500 a los 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm), sin embargo lo ideal se encuentra entre los 2200 y 2600 mmsn.

En cuanto a la humedad relativa, la óptima para este cultivo es de un 60 a un 80 %, sin embargo en algunos momentos puede que este rango sea menor al 60 %. La lechuga al tener un sistema radicular muy reducido en comparación con la parte aérea, provoca que las mismas sean sensibles a la falta de humedad (Casaca, 2005). Además, según Marschner (1995) citado por Delgado *et al* (2007), el exceso de humedad relativa afecta negativamente el desarrollo de este cultivo debido a que se reduce la transpiración de las plantas y por lo tanto la absorción de nutrientes y reduce la tasa de crecimiento del mismo.

La lechuga requiere un suelo relativamente húmedo, por lo que las precipitaciones recomendadas para este cultivo varían desde los 1 200 a los 1 500 milímetros anuales, esto porque la falta de humedad reduce el crecimiento de la plantas y desmejora la calidad de la producción (Suquilanda, 1995).

Según Lucero (2012) durante su ciclo vegetativo el requerimiento del cultivo de la lechuga es de 250 a 350 mm, si existe un exceso de humedad en este es muy

perjudicial, debido a que favorece la proliferación de enfermedades fungosas y bacterianas.

El factor luminosidad para la lechuga es de suma importancia, ya que es altamente demandante de esta y en caso de existir escases se producen hojas delgadas y provoca que de la cabeza se desplieguen las hojas. Además la luminosidad también afecta la productividad, color, sabor y textura. (Barahona, 2000 y Lucero, 2012).

La lechuga es una planta que bajo condiciones de fotoperiodos largos (más de 12 horas) y altas temperaturas (más de 26 °C), emite su tallo floral, condición que es a un mayor para las variedades de hojas sueltas que para las de cabeza compacta (Lucero, 2012).

Según Hydro Environment (2015), los niveles de iluminación óptimos para las plantas de lechuga son de 12000 a 30000 lux diarios.

Los requerimientos del cultivo en cuanto a suelo se basa en suelos aireados y con buena fertilidad, recomendable que sean nivelados y mecanizados o trabajados a una profundidad de 30 cm, esto con el fin de eliminar así fácilmente los excesos de humedad y evitar los encharcamientos, con el fin de evitar condiciones propicias para la generación de enfermedades (ProHuerta, 2013).

Según Casaca (2005), la lechuga no permite la sequía en ningún caso, este cultivo preferiblemente permite la humedad sin embargo las enfermedades pueden aparecer más fácilmente, además si el suelo es muy ácido es conveniente encalar, ya que el rango de pH óptimo, se encuentra entre los 6,7 y 7,4.

## **2.4 Tipos de lechuga.**

Según Cerdas y Montero (2004), las lechugas de acuerdo a su forma de crecimiento se pueden clasificar en tres tipos, que son las lechugas de cabeza, las de hoja suelta y las tipos cos. Las lechugas que forman cabeza o también llamadas

“lechugas arrepolladas” son las que principalmente se encuentran en el mercado, las lechugas de hoja, no forman una cabeza compacta y las lechugas cos son también llamadas orejonas, debido a que forman una cabeza ovalada que es intermedia entre la lechuga de cabeza y la de hoja suelta (López, 2001; citado por Vega, 2013).

#### **2.4.1 Variedades de uso común en Costa Rica**

En Costa Rica, principalmente se cultiva la lechuga de tipo americana, como por ejemplo Lucy Brown, la cual según Grupo Trisan Agro (2014), es una variedad que forma cabeza compacta, posee buen potencial de rendimiento, con pesos que van desde 330 a 690 gramos, presenta resistencia a floración y además presenta gran adaptabilidad a distintas zonas del país, presenta una precocidad buena con un promedio de 5,5 semanas desde el trasplante a la cosecha. Otra de las variedades utilizadas es la Vulcan, para la cual Grupo Sakata seed de Mexico (Sf) menciona que es una variedad de coloración rojo brillante sobre un fondo verde pálido, además es una variedad de cabeza abierta, de gran tamaño y con una precocidad intermedia. Bergam'S Green es otra de la variedades que se utiliza, variedad de hoja abierta, que se caracteriza por ser de gran tamaño, uniformidad y precoces, considerada apta tanto para época seca como lluviosa, con pesos promedios de 450 gamos a las 5 o 6 semanas después de trasplante (Enza Zaden Export, 2014 a). La variedad Bohemia también es de tipo de hoja abierta, con muy buen volumen, con gran resistencia a cambios climáticos y floración, reportando un pesos promedio de 300 gramos y recomendada para la producción tanto a campo abierto como en invernadero. (Enza Zaden Export, 2014 b).

Otras de la variedades utilizadas son la Tropical Emperor que es una variedad adaptada a latitudes bajas con respeto al mar, por lo cual es tolerante al calor y la lluvia, es de tipo Iceberg, es de una coloración verde y con bordes dentados, la variedad Gator también es de tipo Iceberg, con muy buena uniformidad y con altos rendimientos de peso, ideal para producir en altitudes de entre los 900 a 1300 msnm. Gulf Stream esta variedad es tropical con capacidad de formar cabeza compacta aún

bajo condiciones de calor y humedad, posee excelente textura y el tiempo a cosecha es de 65 días (Grupo Trisan Agro, 2014).

En cuanto a la variedad Sargasso, no se encuentra reportada literatura sobre la misma, sin embargo algunos productores ya la están utilizando, siendo distribuida por la empresa almácigos San Juan S.A.

### **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación del proyecto**

El proyecto fue llevado a cabo en San Miguel de la Tigra, San Carlos, Alajuela, específicamente en la finca Ornamentales de San Miguel, propiedad de la familia Vásquez Camacho, cuyas coordenadas geográficas son: 10<sup>0</sup>21'27.99" N y 84<sup>0</sup>37'26.35"W y se encuentra a una altitud de 564 msnm.

El clima con el que se cuenta es tropical con dos estaciones definidas, donde la época lluviosa comprende el periodo de mayo a febrero y la estación seca abarca los meses de marzo a mayo, donde esporádicamente se presentan precipitaciones. Según datos de climate-data.org (2012), la temperatura promedio de la zona es de 22,5<sup>0</sup>C y la precipitación promedio anual es de 3 500 mm.

#### **3.2 Descripción general del proyecto**

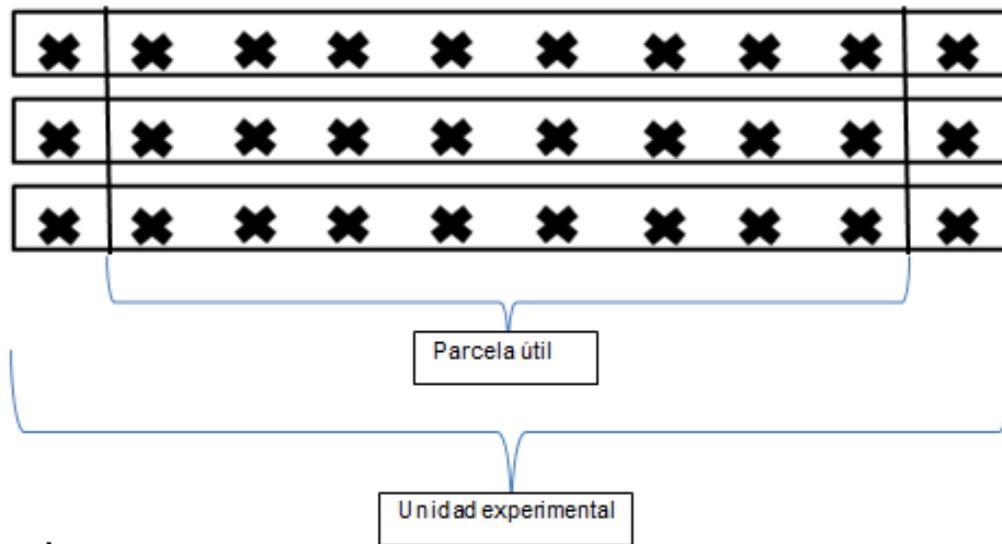
El proyecto consistió en la evaluación a campo abierto del comportamiento agronómico y productivo de cinco variedades de lechuga americana durante tres ciclos de siembra consecutivos, evaluando parámetros relacionados con crecimiento y calidad, tales como: número de hojas por planta, diámetro de plantas, porcentaje de plantas etioladas, porcentaje de plantas arrolladas, porcentaje de plantas con presencia de látex, peso fresco de plantas y días a cosecha de las variedades.

#### **3.3 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x5, donde el factor A comprendió los tres ciclos de siembra y el factor B correspondió a las cinco variedades de lechuga americana evaluadas, en cada tratamiento se utilizó 4

repeticiones con 30 plantas cada una como unidad experimental; la parcela útil en cada repetición fue de 24 plantas, con lo que se eliminó el efecto borde.

Croquis de unidad experimental y parcela útil.



### 3.4 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (A \times B)_{i,j} + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$A_i$  = Efecto del ciclo de siembra

$B_j$  = Efecto de la variedad

$(A \times B)_{i,j}$  = efecto de la interacción entre el ciclo de siembra y la variedad

$\varepsilon_{ij}$  = efecto del error experimental.

<b>Fuente variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Ciclo de siembra	2
Variedad	4
Interacción ciclo de siembra * variedad	8
Error experimental	45
Total	59

### 3.5 Tratamientos

Las variedades que se utilizaron fueron Lucy Brown, Vulcan, Bergam'S Green, Sargasso y Bohemia (cuadro 1) durante los tres ciclos de siembra.

**Cuadro 1.** Descripción de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) utilizadas en el ensayo de variedades en San Miguel de la Tigra San Carlos.

<b>Símbolo utilizado</b>	<b>Variedad</b>	<b>Casa Comercial</b>	<b>País de origen</b>	<b>Características</b>
V1	Lucy Brown	Seminis	Estados Unidos	Hojas de color verde claro, forma cabeza compacta, presenta buena tolerancia al Mildiu. Es resistente a floración, excelente adaptabilidad a distintas zonas del país. Buena precocidad con 5.5 semanas a cosecha.
V2	Vulcan	SAKATA	México	Es de tipo hoja abierta, con una coloración rojiza, buen tamaño. Presenta buena resistencia a enfermedades y la madurez es de intermedia a precoz.
V3	Bergam'S Green	ENZA ZADEN	México	Variedad de hoja abierta con alta uniformidad y gran tamaño, con alta adaptabilidad a distintas zonas, tanto lluviosas como secas, el ciclo de cultivo es de 5 a 6 semanas.

V4	Sargasso	Distribuida por Almacigos San Juan S.A.	No reportado	No reportado
V5	Bohemia	ENZA ZADEN	México	Variedad de hoja abierta, gran tamaño, tolerante a cambios climáticos y floración. Esta variedad se recomienda en la producción a campo a abierto en verano e invierno y también para utilizar en invernaderos. Presenta resistencia a Mildiu.

### **Ciclos de siembra.**

Ciclo de siembra 1: comprendió del 19 de junio al 29 de julio del 2014

Ciclo de siembra 2: comprendió del 03 de agosto al 23 de septiembre del 2014

Ciclo de siembra 3: comprendió del 02 de octubre al 13 de noviembre del 2014

Cada variedad para cada ciclo de siembra constituye un tratamiento, para un total de 15 tratamientos.

### **3.6 Parcela experimental**

La parcela experimental se constituyó por un total de 6 camas o camellones, con distintos largos como se muestra en el croquis de distribución de tratamientos en cada ciclo, el ancho de las hileras o camas fue de 1,10cm. Cada una de las repeticiones en cada variedad estuvo compuesta por una cama de 12 m de longitud, sembradas a 3 hileras por cama y a una distancia entre plantas de 30 cm en cuadro, para un total de 30 plantas por repetición en cada variedad, al eliminar los bordes, el total de plantas fueron 24 como parcela útil.

Croquis de distribución de tratamientos en cada ciclo.

V = variedad

R = repetición

Ciclo siemb. 1				
Cama 1	V3 R1	V5 R1	V1 R1	
Cama 2	V4 R1	V5 R2	V2 R1	
Cama 3	V1 R2	V3 R2	V4 R2	V1 R3
Cama 4	V3 R3	V5 R3	V2 R2	V3 R4
Cama 5	V4 R3	V1 R4	V2 R3	V5 R4
Cama 6	V2 R4	V4 R4		

Ciclo siemb. 2				
Cama 1	V4 R1	V1 R1	V2 R1	
Cama 2	V5 R1	V3 R1	V4 R2	
Cama 3	V1 R2	V2 R2	V5 R2	V3 R2
Cama 4	V3 R3	V1 R3	V4 R3	V2 R3
Cama 5	V4 R4	V2 R4	V3 R4	V5 R3
Cama 6	V1 R4	V5 R4		

Ciclo siemb. 3				
Cama 1	V1 R1	V5 R1	V4 R1	
Cama 2	V2 R1	V3 R1	V1 R2	
Cama 3	V4 R2	V1 R3	V3 R2	V2 R2
Cama 4	V5 R2	V2 R3	V4 R3	V1 R4
Cama 5	V3 R3	V4 R4	V5 R3	V2 R4
Cama 6	V5 R4	V3 R4		

### 3.7 Manejo del cultivo

#### 3.7.1 Preparación del terreno

Para la preparación del terreno se utilizó un Rotavator, con el fin de airear y mejorar las condiciones físicas del suelo y con ayuda de una pala se procedió a construir las camas o camellones en el terreno, junto con sus respectivos drenajes, con el fin de evitar los excesos de agua y por el ende el encharcamiento. Para el segundo y tercer ciclo, se utilizó un tridente para romper las camas y con ayuda de una pala se procedió a dar forma nuevamente a las mismas, esto con el fin de evitar variaciones en las condiciones del suelo de un ciclo a otro, producto de la compactación generada por las precipitaciones y por la aplicación del fertirriego.



**Figura 1.** Preparación de suelo para la siembra de lechuga (*Lactuca Sativa L.*) en el ensayo de variedades en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R

#### 3.7.2 Almacigos

Los almacigos fueron hechos por la empresa Almacigos San Juan S.A. ya que poseen tecnología y prácticas propicias para el desarrollo de las plántulas para obtener almacigos lo más homogéneos posible.



**Figura 2.** Almacigos de lechuga (*Lactuca sativa L.*) a los 30 días de edad producidos en la empresa Almacigos San Juan S.A. utilizadas en el ensayo de variedades de lechuga en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R. V1 = Lucy Brown, V2 = Vulcan, V3 = Bergam'S Green, V4 = Sargasso y V5 = Bohemia.

### 3.7.3 Trasplante

Las plantas se trasplantaron una vez que los almacigos cumplieron la edad de 4 semanas en promedio y poseían entre 5 y 6 hojas verdades, para la realización de la siembra, previamente se activó el riego por goteo durante 7 minutos para humedecer la superficie del suelo y evitar al máximo el estrés por trasplante, una vez distribuidas las variedades y sus repeticiones en el área de siembra, se procedió a realizar la misma, las plantas se sembraron a tres hileras por cama o camellón a una distancia de 30 cm en cuadro.



**Figura 3.** Plántulas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) trasplantadas en el ensayo de variedades de lechuga en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

#### **3.7.4 Manejo de riego y fertilización**

Para el riego se instaló un sistema de riego por goteo, donde se colocó tres líneas de cintas de goteo sobre la cama, la cinta cuenta con un gotero cada 25 cm, el riego se instaló de forma automática con ayuda de un controlador digital o timer digital y una electro válvula, los tiempos y la cantidad de riego se determinó por medio de mediciones de la tensión del suelo con ayuda de un tensiómetro.



**Figura 4.** Instalación de cintas para el sistema de fertirriego en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

Para la fertilización, se utilizó un sistema de inyección tipo venturi por medio del cual semanalmente se introdujo una solución nutritiva completa al cultivo, basada en la solución nutritiva universal de Steiner (cuadro 1), manejada a una conductividad eléctrica (CE) de 2Ms cm-1.

**Cuadro 2.** Equilibrio entre macronutrientes en la solución nutritiva universal de Steiner (proporciones expresadas en miliequivalentes/ Litro).

	Cationes			Aniones		
Nutriente	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Concentración en Miliequivalentes/Litro	35	45	20	60	5	35

*Adaptado de Steiner, (1997) citado por Pacheco, (2010).*

En la preparación de la solución nutritiva se utilizaron las siguientes sales: KNO<sub>3</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y MgSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O.

Para determinar la cantidad de cada sal a utilizar para la preparación de la solución nutritiva, se utilizó la tabla de equivalencia de doble entrada como se muestra en el cuadro 3, el cual se calcula a partir del equilibrio entre nutrientes de la solución nutritiva de Steiner (cuadro 2).

**Cuadro 3.** Equivalentes para determinar la composición química de la solución nutritiva universal de Steiner.

	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Suma
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3	9		12
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1			1
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3		4	7
Suma	7	9	4	Sumatoria 20

*Nota: la conductividad eléctrica es igual a la sumatoria de equivalentes dividido entre 10:  
CE=sumatoria/10= 2Ms cm-1*

Los fertilizantes utilizados semanalmente fueron:

KNO<sub>3</sub>: 3 equivalentes x 101/equivalente = 303 gramos

Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>: 9 equivalentes x 82/equivalente = 738 gramos

KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>: 1 equivalentes x 136.1/equivalente = 136gramos

K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 3 equivalentes x 87,15/equivalente = 261gramos

MgSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O: 4 equivalentes x 123,2/equivalente =493 gramos.

En cuanto a los elementos menores, se aplicó de igual forma vía sistema de riego, aplicando 20 gramos semanales de Microplex (ver anexo 1) el cual es un multimineral alto en Fe Cu Mg junto con los demás minerales menores que necesitan las plantas, además se aplicó 20 gramos de ácido bórico para suplir las necesidades de Boro más 10 gramos de sulfato de Zn para de igual forma suplir las demandas de Zn por parte del cultivo

La aplicación de los fertilizantes se realizó de forma fraccionada para evitar incompatibilidad debido a que la mezcla es concentrada, preparándose en una cubeta de 5 galones para ser inyectada al sistema de riego con ayuda del venturi. Las aplicaciones se realizarán de la siguiente forma.

Lunes: aplicación de Nitratos

Miércoles: aplicación de Sulfatos

Viernes: aplicación de fosfatos mas Multimineral, Ácido Bórico y sulfato de Zn



**Figura 5.** Sistema de inyección de fertilizantes tipo Venturi utilizado en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

Para cada uno de los ciclos se utilizó la misma metodología, además de esto en cada ciclo se realizó una fertilización granular con la fórmula 15 - 15 -15, aplicando a los 5 días después del trasplante alrededor de 3 gramos por planta de manera espequeada o profunda, con el fin de ayudar al desarrollo radicular de las plantas de lechuga.

### **3.7.5 Control de malezas**

El control de malezas se realizó manualmente, en cada uno de los ciclos se realizó 2 veces con ayuda de un machete o cuchillo, esto se realizó en promedio a los 15 y 30 días después del trasplante.

### 3.7.6 Control fitosanitario

El control de plagas y enfermedades se realizó de forma preventiva, debido a que es un cultivo altamente susceptible a la afectación por diversos patógenos, además al ser un cultivo de hoja, estas deben de estar en las condiciones óptimas para el consumo de las misas. Además las aplicaciones de un producto u otro dependieron de varios factores, como el clima, el estado fenológico de la planta y en algunos casos la presencia del patógeno, por lo que las aplicaciones de productos variaron de un ciclo a otro (ver Anexos 2, 3 y 4).

En el cuadro 4 se pueden ver los productos utilizados durante los tres ciclos de cultivo y la finalidad con que se utilizó cada uno de estos.

**Cuadro 4.** Productos utilizados en el control fitosanitario en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

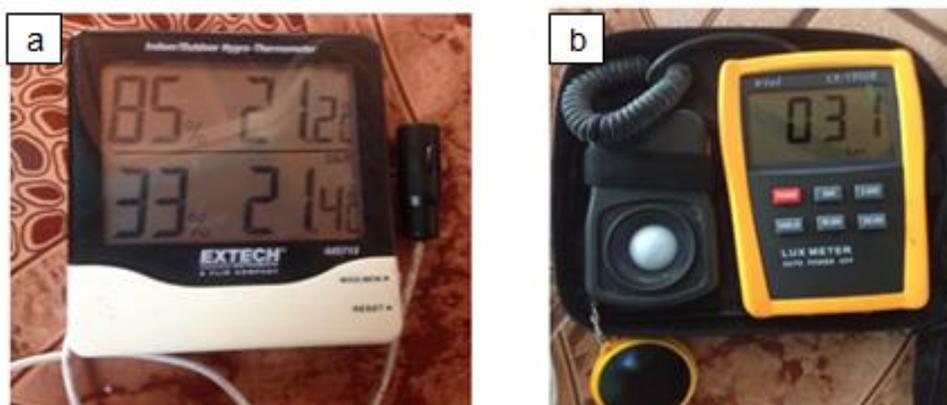
Nombre genérico	Nombre comercial	Organismo a controlar
Neoticotinoide Piretroide Imidacloprid, deltamethrin	Muralla Delta 190 OD	Afidos
Hongo biocontrolador <i>Bauveria Basiana</i>	Ba-Eco	Insectos Cortadores
Hongo biocontrolador <i>Trichoderma</i>	Tricho-Eco	Botrytis y Sclerotinia
Extracto de semillas botánicas	Kilol LDF-10011 SL	<i>Pseudomonas marginalis</i>
Estreptomicona, oxitetraciclina	Agri-mycin - 16,5 WP	<i>Pseudomonas marginalis</i>
Ditiocarbamato Mancozeb	BIOMAN 80 WP	Botrytis y Sclerotinia
Sulfato de cobre	Fytosan 20 WP.	<i>Pseudomonas marginalis</i>

### 3.8 Medición de las variables ambientales.

En cada uno de los ciclos de siembra se cuantifico las variables ambientales tales como humedad relativa, temperatura, intensidad lumínica y precipitaciones.

En el caso de la temperatura y la humedad relativa, se utilizó un higrotermómetro digital marca Extech modelo 445713 el cual registró los máximos y mínimos de cada uno, estos se tomaron y se tabularon diariamente por las mañanas en cada uno de los ciclos.

Para la intensidad lumínica, diariamente se realizaron 3 mediciones, en la mañana, al medio día y en la tarde con un luxómetro digital marca VICI modelo LX-1332B, estos tres datos de intensidad lumínica se promediaron y se obtuvo un solo resultado con el promedio de intensidad lumínica diaria.



**Figura 6.** Instrumentos de medición de clima: a) Higrotermómetro y b) Luxómetro, utilizados en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

En cuanto a la variable precipitación, estos datos se solicitaron a la estación meteorológica del ICE ubicada en San Miguel de la Tigra San Calos, Alajuela.

### 3.9 Variables evaluadas

Las variables agronómicas que se evaluaron se presentan en el cuadro 5, las cuales se dividen en dos categorías; las variables de crecimiento (diámetro de plantas, número de hojas por planta, peso fresco de plantas y días a cosecha) y variables de calidad (% de plantas arrolladas, % de plantas etioladas y presencia de látex).

**Cuadro 5.** Variables agronómicas evaluadas en cada ciclo de cultivo en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

<b>Variable</b>	<b>Caracterización de variable</b>	<b>Frecuencia de medición</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Descripción</b>
Numero de hojas por planta	Crecimiento	Semanal	Numero de hojas	Se contó el número de hojas por planta
Diámetro de plantas	Crecimiento	Semanal	Centímetros	Se midió con una cinta métrica, el diámetro de la planta, midiendo siempre en forma paralela a la cama o camellón.
Peso fresco de planta	Crecimiento	Final del ciclo	Gramos	Se pesó cada planta cosechada con una balanza analítica
Días a cosecha	Crecimiento	Final del ciclo	Días	Se cuantificó el periodo transcurrido en días, desde el momento del trasplante hasta la cosecha
Porcentaje de plantas etioladas	Calidad	Final del ciclo	Porcentaje	Se contó el número de plantas que presentaron etiolación o elongación del tallo y se procedió a obtener el porcentaje. $\frac{\text{plantas etioladas}}{\text{total de plantas}} \times 100 =$
Porcentaje de plantas "arrolladas"	Calidad	Final del ciclo	Porcentaje	Se contó el número de plantas que presentaron arrollamiento de las hojas cercanas al meristemo apical y se procedió a obtener el porcentaje. $\frac{\text{plantas arrolladas}}{\text{total de plantas}} \times 100 =$
Presencia de látex	Calidad	Final del ciclo	Porcentaje	Se rompió una hoja en cada planta y se observó si existía presencia o no de látex y además se realizó una prueba gustativa para ver si existía sabor amargo o no.

### **3.10 Análisis de datos**

Una vez que se obtuvieron los datos de las variables evaluadas se procedió a realizar el correspondiente análisis estadístico, para la cual se utilizó el programa estadístico InfoStat y algunas herramientas de Excel en la realización de gráficos.

Se realizaron pruebas de comprobación de supuestos; normalidad (Kolmogorov), y la prueba de homocedasticidad (Levene), además de transformación de datos. También de acuerdo a los datos, se utilizó estadística no paramétrica realizando la prueba de Kruskal Wallis y paramétrica para lo cual se realizó análisis de varianza (ANDEVA).

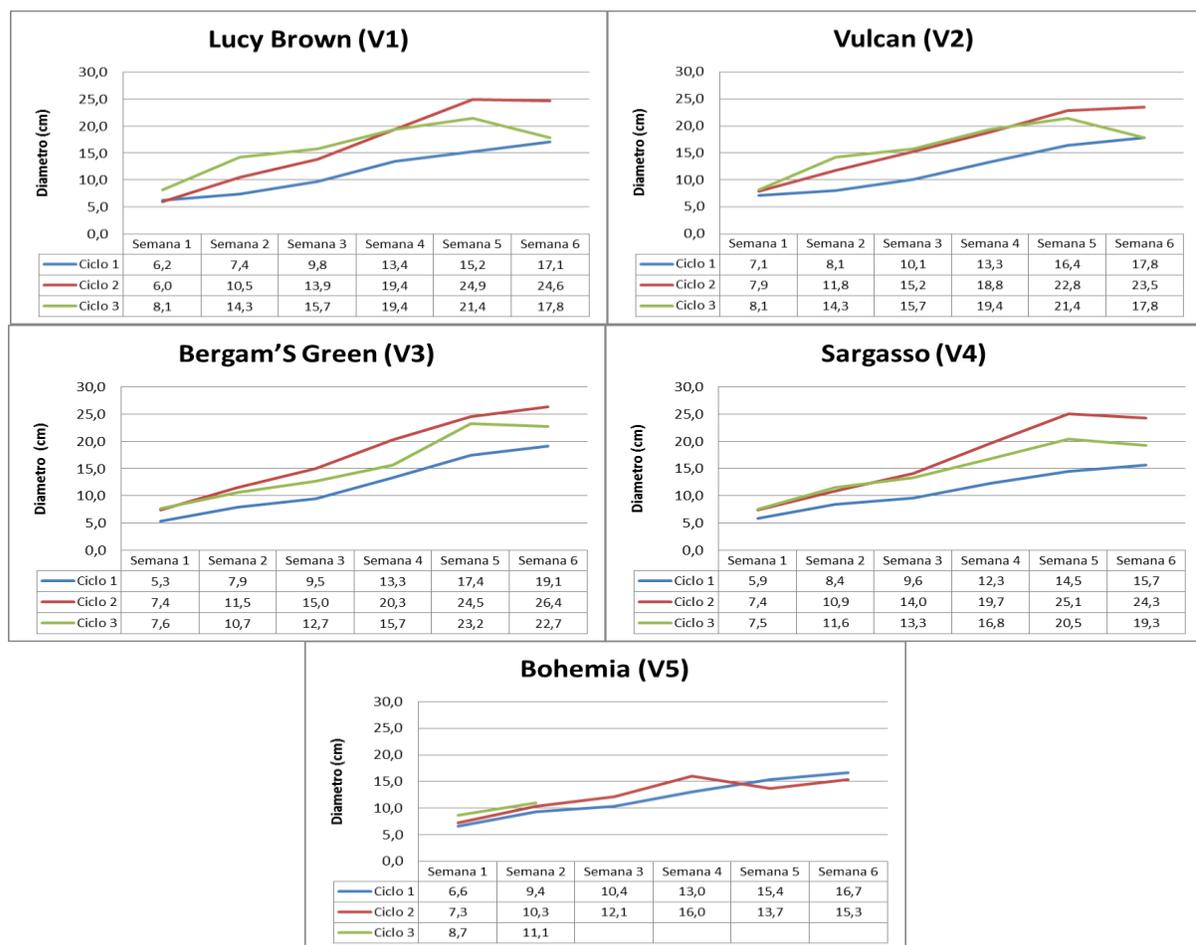
Se realizaron pruebas de medias, utilizando una prueba al 5% de error que realiza la misma prueba de Kruskal Wallis para las no paramétricas y Tukey al 5% para la estadística paramétrica.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Evaluación de crecimiento

Con el fin de evaluar el crecimiento de la planta, se evaluaron cuatro variables; el diámetro de plantas, el número de hojas por planta, el peso fresco de plantas y el número de días a cosecha.

El diámetro de plantas fue evaluado semanalmente, con los que se logró obtener una curva con el comportamiento de esta para cada una de las variedades de lechuga, en cada uno de los ciclos de siembra (ver figura 7).



**Figura 7.** Comportamiento semanal del diámetro de plantas (cm) para cada variedad en cada uno de los ciclos de siembra en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

De acuerdo a los datos de diámetro de plantas (figura 7), en todas las variedades el mejor diámetro de plantas se presentó en el ciclo 2, a excepción del caso de la variedad Bohemia que el diámetro en ese ciclo bajo en las últimas dos semanas siendo menor incluso que la registrada en el ciclo 1, esto producto de una defoliación en el ciclo 2 y 3. Este problema ha sido asociado a la presencia de *Pseudomonas marginalis* (Almodóvar, 2001). Además se observa que en el 3 solo se registraron datos de las primeras dos semanas dándose una pérdida total de la variedad ya para la semana 3. Esta variedad es una de las que presento mayor susceptibilidad a dicha enfermedad, lo que desfavoreció el adecuado crecimiento de la misma.



**Figura 8.** Lechuga variedad Bohemia cultivada en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R, seriamente defoliada producto de afectación por la bacteria *Pseudomonas marginalis*.

En las demás variedades, la tendencia es similar en cada uno de los distintos ciclos de siembra, donde los diámetros mayores se presentaron en el ciclo 2, seguido de los presentados en el ciclo 3 y por último los diámetros del ciclo 1.

Para esta variable se realizaron las pruebas de comprobación supuestos, de normalidad (Kolmogorov), y la prueba de homocedasticidad (Levene), mismas que no se cumplieron lo que indica que los valores no se comportan de manera normal y no hay homogeneidad de los datos, por lo que posteriormente se realizaron transformaciones sin tener éxito, razón por la cual se decidió recurrir a estadística no

paramétrica, utilizando la prueba de kruskal Wallis (cuadro 6) para los datos obtenidos de diámetro en la semana 6 después del trasplante, en cada uno de los ciclos, donde se encontraron diferencias significativas en los ciclos 1 y 2 pero no se encontraron diferencias significativas en el ciclo 3.

**Cuadro 6.** Prueba de Kruskal Wallis en cada ciclo para la variable diámetro de plantas a las 6 semanas después del trasplante (45 días), en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

Fuente de variación	Ciclos de siembra		
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
Tratamientos	5	5	5
Repeticiones	4	4	4
Valor H	10,88	12,4	7,24
Vapor P	0,0278 (*)	0,0146 (*)	0,0648 (ns)

*Nota: cada ciclo tiene su propia prueba de Kruskal Wallis debido a la interacción presentada entre los tratamientos.*

Al encontrar que existen diferencias significativas en dos de los ciclos de siembra, se procedió a realizar la prueba de medias para observar las diferencias entre las variedades (cuadro 7).

**Cuadro 7.** Medias de los diámetro de plantas (cm) obtenidas en cada uno de los ciclos a las 6 semanas después del trasplante (45 DDT), en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

VARIEDAD	Ciclo de siembra		
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
	Medias	Medias	Medias
V3 Bergam'S Green	19,15 a	26,38 a	22,70 a
V4 Sargasso	15,73 b	24,3 a	19,28 a
V5 Bohemia	16,65 b	15,33 b	Sd
V1 Lucy Brown	17,15 ab	24,65 a	22,60 a
V2 Vulcan	17,8 ab	23,48 ab	17,80 a

*Nota: Valores con la misma letra no poseen diferencias significativas según Kruskal Wallis a  $p=0,05$ .*

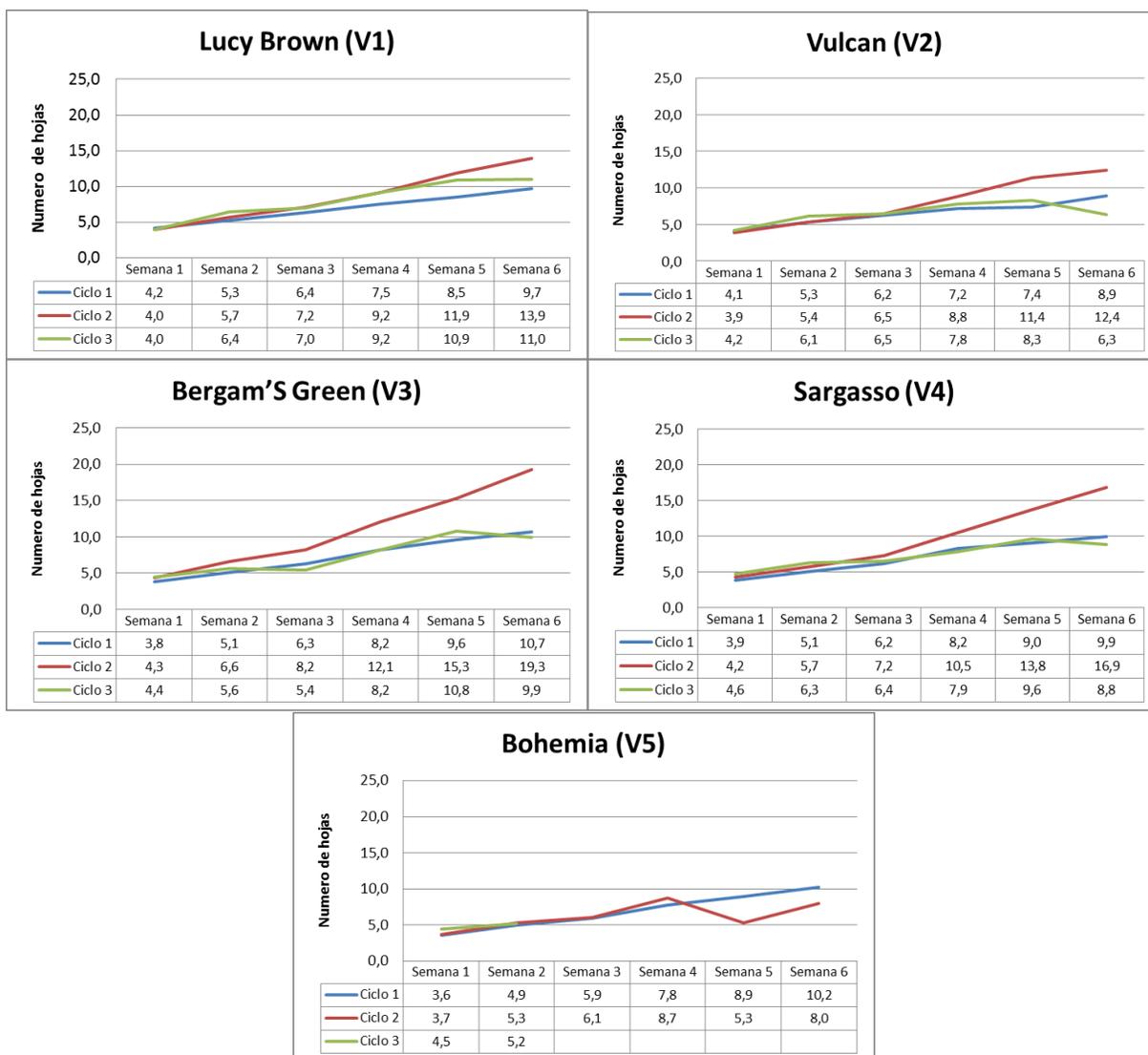
El cuadro 7 presenta las medias de los diámetros de las plantas por ciclo, el ciclo 2 presenta los mejores diámetros de plantas en todas las variedades, excepto la

Bohemia que registro 15,33 cm en el ciclo 2 y 16,15 en el ciclo 1, ya que como se mencionó anteriormente esta variedad presento defoliación producto de enfermedades lo que provoco la disminucion en su diámetro.

A pesar de que el ciclo 2 presenta los mejores diámetros por planta con respecto a los ciclos 1 y 3, los mayores diámetros registrados son los de las variedades Bergam'S Green, Lucy Brown y Sargasso con 26,38 – 24,65 y 24,3 centímetros respectivamente, lo cual se encuentra muy por debajo de los diámetros para variedades de lechuga américa que reportan autores como Yuri *et al.* (2002) con diámetros que van de los 40,4 cm hasta los 45,67 cm, en su evaluación encontró diferencias entre épocas de siembra, al igual que en este caso pero sus diámetros son mucho mayores que los encontrados en este ensayo. En otro estudio realizado por Mota *et al.* (2003), donde evaluó variedades de lechuga americana, encontró valores de diámetro de poco menores que van de los 34,7 a 41,5 cm, siendo aún mayores que los encontrados en esta evaluación, para el caso específico de la variedad Lucy Brown este autor reporta 41,3 cm de diámetro mientras que el mayor obtenido en este ensayo es de 24,65 cm en el ciclo 3, incluso Yuri *et al.* (2005), encontró diámetros aún mayores en un ensayo similar al realizado en el 2002 por los mismos autores que van de los 40,6 cm hasta 53,5 cm de diámetro y para la variedad Lucy Brown reporta diámetros de 45,9 cm hasta 53,4 cm.

Para explicar el porqué de estos resultados, al igual que el de las demás variables de crecimiento y calidad que se presentaran a continuación, es necesario ver los datos climáticos en la sección 4.4 de variables ambientales, donde se verá el comportamiento del mismo y el efecto que pudo tener sobre estas variables.

En el caso del número de hojas, de la misma forma que el diámetro se evaluó semanalmente y se logró obtener la tendencia de la misma en cada ciclo para cada una de las variedades (ver figura 9).



**Figura 9.** Comportamiento semanal del número de hojas de las plantas para cada variedad en cada uno de los ciclo de siembra en el ensayo de variedades de la lechuga (*Lactuca sativa L.*), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

El comportamiento es similar al observado en la variable diámetro de plantas, donde el ciclo que presenta el mayor número de hojas por planta es el ciclo 2, además la variedad Bohemia presenta una gran decaída en el número de hojas, producto de la afectación de *Pseudomonas marginalis* en la semana 5. Por último el ciclo 3 en prácticamente todas las variedades la tendencia de esta variable era en aumento, pero para las últimas dos semanas esta decae debido a que a todas fueron

afectadas por dicha enfermedad, sin embargo menos drásticamente que la variedad Bohemia.



**Figura 10.** Lechuga variedad Lucy Brown cultivada en San Miguel de la Tigua, San Carlos, C.R. presentando afectación de bacteria *Pseudomonas marginalis*.

De igual forma a la variable diámetro de plantas se presentó la misma situación con las pruebas de supuestos por lo que se realizó una prueba de kruskal Wallis para variable con los datos de la semana 6 después del trasplante, en cada uno de los ciclos de (cuadro 8), donde se encontraron diferencias significativas en todos los ciclos.

**Cuadro 8.** Prueba de Kruskal Wallis en cada ciclo para la variable número de hojas por planta, a las 6 semanas después del trasplante (45 días), en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigua, San Carlos, C.R.

Fuente de variación	Ciclos de siembra		
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
Tratamientos	5	5	4
Repeticiones	4	4	4
Valor H	12,39	15,9	10,01
Vapor P	0,0145 (*)	0,0031 (*)	0,0182 (*)

*Nota: cada ciclo tiene su propia prueba de Kruskal Wallis debido a la interacción presentada entre los tratamientos.*

Al observar que existen diferencias significativas en cada uno de los ciclos de siembra, se procedió a realizar la prueba de medias para determinar las diferencias entre cada una de las variedades (cuadro 9).

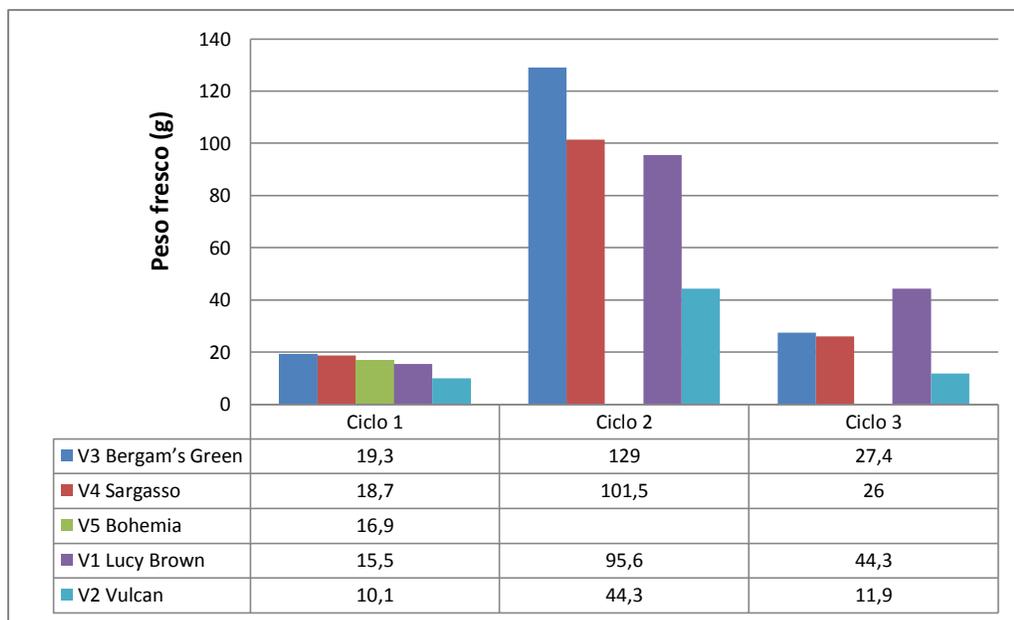
**Cuadro 9.** Medias del número de hojas por plantas obtenidas en cada uno de los ciclos a las 6 semanas después del trasplante (45 DDT), en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

VARIEDAD	Ciclo de siembra		
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
	Medias	Medias	Medias
V3 Bergam'S Green	10,65 a	19,3 a	9,88 a
V4 Sargasso	9,93 abc	16,85 ab	8,83 ab
V5 Bohemia	10,23 ab	7,98 c	Sd
V1 Lucy Brown	9,73 bc	13,9 ab	10,98 a
V2 Vulcan	8,9 c	12,45 bc	6,35 b

*Nota* Valores con la misma letra no poseen diferencias significativas según Kruskal Wallis a  $p=0,05$

De los tres ciclos, el que registró un mayor número de hojas es el ciclo 2, en el cual las variedades Bergam'S Green, Sargasso y Lucy Brown presentaron 19,3 - 16,85 y 13,9 hojas por planta. Estos valores son muy bajos al compararlos con otras investigaciones, donde Repke *et al.* (2009), al utilizar reguladores de crecimiento encontró valores para lechuga americana que van de las 24,75 hojas sin usar reguladores de crecimiento, hasta 30,5 hojas por planta al usar reguladores. Además Cali (2011), encontró valores para el número de hojas por planta utilizando diferentes concentraciones de estiércol de lombriz que van desde 10 hasta 27,11 hojas por plantas, ambos estudios fueron realizados a campo abierto, sin embargo estos resultados fueron obtenidos bajo condiciones climáticas propicias para la producción de lechuga.

La variable peso fresco de plantas es de suma importancia para determinar el crecimiento de las plantas y además poder estimar el rendimiento obtenido en cada variedad, en la figura 11 se muestra el promedio de peso fresco por planta, obtenidos para cada variedad en cada uno de los ciclos.



**Figura 11.** Comportamiento de peso fresco por planta para cada variedad en cada uno de los ciclo de siembra en el ensayo de variedades de la lechuga (*Lactuca sativa L.*), en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

La figura 11 muestra la diferencia que existió en los pesos frescos de un ciclo a otro, donde los mejores pesos se registraron en el ciclo 2 y los peores se registraron en los ciclos 1 y 3, en cuanto a las variedades la que registro el mejor peso fue la Bergam'S Green, seguidamente de las variedades Sargasso y Lucy Brown, esto para el ciclos 2, para los demás ciclos los pesos entre las variedades fueron muy similares.

Para este caso los resultados obtenidos permitieron utilizar estadística paramétrica debido a que con la transformación de datos, logaritmo natural (Ln), se logró cumplir las pruebas de supuestos, por lo que se procedió a realizar un andeva y se logró obtener un cuadro de significancia (cuadro 10) para cada uno de los factores analizados (variedad y ciclo de siembra).

**Cuadro 10.** Significancia del análisis de varianza para la variable peso fresco de plantas obtenidas del ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

Variable	p-valor	Significancia P = 0.05
Ciclo	<0,0001	Altamente significativo
Variedad	<0,0001	Altamente significativo
Ciclo*variedad	0,0032	Significativo

Como se aprecia para el factor Variedad se encontraron diferencias altamente significativas al igual que para el ciclo, además se puede ver que existe efecto significativo en la interacción de ambos factores, por lo que se realizó un andeva utilizando particiones (ver cuadro 12) para lograr apreciar con claridad cuál de las variedades se comportó mejor en un ciclo u otro.

**Cuadro 11.** Análisis de varianza para cada ciclo de la variable peso fresco de planta a la cosecha obtenidos en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

Fuente de variación	Ciclos de siembra		
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
gl	19	15	15
CV	7,62	5,42	6,8
Valor F	6,26	14,69	24,46
p-valor	0,0036 (*)	0,0003 (*)	<0,0001 (**)

*Nota: cada ciclo tiene su propio análisis de varianza debido a la interacción presentada entre los tratamientos.*

El cuadro 11 muestra como en todos los ciclos, existieron diferencias significativas a excepción del ciclo 3 donde son altamente significativas, por lo que se procedió a realizar una prueba de medias utilizando la prueba de tukey al 5% de error (cuadro 12).

**Cuadro 12.** Peso fresco por plantas (gramos), obtenidas en la cosecha en cada uno de los ciclos en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en San Miguel de la Tigua, San Carlos, C.R.

VARIEDAD	Ciclo de siembra		
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
	Medias	Medias	Medias
V3 Bergam'S Green	19,3 a	129,0 a	27,4 b
V4 Sargasso	18,7 a	101,5 a	26,0 b
V5 Bohemia	16,9 a	Sd	Sd
V1 Lucy Brown	15,5 ab	95,6 a	44,3 a
V2 Vulcan	10,1 b	44,3 b	11,9 c

Valores con la misma letra no poseen diferencias significativas según Tukey a  $p=0,05$ . Nota: las fechas de cosecha en el ciclo 1 y 3 es a la semana 6 y en el ciclo 2 son distintas variando desde la semana 6 hasta la 7, (ver evaluación de días a cosecha al final de este capítulo de crecimiento).

Según la prueba de Tukey (cuadro 12) prácticamente en todos los ciclos no existen diferencias estadísticas entre estas variedades, la variedad Vulcan es la que presenta un menor peso fresco en todos los ciclos y por último la Bohemia que no se pudo evaluar tanto en el ciclo 2 y 3 como se menciona en reiteradas ocasiones por la afectación de *Pseudomonas marginalis*.

Sin embargo, ninguna de variedades logró obtener los pesos requeridos para ser comerciales, ya que autores como De la A y Briones (2007), mencionan que la cabeza de una lechuga a los 35 o 40 días después del trasplante debe alcanzar un peso fresco aproximado 680 g, Mota *et al.* (2003) en su estudio de cultivares de lechuga americana registro pesos que van desde los 358,3 hasta los 725 gramos por planta dentro de las cuales la variedad Lucy Brown presento un peso fresco de 668,3 gramos. Yuri *et al.* (2005), registro promedios aún mucho mayores en su estudio de cultivares en dos épocas de siembra, donde en la primer época los pesos presentados por las variedades van de los 485,6 hasta los 820,4 gramos y para la segunda época de siembra los pesos son aún mayores con un rango que va de los 1199,7 hasta 1248,5 gramos de peso fresco por planta, en este estudio la variedad Lucy Brown presento un peso fresco de 790,7 gramos en la primer época se siembra y de 1278,8 gramos en la segunda época, Repke *et al.* (2009), evaluando el efecto

de reguladores de crecimiento registro un promedio de pesos para la variedad Lucy Brown de 800 gramos por planta.

Días a cosecha, muestra el intervalo de días que dura la planta después del trasplante hasta la cosecha, con lo que nos podría decir que tan rápido crecen las plantas.

Dicha variable no fue posible analizarla en este ensayo, debido a que por las condiciones ambientales y las enfermedades que se presentaron, en todos los ciclos, se cosecharon las plantas sin aun obtener un índice de cosecha ideal. Solo en el ciclo 2 se logró cosechar unas pocas plantas que de acuerdo al índice de cosecha; grado de arrollamiento, ya se encontraban de cosecha.

En el caso de los ciclos 1 y 3 se cosecharon a las 6 semanas después del trasplante y el ciclo 2 se cosechó en fechas distintas desde la semana 6 hasta la 7

En el ciclo 1, se cosecharon a la edad de 6 semanas, debido a que las plantas por factores fisiológicos se encontraban sin presentar crecimiento y además mostraban un aspecto y una textura muy tosca. En el caso del ciclo 3 se decidió la cosecha a las 6 semanas debido a que todas estaban siendo afectadas por Bacteriosis.

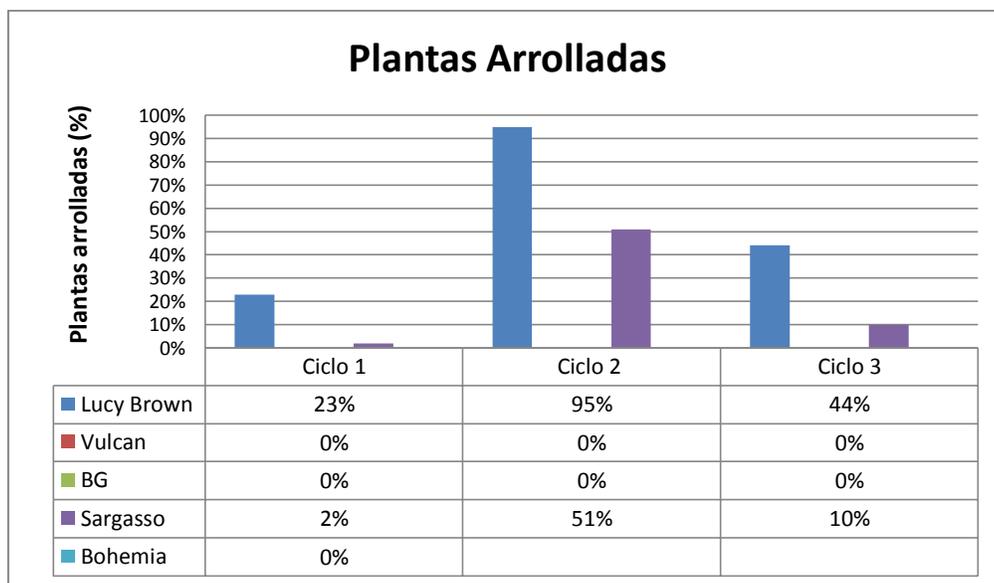
En el caso del ciclo 2 en la semana 6 se comenzaron a cosechar algunas variedades que presentaban arrollamiento como en el caso de las variedades Lucy Brown y Sargasso y otras por un tamaño aceptable como en el caso de la variedad Bergam'S Green, sin embargo en la semana 7 ya todos comenzaron a presentar cierto grado de amargura (presencia de látex) por lo que se decidió cosechar todas las plantas de todas las variedades.

## 4.2 Evaluación de calidad

Esta es una característica un tanto subjetiva, sin embargo en base a lo que comúnmente es buscado por mercado, se evaluó las variables; plantas arrolladas, plantas etioladas y plantas que presentaron látex (Cerdas y Montero, 2004).

Además como se muestra a continuación, al verse afectado el crecimiento de las variedades producto de las variables ambientales que se presentaron en cada uno de los ciclos, también se refleja en las variables de calidad que presentaron las mismas.

El arrollamiento de plantas es una variable que solo presentan las variedades de tipo Iceberg o llamadas de cabeza compacta que consiste en la formación de hojas en forma de roseta hacia adentro, formando una cabeza en el centro de la planta (Quintero *et al.* 2000). En la figura 12 se puede ver cuáles de las variedades evaluadas presentaron esta característica y en qué porcentaje, en cada uno de los ciclos de siembra.



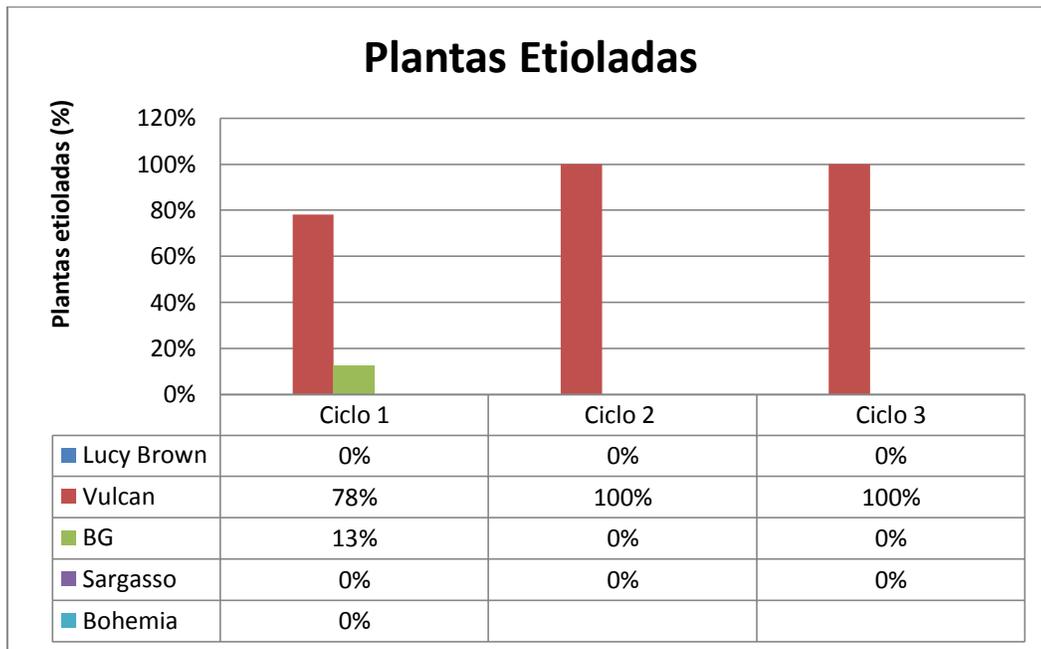
**Figura 12.** Porcentaje de plantas arrolladas obtenidas en cada uno de los ciclos en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

En la figura 12, se muestra como dos de las variedades presentaron esta característica; Lucy Brown y Sargasso lo cual coincide con lo mencionado por Grupo Trisan Agro (2014), de las cuales se aprecia como el porcentaje de arrollamiento en estas variedades vario de un ciclo a otro, en el ciclo 1, la variedad Lucy Brown presento un 23% de plantas con esta característica mientras que la variedad Sargasso solo un 2%. En el ciclo 2, estos valores aumentaron considerablemente pasado de un 23 a un 95% en la variedad Lucy Brown y de un 2 a un 51% en la variedad Sargasso. En el caso del ciclo 3 estos porcentajes disminuyeron, registrando la variedad Lucy Brown un 44% y Sargasso un 10%.



**Figura 13** Lechuga variedad a) Lucy Brown y b) Sargasso cultivada en San Miguel de la Tigua, San Carlos, C.R. presentando arrollamiento de cabeza.

La etiolación es un variable no deseada en las plantas de lechuga tanto en las variedades de cabeza compacta como en las de hoja abierta por lo que en este ensayo se decidió analizar cuales variedades y en qué porcentaje presentaron esta condición, además de observar el comportamiento de las mismas en cada uno de los ciclos de siembra (figura 14).



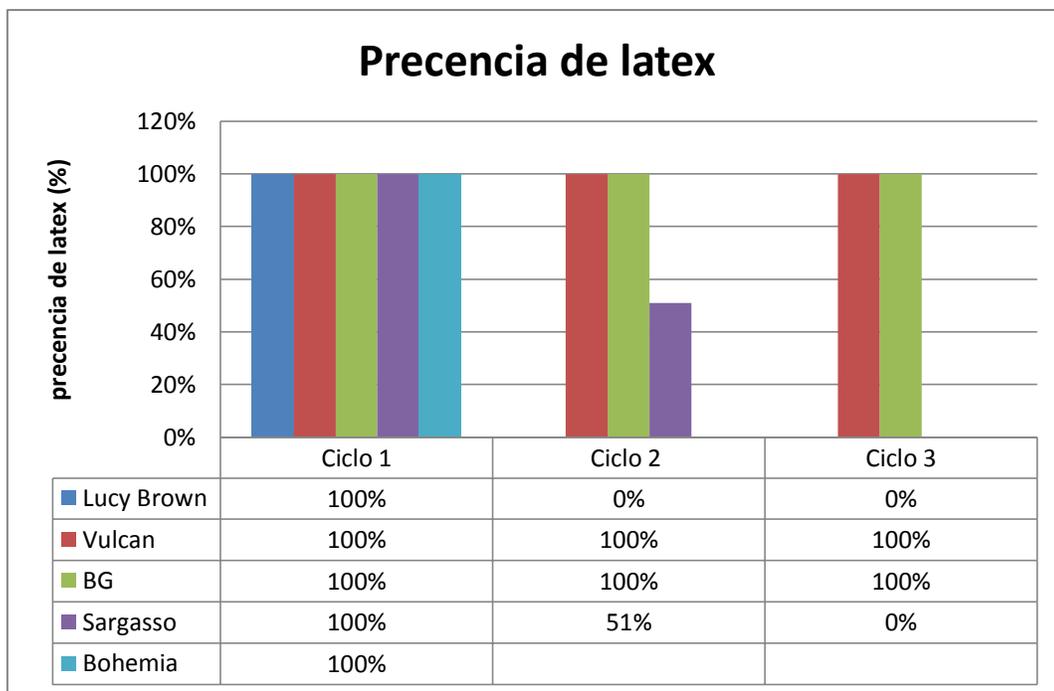
**Figura 14.** Porcentaje de plantas etioladas obtenidas en cada uno de los ciclos en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

En el gráfico de plantas etioladas se observa como existe una variedad (Vulcan), que fue la que presentó esta característica, donde, en el ciclo 1 se obtuvo un 78% de plantas etioladas, y para el ciclo 2 y 3 el 100% de ellas se etiolaron. Las demás variedades ninguna presentó esta característica a excepción de la variedad Bergam'S Green que en el ciclo 1 un 13% de las plantas se etiolaron. Estas dos variedades son de tipo hoja abierta, lo que concuerda con Infoagro (2013), el cual dice que esta característica está ligada a la genética de las variedades y Carrozzi (2014), menciona que las variedades que forman cabeza son más resistentes a la elongación del tallo para la floración y las de cabeza abierta más susceptibles.



**Figura 15.** Lechuga variedad Vulcan cultivada en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R. presentando etiolación o elongación del tallo.

El látex es otra de las características que no son deseables en la lechuga, si bien es cierto que todas las variedades poseen látex, la mayoría la presentan en concentraciones que son aceptables por el consumidor, ya que las altas concentraciones de estas son las responsables del sabor amargo (Halsouet y Miñambres, 2005). Al evaluar cuales variedades y en que ciclos presentaron esta característica se obtuvieron los resultados que presenta el la figura 16.



**Figura 16.** Porcentaje de plantas con presencia de látex obtenidas en cada uno de los ciclos en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigra, San Carlos C.R.

En la figura 16 se muestra como en el primer ciclo en todas las variedades presentaron látex y por tanto mal sabor, lo que deja claramente ver que existió un problema que genero este fenómeno.

En el ciclo 2 y 3 las variedades Bergam'S Green y Vulcan también presentaron látex, lo que deja ver que no son variedades que se puedan desarrollar en la zona, bajo las condiciones que se presentaron durante los ciclos, en el caso de la variedad Sargasso se observa como un 51% de las plantas presentaron látex, cabe recalcar que en este ciclo las plantas se cosecharon en fechas distintas desde la semana 6 hasta la 7 como se mencionó en días a cosecha, donde las plantas cosechadas antes de la semana 7 no presentaron látex y las cosechadas en la semana 7 si lo presentaron, lo que podría indicar que se estaba sobre pasando la fecha de cosecha.



**Figura 17.** Lechuga variedad Sargasso cultivada en San Miguel de la Tigra, San Carlos C.R. presentando látex en las hojas.

La producción de látex según Halsouet y Miñambres (2005), es lo que genera el amargor en las variedades de lechuga cuando estas suben la flor, sin embargo de las variedades que presentaron látex, solamente la variedad Vulcan presento etiolación o elongación del tallo, lo que se relaciona con el estrés producto de los efectos del clima (Ver siguiente sección de variables ambientales).

### **4.3 Variables ambientales**

Durante cada uno de los ciclos diariamente se tomaron los datos relacionados con el clima, como lo son precipitaciones, cantidad de luz, temperatura (máxima y mínima) y humedad relativa (máxima y mínima), donde se logró observar datos importantes en el comportamiento del cultivo de la lechuga de acuerdo al comportamiento climático.

En el cuadro 13 se resume el comportamiento climático de la zona de La Tigra durante los tres ciclos del experimento con la fecha de siembra, el total de precipitaciones presentadas en cada uno de los ciclos, el promedio de luxes diarios registrados y promedio de temperatura y humedad relativa máximas y mínimas diarias

**Cuadro 13.** Comportamiento climático en cada uno de los ciclos de siembra en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigua, San Carlos, C.R.

<b>Ciclo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Fecha de siembra del ciclo</b>	19 jun – 29 jul	03 Ago - 23 Sep	02 Oct – 13 Nov
<b>Precipitaciones total en cada ciclo (mm)</b>	702,8	462	673,5
<b>Promedio de intensidad Lumínica diaria (lux)</b>	23491,5	38253,4	36591,7
<b>Promedio de temperatura (°C) máxima diaria</b>	31	35,5	33,7
<b>Promedio de temperatura (°C) mínima diaria</b>	21	20,3	19,9
<b>Promedio de Humedad relativa (%) máxima diaria</b>	94,6	92,6	93,3
<b>Promedio de humedad relativa (%) mínima diaria</b>	54,7	51,2	52,5

Con el total de precipitaciones que se presentaron en cada uno de los ciclos, el ciclo 2 posee la menor cantidad de precipitación acumulada con 462 mm durante todo el periodo, entre el ciclo 1 y 3 la diferencia es mínima con 702,8 mm y 673,5 mm respectivamente, sin embargo estos datos de precipitaciones son excesivos para el desarrollo de la lechuga, ya que según Suquilanda (1995), el cultivo requiere de entre 1200 a 1500 mm anuales de lluvia y en tan solo 6 semanas en el ciclo 1 y 3 y 7 semanas en el ciclo 2, se obtuvieron datos de hasta 702,8 mm, lo cual es muy desfavorable para el desarrollo del cultivo de la lechuga. Lucero (2012), menciona que el requerimiento de la lechuga en todo su ciclo es de 250 a 350 mm distribuidos uniformemente durante el ciclo sin embargo en esta investigación estos valores fueron sobrepasados e incluso duplicados como es el caso del ciclo de siembra 1 y 2.

En cuanto a la intensidad lumínica registrada en cada uno de los ciclos de cultivo, el ciclo 2 fue el que registró un promedio mayor a los demás con 38253,4 lux, no siendo muy diferente a la registrada en el ciclo 3 con 36591,7 lux; sin embargo, ambos son más altos que el promedio registrado en el ciclo 1 con 23491,5. Estos datos podrían afectar el desempeño del cultivo de un ciclo a otro, no obstante en

todos los casos se encuentran dentro del rango de intensidad lumínica que requiere el cultivo de la lechuga según Hydro Environment (2015), que reporta un requerimiento que va de los 12 000 a los 30 000 luxes, superando este rango los ciclos 2 y 3.

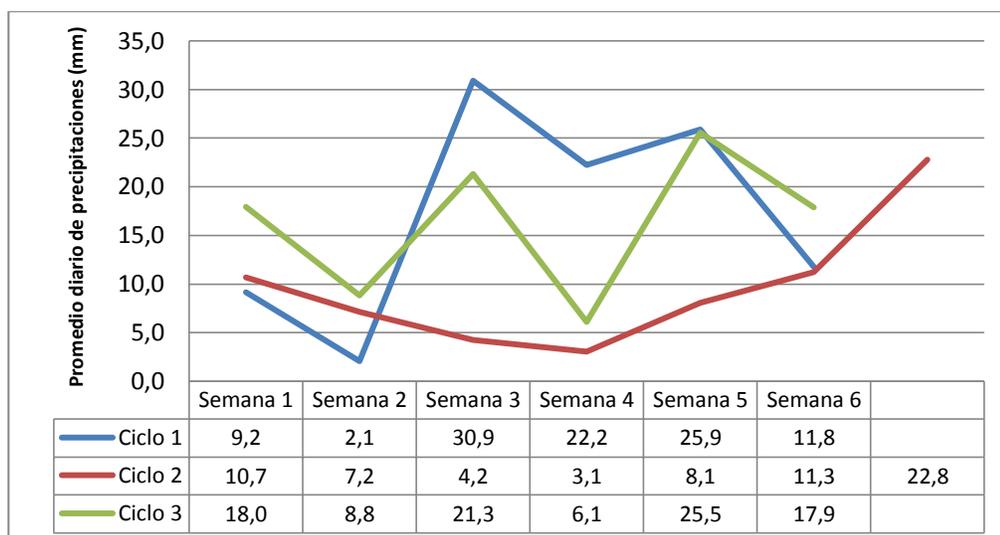
La temperatura según lo reportado por Axayacatl (2012), es una de las condiciones que más se encuentra desfavoreciendo el cultivo la lechuga, debido a que este menciona valores óptimos de temperatura máximos de en la fase de crecimiento de 18 °C y mínimos de 8 °C y para la fase de arrollamiento recomienda valores máximos de 12 °C y mínimos de 5 °C. En esta investigación los registros promedios de temperatura máxima y mínima en todos los ciclos, se encuentran muy por encima de éstos, registrando mínimos de temperatura por encima de los máximos óptimos según el autor, aun tomando en cuenta los valores que reporta Casaca (2005), en condiciones extremas de mínimas de 6 y máximas de 30°C, en todos los ciclos las temperaturas máximas se encuentran por arriba de los 30 °C.

Al igual que la temperatura los valores de humedad relativa registrados en todos los ciclos, se encuentra fuera de los rangos óptimos según Casaca (2005) y Lucero (2012) que reportan máximos de 80% y mínimos de 60%, pudiendo en ocasiones requerir menos del 60%. En todos los casos el promedio de máximos se encuentra por encima incluso del 90%, lo que puede propiciar el desarrollo de patógenos que afecten el cultivo.

Al analizar estos datos de clima obtenidos, se podría decir que son los principales causantes de que en este ensayo se presentaran bajos valores de crecimiento y que los datos de calidad no sean los mejores, debido a que en cada ciclo las condiciones variaron al igual que los resultados de estas variables.

En cada ciclo, se observó diferencias significativas entre el crecimiento y la calidad de las variedades de lechuga, esto debido a las condiciones ambientales que se presentaron en cada uno de éstos, lo cual concuerda con lo encontrado por Yuri *et al.* (2005), al realizar un estudio en Santo Antônio do Amparo, Brasil, evaluando variedades de lechuga americana en dos épocas de siembra, una en octubre y la otra

en marzo, donde según climate-data.org (2012), para esta zona en octubre las precipitaciones son mayores (270 mm) al igual que las temperaturas (máximas de 26 °C y mínimas de 14 °C) y en marzo las precipitaciones menores (40 mm) y temperaturas más bajas (máxima 25 °C y mínima 13 °C). Si bien estos autores no evaluaron el número de hojas, si evaluaron el peso fresco y diámetro de plantas, obteniendo los mejores valores en la primer época de siembra donde las condiciones fueron de menores precipitaciones y menores temperaturas, con lo que podríamos decir que las precipitaciones elevadas son una de las principales limitante para el desarrollo de la lechuga, ya que en este ensayo en el ciclo que las precipitaciones fueron menores fue en el ciclo 2 (figura 18), el cual coinciden con los mayores valores de las variables de crecimiento de platas.



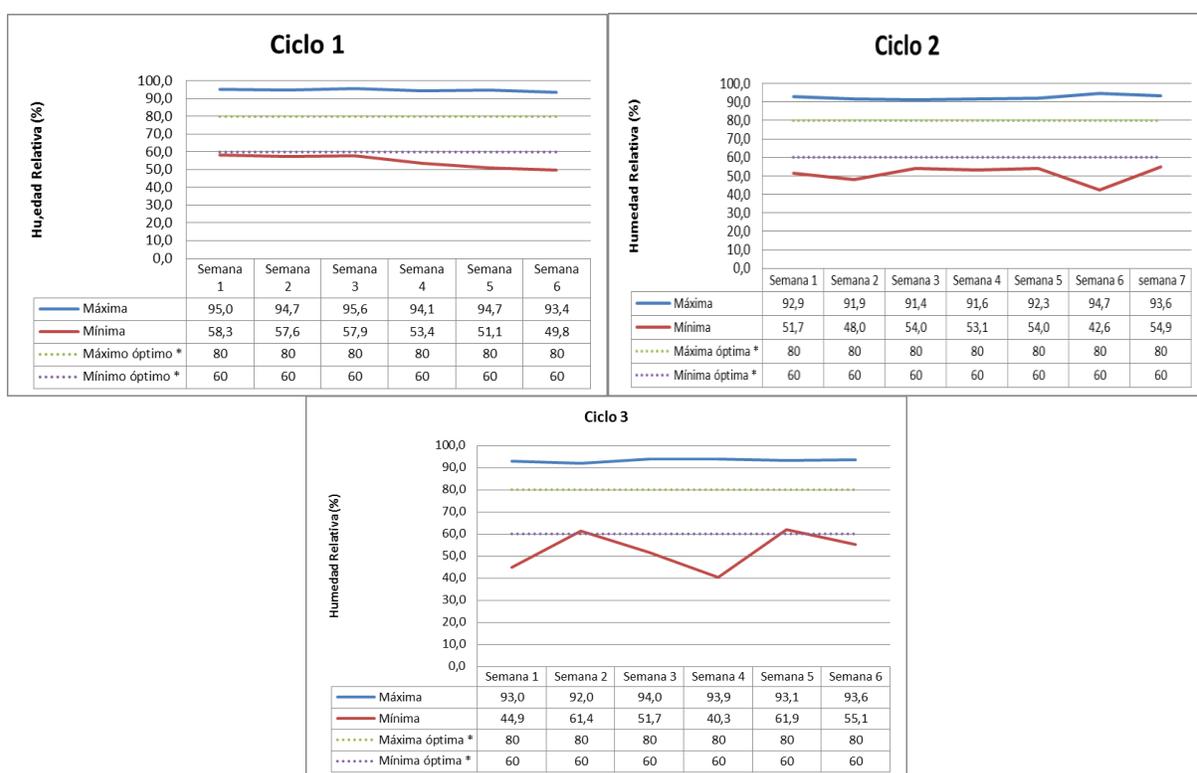
Fuente: datos proporcionados por la estación meteorológica del Instituto Nacional de Electricidad (ICE), ubicada en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

**Figura 18.** Comportamiento de las precipitaciones a lo largo de tres ciclos de cultivo de lechuga en San Miguel de la Tigra (ciclo 1: 19 de junio al 29 de julio del 2014, ciclo 2: 03 de agosto al 23 de septiembre del 2014 y ciclo 3: 02 de octubre al 13 de noviembre del 2014) y promedio diario de precipitaciones representados por semana, en cada uno de estos ciclos.

Sin embargo aún que las precipitaciones fueron menores en el ciclo 2 el promedio registrado en este ciclo fue de 462 mm, estando muy por encima de lo recomendado por Lucero (2012) donde menciona que el rango óptimo se encuentra

entre 250 a 350 mm distribuidos uniformemente durante el ciclo, lo que podría ser una de las razones por la cual a pesar de que se encontraron tres variedades que presentaron los mejores resultados en cuanto a crecimiento que son las variedades Bergam'S Green, Sargasso y Lucy Brown, los resultados para las variables de crecimiento al comparándolas con las reportadas por otros autores son extremadamente bajos.

Además las altas precipitaciones favorecen un aumento en la humedad relativa (figura 19), debido a que esta es la relación entre la capacidad que tiene el aire en la atmosfera de retener agua (Pérez, 2014).



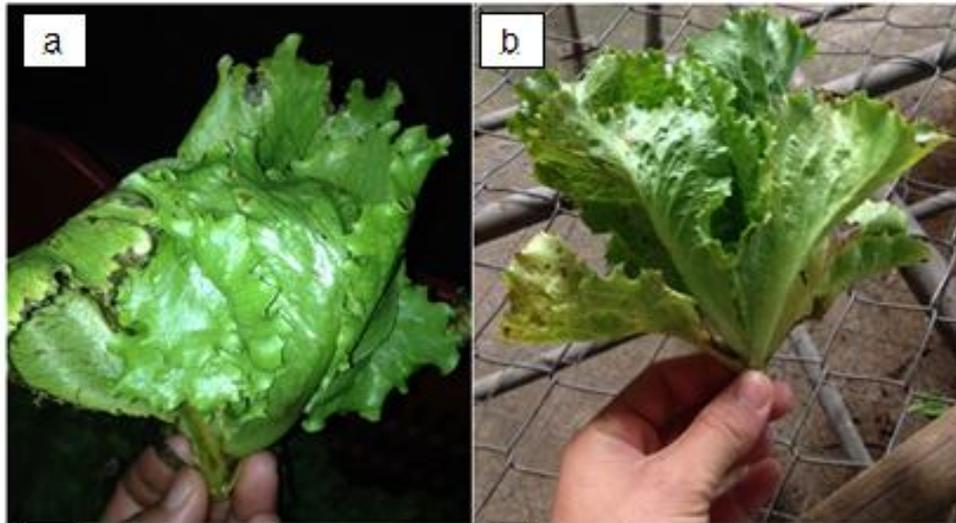
**Figura 19.** Comportamiento de máximos y mínimos de humedad relativa en cada uno de los tres ciclos de siembra de lechuga en San Miguel de la Tigua (ciclo 1: 19 de junio al 29 de julio del 2014, ciclo 2: 03 de agosto al 23 de septiembre del 2014 y ciclo 3: 02 de octubre al 13 de noviembre del 2014) y promedio diario de máximos y mínimos de humedad relativa presentados por semana, en cada uno de estos ciclos.

*Nota: Máximos y mínimos óptimos son los reportados según Casaca (2005).*

Según Marschner (1995) citado por Delgado *et al.* (2007), una humedad relativa cercana al 100% reduce la tasa de transpiración por lo que también se reduce todo el metabolismo de la planta generando una disminución en la tasa de crecimiento, además de que junto con las altas precipitaciones son los dos principales factores que favorecen el desarrollo de enfermedades, por consiguiente se afecta el crecimiento del cultivo de la lechuga.

Estos dos factores (altas precipitaciones y humedad relativa) como anteriormente se menciona, generan estrés en la planta reduciendo su metabolismo, por tanto la fotosíntesis se ve afectada, Friedrich y Fischer (2000) citado por Martínez y Garcés (2010), mencionan que el metabolismo de la planta depende de la totalidad de nutrientes absorbidos, producto de la intensidad fotosintética de la planta, por lo que al ver una baja fotosíntesis también se reduce la absorción de nutrientes esenciales para el crecimiento de las mismas, lo cual podría explicar el por qué en general el crecimiento fue deficiente en todos los ciclos, y especialmente en el ciclo 1 que fue el más lluvioso y de mayor humedad relativa, presento los valores de crecimiento más bajos.

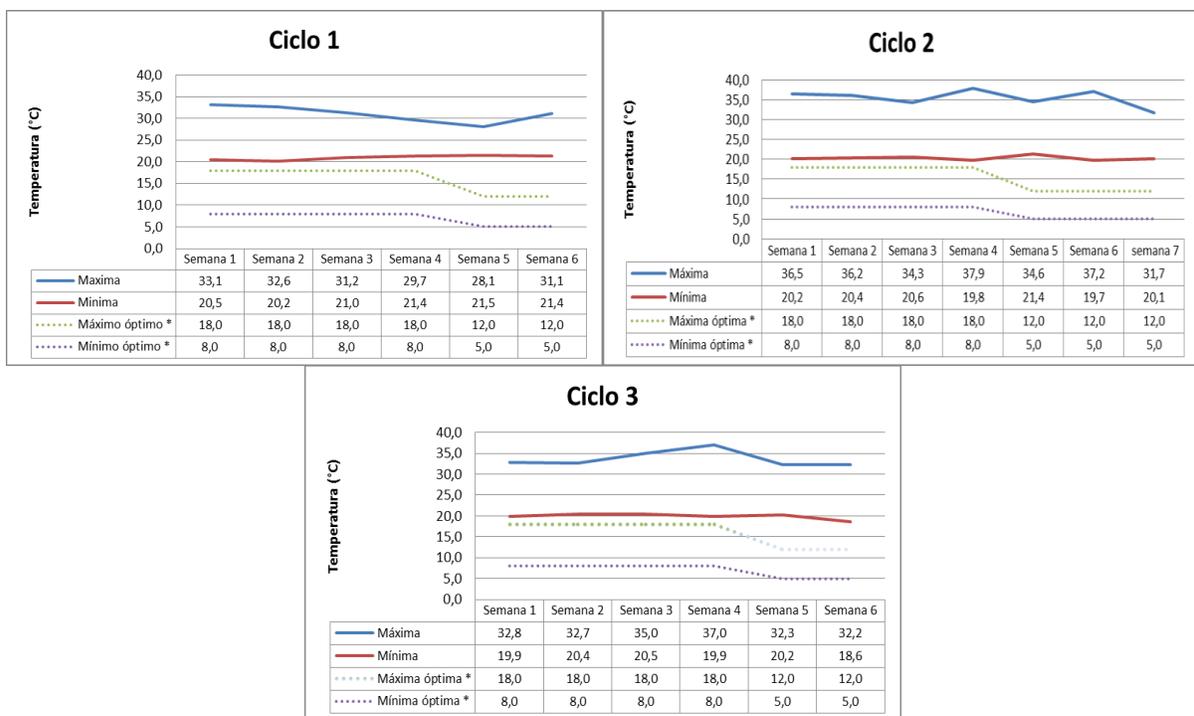
Estos factores también puede explicar el por qué en el ciclo 1 todas las variedades presentaron látex, debido a que al generarse un estrés muy alto, como lo menciona Vega (2013), se produce una disminución en su metabolismo y se da la producción de hormonas y sustancias por parte de la planta como un mecanismo de defensa, pudiendo explicar la apariencia y textura tosca (figura 20) que se presentaron en este mismo ciclo.



**Figura 20.** Lechuga variedad a) Lucy Brown y b) Sargasso cultivada en San Miguel de la Tigua, San Carlos, C.R. presentando apariencia y textura tosca.

Este mismo estrés que generaron estas variables climáticas en el cultivo, junto con las *Pseudomonas marginalis*, fueron las responsables de que no se lograra evaluar los días a cosecha en ninguna de las variedades, debido a que como lo menciona Marschner (1995) citado por Delgado *et al.* (2007) las altas humedades relativas y altas precipitaciones son desencadenantes de enfermedades como *Pseudomonas marginalis*, que según Almodóvar, (2001) esta es causante de la defoliación de las plantas. Además como se menciona anteriormente el estrés producto de condiciones ambientales sumamente desfavorables genero un crecimiento inadecuado en el cultivo (Friedrich y Fischer, 2000; citado por Martínez y Garcés, 2010) por lo que no logro alcanzar un desarrollo adecuado para su debida cosecha.

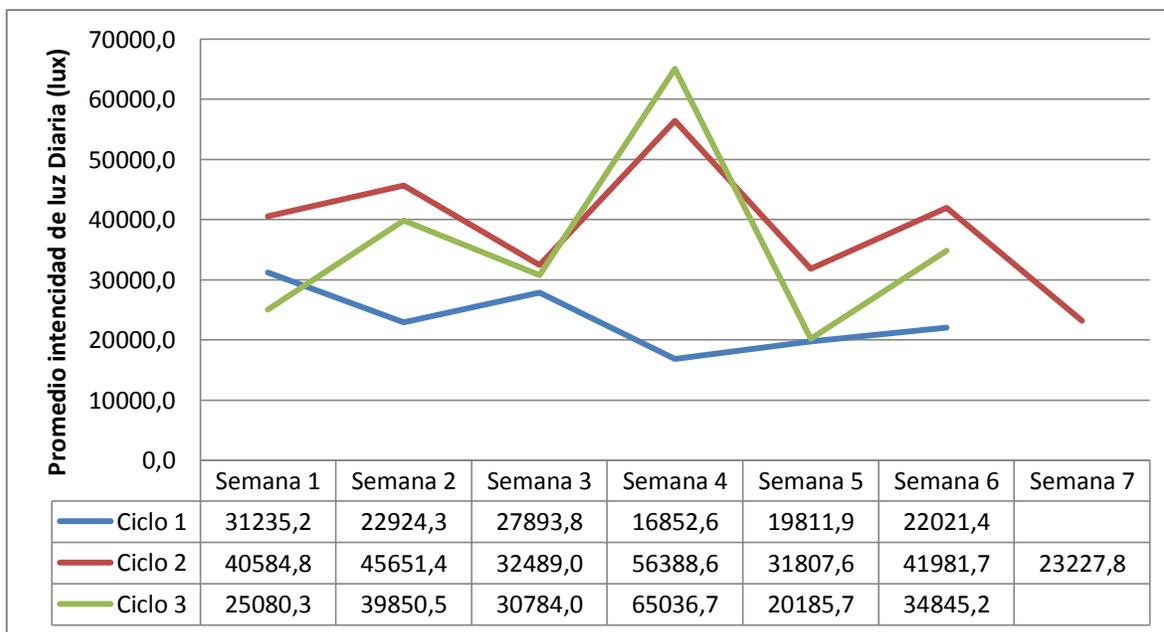
Las altas temperatura (figura 21) junto con altos niveles de luminosidad que se registraron en todos los ciclos (figura 22), son los principales factores que evitaron que se diera un 100% de arrollamiento en todos los casos y además que se favoreciera la etiolación en las plantas.



**Figura 21.** Comportamiento de máximos y mínimos de temperatura en cada uno de los tres ciclos de siembra de lechuga en San Miguel de la Tigra (ciclo 1: 19 de junio al 29 de julio del 2014, ciclo 2: 03 de agosto al 23 de septiembre del 2014 y ciclo 3: 02 de octubre al 13 de noviembre del 2014) y promedio diario de máximos y mínimos de temperatura representados por semana, en cada uno de estos ciclos.

*Nota: \* Máximos y mínimos óptimos son los reportados según Axayacatl, (2012).*

Según Thompson (1994) citado por Yuri *et al.* (2005), las temperaturas son uno de los principales factores que afectan la formación de la cabeza compacta, recomendando una temperatura media de entre 15 a 20°C, lo que no se dio en ninguno de los ciclos de siembra y aun en el ciclo 1 donde se registraron las temperaturas un poco más bajas que los otros ciclos, los porcentajes de arrollamiento son menores, lo que indica que podría estar relacionado como ya se mencionó anteriormente, con el desarrollo de las plantas durante ese ciclo, no se dio de manera normal por un efecto de estrés máximo en el mismo.



**Figura 22.** Comportamiento de la intensidad de luz diaria a lo largo de tres ciclos de cultivo de lechuga en San Miguel de la Tigra (ciclo 1: 19 de junio al 29 de julio del 2014, ciclo 2: 03 de agosto al 23 de septiembre del 2014 y ciclo 3: 02 de octubre al 13 de noviembre del 2014) y promedio de la intensidad luz de tres mediciones al día representados por semana, en cada uno de estos ciclos.

En el caso de la etiolación presentada en la variedad Vulcan, se encuentra relacionada con lo que mencionan Halsouet y Miñambres (2005), el cual indica combinación de estos dos factores son claves en la etiolación o elongación del tallo. Además coincide con Nebraska *et al.* (2002) en un estudio realizado utilizando cubiertas con agrotexiles, observo como al aumentar la temperatura con la implementación de esta práctica, se aumentaron los niveles de floración precoz.

## **5 CONCLUSIONES**

La variedad que presentó un mejor crecimiento fue Bergam'S Green, sin embargo no llegó a ser óptimo para ser comerciable.

Las variedades que mejor se comportaron en cuanto a calidad fueron las variedades Lucy Brown y Sargasso.

Las condiciones climáticas de la zona, no son las adecuadas para la producción de lechuga, especialmente las altas precipitaciones y humedad relativa que se registraron en este estudio, ya que se observó cómo, con tan solo la reducción de las precipitaciones se obtuvieron mejores resultados al menos para las variedades formadoras de cabeza compacta (Sargasso y Lucy Brown), aun con los aumentos de intensidad lumínica y temperatura que esto implica.

## **6 RECOMENDACIONES**

Se recomienda la evaluación de estas variedades en sistemas hidropónicos bajo ambientes protegidos, por ejemplo, utilizando un sistema tipo NFT entre otros, ya que han sido validadas a nivel mundial, obteniendo buenos resultados, debido a que al evitar ciertos factores de estrés generados en la producción a campo abierto se podrían obtener resultados interesantes en la zona, como los obtenidos por Torres (2014) en su evaluación de variedades en Tilarán de Guanacaste utilizando un sistema tipo NFT.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Acuna, K. 2010. La Fortuna, una propuesta de un modelo de turismo incluyente. Universidad Estatal a Distancia (UNED).
- Agro-Bio. 2013. Lechuga podría crecer en climas cálidos (en línea). Noticias: Actualidad sobre Biotecnología Agrícola. Consultado el 12 de abril del 2014. Disponible en: <http://www.agrobio.org.co/news/view.php?id=NTg0>
- Almodóvar, W. 2001. Clínica al día; enfermedades de la lechuga. Colegio de ciencias agrícolas.
- Axayacatl, O. 2012. Horticultura efectiva: requerimientos climáticos de la lechuga (en línea). Blog de Horticultura. Consultado el 24 de abril del 2014. Disponible en: <http://www.horticulturaefectiva.net/2012/07/requerimientos-climaticos-de-la-lechuga.html>
- Barahona M. 2000. Materia de horticultura. Escuela politécnica del Ejército. Facultad de Ciencias Agropecuarias. LASA. Ecuador.
- Biamonte, P.; Escoto, A.; Jiménez, R.; Sterling, F.; Subiros, F. 1984. Olericultura. Editorial, UNED (Universidad Estatal a Distancia). San Jose, Costa Rica. 512 p.
- Buena Salud. 2010. Propiedades, usos y beneficios de la lechuga (en línea). Consultado el 24 de abril del 2014. Disponible en: <http://www.buenasalud.net/2010/04/25/propiedades-usos-y-beneficios-de-la-lechuga.html#>
- Cali, V.C. 2011. Efecto del estiércol de lombriz (*Eisenia foetida* L.) en la producción de cuatro cultivares de lechuga (*lactuca sativa* L.). Documento de tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Escuela de ingeniería en agronomía. Riomba, Ecuador.
- Carrozzi, L. 2014. Cultivos para la producción de hojas. Universidad Nacional De Mar Del Plata. Facultad De Ciencias Agrarias. Horticultura.

- Carzola, A. 2010. Estudio bioagronómico de catorce cultivares de lechuga tipo mantecosa (*lactuca sativa L.*) en el cantón de Riobamba, provincia de Chimborazo. Documento de tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Escuela de ingeniería en agronomía. Ecuador.
- Casaca, A. 2005. Guías tecnológicas de frutas y vegetales: el cultivo de la lechuga (en línea). Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola, Promosta. Consultado el 24 de abril del 2014. Disponible en: <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2792/lechuga.pdf>
- Cerdas, M. y Montero, M. 2004. Guías técnicas del manejo poscosecha de apio y lechuga para el mercado fresco. San José, Costa Rica. MAG. 72p.
- Chavarria, M. 2012. Lechugas frescas con menos agua (en línea). Eroski consumer. Noticias. Consultado el 12 de abril del 2014. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2012/08/16/211605.php>
- Crate. 2011. Manual de agricultura sustentable; confección de almacigueras. Almacigos y platabandas (en línea). Consultado el 27 de febrero de 2015. Disponible en: <http://www.crate.cl/2011/Mi%20manual%20de%20agricultura%20sustentable/Confeccion%20de%20almacigueras.pdf>
- Climate-data.org (2012). Datos climáticos mundiales, Clima: La Tigra (en línea). Consultado el 23 de enero del 2015. Disponible en: <http://es.climate-data.org/location/32454/>
- Davis, R.M.; Subbarao, K.V.; Raid, R.R. y Kurtz E.A. 2002. Plagas y enfermedades de la lechuga. Edición en español. Editorial: Mundi Prensa. Madrid, España. 102 p.
- De la A, T. y Briones, W. 2007. Producción de lechuga hidropónica para la exportación al mercado alemán. Escuela superior politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador Tesis de grado.

Delgado, I.D.; Sandoval M.; Rodríguez, M.; Cárdenas E. 2006. Aplicaciones foliares de calcio y silicio en la incidencia de mildiu en la lechuga. Terra latinoamericana, vol. 24, Núm. 1, pp. 91-98. Universidad autónoma de Chapingo, México.

Enza Zaden Export. 2014 a. Lechuga americana de hoja. Bergam'S Green.

Enza Zaden Export. 2014 b. Lechuga Batavia. Bohemia.

FAO (Food y Agriculture Organization). 2002. El cultivo protegido en clima Mediterráneo. Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 344 p.

Galván, G.; García, M. y Rodríguez, J. 2008. Lechuga, cultivo de hoja. Facultad de Agronomía. Curso de Horticultura.

García, M. 2013. Cultivos herbáceos intensivos; el cultivo de la lechuga. Universidad de Valladolid.

Grupo Trisan Agro. 2014. Brochuree de variedades, Lucy Brown.

Grupo Sakata seed de Mexico. Sf. Pequeñas semillas, grandes cultivos. Lechuga sangría; Vulcan.

Halsouet, P. y Miñambres, M. 2005. La lechuga: Manual para su cultivo en agricultura ecológica. Monográficos Ekonekazaritza.

Hydro Environment. 2015. La luz en tus plantas (en línea). Consultado el 14 de enero de 2015. Disponible en: [http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=221](http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=221)

Imbaquingo, V. 2013. Análisis productivo y económico del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) mediante la aplicación de tres niveles de compost, en la parroquia san pablo, provincia Imbabura. Tesis de grado ingeniería en administración y producción agropecuaria. Loja, Ecuador.

Infoagro. 2003. Hortalizas. El cultivo de la lechuga (en línea). Consultado el 25 de abril del 2014. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>

- Infojardin. 2013. Lechuga (*Lactuca sativa*) (en línea). Consultado el 26 de abril del 2014. Disponible en: <http://articulos.infojardin.com/huerto/Fichas/lechuga.htm>
- Langlais, C y Ryckewaert, P. 2002. Guía de los cultivos protegidos de hortalizas en zona tropical húmeda. Editorial Quae. 91 p.
- Lucero, J. A. 2012. Estudio de tres niveles de compost en el cultivo de la lechuga variedad repollo (*Lactuca sativa L*), en suelos andisoles. Documento de tesis presentado a la Universidad Nacional de Loja, para la obtención del título de Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria. Loja, Ecuador.
- Martínez, F. y Garcés, G. 2010. Síntomas de deficiencia de potasio en las hojas de lechuga, var, romana. Facultad de Agronomía, Programa de Maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en Fisiología de Cultivos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas - Vol. 4 - No. 2.
- Mora, F.; Redonet, J. y Blanco, L. 2007. Caracterización Cadena Local Plantas Ornamentales. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección regional Huetar Norte. Agencia de Servicios Agropecuarios La Tigra.
- Mota, J.; Yuri, J.; de Freitas, S.; Rodriguez, J.; de Resende, G. y de Souza. R. 2003. Avaliação de cultivares de alface americana durante o verão em Santanada Vargem, MG. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 2, p. 234-237.
- Nebrada, M.; Biurrun, R.; Moreno, A.; Días, B. y Fereres, A. 2002. Impacto de cubiertas agrotexiles en el control de pulgones, mosca blanca y virus en cultivos de lechuga y brócoli. Instituto Técnico de Gestión Agrícola, S.A. Departamento de Protección Vegetal. Centro de Ciencias Medioambientales.
- Noguera, V. 2004. El huerto en el jardín. Editorial: Mundi Prensa. 141p.
- Pacheco, A. 2010. Nutrición vegetal y soluciones nutritivas II (en línea). ACEA: Asesores en Construcción y Extensión Agrícola S.A de C.V. invernaderos para el mundo. Consultado el 09 de abril de 2014. Disponible en: <http://www.acea.com.mx/alex-j-pacheco/alex-j-pacheco/nutricion-vegetal-y-soluciones-nutritivas-ii>

- Pérez, G. 2014. Ciclo hidrológico; precipitación (en línea). Consultado el 27 de febrero del 2015. Disponible en: <http://www.ciclohidrologico.com/precipitacin>
- ProHuerta (Agencia de Extensión Rural. 2013). Cultivo de lechuga, requerimientos y recomendaciones (en línea). INTA. Concepción del Uruguay. Consultado el 08 de abril de 2014. Disponible en: <http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=24009>
- Quintero, I.; Zambrano, J.; Cabrita, M. y Gil, R. 2000. Evaluación en campo y postcosecha de nueve cultivares de lechuga *Lactuca sativa* L. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2000, 17: 482-491.
- Repke, A.; Velozo, M.; Domingues, M. y Rodrigues J. 2009. Efeitos da aplicação de reguladores vegetais na cultura da alface (*Lactuca sativa*) crespa var. Verônica e americana var. Lucy Brow.
- Suquilanda, M. 1995. Nuestro pequeño huerto, con método orgánico intensivo - porque, como, cuando y donde. Editorial Abaya Ayala. Coedición FUNDAGRO. Quito, Ecuador.
- Tarigo, A.; Repetto, C. y Acosta, D. 2004. Evaluación agronómica de biofertilizantes en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) a campo. Tesis presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Republica, Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- Torres, C. 2003 Validación de tecnologías para la producción orgánica de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el valle de Tumbaco, Pichincha. Tesis de grado Ing. Agr. Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- Torres, O. 2014. Establecimiento de un sistema hidropónico para el cultivo de la lechuga (*Lactuca Sativa* l.) en un ambiente protegido en Líbano de Tilarán, Guanacaste. Práctica de Especialidad grado Bachiller. Escuela de Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Universidad de Valladolid (UVA). 2013. El cultivo de la lechuga (en línea). Consultado el 26 de abril de 2014. Disponible en: [https://www5.uva.es/guia\\_docente/uploads/2012/446/42109/1/Documento2.pdf](https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/446/42109/1/Documento2.pdf)

Vallejo, FA. y Estrada, EI. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Editorial Imágenes Gráficas S. A. Colombia. 347p.

Vega, A. 2013. Efecto del Ácido Salicílico y estrés hídrico en la calidad de lechugas (*Lactuca sativa L.*) Producidas en invernadero. Tesis. Universidad Autónoma de Querétaro.

Yuri, J.; de Souza, R.; de Resende, G. y Mota, J. 2005. Evaluation of crisphead lettuce cultivars in Santo Antônio do Amparo, Brazil. *Hortic. bras.*, v. 23, n. 4.

Yuri, J.; de Souza, R.; de Freitas, S.; Rodriguez, J. y Mota, J. 2002. Performance of crisphead lettuce cultivars in Boa Esperança Brazil. *Hortic. bras.*, v. 20, n. 2.

## 8 ANEXOS

**Anexo 1.** Concentración de minerales del producto Microplex, utilizado en el ensayo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigra, San Carlos, C.R.

Elemento	Concentración (%)
Magnesio total (MgO)	9,05
Hierro (Fe)	4
Manganeso (Mn)	4
Cobre (Cu)	1,5
Zinc (Zn)	1,5
Molibdeno (Mo)	0,1
Boro (B)	0,5
Cobalto	0,05
Ingredientes Inertes	79,30
Total	100

**Anexo 2.** Productos con sus dosis e ingredientes activos, aplicados en el primer ciclo de cultivo de lechugas (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigra, San Carlos.

Fecha	Producto	Ingrediente activo	Dosis
21/06/2014	Kilol LDF-10011 SL	Extracto de semillas botánicas	3 cc /L
25/06/2014	Kilol LDF-10011 SL	Extracto de semillas botánicas	3 cc /L
	Muralla delta 190 OD	Neoticotinoide, Piretroide Imidacloprid, deltamethrin	2,5 cc /L
30/06/2014	Tricho-Eco	Hongo biocontrolador Trichoderma	10 g /L
03/07/2014	Kilol LDF-10011 SL	Extracto de semillas botánicas	3 cc /L
	Muralla delta 190 OD	Neoticotinoide Piretroide Imidacloprid, deltamethrin	2,5 cc /L
11/07/2014	Kilol LDF-10011 SL	Extracto de semillas botánicas	3 cc /L
	Ba-Eco	Hongo biocontrolador Bauveria Basiana	15 g/L
21/07/2014	Kilol LDF-10011 SL	Extracto de semillas botánicas	3 cc /L

	Muralla delta 190 OD	Neoticotinoide Piretroide Imidacloprid, deltamethrin	2,5 cc /L
24/07/2014	Kilol LDF-10011 SL	Extracto de semillas botánicas	3 cc /L
	Muralla delta 190 OD	Neoticotinoide Piretroide Imidacloprid, deltamethrin	2,5 cc /L
28/07/2014	Kilol LDF-10011 SL	Extracto de semillas botánicas	3 cc /L
	Muralla delta 190 OD	Neoticotinoide Piretroide Imidacloprid, deltamethrin	2,5 cc /L

**Anexo 3.** Productos con sus dosis e ingredientes activos, aplicados en el segundo ciclo de cultivo de lechugas (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigra, San Carlos.

<b>Fecha</b>	<b>Producto</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Dosis</b>
05/08/2014	Agri-mycin - 16,5 WP	Estreptomina, oxitetraciclina	1,2 g /L
	Muralla delta 190 OD	Neoticotinoide Piretroide Imidacloprid, deltamethrin	2,5 cc /L
11/08/2014	Agri-mycin - 16,5 WP	Estreptomina, oxitetraciclina	1,2 g /L
18/08/2014	BIOMAN 80 WP	Ditiocarbamato Mancozeb	10 g /L
	Muralla delta 190 OD	Neoticotinoide Piretroide Imidacloprid, deltamethrin	2,5 cc /L
25/08/2014	Agri-mycin - 16,5 WP	Estreptomina, oxitetraciclina	1,2 g /L
03/09/2014	Fytosan 20 WP	Sulfato de cobre neutralizada con cal apagada (caldo bordeles)	10g /L
06/09/2014	Agri-mycin - 16,5 WP	Estreptomina, oxitetraciclina	1,2 g /L
	Muralla delta 190 OD	Neoticotinoide Piretroide Imidacloprid, deltamethrin	2,5 cc /L
09/09/2014	Kilol LDF-10011 SL	Extracto de semillas botánicas	3 cc /L

**Anexo 4.** Productos con sus dosis e ingredientes activos, aplicados en el tercer ciclo de cultivo de lechugas (*Lactuca sativa L.*) en San Miguel de la Tigua, San Carlos.

<b>Fecha</b>	<b>Producto</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Dosis</b>
07/10/2014	Agri-mycin - 16,5 WP	Estreptomicina, oxitetraciclina	1,2 g /L
	Muralla delta 190 OD	Neoticotinoide Piretroide Imidacloprid, deltamethrin	2,5 cc /L
14/10/2014	Agri-mycin - 16,5 WP	Estreptomicina, oxitetraciclina	1,2 g /L
	Muralla delta 190 OD	Neoticotinoide Piretroide Imidacloprid, deltamethrin	2,5 cc /L
19/10/2014	Fytosan 20 WP	Sulfato de cobre neutralizada con cal apagada (caldo bordes)	5g /L
21/10/2014	Agri-mycin - 16,5 WP	Estreptomicina, oxitetraciclina	1,2 g /L
25/10/2014	Agri-mycin - 16,5 WP	Estreptomicina, oxitetraciclina	1,2 g /L
29/10/2014	Agri-mycin - 16,5 WP	Estreptomicina, oxitetraciclina	1,2 g /L
07/11/2014	Kilol LDF-10011 SL	Extracto de semillas botánicas	3 cc /L
10/11/2014	Kilol LDF-10011 SL	Extracto de semillas botánicas	3 cc /L