

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE
LECHUGA BABY (*Lactuca sativa* L.) A TRES DENSIDADES DE
CULTIVO EN PANQAR HUYUS EN LA PROVINCIA INGAVI**

Francisco Javier Orruel Fusco

La Paz - Bolivia
2006

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES
DE LECHUGA BABY (*Lactuca sativa* L.) A TRES
DENSIDADES DE CULTIVO EN PANQAR HUYUS EN LA
PROVINCIA INGAVI**

Tesis de grado presentada como
requisito para optar al Título de
Ingeniero Agrónomo

Francisco Javier Orruel Fusco

Tutor:

Ing. M.Sc. Jorge Guzman Calla

Asesor:

Ing. Guido Valdez Álvarez

Comité revisor:

Ing. Teresa Ruiz Díaz Luna Pizarro

Ing. Eduardo Oviedo Farfán

Ing. Freddy Porco Chiri

Aprobada

Decano

Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera

*Las obras, sí, ellas son las que dan testimonio de
nosotros y las que dicen con elocuencia
incomparable lo que somos.*

*Dedicado a mi madre Rosario Fusco
Bedregal y a mi hermana Carola, a
las que siempre llevo en mi corazón.*

AGRADECIMIENTOS

Ante todo a Dios nuestro Señor por todo, al Estado boliviano y a los señores docentes, por la formación académica impartida durante estos años.

Así también deseo hacer presente mis agradecimientos al Instituto de Nutrición y Agricultura "Benson", especialmente a las Sras. Elizabeth y Lourdes García, por el apoyo económico destinado para la realización del ensayo.

A los Ingenieros Guido Valdez y Jorge Guzmán, por sus críticos y constructivos comentarios durante la realización del trabajo de investigación.

Al Tribunal revisor Ingenieros Teresa Ruiz Díaz y Eduardo Oviedo, por las observaciones y sugerencias oportunas realizadas para la redacción del documento.

A mi señora madre y a mi hermanita, por sus valiosos consejos, comprensión y apoyo incondicional en buenos y malos momentos, así como a mi padre, por su colaboración y amistad.

A mi tío Aarón, por la ayuda incondicional y oportuna en la adquisición del material genético, imprescindible para la realización del presente estudio.

Al señor Fernando Valdez y familia, por su apoyo y amistad en todo momento, muy especialmente a mi enamorada María Eugenia Valdez, por su compañía, paciencia y consejos durante la elaboración del trabajo de tesis.

A los Ingenieros Jorge Pascualí y Félix Rojas, por su colaboración durante el trámite de tesis.

ÍNDICE DE MATERIAS

Materia N°		Página
	RESUMEN	i
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Origen e historia	4
2.2	Descripción botánica	4
2.3	Variedades de lechuga baby	5
2.3.1	Cultivo de la lechuga baby	7
2.3.1.1	Requerimiento climático	7
2.3.1.2	Requerimiento edáfico e hídrico	8
2.3.1.3	Características agronómicas	10
2.4	Calidad del producto	10
2.5	Densidades de cultivo	11
2.6	Panqar huyus	12
2.6.1	Construcción de panqar huyus	12
2.6.2	Aspectos climáticos de los panqar huyus	13
III	MATERIALES Y MÉTODO	15
3.1	Localización	15
3.2	Características climáticas	15
3.3	Material experimental	17
3.4	Método	18
3.4.1	Acondicionamiento y remoción del sustrato de los panqar huyus.	18
3.4.2	Muestreo del suelos	18

3.4.3	Desinfección del sustrato de los panqar huyus y almacigueras	18
3.4.4	Prueba de germinación	19
3.4.5	Incorporación de materia orgánica	19
3.4.6	Siembra en almaciguera	19
3.4.7	Trasplante	20
3.4.8	Labores culturales	20
3.4.9	Control de plagas y enfermedades	21
3.4.10	Cosecha	21
3.5	Diseño experimental	22
3.6	Variables de respuesta	23
3.6.1	Variables agronómicas	23
3.6.1.1	Porcentaje de germinación	23
3.6.1.2	Porcentaje de emergencia	23
3.6.1.3	Días a la emergencia	24
3.6.1.4	Porcentaje de refallo	24
3.6.1.5	Días a la cosecha	24
3.6.1.6	Altura de planta	24
3.6.1.7	Diámetro de cabeza	24
3.6.1.8	Numero de hojas	24
3.6.1.9	Longitud radicular	25
3.6.1.10	Área foliar total	25
3.6.1.11	Rendimiento de materia verde foliar	25
3.6.1.12	Peso individual de materia verde foliar	25
3.6.2	Variables económicas	26
3.6.2.1	Costos que varían entre tratamientos	26
3.6.2.2	Beneficios brutos en campo	26
3.7	Análisis estadístico y económico	27
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1	Condiciones climáticas	28

4.1.1	Temperatura interna	28
4.1.2	Humedad relativa interna	29
4.2	Variables agronómicas	30
4.2.1	Porcentaje de germinación	30
4.2.2	Porcentaje de emergencia	31
4.2.3	Días a la emergencia	32
4.2.4	Porcentaje de refallo	33
4.2.5	Días a la cosecha	35
4.2.6	Altura de planta	37
4.2.6.1	Curva de crecimiento en altura de planta	37
4.2.6.2	Altura de planta a la cosecha	39
4.2.6.2.1	Efecto de las densidades de cultivo sobre la altura de planta a la cosecha	40
4.2.6.2.2	Comportamiento de las variedades con relación a la altura de planta a la cosecha	42
4.2.6.2.1	Análisis de regresión de la altura de planta a la cosecha de las variedades, respecto a la distancia sobre líneas	43
4.2.7	Diámetro de cabeza	44
4.2.7.1	Curva de crecimiento en diámetro de cabeza	44
4.2.7.2	Diámetro de cabeza a la cosecha	46
4.2.7.2.1	Efecto de las densidades de cultivo sobre el diámetro de cabeza a la cosecha	46
4.2.7.2.2	Comportamiento de las variedades con relación al diámetro de cabeza a la cosecha	48
4.2.8	Número de hojas	49
4.2.8.1	Efecto de las densidades de cultivo sobre el número de hojas	50
4.2.8.2	Comportamiento de las variedades con relación al número de hojas	52
4.2.8.3	Análisis de regresión del número de hojas de variedades, respecto a la distancia sobre líneas	53
4.2.9	Longitud radicular	54

4.2.9.1	Efecto de las densidades de cultivo sobre la longitud radicular	55
4.2.9.2	Comportamiento de las variedades con relación a la longitud radicular	58
4.2.9.3	Análisis de regresión de la longitud radicular de las variedades, respecto a la distancia sobre líneas	58
4.2.10	Área foliar total	60
4.2.10.1	Efecto de las densidades de cultivo sobre el área foliar total	60
4.2.10.2	Comportamiento de las variedades con relación al área foliar total	62
4.2.10.1	Análisis de regresión del área foliar total de las variedades, respecto a la distancia sobre líneas	63
4.2.11	Rendimiento de materia verde foliar	64
4.2.11.1	Efecto de las densidades de cultivo sobre el rendimiento de materia verde foliar	65
4.2.11.2	Comportamiento de las variedades con relación al rendimiento de materia verde foliar	67
4.2.11.3	Análisis de regresión del rendimiento de materia verde foliar de las variedades, respecto a la distancia sobre líneas	68
4.2.12	Peso individual de materia verde foliar	69
4.2.12.1	Efecto de las densidades de cultivo sobre el peso individual de materia verde foliar	70
4.2.12.2	Comportamiento de las variedades con relación al peso individual de materia verde foliar	73
4.3	VARIABLES ECONÓMICAS	74
4.3.1	Análisis de presupuesto parcial	74
4.3.1.1	Análisis de dominancia	74
4.3.1.2	Análisis marginal	75
V	CONCLUSIONES	77
VI	RECOMENDACIONES	80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Página
1	Características agronómicas del cultivo de lechuga baby	10
2	Análisis de varianza para altura de planta a la cosecha	39
3	Análisis de varianza para la determinación del tipo de tendencia de la altura de planta, respecto a la distancia sobre líneas	43
4	Análisis de varianza para diámetro de cabeza a la cosecha	46
5	Análisis de varianza para numero de hojas	50
6	Análisis de varianza para la determinación del tipo de tendencia del número de hojas, respecto a la distancia sobre líneas	53
7	Análisis de varianza para longitud radicular	55
8	Análisis de varianza para la determinación del tipo de tendencia de la longitud radicular, respecto a la distancia sobre líneas	59
9	Análisis de varianza para área foliar total	60
10	Análisis de varianza para la determinación del tipo de tendencia del área foliar total, respecto a la distancia sobre líneas	63
11	Análisis de varianza para rendimiento de materia verde foliar	65
12	Análisis de varianza para la determinación del tipo de tendencia del rendimiento de materia verde foliar, respecto a la distancia sobre líneas	68
13	Análisis de varianza para peso individual de materia verde foliar	70
14	Total de costos que varían y beneficios netos en campo	74
15	Cálculo de la tasa de retorno marginal	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°		Página
1	Mapa de localización de la comunidad de Contorno-Letanías perteneciente a la provincia Ingavi del departamento de La Paz	16
2	Variación de la temperatura al interior de los panqar huyus	28
3	Variación de la humedad relativa al interior de los panqar huyus	29
4	Curva de germinación de las variedades de lechuga baby	30
5	Porcentaje de emergencia de las variedades de lechuga baby	32
6	Curva de emergencia de las variedades de lechuga baby	33
7	Porcentaje de refallo de variedades con relación a las densidades de cultivo	34
8	Días a la cosecha de las variedades con relación a las densidades de cultivo	36
9	Curva de crecimiento en altura de planta de la variedad semicos Little gem a tres densidades de cultivo, durante la etapa experimental	38
10	Curva de crecimiento en altura de planta de la variedad acogollada Tom thumb a tres densidades de cultivo, durante la etapa experimental	38
11	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo en relación a la altura de planta a la cosecha	41
12	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para variedades con relación a la altura de planta a la cosecha	42
13	Tendencia del comportamiento de altura de planta a la cosecha respecto a las distancias sobre líneas	44
14	Curva de crecimiento en diámetro de cabeza de la variedad semicos Little gem a diferentes densidades de cultivo, durante la etapa experimental	45

15	Curva de crecimiento de diámetro de cabeza de la variedad acogollada Tom thumb a diferentes densidades de cultivo, durante la etapa experimental.	45
16	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo con relación al diámetro de cabeza a la cosecha	47
17	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para variedades con relación al diámetro de cabeza a la cosecha	49
18	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo con relación al número de hojas	51
19	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para variedades con relación al número de hojas	52
20	Tendencia del comportamiento del número de hojas, respecto a la distancia sobre líneas	54
21	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo con relación a la longitud radicular	56
22	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para variedades con relación a la longitud radicular	58
23	Tendencia del comportamiento de la longitud radicular a la cosecha respecto a las distancias sobre líneas	59
24	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo con relación al área foliar total	61
25	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para variedades con relación al área foliar total	63
26	Tendencia del comportamiento del área foliar total respecto a distancia sobre líneas	64
27	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo con relación al rendimiento en materia verde foliar	66
28	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia	

	para variedades con relación al rendimiento de materia verde foliar	67
29	Tendencia del comportamiento del rendimiento de materia verde foliar respecto a la distancia sobre líneas	69
30	Prueba del rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo con relación al peso individual de materia verde foliar	71
31	Prueba del rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para variedades con relación al peso individual de materia verde foliar	73
32	Determinación gráfica de la dominancia entre tratamientos	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°

1	Características del área experimental
2	Tratamientos del ensayo
3	Análisis fisicoquímico de suelos
4	Registro de temperatura y humedad relativa interna
5	Gasto y frecuencia de riego
6	Germinación y emergencia
7	Porcentaje de refallo
8	Días a la cosecha
9	Altura de planta
10	Diámetro de cabeza
11	Número de hojas
12	Longitud radicular
13	Área foliar total
14	Rendimiento de materia verde foliar
15	Peso individual de materia verde foliar
16	Costos que varían y beneficios brutos en campo
17	Sobres de semilla de las variedades de lechuga baby
18	Estructura del panqar huyu
19	Fotografías del ensayo

RESUMEN

El presente ensayo se realizó en el segundo semestre de la gestión 2003, en la Estación experimental dependiente del Instituto de Agricultura y Nutrición "Benson", ubicado de la comunidad de Contorno Letanías perteneciente a la provincia Ingavi del departamento de La Paz, con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga baby (*Lactuca sativa* L.) a tres densidades de cultivo en panqar huyus. Para brindar al agricultor campesino de las comunidades de Contorno Letanías y Contorno Medio, una posible alternativa económicamente rentable, para el empleo de ambientes atemperados denominados panqar huyus, por medio de la introducción de variedades de lechuga baby del tipo semicos Little gem y acogollada Tom thumb, a densidades de cultivo de 250000, 333333 y 500000 plts./ha.

El análisis estadístico realizado por medio de las pruebas F y rango múltiple de Duncan, encontró diferencias estadísticas entre las variedades de lechuga baby y/o densidades de cultivo en las variables de respuesta: Altura de planta, número de hojas, longitud radicular, área foliar total, rendimiento de materia verde foliar y peso individual de materia verde foliar. Los rendimientos de materia verde foliar obtenidos en el ensayo, se ubicaron por debajo de los establecidos por la Unión de Naciones Europeas (2004), debido principalmente al régimen climático al interior de los panqar huyus. Donde el mayor rendimiento promedio alcanzado por las variedades de lechuga baby, correspondió a la del tipo semicos Little gem con 1.66 Kg/m². En cuanto a las densidades de cultivo, el mayor rendimiento fue obtenido en la densidad de cultivo de 500000 plts./ha con 2.18 Kg/m².

En cuanto a la calidad del producto cosechado, se obtuvieron en los tratamientos 3 (Variedad semicos Little gem cultivada a la densidad 333333 plts./m²) y 4 (Variedad acogollada Tom thumb cultivada a la densidad 333333 plts./m²), los registros más cercanos a los parámetros establecidos por la Unión de Naciones Europeas (2004) y el MAG/IICA (2004), como diámetro de cabeza, altura de planta, número de hojas y peso individual de materia verde foliar.

Por otra parte, el análisis económico realizado por medio de la estimación de presupuestos parciales planteado por el CIMMYT (1983), determinó que el tratamiento 5 (Variedad semicos Little gem cultivada a la densidad de 500000 plts./ha) es el más rentable comparativamente a los demás tratamientos en el área de dominio.

I. INTRODUCCIÓN.

La carencia de áreas destinadas a la producción agrícola en el Altiplano boliviano, como resultado de una parcelación familiar cada vez mayor, hace que la producción extensiva pase a ser sustituida poco a poco por una producción intensiva, por medio de la utilización de infraestructuras como invernaderos, carpas solares, walipinis, entre otras, brindando al agricultor la posibilidad de hacer más rentable la actividad agrícola en superficies menores, contrarrestando factores climáticos y patógenos adversos para diferentes cultivos, siendo el caso de las hortalizas de hoja, cuyo principal representante es la lechuga, misma que presenta en los últimos años una línea ascendente de producción.

Con tal motivo la actividad hortícola, como parte importante en la producción agrícola, ha motivado a los investigadores al desarrollo e introducción de nuevas variedades y cultivares, con mejores características nutricionales, palatables y económicas, como las hortalizas baby, también conocidas como minihortalizas u hortalizas enanas, que se caracterizan por presentar menor tamaño, sabor suave y ciertas propiedades dietéticas, entre otras; atributos que hacen de las mismas una alternativa muy cotizada en el ámbito gourmet, sobretodo en países como Estados Unidos, Alemania y Japón. Donde la lechuga baby por sus características agronómicas, como altas densidades de cultivo, corto ciclo productivo y homogeneidad en el producto cosechado, según el cultivar y las condiciones climáticas, se ha convertido en uno de los mas importantes exponentes de este tipo de hortalizas. Es así, que en la última década, la introducción de las hortalizas baby, como la lechuga, en países como México, Costa Rica y Ecuador, ha generado en la mayoría de los casos, con una producción orgánica o convencional y en algunos bajo un sistema cooperativo, un significativo aporte socioeconómico a diferentes comunidades.

El propósito del presente trabajo, es brindar al horticultor del altiplano posibles alternativas económicamente rentables para el uso de pequeños ambientes protegidos, denominados panqar huyus, que se utilizan en la producción de forrajes para animales menores y hortalizas destinadas al autoconsumo familiar, por medio de la introducción de variedades de lechuga baby, cuyas densidades de cultivo las hacen atractivas para la producción en espacios reducidos. Generando nuevas oportunidades frente a la falta de capital del horticultor para una inversión elevada e inmediata, destinada a la adquisición de estructuras como carpas solares, walipinis e invernaderos.

Los objetivos del presente estudio son:

Objetivo general.

- Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga baby (*Lactuca sativa L.*) a tres densidades de cultivo en panqar huyus.

Objetivos específicos.

- Comparar el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga baby cultivadas en panqar huyus.
- Comparar el efecto de tres densidades de cultivo sobre el comportamiento agronómico de la lechuga baby en panqar huyus.
- Analizar la interacción de tres densidades de cultivo con dos variedades de lechuga baby en panqar huyus.
- Comparar los costos de producción y beneficios brutos en campo entre los tratamientos.

Para el presente ensayo se consideran las siguientes hipótesis:

- No existen diferencias significativas en el comportamiento agronómico de las dos variedades de lechuga baby cultivadas en panqar huyus.
- No existen diferencias significativas en el efecto de las tres densidades de cultivo sobre el comportamiento agronómico de la lechuga baby en panqar huyus.
- No existen diferencias significativas en la interacción de las tres densidades de cultivo con las dos variedades de lechuga baby en panqar huyus.
- No existen diferencias en los costos de producción, ni en los beneficios brutos en campo entre los tratamientos.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 Origen de la lechuga.

Vavilov (1951), Thompson y Kelly, (1959) y Splittstoesser (1984), citados por Valadez (1996), indican que la lechuga procede de la especie silvestre *Lactuca scariola* L., clasificada como maleza y difundida ampliamente en Centro y Sur de Europa como en Rusia. Su origen es bastante antiguo, ya que existen pinturas que representan a esta hortaliza en una tumba de Egipto que data del año 4500 a. de C., siendo su probable centro de origen el Asia menor.

Por otra parte Agronegocios (2005), menciona que la lechuga fue introducida al continente Americano en 1494, por los primeros colonizadores, a partir de lo cual su cultivo se difundió aceleradamente.

2.2 Descripción botánica.

Respecto a las características taxonómicas de la lechuga Maroto (1995) y Rojas (2000), indican las siguientes:

- Subclase: Asteridae
- Orden: Asterales
- Familia: Asteraceae
- Género: *Lactuca*
- Especie: *sativa*
- Variedad botánica: *longifolia* (Cos o romana)
capitata (Acogollada)
intybacea (Hojas sueltas)
asparagina (Tipo espárrago)

Con relación a las características morfológicas Vigliola (1992) y Maroto (1995), señalan que la lechuga posee una raíz poco ramificada y profunda en sus últimos estados de desarrollo. Sus hojas de forma redondeada, lanceolada o casi espatulada y de borde liso, ondulado o aserrado, se disponen primeramente en roseta para luego formar un cogollo más o menos compacto según la variedad. En un estado vegetativo avanzado el cogollo o roseta se abre para dar paso a un tallo cilíndrico y ramificado portador de hojas, así como de capítulos florales amarillentos en racimos o corimbos. La planta es autógama cuyas semillas, que en realidad son los frutos en forma de aquenios, están provistas de un vilano plumoso. Al respecto Rojas (2000), menciona que la flor es ligulada, hermafrodita, pentámera, de cáliz gamosépalo y corola gamopétala, con un androceo sinantéreo. El ovario que es ínfero y se encuentra constituido por dos carpelos, un lóculo y óvulo, posterior a la fecundación da origen a un fruto del tipo cipsela.

Por su parte Mallar (1978), indica que la lechuga es una especie que presenta protandria, pues se produce la dehiscencia de las anteras antes del alargamiento del pistilo, existiendo la polinización cuando por medio de los pelos colectores del estilo y el estigma se colecta el polen de las anteras maduras, para luego ser recepcionado por los lóbulos del estigma.

2.3 Variedades de lechuga baby.

Según Infoagro (2003), el mejoramiento genético de la lechuga se basa en la obtención de nuevos cultivares de menor tamaño y mayor calidad, por medio de la formación de los cogollos más compactos, resistentes a la subida de la flor, quemado del borde de las hojas (Tip burn), tolerantes a la salinidad, incluyendo además la producción de semillas libres de virus.

Kowalsick (1998), indica que el consumo de minihortalizas se inició en restaurantes gourmet europeos, luego se exportaron hacia Estados Unidos y en la actualidad es frecuente encontrarlas en restaurantes, tiendas especializadas y

cadena de supermercados en gran parte del mundo. Estas hortalizas se caracterizan por poseer un precio más elevado con relación a las variedades tradicionales, pese a que tienen un tiempo de vida en poscosecha más reducido.

Al respecto Garita (2003), menciona que los minivegetales como la lechuga baby, evitan el desperdicio, por ajustarse de mejor manera a la cantidad de producto demandado del consumidor, ya que son variedades o cultivares especiales para la alta cocina, que permiten obtener productos con un adecuado grado de madurez, pero de tamaño menor que los convencionales

Por su parte Horticom (2003), señala que las lechugas mini están disponibles durante todo el año, pudiéndose encontrar diversos tipos como: Romana, iceberg, hoja de roble, lollo rosa entre otras. Existiendo variedades que son genéticamente creadas como lechugas mini, siendo un caso la variedad del tipo semicos Little gem, en comparación a otros tipos, donde se selecciona el cogollo y se comercializa como lechuga mini.

De acuerdo a Valadez (1996), en la actualidad existe un cierto interés por determinados tipos de lechuga muy específicos como las minilechugas, producidas principalmente para la exportación, utilizando elevadas densidades de cultivo (180000 - 200000 plts./ha), con cultivares como Pavane, Little gem y otras, que son muy apreciados para el consumo en fresco, bajo la presentación en cuarta gama.

Con relación al valor nutricional de la lechuga miniatura Horticom (2003) y MAG/IICA (2004), indican que los cultivares actuales presentan una composición similar a las de tamaño estándar, con la ventaja que estas primeras ofrecen una textura y sabor mas suave, características que son utilizadas como herramienta de mercadeo para este tipo de productos agrícolas en el ambiente gourmet.

Respecto a la comercialización de lechugas baby en el mercado internacional Horticom (2003), menciona que las minihortalizas presentan diferentes alternativas, y en un futuro, con el desarrollo de nuevas y mejoradas variedades, serán un importante agente para el aumento en el consumo de hortalizas, gracias a su valor nutritivo y a su carácter de conveniencia a la hora de consumirlas. Donde la lechuga baby, se ha convertido en la última década como uno de los tipos de hortaliza más demandado en el mercado inglés y español, después del tomate cherry y la cebolla.

Con relación a las características de las variedades de lechuga baby Mr. Fothergill's (2000), indica que la variedad de lechuga del tipo semicos Little gem, es una lechuga de sabor dulce que produce corazones muy quebradizos del tipo mantequilla, con pocas hojas desechables en el exterior, además de presentar cierta tolerancia a elevadas temperaturas.

Según Botanical Interests (2001), Seeds of change (2003) y Garden Guides (2004), la lechuga miniatura de tipo acogollada Tom thumb tiene como centro de origen a Alemania, introduciéndose en 1853 a los Estados Unidos. Esta posee hojas de bordes enteros o lisos, y de talla similar a una pelota de tenis, haciéndola ideal para las ensaladas individuales. La cabeza tiene un exterior algo carnudo de color verde y un interior suave de color amarillento del tipo mantequilla.

2.3.1 Cultivo de la lechuga baby.

2.3.1.1 Requerimiento climático.

Botanical Interests (2001), señala que un óptimo proceso germinativo en la lechuga baby del tipo acogollado Tom thumb ocurre entre los 15.6 y los 21.1°C en el día y entre los 10 y 15.6°C en la noche. Este cultivar puede tolerar temperaturas de hasta 32°C, causando una mayor producción de látex.

Con relación a las exigencias térmicas del cultivo de la lechuga Serrano (1979), indica que para el proceso germinativo óptimo necesita una temperatura entre los 15 y 20°C, llegando a tolerar temperaturas de hasta 3 y 30°C, con disminución significativa en el número de semillas germinadas. Por otra parte, para el crecimiento y desarrollo adecuado en la fase de formación de roseta, la lechuga requiere de 14 a 18°C en el día y de 5 a 8°C en la noche. Donde para la formación de cogollo, en aquellos cultivares del tipo cabeza, las temperaturas deben encontrarse preferentemente entre los 10 y 20°C en el día y entre los 3 y 5°C en la noche. Por otro lado Whitaker (1974), citado por Maroto (1995), señala que para conseguir un buen acogollado se necesitan temperaturas diurnas comprendidas entre los 17 y 28°C, y temperaturas nocturnas entre los 3 y 12°C, que podrán variar de acuerdo a las exigencias que posea cada cultivar.

Respecto a la humedad relativa adecuada para el cultivo de la lechuga Serrano (1979), menciona que esta debe ubicarse entre el 60 y 80%, aunque en determinados momentos en la formación de roseta, se recomienda menos del 60%. Por su parte el MAG/IICA (2004), señala que para el crecimiento y desarrollo óptimo de la lechuga, la humedad relativa debe encontrarse entre el 70 y 90%.

2.3.1.2 Requerimiento edáfico e hídrico.

Según Valadez (1996), la adaptación de esta hortaliza a diferentes tipos de suelo es muy amplia, desde arenosos hasta arcillosos, contemplando los orgánicos. Sin embargo el mismo cita a Thompson y Kelly (1959), quienes señalan que el mejor desarrollo se obtiene en suelos franco arenosos, con cantidad media de materia orgánica y buen drenaje.

Al respecto Serrano (1979), señala que el aporte de materia orgánica en forma de estiércol maduro para el cultivo de lechuga debe ser de 3 a 4 Kg/m², para dos a tres productivos. Por su parte Quino (1999), indica que el estiércol bovino maduro presenta una riqueza media de 1.77% de N, 0.89% de P₂O₅ y 0.35% de K₂O.

Anstett (1967), citado por Maroto (1995), menciona que la extracción de nutrientes del cultivo de lechuga en ambientes protegidos, para la obtención de un rendimiento de 2.43 Kg/m² es de: 6.7 gr/m² de N, 2.8 gr/m² de P₂O₅, 12.7 gr/m² de K₂O y 2.9 gr/m² de CaO.

Por otra parte el MAG/IICA (2004), indica que la lechuga está clasificada como ligeramente tolerante a la salinidad y acidez, ubicándose su rango de pH entre 6.7 y 7.4. Al respecto Richards (1954) y Maas (1984) citados por Valadez (1996), mencionan que la lechuga es una hortaliza medianamente tolerante a la salinidad, reportándose valores de 4 hasta 10 mmhos (2560 y 6400 ppm).

Con relación al requerimiento hídrico Valadez (1996), señala que en la práctica del cultivo, se ha observado que los periodos críticos con relación al riego, son la germinación y el inicio de la formación de la cabeza (var. *capitata*), por lo que se recomienda una humedad constante en el suelo a lo largo de su desarrollo, para obtener lechugas de buen peso.

Fertiberia (2003), indica que para el cultivo de la lechuga tipo cabeza de 60 días de ciclo productivo, como la lechuga Iceberg, en condiciones de invernadero, en un sustrato con una textura franco a franco arenoso, con 14 a 16 horas luz y una humedad relativa del 70%, el gasto de agua de riego alcanza en promedio entre los 88 a 110 lt/m², partir del trasplante hasta la cosecha. Mismos que presentan una distribución volumétrica del 40% para la etapa comprendida entre el trasplante y el inicio de formación de la cabeza y un 60% para el proceso de acogollado o consolidación de la cabeza.

2.3.1.3 Características agronómicas.

En el cuadro N° 1, se presentan las siguientes características agronómicas del cultivo de las variedades de lechuga baby:

Cuadro N° 1 Características agronómicas del cultivo de las variedades de lechuga baby.

CARACTERÍSTICAS	LITTLE GEM	TOM THUMB
Nº de semillas en 100 gramos.	80000	80000
Longevidad de la semilla (años).	3	3
Profundidad de siembra (mm).	6.25	6.25
Días a la emergencia.	2 - 15	2 - 15
Distancia entre líneas (m).	0.15 - 0.30	0.15 - 0.30
Distancia sobre líneas (m).	0.15 - 0.20	0.15 - 0.20
Altura de planta a la cosecha (cm).	12.5 - 17.5	8 - 10
Diámetro de planta a la cosecha (cm).	15 - 18	15 - 17
Días a la cosecha.	50 - 70	50 - 70
Resistencia o tolerancia a plagas y/o enfermedades.	Relativa al Tip burn	-
Tolerancia a la salinidad.	-	Media
Nº de plantas por ha.	166667 - 444444	166667 - 444444

Fuentes: Maroto (1995), Pimentel (1997), Mr. Fothergill's (2000), Botanical Interests (2001), Hessayon (2002), E- seeds (2003), Jhon Scheepers seeds (2003), Seeds of change (2003), Territorial seeds (2003), Veseys (2003), Botanical (2004), Capital Gardens (2004), Garden Guides (2004), MAG/IICA. (2004), Nature Hills (2004), Reimer seeds (2004) y Victory seeds (2004)

2.4 Calidad del producto.

Raymon (1989), señala los siguientes parámetros de calidad para productos hortícolas, en la que se inscribe la lechuga:

-Frescura:

- Apariencia de recién cosechado
- Firmeza
- Color: Característico de la especie, variedad o cultivar.

-Madurez óptima:

- Punto exacto de cosecha: Días desde la siembra hasta la cosecha y cosecha hasta el consumo.
- Color: Propio del producto cosechado.
- Tamaño: Lo establecido para la variedad o cultivar.

-Sanidad:

- Fisiológica: Sin la presencia de trastornos causados por ausencia o exceso de micro y/o macro nutrientes, así como por factores climáticos o mecánicos.
- Patógena: Sin la presencia de daños causados por plagas y/o enfermedades de origen fúngico, bacterial o viral.

2.5 Densidades de cultivo.

Al respecto Fersini (1979), señala que se debe tener mucho cuidado al determinar las distancias a las que se van a sembrar o trasplantar las plantas, ya que se debe garantizar el buen desarrollo de las mismas, lo que estará estrechamente ligado a las características de las variedades.

Giacconi (1994), indica que como norma general, la distancia entre y sobre hileras se determina en función a las características que posea la variedad, fertilidad del suelo, zona, época de siembra, y del destino de la cosecha, entre otros aspectos.

Al respecto Holle (1985), citado por Centellas (1999), menciona que la competencia que se genera entre las plantas, por una mayor captación de nutrientes, luz, agua y espacio vital, a dado lugar a dos tipos de competencia:

- Interespecífica: Entre el cultivo y las malezas.
- Intraespecífica: Entre las plantas del mismo cultivo.

Influyendo ambos tipos de competencia en las características de las plantas, en lo referido al rendimiento y calidad, donde para cada tipo de cultivo existe un tamaño poblacional adecuado, a partir del cual se establecen las relaciones de competencia entre plantas, sin llegar a afectar en forma negativa en el crecimiento y desarrollo de las mismas

2.6 Panqar huyus.

BAFI (2000), citado por Michel (2002), considera al panqar huyu como una cama baja atemperada, pequeño ambiente protegido de aproximadamente 3.9 m², construido subterráneamente, con la parte superior a manera de tapa, que esta conformada por una cubierta de agrofilm que se abre parcialmente durante el día con la finalidad de evitar variaciones extremas de temperatura.

De la misma manera señala que las plantas se desarrollan en su interior gracias a la temperatura y humedad y al su sustrato especialmente preparado, que este proporciona. Ya que una de sus características es su arquitectura, la cual coadyuva a mantener la temperatura en su interior, ya que el sustrato de siembra y las paredes, que son el perfil del suelo, acumulan y regulan el calor durante el día y lo transmiten en la noche.

2.6.1 Construcción de panqar huyus.

Según Velasco (1999), para la construcción se debe elegir un lugar apropiado, preferentemente en una pequeña loma para evitar eventuales inundaciones por escorrentía exterior o por ascensión capilar. Alrededor del módulo se deben construir pequeñas zanjas para drenaje pluvial a 0.50 m de los bordes, aproximadamente de 0.15 m tanto de ancho como de profundidad. El suelo en lo posible debe ser de la clase textural franco. La cercanía de una fuente de agua es indispensable para permitir un abastecimiento apropiado.

El lado de mayor longitud debe orientarse en sentido Este-Oeste, la excavación debe contemplar la forma de paralelepípedo, que tendrá entre 1 a 1.30 m de ancho por 3 m de largo y 0.80 a 1.20 m de profundidad. Para la preparación del sustrato, se incluyen los 0.20 primeros metros del horizonte agrícola del terreno original, arena y materia orgánica en una proporción volumétrica de 2:1:1 respectivamente, así como una capa de grava de 0.15 m de espesor en la parte inferior. Los bordes de las bermas se construirán con los últimos sustratos alcanzados en la excavación. La estabilidad futura de las paredes, que son en realidad los cortes del perfil del suelo, dependerá del cuidado que se tenga en el momento de la excavación.

Así mismo indica, que para brindar la respectiva pendiente a las tapas se deben ubicar adobes al borde Sur de la excavación con dos filas de altura, de tal manera que exista una inclinación hacia el Norte, permitiendo que las aguas de lluvia se escurran hacia la zanja de drenaje, además de una mayor penetración directa de los rayos solares al interior. Los bordes Sur, Este y Oeste, deben ser rellenados con una mezcla arcillosa, para proporcionar un cierre lo más hermético posible. Se debe afinar los bordes de la berma en forma continua o cuando lo ameriten, ya que de ello dependerá de gran manera la duración de las paredes.

Respecto al costo de construcción del panqar huyu, Rocabado (2004), señala que este puede alcanzar los 4,6 \$us/m², mismos que contemplan la excavación, preparación del sustrato, armado e instalación de la tapa.

2.6.2 Aspectos climáticos de los panqar huyus.

Según el BAFI (2000), citado por Von Boeck (2000), las temperaturas fluctúan desde los 0°C en la noche, hasta los 35°C en el día, dependiendo del sistema de ventilación, que regula el horario de apertura y cierre del almacén durante el día.

Por otro lado Rocabado (2004), indica que panqar huyus con 0.20 m de apertura de tapa y con una profundidad de 0.80 m, registran temperaturas mínimas y máximas al interior de 6 y 37.1°C respectivamente, y una humedad relativa que fluctúa entre el 22.1 y 91.2%, entre los meses de Septiembre y Diciembre. Donde factores como profundidad, apertura de la tapa, al margen de la ubicación y orientación del panqar huyu, influyen en aspectos tales como temperatura, luz, humedad relativa y flujo de aire, necesarios para el adecuado desarrollo de los cultivos.

III. MATERIALES Y MÉTODO.

3.1 Localización.

El presente estudio se realizó entre los meses de Septiembre y Diciembre de la gestión 2003, en el Proyecto de walipinis perteneciente al Instituto de Agricultura y Nutrición "Benson", ubicado en la comunidad de Contorno Letanías, perteneciente a la provincia Ingavi del departamento de La Paz.

La comunidad de Contorno Letanías se encuentra situada al Sudoeste de la población de Viacha, a 32 Km de la ciudad de La Paz, entre los paralelos 16°42'5" latitud Sur, 68°15'54" longitud Oeste. Su altura fluctúa entre los 3793 a 3870 m.s.n.m. (BAFI 2000, citado por Von Boeck 2000).

Al respecto Rocabado (2004), señala que la Estación Experimental dependiente del Instituto de Agricultura y Nutrición "Benson", se encuentra limitada al Noroeste con el cerro Huacullani, al Este con la comunidad de Choquenaira, y al Sudeste con la comunidad de Pantatani (Figura N° 1).

3.2 Características climáticas.

BAFI (2000), citado por Von Boeck (2000), menciona que la comunidad de Contorno Letanías presenta un clima templado frío, con vegetación montañosa estepa a estepa espinosa. La temperatura media anual es de 8.3°C, con una humedad relativa media anual del 50.8%, las heladas se presentan en los meses de Febrero, Mayo, Junio, Julio y Agosto, con un promedio de frecuencia de 5.3 días de helada por mes. Las precipitaciones en forma de granizo ocurren sobretodo en los meses de Septiembre y Febrero, con un promedio de frecuencia de 2 días por mes.

3.3 Material experimental.

- Material vegetal.

- *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (cv. Little gem)

- *Lactuca sativa* L. var. *capitata* (cv. Tom thumb)

Se emplearon 1.64 gr/variedad para todo el ensayo (Anexo N°17).

- Infraestructura.

- Panqar huyus: Se utilizaron 12 unidades de 1.30 m de ancho, 3 m de largo y de 0.80 m de profundidad (Anexo N° 18).

- Abonos y/o fertilizantes.

- Humus de lombriz: Se emplearon 35 Kg para el almácigo.

- Estiércol bovino maduro: Se utilizaron 93,6 Kg para el área experimental.

- Material fitosanitario.

- Basamid: Se aplicaron 946 gr para todo el ensayo.

- Herramientas.

- Pala.

- Chontilla.

- Picota.

- Palas de jardinería.

- Carretilla.

- Regadera de 5lt.

- Rastrillo.

- Instrumentos y equipos.

- Almaciguera: Se utilizó 1 unidad de 1 m de ancho, 1.5 m de largo y 0,20 m de alto

- Vernier.

- Termihigrómetro de máximas y mínimas.

- Balanza.

- Cámara atemperada.

3.4 Método.

3.4.1 Acondicionamiento y remoción del sustrato de los panqar huyus.

Se procedió al acondicionamiento de 12 panqar huyus, tanto en la estructura de los armazones, cambio de agrofílm, revocado de paredes y bermas, así como el desmalezado de los pasillos y canales de desagüe. Posteriormente se estandarizaron los panqar huyus a una profundidad de 0.80 m. La remoción y cernido del sustrato de los panqar huyus se hizo hasta los 0.30 m de profundidad.

3.4.2 Muestreo de suelos.

Se realizó el muestreo de suelos utilizando el método de zig zag, hasta una profundidad de 0.30 m, recolectándose 1 Kg. de sustrato /Panqar huyu, para luego proceder a la homogeneización y obtención de 1 Kg de muestra total, que posteriormente se destinó al análisis físicoquímico.

3.4.3 Desinfección del sustrato de los panqar huyus y almaciguera.

Terminada la remoción y cernido del sustrato de los panqar huyus, se incorporó Basamid en una dosis de 20 gr/m², hasta una profundidad de 0.30 m. Seguidamente se realizó la saturación del sustrato de cada panqar huyu con agua y la protección del mismo con una cobertura de nylon, acompañada del cierre total de las tapas, práctica que se reiteró a los 5 y 10 días posteriores, acompañada cada una de la previa remoción del sustrato. El retiro definitivo de la cobertura de nylon y la última remoción y saturación del sustrato, se realizó a los 15 días de iniciada la desinfección.

La desinfección del sustrato, con una relación volumétrica 1:1:1 (1 de arena, 1 de tierra del lugar, 1 de humus de lombriz), para una almaciguera con una capacidad de 0.22 m³, se realizó con 10 gr de Basamid siguiendo pasos similares, con la

salvedad, que la arena destinada al sustrato se desinfecto mediante la aplicación de una temperatura mayor a los 80°C, por medio de una plancha sometida a fuego.

3.4.4 Prueba de germinación.

Se realizó utilizando 100 semillas/variedad con tres repeticiones, cada una en caja petri, bajo condiciones de laboratorio a 20°C y una humedad relativa del 70 %.

3.4.5 Incorporación de materia orgánica.

De acuerdo al resultado del análisis fisicoquímico de suelos, que señala que el sustrato de los panqar huyus es de textura franco arcillosa, con un pH de 7.4, CIC de 11.01 meq/100gr de suelo y 2.6 % de materia orgánica, entre otras propiedades (Anexo N° 3), se procedió a la incorporación de estiércol bovino maduro a cada panqar huyu a razón de 2 Kg/m², hasta una profundidad de 0.30 m.

3.4.6 Siembra en almaciguera.

La siembra se hizo con la ayuda de una plantilla que presentaba 2 cm de distancia tanto entre filas como entre semillas, utilizando 1.26 gr de semilla/variedad. En la etapa de almácigo se registraron las variables de respuesta: **Porcentaje de emergencia, días a la emergencia, altura de planta y número de hojas**. La ventilación del almácigo se realizó por medio de una apertura de 0.20 m de la tapa del panqar huyu.

3.4.7 Trasplante.

Se realizó a los 23 días de la siembra, cuando las plantas presentaron de 4 a 5 hojas verdaderas (Anexo N° 11), con una altura promedio de 3.9 cm para la variedad acogollada Tom thumb y de 5.8 cm para la variedad semicos Little gem (Anexo N° 9), de 5:00 a 9:00 y 17:00 a 22:00 horas, en el sustrato humedecido el día anterior. Para

la ventilación de los panqar huyus se vio por conveniente mantener los 0.20 m de apertura de tapa. Posterior al trasplante se procedió al registró de las variables: **Altura de planta y diámetro de cabeza.**

3.4.8 Labores culturales.

- Refallo.

La sustitución de plantas muertas se realizó luego de 3 días al trasplante, para el posterior cálculo del **porcentaje de refallo.**

- Aporque y deshierbe.

El aporque de las unidades experimentales se realizó a los 10 días del trasplante, por medio de la utilización de chontillas. Respecto al desmalezado este se realizo en forma continua, con el fin de evitar la proliferación de especies como: Diente de león (*Taraxacum officinalis*), kanapaco (*Sonchus asper*) y pasto bandera (*Bouteloua simplex*), mismas que llegaron a presentarse en un número muy reducido.

- Riego.

Los volúmenes y frecuencias de riego aplicados en la etapa de almácigo y experimental fueron:

- Etapa de almácigo, el riego se realizo por medio de una regadera de 5 lt de capacidad, con una frecuencia de 1 a 2 días, con un gasto $63 \text{ lt/m}^2/23$ días, (Anexo N° 5). El intervalo entre riegos, presentó una ligera tendencia a incrementarse, con el objetivo de promover el endurecimiento paulatino de las plantas.

- Etapa experimental, luego del trasplante y durante el desarrollo del cultivo, la frecuencia de riego fue de 1 a 2 días, con un gasto aproximado de $140 \text{ lt/m}^2/30$ y 31 días. El riego se realizo con la ayuda de una manguera y un aspensor, con un caudal promedio de 0,06 lt/s.

3.4.9 Control de plagas y enfermedades.

No se presentó incidencia de enfermedades de origen fúngico o viral. Con relación a las plagas, se realizó el control cultural de una población de 5 individuos de babosas en estado juvenil en el área total del ensayo, en días próximos a la cosecha, que no llegó a causar daño alguno a la población experimental.

3.4.10 Cosecha.

Se realizó con un chontilla y un cuchillo a los 53 y 54 días partir de la siembra en el almácigo, cuando las plantas se aproximaron a los 12.5 a 17.5 cm de altura y 15 a 18 cm de diámetro de cabeza para la variedad semicos Little gem, como a los 15 a 17 cm de diámetro de cabeza y 8 a 10 cm de altura para la variedad acogollada Tom thumb.

A su vez se registraron los datos concernientes a **días a la cosecha, altura de planta, diámetro de cabeza, número de hojas, longitud radicular, rendimiento de materia verde foliar y peso individual de materia verde foliar**. Posterior a la cosecha, se procedió a la determinación del **área foliar total, costos que varían entre los tratamientos** y los **beneficios brutos en campo** de los mismos. El registro de temperatura y humedad relativa se realizó en forma diaria desde la siembra a la cosecha del cultivo a 0.40 m del sustrato.

3.5 Diseño experimental.

El diseño estadístico empleado fue Bloques completos al azar con un arreglo factorial en parcelas divididas (Anexo N° 1), debido al escaso material vegetal con que se contaba, determinando la localización del factor variedades en subparcelas y el factor densidades de cultivo en parcelas principales. La utilización del diseño, tiene por objetivo el bloquear los efectos producidos por la gradiente de humedad edáfica, promovida por los canales de desagüe pluvial (Castañeda 1978).

Al respecto Calzada (1970), indica que este arreglo se utiliza en aquellos experimentos factoriales en los que los tratamientos de uno o más de los factores, por razón de su naturaleza, deben aplicarse en unidades experimentales grandes. En estos casos, para el mejor aprovechamiento del material experimental, cada parcela se subdivide en dos o más subunidades o subparcelas, para dar cabida a una serie de tratamientos de otro factor que no tenga esa limitación y que se desee estudiar con mayor precisión.

MODELO LINEAL ADITIVO:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \xi_{ik} + \omega_j + (\alpha\omega)_{ij} + \xi_{ijk}$$

Donde:

γ_{ijk} = Observación cualquiera.

μ = Media general del experimento.

β_k = Efecto del k-ésimo bloque.

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A.

ξ_{ik} = Error experimental de la parcela principal (Ea).

ω_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B

$(\alpha\omega)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B
(A*B)

ξ_{ijk} = Error experimental de la subparcela (Eb).

- Factores de estudio.

Factor A (Densidades de cultivo).

$a_1 = 250000$ plts./ha (0.20 m sobre líneas y 0,20 m entre líneas).

$a_2 = 333333$ plts./ha (0.15 m sobre líneas y 0.20 m entre líneas) (Recomendada).

$a_3 = 500000$ plts./ha (0.10 m sobre líneas y 0.20 m entre líneas).

Factor B (Variedades de lechuga baby).

b_1 = Variedad semicos de lechuga baby Little gem.

b_2 = Variedad acogollada de lechuga baby Tom thumb.

Donde la combinación de los factores determino los diferentes tratamientos (Anexo N° 2).

3.6 Variables de respuesta.

3.6.1 Variables agronómicas.

3.6.1.1 Porcentaje de germinación.

Se realizó el conteo cada 12 horas del número de semillas que emitieron la radícula del total de semilla utilizada por repetición.

3.6.1.2 Porcentaje de emergencia.

Se contabilizó el número de plántulas que llegaron a emerger del total de semilla almacenada por variedad.

3.6.1.3 Días a la emergencia.

Se tomó en cuenta el número de días necesarios para alcanzar más del 51%, como del total de plántulas emergidas del almácigo por variedad.

3.6.1.4 Porcentaje de refallo.

Se registró el número de plantas por subparcela que no llegaron a soportar el estrés del trasplante en un lapso de 3 días.

3.6.1.5 Días a la cosecha.

Se contabilizó el número de días necesarios para alcanzar la madurez comercial de por lo menos el 70% de la población por subparcela.

3.6.1.6 Altura de planta.

Se procedió a la medición en la etapa de almácigo de 15 plts./variedad, con una frecuencia de 2 días a partir de la emergencia de más del 51% de plántulas, de la altura comprendida desde el cuello o nudo vital hasta la hoja más elevada de la planta, con la ayuda del vernier, en horas donde el sol no se encontró en plenitud. En la etapa experimental se realizó la medición de 10 plts./subparcela, con una frecuencia de 5 días posteriores al décimo día del trasplante. Se utilizó como unidad de medida al (cm).

3.6.1.7 Diámetro de cabeza.

Se determinó con la ayuda del vernier, la distancia en (cm) que pasa por el centro de la planta y alcanza las hojas más externas de 10 plts./subparcela, cada 5 días a partir del décimo día al trasplante, en horas donde el sol no se encontró en plenitud. Se utilizó como unidad de medida al (cm).

3.6.1.8 Número de hojas.

Se realizó el conteo de hojas por planta en la etapa de almácigo de 15 plts./variedad, con una frecuencia de 2 días a partir de la emergencia de más del 51% de plántulas. Para la etapa experimental se tomaron en cuenta las hojas comerciales por cabeza de 10 plts./subparcela.

3.6.1.9 Longitud radicular.

Con la ayuda de un vernier se midió la distancia comprendida entre el cuello y la zona de crecimiento radicular de la raíz principal de 10 plts./subparcela. Se empleó como unidad de medida al (cm).

3.6.1.10 Área foliar total.

Se realizó a la representación gráfica del perímetro de las hojas/planta en forma manual de 5 plts./subparcela, para luego determinar el área por medio del programa Map maker, previa recalibración de la escala a (cm²).

3.6.1.11 Rendimiento de materia verde foliar.

Para su determinación se pesó por medio de la balanza, el total de cabezas/m² recién cosechadas por subparcela. Se utilizó como unidad de medida al (Kg/m²).

3.6.1.12 Peso individual de materia verde foliar.

Se estableció a través de la ponderación del rendimiento de materia verde foliar a partir del número de plts./m² de cada subparcela, expresándose en (gr).

3.6.2 Variables económicas.

3.6.2.1 Costos que varían entre tratamientos.

Se registraron los costos de los insumos, incluyendo su transporte al área de producción, que al ingresar en el ciclo productivo varían directamente entre los tratamientos. Se utilizó como moneda de referencia al Dólar americano (\$us), para disminuir el proceso devaluativo de la moneda nacional.

3.6.2.2 Beneficios brutos en campo.

Se determinó por medio del producto del rendimiento de materia verde foliar, expresado en (Kg/m^2), y el precio del producto sin tomar en cuenta la mano de obra de la cosecha, embasado y transporte al lugar de comercialización. Se utilizó como moneda de referencia al Dólar americano (\$us).

3.7 Análisis estadístico y económico.

De acuerdo a lo recomendado por Calzada (1970), Steel y Torrie (1980), Little y Hills (1981), CIMMYT (1988), Padrón (1996) y Hernández et al. (1998) los datos obtenidos en las diferentes variables de respuesta fueron sometidos a los siguientes tipos de análisis estadístico y económico:

- Curvas de crecimiento, homologa a las series cronológicas relacionadas con experimentos preliminares, consistió en observar los cambios de las variables de respuesta a través del tiempo, siendo estas recolectadas en periodos determinados. El tipo de tendencia que se empleó con relación a cada variable de respuesta, fue aquel que logró expresar la mejor relación natural y lógica entre las variables, ya que para datos biológicos un ajuste de manera perfecta puede llegar a representar una relación artificial y completamente desprovista de significancia física o biológica.

- Análisis de varianza y comparación de medias, relacionado con el análisis de experimentos críticos, contempló los datos recolectados en un solo momento o tiempo único, teniendo como propósito el describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. La comprobación de la existencia de homogeneidad de varianzas y normalidad del conjunto de datos de las diferentes variables de respuesta, se realizó por medio de las pruebas de Bartlett, Levene y Anderson - Darling respectivamente, en forma previa a la aplicación de las pruebas F al 5 y 1% de significancia y de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5%.

- Análisis de tendencia, se realizó por medio de contrastes ortogonales y cálculo del coeficiente de correlación lineal y/o determinación de la tendencia correspondiente a las variedades de lechuga baby sobre las densidades de cultivo expresadas en distancias sobre líneas, ya que para la utilización de polinomios ortogonales se debe emplear intervalos constantes, además de ser las causantes de la variación del comportamiento de las variedades a diferentes densidades de cultivo.

- Análisis de presupuestos parciales, contempló la variación de los costos de producción y los beneficios brutos en campo entre tratamientos, para la determinación de la existencia de dominancia entre estos y el cálculo de costos y beneficios marginales, así como de la tasa de retorno marginal, y posterior comparación con la tasa mínima de retorno recomendada para este tipo de ensayos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Condiciones climáticas.

Los resultados del presente ensayo, se obtuvieron bajo las siguientes condiciones climáticas:

4.1.1 Temperatura interna.

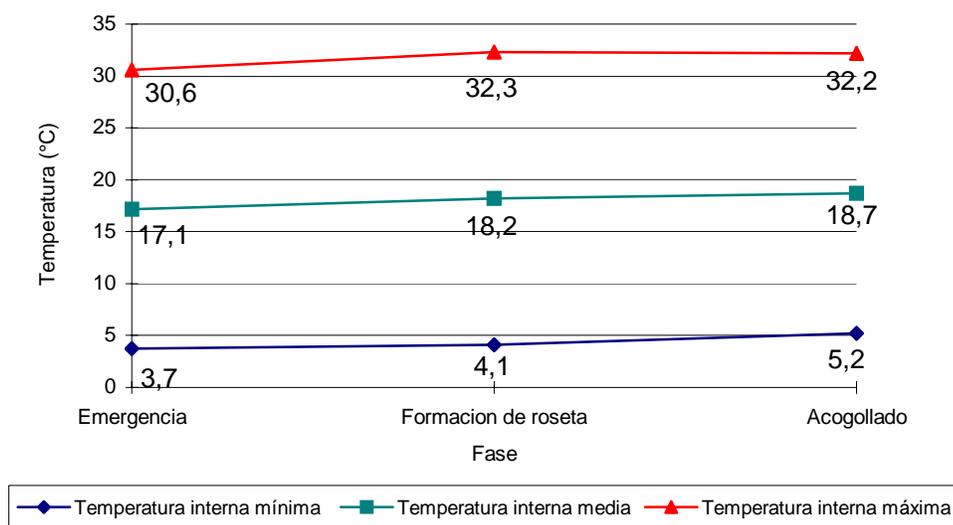


Figura N° 2. Variación de la temperatura al interior de los panqar huyus.

Respecto a la variación térmica al interior de los panqar huyus durante el ensayo (Figura N° 2), en el proceso germinativo en campo (Anexo N° 4), se registró una temperatura media de 17.1°C, que se encontró dentro de los 10 a 21.1°C recomendados por Botanical Interests (2001), así como entre los 15 y 20°C óptimos para el cultivo de lechuga según Serrano (1979). Con referencia a las temperaturas mínima de 3.7°C y máxima de 30.6°C el mismo autor señala, que esta última es muy próxima a los 30°C considerados como tolerables para el proceso de emergencia.

De la misma forma señala, que las temperaturas registradas en la fase de formación de roseta de 4.1, 18.2 y 32.3°C, respecto a las temperaturas

mínima, media y máxima respectivamente, se halla en referencia al primer y último caso fuera del margen de los 5 a 18°C recomendados. En cuanto a la fase de acogollado, el mismo autor indica, que las temperaturas alcanzadas, media de 18.7°C y mínima de 5.2°C, se encuentran dentro de los 3 y 20°C óptimos para la obtención de cabezas de calidad comercial, y no así la temperatura máxima de 32.2°C. Por otra parte Whitaker et al. (1974), citado por Maroto (1995), indica que las temperaturas adecuadas para el acogollado deben ubicarse entre los 3 y 28°C.

4.1.2 Humedad relativa interna.

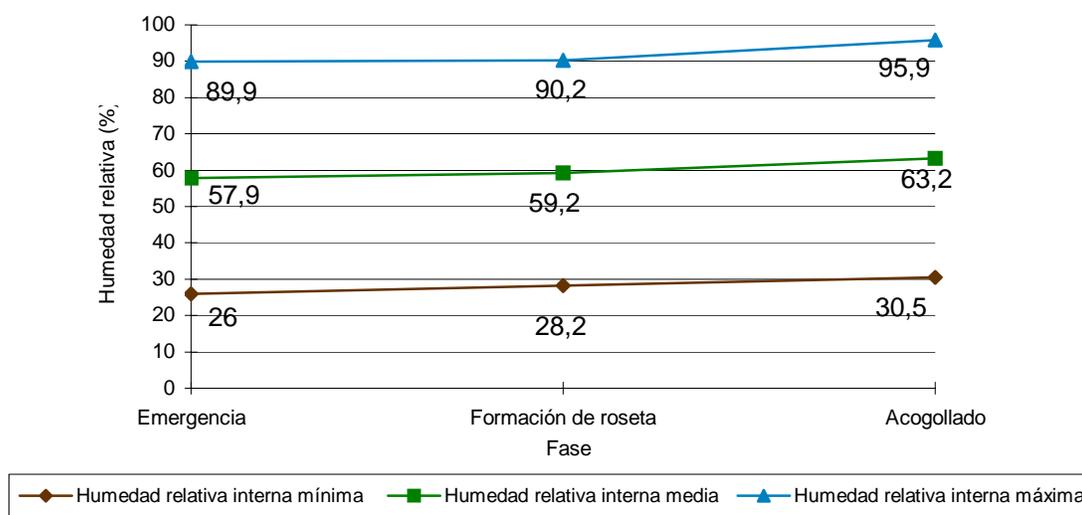


Figura N° 3. Variación de la humedad relativa al interior de los panqar huyus.

Los valores obtenidos de humedad relativa media al interior de los panqar huyus (Figura N° 3), de 57.9, 59.2 y 63.2% en la fase de emergencia, formación de roseta y acogollado, se encuentra con relación al tercer valor dentro del margen de 60 a 80% recomendado por Serrano (1979).

Respecto a los valores de humedad relativa mínima y máxima (Anexo N° 4), alcanzados de 26 a 89.9% en la fase de emergencia, 28.2 a 90.2% en la fase de formación de roseta y de 30.5 y 95.9% en la fase de formación de cogollo el mismo

autor, señala que para la formación de roseta la humedad relativa debe situarse en ciertos momentos por debajo del 60%.

4.2 Variables agronómicas.

4.2.1 Porcentaje de germinación.

El mayor porcentaje de germinación lo registro la variedad b_1 (Little gem), con 97%, seguida por la variedad b_2 (Tom thumb), con 96.1% (Figura N° 4). Los valores alcanzados por las variedades son aceptables, ya que de acuerdo a Giaconi (1994), no deben bajar del 70%, para las semillas de baja capacidad germinativa y del 90% para las de elevada capacidad, como la lechuga.

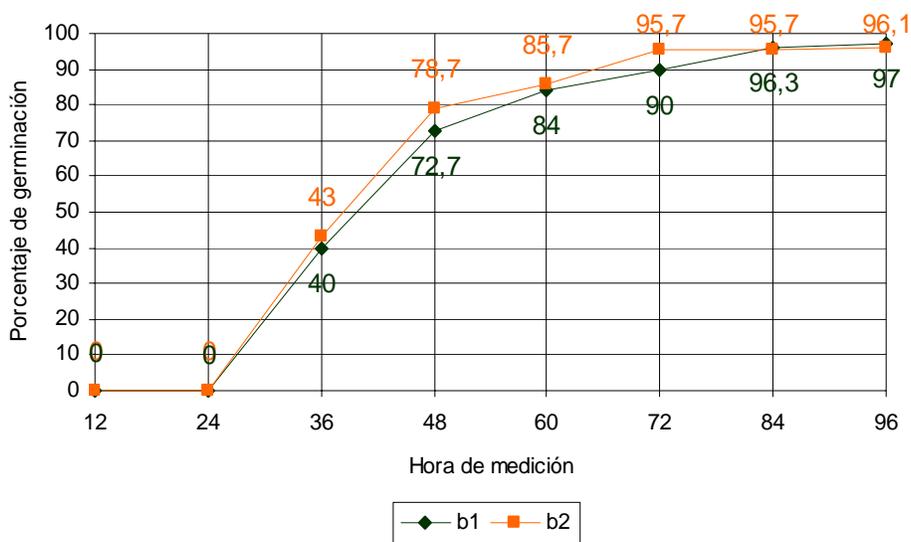


Figura N° 4. Curva de germinación de las variedades de lechuga baby.

El comportamiento germinativo, de ambas variedades fue similar, con la diferencia que la variedad b_1 , presentó un proceso germinativo más progresivo, respecto a la variedad b_2 , que alcanzó el 78.7% de plantas germinadas en promedio a los 2 días (Anexo N° 6).

Considerando los porcentajes de germinación alcanzados por las variedades de lechuga baby y estimando un porcentaje de pureza del 99,9 %, que según Mr. Fothergill's (2000) y Seeds of change (2003), es una característica de garantía de las semillas, sobretodo para variedades mejoradas, se determina que el Valor real alcanza el 96.9% para la variedad b_1 y 96% respecto a la variedad b_2 .

Al respecto Van Haeff (1987), señala que para determinar la calidad de la semilla no certificada es necesario establecer parámetros tales como: Porcentaje de germinación y pureza física y biológica.

El total de semilla germinada por las variedades, se alcanzó a los 4 días de a verse iniciado la prueba, encontrándose los mismos dentro de los márgenes aceptables de 4 a 7 días (Giaconi 1994).

4.2.2 Porcentaje de emergencia.

El mayor porcentaje de emergencia registrado fue del 85%, correspondiente a la variedad b_1 (Little gem), respecto a la variedad b_2 (Tom thumb) con 83.6% (Figura N° 5), siendo en el primer caso coincidente y en el segundo muy próximo al 85% de emergencia, que es considerado como parámetro aceptable para el cultivo de lechuga (Giaconi 1994). Por su parte Serrano (1979), señala que el porcentaje de germinación en campo para este tipo de cultivo debe ser próximo al 80%.

La diferencia en los porcentajes de emergencia entre las variedades (Anexo N° 6), puede deberse a la presencia de una mayor susceptibilidad de la variedad b_2 a la distribución heterogénea del sustrato sobre las semillas durante la siembra en el almácigo.

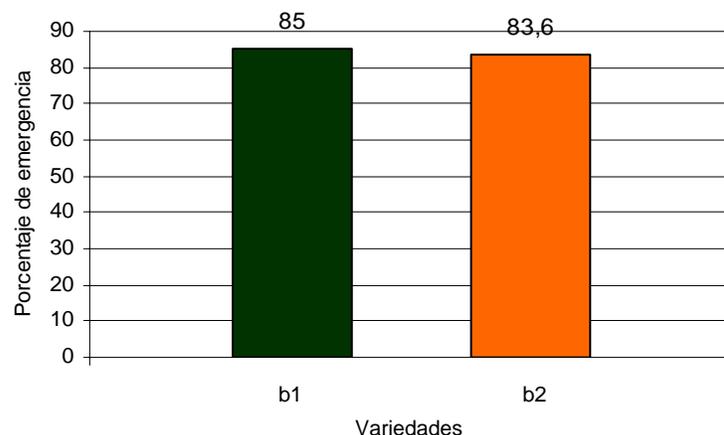


Figura N° 5. Porcentaje de emergencia de las variedades de lechuga baby.

Por otra parte posiblemente existieron en cierto grado problemas de termolancia en la etapa de emergencia para ambas variedades, por registrarse temperaturas por encima de las recomendadas por Giaconi (1994) y Maroto (1995), quienes señalan que los mayores porcentajes de germinación en campo para la mayoría de los cultivares de lechuga, se presentan entre los 15 y 20°C, existiendo problemas de termolancia a temperaturas mayores a los 25°C, por la impermeabilización de los tegumentos de la semilla al oxígeno.

4.2.3 Días a la emergencia.

Con relación a los días de emergencia, ambas variedades necesitaron 3 días para la emergencia de más del 51% de individuos en el almacigo, como de 6 y 7 días para la emergencia del total de plántulas, con relación a las variedades b₂ (Tom thumb) y b₁ (Little gem) respectivamente (Figura N° 6). Este lapso se halla dentro de los 5 a 10 días considerados como necesarios para la emergencia de la variedad Tom thumb según Botanical Interests (2001), así como de los 2 a 15 días tanto para la variedad Tom thumb como Little gem de acuerdo a Seed of change (2003).

Si bien las variedades de lechuga baby presentaron similar número de días a la emergencia del total de plántulas (Anexo N° 6), existió cierta demora debido posiblemente al efecto que pudo tener la profundidad de siembra.

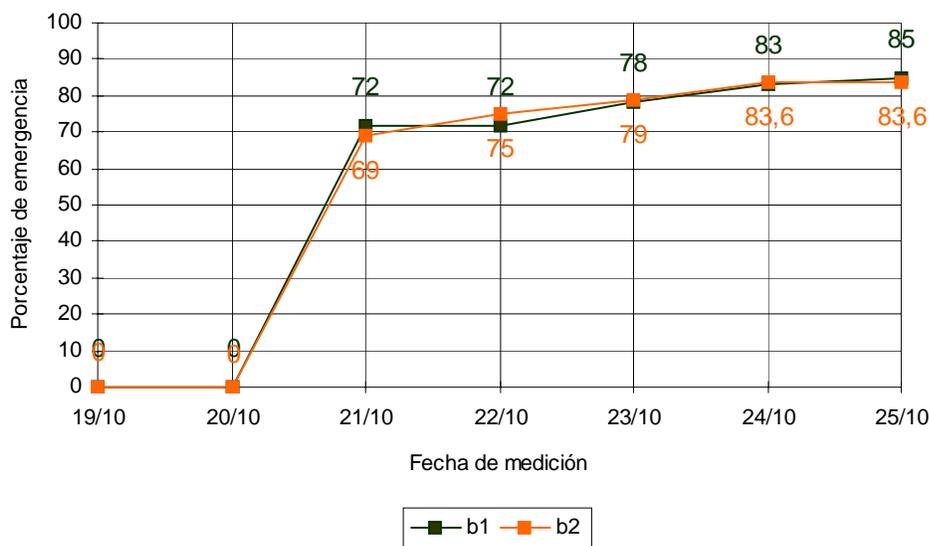


Figura N° 6. Curva de emergencia de las variedades de lechuga baby.

4.2.4 Porcentaje de refallo.

Los porcentajes de refallo alcanzados por la variedad b_1 (Little gem), fueron menores respecto a los obtenidos por la variedad b_2 (Tom thumb) (Figura N° 7), tal vez atribuido a que esta primera presentó una menor susceptibilidad al manipuleo, al inadecuado contacto del sustrato con el área radicular, incidencia de los rayos solares y a una menor humedad relativa; probablemente a causa de una dirección foliar más paralela al eje vertical, mayor grosor de la capa cutínica y albedo (Valadez 1996 y FAO 2004).

Al respecto Kramer (1974), señala que la orientación de la hoja afecta la transpiración, porque las hojas que forman ángulos rectos a los rayos del sol están más calientes que las paralelas a la radiación incidente. Así también es importante la resistencia que pueda ofrecer una cutícula joven y gruesa contra la transpiración,

como la característica reflectiva de las hojas, ya que hojas de color mate y gruesas absorben mayor radiación y se calientan más.

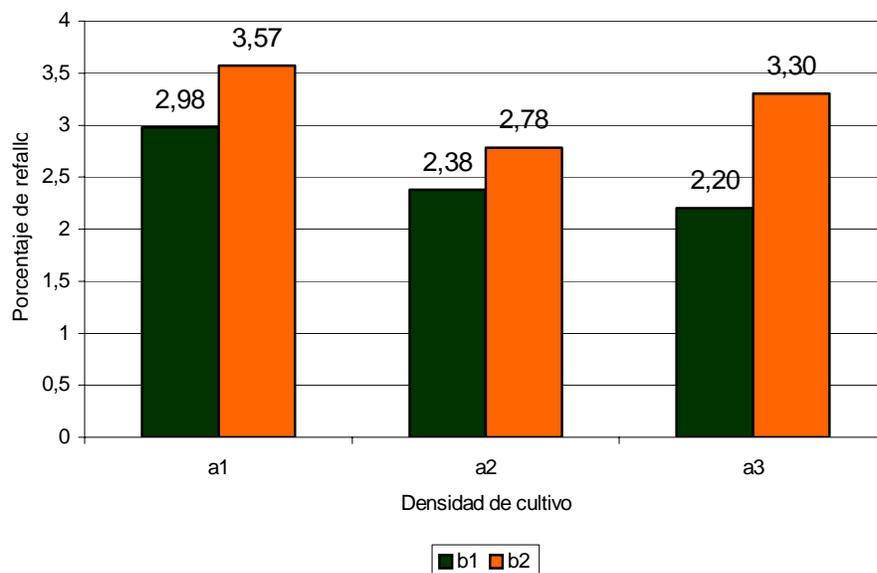


Figura N° 7. Porcentaje de refallo de las variedades con relación a las densidades de cultivo.

El mayor porcentaje de refallo registrado por la variedad b₁, se presento en la densidad de cultivo a₁ (250000 plts./ha) con un valor del 2.98%, indicando probablemente, que si bien un mayor espacio entre plantas facilitó el trasplante, no promovió una adecuada humedad ambiental durante la etapa de adaptación, provocando una mayor perdida de agua de los tejidos por transpiración cuticular y estomática.

El segundo porcentaje de refallo mas alto fue registrado en la densidad de cultivo a₂ (333333 plts./ha) con 2.38%, en parte debido a que el número de plantas por superficie permitió una adecuada labor de trasplante, así como una mejor regulación de humedad, facilitando la recuperación de las plantas al estrés.

Con relación a la densidad de cultivo a_3 (500000 plts./ha), esta registro el menor porcentaje de plantas refalladas (2.20%), a pesar de la disponibilidad de un menor espacio entre plantas, posiblemente a causa de la presencia de características morfológicas y fisiológicas tanto en la parte aérea y radicular en la variedad b_1 , relativamente aptas para tolerar el trasplante.

En cuanto a la variedad b_2 , presentó similar comportamiento que la variedad b_1 , en las diferentes densidades de cultivo, con porcentajes de refallo de 3.57% en la densidad de cultivo a_1 , 2.78% en la densidad a_2 y de 3.30% en la densidad a_3 , presentando cierta propensión a perder un mayor número de individuos a causa de un posible incremento en la evapotranspiración, por un mayor distanciamiento entre las plantas, así como por un limitado espacio para una adecuada labor de trasplante.

Los porcentajes de refallo obtenidos por las variedades, en las diferentes densidades de cultivo (Anexo N° 7), se encuentran por debajo del 5% considerado como aceptable (Giacconi 1994).

4.2.5 Días a la cosecha.

Los días a la cosecha alcanzados por las variedades b_1 (Little gem) y b_2 (Tom thumb), son cercanos a los 53.36 días en promedio (Anexo N° 8), debido en parte a una similar en el crecimiento y desarrollo de parámetros intrínsecos en el punto de madurez comercial, frente a factores como temperatura e intensidad lumínica.

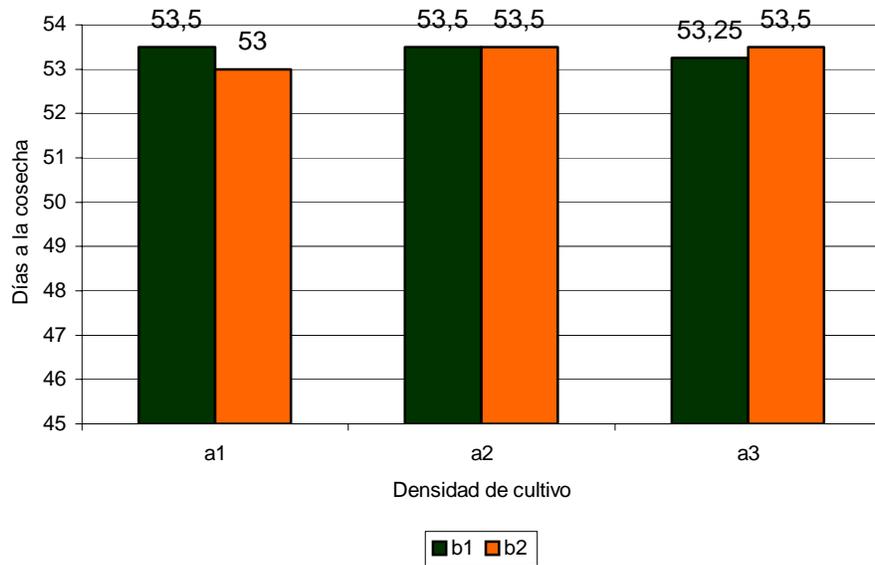


Figura N° 8. Días a la cosecha de las variedades con relación a las densidades de cultivo.

La tendencia de la variedad b_1 a registrar un menor número de días a la cosecha (53.25 días), en la densidad de cultivo a_3 (500000 plts./ha), es quizás atribuida a la presencia de una menor intensidad lumínica, que en algún grado favoreció la elongación del tallo y la obtención acelerada de la altura comercial, como primer indicador de la madurez, sin dejar a un lado el diámetro de cabeza (Figura N° 8).

La semejanza en los días a la cosecha entre las densidades de cultivo a_2 (333333 plts./ha) y a_1 (250000 plts./ha), mismas que lograron 53.5 días, es probablemente debida a la similitud en la cantidad de luz y nutrientes disponibles para cada individuo, como a cierta tolerancia de la variedad a elevadas temperaturas; por presentar una capa cutínica comparativamente más gruesa, como una mayor orientación vertical de las hojas, anteriormente citados, frente a una posible mayor circulación de aire seco presente en la densidad a_1 (Kramer 1974).

El comportamiento de la variedad b_2 , en las diferentes densidades de cultivo, posiblemente puede atribuirse a una mayor susceptibilidad de esta a la formación de

cabezas sueltas a temperaturas por encima de los 28°C, acelerando el crecimiento del diámetro de cabeza, que viene a ser el primer indicador de madurez para las variedades de lechuga baby del tipo *capitata*.

Los días a la cosecha alcanzados durante el ensayo por la variedad b_1 , de 53.25 días en la densidad de cultivo a_3 , y 53.5 días en las densidades a_1 y a_2 , así como por la variedad b_2 en las diferentes densidades de cultivo, se encuentran dentro de los 50 y 70 días establecidos para este tipo de minilechugas (Botanical Interests 2001, Seeds of change 2003, Veseys 2003, Garden guides 2004, Kitchen garden seeds 2004 y Victory seeds 2004).

4.2.6 Altura de planta.

4.2.6.1 Curva de crecimiento en altura de planta.

El crecimiento en altura de planta de las variedades de lechuga baby, (Figuras N° 9 y 10), en la etapa experimental presento una tendencia exponencial, donde se aprecia que existe cierta propensión en los días próximos a la cosecha a incrementar la altura de planta a una mayor densidad de cultivo (Anexo N° 9).

Al respecto Robbins et al (1976), indica que los factores bióticos, como la competencia entre plantas, influyen en la tasa de crecimiento, la forma de la planta y composición química, es decir en el comportamiento del crecimiento a través de su vida entera.

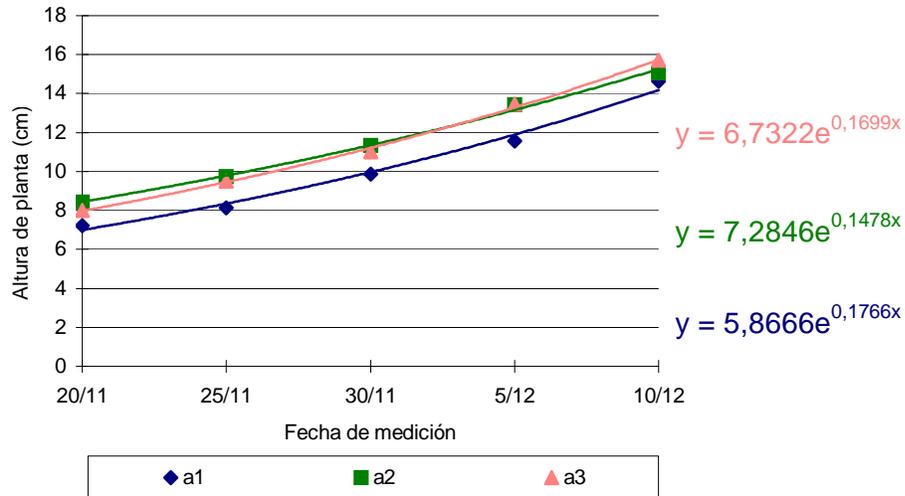


Figura N° 9. Curva de crecimiento en altura de planta de la variedad semicos Little gem a tres densidades de cultivo, durante la etapa experimental.

Por otra parte la CFA (1995), señala que la velocidad con que crece una planta y la morfología que adopta, son determinadas por factores internos y externos. Las variaciones de temperatura, suministro de humedad y otras condiciones ambientales pueden causar irregularidades en la curva de crecimiento, pero si se considera todo el periodo de crecimiento la forma de la curva será la misma.

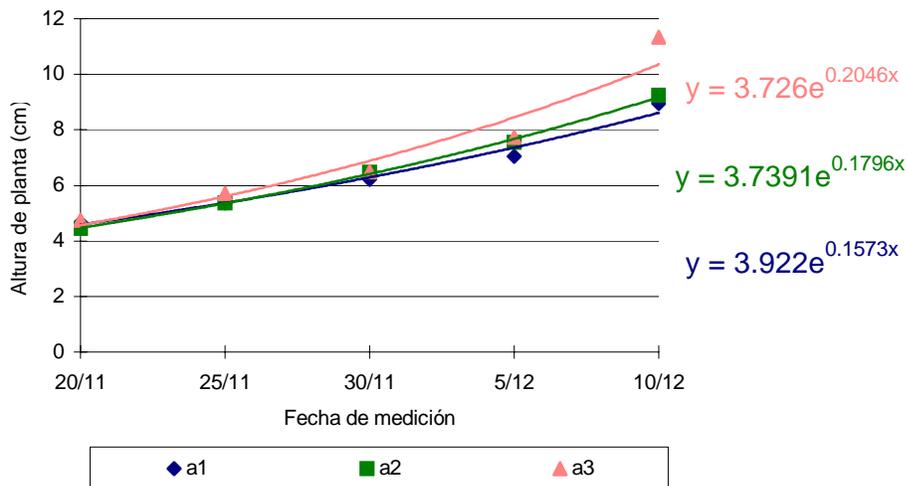


Figura N° 10. Curva de crecimiento en altura de planta de la variedad acogollada Tom thumb a tres densidades de cultivo, durante la etapa experimental.

4.2.6.2 Altura de planta a la cosecha.

El conjunto de datos relacionados a la altura de planta, de acuerdo a las pruebas de Anderson - Darling, Bartlett y Levene poseen una distribución normal, así como homogeneidad en las varianzas entre los tratamientos (Anexo N° 9), haciendo que los mismos puedan ser sometidos con validez interna a pruebas de análisis establecidas para una estadística paramétrica (Little y Hills 1981).

El análisis de varianza al 5 y 1% de significancia (Cuadro N° 2), indica que existen diferencias altamente significativas entre los bloques, confirmando la existencia de heterogeneidad en el área experimental y su influencia en el comportamiento en la altura de la planta, determinando una ganancia en eficiencia relativa del 172.37%, en relación al empleo del diseño Completamente al azar (Steel y Torrie 1996).

Cuadro N° 2. Análisis de varianza para altura de planta a la cosecha.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Bloques	3	17.384	5.795	29.12	9.78	**
Densidad (A)	2	14.222	7.111	35.73	10.92	**
Bloques*Densidad (Ea)	6	1.192	0.199			
Variedad (B)	1	172.538	172.538	339.21	10.56	**
Densidad*Variedad (A*B)	2	2.873	1.437	2.82	4.26	NS
Error (Eb)	9	4.578	0.509			
Total	23	212.788				

** Altamente significativa NS No significativa

$CV_{(a)} = 3.58\%$

$CV_{(b)} = 5.72\%$

Se presentaron diferencias altamente significativas tanto entre densidades de cultivo, como entre variedades de lechuga baby, y no así en la interacción entre las mismas, lo que hace suponer que las variedades se comportan en forma similar a los diferentes niveles del factor densidades de cultivo.

Un Coeficiente de variación del 3.58% para la parcela principal, así como un 5.72% para la subparcela, indican que los datos obtenidos en el experimento son suficientemente confiables por encontrarse muy por debajo del 25%, que viene a ser el mayor margen de aceptabilidad para este tipo de experimentos, como consecuencia de realizar un manejo lo más homogéneo posible de las unidades experimentales (Ochoa 2004).

4.2.6.2.1 Efecto de las densidades de cultivo sobre la altura de planta a la cosecha.

La prueba F al 1% de significancia (Cuadro N° 2), determinó la presencia de diferencias altamente significativas entre las tres densidades de cultivo, afirmación que es confirmada en parte por la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia (Figura N° 11). Donde la mayor altura promedio de planta alcanzada a la cosecha por las variedades, se registro en la densidad de cultivo a_3 (500000 plts./ha) con 13.53 cm, respecto a las densidades a_2 (333333 plts./ha) que logró 12.11 cm y a_1 (250000 plts./ha) con 11.74 cm, presentando estas dos últimas ausencia de diferencias significativas.

Este comportamiento, puede atribuirse en parte a una posible menor intensidad lumínica presente en la densidad de cultivo a_3 , ya que el aumento en el área de sombra creado por las plantas circundantes, cuyo número es directamente proporcional a la densidad de cultivo, incrementa la síntesis del fitoregulador denominado Auxina, que pertenece al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión celular de los brotes, y por lo tanto en el incremento en la altura de planta, promoviendo la elongación del tallo, por medio de una mayor longitud de los entre nudos, como respuesta fototrópica estimulada por una competencia intraespecífica de los individuos por la captación de luz (Lira 1994).

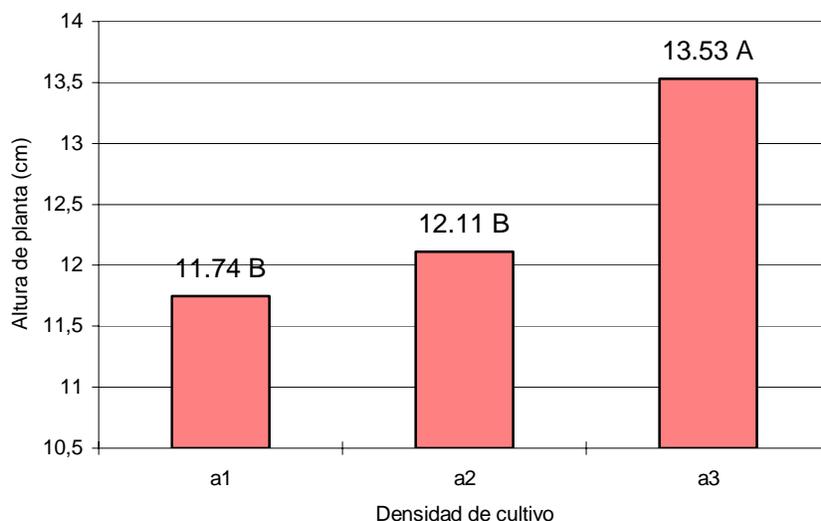


Figura N° 11. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo con relación a la altura de planta a la cosecha.

Al respecto Centellas (1999), señala que a mayor distancia de trasplante tanto entre líneas, como sobre líneas, disminuye el efecto competitivo por luz, nutrientes y agua; puesto que el crecimiento de las plantas, esta controlado tanto por la división y elongación celular, que son dependientes del abastecimiento de compuestos orgánicos necesarios para la conformación del protoplasma y paraplasma.

Respecto a las alturas alcanzadas por las variedades de lechuga baby de 14.65, 15.06 y 15.72 cm para la variedad b_1 (Little gem) y de 8.84, 9.17 y 11.34 cm para la variedad b_2 (Tom thumb), con relación a las densidades de cultivo a_1 , a_2 y a_3 respectivamente (Anexo N° 9), estas se encuentran dentro de los márgenes comerciales aceptables de 12.5 a 17.5 cm para la variedad semicos Little gem, así como dentro de los 8 a 10 cm establecidos para la variedad acogollada Tom thumb, a excepción de la altura registrada en la densidad a_3 (Territorial seeds 2003, Veseys 2003, Botanical 2004 y MAG/IICA 2004).

4.2.6.2.2 Comportamiento de las variedades con relación a la altura de planta a la cosecha.

La comparación de los efectos principales de las variedades, obtuvo como resultado diferencias altamente significativas según la prueba F al 1% de significancia (Cuadro N° 2), como de diferencias significativas según la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia (Figura N° 12). Donde la mayor altura promedio fue alcanzada por la variedad b_1 con 15.14 cm con relación a la variedad b_2 que registro 9.78 cm.

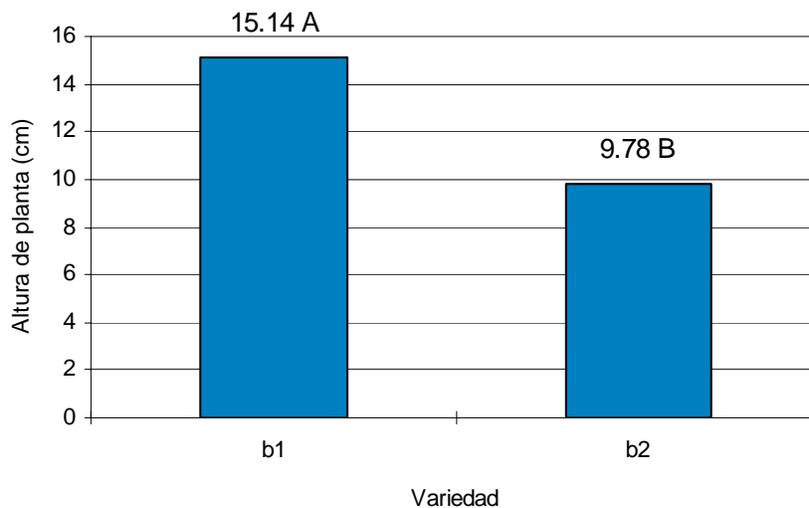


Figura N° 12. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para variedades con relación a la altura de planta a la cosecha.

Este comportamiento es causado a diferencias morfológicas entre las variedades, ya que la variedad semicos Little gem se caracteriza por tener mayor crecimiento en altura, en comparación a la variedad acogollada Tom thumb, que prioriza el crecimiento en diámetro.

Al respecto la Universidad de Illinois (2004), señala que la lechuga del tipo romana, tiende a crecer verticalmente, llegando a formar una cabeza larga y medio densa, en contraposición a la variedad del tipo cabeza o acogollada, que según la

FAO (2004), se caracteriza por presentar una forma esférica, que atendiendo la consistencia de la hoja se puede clasificar en cultivares del tipo firme de hojas rizadas y consistentes o del tipo suelto de hojas tiernas y mantecosas.

4.2.6.2.3 Análisis de regresión de la altura de planta a la cosecha de las variedades, respecto a la distancia sobre líneas.

El análisis de varianza al 5 y 1% de significancia (Cuadro N° 3), señala la existencia de una tendencia lineal altamente significativa, así como de una tendencia cuadrática significativa.

Cuadro N° 3. Análisis de varianza para la determinación del tipo de tendencia de la altura de planta a la cosecha, respecto a la distancia sobre líneas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Lineal	1	12.745	12.745	64.04	13.75	**
Cuadrático	1	1.477	1.477	7.42	5.99	*

* Significativa ** Altamente significativa

$$r^2 = 0.98$$

La comportamiento de la altura de planta con relación a la distancia sobre líneas, no es constante (Figura N° 13), presentando la mayor pendiente de decremento entre la distancia sobre líneas de 0.10 y 0.15 m, disminuyendo entre las distancias de 0,15 y 0.20 m. Donde un Coeficiente de determinación de 0.98 señala, que el 98 % de variación en la altura de planta promedio de las variedades, esta relacionada con la modificación en la distancia sobre líneas.

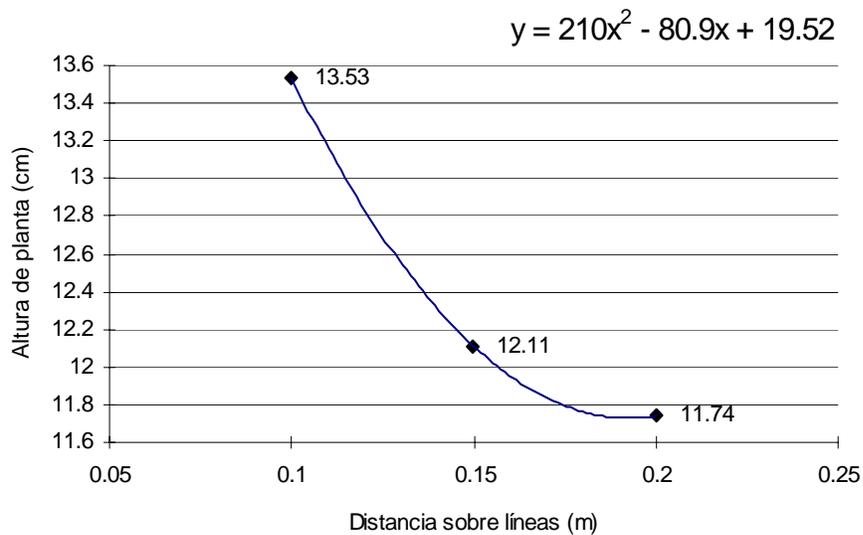


Figura N° 13. Tendencia del comportamiento de altura de planta a la cosecha respecto a las distancia sobre líneas.

4.2.7 Diámetro de cabeza.

4.2.7.1 Curva de crecimiento en diámetro de cabeza.

La relación del diámetro de cabeza sobre el tiempo (Anexo N° 10), se encontró descrita por una tendencia del tipo exponencial, donde la formación de cabeza para las variedades en la etapa experimental se inicio entre los 15 y 20 días próximos a la cosecha (Figuras N° 14 y 15).

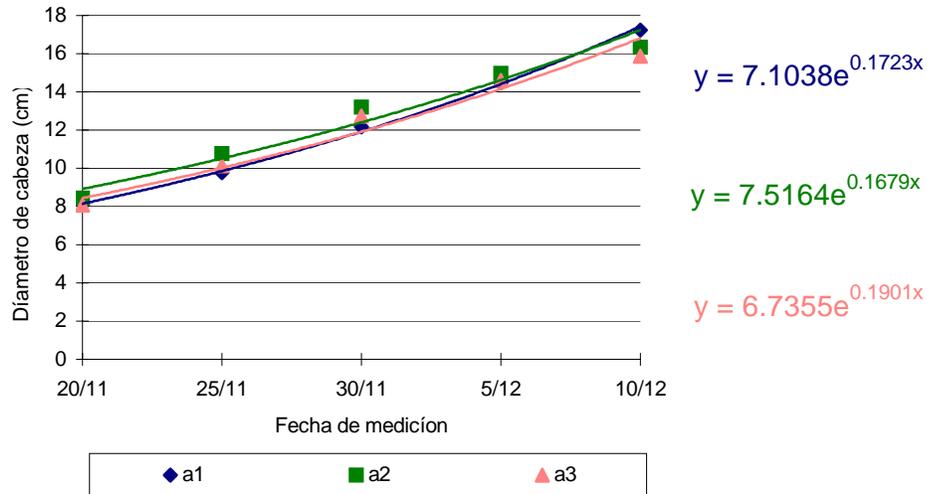


Figura N° 14. Curva de crecimiento en diámetro de cabeza de la variedad semicos Little gem a tres densidades de cultivo, durante la etapa experimental.

Al respecto Lira (1994), indica que un modelo típico de crecimiento anual de una planta puede dividirse en tres fases, logarítmica o exponencial, lineal y de declinación o envejecimiento. Por su parte Valadez (1996), señala que el ciclo vital comprende dos etapas: la vegetativa que va desde la nacencia al estado juvenil, y la fase reproductiva en la que se observa la floración y fructificación.

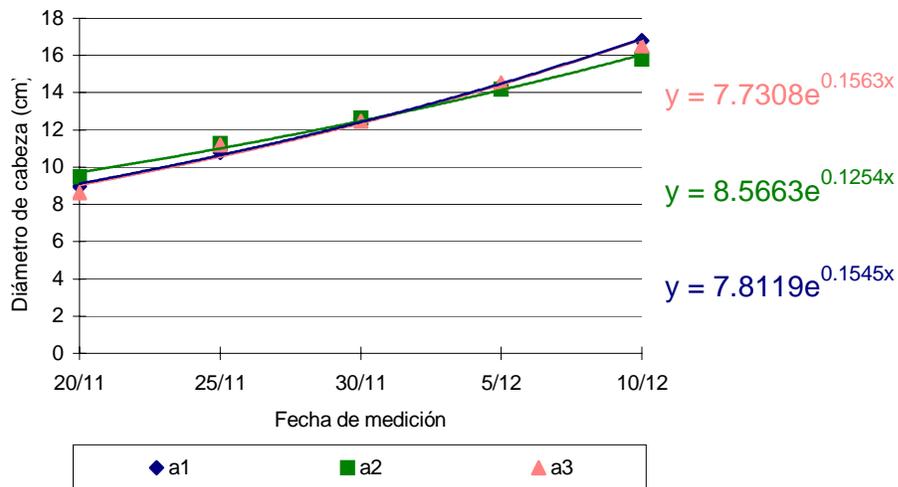


Figura N° 15. Curva de crecimiento en diámetro de cabeza de la variedad acogollada Tom thumb a tres densidades de cultivo, durante la etapa experimental.

4.2.7.2 Diámetro de cabeza a la cosecha.

El análisis de varianza al 5% de significancia, previa determinación de la normalidad y homocedasticidad de los datos (Anexo N° 10), señala la inexistencia de diferencias significativas entre bloques (Cuadro N° 4), determinando una pérdida de eficiencia relativa del 10.67%, al bloquear la fuente de variación.

Cuadro N° 4 Análisis de varianza para diámetro de cabeza a la cosecha.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Bloques	3	1.372	0.457	0.66	4.76	NS
Densidad (A)	2	4.280	2.140	1.31	5.14	NS
Bloques*Densidad (Ea)	6	15.471	2.578			
Variedad (B)	1	0.068	0.068	0.09	5.12	NS
Densidad*Variedad (A*B)	2	1.673	0.836	1.09	4.26	NS
Error (Eb)	9	6.885	0.765			
Total	23	29.748				

NS No significativa

$CV_{(a)} = 9.77\%$

$CV_{(b)} = 5.32\%$

No se detectaron diferencias significativas entre densidades de cultivo, ni entre variedades, como en la interacción de las densidades de cultivo con las variedades. Un Coeficiente de variación de 9.77% correspondiente a la parcela principal y 5.32% a la subparcela, establecen que los datos son confiables por encontrarse debajo del 25 % recomendado.

4.2.7.2.1 Efecto de las densidades de cultivo sobre el diámetro de cabeza a la cosecha.

Las pruebas F (Cuadro N° 4) y rango múltiple de Duncan ambas al 5% de significancia (Figura N° 16), determinan la inexistencia de diferencias significativas entre los diámetros de cabeza de 17.02, 16.07 y 16.19 cm, alcanzados en las

densidades de cultivo a_1 (250000 plts./ha), a_2 (333333 plts./ha) y a_3 (500000 plts./ha) respectivamente.

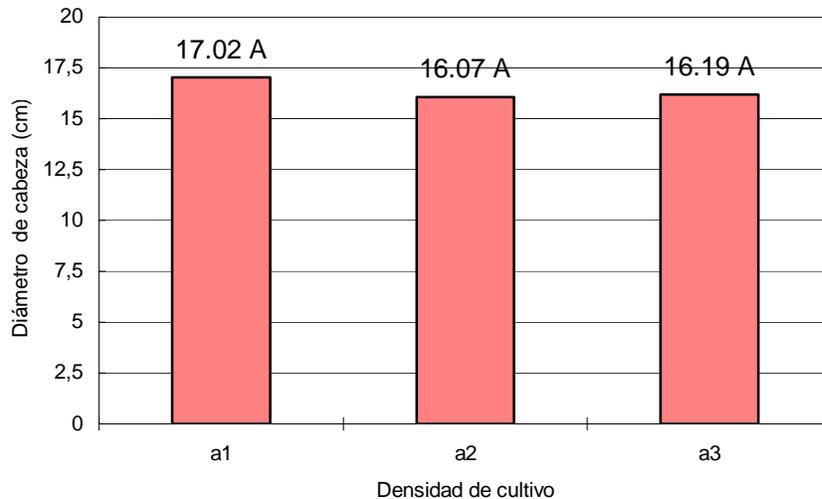


Figura N° 16. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo con relación al diámetro de cabeza a la cosecha.

Este comportamiento puede deberse a que si bien factores como temperatura e intensidad lumínica existentes en las densidades de cultivo, en forma independiente o en su acción conjunta, promueven un proceso de acogollado inadecuado de acuerdo a Maroto (1995), Valadez (1996) y la Universidad de Illinois (2004), llegaron a ejercer poca influencia en la expansión de la parte exterior de la cabeza.

Al respecto la Universidad de Illinois (2004), señala que las variedades acogolladas de cabeza suelta son generalmente pequeñas de hojas suaves y no totalmente envolventes y menos sensibles a elevadas temperaturas, que aquellas variedades de cabeza firme o repollo, que son en mayor grado afectadas por este factor en la producción de cabezas de alta calidad.

Por su parte Montes (2004), menciona que en condiciones de invernadero las variedades del tipo mantecosa presentan en los últimos 24 días de cultivo una menor

susceptibilidad a variar el diámetro de cabeza con relación a las variedades de cabeza firme.

4.2.7.2.2 Comportamiento de las variedades con relación al diámetro de cabeza a la cosecha.

La inexistencia de diferencias significativas entre las variedades b_1 (Little gem) que alcanzó los 16.48 cm y la variedad b_2 (Tom thumb) que registró 16.38 cm de diámetro de cabeza, detectada por la prueba F (Cuadro N° 4) y la prueba de rango múltiple de Duncan en la comparación de efectos principales (Figura N° 17), ambas al 5% de significancia, es en parte debida a que si bien la variedad b_1 , presenta una conformación de cabeza heterogénea, a causa de una mayor apertura de la parte exterior de la misma, logra alcanzar un diámetro de cabeza similar al de la variedad b_2 , que presenta una conformación de cabeza más homogénea, pero con mayor susceptibilidad a no formar cogollo en presencia de temperaturas elevadas.

El diámetro de cabeza de 16.43 cm como promedio general, alcanzado por las variedades de lechuga baby a las diferentes densidades de cultivo, se encuentra dentro de los márgenes aceptables para la comercialización, mismos que van desde los 15 a 18 cm para la var. *longifolia* y de 15 a 17 cm para la var. *capitata* (Pimentel 1997, Hessayon 2002, Botanical 2004 y MAG/IICA 2004).

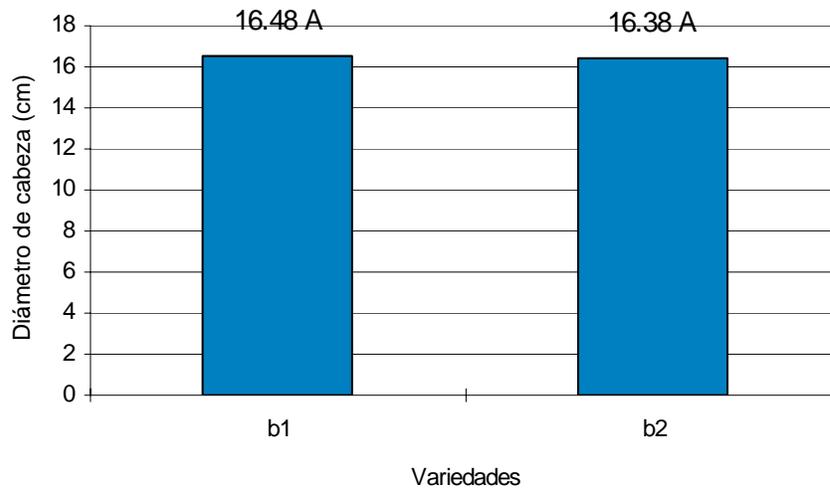


Figura N° 17. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para variedades con relación al diámetro de cabeza a la cosecha.

4.2.8 Número de hojas.

El empleo pertinente del análisis de varianza como prueba para una estadística paramétrica, indica con un grado de validez interna aceptable, al 5 y 1% de significancia (Anexo N° 11), la existencia de diferencias altamente significativas entre los bloques (Cuadro N° 5), corroborando la presencia de heterogeneidad en el área experimental, estableciendo una ganancia en eficiencia relativa del 30.8%, en el empleo del diseño Bloques completos al azar, respecto a Completamente al azar.

Se presentaron diferencias altamente significativas entre densidades de cultivo, y no así entre variedades, ni en la interacción de las densidades de cultivo con las variedades, denotando que los niveles del factor variedades responden en forma paralela, bajo el efecto del factor densidades.

Cuadro N° 5. Análisis de varianza para número de hojas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Bloques	3	5.833	1.944	12.72	9.78	**
Densidad (A)	2	27.750	13.875	90.80	10.92	**
Bloques*Densidad (Ea)	6	0.917	0.153			
Variedad (B)	1	0.167	0.167	0.26	5.12	NS
Densidad*Variedad (A*B)	2	0.083	0.042	0.07	4.26	NS
Error (Eb)	9	5.750	0.639			
Total	23	40.500				

** Altamente significativa NS No significativa

$CV_{(a)} = 1.84\%$

$CV_{(b)} = 3.76\%$

Un Coeficiente de variación del 1.84% en relación a la parcela principal y del 3.76% a la subparcela, determinan que se llevo a cabo el experimento con la menor cantidad de variaciones no pertinentes.

4.2.8.1 Efecto de las densidades de cultivo sobre el número de hojas.

La determinación de diferencias altamente significativas entre las densidades de cultivo, de acuerdo a la prueba F al 1% de significancia (Cuadro N° 5), confirmada en parte por la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia (Figura N° 18), establece que el mayor número de hojas por planta se registró en la densidad de cultivo a_1 (250000 plts./ha), con 22.6 hojas, seguido por la densidad a_2 (333333 plts./ha) con 21.1 hojas y finalmente por la densidad a_3 (500000 plts./ha) que registró 20 hojas.

La mayor emisión de hojas en sentido contrario al aumento en la densidad de cultivo, puede tal vez deberse a que la presencia de un menor número de individuos por superficie, incrementó la disponibilidad de factores como luz y nutrientes, que son necesarios para el buen crecimiento y desarrollo de la planta, a pesar de poseer probablemente una mayor transpiración estomática y cuticular.

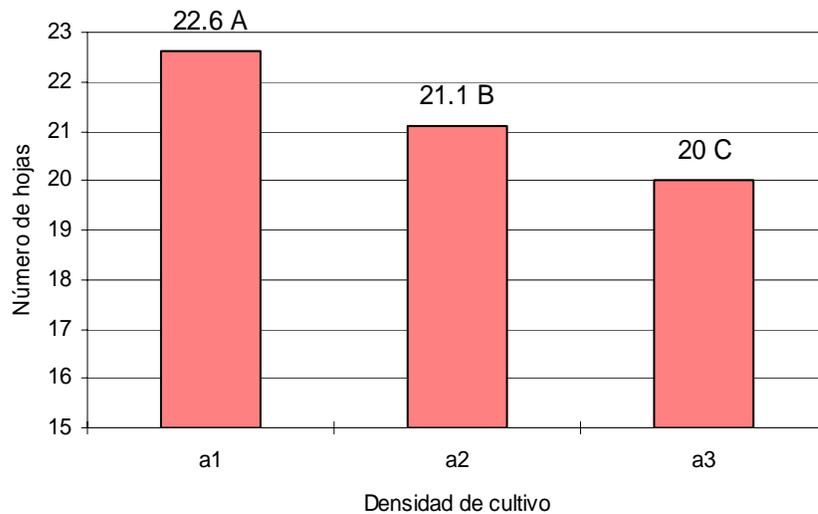


Figura N° 18. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo con relación al número de hojas.

Serrano (1979), indica que la luz favorece a la fotosíntesis fenómeno responsable del aumento de la masa vegetal, actuando negativamente sobre el crecimiento en longitud de los tallos, favoreciendo en cambio al desarrollo de las hojas, ya que la falta de luz da lugar a un crecimiento desordenado de los tallos con el alargamiento de los entrenudos.

Por su parte Huerres y Carballo (1991), señalan que temperaturas en el orden de los 22°C y una elevada iluminación, promueve el incremento en el número de hojas.

Respecto al número de hojas de 20, 21.1 y 22.6 emitidas por las variedades en las densidades de cultivo a_1 , a_2 y a_3 respectivamente, se encuentran por debajo de lo recomendado por Montes (2004), así como por Contwell y Suslow (2005), quienes indican que lechugas que forman cogollo de buena calidad, deben presentar un número de hojas comerciales entre 30 y 35.

4.2.8.2 Comportamiento de las variedades con relación al número de hojas.

Las pruebas F (Cuadro N° 5) y rango múltiple de Duncan (Figura N° 19) ambas al 5% de significancia, en la comparación de efectos principales, determinan la ausencia de diferencias significativas entre la variedad b_1 (Little gem) y la variedad b_2 (Tom thumb) que registraron 21.3 y 21.2 hojas respectivamente. Semejanza que puede ser atribuible a que ambas variedades presentan similar respuesta del carácter genotípico cuantitativo, frente a factores ambientales como luz, temperatura y humedad edáfica y ambiental.

Al respecto Chávez (1993), indica que la variación fenotípica que se presenta entre individuos, se debe a la acción de factores genéticos, ambientales, o la interacción entre estos.

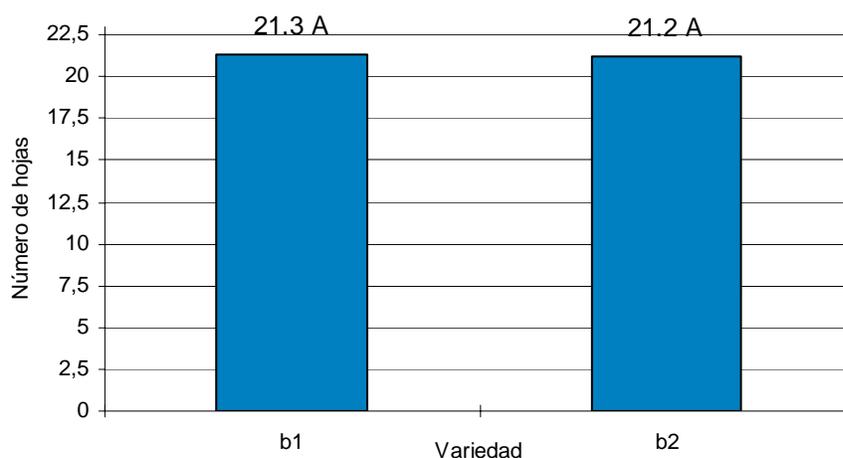


Figura N° 19. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para variedades con relación al número de hojas.

4.2.8.3 Análisis de regresión del número de hojas de las variedades, respecto a la distancia sobre líneas.

El análisis de varianza para la determinación del tipo de tendencia al 5 y 1% de significancia (Cuadro N° 6), determina la existencia de una tendencia lineal altamente significativa y una tendencia cuadrática no significativa.

Cuadro N° 6. Análisis de varianza para la determinación del tipo de tendencia del número de hojas, respecto a la distancia sobre líneas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Lineal	1	27.562	27.562	180.38	13.75	**
Cuadrático	1	0.188	0.188	1.22	5.99	NS

* Significativa ** Altamente significativa

$r^2 = 0.99$

Una tendencia lineal del número de hojas respecto a la distancia sobre líneas, indica que por cada 0.01 unidades de incremento en la distancia sobre líneas, el número de hojas aumentará en 0.26 unidades (Figura N° 20). El valor de 0.99 en el Coeficiente de correlación lineal, señala que existe un elevado grado de asociación positiva entre el número de hojas y la distancia sobre líneas, y por consecuencia un Coeficiente de determinación de 0.99, denota que la variación en el número de hojas de las variedades, es atribuida en un 99% a la alteración en la distancia sobre líneas.

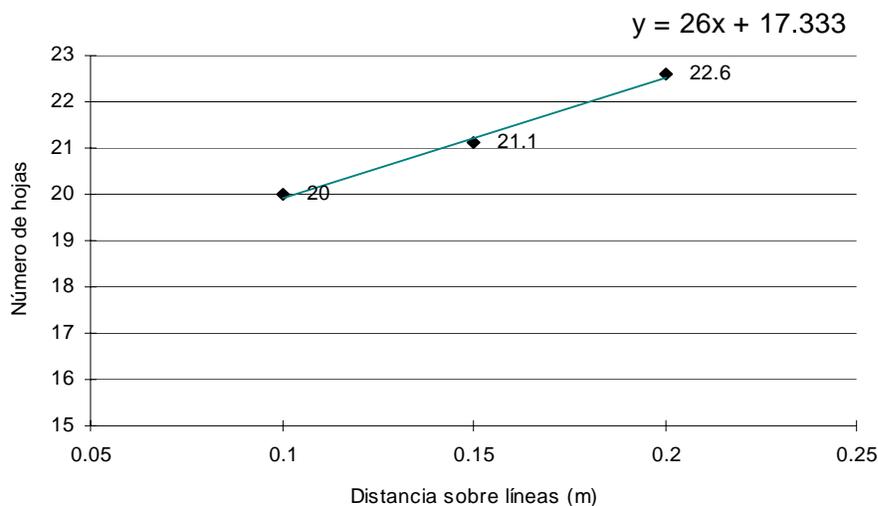


Figura N° 20. Tendencia del comportamiento del número de hojas, respecto a la distancia sobre líneas.

4.2.9 Longitud radicular.

El análisis de varianza realizado al 5 y 1% de significancia, previa determinación de la normalidad y homogeneidad de las varianzas entre los tratamientos (Anexo N° 12), determina la presencia de diferencias significativas entre los bloques (Cuadro N° 7), lo que confirma la presencia de heterogeneidad en el área experimental y su influencia en el comportamiento en la longitud de la parte radicular, donde el valor de 205.2% respecto a la eficiencia relativa, indica una ganancia del 105.2%, al realizar el bloqueo de la fuente de variación.

Se presentaron diferencias altamente significativas tanto entre densidades de cultivo como entre variedades, y no así en la interacción entre las mismas, lo que hace suponer que existe un comportamiento similar del factor variedad respecto a los niveles correspondientes al factor densidades de cultivo.

Cuadro N° 7. Análisis de varianza para longitud radicular.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Bloques	3	4.004	1.334	4.87	4.76	*
Densidad (A)	2	8.961	4.480	17.62	10.92	**
Bloques*Densidad (Ea)	6	1.645	0.274			
Variedad (B)	1	11.399	11.399	63.44	10.56	**
Densidad*Variedad (A*B)	2	1.252	0.625	3.48	4.26	NS
Error (Eb)	9	1.617	0.180			
Total	23	28.877				

** Altamente significativa * Significativa NS No significativa

$CV_{(a)} = 4.64\%$

$CV_{(b)} = 3.76\%$

Un valor en el Coeficiente de variación del 4.64% correspondiente a la parcela principal y 3.76% a la subparcela, indican que los datos obtenidos, son confiables por encontrarse por debajo del 25%, que viene a ser el margen recomendable para este tipo de ensayos.

4.2.9.1 Efecto de las densidades de cultivo sobre la longitud radicular.

La identificación de diferencias altamente significativas según la prueba F al 1% de significancia (Cuadro N° 7), como de diferencias significativas por medio de la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia (Figura N° 21), indican que la mayor longitud radicular de 12.11 cm, registrada en la densidad de cultivo a_1 (250000 plts./ha), es estadísticamente diferente a los 11.1 cm alcanzados en la densidad a_2 (333333 plts./ha), como a los 10 cm correspondientes a la densidad a_3 (500000 plts./ha). Existiendo diferencias significativas entre las densidades de cultivo a_2 y a_3 .

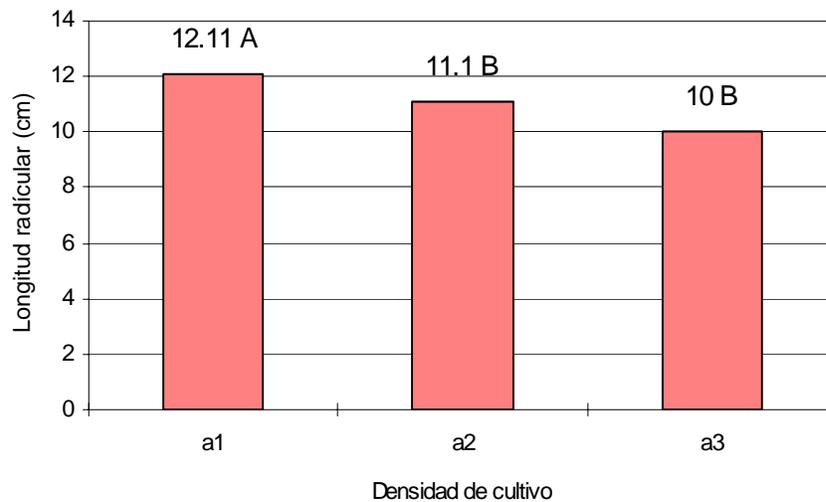


Figura N° 21. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo con relación a la longitud radicular.

Dicho comportamiento probablemente es debido en primer lugar, a un incremento en la tasa de evapotranspiración en la densidad de cultivo a_1 , al poseer la misma un menor número de plantas por superficie y por consecuencia una mayor superficie de suelo desprotegida, frente a la acción evaporante de los rayos solares. Además de propiciar un mayor contacto entre la superficie foliar y el viento, incrementando la gradiente de presión de vapor de agua circundante a las plantas, llegando a influir en el agotamiento de agua por transpiración, promoviendo en cierto grado la profundización radicular para obtener un mayor suministro de agua. Y en segundo lugar, a una menor disponibilidad de oxígeno edáfico, por una mayor concentración de dióxido de carbono y retención de agua, presente sobre todo en la densidad de cultivo a_3 .

Al respecto Lira (1994), menciona, que el viento incrementa la transpiración, este proceso alcanza su máximo nivel a velocidades menores a 2 m/s, probablemente esto se debe a que las velocidades leves alteran la capa límite, sin que los estomas se cierren, haciendo que las plantas sean más susceptibles a una mayor pérdida porcentual de agua en forma de vapor a consecuencia de un menor espesor de la capa límite.

El mismo autor, señala que la capa limítrofe, es una capa de aire adyacente a la superficie de la hoja, que no se mezcla fácilmente con el aire que pasa sobre el follaje, y cuyo espesor y movimiento se ve afectado por la textura de la superficie, la forma y orientación de la hoja.

Por otra parte Kramer (1974) y Fuentes (1994), indican que se debe esperar que comunidades de estructura abierta y bien ventilada transpiren más que las comunidades densas y uniformes. Donde el sistema radicular de plantas sometidas a una tensión hídrica moderada, crecen y desarrollan más rápidamente raíces profundas, que plantas similares que no fueron sometidas a tensión hídrica.

De acuerdo Bertrand y Khonke (1957), existe una relación íntima entre el índice de difusión del oxígeno y el crecimiento radicular, concluyendo que la reducción del desarrollo de las raíces, se debe primordialmente a la deficiencia de aireación del suelo.

Según Kramer (1974), las dimensiones de los sistemas radiculares se encuentran usualmente muy reducidas cuando crecen en competencia con otros sistemas, al parecer la competencia tiende a reducir el crecimiento de la raíz más que del vástago.

Así también, el mismo autor cita a Howard (1994), quien señala que el crecimiento de las raíces de los árboles se ve inhibido por el incremento de dióxido de carbono en el suelo por parte de las malezas, llegando en cierta instancia a priorizar la mayor parte de energía metabólica para el crecimiento en altura de planta, dentro de los márgenes de una competencia por la mayor captación de luz solar.

4.2.9.2 Comportamiento de las variedades con relación a la longitud radicular.

La presencia de diferencias altamente significativas respecto a la longitud radicular entre variedad b_1 (Little gem) que registró 11.98 cm y b_2 (Tom thumb) con

10.6 cm, establecida por la prueba F al 1% de significancia (Cuadro N° 7), corroborada en parte por la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5% (Figura N° 22), puede atribuirse a diferencias morfológicas entre estas, ya que la variedad b_1 presenta una tendencia a desarrollar un sistema radicular alorrizio con relación a la variedad b_2 , que presenta un mayor número de bifurcaciones en la raíz principal (Rodríguez 1985).

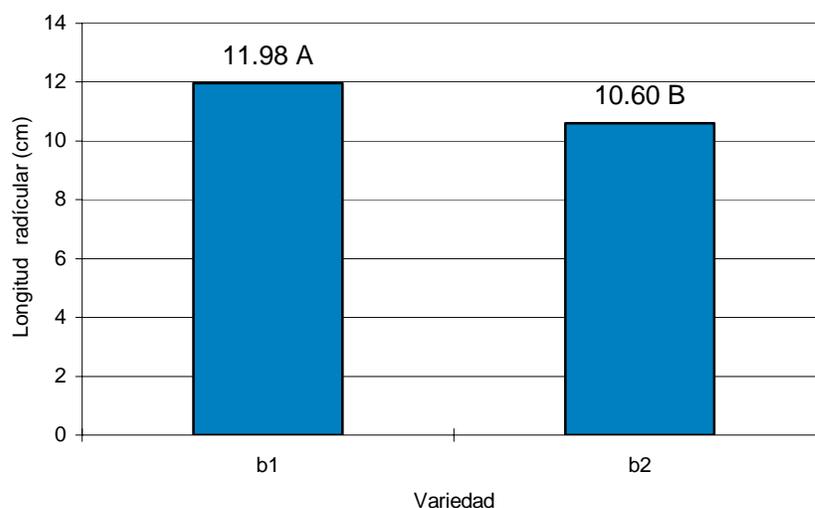


Figura N° 22. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para las variedades con relación a la longitud radicular.

4.2.9.3 Análisis de regresión de la longitud radicular de las variedades, respecto a la distancia sobre líneas.

El análisis de varianza para la determinación del tipo de tendencia, al 5 y 1% de significancia (Cuadro N° 8), determina la existencia de una tendencia lineal altamente significativa y la ausencia de una tendencia cuadrática, indicando que la variación de la longitud radicular, respecto a la distancia sobre líneas es constante.

Cuadro N° 8. Análisis de varianza para la determinación del tipo de tendencia de la longitud radicular, respecto a la distancia sobre líneas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Lineal	1	8.541	8.541	31.15	13.75	**
Cuadrático	1	0.420	0.420	1.53	5.99	NS

** Altamente significativa NS No significativa

$r^2 = 0.94$

Un Coeficiente de correlación lineal de 0.97, indica un elevado grado de asociación positiva entre la longitud radicular y la distancia sobre líneas de cultivo, denotando que por cada 0.01 unidades de incremento en la distancia sobre líneas, se espera un aumento en la longitud radicular en 0.146 unidades (Figura N° 23). Donde el valor de 0.94 correspondiente al Coeficiente de determinación, señala que un 94% de la variación de la longitud radicular promedio de las variedades, es debida a la modificación en la distancia sobre líneas.

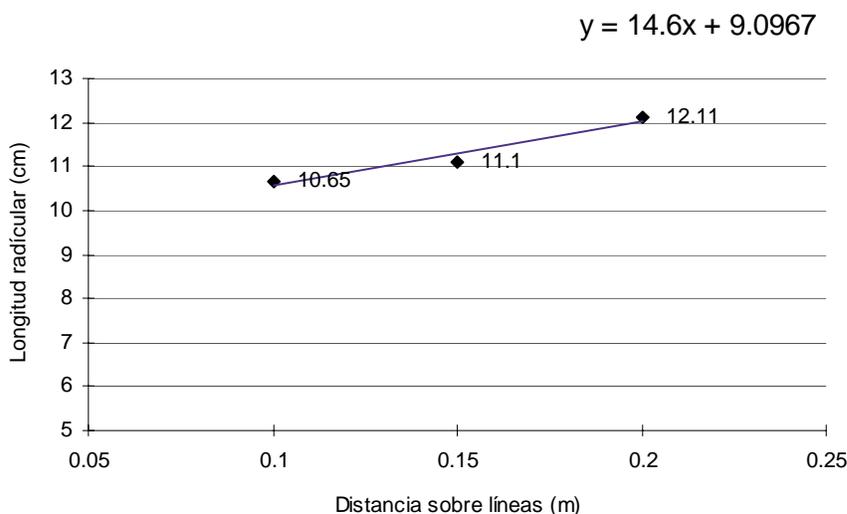


Figura N° 23. Tendencia del comportamiento de la longitud radicular respecto la distancia sobre líneas.

4.2.10 Área foliar total.

El conjunto de datos relacionados al área foliar total poseen una distribución normal y una homogeneidad de varianzas (Anexo N° 13), determinando que los mismos pueden ser sometidos con un aceptable grado de validez interna al análisis de varianza al 5% de significancia (Cuadro N° 9), mismo que determina la presencia de diferencias significativas con relación a bloques, estableciendo una ganancia en eficiencia relativa del 76.9%, al emplear el diseño Bloques completos al azar.

Cuadro N° 9. Análisis de varianza para área foliar total.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Bloques	3	5827.2	1942.4	7.08	4.76	*
Densidad (A)	2	3088.2	1544.1	5.63	5.14	*
Bloques*Densidad (Ea)	6	1646.2	274.4			
Variedad (B)	1	790.3	790.3	2.34	5.12	NS
Densidad*Variedad (A*B)	2	34.3	17.2	0.05	4.26	NS
Error (Eb)	9	3035.8	337.3			
Total	23	14422.1				

* Significativa NS No significativa

$CV_{(a)} = 1.92\%$

$CV_{(b)} = 2.13\%$

Respecto a la comparación entre las densidades de cultivo, estas presentaron diferencias significativas, y no así en la comparación entre variedades, ni en la interacción entre densidades y variedades. Los valores de 1.92% respecto al Coeficiente de variación de la parcela principal y 2.13% a la subparcela, indican que los datos son altamente confiables.

4.2.10.1 Efecto de las densidades de cultivo sobre el área foliar total.

La existencia de diferencias significativas entre las densidades de cultivo, establecida por la prueba F (Cuadro N° 9) y la prueba de rango múltiple de Duncan

(Figura N° 24), ambas al 5% de significancia, determina que el valor de área foliar total de 878.17 cm² correspondiente a la densidad de cultivo a₂ (333333 plts/ha), es similar estadísticamente a los 858.5 cm² registrados en la densidad a₁, (250000 plts/ha), y diferente a los 851.33 cm² alcanzados en la densidad a₃ (500000 plts/ha). No hallándose diferencias significativas en el área foliar neta entre las densidades de cultivo a₁ y a₃.

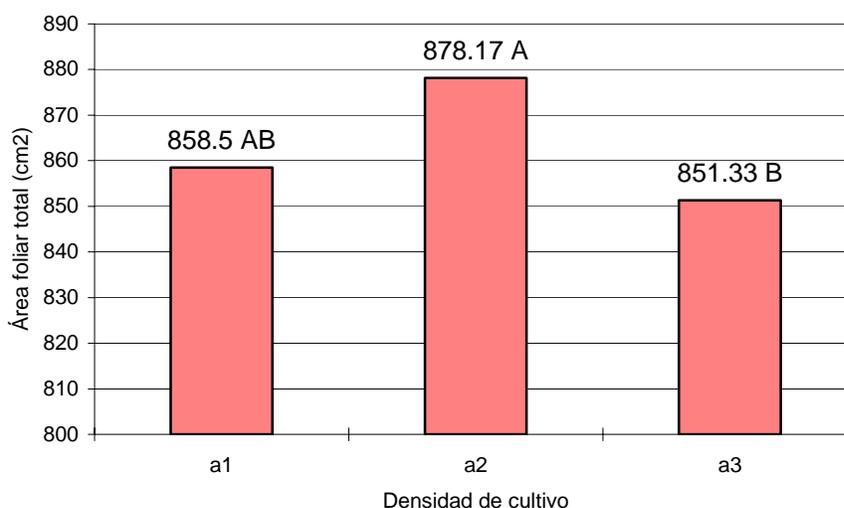


Figura N° 24. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo con relación al área foliar total.

Este comportamiento puede deberse a una reducción en la intensidad lumínica y disponibilidad de oxígeno edáfico en la densidad de cultivo a₃, en comparación a las demás densidades, provocando una menor actividad fotosintética, cuyos productos finales fueron en gran parte utilizados para el alargamiento de los entre nudos, provocando una menor emisión y expansión foliar.

Al respecto Kramer (1974), señala que la aireación afecta el proceso de absorción del agua y sal, equilibrio hídrico, fotosíntesis y la susceptibilidad a enfermedades de las raíces. Donde los efectos de una aireación insuficiente a causa de una saturación hídrica del suelo, son la reducción de la superficie, amarillamiento y agostamiento de las hojas.

Según la CFA (1995), el oxígeno se requiere para el proceso de respiración que se lleva a efecto en la células vegetales; es a través de este proceso que se obtiene energía a partir de la degradación de los carbohidratos. Donde la mayoría de los compuestos que se requieren para los procesos de crecimiento de las plantas contienen oxígeno.

Por otra parte Lira (1994), indica que la intensidad de la luz afecta el tamaño y la forma de las hojas diferencialmente. Generalmente, las hojas de la planta crecerán menos a intensidades bajas, que aquellas que crecen a intensidades altas.

Así mismo Huerres y Carballo (1991), mencionan que a temperaturas mayores a los 22°C y baja intensidad lumínica, el área foliar disminuye en forma significativa.

4.2.10.2 Comportamiento de las variedades con relación al área foliar total.

La ausencia de diferencias significativas entre las variedades de acuerdo a la prueba F (Cuadro N° 9) y la prueba de rango múltiple de Duncan (Figura N° 25), ambas a un nivel de significancia del 5%, manifiesta una similitud en el crecimiento de la superficie foliar total, tal vez debido a la compensación entre el largo y ancho del limbo foliar entre la variedad b_1 (Little gem) que registró un valor de 868.42 cm² y la variedad b_2 (Tom thumb) que alcanzó los 865.94 cm².

Díaz (1998) y Charlton (2004), señalan que la lechuga del tipo cos presenta un limbo de forma espatulada, en comparación a la del tipo acogollada cuya lámina es de forma orbicular.

Por otra parte Hector (1936), citado por Mallar (1978), indica que la lechuga presenta hojas con un limbo de forma oblonga en aquellas variedades del tipo cos y de forma redondeada respecto a las del tipo *capitata*.

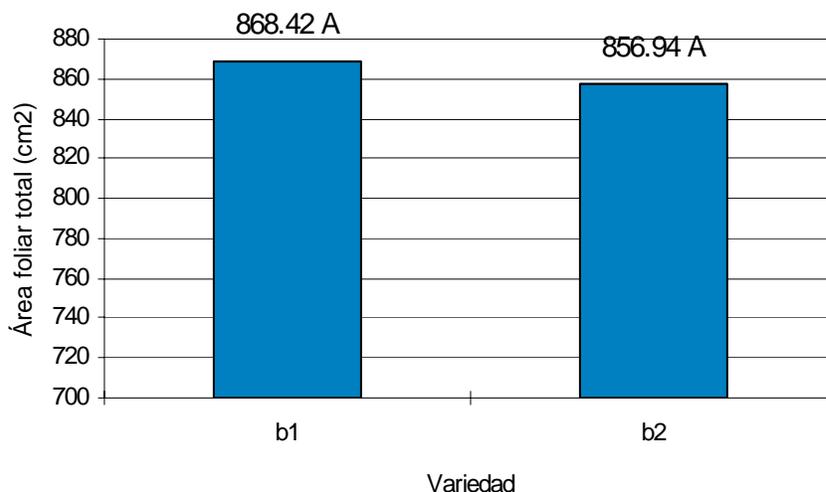


Figura N° 25. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para variedades con relación al área foliar total.

4.2.10.3 Análisis de regresión del área foliar total de las variedades, respecto a la distancia entre líneas.

El análisis de varianza al 5% de significancia (Cuadro N° 10), determina la existencia de una tendencia cuadrática significativa del área foliar respecto a la distancia sobre líneas.

Cuadro N° 10. Análisis de varianza para la determinación del tipo de tendencia del área foliar total, respecto a la distancia sobre líneas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Lineal	1	208.441	208.441	0.76	5.99	NS
Cuadrático	1	2879.746	2879.746	10.50	5.99	*

* Significativa NS No significativa

$$r^2 = 0.79$$

La variación del área foliar total respecto a la distancia sobre líneas, no es constante (Figura N° 26), donde el incremento en el área foliar total se presenta entre las distancias sobre líneas de 0.10 y 0.15 m respecto al tramo total de la curva. Un Coeficiente de determinación de 0.79, señala que un 79% de la variación del área foliar es causado por la alteración en la distancia sobre líneas.

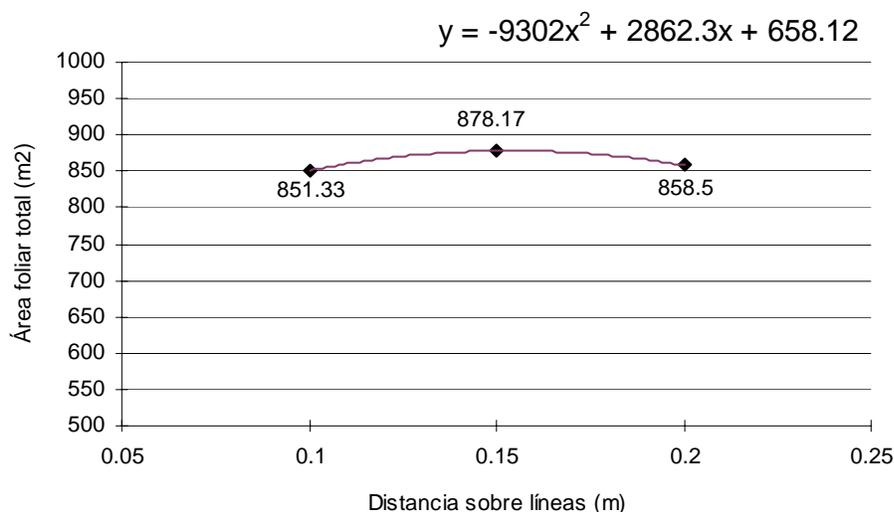


Figura N° 26. Tendencia del comportamiento del área foliar total respecto a la distancia sobre líneas.

4.2.11 Rendimiento de materia verde foliar.

El análisis de varianza al 5 y 1% de significancia (Cuadro N° 11), previa determinación de la normalidad y homocedasticidad de los datos (Anexo N° 14) señala la ausencia de diferencias significativas entre los bloques, determinando una pérdida de eficiencia del 7.41% al utilizar el diseño Bloques completos al azar. Se presentaron diferencias altamente significativas entre densidades de cultivo, y no así entre variedades, ni en la interacción entre densidades y variedades.

Cuadro N° 11. Análisis de varianza para rendimiento de materia verde foliar.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Bloques	3	0.019	0.006	0.79	4.76	NS
Densidad (A)	2	4.182	2.091	258.06	10.92	**
Bloques*Densidad (Ea)	6	0.144	0.024			
Variedad (B)	1	0.015	0.015	1.85	5.12	NS
Densidad*Variedad (A*B)	2	0.008	0.004	0.47	4.26	NS
Error (Eb)	9	0.073	0.008			
Total	23	4.441				

** Altamente significativa NS No significativa

$CV_{(a)} = 9.48\%$

$CV_{(b)} = 5.49\%$

Un Coeficiente de variación del 9.48% obtenido en la parcela principal y del 5.49% en la subparcela, determina un margen aceptable de confiabilidad de los datos.

4.2.11.1 Efecto de las densidades de cultivo sobre el rendimiento de materia verde foliar.

La existencia de diferencias altamente significativas entre los efectos principales de las densidades de cultivo, detectadas por la prueba F al 1% de significancia (Cuadro N° 11), y de diferencias significativas de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia (Figura N° 27), señala que el mayor rendimiento de materia verde foliar se alcanzó en la densidad de cultivo a_3 (500000 plts./ha), con 2.18 Kg/m², estadísticamente diferente a los 1.58 Kg/m² registrados en la densidad a_2 (333333 plts./ha), así como a los 1.16 Kg/m² correspondientes a la densidad a_1 (250000 plts./ha), quien registró a su vez diferencias significativas respecto a la densidad a_2 .

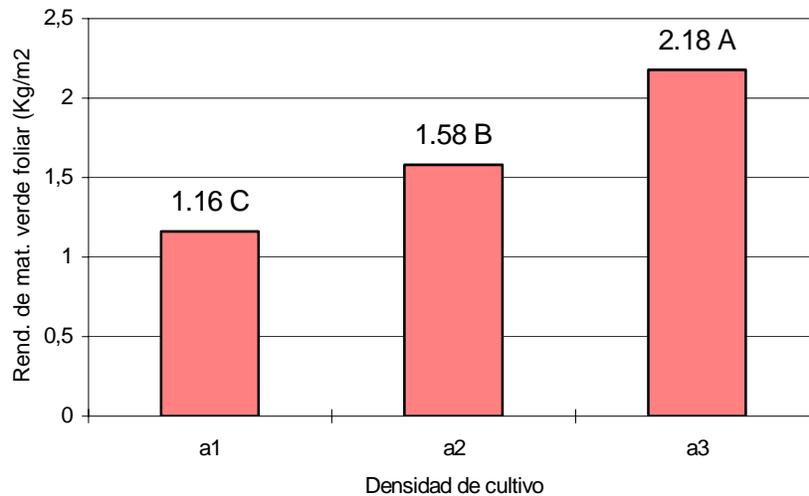


Figura N° 27. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo con relación al rendimiento de materia verde foliar.

El motivo principal por el cual se alcanzó un mayor rendimiento de materia verde foliar en la densidad a_3 , se puede deber al razonamiento lógico que a mayor cantidad de individuos por metro cuadrado existirá una mayor tendencia a obtener mayores rendimientos, en una relación ecofisiológica que permita aun desarrollar los procesos de crecimiento y desarrollo individual dentro de los parámetros aceptables comercialmente.

Varó (2003), indica que la calidad de las piezas de lechuga cosechadas a mayores densidades de la recomendada tiende a disminuir, si bien las densidades mayores brindan buenos valores de aprovechamiento como peso unitario, longitud y diámetro de piezas.

De acuerdo a Janick (1986) citado por De Lima et al. (2004), al aumentar la población por unidad de área, se incrementa la producción hasta cierto límite a partir del cual, la competencia por luz, agua y nutrientes perjudica el desarrollo individual y por ende el rendimiento.

Por su parte la FAO (2004), menciona que una densidad de plantación alta aumenta la producción por superficie, siempre y cuando no disminuya en forma significativa el tamaño y peso de las plantas en el momento de la recolección.

Respecto a los rendimientos alcanzados en las diferentes densidades de cultivo, la densidad de cultivo a_3 , con 2.18 Kg/m^2 , es la que más se aproxima a los 2.5 Kg/m^2 recomendados por la Unión de Naciones Europeas (2004), para un cultivo de 250000 plts./ha de minilechugas del tipo acogollado de cabeza suelta.

4.2.11.2 Comportamiento de las variedades con relación al rendimiento de materia verde foliar.

La ausencia de diferencias significativas con relación al rendimiento de materia verde foliar entre las variedades b_1 (Little gem) con 1.66 Kg/m^2 y b_2 (Tom thumb) con 1.61 Kg/m^2 , detectada por la prueba F (Cuadro N° 11) y la prueba de rango múltiple de Duncan, ambas al 5% de significancia (Figura N° 28), puede ser atribuida a un similar comportamiento de las variedades mejoradas, con relación a la conformación de la cabeza en presencia de elevadas temperaturas, y por consecuencia al rendimiento por unidad de superficie.

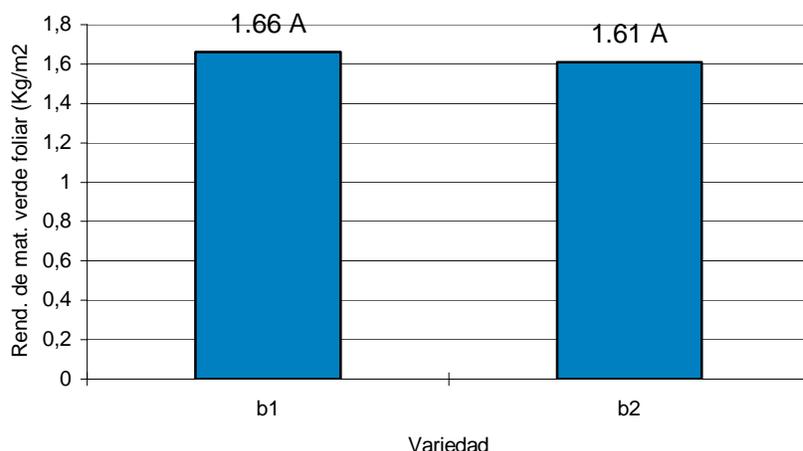


Figura N° 28. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para variedades con relación al rendimiento de materia verde foliar.

4.2.11.3 Análisis de regresión del rendimiento de materia verde foliar de las variedades, respecto a la distancia sobre líneas.

El análisis de varianza al 5 y 1% de significancia (Cuadro N° 12), señala la existencia de una tendencia lineal altamente significativa, y una tendencia cuadrática no significativa, del rendimiento de materia verde foliar sobre la distancia sobre líneas.

Cuadro N° 12. Análisis de varianza para la determinación del tipo de tendencia del rendimiento de materia verde foliar, respecto a la distancia sobre líneas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Lineal	1	4.142	4.142	172.58	13.75	**
Cuadrático	1	0.040	0.040	1.66	5.99	NS

** Altamente significativa NS No significativa

$$r^2 = 0.99$$

El valor de - 0.99 en el Coeficiente de correlación lineal, con referencia a la variable de respuesta rendimiento de materia verde foliar, indica que existe un elevado grado de asociación negativa entre el rendimiento y la distancia sobre líneas, indicando que por cada 0.01 unidades más en la distancia sobre líneas, el rendimiento en materia verde foliar sufrirá un decremento en 0.102 unidades (Figura N° 29). Donde un Coeficiente de determinación de 0.99, señala que la variación del rendimiento de materia verde foliar de las variedades, es atribuida en un 99% a la modificación en la distancia sobre líneas de cultivo.

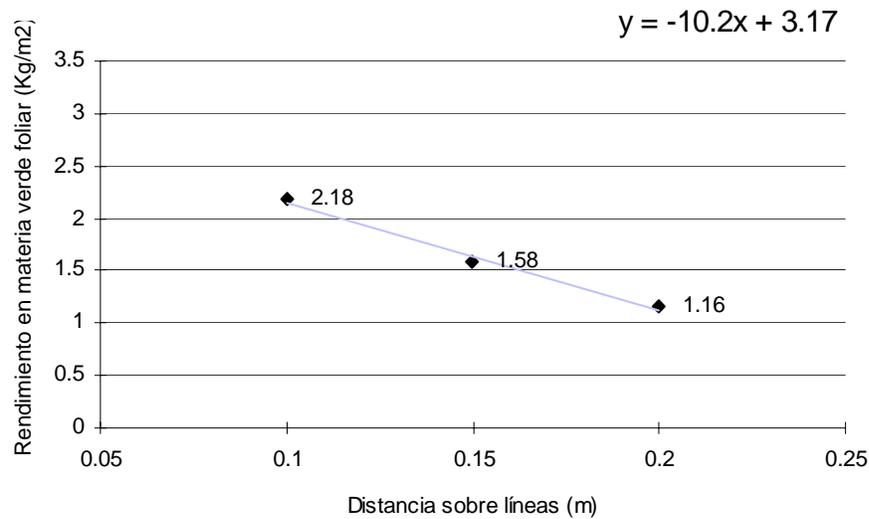


Figura N° 29. Tendencia del comportamiento del rendimiento de materia verde foliar respecto a la distancia sobre líneas.

4.2.12 Peso individual de materia verde foliar.

El análisis de varianza (Cuadro N° 13), utilizado en forma pertinente señala en forma válida al 5% de significancia (Anexo N° 15), la ausencia de diferencias significativas entre los bloques, determinando que la heterogeneidad del área experimental no llegó a afectar significativamente el peso individual de materia verde foliar, registrándose una pérdida de eficiencia relativa respecto al diseño Completamente al azar en el orden del 18.4%.

No se presentaron diferencias significativas entre densidades de cultivo, como entre variedades de lechuga baby, ni en la interacción entre las densidades y variedades, estableciendo que los mismos pueden ser representados por un valor en promedio.

Cuadro N° 13. Análisis de varianza para peso individual de materia verde foliar.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Bloque	3	43.10	14.37	1.68	4.76	NS
Densidad (A)	2	79.09	39.55	4.61	5.14	NS
Bloque*Densidad (Ea)	6	51.44	8.57			
Variedad (B)	1	11.37	11.37	1.00	5.12	NS
Densidad*Variedad (A*B)	2	7.10	3.55	0.31	4.26	NS
Error (Eb)	9	102.28	11,36			
Total	23	294.39				

NS No significativa

$CV_{(a)} = 6.37\%$

$CV_{(b)} = 7.34\%$

Un Coeficiente de variación del 6.37% obtenido en la parcela principal y 7.34% en la subparcela determina, que los datos son confiables por encontrarse por debajo del 25% recomendado para este tipo de experimentos.

4.2.12.1 Efecto de las densidades de cultivo sobre el peso individual de materia verde foliar.

La prueba F al 5% de significancia (Cuadro N° 13), indica la inexistencia de diferencias significativas, resultados que no son corroborados por la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia (Figura N° 30), que señala la presencia de diferencias significativas entre el peso individual de materia verde foliar alcanzado en la densidad de cultivo a_2 (333333 plts./ha) de 47.91 gr, con relación a los 43.52 gr registrados en la densidad a_3 (500000 plts./ha), y no así a los 46.34 gr obtenidos en la densidad a_1 (250000 plts./ha), presentándose ausencia de diferencias significativas entre estas dos últimas.

Al respecto Calzada (1970), señala que la prueba de rango múltiple de Duncan en comparación a las pruebas de t y DLS, no requiere una prueba previa de F, pues puede realizarse aun sin ser esta última significativa.

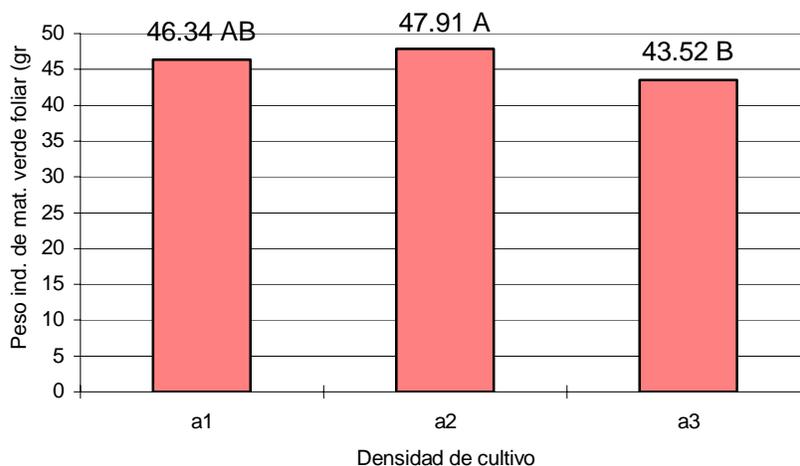


Figura N° 30. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para densidades de cultivo con relación al peso individual de materia verde foliar.

La causa de esta diferencia es atribuible en parte a una posible menor intensidad lumínica presente en la densidad a₃, por ser un factor importante al margen de otros factores, como concentración de dióxido de carbono, temperatura y disponibilidad de agua, para el proceso fotosintético, por el que se realiza la síntesis de compuestos que en su mayoría llegan a formar parte de la estructura definitiva de la planta, determinando su peso en materia seca y verde.

Al respecto Lira (1994), señala que la intensidad de la luz en forma de energía radiante afecta el crecimiento de las plantas, pues altera la tasa de actividad fotosintética influyendo en el tamaño y la forma de las hojas. Ya que hojas de plantas que crecen en altas intensidades lumínicas, poseen una tendencia a ser más gruesas, en comparación a aquellas que se encuentren a bajas intensidades.

Según Valadez (1996), la lechuga es una especie que exige mucha luz, ya que la escasez provoca que las hojas sean muy delgadas, por lo que se debe considerar este factor para la determinación de la densidad de cultivo adecuada para evitar el excesivo sombreado entre plantas.

De acuerdo a Huerres y Carballo (1991), así como para Wacquant (1982), citado por Bermudez et al. (2005), la poca iluminación y temperaturas relativamente elevadas alteran el balance nutricional de la planta, haciendo que las hojas sean más delgadas y los cogollos se suelten.

Por otra parte Lira (1994), indica que las plantas cultivadas tienden a reducir su actividad fotosintética aproximadamente a los 40 °C, dependiendo de la especie, pues la tasa de evapotranspiración supera la tasa de absorción de agua, provocando el cierre de los estomas. Además, los ambientes excesivamente calientes provocan la desnaturalización de la enzima RuBP carboxilasa, encargada de fijar el dióxido de carbono en el mesófilo de las hojas, con lo que la fotosíntesis queda disminuida.

Robbins et al. (1976), menciona que con un abastecimiento adecuado de luz y dióxido de carbono, la tasa de fotosíntesis de la mayoría de las plantas aumenta con el incremento en temperatura hasta más o menos 25°C; por encima de los cuales se presenta un descenso continuo.

Así mismo Chávez (1993), señala que la gran mayoría de los caracteres genéticos que controlan aspectos fenotípicos tales como el tamaño, la calidad y la producción son altamente influenciados por el ambiente.

Respecto al peso individual de materia verde foliar registrado en las densidades de cultivo Mundo agro (2004) y la Unión de Naciones Europeas (2004), señalan que los mismos se encuentran por debajo de los 100 gr adecuados para una lechuga baby con una buena aceptación en el mercado internacional. Esto debido tal vez al régimen térmico imperante en los panqar huyus, que de alguna manera determinó la disminución en el peso verde y por ende en la calidad.

4.2.12.2 Comportamiento de las variedades con relación al peso individual de materia verde foliar.

Con relación al peso individual de materia verde foliar entre las variedades b_1 (Little gem) y b_2 (Tom thumb), quienes registraron 46.62 y 45.24 gr respectivamente, según la prueba F (Cuadro N° 13) y la prueba de rango múltiple de Duncan, ambas al 5% de significancia (Figura N° 31), no presentaron diferencias significativas, esto posiblemente a causa de presentar una similar área foliar total, así como un proceso de acumulación de celulosa, hemicelulosa y sobretodo contenido hídrico, frente a las condiciones de temperatura al interior de los panqar huyus, anteriormente citadas.

Howard et al. según Folquer (1974) y Want et al. (1975), citado por Valadez (1996), indican que el contenido hídrico y materia seca foliar de las lechugas de los tipos cos y acogollada de hojas lisas, difiere en el orden del 2% en promedio, bajo condiciones climáticas adecuadas.

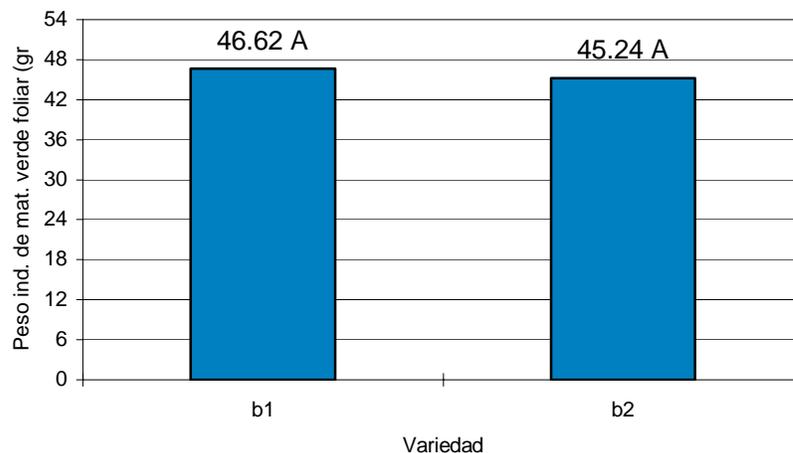


Figura N° 31. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia para variedades con relación al peso individual de materia verde foliar.

4.3 Variables económicas.

4.3.1 Análisis de presupuestos parciales.

El análisis económico posee como dominio inferencial a los agricultores que cultivan sobre todo lechuga en panqar huyus en las comunidades de Contorno Letanías y Contorno Medio. La determinación de los costos que varían entre los tratamientos, contemplo un ciclo productivo promedio de 53 días, entre los meses de Septiembre y Diciembre (Anexo N° 16).

Respecto al análisis de presupuestos parciales, el mayor beneficio neto en campo lo presentó el tratamiento 5 (Variedad semicos Little gem cultivada en la densidad de 500000 plts./ha) con 44711.83 \$us/ha, seguido por el tratamiento 6 (Variedad acogollada Tom thumb cultivada en la densidad de 500000 plts./ha) con un beneficio 22020.33 \$us/ha. El menor beneficio neto con relación a los costos que varían en la producción, corresponde al tratamiento 2 (Variedad acogollada Tom thumb cultivada a la densidad de 250000 plts./ha) con un beneficio de 11792.88 \$us/ha (Cuadro N° 14).

Cuadro N° 14. Total de costos que varían y beneficios netos de campo.

Descripción	Tratamiento					
	1	2	3	4	5	6
Total de costos que varían (\$us/ha)	1363.11	1155.62	1818.37	1541.71	2728.92	2313.92
Beneficio neto en campo (\$us/ha/53 días)	13238.39	11792.88	18069.88	16095.04	24711.83	22020.33

4.3.2 Análisis de dominancia.

De acuerdo al análisis de dominancia planteado por el CIMMYT (1988), se determina la ausencia de tratamientos dominados (Figura N° 32).

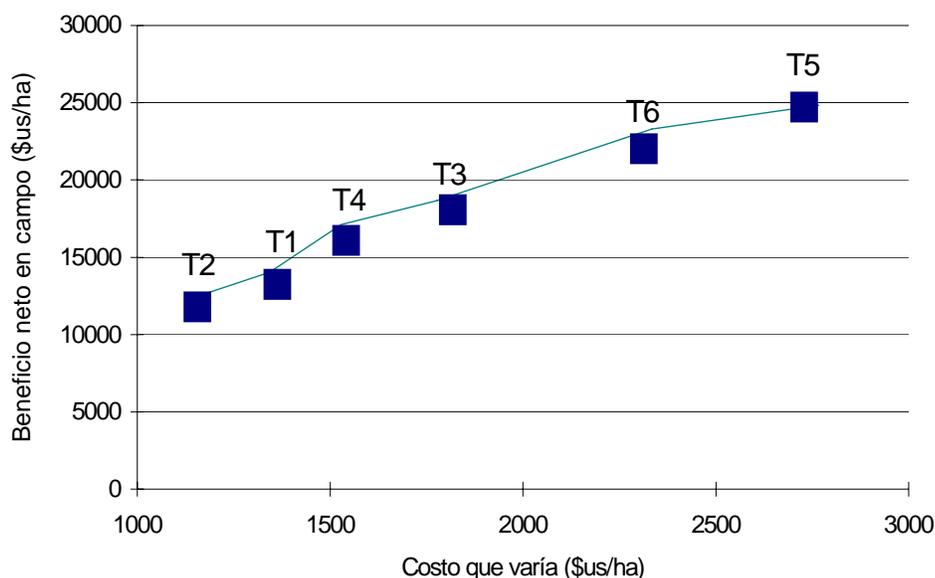


Figura N° 32. Determinación gráfica de la dominancia entre tratamientos.

4.3.3 Análisis marginal.

La mayor tasa de retorno marginal comparativa, obtenida fue del 1599%, como posible cambio del tratamiento 1 por el 4, manifestando que por dicho cambio de práctica, se espera recobrar la unidad monetaria invertida diferencial, y obtener un retorno adicional de 15.99 unidades monetarias. La menor tasa de retorno marginal fue del 648%, a consecuencia del posible cambio de práctica del tratamiento 6 por el 3, estableciendo un retorno de 6.48 unidades monetarias, al margen de la recuperación de la unidad monetaria invertida (Cuadro N° 15).

Cuadro N° 15. Cálculo de la tasa de retorno marginal.

Tratamiento	Costo que varía (\$us/ha)	Costo marginal (\$us/ha)	Beneficio neto (\$us/ha)	Beneficio marginal (\$us/ha)	Tasa de retorno marginal	Tasa de retorno marginal (%)
2	1155.62	207.49	11792.88	1445.51	6.97	697
1	1363.11	178.60	13238.39	2856.65	15.99	1599
4	1541.71	276.66	16095.04	1874.84	7.14	714
3	1818.37	495.55	18069.88	3950.45	7.97	797
6	2313.92	415.00	22020.33	2691.50	6.48	648
5	2728.92		24711.83			

El análisis marginal determina que el tratamiento 5 (Variedad semicos Little gem cultivada en panqar huyus a una densidad de 500000 plts./ha/53 días) como el económicamente más rentable respecto a los demás tratamientos, contemplando una tasa mínima de retorno del 100%, según lo recomendado por el CIMMYT (1988).

V. CONCLUSIONES.

- Las variables de respuesta diámetro de cabeza, número de hojas y área foliar total no presentaron diferencias significativas, entre las variedades, debido en parte a un similar control genético en el crecimiento y desarrollo de la cabeza, así como por una compensación entre el largo y ancho de las hojas. Donde el diámetro de cabeza alcanzado, se encontró dentro el margen establecido por (Pimentel 1997, Hessayon 2002, Botanical 2004 y MAG/IICA 2004).
- Los mayores valores en altura de planta y longitud radicular, fueron registrados por la variedad semicos Little gem, debido sobre todo a las características morfológicas, como en cierto grado a una mayor capacidad de adaptación al estrés hídrico no prolongado.
- El rendimiento y peso individual de materia verde foliar alcanzado por las dos variedades fue similar, en gran parte a causa de alcanzar valores semejantes con relación al área foliar total, como también en la cantidad de agua a nivel de los tejidos, como resultado del metabolismo celular bajo condiciones climáticas imperantes al interior de los panqar huyus.
- No se presentaron diferencias significativas en diámetro de cabeza entre las densidades de cultivo, probablemente debido a un parecido margen de tolerancia presentado por las variedades, frente a las variaciones de temperatura e intensidad lumínica, propiciadas por las densidades.
- La mayor altura de planta fue alcanzada por la densidad de cultivo de 500000 plts./ha, ya que una menor intensidad lumínica debido en parte al mayor número de individuos por superficie, estimulo el crecimiento en altura, por una competencia intraespecífica por la mayor captación de luz. Los valores registrados por ambas variedades a las diferentes densidades de cultivo, se encontraron dentro de los márgenes de aceptación, a excepción de la variedad

acogollada Tom thumb a la densidad de 500000 plts./ha, de acuerdo a Territorial seeds (2003), Veseys (2003), Botanical (2004) y MAG/IICA (2004).

- El mayor número de hojas y longitud radicular, se presentó en la densidad de cultivo de 250000 plts./ha, debido al posible efecto de una mayor disponibilidad de luz, nutrientes, así como de un moderado estrés hídrico en el crecimiento radicular. El número de hojas alcanzado por las variedades, se encontró por debajo de lo establecido para lechugas que forman cogollo de calidad según Montes (2004), así como para Contwell y Suslow (2005).
- El más alto valor en área foliar total, se registró el más alto valor en la densidad de cultivo de 333333 plts./ha, probablemente atribuido a la presencia de un mejor equilibrio entre la intensidad lumínica y la humedad ambiental como edáfica.
- El mejor rendimiento de materia verde foliar fue alcanzado en la densidad de cultivo de 500000 plts./ha, por el efecto directo que ejerce el número de individuos por superficie, dentro de una competencia no extrema por factores como luz y nutrientes, encontrándose próximo al rendimiento recomendado para estos cultivares, a una densidad de cultivo de 250000 plts./ha de acuerdo a la Unión de Naciones Europeas (2004).
- El peso individual de materia verde foliar en la densidad de cultivo de 333333 plts./ha, fue el más alto registrado, debido posiblemente a la presencia de un mejor equilibrio de los factores abióticos. El peso individual se ubico por debajo del recomendado por Mundo agro (2004) y la Unión de Naciones Europeas (2004), a causa de la presencia de temperaturas elevadas al interior de los panqar huyus, que no permitieron la mayor síntesis de compuestos estructurales, llegando a incidir negativamente en el desarrollo protoplasmático y por ende de la planta.

- No se presentó interacción entre variedades y densidades en ninguna de las variables de respuesta, debido posiblemente a que ambas variedades poseen una tendencia similar en el comportamiento, frente a las tres densidades de cultivo, a consecuencia de compartir ciertas características genotípicas, a estas variedades mejoradas.
- El tratamiento 5 (Variedad semicos Little gem, cultivada a la densidad de cultivo de 500000 plts./ha), es la más rentable económicamente, respecto a los demás tratamientos, siempre y cuando se realice el mercadeo del producto priorizando la compensación en peso entre individuos.
- Contemplando una comercialización del producto en un mercado de mayor exigencia en calidad, como el gourmet, los tratamientos 3 (Variedad semicos Little gem cultivada a la densidad de 333333 plts./ha) y 4 (Variedad acogollada Tom thumb cultivada a la densidad de 333333 plts./ha), por presentar individuos con características más cercanas a las recomendadas para este tipo de cultivares, son los más adecuados.
- La rentabilidad económica de los tratamientos propuestos en el ensayo, se vieron influenciados en gran manera por el precio de la semilla, siempre y cuando no se adopte algún sistema cooperativo comunal y/o políticas de fomento a nivel estatal.

VI. RECOMENDACIONES.

Se ha visto pertinente, de acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo, realizar las siguientes recomendaciones o sugerencias:

- Realizar el estudio de mercado tanto interno como externo de las hortalizas baby, para la identificación de nichos comerciales.
- Comparar el efecto del uso de materiales con elevado albedo, a nivel del sustrato y en las paredes de los panqar huyus, así como de diferentes métodos de ventilación, sobre la fisiología de la lechuga baby, con la premisa de realizar una la producción utilizando elevadas densidades de cultivo, con la obtención de productos de buena calidad.
- Evaluar técnica y económicamente, diferentes alternativas para el mejoramiento del sistema de riego empleado en los panqar huyus, para facilitar el manejo de los mismos y disminuir los costos de producción.
- Realizar el estudio de la introducción de variedades de lechuga baby de ciclo vegetativo más corto, resistentes al florecimiento prematuro, Tip burn, Esclerotinia y facilidad de acogollado entre otros aspectos, para maximizar la eficacia y eficiencia productiva.
- Estudiar la viabilidad, impacto social, eficacia y eficiencia del modelo cooperativo en la producción de minihortalizas, en las comunidades de Contorno Letanías y Contorno Medio.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

Agronegocios. Guía técnica para el cultivo de “La lechuga” (en línea). Consultado el 5 de jun. 2005. Disponible en <http://www.agronegocios.gob>.

Bermudez M. et al.. Influencia de las características del suelo en el acogollado de lechugas (*Lactuca sativa* var. *capitata* L-4). (en línea). Consultado el 3 de jun. 2005. Disponible en <http://www.ugr.es>.

Bertrand A. y Khonke H.. 1957. Subsoils conditions and their effects on oxygen supply and the growth corn rotts. Soil Sci. Soc. Am. Proc.

Botanical Interests. 2001. Lettuce - Butterhaed Tom thump (*Lactuca sativa* L.). Lot.#1. Broomfield, UK.

Botanical. Lettuce (en línea). Consultado el 5 de jul. 2004. Disponible en <http://www.botanical-online/florlactucasativa/htm#figueroariego>

Calzada B.J.. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. 3ª Edición. Jurídica SA. Barcelona, ES. 643 p.

Capital gardens. Catalogo de semillas (en línea). Consultado el 25 de oct.. 2004. Disponible en <http://www.capitalgardens.com>

Castañeda R. P.. 1979. Diseño de experimentos agrícolas. 1ª Edición. Trillas. México. 344 p.

Centellas R.. 1999. Respuesta del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de invernadero a tres niveles de plantación y tres niveles de estiércol de ovino. Tesis Lic. Ing. Agr.. UMSA, Facultad de Agronomía. La Paz, BO. 94 p.

CFA (California Fertilizer Association). 1995. Manual de fertilizantes para horticultura. 1ª Edición. Editorial Limusa, S.A. de CV, Grupo Noriega Editores. Distrito Federal, MX. 297 p.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, MX). 1983. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Edición completamente revisada. Distrito Federal, MX. 79 p.

Charlton E.. 2003?. Como cultivar el huerto. Editorial Susaeta S.A. y SAEP. Madrid. ES. 95 p.

Chávez J.. 1993. Mejoramiento de plantas 1. 2ª Edición. Editorial Trillas. Distrito Federal, MX. 136 p.

Contwell M. y Suslow T.. La lechuga romana. Universidad de California. Departamento de Ciencia en plantas (en línea). Consultado el 5 de jun. 2005. Disponible en <http://www.postharvest.ucdavis.edu/Produce/Producefacts/español/lechuga-cabeza.pdf+N.%C3%B9mero+de+hojas+de+la+lechuga&hl=es>.

De Lima A. et al.. 2004. Comparación de lechuga Vera y Verónica en diferentes espacios y sistemas de cultivo. Brasilia, BR. 120 p.

Díaz R.. 1998. Aplicación fraccionada del nitrógeno en tres densidades de plantación en lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo carpa solar. Tesis Lic. Ing. Agr.. UMSA, Facultad de Agronomía. La Paz, BO. 129 p.

E-seeds. 2003. La lechuga (en línea). Consultado el 18 de Jul. 2003. Disponible en <http://www.eseds.com>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). Departamento de Agricultura. El cultivo protegido en el mediterráneo (en línea). Consultado el 18 de dic. 2004. Disponible <http://www.fao.org>

Fersini A.. 1979. Horticultura Practica. 2ª Edición. Editorial Diana. México.525 p.

Fertiberia. Cultivo de la lechuga Iceberg (en línea). Consultado el 2 de jun. 2003. Disponible en <http://www.fertiberia.com>.

Fuentes L.. 1994. Botánica agrícola. 1994. 4ª Edición revisada. Editorial Mundi - Prensa. Madrid, ES. 273 p.

Garden guides. Vegetables (en línea). Consultado el 20 de ago. 2004. Disponible en <http://www.gardenguides.com>

Giaconi V.. 1994. Cultivo de hortalizas. 9ª Edición. Editorial Universitaria. 335 p.

Garita M.. 2003. Minivegetales, productos gourmet. El Herald. San José CR. Mar 1.

Hartman F.. 1990. Invernaderos y ambientes atemperados. 1ª Edición. FADES. La Paz, BO. 131 p.

Hernández R.S. et al.. 1995. Metodología de la investigación. 2ª Edición Mcgraw-Hill. México. 500 p.

Hessayon D.G.. 1995. Manual de Horticultura. 2ª Edición. Blume SA. Barcelona, ES. 144 p.

Huerres C. y Carballo N.. 1991. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. Habana, CU. 144 p.

Infoagro. Cultivo de la lechuga (en línea). Consultado el 19 de jul. 2002. Disponible en [http:// www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm#7.4 .%20Riego](http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm#7.4.%20Riego)

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 1985. R de referencias bibliográficas; normas oficiales del IICA. 3ª Edición revisada. San José, CR, 41 p.

INE (Instituto Nacional de Estadística, BO). 2000. Mapa de localización de la comunidad de Contorno Letanías perteneciente a la provincia Ingavi La Paz

Jhon Scheepers seeds. Catalogo de semillas (en línea). Consultado el 10 de ago. 2004. Disponible en <http://www.jhonscheepers.com>

Kramer P.J.. 1974. Relaciones hídricas de suelo plantas, una síntesis moderna. Trad. Leonor T. 1ª Edición. Edutex SA. Distrito Federal, MX. 538 p.

Kitchen garden seeds. Catalogo de semillas (en línea). Consultado el 9 de dic. 2003. Disponible en <http://www.kitchengardenseeds.com>

Kowalsick T.. The Out of Ordinary Vegetables: Miniature Vegetables (en línea). Estados Unidos USA. Consultado 30 de ago. 2003. Disponible en <http://www.cci.org.co/publicaciones/Noticiero/noticc11.html>

Little T. y Hills J.. 1991. Método estadístico para la investigación en la agricultura. 3ª Edición. Editorial Trillas. Distrito Federal, MX. 272 p.

Lira S.R.. 1994. Fisiología vegetal 1ª Edición. Trillas. Distrito Federal, MX. 237 p.

Mallar A.. 1978. La lechuga. 1ª Edición. Editorial Hemisferio Sur S.A.. Buenos Aires - AR. 61 p.

MAG (Ministerio de Agricultura Ganadería, EC)/IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). Subprograma de cooperación técnica. Cultivo de lechuga mini (en línea). Ecuador. Consultado el 8 de sept. 2004. Disponible en <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/lechuga/htm>

Maroto B.. 1995. Horticultura herbácea especial. 4ª Edición. Mundi - prensa. Madrid - ES. 661 p.

Michel J.. 2002. Niveles de riego y densidades en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) en el sistema panqar huyus. Tesis Lic. Ing. Agr.. UMSA, Facultad de Agronomía. La Paz, BO. 146 p.

Montes M.. 2004. Evaluación agronómica de 5 cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de invernadero. Tesis Lic. Ing. Agr.. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz, BO. 49 p.

Mundo agro. Precios hortícolas (en línea). Consultado el 15 de dic. 2004. Disponible en <http://www4.cajamar.es/mundorural/precios-new/londresh.htm>.

Mr. Fothergill's. 2000. Lettuce Little gem. Lot. G. Bromfield, UK..

Nature Hills. Vegetables (en línea). Consultado el 5 de feb. 2004. Disponible en <http://www.naturehills.com>.

Ochoa R.. 2004. Diseños experimentales. UMSA, Facultad de Agronomía. La Paz, BO. 102 p.

Padrón C.. 1996. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. 1ª Edición. Trillas. México. 272p.

Pimentel D.. 1997. Seed of change Organically grow seeds. Catalogo. 79 p.

Quino M. 1999. Evaluación agronómica del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) por interacción de tres densidades poblacionales de lombriz californiana (*Eisenia foetida*). Tesis Lic. Ing. Agr.. UMSA, Facultad de Agronomía. La Paz, BO. 110 p.

Raymond D. 1988. Cultivo práctico de hortalizas. Continental. México. 198 p.

Reimer seeds. Lechuga (en línea). Consultado el 3 de ago. 2004. Disponible en <http://www.reimerseeds.com>

Robbins W. et al. 1976. Botánica. 3ª reimpresión. Limusa. Distrito Federal, MX. 608 p.

Rocabado L.. 2004. Régimen climático de tres profundidades en Panqar huyus con el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Grand rapids TBR). Tesis Lic. Ing. Agr.. UMSA, Facultad de Agronomía. La Paz, BO. 171 p.

Rodríguez M.. 1985. Morfología y anatomía vegetal. 1ª Edición. Editorial Amigos del libro. Cochabamba, BO. 285 p.

Rojas F.. 2000. Botánica sistemática. UMSA, Facultad de Agronomía. La Paz, BO. 285 p.

Seeds of change. Lechuga (en línea). Consultado el 10 de jun. 2003. Disponible en <http://www.seedsofchange.com>

Serrano Z.. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. 1ª Edición. AEDOS. Barcelona, ES. 360 p.

Steel R. y Torrie J.. 1996. Bioestadística. 2ª Edición. Magraw Hill/Interamericana de México. Distrito Federal, MX. 622p.

Territorial seeds. The year "Round gardener" (en línea). Consultado el 8 de feb, 2003. Disponible en <http://www.territorialseed.com>

Unión de Naciones Europeas. Comisión Económica y Social. 2004. UNECE standard FFU - 22 the marketing and comercial quality control of lettuce, curled - leave, endives and broad - leaved (Batavian) endives moving in international trade between and to UNEEC member countries(en línea). Consultado el 28 de feb. 2004. Disponible en <http://www.uneec.org>.

Universidad de Illinois. Departamento de Extensión. Cultivo de la lechuga (en línea).Estados Unidos. Consultado el 5 de jun. 2004. Disponible en http://www.urbanext.uiuc.edu/vegies_so/lettuce1.html1#4

Valadez A.. 1996. Producción de hortalizas. 3ª Edición. Limusa. Distrito Federal, MX. 295 p.

Van Haeff J.. 1987. Horticultura. 1ª Edición. Editorial Trillas. México. 112 p.

Varó P.. Optimización del aprovechamiento del terreno en el cultivo de la lechuga Little gem. Centro de Capacitación y Experimentación Agraria. (en línea). Murcia, ES. Consultado en 17 de jun. 2003. Disponible en <http://www.larural.es/congresochoh/trabajos/oa44.htm>.

Veseys. Catalogo de semillas (en línea). Consultado el 8 de jul. 2003. Disponible en <http://www.veseys.com>

Velasco N.. 2001. Manejo del régimen de riego mediante tensiómetros en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*) bajo el sistema de Panqar huyus (camas bajas atemperadas). Tesis Lic. Ing. Agr.. UMSA, Facultad de Agronomía. La Paz, BO. 172 p.

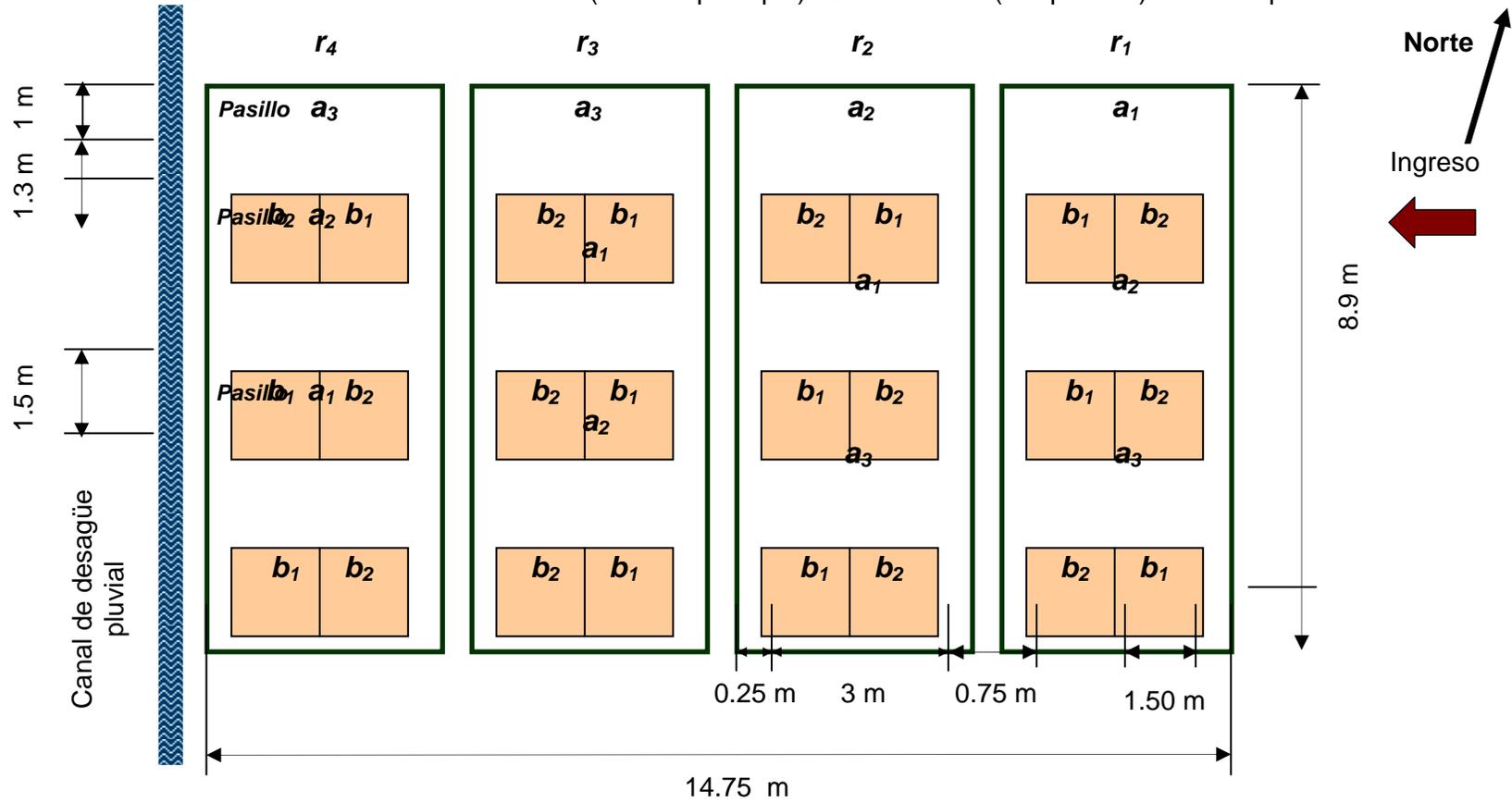
ANEXOS

Anexo N° 1

Características del área experimental

Croquis del experimento

Donde: A = Densidad de cultivo (Parcela principal) B = Variedad (Subparcela) R = Bloque



Dimensiones del área experimental.

Superficie total del experimento. 131.28 m² (14.75 m x 8.90 m)

- Bloques.

Número de bloques. 4
Largo del bloque. 8.90 m
Ancho del bloque. 3.50 m
Calle entre bloque. 0.25 m²

- Parcela principal.

Número de parcelas principales. 12
Número de parcelas principales por bloque. 3
Largo de la parcela principal. 3.00 m
Ancho de la parcela principal. 1.30 m
Área de la parcela principal. 3.90 m²
Área neta experimental de la parcela principal.
a₁ (0.20 x 0.20 m) 2.40 m²
a₂ (0.15 x 0.20 m) 2.52 m²
a₃ (0.10 x 0.20 m) 2.64 m²

- Subparcela.

Número de subparcelas. 24
Número de subparcelas por bloque. 6
Largo de la subparcela. 1.50 m
Ancho de la subparcela. 1.30 m
Área de la subparcela. 1.95 m²
Área neta experimental de la subparcela.
a₁ (0.20 x 0.20 m) 1.32 m²
a₂ (0.15 x 0.20 m) 1.76 m²
a₃ (0.10 x 0.20 m) 1.20 m²

- Distancia entre líneas y sobre líneas.

Distancia entre surcos o líneas.		0.20 m
Número de surcos o líneas de la parcela principal.		14
Número de surcos o líneas de la subparcela.		7
Número de surcos o líneas evaluadas en la parcela principal.		12
Número de surcos o líneas evaluadas en la subparcela.		6
Distancia sobre líneas.	(a ₁)	0.20 m
	(a ₂)	0.15 m
	(a ₃)	0.10 m

ANEXO Nº 3

MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y PLANIFICACION
INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES
DIVISION DE QUIMICA

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : JAVIER ORRUEL
PROCEDENCIA : Dpto. LA PAZ, Pcia. INGAVI.
Contorno LETANIAS - Viacha
Instituto Benson - BAFI

Nº SOLICITUD: 036a / 2003
FECHA DE RECEPCION : 09 octubre 2003
FECHA DE ENTREGA : 23 octubre 2003

Nº Lab.	CODIGO	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURA	GRAVA %	CARBO NATOS LIBRES	pH en agua 1.5	pH en KCl 1N 1.5	C.E. mS/cm 1.5	CATIONES DE CAMBIO (meq / 100 gr suelo)						SAT. BAS. %	M. O. %	N TOTAL %	P /Asim. ppm	
											Al + H	Ca	Mg	Na	K	TBI					CIC
245 /2003	Muestra suelo de Panqar Huyus	26	38	36	FY	29,31	PP	7,40	7,19	0,621	0,07	5,65	2,60	2,11	0,58	10,94	11,01	99,36	2,60	0,14	52,21

OBSERVACIONES.-

Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N (sodio) y Acetato de sodio 1 N (Calcio, Magnesio, Potasio).
** Fosforo Asimilable (P Asimil) analizado con el método de Bray Kurtz.
C.E. Conductividad eléctrica en miliSiemens por centímetro.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
T.B.I. Total de Bases de Intercambio.
M.O. Materia Orgánica.

CARBONATOS LIBRES

A Ausente
P Presente
PP Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenoso Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco Limoso




RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA

Anexo N° 4

Registro de temperatura y humedad relativa interna

Fase	Temp. Min. °C	Temp. Media °C	Temp. Max. °C	% H.R. Min.	% H.R. Media	% H.R. Max.
Emergencia	3,7	17,1	30,6	26	57,9	89,9
Formación de roseta	4,1	18,2	32,3	28,2	59,2	90,2
Acogollado	5,2	18,7	32,2	30,5	63,2	95,9

Octubre

Fecha	Temp. Min. °C	Temp. Media °C	Temp. Max. °C	% H.R. Min.	% H.R. Media	% H.R. Max.
19/10	4	18	32	29	62,5	96
20/10	5	19	33	28	61,5	95
21/10	3	16,5	30	29	60,5	92
22/10	4	16	28	27	56,5	86
23/10	2	14,5	27	22	54,5	87
24/10	3	18	33	26	58	90
25/10	5	18	31	21	52	83
26/10	2	12	22	29	57	85
27/10	4	16,5	29	20	52,5	85
28/10	4	20,5	37	28	54,5	81
29/10	2	20,5	39	21	48	75
30/10	1	17	33	30	54	78
31/10	2	17	32	25	51,5	78
Promedio	3,2	17,2	31,3	25,8	55,6	85,5

Noviembre

Fecha	Temp. Min. °C	Temp. Media °C	Temp. Max. °C	% H.R. Min.	% H.R. Media	% H.R. Max.
1/11	4	19	34	29	59,5	90
2/11	5	21	37	28	58,5	89
3/11	4	18	32	31	61,5	92
4/10	4	15,5	27	28	60	92
5/11	4	15	26	30	61,5	93
6/11	5	19,5	34	32	61,5	91
7/11	5	18,5	32	29	60,5	92
8/11	5	17	29	28	59	90
9/11	5	19,5	34	27	60	93
10/11	6	20	34	30	61	92
11/11	6	20	34	32	62,5	93
12/11	6	20,5	35	24	59,5	95
13/11	4	17	30	33	63,5	94
14/11	3	17,5	32	24	59,5	95
15/11	5	17,5	30	33	64,5	96
16/11	4	19,5	35	22	59	96
17/11	5	17,5	30	34	65	96
18/11	5	20	35	24	60,5	97
19/11	3	17	31	34	63	92
20/11	4	20,5	37	27	61,5	96
21/11	6	20	34	31	64	97
22/11	5	17,5	30	25	61	97
23/11	6	20	34	33	65	97
24/11	6	19	32	23	58,5	94
25/11	4	17,5	31	32	64,5	97
26/11	6	20	34	24	59	94
27/11	5	20	35	30	63	96
28/11	6	21	36	25	61	97
29/11	5	20	35	38	65,5	93
30/11	4	12	20	30	63	96
Promedio	4,8	18,6	32,3	29	61,5	94

Diciembre

Fecha	Temp. Min. °C	Temp. Media °C	Temp. Max. °C	% H.R. Min.	% H.R. Media	% H.R. Max.
1/12	6	19	32	36	65	94
2/12	7	21,5	36	28	61	94
3/12	4	17	30	34	65	96
4/12	5	18,5	32	26	60,5	95
5/12	7	20,5	34	33	65	97
6/12	4	21	38	32	64	96
7/12	5	18,5	32	34	64,5	95
8/12	6	19,5	33	30	63,5	97
9/12	4	17,5	31	35	66	97
10/12	3	14	25	30	64	98
Promedio	5,1	18,7	32,3	31,8	63,9	95,9

Anexo N° 5

Gasto y frecuencia de riego

Etapa de almacigo (lt/m2)

Fecha	Gasto
18/10	10
19/10	3
20/10	3
21/10	3
22/10	3
23/10	NR
24/10	5
25/10	NR
26/10	5
27/10	NR
28/10	5
29/10	NR
30/10	5
31/10	NR
1/11	4
2/11	NR
3/11	4
4/11	NR
5/11	4
6/11	NR
7/11	4
8/11	NR
9/11	5
10/11	NR

63 lt/m2/23días

NR= No regado

Etapa experimental (lt/m2)

Fecha	Gasto
10/11	15
11/11	6
12/11	6
13/11	6
14/11	NR
15/11	7
16/11	NR
17/11	7
18/11	NR
19/11	7
20/11	NR
21/11	10
22/11	NR
23/11	10
24/11	NR
25/11	10
26/11	NR
27/11	8
28/11	NR
29/11	8
30/11	NR
1/12	8
2/12	NR
3/12	8
4/12	NR
5/12	8
6/12	NR
7/12	8
8/12	NR
9/12	8
10/12	NR

140 lt/m2/31días

Anexo N° 6

Germinación y emergencia

Porcentaje de germinación.

Hora de medición	b1	b2
12	0%	0%
24	0%	0%
36	40,0%	43,0%
48	72,7%	78,7%
60	84,0%	85,7%
72	90,0%	95,7%
84	96,3%	95,7%
96	97,0%	96,1%

Porcentaje de emergencia.

Variedad	b1	b2
Porcentaje de emergencia	85,0%	83,6%

Días a la emergencia.

Variedad	b1	b2
Días a la emergencia	3	3

Porcentaje de emergencia en relación al tiempo transcurrido.

Fecha	b1	b2
18/10	0	0
19/10	0	0
20/10	0	0
21/10	72,0	69,0
22/10	72,0	75,0
23/10	78,0	79,0
24/10	83,0	83,6
25/10	85,0	83,6

Anexo N° 7

Porcentaje de refallo

Porcentaje de refallo por bloque y factor.

Bloque 1		
b1	b2	
4,76%	2,38%	a1
1,59%	3,17%	a2
2,20%	4,40%	a3

Bloque 2		
b1	b2	
2,38%	4,76%	a1
1,59%	1,59%	a2
2,20%	3,30%	a3

Bloque 3		
b1	b2	
2,38%	4,76%	a1
3,17%	4,76%	a2
2,20%	3,30%	a3

Bloque 4		
b1	b2	
2,38%	2,38%	a1
3,17%	1,59%	a2
2,20%	2,20%	a3

Porcentaje de refallo por densidad de cultivo y variedad.

	a1	a2	a3	Promedio
b1	2,98	2,38	2,20	2,52
b2	3,57	2,78	3,30	3,22
Promedio	3,28	2,58	2,75	2,87

Anexo N° 8

Días a la cosecha

Días a la cosecha por bloque y factor.

Bloque 1		
b1	b2	
54	53	a1
b1	54	a2
53	54	a3

Bloque 2		
b1	b2	
53	53	a1
54	54	a2
53	54	a3

Bloque 3		
b1	b2	
54	53	a1
54	53	a2
54	53	a3

Bloque 4		
b1	b2	
53	53	a1
53	53	a2
53	53	a3

Días a la cosecha por densidad de cultivo y variedad.

	a1	a2	a3	Promedio
b1	53,50	53,50	53,25	53,42
b2	53,00	53,50	53,50	53,30
Promedio	53,25	53,50	53,38	53,36

Anexo N° 9

Altura de planta

Crecimiento en altura en la etapa de almacigo (cm).

Fecha	b1	b2
18/10	0	0
19/10	0	0
20/10	0	0
21/10	0,98	0,42
23/10	1,06	0,58
25/10	1,27	0,78
27/10	1,54	0,99
29/10	2,02	1,23
31/10	2,21	1,54
2/11	2,64	1,83
4/11	3,23	2,19
6/11	3,95	2,57
8/11	4,64	3,05
10/11	5,79	3,88

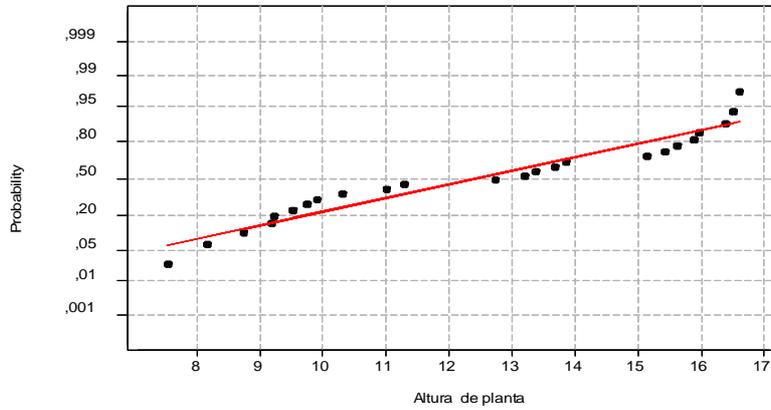
Crecimiento en altura en la etapa experimental (cm).

Densidad	Fecha	20/11	25/11	30/11	5/12	10/12
a1	b1	7,22	8,15	9,85	11,58	14,65
a2	b1	8,44	9,75	11,32	13,43	15,06
a3	b1	8,00	9,50	11,00	13,45	15,72
a1	b2	4,66	5,38	6,22	7,05	8,84
a2	b2	4,46	5,37	6,48	7,54	9,17
a3	b2	4,74	5,72	6,50	7,73	11,34
Promedio		6,25	7,31	8,56	10,13	12,46

Altura de planta a la cosecha (cm).

Bloque	a1			a2			a3			TOTAL
	b1	b2	Total	b1	b2	Total	b1	b2	Total	
I	13,68	8,74	22,42	15,43	8,16	23,59	15,89	11,30	27,19	73,20
II	16,40	9,91	26,31	15,97	9,75	25,72	16,62	12,74	29,36	81,39
III	13,37	7,53	20,90	13,20	9,22	22,42	13,87	10,30	24,17	67,49
IV	15,15	9,18	24,33	15,63	9,53	25,16	16,51	11,01	27,52	77,01
Total	58,60	35,36		60,23	36,66		62,89	45,35		
G. Total			93,96			96,89			108,24	299,09

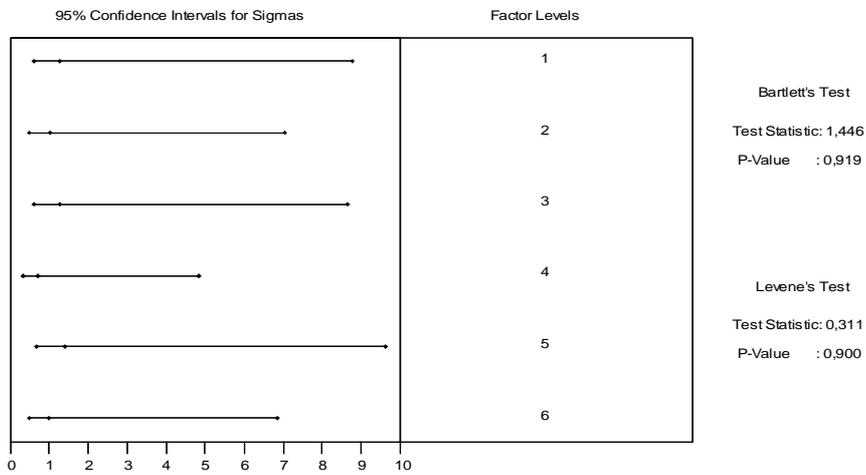
Prueba de normalidad para altura planta a la cosecha.



Average: 12,4621
 StDev: 3,04165
 N: 24

Anderson-Darling Normality Test
 A-Squared: 0,734
 P-Value: 0,048

Pruebas de homogeneidad para altura de planta a la cosecha.



Eficiencia del diseño Bloques completos al azar para altura de planta a la cosecha.

$$\text{CME (CA)} = 1,442$$

$$\text{ER (BCA a CA)} = 272,37\%$$

Tablas de doble entrada de altura de planta a la cosecha (cm).

	a1	a2	a3	
b1	58,60	60,23	62,89	181,72
b2	35,36	36,66	45,35	117,37
	93,96	96,89	108,24	

	a1	a2	a3	
b1	14,65	15,06	15,72	15,14
b2	8,84	9,17	11,34	9,78
	11,75	12,11	13,53	12,46

Anexo N° 10

Diámetro de cabeza

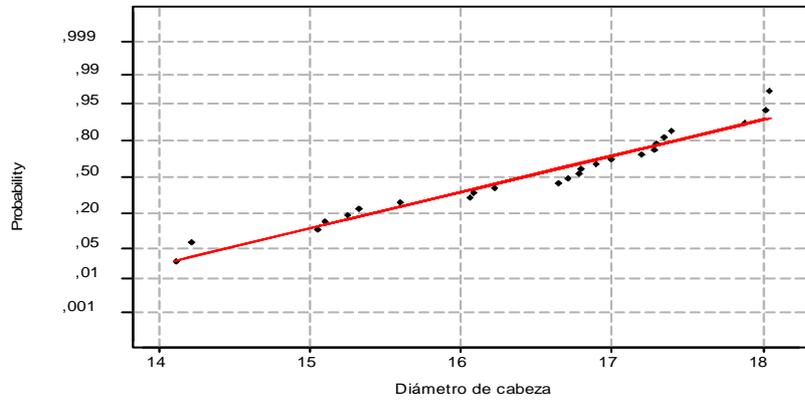
Crecimiento en diámetro de cabeza en la etapa experimental (cm).

Densidad	Fecha	20/11	25/11	30/11	5/12	10/12
a1	b1	8,11	9,76	12,17	14,46	17,24
a2	b1	8,45	10,76	13,19	14,96	16,34
a3	b1	8,05	10,12	12,72	14,59	15,87
a1	b2	8,97	10,79	12,6	14,4	16,81
a2	b2	9,48	11,26	12,64	14,19	15,81
a3	b2	8,61	11,19	12,46	14,52	16,51
Promedio		8,61	10,65	12,63	14,52	16,43

Diámetro de cabeza a la cosecha (cm).

Bloque	a1			a2			a3			TOTAL
	b1	b2	Total	b1	b2	Total	b1	b2	Total	
I	17,30	15,25	32,55	16,78	15,05	31,83	16,90	17,35	34,25	98,63
II	16,22	18,05	34,27	15,32	15,10	30,42	16,79	17,88	34,67	99,36
III	17,40	17,29	34,69	16,06	17,00	33,06	15,60	16,71	32,31	100,06
IV	18,02	16,65	34,67	17,20	16,08	33,28	14,20	14,10	28,30	96,25
Total	68,94	67,24		65,36	63,23		63,49	66,04		
G. Total			136,18			128,59			129,53	394,30

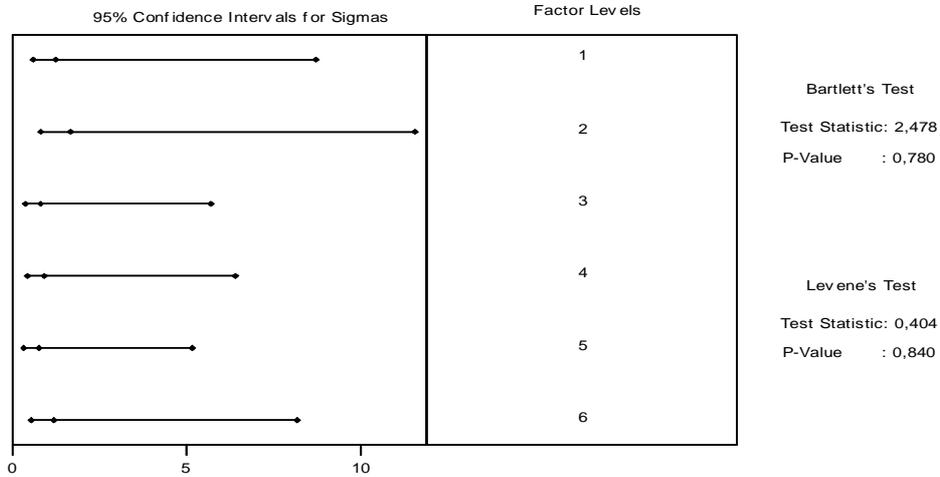
Prueba de normalidad para diámetro de cabeza a la cosecha.



Average: 16,4292
 StDev: 1,13728
 N: 24

Anderson-Darling Normality Test
 A-Squared: 0,490
 P-Value: 0,201

Pruebas de homogeneidad para diámetro de cabeza a la cosecha cosecha.



Eficiencia del diseño Bloques completos al azar para diámetro de cabeza a la cosecha.

$$\text{CME (CA)} = 0,711$$

$$\text{ER (BCA a CA)} = 89,33\%$$

Tablas de doble entrada del diámetro de cabeza a la cosecha (cm).

	a1	a2	a3	
b1	68,94	65,36	63,49	197,79
b2	67,24	63,23	66,04	196,51
	136,18	128,59	129,53	

	a1	a2	a3	
b1	17,24	16,34	15,87	16,48
b2	16,81	15,81	16,51	16,38
	17,02	16,07	16,19	16,43

Anexo N° 11

Número de hojas

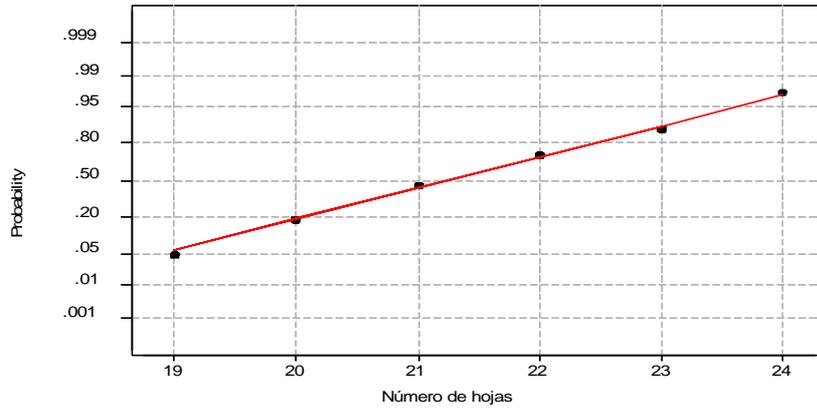
Número de hojas en la etapa de almacigo.

Fecha	b1	b2
18/10	0	0
19/10	0	0
21/10	0	0
23/10	0,85	0,55
25/10	1,60	0,90
27/10	1,90	1,50
29/10	2,20	1,90
31/10	2,60	2,40
2/11	3,20	2,80
4/11	3,40	3,10
6/11	4,00	3,40
8/11	4,40	3,80
10/11	4,90	4,20

Número de hojas a la cosecha.

Bloque	a1			a2			a3			TOTAL
	b1	b2	Total	b1	b2	Total	b1	b2	Total	
I	23	21	44	21	20	41	20	19	39	124
II	22	23	45	21	21	42	19	20	39	126
III	23	22	45	21	21	42	20	21	41	128
IV	23	24	47	22	22	44	21	20	41	132
Total	91	90		85	84		80	80		
G. Total			181			169			160	510

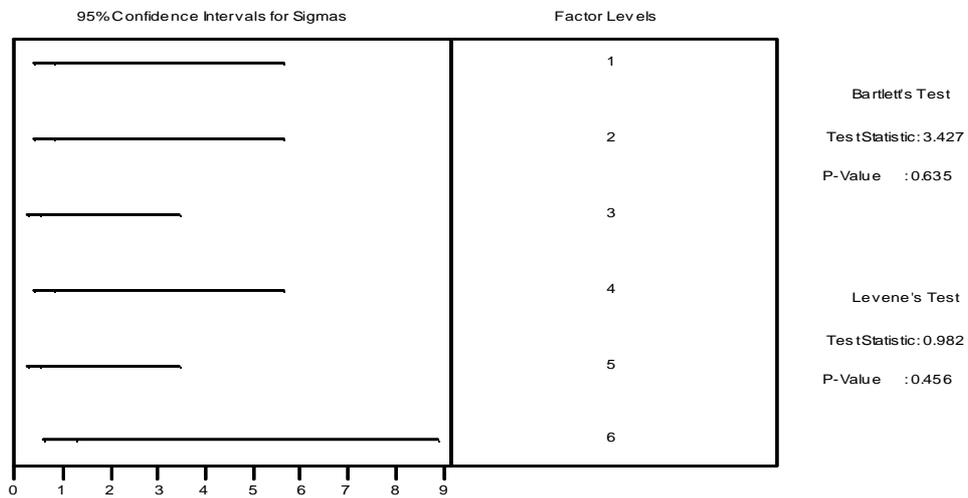
Prueba de normalidad para número de hojas a la cosecha.



Average: 21.25
StDev: 1.32698
N: 24

Anderson-Darling Normality Test
A-Squared: 0.685
P-Value: 0.064

Pruebas de homogeneidad para número de hojas a la cosecha.



Eficiencia relativa del diseño Bloques completos al azar para número de hojas a la cosecha.

$$\text{CME (CA)} = 0.869$$

$$\text{ER (BCA a CA)} = 130.8\%$$

Tablas de doble entrada de número de hojas a la cosecha.

	a1	a2	a3	
b1	91	85	80	256
b2	90	84	80	254
	181	169	160	

	a1	a2	a3	
b1	22,75	21,25	20,00	21,33
b2	22,50	21,00	20,00	21,17
	22,63	21,13	20,00	21,25

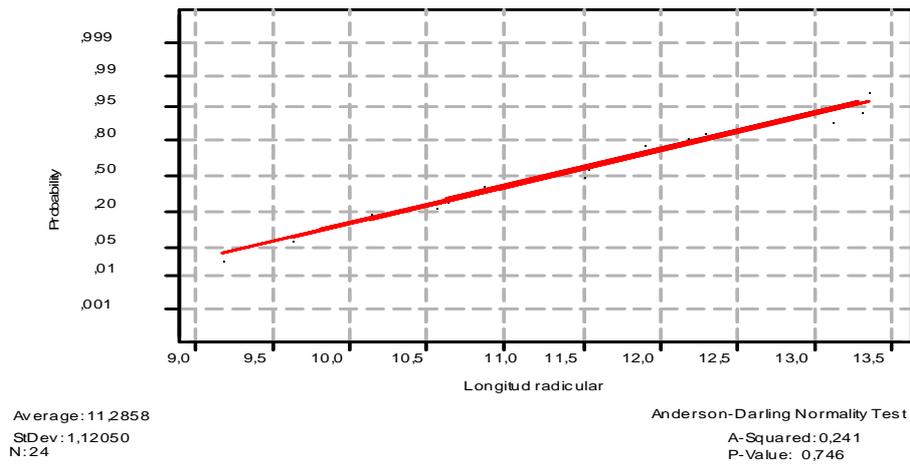
Anexo N° 12

Longitud radicular

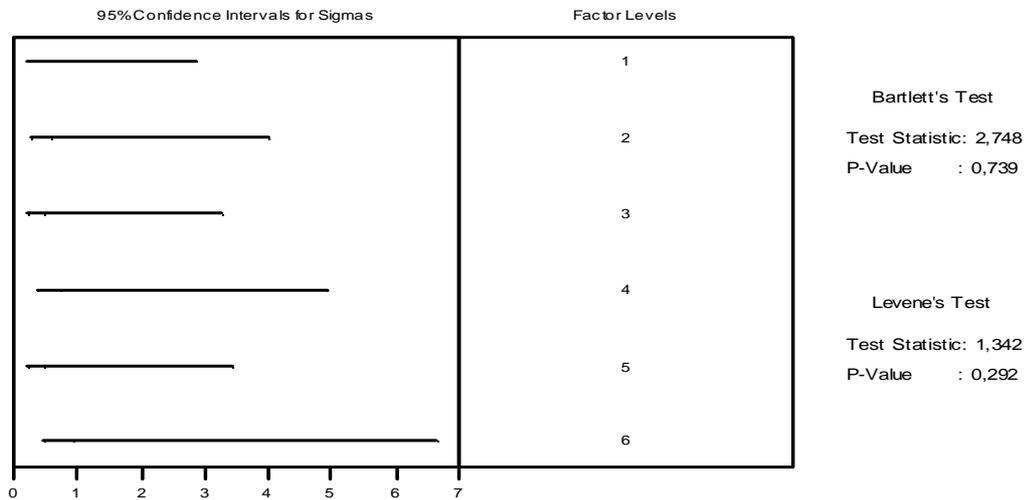
Longitud radicular (cm).

Bloque	a1			a2			a3			TOTAL
	b1	b2	Total	b1	b2	Total	b1	b2	Total	
I	13,35	12,17	25,52	11,90	10,96	22,86	10,87	10,03	20,90	69,28
II	13,29	10,71	24,00	11,50	10,63	22,13	11,57	9,18	20,75	66,88
III	12,28	10,12	22,40	10,80	9,80	20,60	11,50	9,64	21,14	64,14
IV	13,11	11,85	24,96	11,68	11,52	23,20	11,85	10,55	22,40	70,56
Total	52,03	44,85	96,88	45,88	42,91	88,79	45,79	39,40	85,19	270,86
G. Total										

Prueba de normalidad para longitud radicular.



Pruebas de homogeneidad para longitud radicular.



Eficiencia relativa del diseño Bloques completos al azar para longitud radicular.

$$\text{CME (CA)} = 0,383$$

$$\text{ER (BCA a CA)} = 205,2\%$$

Tablas de doble entrada de longitud radicular (cm).

	a1	a2	a3	
b1	52,03	45,88	45,79	143,70
b2	44,85	42,91	39,40	127,16
	96,88	88,79	85,19	

	a1	a2	a3	
b1	13,01	11,47	11,45	11,98
b2	11,21	10,73	9,85	10,60
	12,11	11,10	10,65	11,28

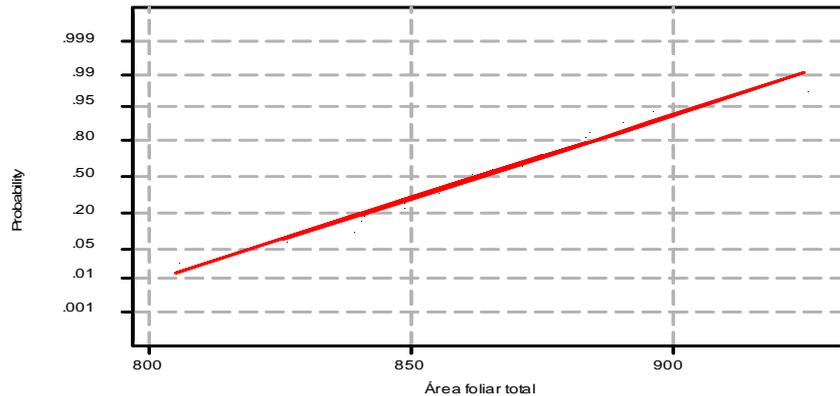
Anexo N° 13

Área foliar total

Área foliar total (cm²).

Bloque	a1			a2			a3			TOTAL
	b1	b2	Total	b1	b2	Total	b1	b2	Total	
I	840,50	805,23	1645,73	854,60	865,30	1719,90	838,50	825,7	1664,20	5029,83
II	880,20	848,54	1728,74	870,90	875,00	1745,90	857,60	850,40	1708,00	5182,64
III	883,50	860,90	1744,40	883,20	855,79	1738,99	848,20	870,97	1719,17	5202,56
IV	859,50	890,00	1749,50	925,10	895,50	1820,60	879,25	840,00	1719,25	5289,35
Total	3463,70	3404,67		3533,80	3491,59		3423,55	3387,07		
G. Total			6868,37			7025,39			6810,62	20704,38

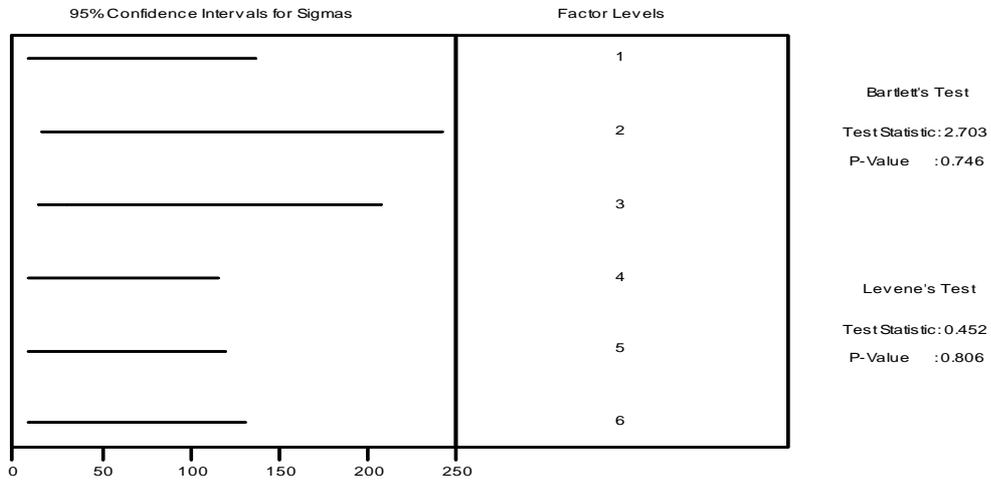
Prueba de normalidad para área foliar total.



Average: 862.682
StDev: 25.0409
N: 24

Anderson-Darling Normality Test
A-Squared: 0.196
P-Value: 0.878

Pruebas de homogeneidad para área foliar total.



Eficiencia relativa del diseño Bloques completos al azar para área foliar total.

CME (CA) = 620.480

ER (BCA a CA) = 176.9%

Tablas de doble entrada de área foliar total (cm²).

	a1	a2	a3	
b1	3463,7	3533,8	3423,55	10421,1
b2	3404,67	3491,59	3387,07	10283,3
	6868,37	7025,39	6810,62	

	a1	a2	a3	
b1	865,93	883,45	855,89	868,42
b2	851,17	872,90	846,77	856,94
	858,55	878,17	851,33	862,68

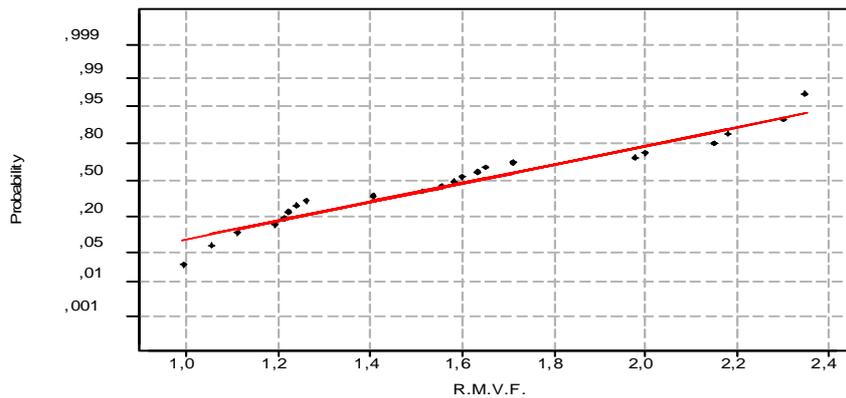
Anexo N° 14

Rendimiento de materia verde foliar

Rendimiento de materia verde foliar (kg/m²).

Bloque	a1			a2			a3			TOTAL
	b1	b2	Total	b1	b2	Total	b1	b2	Total	
I	0,990	1,239	2,14	1,650	1,514	3,16	2,350	2,300	4,65	9,95
II	1,190	1,220	2,39	1,556	1,404	2,96	2,150	2,180	4,33	9,68
III	1,210	1,110	2,32	1,598	1,584	3,18	2,300	2,150	4,45	9,95
IV	1,260	1,050	2,31	1,710	1,633	3,34	2,000	1,980	3,98	9,63
Total	4,650	4,619		6,514	6,135		8,800	8,610		
G. Total			9,16			12,65			17,41	39,22

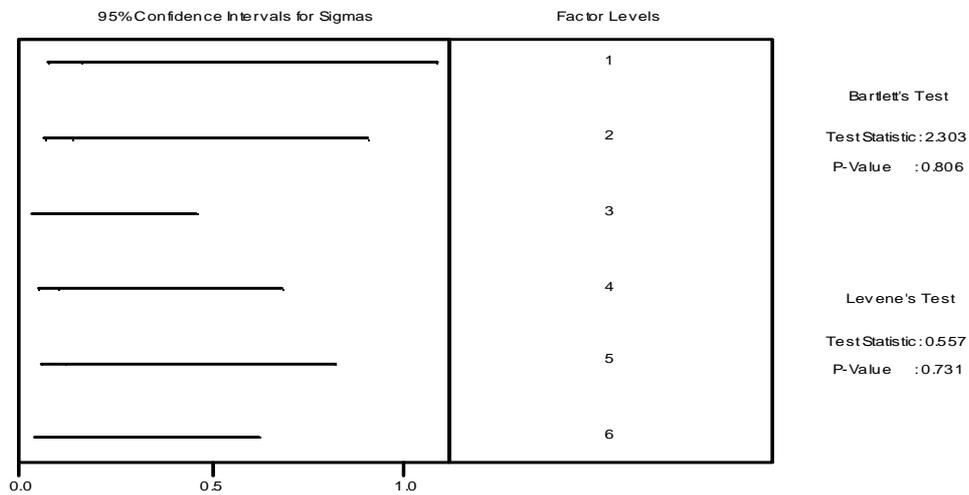
Prueba de normalidad para rendimiento de materia verde foliar.



Average: 1,63867
 StDev: 0,439433
 N: 24

Anderson-Darling Normality Test
 A-Squared: 0,621
 P-Value: 0,094

Pruebas de homogeneidad para rendimiento de materia verde foliar.



Eficiencia relativa del diseño Bloques completos al azar para rendimiento de materia verde foliar.

$$\text{CME (CA)} = 0.019$$

$$\text{ER (BCA a CA)} = 92,59\%$$

Tablas de doble entrada del rendimiento de materia verde foliar (kg/m²).

	a1	a2	a3	
b1	4,65	6,51	8,80	19,964
b2	4,62	6,14	8,61	19,364
	8,80	12,65	17,41	

	a1	a2	a3	
b1	1,16	1,63	2,20	1,66
b2	1,15	1,53	2,15	1,61
	1,16	1,58	2,18	1,63

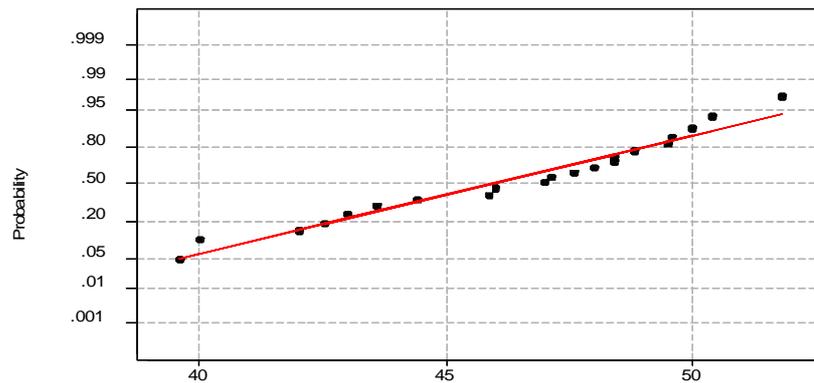
Anexo N° 15

Peso individual de materia verde foliar

Peso individual de materia verde foliar (gr).

Bloque	a1			a2			a3		
	b1	b2	Total	b1	b2	Total	b1	b2	Total
I	39,60	49,56	49,56	50,00	45,88	95,88	40,00	39,60	79,60
II	47,60	48,80	48,80	47,15	42,55	89,70	43,00	43,60	86,60
III	48,40	44,40	44,40	48,42	48,00	96,42	46,00	43,00	89,00
IV	50,40	42,00	42,00	51,82	49,48	101,30	47,00	46,00	93,00
Total	186,00	184,76		197,39	185,91		176,00	172,20	
G. Total			184,76			383,30			348,20

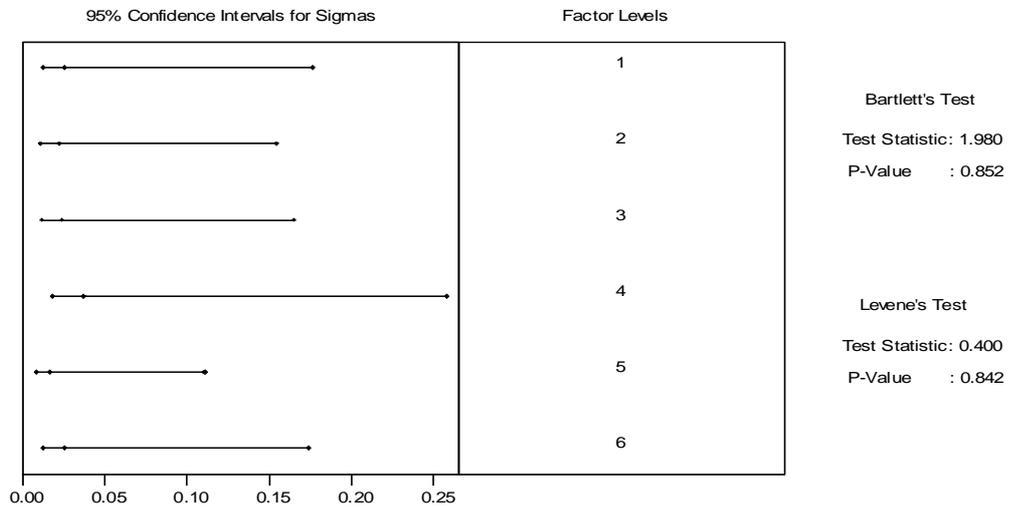
Prueba de normalidad para peso individual de materia verde foliar.



Average: 45.9275
StDev: 3.57762
N: 24

Anderson-Darling Normality Test
A-Squared: 0.417
P-Value: 0.306

Pruebas de homogeneidad para peso individual de materia verde foliar.



Eficiencia relativa del diseño Bloques completos al azar para peso individual materia verde foliar.

CME (CA) = 86.770

ER (BCA a CA) = 81.6%

Tablas de doble entrada del peso individual de materia verde foliar (gr).

	a1	a2	a3	
b1	186	197,39	176	559,39
b2	184,76	185,91	172,2	542,87
	370,76	383,3	348,2	

	a1	a2	a3	
b1	46,50	49,35	44,00	46,62
b2	46,19	46,48	43,05	45,24
	46,35	47,91	43,53	45,93

Anexo Nº 16

Costos que varían y beneficios brutos en campo por hectárea

Costo semillas.

Tratamiento	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$us)	Costo total (\$us)
1	gr	370,53	1,12	414,99
2		370,53	0,56	207,50
3		494,04	1,12	553,32
4		494,04	0,56	276,66
5		741,06	1,12	829,99
6		741,06	0,56	414,99

El costo contempla el 18.57 % de pérdida por no emergencia y refallo.

Costo *almacigueras.

Tratamiento	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$us)	Costo total (\$us)
1	Unidades	185	0,26	48,10
2		185		48,10
3		247		64,22
4		247		64,22
5		370		96,20
6		370		96,20

Costo *sustrato para almacigueras.

Tratamiento	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$us)	Costo total (\$us)
1	Unidades	370	1,41	521,70
2		370		521,70
3		494		696,54
4		494		696,54
5		741		1044,81
6		741		1044,81

Costo mano de obra para preparación y siembra de almacigueras.

Tratamiento	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$us)	Costo total (\$us)
1	Jornales	14,8	3,72	55,06
2		14,8		55,06
3		19,8		73,66
4		19,8		73,66
5		29,6		110,26
6		29,6		110,26

Costo *panqar huyus para almacigado.

Tratamiento	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$us)	Costo total (\$us)
1	Unidades	13	1,02	13,26
2		13		13,26
3		17		17,34
4		17		17,34
5		27		27,54
6		27		27,54

Costo mano de obra para trasplante.

Tratamiento	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$us)	Costo total (\$us)
1	Jornales	83,3	3,72	310,00
2		83,3		310,00
3		111,1		413,29
4		111,1		413,29
5		166,7		620,12
6		166,7		620,12

Se contempla el trasplante de 3500 plts./jornal.

* Determinado por el costo unitario de la estructura, equipo o material, así como por su mantenimiento.

Costo unitario de almacigueras.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$us)	Costo total (\$us)
Liston de madera de 1/2", 0,15m y 0.50 m.	Unidades	5	0,55	2,75
Malla milimétrica	m2	0,36	1,24	0,45
Clavos de 1".	Kg	1/8	0,62	0,08
Clavos de 1/2".	Kg	1/4	0,62	0,16
Correa de goma.	m	2	0,12	0,25
Contrucción de la almaciguera.	Jornales	1/4	3,72	0,93
Total				4,62

Dimensión: 0,50 m de largo y ancho * 0,15 m de alto, con una capacidad para 800 semillas.

Vida útil: 4 años.

Costo unitario para mantenimiento de almacigueras.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$us)	Costo total (\$us)
Liston de madera de 1/2", 0,15m y 0.50 m.	Unidades	1	0,55	0,55
Malla milimétrica	m2	0,36	1,24	0,45
Clavos de 1".	Kg	1/8	0,62	0,08
Clavos de 1/2".	Kg	1/4	0,62	0,16
Correa de goma.	m	2	0,12	0,25
Mantenimiento de almaciguera.	Jornales	1/4	3,72	0,93
Total				2,42

Realización del mantenimiento: A los 2 años.

Costo unitario del sustrato para almacigueras.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$us)	Costo total (\$us)
Arena	m3	0,02	6,4	0,12
Humus de lombriz	qq	0,11	11,17	1,23
Basamid	Kg	0,004	14,88	0,06
Total				1,41

Costo unitario de panqar huyus para almacigado.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$us)	Costo total (\$us)
Liston de madera de 1/2" y 1.50 m.	Unidades	4	0,39	1,55
Liston de madera de 1/2" y 3.20 m.	Unidades	2	0,81	1,61
Agrofilm de 250 µm.	m	3,3	1,86	6,14
Clavos de 3".	Kg	1/4	1,12	0,28
Clavos de 1".	Kg	1/4	0,62	0,16
Correa de goma.	m	9	0,12	1,12
Adobe.	Unidades	25	0,05	1,25
Excavación del hoyo, desmonte de alrededores, vaciado y nivelado del sustrato.	Jornales	1/2	3,72	1,86
Armado e instalación de tapas.	Jornales	1/2	3,72	1,86
Contrucción de la verma y reboque de paredes.	Jornales	1/2	3,72	1,86
Total				17,69

Dimensión: 1.3 m de ancho * 3 m de largo * 0.80 m de profundidad.

Vida útil: 15 años.

Costo unitario para mantenimiento de panqar huyus para almacigado.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$us)	Costo total (\$us)
Liston de madera de 1/2" y 1.50 m.	Unidades	16	0,39	6,20
Liston de madera de 1/2" y 3.20 m.	Unidades	8	0,81	6,44
Agrofilm de 250 µm.	m	13.3	1,86	24.74
Silicona liquida	Unidades	4	2.23	8.92
Clavos de 3".	Kg	1	1,12	1,12
Clavos de 1".	Kg	1	0,62	0,64
Correa de goma.	m	36	0,12	4,48
Armado e instalación de tapas.	Jornales	2	3.72	7,44
Mantenimiento de la verma y reboque de paredes.	Jornales	7 1/2	3.72	27,90
Total				87,88

Realización del mantenimiento: Cada 3 años (Berma y reboque de paredes, cada año).

Precio ponderado en campo de las variedades de lechuga baby para el mercado paceño.

Variedad	Unidad	Cantidad	Precio (\$us)
Semicos Little gem	gr	400	0,53
Acogollada Tom thumb			0,47

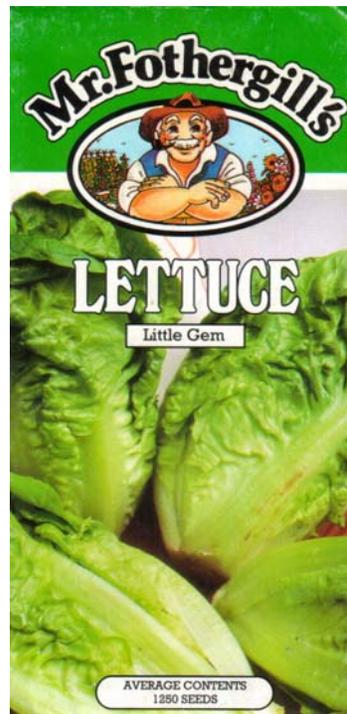
Costos y precios sujetos a una tasa de cambio de 8.06 Bolivianos por 1 \$ Americano.

Tabla de presupuesto parcial .

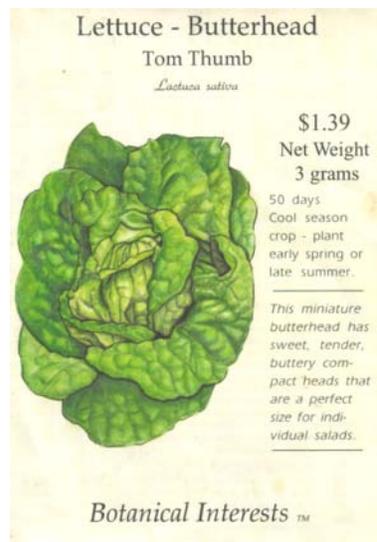
Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimiento promedio (Kg/m ²)	11600	11600	15800	15800	21800	21800
Rendimiento promedio ajustado (5%) (Kg/m ²)	11020	11020	15010	15010	20710	20710
Beneficio bruto en campo (\$us/m ²)	14601,50	12948,50	1988,25	17636,55	27440,75	24334,25
Costo semillas (\$us/m ²)	414,99	207,50	553,32	276,66	829,99	414,99
Costo almacigueras (\$us/ha)	48,10	48,10	64,22	64,22	96,20	96,20
Costo sustrato para almacigueras (\$us/ha)	521,70	521,7	696,54	696,54	1044,81	1044,81
Costo mano de obra para llenado y siembra de almacigueras (\$us/ha)	55,06	55,06	73,66	73,66	110,26	110,26
Costo panqar huyus para almacigado (\$us/ha)	13,26	13,26	17,34	17,34	27,54	27,54
Costo mano de obra trasplante (\$us/m ²)	310,00	310	413,29	413,29	620,12	620,12
Beneficio neto en campo (\$us/ha/53 días)	13238,39	11792,88	18069,88	16095,04	24711,83	22020,33

ANEXO N° 17

Sobres de semilla de las variedades de lechuga baby



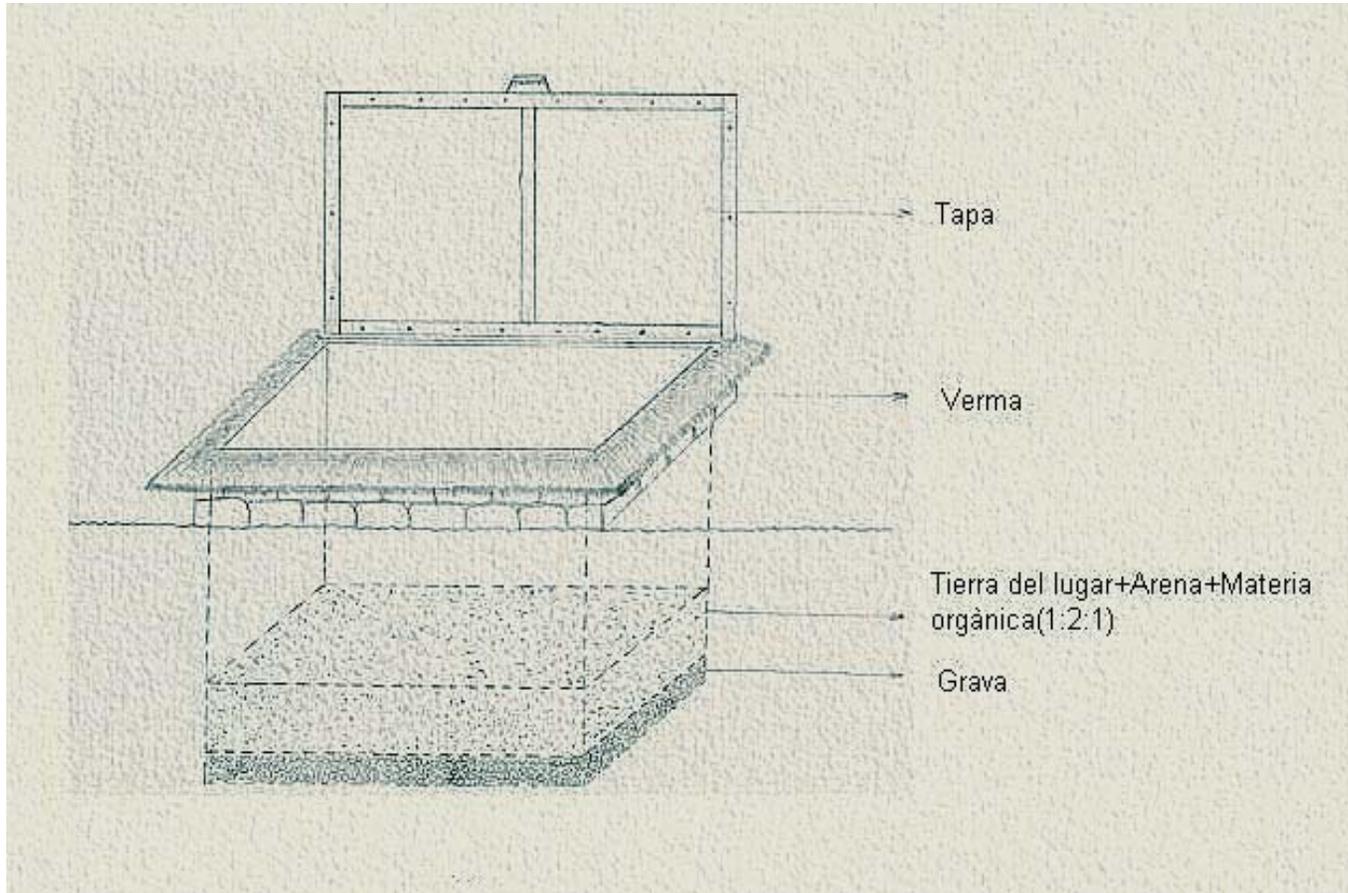
***Lactuca sativa* L. var. *longifolia* cv. Little gem**



***Lactuca sativa* L. var. *capitata* cv. Tom thumb**

ANEXO N° 18

Estructura del panqar huyu



Anexo N° 19

Fotografías del ensayo



Vista de los panqar huyus



Sustrato preparado del panqar huyu



Instalación de la almaciguera



Preparación del sustrato de la almaciguera



Recuperación del las plantas al transplante



**Crecimiento y desarrollo de la variedad semicos
Little gem a los 30 días de la siembra**



**Crecimiento y desarrollo de la variedad acogollada
Tom thumb a los 30 días de la siembra**



**Cultivo de las variedades de lechuga baby
en el panqar huyu**



Cosecha de la variedad semicos Little gem



Cosecha de la variedad arrepollada Tom thumb



Cosecha de las unidades experimentales



Determinación del rendimiento de materia verde foliar y delimitación del área foliar



Medición de altura de planta y longitud radicular de la variedad semicos Little gem



Vista del corte longitudinal del cogollo de la variedad semicos Little gem



Longitud radicular y diámetro de cabeza de las variedades de lechuga baby