

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA INGENIERIA AGRONOMICA



TESIS DE GRADO

**RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE BERRO (*Nasturtium officinale*) EN
RELACION A LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN AMBIENTE PROTEGIDO**

VANIA ANDRELBA COLODRO ALAVE

La Paz – Bolivia

2013

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**RENDIMIENTO DE DOS VARIETADES DE BERRO (*Nasturtium officinale*) EN
RELACION A LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN AMBIENTE PROTEGIDO**

Tesis de Grado presentado como requisito

Parcial para optar el Título de

Ingeniero Agrónomo

COLODRO ALAVE VANIA ANDRELBA

Asesores:

Ing. Agr. Ph. D. David Cruz Choque

Ing. Agr. M. Sc. Rubén Trigo

Ing. Agr. Willams Murillo Oporto

Comité Revisor:

Ing. Agr. Rene Calatayud Valdez

Ing. Agr. Bernardo Ticona Contreras

Ing. Agr. Celia Fernández Chávez

APROBADA

Presidente del Tribunal Examinador

LA PAZ – BOLIVIA

2013

Dedicatoria:

A mis amados padres Juan Carlos y María

Por su amor y entrega en mi educación,

A mis hermanos Ariel, Anabella, Jhancarla y Hazel

Diciéndoles que todo en esta vida se puede,

A mis ángeles y angelitos del cielo

Que jamás dejaron que me rinda y me cuidaron siempre.



AGRADECIMIENTOS

A Dios quien me dio todo al darme vida, y regalarme la capacidad de luchar y continuar para alcanzar mis sueños.

A toda mi familia por brindarme todo su apoyo, dejarme alcanzar mis objetivos y haberme formado como un buen ser humano, con sueños, objetivos e ilusiones que me ayudaron a cumplir.

A la Universidad Mayor de San Andrés, por presentar las condiciones para cursar mis estudios superiores.

A la Facultad de Agronomía que con un buen plantel académico y administrativo me formaron profesionalmente.

A mis asesores, Ph. D. David Cruz, Ing. Willams Murillo y Ing. Rubén Trigo, por la predisposición y apoyo constante en la realización del presente trabajo.

A mi tribunal revisor, Ing. Agr. Celia Fernández, Ing. Agr. Rene Calatayud y al Ing. Agr. Bernardo Ticona, por las observaciones precisas y sugerencias para la mejora de la presente edición.

A Ismael Mendoza Careaga y a su familia, por su apoyo incondicional y desinteresado durante toda la carrera, la culminación de esta tesis y la realización de mis sueños y objetivos.

A mis amigos y compañeros dentro de la facultad y fuera de ella por todos los momentos juntos que ayudaron a cumplir con mayor facilidad la conclusión de la carrera.



INDICE GENERAL

Índice general		
Índice de cuadros		
Índice de gráficos		
Índice de anexos		
Resumen		
		Pág.
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Objetivos	3
2	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
2.1	Generalidades	4
2.2	Importancia del Consumo de Hortalizas	4
2.3	Generalidades del Cultivo	4
2.3.1	Origen	5
2.3.2	Clasificación Taxonómica	6
2.3.3	Descripción Botánica de la Especie	6
2.3.3.1	Raíz.	7
2.3.3.2	Tallo	7
2.3.3.3	Hoja	7
2.3.3.4	Flor	7
2.3.3.5	Fruto	8
2.3.3.6	Semilla	8
2.3.4	Enfermedades	9
2.3.5	Propiedades Nutritivas	10
2.3.5.1	Composición Química	11
2.3.6	Características Especiales	11
2.3.6.1	Usos Culinarios	11
2.3.6.2	Usos Medicinales	12
2.3.7	Variedades	13
2.3.7.1	Berro Mejorado de Hoja Carnosa	15
2.3.7.2	Berro de Jardín, Lépedo o Mastuerzo	15

2.3.8	Ecología del Cultivo del Berro	16
2.3.8.1	Temperatura	16
2.3.8.2	Suelo	16
2.3.9	Manejo del Cultivo del Berro	17
2.3.9.1	Preparación del Suelo	17
2.3.9.2	Siembra	18
2.3.9.3	Densidad de Siembra	19
2.3.9.4	Riego	20
2.3.9.5	Recolección	21
2.3.9.6	Conservación	22
2.3.9.7	Comercialización	22
2.3.10	Labores Culturales	23
2.3.10.1	Fertilización	23
2.3.10.2	Riego	23
2.3.10.3	Poda	24
2.3.10.4	Deshierbe	24
2.4	Densidad de Siembra	25
2.4.1	Competencia intraespecifica	25
2.5	Ambientes Atemperados	27
2.5.1	Características de Carpas Solares	27
2.5.2	Tipos de Carpas Solares	28
3	LOCALIZACION	29
3.1	Ubicación Geográfica	29
3.1.1	Precipitación	30
3.1.2	Temperatura	30
3.1.3	Suelo	30
3.1.4	Vegetación y Topografía	31
3.1.5	Hidrología	31
3.2	Características de la Carpa Solar	31

4	MATERIALES Y METODOS	32
4.1	Materiales	32
4.1.1	Material Vegetal	32
4.1.2	Insumos	32
4.1.3	Material de Campo	32
4.1.4	Equipo e instrumentos	33
4.2	Metodología	33
4.2.1	Diseño Experimental	33
4.2.1.1	Modelo lineal	33
4.2.1.2	Factores de Estudio	34
4.2.1.3	Tratamientos	34
4.2.1.4	Dimensiones del Área Experimental	35
4.2.1.5	Tamaño de muestra	35
4.2.2	Procedimiento experimental	37
4.2.2.1	Almacigo	37
4.2.2.2	Preparación del terreno	38
4.2.2.3	Labores culturales	39
4.2.3	Variables	42
5	RESULTADOS Y DISCUSIONES	45
5.1	Variables de estudio	45
5.1.1	Temperaturas del ambiente	45
5.1.2	Temperaturas en la carpa	45
5.1.3	Análisis químico del suelo	46
5.2	Variables de respuesta	48
5.2.1	Porcentaje de emergencia	48
5.2.2	Días a la cosecha	50
5.2.3	Porcentaje de prendimiento	54
5.2.4	Altura de planta (cm)	60
5.2.5	Número de hojas	67
5.2.6	Área foliar (cm ²)	73

5.2.7	Peso de muestras (kg)	79
5.2.8	Rendimiento total (kg/UE)	89
5.2.9	Relación beneficio/costo	99
6	CONCLUSIONES	101
7	RECOMENDACIONES	103
8	BIBLIOGRAFIA	105

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1	Formula de numero de muestras 36
Cuadro 2	Tamaño de muestras 37
Cuadro 3	Análisis físico químico del suelo 47
Cuadro 4	ANVA para número de días a la cosecha 51
Cuadro 5	Prueba de Duncan 5%, para densidades en días de cosecha 52
Cuadro 6	ANVA para porcentaje de prendimiento 55
Cuadro 7	Prueba de Duncan 5%, variedades en porcentaje de prendimiento 56
Cuadro 8	Prueba de Duncan 5%, densidades en porcentaje de prendimiento 58
Cuadro 9	ANVA para altura de planta 61
Cuadro 10	Prueba de Duncan 5% - variedades en altura de planta 62
Cuadro 11	Prueba de Duncan 5% - densidades en altura de planta 64
Cuadro 12	ANVA para número de hojas 67
Cuadro 13	Prueba de Duncan 5% - variedades número de hojas 68
Cuadro 14	Prueba de Duncan 5% - densidades número de hojas 70
Cuadro 15	ANVA para área foliar 74
Cuadro 16	Prueba de Duncan 5% - variedades área foliar 75
Cuadro 17	Prueba de Duncan 5% - densidades área foliar 77
Cuadro 18	ANVA para peso por planta 80
Cuadro 19	Prueba de Duncan 5%- bloques peso por planta 81
Cuadro 20	Prueba de Duncan 5% - variedades peso por planta 83
Cuadro 21	Prueba de Duncan 5% - densidades peso por planta 85
Cuadro 22	Prueba de Duncan 5% - tratamientos peso por planta 87
Cuadro 23	ANVA rendimiento de follaje 90
Cuadro 24	Prueba de Duncan 5% - bloques rendimiento de follaje 91
Cuadro 25	Prueba de Duncan 5% - variedades rendimiento de follaje 93
Cuadro 26	Prueba de Duncan 5% - densidades rendimiento de follaje 95
Cuadro 27	Prueba de Duncan 5% - tratamientos rendimientos de follaje 97
Cuadro 28	Relación Beneficio/costo 99

INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Grafico 1 Temperaturas ambiente °C	45
Grafico 2 Temperatura de la carpa solar °C	46
Grafico 3 Días a la cosecha para densidades	53
Grafico 4 Porcentaje de prendimiento para variedades	57
Grafico 5 Porcentaje de prendimiento para densidades	59
Grafico 6 Altura de planta para variedades	63
Grafico 7 Altura de planta para densidades	66
Grafico 8 Numero de hojas para variedades	69
Grafico 9 Numero de hojas para densidades	72
Grafico 10 Área foliar para variedades	76
Grafico 11 Área foliar para densidades	78
Grafico 12 Peso por planta para variedades	84
Grafico 13 Peso por planta para densidades	86
Grafico 14 Peso por planta para tratamientos	88
Grafico 15 Rendimiento de follaje para variedades	94
Grafico 16 Rendimiento de follaje para densidades	96
Grafico 17 Rendimiento de follaje para tratamientos	98

INDICE DE ANEXOS

		Pág.
Anexo 1	CROQUIS DE ÁREA DE TRABAJO	1
1.1	Dimensiones de la carpa solar	1
1.2	Distribución de cultivos	1
1.3	Croquis del área experimental	2
Anexo 2	TEMPERATURAS	3
2.1	Temperaturas ambiente	3
2.2	Temperaturas de carpa solar	4
Anexo 3	REGISTRO DE DATOS	5
3.1	Días a la cosecha – primer corte	5
3.2	Días a la cosecha – segundo corte	5
3.3	Porcentaje de prendimiento	5
3.4	Altura de planta – primer corte	5
3.5	Altura de planta – segundo corte	5
3.6	Numero de hojas – primer corte	5
3.7	Numero de hojas - segundo corte	5
3.8	Área foliar – primer corte	6
3.9	Área foliar – segundo corte	6
3.10	Peso por planta – primer corte	6
3.11	Peso por planta – segundo corte	6
3.12	Rendimiento de follaje – primer corte	7
3.13	Rendimiento de follaje – segundo corte	7
Anexo 4	COSTOS	8
4.1	Costos de la parcela experimental	8
4.2	Costos para kg/ para hectárea	9
Anexo 5	PROPIEDADES	10
5.1	Bromatología del Berro	10
5.2	Comparación de minerales con otros cultivos	10
5.3	Composición del jarabe de rábano con berro	10
Anexo 6	FOTOGRAFÍAS	11
6.1	Preparación de terreno	11
6.2	Preparación de almacigo	11
6.3	Trasplante de plantas a área de investigación	12
6.4	Labores culturales	12
6.5	Desarrollo del cultivo	13
6.6	Cosecha de variedades	13

Anexo 6	Características genéticas de las variedades	14
6.1	Berro de agua	14
6.2	Berro de jardín	15
Anexo 7	Análisis Químico- Físico del sustrato	16

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la carpa principal de los predios del Campus Universitario de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía, ubicada en la provincia Murillo de la ciudad de La Paz. Geográficamente el campus está situado a 16°32'04" de Latitud Sur y 68°05'44" de Longitud Oeste y se encuentra a una altitud de 3445 m.s.n.m. El objetivo del presente trabajo fue el estudio del rendimiento de dos variedades de berro: berro mejorado y berro de jardín, en tres densidades: (15*15; 20*20 y 25*25) cm respectivamente, con el fin de determinar su adaptabilidad a la producción en sustrato y cual mostraba mayor rendimiento.

Para este efecto se utilizó el "Diseño Bloques al Azar con arreglo bifactorial" y tres repeticiones, cada unidad experimental presentaba una dimensión de 1,40 m de ancho y 1,50 m de largo, teniendo un área útil total de 42 m², en el que se determinó el efecto que tendrían las diferentes densidades en el rendimiento de ambas variedades. El ciclo comercial del cultivo fue de 46 y 37 días para ambas variedades respectivamente, por lo que se realizó dos cortes, debido al ciclo corto.

Con respecto al porcentaje de emergencia, se ha producido la emergencia a los 4 días después de la siembra, obteniéndose porcentajes bajos para la variedad de Berro de agua un 45 % de porcentaje de emergencia y para Berro de jardín un 50 % de emergencia.

Para el porcentaje de trasplante entre las densidades presenta (15x15) = 52 plantas, para (20x20) muestra 37 plantas y la densidad de (25x25) de 23 plantas resistentes.

El promedio de altura de planta por variedad presenta, berro de agua a 10,1 cm en el primer corte y 13,1 cm en el segundo corte. Berro de jardín obtuvo 12,3 cm en el primer corte y 14.8 cm para el segundo corte. En cuanto a la densidad de plantación, la mejor altura presenta la densidad (15x15) de 16.8 cm, (20x20) con 13.84 cm y (25x25) con 11.42 cm.

El número de hojas, para la variedad de Berro de agua presenta 21 hojas en el primer corte, para el segundo corte tiene 23 hojas, para la variedad de Berro de jardín para el primer corte muestra 17 hojas y para el segundo corte con 18 hojas. En cuanto a las densidades para (15x15) presenta 14 hojas para el primer corte, y en el



segundo corte tiene 16 hojas; en la densidad (20x20) en el primer corte muestra 14 hojas y en el segundo corte también tiene 14 hojas; para (25x25) para el primer corte 9 hojas y en el segundo corte muestra 11 hojas.

El área foliar entre la variedad Berro de agua obtuvo 45,04 cm² en el primer corte, el segundo corte tiene 58,93 cm², para la variedad Berro de jardín se tuvo 40,42 cm² al primer corte, al segundo corte 52,48 cm², entre las densidades para (15x15) en el primer corte se tuvo 45,11 cm² y el segundo 58,58 cm², la densidad (20x20) tiene 43,05 cm² y el segundo corte muestra 56,37 cm², por último la densidad (25x25) para el primer corte muestra 40,03 cm² y el segundo corte muestra 53,66 cm².

Respecto al peso por planta entre las de mayor peso obtenido se tiene la densidad B1 con 0,27 kg en el primer corte, el segundo corte muestra 0,38 kg, la densidad 2 el primer corte tiene 0,17 kg y el segundo corte 0,26 kg, la densidad 3 en el corte 1 tiene 0,09 kg, y 0,16 en el segundo corte.

En cuanto al tratamiento se obtuvo mayor rendimiento en el T1 con la variedad de berro de agua con la densidad de (15x15).

La relación beneficio /costo entre los tratamientos muestran valores positivos los tratamientos T1, T2, T3 y T4, mientras que los tratamientos T5 y T6 muestran valores menores o iguales a 1 y no son cultivo rentables.



1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la producción de hortalizas ha cobrado gran importancia en nuestro país, desde el punto de vista social genera un gran aumento en la demanda de mano de obra y aun mayor en el valor económico, sin embargo, se ha visto desde la perspectiva de la dieta alimentaria con respecto al consumo de hortalizas es insuficiente, debido a la falta de conocimiento de la gran cantidad de hortalizas con propiedades nutritivas y medicinales que se pueden producir en nuestro país.

Pierre y Galbuin (2009), indica que el berro es una hortaliza perenne que se adapta muy bien a climas fríos y cálidos. Pertenece a la familia de las Crucíferas, que engloba 380 géneros y unas 3000 especies siendo de gran importancia al ser una hortaliza que tienen alto contenido de compuestos de azufre considerados como potentes antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades.

Regmurcia (2009), muestra que el berro es de origen europeo, el berro de agua existe en estado silvestre a lo largo de los arroyos. Sus cualidades son muy apreciadas en Francia por lo que su consumo es casi frecuente.

El mismo autor indica que los persas lo utilizaban por sus grandes cualidades medicinales y era utilizado también en la alimentación de los niños, los romanos lo utilizaban para evitar la caída de cabello y la caspa, aunque en la actualidad el berro es una de las hortalizas poco conocidas en nuestro país y su consumo llega a ser escaso.

Respecto al cultivo del berro en la ciudad de La Paz no se hicieron trabajos de evaluación, debido a que este cultivo crece en su mayoría de forma acuática en arroyos y ríos, llegando a considerarla como una maleza al no ser tan conocida. El berro es una hortaliza que de a poco va tomando importancia en nuestro



continente, se realizaron evaluaciones recientes en Chile y en Brasil pero como cultivo hidropónico, observándose grandes resultados en rendimientos y económicamente.

En nuestro departamento el incremento de producción de hortalizas es muy notoria, también ha aumentado de manera significativa el control sobre las condiciones ambientales para el desarrollo de las plantas dentro de las carpas solares, creciendo en conjunto el interés del horticultor en conseguir el incremento de la cosecha y alargar las épocas de producción, impulsando a la empresa hortícola a practicar diferentes técnicas para la producción sobre todo de nuevas hortalizas.

El Berro es apreciado por su alto contenido en calcio y sus propiedades depurativas y antiescorbúticas, que se puede consumir cruda, mencionando además que tiene un ciclo corto de producción y no es exigente en aspectos de clima y suelo.

Contiene más azufre que cualquier otra verdura, a excepción del rábano picante. El azufre ayuda a la absorción de proteínas, purifica la sangre, ayuda en la creación de nuevas células y ayuda a tener un cabello y una piel sanos. El consumo de berro puede disminuir el colesterol, se ha conseguido disminuir los triglicéridos y las lipoproteínas de baja densidad (LDL-C), esta cualidad se le atribuye debido a su gran potencial antioxidante (Yazdanparast et al., 2008)

Por estas razones se pone como alternativa la producción intensiva del berro, haciendo conocer estas variedades e incorporarlas en la dieta diaria y con los resultados obtenidos dar a conocer el ingreso económico que se puede tener al producir hortalizas como el berro.

El presente estudio se realizó, para observar cuál de las densidades influye en el rendimiento del follaje de esta hortaliza, así mismo la investigación tiene el



propósito de evaluar si esta hortaliza tiene el mismo rendimiento que al ser producido en un sistema hidropónico y así aplicarlo en trabajos de investigación posteriores

1.1 OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar el rendimiento de dos variedades de berro en relación a la densidad de siembra en ambiente protegido.

Objetivos Específicos

- Analizar el efecto de las tres densidades de cultivo en el rendimiento del cultivo de berro.
- Determinar las cualidades que presentan las variedades en su crecimiento hasta la etapa comercial.
- Estudiar la interacción entre las dos variedades de berro y las tres densidades del cultivo.



2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 Generalidades

Lorente (2007), indica que cuando se habla de un cultivo hortícola se imagina una explotación intensiva con superficies no muy grandes de cultivo y bajo un índice de mecanización.

Persa y Turco citado por Benavidez (2010), mencionan que la principal diferencia entre cultivo al aire libre y en ambiente protegido es el control del ambiente que las plantas necesitan para alcanzar un máximo desarrollo.

2.2 Importancia del Consumo de Hortalizas

Hartman (1990) citado por Von (2000) reporte, que la población del altiplano presenta problemas de desnutrición debido a factores ambientales y socioeconómicos. Los pobladores del altiplano y valles adyacentes sufren altos grados de desnutrición provocada por una dieta rica en carbohidratos y bajo en vitaminas.

Tapia (1994) afirma que las hortalizas y las legumbres constituyen el complemento básico de la población la demanda de estos productos permite al agricultor producir y comercializar dos o más cosechas por año dependiendo de los cultivo que explota.

2.3 Generalidades del Cultivo

Menciona Leñano (1973), el berro ocupa un lugar relativo entre las plantas hortícolas aromáticas, dentro de la misma denominación de berros, se incluyen plantas que ofrecen ciertas diferencias entre sí.

Entre las variedades más comunes se conoce al llamado berro o ingles acidulo por



el sabor picante de sus hojas (*Lepidium sativum*), y el berro de agua, así llamado porque vive y crece en el agua (*Nasturtium officinale*), esta última variedad abunda en los remansos y las fuentes.

Benavidez (2010), indica que es una planta asociada a cuerpos de agua que crece en climas semicálidos, semisecos y secos, en donde existe matorral xerófilo, bosque de encino y mixto de pino. Se recolecta en las orillas de corrientes de ríos, arroyos y estanques. Es una planta perenne que se puede colectar todo el año. Se reproduce sexual y asexualmente por medio de esquejes (la mayoría de los vástagos crecen con raíces en cada nudo).

2.3.1 Origen

El berro se considera una planta originaria de Europa, de crecimiento silvestre en las zonas cercanas a arroyos y cursos de agua, necesaria para su crecimiento y desarrollo (INFOAGRO, 2011).

Según Regmurcia (2009), los persas lo utilizaban por sus grandes cualidades medicinales y era utilizado también en la alimentación de los niños. Los romanos lo utilizaban para evitar la caída de cabello y la caspa.

Su cultivo en Francia se remonta al siglo XVII, aunque una centuria antes Ambroise Paré, conocido como padre de la cirugía moderna, lo recetaría para aliviar la sarna en los niños. Sería ya en el siglo XIX cuando se extendería por todo el país, especialmente en los alrededores de París y la región de Normandía.

Así mismo (Pierre y Galbuin, 2009), sus propiedades antiescorbúticas ya eran conocidas desde la más remota antigüedad. En su Historia natural Plinio el Viejo indica que etimológicamente el nombre de la especie *Nasturtium* viene de *nasus tortus* que quiere decir “que hace torcer la nariz” en alusión a la mueca que



algunas personas hacen cuando se consume un berro.

Menciona Leñano (1973), en Francia y Suiza su cultivo ocupa considerables extensiones y constituye uno de los productos de mayor consumo en los meses de invierno, el berro acidulo lo cultivan en invernadero para disponer incluso en los meses más fríos del año de una ensalada con sabrosas hojuelas de sabor áspero y picante.

Los Berros son originarios de Asia Septentrional y Europa. Los principales países productos son: Dinamarca, Holanda, Francia, Bélgica e Inglaterra; siendo transportados y distribuidos de una manera muy particular y dinámica por los nómadas, a varias partes del mundo (Salas, 2007).

2.3.2 Clasificación Taxonómica

Según Lorente (2007), la clasificación taxonómica es la siguiente:

Orden	: Chaparrales
Familia	: Brassicaceae
Nombre científico	: Nasturtium officinale R. Brown
Especie	: Berro, Mastuerzo de agua, Mastuerzo acuático

2.3.3 Descripción Botánica del Cultivo del Berro

La planta de berro, también conocida como berro de agua o berro amargo, crece habitualmente en los costados de los riachuelos. Es una planta categorizada como semiacuatico, ya que en algunas ocasiones sus tallos y hojas se encuentran sobre los cursos de agua superficial (INFOAGRO, 2011).

Indica Lorente (2007), se trata de una planta vivaz, de tallo rastrero, que pertenece



a las dicotiledóneas y que posee raíces subterráneas finas y blancas que le permiten alimentarse, además de fijarlas fuertemente al sustrato.

Menciona Leñano (1973), el berro es una planta crucífera que supera ligeramente los 20 cm de altura, tiene hojas radicales recortadas, de color verde intenso, que forman un denso copete.

2.3.3.1 Raíz. Pierre y Galbuin (2009), indica que las raíces subterráneas son finas y blancas, permitiendo la fijación de la planta y su alimentación.

2.3.3.2 Tallo. Para Regmurcia (2009), su tallo muestra una longitud cercana a los 50 cm aproximadamente, de textura robusta, hueca y ramificada.

Pierre y Galbuin (2009), indica tallo ascendente es más o menos robusto, según las variedades, es largo, robusto, hueco y ramificado. Cada nudo está provisto de finas raíces adventicias, blancas, flotantes, que sirven para la alimentación de la planta.

2.3.3.3 Hoja. Para Regmurcia (2009), las hojas del berro son pinnatisectas, con segmentos abóbales u oblongos, siendo el segmento del extremo de mayor tamaño que el resto. Las hojas con marcadas nervaduras, alternas, enteras, opuestas y de tonos verdosos.

Las hojas son alternas, son enteras de color verde oscuro, son pinnatisectas, los lóbulos de la cima son oblongos, los de la base obovados (Pierre y Galbuin, 2009).

Salas (2007), indica que las hojas que oscilan entre 5 a 7 hojas, son ovales o redondas, con nervaduras muy marcadas, siendo la última la más grande.

2.3.3.4 Flor. Sus flores, amarillas o blancas, tienen cuatro sépalos, cuatro pétalos, seis estambres y un único pistilo, agrupadas en inflorescencias axilares y



terminales. Florece el berro en primavera y verano (Regmurcia, 2009).

Pierre y Galbuin (2009), indican que las inflorescencias son racimos laxos. La floración se produce de mayo a septiembre.

El mismo autor menciona que las flores, blancas o amarillentas, se disponen en pedicelos insertos perpendicularmente en el eje de inflorescencia. Son completas y regulares, es decir son actinomorfas.

- El cáliz comprende 4 sépalos iguales, extendidos en la base y dispuestos en cruz.
- La corola está formada por 4 pétalos dos veces más largos que el cáliz.
- El androceo consta de 6 estambres de los que 4 son mayores y sobresalen de la corola.
- El gineceo está formado por 2 carpelos abiertos, soldados por sus márgenes. Los óvulos son bastante numerosos. El estilo es muy corto.

2.3.3.5 Fruto. Regmurcia (2009), menciona que los frutos de berro son silicuas patentes, cortas, cilíndricas, algo arqueadas y más largas que los pedicelos.

El fruto de los berros es largo y delgado, y sus semillas se utilizan como condimento. El fruto de esta planta presenta un aspecto largo y delgado, con cierta curvatura, utilizándose sus semillas como condimento en cocina (Wikipedia, 2008).

Salas (2007), rescata que el fruto es seco largo y delgado, con muchas semillas de color amarillo-rojizo que germinan en pocos días y que al secarse se pueden utilizar como condimento .

2.3.3.6 Semilla. Para Pierre y Galbuin (2009), las semillas están dispuestas en



dos filas en cada lóculo. Son globulosas, marrones, exalbuminadas y llevan, en su superficie, ornamentos hexagonales en forma de panales de abejas ligeramente deprimidos.

2.3.4 Enfermedades y Plagas

Vanhaeff y Berilijn (1990), menciona que las hortalizas están expuestas a enfermedades, plagas y desordenes fisiológicos, sin embargo como las hortalizas son cultivos intensivos, aun los daños aparentemente leves pueden afectar el rendimiento y la calidad de la producción.

Para Maroto (1995), los berros de agua se ven afectados por diversos coleópteros, dípteros minadores, por ejemplo, *Hydrellia nasturtii Collin*, roedores, gasterópodos y diversas enfermedades criptogámicas como el mildiu de las crucíferas (*Peronospora parasitica De By*), así como por algas y plantas adventicias diversas.

El berro, al ser una planta en constante contacto con el agua, queda expuesto a contaminaciones como la duela (parásito que se transmite a través de los excrementos de los animales), por lo que es recomendable en cocina utilizar aquél que procede de cultivos controlados (Regmurcia, 2009).

Salas (2007), destaca que las plagas y enfermedades que se detallan a continuación son muy nocivas para los cultivos de berros en sus 4 clases, las plagas si no son controladas a tiempo pueden terminar con cultivos, como también producen efectos secundarios por el abuso de pesticidas para el control de plagas, y esperar un mínimo de 2 meses para el nuevo cultivo.

- Mosca blanca (Colémbolos).- El momento de la germinación provocan malformaciones y desarrollo insuficiente de la planta.
- Gusano del alambre (Coleóptero).- Raíces y tallo alteren el paso normal de



los nutrientes por medio de las raíces, provocando un desarrollo insuficiente.

- Gardamas y prodenias (Noctuidos defoliantes).- Toda la planta pueden llegar a destruir totalmente la parcela. Es muy resistente.

2.3.5 Propiedades Nutritivas

Al igual que otras hortalizas y verduras, el berro es un alimento muy rico en nutrientes. Contiene altos niveles de vitaminas A, B y C, así como cantidades considerables de yodo siempre que el suelo y el agua lo contengan (200 a 500 microgramos en cada kilo), entre los minerales contiene calcio y hierro mostrando niveles superiores a las espinacas, entre los minerales (INFOAGRO, 2011).

Pierre y Galbain (2009), también menciona que el berro contiene un glucósido: la gluconasturtina que es próxima al glucotropelosido de la capuchina. La masticación a la cocción causa la ruptura de los comportamientos celulares, la gluconasturtina se pone entonces en contacto con una enzima; la mirosinasa, lo que produce el feniletilesenevol o isocianato de feniletilo, responsable del gusto específico del berro.

El mismo autor también indica que el berro es rico en yodo si el suelo y el agua lo contienen, contiene también una provitamina A y vitaminas B1, B2 y C. De las verduras habituales es la más rica en calcio y una de las más ricas en hierro.

Menciona Leñano (1973), el berro es una hortaliza de notable valor alimenticio, por su rico contenido en vitaminas y sales minerales, entre las que se destacan las de hierro y yodo, a las cuales se debe su sabor característico.

Los berros contienen calcio, magnesio, potasio, sodio, fosforo, cloro, azufre, hierro y yodo (Duran, 2009).



Salas (2007), destaca que el berro tiene un alto contenido en sales y minerales como potasio, calcio, hierro, azufre y sodio por lo que es muy utilizado en tratamientos para enfermedades relacionadas con las defensas del cuerpo; también es muy rico en fibra por lo que es utilizado como un gran digestivo y rica en vitaminas como la C, E y beta carotenos de gran utilidad como antioxidantes que eliminan los radicales libres teniendo una importante acción en la prevención de los cánceres por este motivo. Aporta entre 15 a 21 calorías por cada 100 gramos.

2.3.5.1 Composición Química

Niñirola (2010), indica que el berro contiene vitaminas A, B1, B2, B3, B5, B6, B17, C, D, E y K. También cuenta con minerales como calcio, fósforo, potasio, hierro, sodio, magnesio, cobre, manganeso, flúor, azufre, cloro, yodo, germanio, silicio y zinc.

Ver anexo 5: El cultivo de berro comparado con otros cultivos en la cantidad de minerales.

Duran (2009), indica la composición bioquímica del berro en la cantidad que tienen de agua, proteínas, hidratos de carbono, grasa, ceniza y calorías.

Ver anexo 5: Bromatología de cultivo de berro.

2.3.6 Características Especiales

2.3.6.1 Usos Culinarios. Según, INFOAGRO (2011), es posible encontrar berros en el mercado durante todo el año, normalmente agrupados en manojos por sus tallos. Para adquirir berros frescos es necesario elegir los que presenten un aspecto vivo, de color verde intenso, con tallos y hojas en perfectas condiciones,



sin impurezas ni picados.

Pierre y Galbuin (2009), dice que el olor característico del berro de agua solo se desarrolla por trituración o por cocción. El berro a menudo se consume crudo, en ensalada, junto con nueces a dados de queso, frecuentemente sirve como elemento de decoración para platos de carnes asadas o la parrilla, al igual que el perejil.

El berro hervido se consume como las espinacas, después de escaldro en agua hirviendo con sal y refrescarlo inmediatamente después en agua helada.

Duran (2009), menciona que los berros se los considera como una legumbre predilecta, porque son refrescantes, aperitivas y fortificantes para las personas débiles. Su consumo se recomienda hacerlo desde jugos mezclados con leche, caldos, papillas, etc. Para evitar el peligro, el berro se remoja durante cinco minutos en una solución de ácido tartárico al 2% después de lavarlo en agua se puede comer sin peligro.

2.3.6.2 Usos medicinales. Niñirola (2010), señala que el consumo de berro puede disminuir el colesterol, se ha conseguido disminuir los triglicéridos y las lipoproteínas de baja densidad (LDL-C), esta cualidad se le atribuye debido a su gran potencial antioxidante.

Además el mismo autor indica que otro efecto positivo del berro en la salud humana es que, al igual que todas las Brassica, es rico en glucosinolatos. Los glucosinolatos son unos glucósidos que contienen azufre y que pueden ser hidrolizados, de forma enzimática o no, dando lugar a isocianatos y/o nitrilos.

Según (Pierre y Galbuin, 2009), el berro de agua está inscrito en el Codex medicus de 1949. El berro se ha utilizado con frecuencia para prevenir o combatir el escorbuto, es muy rico en ácido ascórbico (vitamina C) y 75 g de la planta



fresca bastan para cubrir las necesidades cotidianas.

Ya estaba presente en las farmacopeas en el siglo XVII, el jugo de berro entra en la fórmula del jarabe de rábano, compuesto administrado por sus propiedades antiescorbúticas. A continuación se muestra la fórmula de jarabe de rábano que contiene Berro en su composición, indica el mismo autor.

Ver anexo 5: Formula del jarabe de rábano compuesto por Berro.

El jarabe antiescorbútico de Portal también contiene berro en gran cantidad.

En veterinaria, el berro se ha utilizado igualmente por sus propiedades sialagosas con los grandes herbívoros domésticos.

Duran (2009) indica que su consumo se recomienda a los enfermos afectados de tuberculosis, dispepsia y especialmente a los diabéticos, limpian el hígado y los riñones de arenilla y cálculos, aumentan la secreción de la orina y el flujo menstrual; fortifican las encías débiles, favorecen la expectoración, activan la transpiración y aumentan la secreción de la saliva, es bueno el consumo por ser nutritivos y a la vez medicinales.

Duran (2007), menciona que los berros son recomendados para la bronquitis y dermatosis, son muy diuréticos, previenen la anemia, son tonificantes, depurativos y antiinflamatorios.

2.3.7 Variedades

Salas (2007), indica que existe cuatro variedades o tipos de berro que se muestran a continuación:

- **Berro Mastuerzo:** Es el más común, crece en arroyos, manantiales, así como también en terrenos húmedos. Este tiene un origen oriental, introducidos



posteriormente a Europa y América; en los Estados Unidos, es conocida como una mala hierba no comestible llamada capuchina. Una de sus particularidades es que crece muy rápidamente y se puede recoger dos o tres días después de su germinación, cuando todavía no ha terminado de desarrollarse, pero este fenómeno se da en condiciones de humedad apropiadas.

- **Berro de Fuente o de Agua:** Crece dentro del agua. Son los más nutritivos con hojas grandes de color oscuro, es una de las mejores clases en cuanto a que esta posee una gran cantidad de minerales, como hierro, sodio y fósforo, ideales para personas anémicas.

- **Berro Cocleacia:** Que se caracteriza por poseer sus hojas en forma cuchara.

Esta especie crece silvestre en la zona septentrional y occidental de Europa. En Alemania es conocida con el nombre de planta del escorbuto, ya que, por su alto contenido en vitamina C antiguamente se empleaba para paliar esta enfermedad.

- **Berro de Invierno:** Es cultivada a muy pequeña escala en Francia y Estados Unidos. Llamado berro de invierno por que crece con mayor facilidad en esta temporada por los torrenciales y continuos aguaceros y mayos fluidez de agua. Posee una característica especial en sus hojas y tallo, ya que normalmente esta planta tiene una cubierta cerosa para no absorber más agua de lo que necesita y para hacer a esta impermeable, el berro de invierno, posee esta capa cerosa un poco más pronunciada que las demás, lo que la hace ver más grande y con hojas más gruesas y prominentes.

Las dos primeras variedades son las más recomendadas para esta zona, ya que no son tan exigentes en el aspecto de clima, considerando además que son las únicas variedades que encontramos en nuestro país, para su respectivo estudio,



por esta razón se amplificara sus cualidades a continuación.

2.3.7.1 Berro Mejorado de Hoja Carnoso. Según Maroto (1995), pertenece a la familia Cruciferae y su nombre científico es el de *Nasturtium officinale* R. Br. o bien su sinomia *Rorippa nasturtium-aquaticum* (L.) Hayeck.

El mismo autor menciona que es una planta vivaz y acuática, de hojas más o menos irregulares, pinnatífidas, con foliolos oblongos y redondeados, de color verde oscuro, flores de color blanco en espigas, semillas de pequeño tamaño (1 gramo contiene 4000 semillas) y de una capacidad germinativa media de 4-5 años. Esta hortaliza es principalmente apreciada por su alto contenido en calcio y sus propiedades depurativas y antiescorbúticas, que se consume cruda, en ensalada y como condimento de algunos guisos y sopas, en forma similar a la indicada para las espinacas.

2.3.7.2 Berro de Jardín, Lépedo o Mastuerzo. Maroto (1995), indica que el mastuerzo común es una planta oriunda de Persia, introducida en Europa en los siglos XV y XVI, llamado también berro común o de tierra, martuerzo. Se aprovecha por sus hojas consumidas en ensaladas o cocidas por su sabor picante, es apreciado como preventivo de la caries, antiescorbútico, diurético.

Pertenece a la familia Cruciferae y su nombre científico es el de *Lepidium sativum* L. es una planta anual de raíz profunda, hojas en roseta, hendidas y lobuladas, de bordes festoneados, tallos ramificados y flores blancas, que tras fructificar en silicuas redondeadas producen semillas pequeñas de color parduzco y forma más o menos oblonga.

Es una planta rustica en lo referente a exigencias en clima y suelo. Tan solo le perjudican los calores excesivos. Suele sembrarse en líneas separadas 15-20 cm una vez pasado los fríos invernales, aunque en zonas templadas puede sembrarse todo el año. Si la temperatura es superior a 10-12 ° C germina a las 24



horas.

La recolección se inicia a las pocas semanas tras su siembra, cuando las plantas han alcanzado 6-8 cm. Los rendimientos que se consiguen pueden ser unas 6 ton/ha de hojas.

2.3.8 Ecología del Cultivo del Berro

2.3.8.1 Temperatura. Vanhaeff y Berilijn (1990), menciona que respecto del clima, la temperatura, la luz y la precipitación son factores importantes, además el viento puede ser un factor limitante, particularmente en la producción de hortalizas delicadas. La mayoría de las hortalizas crecen razonablemente bien en climas con temperaturas promedio entre 10 a 30°

Maroto (1995) indica que el berro se ve afectado por bajas temperaturas, por lo que en invierno se le protege en las zonas en que es cultivado, recubriéndolo de una lámina de agua. Como es una planta acuática, hay que hablar de las propiedades que deben reunir las aguas de cultivo, que han de ser ferruginosas, no ser calcáreas ni residuales y estar a una temperatura de 10 -11°C.

Salas (2007) rescata que esta especie requiere de un gran énfasis en la temperatura ya que no debe rebasar los 32 grados centígrados temperatura ambiente para que no se deshidraten, y también hay que proteger los sembríos de las heladas con una bolsa de plástico, para que el intenso frío no quemee sus hojas.

2.3.8.2 Suelo. Vanhaeff y Berilijn (1990), menciona que muchas hortalizas pueden cultivarse también en suelos franco – arcillosos y franco – arenosos. El desarrollo óptimo de las hortalizas depende también del pH del suelo y para las crucíferas el promedio es de 6,0 a 7,0, la topografía del terreno determina su aptitud para la producción efectiva de hortalizas así que terrenos con desniveles altos no soy muy



apropiados para el cultivo de hortalizas.

Ruano (1995), cita que se precisa una tierra ligera, fértil, trabajada y con bastante materia orgánica. Los suelos más adecuados son los neutros, nunca ácidos, incluso pueden ser algo alcalinos, esto también es válido para todas las hortalizas crucíferas.

Pierre y Galbuin (2009), afirma que el suelo debe ser preferentemente arcillo-arenoso o limoso-arcilloso, está ligeramente en pendiente para asegurar un flujo lento del agua y la renovación de la misma.

Para el cultivo de esta planta es necesario proveer de un sustrato muy especial, este debe ser en extremo húmedo (Regmurcia, 2009).

El suelo tiene que tener 8 cm de barro arenoso, rico en humus. Si se desea plantar semillas de berro, se siembran en tiestos que se deben mantener húmedos. (Wikipedia, 2008)

Menciona Leñano (1973), para obtener un producto tierno, se prefiere suelos ligeros y exposiciones semisombreadas y frescas, especialmente en verano. Así mismo se debe disponer de un suelo limpio de hierbas, porque un des herbaje posterior suele resultar caro y difícil.

2.3.9 Manejo del Cultivo de Berro

2.3.9.1 Preparación del Suelo. Maroto (1995), que la preparación del terreno debe ser una labor profunda para favorecer la evacuación del agua de riego principalmente en suelos de textura pesada.

El mismo autor da a conocer que en el Reino Unido, el terreno para el berro se sistematiza en tablas de 50-70 m de longitud y 5-6 m de anchura, en grupos



intercomunicados.

Laumonnier (1964), indica que se cultiva en fosas de 2-3 m de largas, 0,6 m de anchas y 0,4-0,7 m de profundidad, separadas entre sí por pasillos de 1 m. Al fondo de las fosas, 200 kg de estiércol bovino, 10 kg de sangre desecada, 6 kg de superfosfato de cal del 18 por 100 y 3 kg de SO₄K₂ por área

Pierre y Galbuin (2009), dice que se llenan de tierra vegetal fosas, de fondo firme e impermeable, de 50 m de largo por 2,5 m de ancho y 0,5 m de profundidad. El suelo, preferentemente arcillo-arenoso o limoso-arcilloso, está ligeramente en pendiente para asegurar un flujo lento del agua y la renovación de la misma.

El mismo autor indica que las siembras se hacen desde primavera hasta julio, sobre el terreno, en un suelo muy húmedo y a la sombra, en líneas paralelas espaciadas alrededor de 15 cm. es necesario regar abundantemente.

2.3.9.2 Siembra. Según INFOAGRO (2011), el berro puede ser reproducido a partir de semillas o multiplicado por esquejes. Es recomendable cultivarlo a partir de esquejes, ya que para que ocurra la germinación de la semilla deben asignársele una gran cantidad de cuidados. La siembra tiene lugar durante los meses primaverales, si se siembra a partir de esquejes tienen que ser de aproximadamente 15 centímetros de largo (Regmurcia, 2009).

Se plantan los esquejes de berro, de unos 10-20 cm. de largo, si se desea plantar semillas de berro, se siembran en tiestos que se deben mantener húmedo (Wikipedia, 2008).

Pierre y Galbuin (2009), dice que la multiplicación está asegurada por semilla, la siembra en las fosas se realiza en primavera de marzo a julio, se recubren con 5 cm de agua aproximadamente, a medida que se desarrolla la planta, se va



umentando el nivel de agua hasta alcanzar de 15 a 20 cm al final del cultivo.

Para Maroto (1995), las siembras se realizan entre marzo y julio en el Hemisferio Norte en el fondo de las fosas, a veces las siembras se hacen sobre cubos de turba prensada y posteriormente las plantitas se trasplantan a terreno definitivo. También se puede multiplicar por esquejes, aunque este procedimiento hoy en día está algo desechado.

Menciona Leñano (1973), la siembra se efectúa en primavera, en suelos saturados de humedad, se utilizan generalmente, barreños o macetas; su desarrollo es muy rápido. Es conveniente sembrar en superficies reducidas y repetir la siembra cada 20 a 30 días, para tener una producción continua.

2.3.9.3 Densidad de Siembra. Regmurcia (2009), indica que estos deben ser plantados con una separación de 20 centímetros entre cada planta y si es cultivado en más de una hilera, estas deben estar separadas por al menos 10 centímetros.

Pierre y Galbuin (2009), menciona que las siembras se hacen desde primavera hasta julio, sobre el terreno, en un suelo muy húmedo (fresco) y a la sombra, en líneas paralelas espaciadas alrededor de 15 cm es necesario regar abundantemente.

Se recomienda para este cultivo que es semiacuatico tener un terreno, cuyas raíces deben quedar fijadas en tierra, es recomendable plantarla en fosas impermeables de aproximadamente 50 metros de longitud por 2,5 de ancho y medio metro de profundidad (Wikipedia, 2008).

Leñano (1973), indica que la siembra puede realizarse al voleo o en hileras separadas entre sí unos 10 cm a razón de 3 a 4 semillas por m². En invierno se siembra en recipientes con tierra cocida y mantenerlos en sitios cálidos para



favorecer el crecimiento.

En parajes en que se disponga de un arroyuelo limpio, es fácil el cultivo abriendo una excavación de dos metros de anchura y 80 centímetros de profundidad, se abona el fondo de la excavación con estiércol y se siembran las plantillas en líneas, distantes entre sí 30 centímetros o también a tres bolillos (Duran, 2009).

2.3.9.4 Riego. Según INFOAGRO (2011), indica que cuando las nuevas plantas hayan crecido hasta los 20-25 centímetros y hayan surgido las primeras hojas, es necesario inundar con abundante agua la zona donde se encuentra el cultivo.

Regmurcia (2009), dice que a su interior se ubicará un fondo de tierra en pendiente que asegure el flujo de agua y su renovación, agua muy oxigenada, con pH neutro o ligeramente ácido, de temperatura que ronde los 10°C, sin estancamientos ni materia orgánica contaminante.

Maroto (1995), menciona que el berro al ser una planta acuática, hay que hablar de las propiedades que deben reunir las aguas de cultivo, que han de ser ferruginosas, no ser calcáreas ni residuales y estar a una temperatura de 10-11 °C.

Como norma general, y aproximadamente 7-10 días tras la siembra, cuando las plantas han alcanzado una altura de unos 2 cm, se dejan pasar una tenue lámina de agua corriente, que progresivamente se va elevando con el desarrollo de la planta, hasta alcanzar un nivel de 10-12 cm, que se mantiene a lo largo de todo el ciclo.

Por los que discurre el agua, requiriéndose aproximadamente un caudal de 2000 l/hora y m² (Stevens, 1982).

Pierre y Galbuin (2009), asegura que la producción de los mejores berros se da en



primavera, en agua oxigenada, de pH neutro o ligeramente ácido, con una temperatura del agua cercana a los 10 °C. No debe contener ninguna materia orgánica ni contaminante. La calidad del berro producido depende mucho de la regularidad de los riegos.

2.3.9.5 Recolección. La época ideal de recolección del berro se hace en el invierno, aunque se puede recoger en cualquier época del año, siempre que la planta esté fresca y sin florecer. Cuanto más joven y tierna sea la planta mayor valor culinario tendrá (Wikipedia, 2008).

Se deben cortar los tallos de berro, aproximadamente de 5 a 8 cm del nivel del suelo respetando las raíces. Las hojas pueden recolectarse regularmente, con una media de 18 recolecciones al año, evitando de esta forma su putrefacción en el agua perjudicando las raíces y se atan en pequeños manojos. Estos manojos, bien lavados, se ponen en agua para conservarlos frescos hasta su consumo (Regmurcia, 2009).

Pierre y Galbain (2009), dice que se puede hacer de 8 a 10 semanas después de la siembra. Los tallos se cortan con 20 cm de largo aproximadamente.

Maroto (1995), indica que la recolección se hace manualmente, iniciándose a las 5-6 semanas tras la siembra, colocando tablas sobre los bordes de las fosas y consiguiéndose rendimientos de hasta 10 ton/ha.

La floración prematura del berro de agua interfiere negativamente sobre la productividad, existiendo diversos factores que pueden influir en este desorden fisiológico, como una excesiva densidad de plantación, deficiencia en N, cambio climático hacia bajas temperaturas, fecha de siembra, trasplante demasiado tardío, etc. (Stevens, 1982).

Según Leñano (1973), es conveniente que las hojuelas tiernas y picantes sean



recolectadas antes de que la planta florezca. La recolección se efectúa cortando las hojas y parte del tallo, después del corte se ramifica y la planta se desarrolla mejor, obteniéndose rápidamente otra cosecha.

2.3.9.6 Conservación. La conservación del berro, al igual que otras verduras y hortalizas ricas en agua, se debe introducir en el refrigerador a una temperatura máxima de 8°C, siempre resguardado con papel film. Si aún conserva sus raíces, también es posible conservarlo en un bol con agua a temperatura ambiente (Regmurcia, 2009).

Pierre y Galbuin (2009), dice que como todas las plantas ricas en agua, el berro se conserva con dificultad. Hay que guardarlo en frío (8°C), embollado en un film protector. También se puede conservar a temperatura ambiente, en un recipiente lleno de agua, si todavía tiene raíces.

Se trata de una planta cuyas hojas y tallos se oscurecen rápidamente al contacto con el aire una vez cortados, adquiriendo tonalidades marrones o púrpuras, por lo que es conveniente consumirlos en un período relativamente corto de tiempo (Wikipedia, 2008).

2.3.9.7 Comercialización. Según Maroto (1995), la comercialización se hace en manojos de 250-300 gramos/manejo, que previamente han sido lavados con agua. La conservación frigorífica se hace a 1°C y una humedad relativa superior al 95%.

Benavidez (2010), indica que los brotes se cortan principalmente al ras de suelo y se forman manojos, o bien se cortan las hojas y se depositan en recipientes. Las hojas deben lavarse y desinfectarse cuidadosamente, para eliminar larvas e insectos, ya que incluso pueden alojar el virus de hepatitis A.



2.3.10 Labores culturales

2.3.10.1 Fertilidad del Suelo. Tisladin y Nelson citado por Salas (2010), coinciden en señalar que un cultivo de un rendimiento mayor por unidad de superficie, requerirá más elementos nutritivos que otro que tenga rendimiento menor. Este importante hecho es a menudo olvidado cuando se eligen variedades de alto rendimiento. En condiciones de baja fertilidad, una determinada variedad puede dar rendimiento por debajo de su capacidad total de producción.

Según Domínguez (1990), la fertilidad de un suelo es la capacidad de suministrar a los diferentes cultivos cada uno de los elementos nutritivos a lo largo de su desarrollo, el objetivo para mejorar la producción es precisamente incrementar la baja fertilidad del suelo, el cual si no ser capaz de suministrar el cultivo estos elementos nutritivos que le permitan alcanzar todo el posible desarrollo vegetativo.

Maroto (1995), señala que al llevar un cultivo dirigido de plantas a través de la fertilización se intenta regular el acopio de elementos minerales tratando de evitar así la deficiencia de estos elementos nutritivos.

Pierre y Galbuin (2009), indica que el abono mineral (potasio, nitrato amónico, hierro y magnesio) es necesario para asegurar el crecimiento rápido de las plantas y compensar las pérdidas debidas al medio al medio acuático circulante.

2.3.10.2 Riego. Según Maroto (1995), el manejo del agua ya se ha indicado que juega un papel importante en este cultivo. Como norma general, y aproximadamente 7-10 días tras la siembra, cuando las plantas han alcanzado una altura de unos 2 cm, se dejan pasar una tenue lámina de agua corriente, que progresivamente se va elevando con el desarrollo de la planta, hasta alcanzar un nivel de 10-12 cm, que se mantiene a lo largo de todo el ciclo.

Pierre y Galbuin (2009), indica que se recubren con 5 cm de agua



aproximadamente. A medida que se desarrolla la planta, se va aumentando el nivel de agua hasta alcanzar de 15 a 20 cm al final del cultivo.

A medida que las plantas van creciendo se va subiendo el nivel de agua, teniendo en cuenta que el riego se debe hacer con agua muy limpia, de bajo contenido de sales de calcio o magnesio. También se debe tomar en cuenta que el agua no debe superar el nivel de 25 -30 cm porque las plantas morirían (Leñano, 1973).

Duran (2009), menciona que es conveniente sujetar cada planta con unas pinzas pequeñas de madera, para impedir que el agua descubra las raíces, una vez sembradas las plantas, se hace llegar agua de fuente hasta la altura de 10 a 12 centímetros, regularizando su entrada para que corra lentamente, pero continúa.

2.3.10.3 Podas. Pierre y Galbuin (2009), menciona que la producción del berro depende de la calidad del agua que no debe estancarse. Asimismo, es necesario cortar las hojas con regularidad (18 recolecciones anuales por término medio) para evitar la asfixia de las raíces por residuos vegetales en descomposición.

Maroto (1995), dice que cuando llega el invierno, y en las zonas en que se cultiva, en las que normalmente durante esta estación la temperatura es bastante baja, las plantas son podadas intensamente y a continuación se sumergen con una lámina de agua, para evitar los posibles daños de heladas.

En cuanto las plantas han alcanzado los 5 o 6 cm de altura, se cortan las hojas al ras del suelo, así la planta tiene nuevos rebrotes. Esta poda puede hacerse varias veces teniendo posteriormente una producción más abundante (Leñano, 1973).

2.3.10.4 Deshierbe. Para evitar posteriores competencias con malas hierbas y otros patógenos, es aconsejable antes de efectuar una plantación de berros de agua, desinfectar con vapor de agua, metamsodio o dazomet, productos que, por otra parte, previenen el ataque de diversos parásitos telúricos. A veces y con



precauciones, también se emplea metobromuron a la dosis de 1 kg de ma/ha (CTIFL, 1986).

2.4 Densidad de Siembra

Quiroz, citado por Birrueta (1994) reporta, que la elección de una determinada distancia entre surcos y densidad de siembra debe tratarse de obtener una óptima población, es decir la utilización completa de la capacidad productiva de suelo capaz de nutrir un número determinado de individuos por unidad de superficie.

Hobe y Morales (1964) indican que las plantas cuando se cultivan compiten por patógenos (enfermedades), plagas (insectos y nematodos), población vegetal y otros, en este último caso puede haber competencia intraespecífica (entre el cultivo y otras especies) e interespecíficas (entre las plantas del mismo cultivo).

2.4.1 Competencia Intraespecífica (Densidades)

Las características de las plantas como rendimiento, calidad y otras variables se ven afectadas por la densidad poblacional, por lo que para cada cultivo existe un tamaño ideal de población a partir del cual se establecen las relaciones de competencia en el caso hortícola, según estos autores existen la:

- **La competencia intervegetal (efecto de la población vegetal por cada unidad de superficie).** Cuando la superficie se encuentra por debajo del nivel de competencia, el rendimiento por unidad de área se encuentra en razón directa al aumento de número de plantas, entre tanto que por encima del nivel de competencia el rendimiento por unidad de superficie está en función del cambio en rendimiento por planta (Hobe y Morales, 1964).
- **La competencia intravegetal (efecto de la población de la planta misma).** Afecta a las distintas partes de la planta, generalmente afecta al



tamaño de la flor y el fruto porque es necesario tener una densidad óptima para cada especie.

Equisquiza citado por Birrueta (1994), indica que el distanciamiento de siembra depende también del tamaño y edad de la semilla.

Patrino (1968), puntualiza que un aumento de la densidad de trasplante tiende a aumentar la masa verde producida en el campo, así mismo aumenta la manifestación de competencia que por efecto del sombreado recíproco, se reduce el macollamiento. Alta población significa un efecto competitivo entre plantas, calor, luz, agua nutriente y espacios físicos, tanto en la superficie como por debajo de la planta.

Por su parte Vigliola (1990), señala las ventajas de las altas poblaciones son:

- Aumentar el rendimiento de semilla por unidad de superficie sin afectar la calidad del producto final.
- Modifica favorablemente el hábito de crecimiento.
- Se obtiene una mayor concentración de la maduración.
- Posibilita una mejor competencia con las malezas.

Las desventajas de altas densidades son:

- Disminuye el rendimiento de semilla por planta, esto constituye una desventaja cuando se posee poco material madre y se desea una alta tasa de multiplicación.
- Dificulta las tareas de selección de planta, llegando a impedir las cuando se trata de especies que forman una roseta de hojas como ocurre en algunos cultivares.
- Dificulta las tareas contra plagas y enfermedades.



2.5 Ambiente Atemperados

Bernat et al. (1987), recomienda que la construcción de ambiente atemperado se inicia como parte fundamental de una actividad económica para la producción de un tipo de cultivo, ello implica cuidadoso estudio.

Hartman (1990), menciona que los materiales de convertir en los ambientes protegidos son importantes los materiales más utilizados pueden dosificarse en materiales de vidrio y material de plástico.

FAO (1990), indican que las carpas solo surgen en el país como respuesta a la frustración de no encontrar soluciones a problemas estructurales en el altiplano, sin embargo el ambiente atemperados no pueden soluciones a problemas de fondo si pueden tener una función como componentes de desarrollo.

2.5.1 Características de Carpas Solares

Díaz (1993), indica que los invernaderos son ambientes relativamente reducidos que permitan conformar microclimas atemperados a la vez minimizan los efectos y consecuencias de las heladas.

Estrada (1990), menciona que es importante tomar en cuenta el manejo de algunos elementos que prácticamente determinar la producción entre ellos la temperatura y la ventilación.

Lorente (2007), señala que la falta de condiciones ambientales y la mejora del interés del horticultor es conseguir el incremento de la cosecha y de alargar las épocas de producción ha impulsado a la empresa hortícola a prácticas diferentes técnicas y crear instalaciones especiales para la producción de hortalizas.



2.5.2 Tipos de Carpas Solares

Hartman (1990), manifiesta que en el altiplano boliviano se ha desarrollado diferentes tipos de carpa solar, las más comunes son túneles, medio túnel, dos aguas y el que mejor resultado fue el de media agua. La construcción por lo general es sencilla donde se utiliza adobes para muros de madera o fierro de construcción para el armazón de la cubierta y agroflim o calamina plástica para la cubierta.



3. LOCALIZACION

El presente trabajo se lo llevo a cabo en el Departamento de Nuestra Señora de La Paz, Provincia Murillo, Primera sección, en el Campus Universitario de la Facultad de Agronomía en la zona de Cota Cota perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés.

Figura 1. Mapa de ubicación del trabajo de investigación



3.1 Ubicación Geográfica

La zona de estudio se encuentra ubicada a 15 km del centro de la ciudad de La Paz que presenta los siguientes datos geográficos: presenta una altitud de 3445 m.s.n.m. y sus coordenadas referenciales aproximadas son 16°32'04" latitud Sur y 68°03'44" longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

3.1.1 Temperatura

Indica SENAMHI (2000), que presenta un clima medianamente frío y semi- seco, por lo general una temperatura máxima de 21,5 °C, temperatura media de 11,50°C y una mínima de 0,6°C.

Se presentan con frecuencia heladas leves registrándose con mayor intensidad los meses de mayo a agosto.

3.1.2 Precipitación

Presenta un precipitación pluvial de 488,53 mm a veces llegando a superiores de 500 a 600 mm anuales bajo diferentes formas, una humedad relativa de 46%, predomina vientos del suroeste en la época de verano y noroeste en el invierno, suele presentarse lluvia, granizo y pocas veces nieve.

3.1.3 Suelo

Presenta un piso ecológico donde predomina el suelo de tipo coluvial, con una textura que va desde arcilloso, franco, franco arcilloso y arcillo limoso, con bastante grava en algunos sectores, presentando un pH de 7.



3.1.4 Vegetación y Topografía

Dentro de la vegetación local existe especies de las familias como: *Poaceae*, *Chenopodaceae*, *Asteráceas*, *Leguminaceae*, arbustos y árboles de la familia *Misteraceae*.

La topografía que muestra el campus se caracteriza por ser relativamente accidentada con pendientes regulares y fuertes.

3.1.5 Hidrología

La presencia de agua se debe a la afloración de aguas subterráneas y al aporte de varios riachuelos que van aumenta el caudal y el volumen del rio en especial en épocas de lluvias, disminuyendo también así en época seca.

3.2 Características de la Carpa Solar

La carpa es de tres aguas, presenta una armazón de madera, sus paredes son de ladrillo, presenta ventanas amplias en la parte frontal y trasera, a los costados tiene pequeños ventiladores que regulan la temperatura y humedad dentro de la carpa, la carpa está cubierto con agroflim de color amarillo.

La carpa solar tiene un ancho de 21,10 m y un largo de 33,10 m una superficie total de 698,41 m².

Esta carpa tiene la principal función de producción de hortalizas como ser: tomate, frutilla, pepinillo, pimentón, papicra y otros, haciendo un adecuado rote de cultivos de acuerdo a la época y sobre todo al clima.

La carpa de estudio presenta un clima promedio anual como mínima 5,6 °C, máxima de 37,5°C y una humedad relativa de 76%.



4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Material Vegetal

- **Berro, Lépedo o Mastuerzo (*Lepidium sativum*)**. Parecido a una gramínea, de tallos erectos cercanos a los 60 centímetros, de sabor picante, similar a la mostaza.

- **Berro de agua (mejorado)**. Es una planta categorizada como semiacuatico, ya que en algunas ocasiones sus tallos y hojas se encuentran sobre los cursos de agua superficial.

4.1.2 Insumos

- Turba
- Arena
- Materia orgánica (estiércol de oveja)
- Tierra del lugar
- Aserrín

4.1.3 Material de Campo

- Almacigueras (0,6*0,5*0,15) m, construida de madera
- Regadera de 5 l
- Picotas
- Palas
- Chontas
- Carretillas



- Flexo metro
- Rastrillo
- Demarcador de densidades
- Letreros indicadores
- Libreta de anotaciones

4.1.4 Instrumentos y Equipo

- Escritorio
- Computadora
- Termómetro (°C)
- Cámara fotográfica
- Registros y Tableros
- Balanza analítica (5,00 kg.)
- pH metro

4.2 Metodología

4.2.1 Diseño Experimental

Para el análisis e interpretación de los datos tomados se empleó el diseño experimental Bloques al Azar con Arreglo Bifactorial con tres repeticiones (Calzada, 1982).

4.2.1.1 Modelo Lineal Estadístico. Según Calzada (1982), para el Diseño Bloques Completos al Azar se ha empleado el siguiente modelo aditivo para el análisis estadístico:

$$X_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} - \epsilon_{ijk}$$



X_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media general

β_k = Efecto del k-esimo bloque

α_i = Efecto del i-esimo nivel del factor A

γ_j = Efecto del j-esimo nivel del factor B

$(\alpha\gamma)_{ij}$ = Interacción del i-esimo nivel de A con el j-esimo nivel de B

ε_{ijk} = Error experimental

4.2.1.2 Factores de Estudio. Los factores en estudio fueron:

Variedad (A): a1= Berro de agua (mejorado)

a2= Berro de jardín (mastuerzo)

Densidad (B): b1= (15x15) cm planta/surco = 54 plantas/UE

b2= (20x20) cm planta/surco = 40 plantas/UE

b3= (25x25) cm planta/surco = 24 plantas/UE

4.2.1.3 Tratamientos. Los factores mencionados anteriormente fueron distribuidos al azar en seis tratamientos, como se muestra a continuación:

Tratamiento 1 = a1b1 = Berro de agua x (15x15) cm planta/surco

Tratamiento 2 = a2b1 = Berro de Jardín x (15x15) cm planta/surco

Tratamiento 3 = a1b2 = Berro de agua x (20x20) cm planta/surco

Tratamiento 4 = a2b2 = Berro de Jardín x (20x20) cm planta/surco

Tratamiento 5 = a1b3 = Berro de agua x (25x25) cm planta/surco

Tratamiento 6 = a2b3 = Berro de Jardín x (25x25) cm planta/surco

4.2.1.4 Dimensiones del Área Experimental. Las unidades experimentales tienen las siguientes características:



- Área total del campo experimental	51,00 m ²
- Ancho del campo experimental	1,70 m
- Largo del campo experimental	30 m
- Área total de la parcela experimental	42 m ²
- Ancho de la parcela experimental	1,40 m
- Largo de la parcela experimental	30 m
- Área total de los bloques	12,60 m ²
- Ancho de los bloques	1,40 m
- Largo de los bloques	9,0 m
- Numero de repeticiones o bloques	3
- Área de unidades experimentales	2,10 m ²
- Ancho de unidades experimentales	1,40 m
- Largo de unidades experimentales	1,50 m
- Número total de unidades experimentales	18
- Distancia entre bloques	0,40 m
- Distancia entre unidades experimentales	0,10 m
- Distancia de pasillo con parcela vecina	0,20 m

4.2.1.5 Tamaño de Muestras. Como se conoce la población total de plantas, se optó por el uso de la fórmula de población finita que es la siguiente, según Martínez (2003), que se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Formula de número de muestras

$$n = \frac{Z^2 N P Q}{(N-1) E^2 + Z^2 P Q}$$

Fuente: Martínez, 2003

Dónde:

n= Tamaño de muestras

Z= Nivel de confianza

P= Probabilidad éxito

Q= Probabilidad de fracaso

E= Error de estimación

N=Tamaño de la población

Utilizando la formula se obtuvieron los siguientes tamaños de muestra, teniendo en cuenta las densidades de siembra:

Nivel de confianza del 92%

Z= 1.75

P= 0.5

Q= 0.5

E= 0.08

N= d1 (15x15) = 324 plantas

d2 (20x20) = 240 plantas

d3 (25x25) = 144 plantas



Realizando los cálculos respectivos, se obtuvieron los tamaños de muestra para las densidades establecidas, este se presenta en el Cuadro 2:

Cuadro 2: Tamaño de Muestras

Densidad de Plantas	Número de Muestras
D1 (15x15)	15 muestras
D2 (20x20)	13 muestras
D3 (25x25)	11 muestras

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Procedimiento Experimental

4.2.2.1 Almacigo. Para el almacigo de las dos variedades se construyó dos contenedores de madera de 60 cm de largo, 50 cm de ancho y 15 cm de profundidad.

Esta labor se inició con la preparación y acondicionamiento del sustrato, para luego establecer el almacigo, se preparó una mezcla que consistió en 10kg de arena fina cernida en un tamiz de 0,02 mm, 15 kg de tierra del lugar, 11 kg de estiércol de oveja.

Luego de la preparación se obtuvo franco-arcilloso, para asegurar y fortalecer la germinación de semillas, obteniendo plántulas libres de enfermedades, resistentes a diferentes adversidades en las condiciones donde se trasplante.

Se desinfecto el suelo preparado con agua hervida, con una relación de 10 l/m² y se dejó enfriar durante una hora.

Nivelado estos sustratos dentro de la almaciguera se trazaron hileras de 2 cm de distancia con una profundidad de 0,5 cm, distribuyéndose 100 semillas por hilera a



chorro continuo, posteriormente se cubrió con su misma tierra sin ejercer presión, se procedió al riego hasta dejar a una humedad adecuada, se colocó paja cubriendo toda la almaciguera para evitar la evaporación de agua y el contacto directo con la luz. La siembra del almácigo se realizó el 8 de septiembre del 2011.

A las 48 horas se levantó la paja porque ya se apreciaba plantas emergidas, y el riego era diariamente hasta cumplir los 6 días para su posterior trasplante.

4.2.2.2 Preparación del Terreno

1) Limpieza. Para la realización del estudio se tuvo que limpiar restos de un cultivo anterior, se procedió al sacado de raíces que aun habían dentro del terreno, con la ayuda de picotas se removió el área de estudio ya que en su mayoría estaba compactada a una profundidad de 30 cm permitiendo la aireación del suelo. Posteriormente se hizo el desterronado del sustrato, y la eliminación de grava y piedras que perjudicaban al terreno.

2) Muestreo del Suelo. Debido a que la investigación requiere de precisión por los resultados que deben obtenerse, el muestreo de suelo del ambiente protegido siguió el método de extracción de muestras de suelo para su respectivo análisis de suelo.

La obtención de muestras de suelo fue antes de la siembra y el trasplante del material vegetal, se tomaron muestras del área de estudio según la metodología propuesta por Chilon (1996), el cual consiste en un método sistemático en dos dimensiones y semialineado Zigzag con una profundidad de 20 cm debidamente mezclada y homogenizada de la cual se tomó una sola muestra a través del cuarteo, hasta obtener un kilo de suelo.

3) Abonado. Ya desterronado el sustrato, se procedió a la aplicación de la materia orgánica para este estudio se utilizó abono ovino, a una proporción de 30 g por



planta, esparciéndolo muy bien sobre el terreno.

4) Aplicación de Sustratos. Para mejorar aún más el suelo y su estructura le aplicamos, arena cernida fina, aserrín y turba, que le dio una constitución más suelta y esponjosa al terreno, se hizo una mezcla homogénea con estos sustratos y la tierra del lugar.

5) Nivelado. Para complementar y acondicionar adecuadamente el terreno, se realizó el nivelado que consistió en remover superficialmente y romper todos los terrones con el fin de mejorar las condiciones físicas del suelo, nivelando con la ayuda de rastrillos.

Con el terreno en condiciones adecuadas se regó a capacidad de campo para mejorar y adecuar al terreno para el trasplante posterior.

Se desinfectó el suelo con formol al 5% con una relación de 40 ml * 10 l, 15 días antes del trasplante.

4.2.2.3 Labores Culturales

1) Surcado. Se delimitó los surcos que separaban con los cultivos vecinos, dividiéndose después los respectivos bloques, enmarcándolos con grandes estacas y cuerda de color amarillo, después se dividió las unidades experimentales formando pequeñas fosas para permitir que el agua llegue a encharcarse y poder satisfacer la cantidad necesaria de agua al cultivo.

2) Sistema de Trasplante. Para tener precisión en las dimensiones para cada densidad, se utilizó un instrumento construido de madera que permitió encuadrar los lugares donde se distribuyó cada planta.

3) Profundidad de Trasplante. Una vez marcado cada unidad experimental se



realizaron pequeños hoyos de 5 cm de diámetro en cada lugar marcado.

4) Trasplante. El trasplante se efectuó el 14 de septiembre del 2011 a los seis días después de la siembra, para el trasplante primeramente se regó con bastante agua para evitar romper las raíces y de esta manera facilitar la separación entre plántulas.

Las plantas tomadas para el trasplante fueron las más vigorosas de una longitud de 5 a 6 cm y de 3 a 4 hojas, 10 días aproximado después de la siembra, el trasplante se realizó a raíz desnuda durante la mañana, acompañada del riego.

5) Refallo. Pasado los 3 días después del trasplante y con la finalidad de reemplazar aquellas plántulas que han sido dañadas o muertas se procedió a la reposición de las mismas para mantener la uniformidad de las densidades de las plantas, luego se eligió a las más vivaces para que sirvan de muestras para el análisis estadístico.

6) Deshierbe y Remoción del Suelo. Estos se realizaban cada 5 días debido a que el crecimiento de otras plantas era constante por el riego seguido que dábamos a los berros, esto se realizó con la ayuda de rastrillos pequeños para no dañar a las plantas.

7) Riego. La labor principal consistió en el riego, ya que es de conocimiento que esta especie crece en riachuelos o ha orillas de los ríos por lo que exige constante agua para un mejor crecimiento, el riego fue cada día en dos tiempos por la mañana y por la tarde, con una frecuencia de una hora por periodo, dejando siempre encharcado.

8) Control de Plagas. Durante el periodo vegetativo se presentaron algunas plagas, sin embargo se aplicó un plaguicida preparado caseramente.



Los daños directos observados son el reformismo de las hojas y la presencia de pulgones en el envés de las hojas, perjudicando al crecimiento y por consiguiente a la comercialización del berro.

9) Cosecha. Para la cosecha se tomó en cuenta la información obtenida sobre este cultivo, que era regirse por el tamaño que debe ser aproximadamente de 20 cm de altura y transcurrido alrededor de 5 semanas evitando siempre la floración ya que pasado esta etapa la planta tiende a ser amarga y muy picante y su consumo es difícil.

Para el estudio se realizaron dos cortes para notar el grado de producción en cada corte, el primer corte se realizó a los 48 días después de la siembra dejando 5 cm sobre la base para que continúe su crecimiento, en el segundo corte se extrajo a los 37 días pasado el primer corte el toda la planta. La cosecha se hizo manualmente durante tres días respectivamente para poder sacar lo más uniforme posible.

Con las manos y tijeras de podar se podaron los tallos gradualmente en horas de la mañana con el propósito de evitar la deshidratación, luego fueron pesadas en una balanza de precisión y colocadas en bolsas identificándolas para evitar confusiones posteriormente fueron acomodadas en canastas después se trasladaron al mercado.

10) Comercialización. Esta fase del ciclo productivo se pudo realizar de manera similar a lo que se comercializan sus productos los agricultores. El producto cosechado se lavó y se eliminó hojas de aspecto deteriorado, se colocó dentro de bolsas de celofán con un peso de 250 g por variedad, estos se sellaron y se los llevo a la venta al mercado de la Zona de Achumani, a un precio de 3,50 bolivianos la bolsa.



4.2.3 Variables de Respuesta

1) Porcentaje de Emergencia. Este dato sirvió para determinar en cifras numéricas cuantas semillas llegaron a emerger en las condiciones de suelo y clima a las cuales se sometió el cultivo. Se evaluó a los 4 días después de la siembra con un conteo manual de planta por planta emergida.

2) Número de días a la Cosecha. Este parámetro fue evaluado por los días que duró la etapa comercial de cada variedad de berro en las tres densidades desde la siembra hasta la cosecha para los respectivos cortes.

3) Porcentaje de Prendimiento. Este dato se tomó pasado los 2 días después de trasplante, para poder hacer el refalle de las plantas muertas y las que no prendieron, esta evaluación se realizó solo para el primer corte.

4) Número de Hojas. Se realizó un conteo manual y metódico de todas las hojas por planta muestreada, este se contó a partir de los 5 días después del trasplante hasta la cosecha. Este dato se tomó cada 5 días.

5) Altura de Planta (cm). Para esta evaluación se utilizó simplemente una regla para medir la longitud de la planta, desde el nivel del cuello de la planta hasta el ápice de la hoja más alta, se midió en unidades de cm. La evaluación se hacía cada 5 días, descartando las plantas ubicadas en los bordes por el efecto de bordura.

6) Área Foliar (cm²). Esta evaluación se realizó terminado el ciclo de producción en cada corte, esta variable se obtuvo a través del programa Sigma Scan Pro 5,0 que determina la velocidad con que la planta ocupa el área de suelo disponible. Este parámetro se evaluó en cm².

7) Peso por plantas (kg). En el momento de la cosecha en cada corte se



separó las plantas muestreadas del rendimiento total para notar la producción en cada unidad experimental, el instrumento para medir el peso fue una balanza analítica de (5,00Kg).

8) Rendimiento de follaje comercial (Kg/UE). El cálculo del rendimiento se efectuó pesando las plantas por cada unidad tomando en cuenta también las muestras, la unidad experimental presento una dimensión de 1,5 m². Este parámetro se midió en kg parta los dos cortes.

9) Análisis de Costos de Producción. En la presente investigación se ha tomado en cuenta la rentabilidad de las variedades, se realizó siguiendo el método de costos marginales para la estimación de estos costos comparativos, metodología utilizada para la evaluación económica en campos de la agricultura (CYMMYT, 1988), por lo que se tiene el siguiente desglose económico.

i. Ingreso Bruto:

$$IB = R \times P$$

Dónde: IB= Ingreso Bruto

R= Rendimiento

P= Precio en el mercado

ii. Ingreso Neto del Cultivo

$$IN = IB - CP$$

Dónde: IN= Ingreso Neto del Cultivo

CP= Costos de Producción

iii. Relación Beneficio/Costo:

$$B/C = IB/CP$$

Dónde: B/C= Beneficio/Costo

IB= Ingreso Bruto

CP= Costos de producción



La relación beneficio costo se la determina de la siguiente manera:

La relación $B/C > a 1$ Los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción, por lo tanto el cultivo, el agricultor tiene ingresos.

La relación $B/C = a 1$. Los ingresos económicos son iguales a los gastos de producción, por lo tanto el cultivo no es rentable porque solo cubre los gastos de producción, el agricultor no gana ni pierde.

La relación $B/C < a 1$. No existe beneficios económicos por lo tanto el cultivo no es rentable, el agricultor pierde.

Perrin (1981), define a los costos de producción al desembolso o gastos de dinero que se hace en la adquisición de insumos o recursos empleados para producir bienes y servicios, sin embargo el termino costos es muy amplio, ya que significa el valor de todos los recursos que participan en el proceso productivo de un bien en cantidades y en un periodo de tiempo determinado.



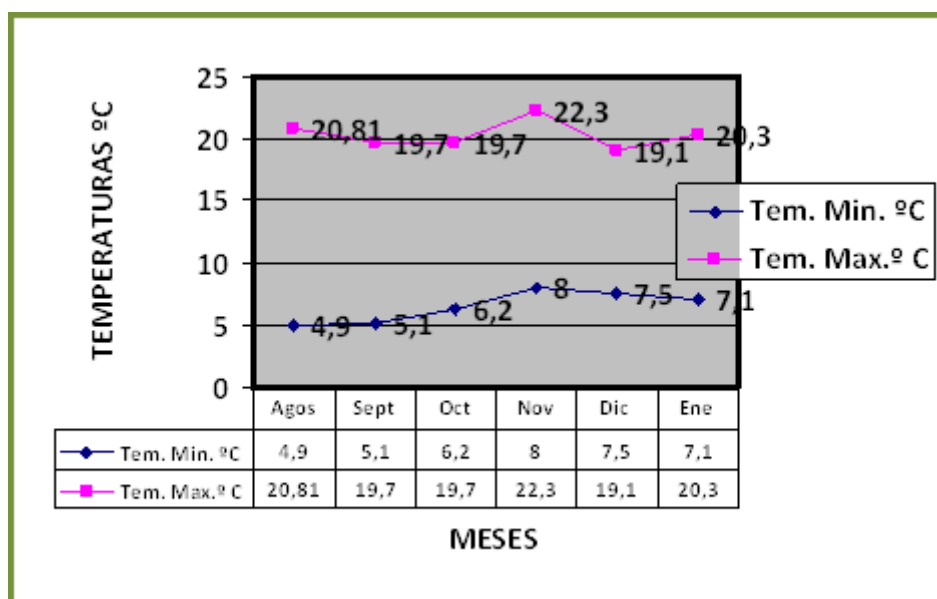
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Variables de Estudio

5.1.1 Temperatura Ambiente

Las temperaturas se obtuvieron gracias al centro meteorológico de la zona Sur, que midió las temperaturas máximas y mínimas, desde el mes de agosto de la gestión 2011 hasta el mes de enero de la gestión 2012. En el Grafico 1 se muestra las temperaturas promedios de los meses de evaluación.

Grafico 1: Temperaturas Ambiente °C



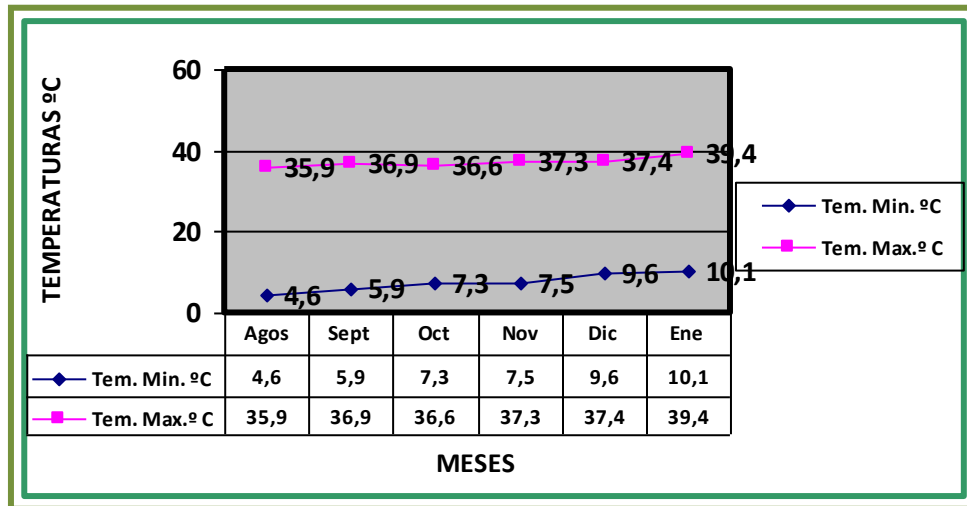
5.1.2 Temperatura en la Carpa

Las temperaturas mensuales registradas dentro de la carpa durante la realización del estudio que fue desde el mes de agosto de la gestión 2011 hasta enero de la gestión 2012, donde la máxima media extrema se produce en el mes de enero con 39,47°C y la mínima media extrema se produjo en el mes de septiembre con 4,65°C. En el Grafico 2 se muestra las temperaturas dentro la carpa durante el



periodo de evaluación.

Grafico 2: Temperaturas promedio mensual máxima y mínima de la carpasolar, gestión 2011/2012.



Al comparar estos resultados con lo que indica Maroto (1995) que el berro se ve afectado por bajas temperaturas, afirmándose que la temperatura óptima para el crecimiento de esta especie es de 5°C a 37° C dentro de un área atemperada.

Mostrándose que tanto las temperaturas máximas y mínimas registradas dentro de la carpasolar no sobrepasaron las exigencias de temperatura de este cultivo, lo que su crecimiento no se vio afectado por que el trabajo se realizó en época de primavera y verano.

5.1.3 Análisis Químico del Suelo

En el Cuadro 3 se detalla los resultados obtenidos del análisis de suelo que se realizó en el Instituto Ecológico de la U.M.S.A.



Cuadro 3: Análisis Físico - Químico de suelo de la parcela experimental

Características	Resultados
PH en agua 1:5	6,21
Arena (%)	36
Limo (%)	32
Arcilla (%)	32
Clase textural	Franco arcilloso
Grava (%)	24,2
Conductividad eléctrica (μ s/cm)	0,188
Nitrógeno asimilable (%)	0,33
Fosforo asimilable (mg/kg)	31,31
Potasio (meq/100gr)	0,74
Calcio (meq/100 gr)	13,05
Magnesio (meq/100 gr)	4,61
Sodio (meq/100 gr)	0,22
Materia orgánica (%)	6,07
Carbonatos libres (%)	Presente

Fuente: Análisis efectuado en Instituto de Ecología UMSA

Según el análisis físico- químico el suelo pertenece a la clase textural franco arcilloso, pH de 6,2, ligeramente ácido, 6,07 % de materia orgánica, 0,33 % nitrógeno asimilable, 31,31 ppm de fosforo asimilable y 0,74 meq/100 gr de potasio. Por lo tanto, se ejecuta a lo manifestado por Maroto (1995), que el pH es de 6,0 a 7,0, con suelos franco y franco arcillosos, con buen contenido de materia



orgánica.

Mostrando una vez más que el sustrato que se preparó para el cultivo de berro cumplió con las exigencias para su crecimiento, llegando a tener un pH de 6,2 que entra en los parámetros de aceptación para su desarrollo y que la clase textural es franco arcilloso lo que permite que el drenaje del agua es lenta lo que facilita al encharcamiento del agua lo que exigía esta especie.

5.2 Análisis de Variables de Respuesta

Los parámetros de evaluación fueron: porcentaje de emergencia en la almaciguera, porcentaje de prendimiento, días a la cosecha, número de hojas, altura de planta, área foliar, peso de planta, rendimiento total, todos evaluados después del trasplante a excepción del porcentaje de emergencia. Estos parámetros sirvieron para la evaluación respectiva de los dos cortes que se realizaron para este cultivo. Tomando en cuenta que los parámetros de crecimiento para las variables de respuesta se basó en trabajos de evaluación en especies de la misma familia del cultivo de berro.

De acuerdo al Diseño Experimental utilizado en el presente trabajo de investigación los Análisis de Varianza (ANVA), con sus correspondientes Coeficientes de Variación (CV %), y las comparaciones de medias (DUNCAN al 5%), efectuadas con tales datos y las interpretaciones respectivas se presentan a continuación por separado para cada parámetro de evaluación, los resultados obtenidos son:

5.2.1 Porcentaje de emergencia en la almaciguera

La emergencia de los plantines de berro, en la variedad de berro mejorado (*Nasturtium officinale*) fue del 45 % y en la variedad del berro de jardín (*Lepidium sativum*) fue del 50 %, cada uno evaluado en cien semillas sembradas



por hilera, los datos obtenidos fueron tomados después de 5 días pasada la siembra.

La diferencia de emergencia de una variedad a otra fue de un 5 %, sembrado en un mismo sustrato. Estos bajos porcentajes de germinación pueden deberse a la calidad de la semilla utilizada y a la falta de un tratamiento pre germinativo.

Aquellas variedades de nueva introducción, procedentes del extranjero o de otras regiones, cuyo valor no reconoce bien, tiene que someterse a un tratamiento más riguroso, utilizando campos de ensayo, por surcos de los distintos tipos durante los dos primeros años se cultivaran en surcos cortos , a fin de determinar la pureza y sus características.

Ekanayake (1994), menciona que cuando se presenta la falta de agua en esta, el porcentaje de emergencia puede ser escasa por ser una etapa de mayor vulnerabilidad. Sin embargo los factores relacionados con el cultivo, como el brotamiento y el reposo, también afectan la emergencia. Por otra Torrez (1984), indica que después de la germinación y en forma gradual la temperatura del aire se vuelve de gran importancia para las etapas vegetativas y generativas. Es muy importante tener consideración que el punto crítico es variable para diferentes cultivos, generalmente es una temperatura cercana de 6 a 7 °C, a partir de la cual entra en actividad de la planta, así mismo la emergencia ocurre cuando aparecen las plantas en un a 50% de la superficie cubierta.

Fossat (1987), con relación al almacigo recomienda utilizar el mismo sustrato del cultivo, en el ensayo se utilizó tierra común, arena, y materia orgánica.

El medio ambiente es un factor importante para el comportamiento fisiológico del cultivo acompañado por la intensidad de luz, fertilidad, humedad y la estructura del suelo, que son factores que determinan la uniformidad de la emergencia al respecto (Maroto, 1995) indica que el medio debe ofrecer una buena condición de



producción, una buena fertilidad y humedad y buen estructura del suelo para obtener plántulas de tamaño aceptable.

5.2.2 Número de días a la cosecha

En el Cuadro 4, se muestra el análisis de varianza para el número de días a la cosecha por dos variedades, trasplantadas a tres densidades en el centro experimental de Cota Cota.

Para bloques en ambos cortes no se presentaron significancias es decir que la disposición de bloques no tuvo influencia en los días de cosecha.

En el Factor A (variedades de berro) en ambos cortes tampoco se presentaron significancias por lo que la disposición de variedades en los distintos tratamientos no influyo en el tiempo de cosecha.

Para el Factor B (densidades de siembra), el análisis de varianza muestra en ambos cortes que para la variable de días a la cosecha hay diferencias altamente significativas entre las densidades de ($F_c=60,58$) para el primer corte y ($F_c= 13,5$) en el segundo corte.

La interacción de variedades de berro con las densidades de plantación no presentó significancia en ninguno de los dos cortes



Cuadro 4. Análisis de varianza para el número de días a la cosecha del cultivo de Berro, ambos cortes

F V	GI	F(Cal.) Primer Corte	F(Cal.) Segundo Corte	F(Tab.) 0.05	F(Tab.) 0.001
Bloque	2	1,4 N.S.	1 N.S.	4,1	7,56
Variedad(A)	1	1,4 N.S.	1,93 N.S.	4,96	10,04
Densidad (B)	2	60,58 **	13,5 * *	4,1	7,56
A*B	2	2,5 N.S.	3,77 N.S.	4,1	7,56
Error	10				
Total	17				

Fuente: Elaboración propia

CV= 0,85 % primer corte

CV= 2,86% segundo corte

El coeficiente de variación para el primer corte es de (CV=0,85 %) y en el segundo corte es de (CV=2,36 %), que ambos se encuentran en los parámetros estadísticos altamente confiables (Vásquez, 1990), mostrando también que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, pese a que al extraer de la almaciguera de berro no se tuvo homogeneidad en cuanto a tamaño y grosor de los tallos, observándose que las plántulas de mayor tamaño tendieron a prenderse más rápidamente.

Los días a la cosecha alcanzados para las densidades de siembra no tuvieron tanta diferencia estadística, debido en parte a un similar crecimiento y desarrollo de parámetros intrínsecos en el punto de madurez comercial, frente a factores



como temperatura e intensidad lumínica.

La prueba de Duncan al 5% de probabilidad el Cuadro 5, nos indican que la densidad 1 (15x15) cm entre plantas es diferentes respecto a las densidades 2 y 3, esta diferencia probablemente se deba posiblemente a la competencia que haya entre plantas de agua, nutrientes y agua.

Cuadro 5. Comparación de promedios por la prueba múltiple de Duncan para número de días a la cosecha, ambos cortes

Densidades de siembra	Primer Corte		Segundo Corte	
	Número de días	Duncan (5%)	Número de días	Duncan (5%)
Densidad 3 (25x25)	48	A	37	A
Densidad 2 (20x20)	46	B	36	B
Densidad 1 (15x15)	45	C	35	C

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en la densidad de siembra 3 (25x25 cm) planta/surco fue superior en número de días a la cosecha en ambos cortes con 48 días en el primer corte y 37 días en el segundo corte, donde existen una diferencia de la primera a la tercera en 3 días, esto también puede deberse a las características genéticas y las condiciones climáticas de las dos variedades que pudo afectar al tiempo de cosecha.

Por otra parte la densidad de siembra 2 (20x20 cm) planta/surco fue superior en 1 día a la densidad 1 de (15x15 cm) planta/surco con 46 días en el primer corte y 36 días para el segundo corte, y la densidad 1 obtuvo en el primer corte 45 días y 35

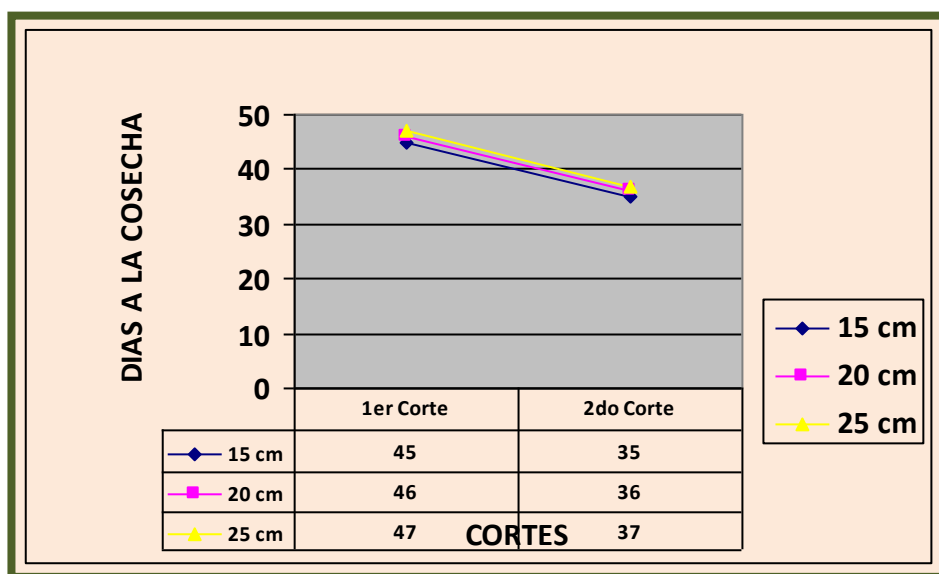


días para el segundo corte.

Mostrando que la densidad 1 de (15x15 cm) planta/surco fue la más precoz al momento de la cosecha, que en el caso de este cultivo los días a la cosecha más cortos son buenos ya que pasado esta etapa el cultivo tiende a ser picante y florece, siendo poco agradable para el consumo.

La poca diferencia entre días a la cosecha entre las densidades de siembra en ambos cortes es probablemente debido a la similitud en cantidad de luz y nutrientes disponibles para cada individuo, como a cierta tolerancia de la variedad a elevadas temperaturas y una mayor orientación vertical de las hojas, frente a una mayor concentración de aire seco presente en la densidad de (25x25 cm) planta/surco.

En la Grafica 3, muestra el efecto del número de días a la cosecha en densidades de siembra, ambos cortes.



El comportamiento de las variedades en las diferentes densidades de cultivo, posiblemente puede atribuirse a una mayor susceptibilidad de esta a la formación de follaje a temperaturas por encima de los 25 °C, acelerando el crecimiento de las



hojas que vienen a ser el primer indicado de madurez para las variedades de berro.

Para la cosecha del berro se debe evitar la floración temprana del berro que interfiere negativamente sobre la productividad, existiendo diversos factores que pueden influir en este desorden fisiológico, como una excesiva densidad de plantación, deficiencia en N, cambio climático hacia bajas temperaturas, fecha de siembra, trasplante demasiado tardío, etc. (Stevens, 1982).

5.2.3 Porcentaje de prendimiento

Para el porcentaje de prendimiento se hizo un conteo de las plantas vivas que resistieron el traslado del almácigo a sustrato fijo, pero cada tratamiento tenía una cantidad respectiva de plantas que debían trasplantarse para cada una de las densidades estudiadas y son las siguientes: para el tratamiento T1 y T2 con una densidad de (15x15) cm planta/surco el número de plantas a trasplantarse es de 54 plantas. Para los T3 y T4 de densidad (20x20) cm planta/surco debe ser 40 plantas y para los tratamientos T5 y T6 de densidad (25x25) cm planta/surco el número de plantas es de 24.

El Cuadro 6, nos muestra el análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento y donde se encuentran que para bloques no se presentaron significancias es decir que la disposición de bloques no tuvo influencia en el porcentaje de trasplante.

En el Factor A (variedades de berro) se presentó significancia por lo que la disposición de variedades en los distintos tratamientos influyo al momento de trasplante.

Para el Factor B (densidades de siembra), presenta diferencias altamente significativas. Respondiendo en las tres densidades de forma favorable después



del trasplante.

La interacción de variedades de berro con las densidades de plantación no presento significancia.

Cuadro 6. Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento

FV	GL	F(Cal.)	F(Tab.) 0,05	F(Tab.) 0,001
Bloque	2	0,419 N.S.	4,1	7,56
Variedad (A)	1	9,48 *	4,96	10,04
Densidad (B)	2	494,66 **	4,1	7,56
A*B	2	1,226	4,1	7,56
Error	10			
Total	17			

Fuente: Elaboración propia

CV= 4,27%

El coeficiente de variación para es de (CV= 4,27%) y se encuentra en los parámetros estadísticos altamente confiables (Vásquez, 1990).

Según el análisis de varianza el factor de variedad y densidad para la variable de porcentaje de prendimiento la utilización de diferentes variedades y densidades de siembre afectan estadísticamente a estas variables, por lo cual en lo posterior se determinara cual puede ser la mejor opción entre las variedades y densidades en estas variables.

En el Cuadro 7, se muestra los promedios por factores simples con su respectiva prueba de discriminación de medias, para la fuente de variación variedad se



puede ver que existen diferencias entre los promedios los cuales demostrado con la prueba Duncan al 5%, el cual presento índices con diferentes letras en los dos cocientes y numéricamente la variedad de berro de agua fue el que mostro el promedio elevado de 39 plantas, respecto a la variedad de berro de jardín obtuvo 36 plantas.

Cuadro 7. Prueba de Duncan para variedades de berro en porcentaje de prendimiento

Variedades	Primer Corte	
	Número de plantas	Duncan (5%)
(Berro de Jardín)	39	A
(Berro de Agua)	36	B

Fuente: Elaboración propia

En síntesis el porcentaje de prendimiento se puede observar que el efecto más notorio fue el de las variedades, al sobresalir sus cualidades morfológicas individuales en cuanto a desarrollo y crecimiento.

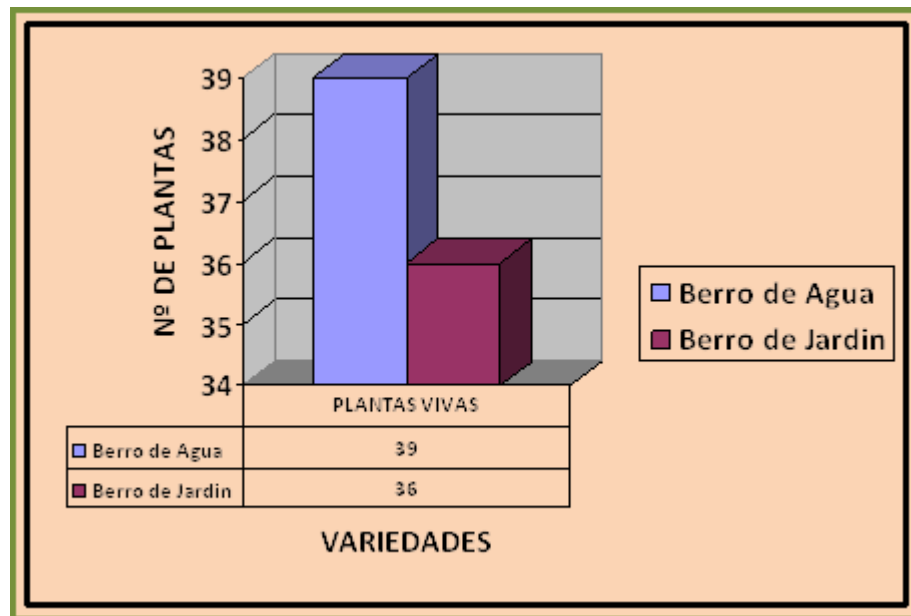
Se puede observar en el Cuadro 7 que en los niveles de variedades se produjo una mortandad principalmente a los bordes de la parcela experimental, registrándose temperaturas bajas y probablemente por el riego escaso que llegaba a las plantas de los costados, haciendo el refalle a los tres días para evitar la heterogeneidad al momento de la evaluación.

En cuanto a la variedad de berro de jardín en las diferentes densidades de siembra el porcentaje de prendimiento fue menor presentando cierta propensión perder un mayor número de individuos a causa de posible incremento en la evapotranspiración, por un mayor distanciamiento entre plantas, así como por un



limitado espacio para una adecuada labor de trasplante.

Grafica 4. Efecto de las variedades de berro en el porcentaje de prendimiento



Se puede observar en forma gráfica que la variedad berro de agua presento una superioridad en relación a la variedad de berro de jardín. Por lo que se puede asumir que estos resultados están sujetos a características genéticas de cada variedad, pudiendo responder estas en forma diferente a las condiciones de clima.

Al respecto Kramer (1974), señala que la orientación de la hoja afecta la transpiración, porque las hojas que gorman 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 traspiración como la característica reflectiva de las hojas, ya que las hojas de color mate y gruesas presentan mayor radiación y se calientan más.

Los porcentajes de prendimiento alcanzados por la variedad de berro de jardín fueron menores respecto a los obtenidos por la variedad de berro de agua (Grafico



4), tal vez atribuido a que esta primera presento una menor susceptibilidad al manipuleo, el 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 cutinica (FAO, 2004).

Cuadro 8. Prueba de Duncan para densidades de siembra en porcentaje de prendimiento

Densidades de siembra	Primer Corte	
	Número de plantas	Duncan (5%)
Densidad 1 (15x15)	52	A
Densidad 2 (20x20)	37	B
Densidad 3 (25x25)	23	C

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 7, se observa el efecto del factor en tres densidades de siembra, según la prueba de Duncan (5%) presentaron valores estadísticamente diferentes entre sí, donde las plantas con densidad alta D1, muestra un mayor número de plantas después del trasplante con índices de 52 plantas, por efecto de un mayor número de plantas por superficie, lo que no ocurre con la D2 la cual muestra un incremento menor de plantas sobrevivientes con 37 plantas con respecto a la densidad 1, se muestra también que la tercera densidad baja D3, la cual muestra una menor cantidad de plantas con 23 plantas por causa de una baja densidad de plantación y menor competencia entre plantas, tal como se aprecia en la Grafica 5.

El mayor porcentaje de prendimiento lo registro la variedad de berro de agua con una densidad de 15x15 cm planta/surco, indicando probablemente que si bien un mayor espacio entre plantas facilito el trasplante, no tuvo una adecuada humedad

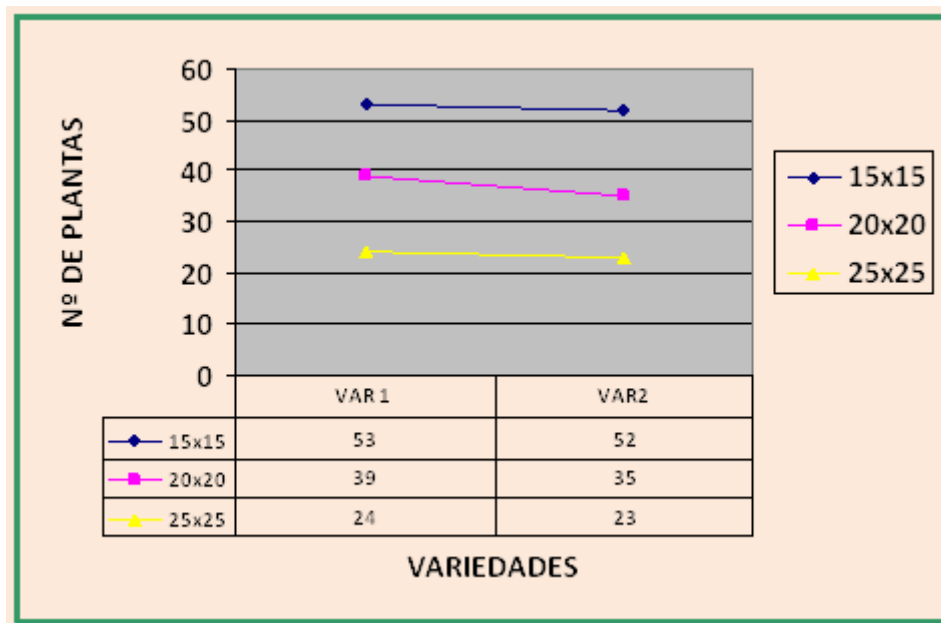


ambiental durante la etapa de adaptación, logrando una mayor pérdida de agua de los tejidos por transpiración cuticular.

En el porcentaje de prendimiento para densidades probablemente en esta especie que al tener las plantas menor distanciamiento entre plantas han logrado un incremento en la cantidad de plantas, debido a la capacidad competitiva por el área y espacio, permitiendo a la planta extraer del suelo mayor cantidad de nutrientes y en la superficie follaje mayor incidencia de radiación solar, aspecto que afecta finalmente en una mayor eficiencia fotosintética y consecuentemente mayor producción de materia orgánica asimismo mayor crecimiento de las plantas.

Los resultados reflejan el establecimiento de una población de plantas adecuadas y se deduce que densidades menores como la densidad 3 no son recomendables por presentar bajo desarrollo y altura reducida de la planta.

Grafica 5. Efecto de las densidades de siembra en el porcentaje de prendimiento



Con relación a la densidad de siembra (25x25) cm planta/surco, está registrado el menor porcentaje de prendimiento a pesar de la disponibilidad de un mayor espacio entre plantas, posiblemente causa de la presencia de características morfológicas y fisiológicas tanto en la parte aérea y radicular en la variedad de berro de agua, relativamente aptas para tolerar el trasplante

Las diferencias en su mayor parte se deben a la distribución y cantidad de plantas que se puso a cada tratamiento, del cual el número total de plantas trasplantadas en su mayoría respondieron al proceso de traslado.

5.2.4 Altura de planta (cm)

En el Cuadro 9, se presenta el análisis de varianza para la altura de planta (cm) de berro, donde en bloques en ambos cortes no se presentaron significancias es decir que la disposición de bloques no tuvo influencia en la altura de planta.

En el Factor A (variedades de berro) en el primer corte presento alta significancia ($F_c = 8,79$) en el segundo corte mostro significancia ($F_c = 17,39$) es decir que la disposición de variedades en los distintos tratamientos influyo en la altura de planta.

Para el Factor B (densidades de plantación), el Análisis de Varianza muestra en ambos cortes que para la altura de planta hay diferencias altamente significativas entre las densidades de ($F_c = 12,35$) para el primer corte y ($F_c = 56,44$) en el segundo corte.

La interacción de variedades de berro con las densidades de plantación no presentó significancia en ninguno de los dos cortes

El coeficiente de variación para el primer corte es de ($CV = 14,44 \%$) y en el segundo corte es de ($CV = 6,25 \%$), que ambos se encuentran en los parámetros



estadísticos confiables (Vásquez, 1990).

Cuadro 9: Análisis de varianza para altura de planta (cm), ambos cortes

Fuente de Variación	GL	F(Cal.) Primer Corte	F (Cal.) Segundo Corte	F(Tab.) 0.05	F(Tab.) 0.001
Bloque	2	2,93 N.S.	2,51 N.S	4,1	7,56
Variedad(A)	1	8,79 *	17,39 **	4,96	10,04
Densidad (B)	2	12,35 **	56,44 **	4,1	7,56
A*B	2	0,98 N.S.	2,09 N.S.	4,1	7,56
Error	10				
Total	17				

Fuente: Elaboración propia

CV primer corte= 14,44 %

CV segundo corte= 6,25 %

FAO (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 acusar irregularidades en la curva de crecimiento.

Según el análisis de varianza el factor de variedad y densidad para la variable altura de planta la utilización de diferentes variedades y densidades de trasplante afectan estadísticamente a estas variables, por lo cual en lo posterior se determinara cual puede ser la mejor opción entre las variedades y densidades en estas variables.

En el Cuadro 10, se muestra los promedios por factores simples con su respectiva prueba de discriminación de medias, para la fuente de variación variedad se



puede ver que existen diferencias entre los promedios los cuales demostrado con la prueba Duncan al 5%, el cual presento índices con diferentes letras en los dos cocientes y numéricamente la variedad de berro de jardín fue el que mostro el promedio elevado en ambos cortes, en el primer corte de 12,37 cm y de 14,88 cm en el segundo corte, respecto a la variedad de berro de agua obtuvo en el primer corte 10,07 cm y de 13,17 cm de altura de planta.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para variedades de berro en altura de planta, para ambos cortes

Variedades	Primer Corte		Segundo Corte	
	Altura de planta (cm)	Duncan (5%)	Altura de planta (cm)	Duncan (5%)
(Berro de Jardín)	12,37	A	14,88	A
(Berro de Agua)	10,10	B	13,16	B

Fuente: Elaboración propia

Esta característica se puede atribuir probablemente a las características genéticas de cada variedad, al tipo de suelo, factor ambiental, nutrición, exposición solar y mayor volumen de sustrato en el aporque que toma la raíz de la planta, por lo tanto el proceso de vegetación de las plantas desarrollan su sistema radicular y continuamente asimilaban nuevas partes del suelo para absorber los nutrientes del agua.

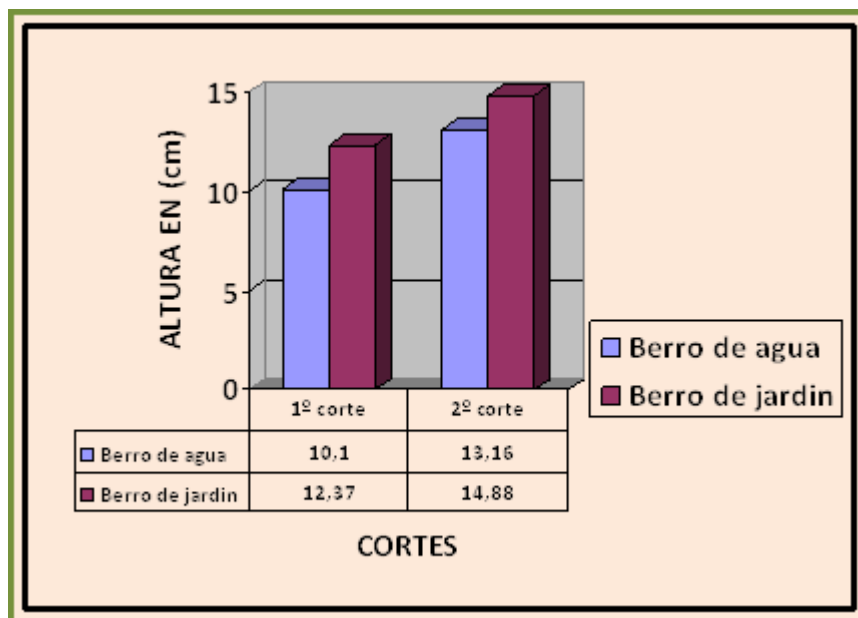
En síntesis en la altura de planta se puede observar que el efecto más notorio fue el de las variedades, al sobresalir sus cualidades morfológicas individuales en cuanto a desarrollo y crecimiento, la competencia de luz no pudo haber sido un



factor determinante al incidir en un menor porcentaje la densidad de plantación.

El crecimiento de las plantas en altura en ambas variedades se dio una curva sigmoidea en toso sus desarrollo fisiológico en promedio que aumenta día tras día debido probablemente porque el número de células va aumentando en división y alargamiento conocido como fase logarítmica.

Grafica 6. Efecto de las variedades de berro en la altura de planta (cm)



Se puede observar en forma gráfica que la variedad berro de jardín presento una superioridad en relación a la variedad de berro de agua, estas diferencias de desarrollo longitudinal de la planta que hubo entre ambas variedades de berro.

Por lo que se puede asumir que estos resultados están sujetos a características genéticas de cada variedad, pudiendo responder estas en forma diferente a las condiciones de clima.



Cuadro 11. Prueba de Duncan para densidades de siembra en altura de planta, para ambos cortes

Densidades de siembra	Primer Corte		Segundo Corte	
	Altura de planta (cm)	Duncan (5%)	Altura de planta (cm)	Duncan (5%)
Densidad 1 (15x15)	13,36	A	16,8	A
Densidad 2 (20x20)	11,59	B	13,84	B
Densidad 3 (25x25)	8,75	C	11,43	C

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 11, se observa el efecto del factor en tres densidades de siembra, según la prueba de Duncan (5%) presentaron valores estadísticamente diferentes entre sí, donde las plantas con densidad alta D1, muestra un incremento mayor en altura en ambos cortes con índices de 13,36 cm en el primer corte y 16,8 cm en el segundo corte, por efecto de un mayor número de plantas por superficie, lo que no ocurre con la D2 la cual muestra un incremento menor de altura con 11,59 cm en el primer corte y 13,84 cm en el segundo corte con respecto a la densidad 1, se muestra también que la tercera densidad baja D3, la cual muestra un incremento menor de altura con 8,75 cm en el primer corte y 11,43 cm segundo corte, por causa de una baja densidad de plantación y menor competencia entre plantas, tal como se aprecia en la Grafica 7.

Este comportamiento, puede atribuirse en parte a una posible menor intensidad lumínica presente en la densidad de cultivo D1, ya que el aumento en el área de sombra creado por plantas circundantes, cuyo número directamente proporcional a la densidad de cultivo, puede haber promovido la síntesis del fitoregulator



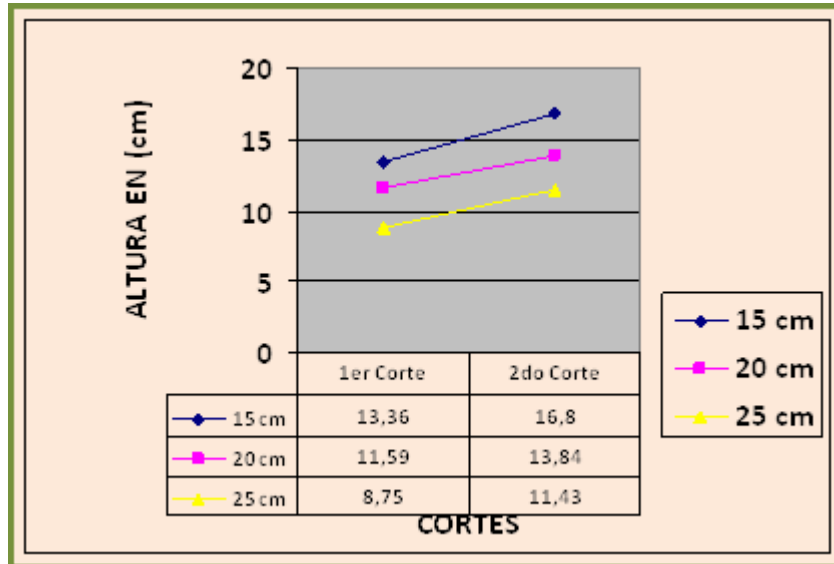
denominado Auxina, que pertenece al grupo de compuestos caracterizada por su capacidad para inducir la extensión celular de los brotes y por lo tanto en el incremento de la altura de planta, promoviendo la elongación del tallo, por medio de una mayor longitud de los entre nudos, como repuesta a la competencia intraespecifica de los individuos por la captación de luz.

En altura de planta para densidades probablemente en esta especie que al tener las plantas menor distanciamiento entre plantas has logrado un incremento, debido a la capacidad competitiva por el área y espacio, permitiendo a la planta extraer del suelo mayor cantidad de nutrientes y en la superficie follaje mayor incidencia de radiación solar, aspecto que afecta finalmente en una mayor eficiencia fotosintética y consecuentemente mayor producción de materia orgánica asimismo, mayor crecimiento de las plantas.

La respuesta de la variedad e berro de jardín fue la mejor para las tres densidades para la altura de planta, atribuyéndose que cada planta asimila mejor la absorción de nutrientes por las labores culturales realizadas.

Los resultados reflejan el establecimiento de una población de plantas adecuadas y se deduce que densidades menores como la densidad 3 no son recomendables por presentar bajo desarrollo y altura reducida de la planta.

Grafica 7. Efecto de las densidades de siembra en la altura de planta, ambos cortes



Según Ruiz (1993), señala que una alta población significa un efecto competitivo entre plantas por: luz, agua, nutrientes y espacio físico, constituyendo que esta competencia se refleja en el tamaño de la planta.

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, está controlado tanto por la división celular y elongación celular, que son dependientes de la abastecimiento de compuestos orgánicos necesarios para la conformación del protoplasma ya para plasma.

Por tanto, se puede decir que la densidad alta D1, permitió el establecimiento de una población de plantas adecuadas para el incremento de altura de planta de la planta, frente a las densidades bajas de D2 y D3 al obtener una menor altura de planta respectivamente.



5.2.5 Número de Hojas

De acuerdo a el Cuadro 12, el análisis de varianza se efectuó basando en el promedio de desarrollo que alcanzo el número de hojas lo que mostro que para bloques en ambos cortes no se presentaron significancias es decir que la disposición de bloques no tuvo influencia en el número de hojas. En el Factor A (variedades de berro) en ambos cortes presentaron diferencias altamente significativas, el primer corte ($F_c= 44,48$), en el segundo corte ($F_c= 24,71$) es decir que la disposición de variedades en los distintos tratamientos influyo en el número de hojas obtenidos.

Para el Factor B (densidades de plantación), el análisis de varianza muestra en ambos cortes que para el numero de hojas por planta hay diferencias altamente significativas entre las densidades de ($F_c= 31,25$) para el primer corte y ($F_c= 34,03$) en el segundo corte. La interacción de variedades de berro con las densidades de plantación no presentó significancia en ninguno de los dos cortes.

Cuadro 12. Análisis de varianza de número de hojas promedio, ambos cortes

FV	GL	F(Cal.)Primer Corte	F(Cal.) Segundo corte	F(Tab.) 0,05	F(Tab.) 0,001
Bloque	2	1,6 N.S.	0,25 N.S	4,1	7,56
Variedad(A)	1	44,48 **	24,71 **	4,96	10,04
Densidad (B)	2	31,25 **	34,03 **	4,1	7,56
A*B	2	0,88 N.S.	1,78 N.S.	4,1	7,56
Error	10				
Total	17				

Fuente: Elaboración propia



CV= 9,82 % primer corte

CV= 7,92 % segundo corte

El coeficiente de variación para el primer corte es de (CV= 7,92 %) y en el segundo corte es de (CV= 9,82 %), encontrándose ambos en los parámetros estadísticos altamente confiables (Vásquez, 1990).

En el Cuadro 13, se muestra los promedios por factores simples con su respectiva prueba de discriminación de medias, para la fuente de variación variedad se puede ver que existen diferencias entre los promedios los cuales demostrado con la prueba Duncan al 5%, el cual presento índices con diferentes letras en los dos cocientes y numéricamente la variedad de berro de agua fue el que mostro el promedio elevado en ambos cortes, en el primer corte de 14 hojas y de 16 hojas en el segundo corte, respecto a la variedad de berro de jardín obtuvo en el primer corte 11 hojas y de 12 hojas por planta.

Cuadro 13. Prueba Duncan para variedades de berro, ambos cortes

Variedades	Primer Corte		Segundo Corte	
	Numero de hojas	Duncan (5%)	Numero de hojas	Duncan (5%)
Berro de Agua	14	A	16	A
Berro de Jardín	11	B	12	B

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la variedad de berro de agua se comportó mejor, atribuyéndola por sus características arquitectónicas que presentan, hojas de mayor tamaño y porte pequeño donde ocupa mayor espacio de terreno por ende la fotosíntesis será



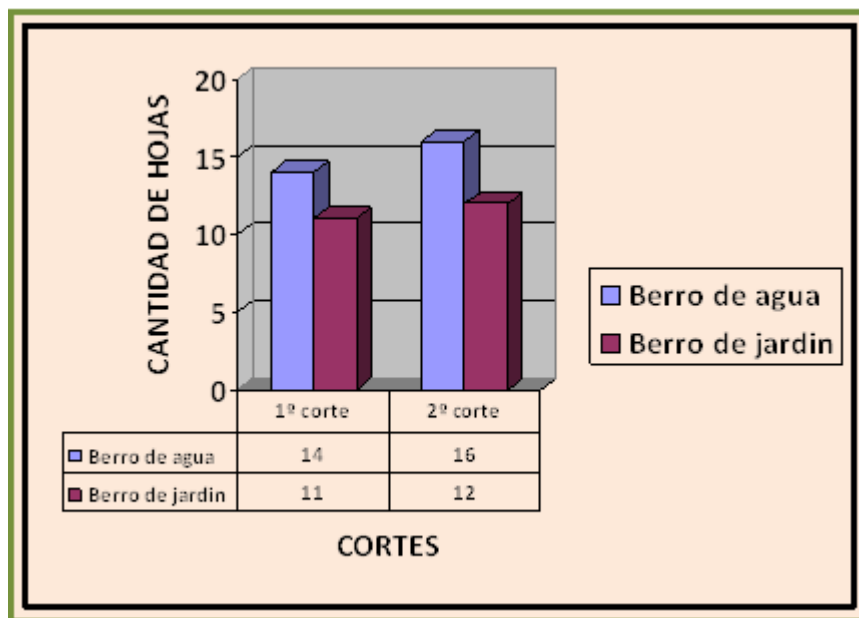
mayor para la fisiología de cada planta.

Por lo que se puede asumir que estos resultados están sujetos a características genéticas de cada variedad, pudiendo responder estas en forma diferente a las condiciones de clima.

La adaptabilidad es el comportamiento de un genotipo o una población genotípica en un ambiente y la adaptabilidad es la capacidad de hacerlo en diferentes ambientes.

En el Cuadro 11 se observa el ordenamiento de promedios mediante la prueba de Duncan del número de hojas para variedades que en su desarrollo el cultivo donde la variedad que mayor número de hojas mostro fue la de berro de agua.

Grafica 8. Efecto de las variedades de berro en el número de hojas, ambos cortes



Se puede observar en forma gráfica que la variedad berro de agua presento una superioridad en relación a la variedad de berro de jardín, estas diferencias de desarrollo en cantidad de hojas por planta que hubo entre ambas variedades de



berro.

Vargas (1995), manifiesta que en la horticultura intensiva es necesario determinar la presión poblacional adecuada de cada variedad y área geográfica, para poder hacer un manejo adecuado del cultivo y tener rendimientos con buena calidad de producto.

Según 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.

Por su parte (Chilon (1997), manifiesta que el aumento de la proporción aérea respecto a las raíces con el incremento de suministro de nitrógeno, además favorece el desarrollo de los órganos vegetativos.

Cuadro 14. Prueba de Duncan para densidades de siembra en el número de hojas por planta, para ambos cortes

Densidades de siembra	Primer Corte		Segundo Corte	
	Numero de hojas	Duncan (5%)	Numero de hojas	Duncan (5%)
Densidad 1 (15x15)	15	A	16	A
Densidad 2 (20x20)	14	B	14	B
Densidad 3 (25x25)	9	C	11	C

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 14, se observa el efecto del factor en tres densidades de siembra, según la prueba de Duncan (5%) presentaron valores estadísticamente diferentes entre sí, donde las plantas con densidad alta D1, muestra un incremento mayor en



número de hojas en ambos cortes con índices de 15 hojas en el primer corte y 16 hojas el segundo corte, por efecto de un mayor número de plantas por superficie, lo que no ocurre con la D2 la cual muestra un menor número de hojas con 14 hojas el primer corte y 14 hojas en el segundo corte con respecto a la densidad 1, se muestra también que la tercera densidad baja D3, la cual muestra un incremento menor de numero de hojas con 9 hojas en el primer corte y 11 hojas el segundo corte, por causa de una baja densidad de siembra y menor competencia entre plantas, tal como se aprecia en la Grafica 9.

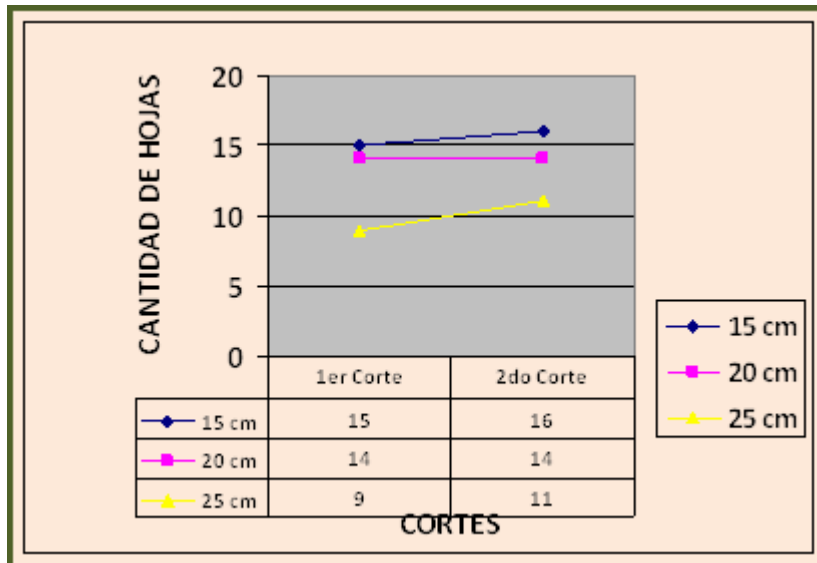
Los resultados obtenidos para el numero de hojas para densidades, muestra que los mejores resultados fueron los de la densidad 1 que es menor entre plantas de 15x 15 cm entre ellas y al explicación seria también una mayor competencia intraespecifica por nutrientes, agua y luz; por tanto menor disponibilidad de las mismas.

La luz favorece a la fotosíntesis fenómeno responsable del aumento de la masa vegetal, actuando negativamente sobre el incremento en longitud de tallos, favoreciendo en cambio el desarrollo de las hojas, ya que la falta de luz da lugar a un crecimiento desordenado de los tallos con el alargamiento de los nudos.

Los resultados reflejan el establecimiento de una población de plantas adecuadas y se deduce que densidades menores como la densidad 3 no son recomendables por presentar bajo desarrollo y menor número de hojas por planta.



Grafica 9. Efecto de las densidades de siembra en el número de hojas por planta, ambos cortes



La disminución del número de hojas por planta al aumentar la densidad de plantación ha sido el resultado obtenido tanto en berro y coinciden con los resultados de Znidarcic et al. en canónigo. Además, es Vera et al. (2006) quien atribuye dichos resultados a una fuerte competencia intraespecifica y a una limitada capacidad competitiva.

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

Yagodin (1986), confirma que la absorción más intensa de nitrógeno del suelo por las plantas y su empleo para la síntesis de aminoácidos y proteínas tiene lugar en el periodo de máximo crecimiento y formación de órganos vegetativos como los tallos y hojas.

Tislade (1991), menciona que cuando hay adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosas crecimientos vegetativos y un intenso color verde y cuando las cantidades de nitrógeno son insuficientes los hidratos de carbono se



depositan en las células vegetativas causando un adelgazamiento de las mismas.

5.2.6 Área foliar (cm²)

El Cuadro 15, el análisis de varianza para el área foliar al 5% y al 1% de probabilidad indica que la fuente de variación que para bloques en ambos cortes no se presentaron significancias es decir que la disposición de bloques no tuvo influencia en el área foliar por planta.

En el Factor A (variedades de berro) en el primer corte solo mostro diferencias altamente significativas ($F_c=65,36$) y en el segundo corte hubo diferencias altamente significativas ($F_c=190,78$) es decir que la disposición de variedades en los distintos tratamientos tuvo influencia en el área foliar.

Para el Factor B (densidades de plantación), el análisis de varianza muestra en ambos cortes que para el área foliar por planta hay diferencias altamente significativas entre las densidades de ($F_c= 26,64$) para el primer corte y ($F_c= 51,85$) en el segundo corte.

La interacción de variedades de berro con las densidades de plantación no presentó significancia en ninguno de los dos cortes.



Cuadro 15. Análisis de varianza para área foliar, ambos cortes

FV	GL	Fc PRIMER CORTE	Fc SEGUNDO CORTE	FT 0.05	FT 0.001
Bloque	2	1,68 N.S	2,4 N.S.	4,1	7,56
Variedad(A)	1	65,36 * *	190,78 * *	4,96	10,04
Densidad(B)	2	26,64 **	51,85 **	4,1	7,56
A*B	2	1,36 N.S.	2,17 N.S.	4,1	7,56
Error	10				
Total	17				

Fuente: Elaboración propia

CV= 2,8 % primer corte

CV= 1,48 % segundo corte

El coeficiente de variación para el primer corte es de (CV= 2,8 %) y en el segundo corte es de (CV= 1,48 %), encontrándose ambos en los parámetros estadísticos altamente confiables (Vásquez, 1990).

Radford (1967), menciona que la determinación de área foliar reviste de gran importancia, ya que es una medida necesaria para el computo de la intensidad de asimilación de las plantas, parámetros de gran relevancia cuando se efectúa el análisis de crecimiento de un cultivo.

Es importante considera la expansión foliar, así se presentan en el Cuadro 16, ambos cortes.



Cuadro 16. Promedios de área foliar en cm², para las variedades de berro, ambos cortes.

Variedades	Primer Corte		Segundo Corte	
	Área foliar (cm ²)	Duncan (5%)	Área foliar (cm ²)	Duncan (5%)
(Berro de Agua)	45,04	A	58,93	A
(Berro de Jardín)	40,42	B	53,48	B

Fuente: Elaboración propia

Al analizar esta variable de gran importancia comercial, observamos que la variedad de berro de agua es el cultivar con mejor área foliar con 45,04 cm² para el primer corte y 58,93 cm² en el segundo corte, debido a que presenta hojas con crecimiento en forma lateral, por tanto ocupa mayor espacio, por otra parte la variedad de berro de jardín alcanzó 40,42 cm² en el primer corte y 53,48 cm² que ocupan hojas de gran superficie y crecimiento erecto teniendo por tales razones menor área foliar.

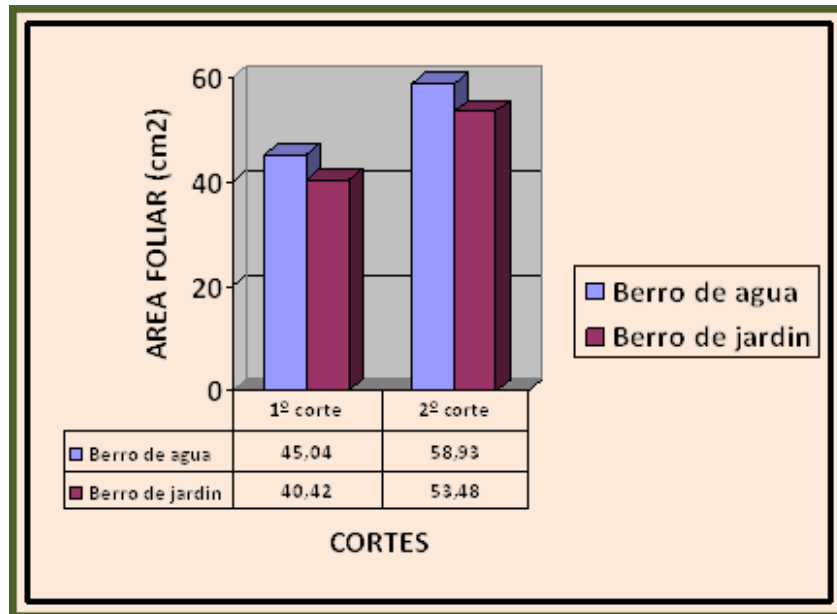
La estructura de las hojas está modificada en forma significativa por el ámbito que se desarrollan, por otra parte la superficie total de la hoja y la ordenanza de orientación de las hojas en las plantas tiene efectos significativos sobre la pérdida de agua de plantas y hojas individuales.

Al ocurrir cierta disminución del área foliar se producirá menor capacidad fotosintética, lo que puede repercutir que la parte radical disminuya y con esta cantidad de absorción de agua y nutrientes esenciales para el crecimiento. Esto probablemente afecte algunas de las variables como el caso del peso de la parte



aérea del cual disminuye ligeramente, la longitud del tallo aumenta sensiblemente y el diámetro del tallo se reduce.

Grafica 10. Efecto del área foliar sobre las variedades, ambos cortes



Vazquez (1990), menciona que al aumentar la cobertura foliar de una planta, la fotosíntesis total aumenta por existir una mayor superficie total de hojas expuestas a la luz, por otra parte cuando la población es más densa o cuando hay aumento de cobertura foliar sobre la misma superficie de terreno, las hojas se sombrean mutuamente cada vez y se limita la actividad fotosintética.



Cuadro 17. Prueba de Duncan para área foliar en densidades, ambos cortes

Densidades	Primer Corte		Segundo Corte	
	Promedio	Duncan	Promedio	Duncan
Densidad (15x15)	45,1 cm ²	A	58,6 cm ²	A
Densidad (20x20)	43,0 cm ²	B	56,4 cm ²	B
Densidad (25x25)	40,0 cm ²	C	53,7 cm ²	C

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 17, se observa el efecto del factor en tres densidades de siembra, según la prueba de Duncan (5%) presentaron valores estadísticamente diferentes entre sí, donde las plantas con densidad alta D1, muestra un incremento mayor en el área foliar en ambos cortes con índices de 45,11 cm² para el primer corte y 58,58 cm² el segundo corte, por efecto de un mayor número de plantas por superficie, lo que no ocurre con la D2 la cual muestra un menor área foliar con 43,05 cm² el primer corte y 57,37 cm² en el segundo corte con respecto a la densidad 1, se muestra también que la tercera densidad baja D3, la cual muestra un incremento menor de área foliar con 40,03 cm² en el primer corte y 53,66 cm² el segundo corte, por causa de una baja densidad de siembra y menor competencia entre plantas, tal como se aprecia en la Grafica 11.

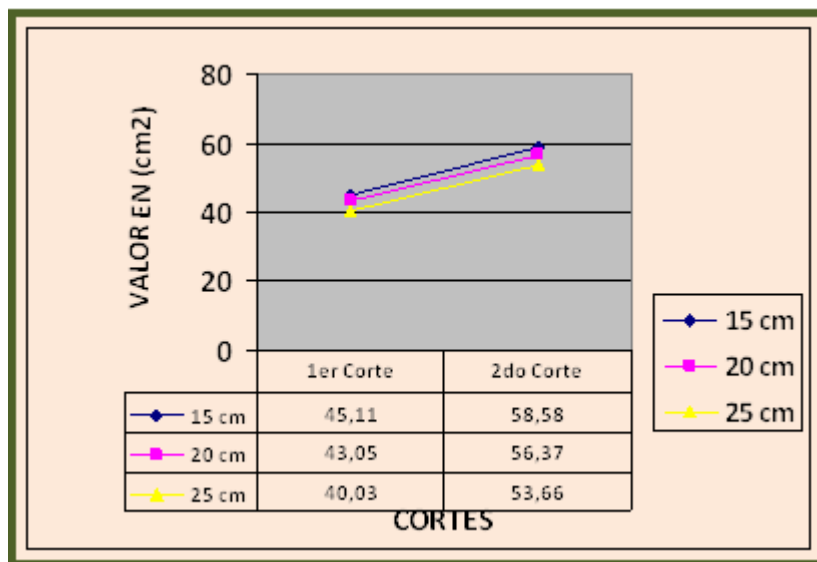
Este comportamiento puede deberse a una reducción de intensidad lumínica y disponibilidad de oxígeno edáfico en la densidad 3, en comparación a las demás densidades, provocando una menor actividad fotosintética, cuyos productos finales fueron en gran parte utilizados para el alargamiento de los entre nudos, provocando una menor emisión y expansión foliar.

Los resultados obtenidos para el área foliar para densidades, muestra que los mejores resultados fueron los de la densidad 1 que la distancia es menor entre



plantas de 15x 15 cm entre ellas y al explicación sería también una mayor competencia intraespecífica por nutrientes, agua y luz; por tanto menor disponibilidad de las mismas, mayor eficiencia fotosintética y mejor nutrición de las plantas, por tanto mayor área foliar hay mayor interacción y competencia entre plantas por nutrientes luminosidad y espacio aéreo.

Grafica 11. Efecto de las densidades de siembra en el área foliar por planta, ambos cortes



Méndez (1993), señala que el área foliar es uno de los parámetros muy importantes en la evaluación de crecimiento, la determinación adecuada de la misma es fundamental, para la correcta interpretación de los procesos en una especie vegetal.

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



Por su parte Coombs (1990), recomienda que el área foliar deber ser mediada lo más pronto posible después de cosechar. Así mismo Kramer (1974) señala que la reducción de la superficie foliar suele tener por resultado en las hojas restantes un aumento de coeficiente de pérdida de agua por unidad de superficie, finalmente las dimensiones y la forma de las hojas afectan también al coeficiente de transpiración por unidad de superficie foliar.

5.2.7 Peso por planta (kg)

El cálculo del análisis estadístico, se efectuó sobre la base del promedio en peso por planta en kilogramos sobre la base las variedades y densidades entre plantas de acuerdo a normas establecidas por el diseño empleado.

El Cuadro 18, muestra los resultados obtenidos del análisis de varianza, sobre los resultados en el ensayo, donde en el primer bloque se presentaron diferencias altamente significativas de ($F_c = 8,3$), para el segundo corte en bloques no tuvo diferencia alguna es decir que la disposición de bloques tuvo efecto en el peso de plantas en el primer corte.

En el Factor A (variedades de berro) en el primer corte presento diferencias altamente significativas ($F_c = 11,56$), pero para el segundo corte no hubo diferencias significativas, es decir que la disposición de variedades en los distintos tratamientos tuvo efecto en el peso por planta en el primer corte.

Para el Factor B (densidades de plantación), el análisis de varianza muestra en ambos cortes para el peso por planta hay diferencias altamente significativas de ($F_c = 633,06$) para el primer corte y ($F_c = 788$) en el segundo corte.

La interacción de variedades de berro con las densidades de plantación presento en ambos cortes diferencias altamente significativas de ($F_c = 21,6$) para el primer



corte y ($F_c = 15,5$) en el segundo corte.

Cuadro 18. Análisis de varianza para peso por planta, ambos cortes

FV	GL	Fc PRIMER CORTE	Fc SEGUNDO CORTE	FT 0.05	FT 0.001
Bloque	2	8,33 **	0,5 N.S.	4,1	7,56
Variedad(A)	1	11,56 **	2,22 N.S.	4,96	10,04
Densidad (B)	2	696,6 **	788 **	4,1	7,56
A*B	2	21,6 **	15,5 **	4,1	7,56
Error	10				
Total	17				

Fuente: Elaboración propia

CV= 4,3 % primer corte

CV= 3,47 % segundo corte

El coeficiente de variación para el primer corte es de (CV= 4,3 %) y en el segundo corte es de (CV= 3,47 %), encontrándose ambos en los parámetros estadísticos altamente confiables (Vásquez, 1990).

La competencia entre plantas, causada por la densidad de población, es un factor importante en el desarrollo y acumulación de materia seca por planta. El rendimiento biológico de la planta aumenta con la reducción de la densidad de población, mientras que los rendimientos por área disminuyen.



5.2.9.1 Peso por planta promedio de los bloques en follaje de berro, primer corte

En el Cuadro 19, se aprecia que el bloque 1 representa el peso por planta más alto con 1,14 kg, tiene diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Duncan, con respecto al bloque 2 con el rendimiento más bajo de 1,04 kg, el bloque 3 presenta un resultado similar en peso por planta al bloque 2 con índices de 1,06 kg.

Cuadro 19. Prueba de Duncan de peso por planta promedio de bloques

Bloques	Peso por planta kg	Significancia
Bloque 1	1,14	A
Bloque 3	1,06	B
Bloque 2	1,04	B

Fuente. Elaboración propia

Estas diferencias se pueden atribuir a la influencia por efectos ambientales como la heterogeneidad de suelo, las diferencias de humedad, incidencia de luz solar, aeración, también el rol que cumple la materia orgánica en el proceso de humificación que libera elementos nutritivos en un mayor o menor grado a la cantidad incorporada.

Otro de los factores influyentes es la densidad de plantación, donde las densidades altas tienden a presentar rendimientos altos en relación a las densidades bajas y finalmente la variedad que es otro de los factores



determinantes en el peso por planta de acuerdo a las características fenotípicas y genotípicas presentes en el cultivo.

5.2.9.2 Peso por planta para variedades

La variedad de berro de agua presenta un hábito de crecimiento con ramas laterales de hojas más o menos irregulares, pinnatífidas, con folíolos oblongos y redondeados, no crecen de manera erecta como el berro de jardín.

Debido a esta forma de crecimiento y desarrollo morfológico, las plantas tienden a la mayor cobertura superficial causando competencia entre plantas aledañas y en caso de este cultivo favorece su desarrollo vegetativo, estas características morfológicas pueden implicar el alto peso por planta 0,18 kg en la variedad de berro de agua.

La variedad de berro de jardín presenta un hábito de crecimiento erecto, las hojas en roseta, hendidas y lobuladas, con tallos ramificados. Probablemente estas características sean causales de haber presentado el menor peso por planta de 0,17 kg en el primer corte en la variedad de berro de jardín.

La prueba de Duncan (Cuadro 20) muestra que la variedad de Berro de agua presenta un peso por planta promedio de 0,18 kg en el primer corte y son estadísticamente diferentes a la variedad de Berro de jardín que muestra un peso por planta promedio de 0,17 kg en el primer corte.

Esta diferencia puede atribuirse al hábito de crecimiento arquitectónico y morfológico de las variedades. **Ver (Anexo 7, figura 1 y 2)**



Cuadro 20. Prueba de Duncan en peso por planta promedio para variedades de berro, primer corte

Variedades de berro	Primer Corte	
	Peso por planta promedio kg	Duncan (5%)
(Berro de Agua)	0,18	A
(Berro de Jardín)	0,17	B

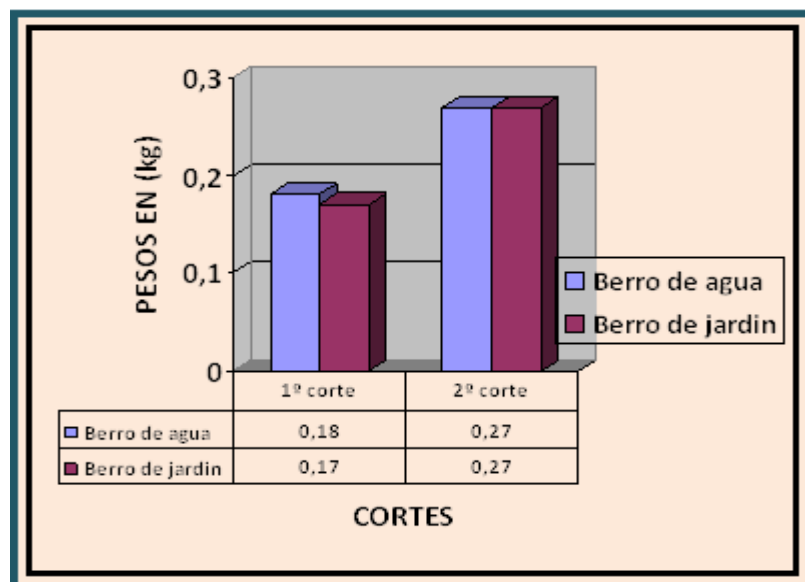
Fuente: Elaboración Propia

En la Grafica 19, se puede apreciar que el peso por planta promedio para variedades de berro fue mejor el berro de agua respecto al berro de jardín, con 0,18 kg en el primer corte y para el berro de jardín 0,17 kg en el primer corte.

Las pocas diferencias que se presentaron entre variedades puede deberse probablemente a causa de presentar una similar área foliar total, así como un proceso de acumulación de celulosa, hemicelulosa y sobre todo al contenido hídrico, frente a condiciones de temperatura al interior de la carpa.



Grafica 12. Peso por planta para dos variedades de berro (kg), primer corte



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.

Robbins et al. (1976), menciona que son 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 ma o menos 25°C, por encima de los cuales se presenta descenso continuo.

5.2.9.3 Peso por planta promedio para densidad de siembra, ambos cortes

El Cuadro 21, muestra los pesos por planta promedios de los niveles de densidad de siembra, observándose que existe diferencias de acuerdo a la prueba de Duncan, entre las densidades de (15x15); (20x20) y (25x25) cm entre plantas/surco.

Estadísticamente son diferentes las tres densidades, existiendo una diferencia



como efecto principal de la densidad por unidad de superficie.

Cuadro 21. Prueba de Duncan en peso por planta promedio para densidad de siembra, para ambos cortes

Densidades de siembra	Primer Corte		Segundo Corte	
	Peso por planta promedio (kg)	Duncan (5%)	Peso por planta promedio (kg)	Duncan (5%)
Densidad 1 (15x15)	0,27	A	0,38	A
Densidad 2 (20x20)	0,17	B	0,26	B
Densidad 3 (25x25)	0,09	C	0,16	C

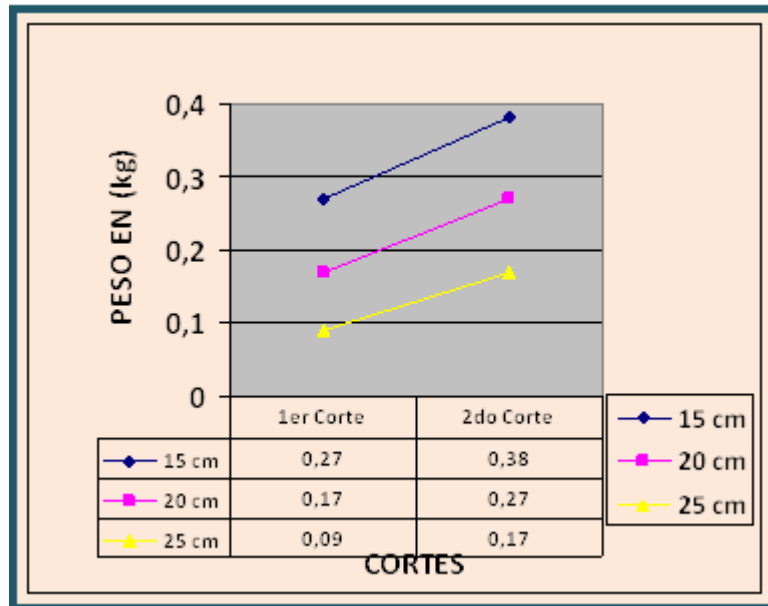
Fuente. Elaboración propia

En la Grafica 13, se puede observar donde la densidad de siembra 1 para ambos cortes en el peso por planta es mayor, respecto a las densidades 2 y 3 por tanto se puede decir que la alta cantidad de plantas permitió el establecimiento de una población para obtener pesos por planta elevados.

El motivo por el cual se alcanzó un mayor peso por planta en la densidad D1, se puede deber al razonamiento lógico que al incrementar la cantidad de individuos por metro cuadrado existirá una tendencia a obtener elevados pesos, en una relación ecofisiologica que permita aun desarrollar los procesos de crecimiento y desarrollo individual dentro de los parámetros aceptables comercialmente.



Grafica 13. Peso por planta de berro (kg) con tres densidades de siembra, para los dos cortes



Entonces se deduce que densidades menores no son recomendables por presentar bajos pesos por planta debido a la competencia principalmente por nutrientes del suelo, tal como lo indica Ruiz (1993), quien señala que una alta población significa efecto competitivo entre plantas por luz, agua, nutrientes y espacio físico, contribuyendo que esta competencia se refleja en el tamaño de planta.

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.

La densidad de siembra que corresponde a 15 x 15 cm plantas/surco obtuvo mayor rendimiento con la variedad berro de agua, debido probablemente a la



características genéticas de cada variedad en estudio, por otra el área del experimento presento alto contenido de nitrógeno y el factor ambiental pudiendo ser favorable en el peso por planta.

5.2.9.4 Interacción variedad por densidad, para ambos cortes

En el Cuadro 22, se puede apreciar la prueba de rango múltiple Duncan al 5% de puntualidad estadística para la interacción variedad por densidad en el peso por planta, donde existen diferencias significativas de interacción entre los seis tratamientos que se estudiaron.

Cuadro 22. Prueba Duncan para la interacción variedad por densidad en el peso por planta de berro, para los dos cortes

Interacción variedad por densidad	Primer corte		Segundo corte	
	Peso por planta promedio kg	Duncan (5%)	Peso por planta promedio kg	Duncan (5%)
T1	0,29	AA	0,39	AA
T3	0,17	AB	0,25	AB
T5	0,08	BC	0,15	BC
T2	0,25	CA	0,36	CA
T4	0,17	AB	0,28	AB
T6	0,09	BB	0,18	BB

En la Grafica 14, se observan las diferencias significativas de los tratamientos en el peso por planta promedio para la interacción variedad por densidad, donde se



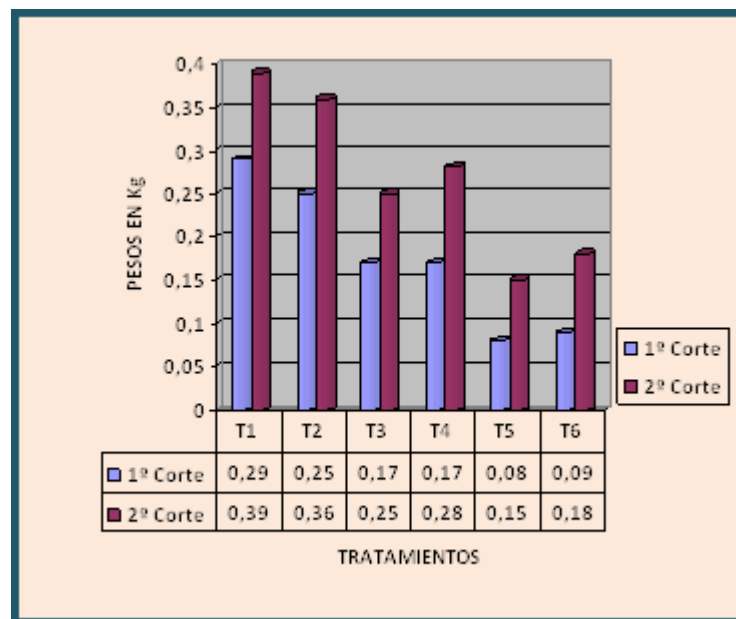
destaca mejor en ambos cortes el tratamiento a1b1 (variedad de berro de agua por 15x 15 cm plantas/surco) seguido del tratamiento 2 (variedad de berro de jardín por 15x15 cm plantas/surco).

Los tratamientos T2 (berro de agua por 20x20 cm plantas/surco) y T4 (berro de jardín por 20x20 cm plantas/surco) son inferiores estadísticamente en sus valores a las anteriores densidades.

Los tratamientos que presentan menor peso por planta son el tratamiento 5 (variedad de berro de agua por 25x25 cm planta/surco) y el tratamiento 6 (variedad de berro de jardín por 25x25 cm planta/surco).

Por estas diferencias en las variedades se deduce que los niveles de densidad de siembra han influido en el crecimiento y desarrollo de las variedades, entonces se asume que el tratamiento T1 (berro de agua por 15x15 cm planta/surco) pueden ser adecuadas para la producción.

Grafica 14. Peso por planta promedio de berro para la interacción variedad por densidad



La menor densidad permite que las hojas tengan una mayor incidencia de rayos solares los que constituyen la energía para el proceso fotosintético lo que se traduce en un mayor desarrollo de hojas.

Al respecto Guzmán (2002), menciona que en la horticultura no es solo importante el rendimiento sino la calidad del producto por lo que se recomienda efectuar un análisis integral de las densidades de plantación porque este factor cumple un rol importante en la calidad del producto hortícola.

5.2.9 Rendimiento total kg/UE

El análisis de varianza para el rendimiento promedio de follaje de berro se aprecian (Cuadro 23) para los dos cortes, que para bloques se presentaron diferencias altamente significativas en el primer corte de ($F_c=95$), para el segundo corte en bloques no tuvo diferencia alguna, es decir que la disposición de bloques tuvo efecto en el rendimiento solo en el primer corte.

En el Factor A (variedades de berro) en ambos cortes se presentaron diferencias altamente significantes, ($F_c=2200$) para el primer corte y en el segundo hubo ($F_c=194,4$) es decir que la disposición de variedades en los distintos tratamientos tuvo efecto en el rendimiento total.

Para el Factor B (densidades de plantación), el análisis de varianza muestra en ambos cortes para el rendimiento presento diferencias altamente significativas de ($F_c=17000$) para el primer corte y ($F_c=376,6$) en el segundo corte. Es decir que la disposición de densidades influyo sobre el rendimiento total.

La interacción de variedades de berro con las densidades de plantación presento en ambos cortes diferencias altamente significativas de ($F_c=950$) para el primer corte y ($F_c=98,57$) en el segundo corte.



Cuadro 23. Análisis de varianza del rendimiento promedio de follaje, para ambos cortes

FV	GL	F(Cal.) PRIMER CORTE	F(Cal.) SEGUNDO CORTE	F(Tab.) 0.05	F(Tab.) 0.001
Bloque	2	95 **	1,2 N.S.	4,1	7,56
Variedad(A)	1	2200 **	194,4 **	4,96	10,04
Densidad(B)	2	17000 **	376,6 **	4,1	7,56
A*B	2	950 **	98,5 **	4,1	7,56
Error	10				
Total	17				

Fuente. Elaboración propia

CV= 1,23 primer corte

CV= 6,55 segundo corte

El coeficiente de variación para el primer corte es de (CV= 1,23 %) y en el segundo corte es de (CV= 6,55 %), encontrándose ambos en los parámetros estadísticos altamente confiables. (Vásquez, 1990)

Las diferencias sean probablemente por las características genéticas que presentan cada variedad para formar tallos de mayor volumen, la arquitectura de la planta para la fotosíntesis, las condiciones climáticas de la región y el muestreo realizado en la cosecha.

5.2.9.1 Rendimiento promedio de los bloques en follaje de berro, primer corte

En el Cuadro 24, se aprecia que el bloque 3 representa el rendimiento comercial más alto con 2,22 kg/UE, tiene diferencias significativas de acuerdo a la prueba de



Duncan, con respecto al bloque 2, con el rendimiento más bajo de 2,14 kg/UE, el bloque 1 presenta un resultado similar en rendimiento al bloque 2 con índices de 2,18 kg/UE.

Cuadro 24. Prueba de Duncan en rendimiento promedio de bloques en follaje comercial.

Bloques	Rendimiento promedio kg/UE	Significancia
Bloque 3	2,22	A
Bloque 1	2,18	B
Bloque 2	2,14	B

Fuente. Elaboración propia

Estas diferencias se pueden atribuir a la influencia por efectos ambientales como la heterogeneidad de suelo, las diferencias de humedad, incidencia de luz solar, aeración, también el rol que cumple la materia orgánica en el proceso de humificación que libera elementos nutritivos en un mayor o menor grado a la cantidad incorporada.

Otro de los factores influyentes es la densidad de plantación, donde las densidades altas tienden a presentar rendimientos altos en relación a las densidades bajas y finalmente la variedad que es otro de los factores determinantes en el rendimiento de acuerdo a las características fenotípicas y genotípicas presentes en el cultivo.

5.2.9.2 Rendimiento en follaje comercial para variedades, en ambos cortes

La variedad de berro de agua presenta un hábito de crecimiento con ramas



laterales de hojas más o menos irregulares, pinnatífidas, con folíolos oblongos y redondeados, no crecen de manera erecta como el berro de jardín.

Debido a esta forma de crecimiento y desarrollo morfológico, las plantas tienden a la mayor cobertura superficial causando competencia entre plantas aledañas y en caso de este cultivo favorece su desarrollo vegetativo, estas características morfológicas pueden implicar el alto rendimiento de 3,72 kg en el primer corte y 4,52 kg en el segundo corte en la variedad de berro de agua.

La variedad de berro de jardín presenta un hábito de crecimiento erecto, las hojas en roseta, hendidas y lobuladas, con tallos ramificados. Probablemente estas características sean causales de haber presentado el menor rendimiento de 2,86 kg en el primer corte y 2,74 kg para el segundo corte en la variedad de berro de jardín.

La prueba de Duncan (Cuadro 25) muestra que la variedad de Berro de agua presenta un rendimiento promedio de 3,72 kg en el primer corte y 4,52 kg para el segundo corte y son estadísticamente diferentes a la variedad de Berro de jardín que muestra un rendimiento promedio de 2,82 en el primer corte y 2,74 en el segundo corte.

Esta diferencia puede atribuirse al hábito de crecimiento arquitectónico y morfológico de las variedades. **Ver (Anexo 7 figura 1 y2)**



Cuadro 25. Prueba de Duncan en rendimiento promedio de follaje comercial para variedades de berro, para los dos cortes

Variedades de berro	Primer Corte		Segundo Corte	
	Rendimiento promedio kg/UE	Duncan (5%)	Rendimiento promedio kg/UE	Duncan (5%)
(Berro de Agua)	3,72	A	4,52	A
(Berro de Jardín)	2,82	B	2,74	B

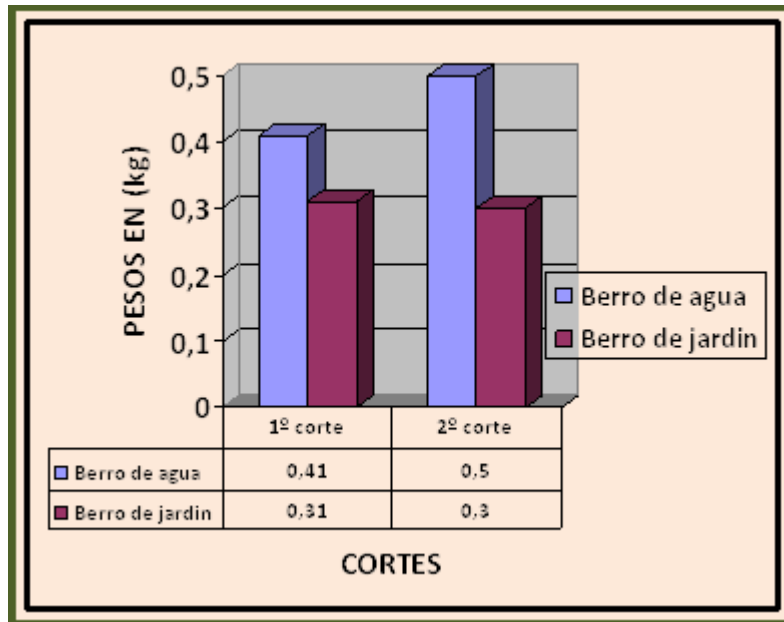
Fuente: Elaboración propia

En la Grafica 15, se puede apreciar que el rendimiento promedio de follaje comercial para variedades de berro fue mejor el berro de agua respecto al berro de jardín, con 3,72 kg en el primer corte y 4,52 kg para el segundo corte y para el berro de jardín 2,82 kg en el primer corte y 2,74 del segundo corte.

Por otra parte las características genotípicas y fenotípicas son elementos importantes en la tendencia que presenta la planta a la acumulación de la materia seca, dichas características genéticas de una variedad determinan cuales son sus hábitos de crecimiento, aun cuando estos pueden ser alterados en algo por influencia del ambiente.



Grafica 15. Rendimiento de follaje comercial para dos variedades de berro (kg/UE), ambos cortes



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 intensidad fotosintética influyendo en el tamaño y forma de las hojas. Ya que las hojas de plantas que crecen a altas intensidades lumínicas, poseen tendencia a ser más gruesas, en comparación a aquellas que se encuentran a bajas intensidades.

5.2.9.3 Rendimiento promedio de follaje comercial para densidad de siembra, ambos cortes

El Cuadro 26, muestra los rendimientos promedios de los niveles de densidad de siembra, observándose que existe diferencias de acuerdo a la prueba de Duncan, entre las densidades de (15x15); (20x20) y (25x25) cm planta/surco.

Estadísticamente son diferentes las tres densidades, existiendo una diferencia



como efecto principal de la densidad por unidad de superficie.

Cuadro 26. Prueba de Duncan en rendimiento promedio para densidad de siembra de follaje comercial, para ambos cortes

Densidades de siembra	Primer Corte		Segundo Corte	
	Rendimiento promedio (kg/UE)	Duncan (5%)	Rendimiento promedio (kg/UE)	Duncan (5%)
Densidad1(15x15)	3,56	A	3,76	A
Densidad 2 (20x20)	2,27	B	2,59	B
Densidad 3 (25x25)	0,71	C	0,92	C

Fuente. Elaboración propia

En la Grafica 16, se puede observar donde la densidad de siembra 1 para ambos cortes en follaje comercial es mayor en rendimiento, respecto a las densidades 2 y 3 por tanto se puede decir que la alta cantidad de plantas permitió el establecimiento de una población para obtener rendimientos elevados.

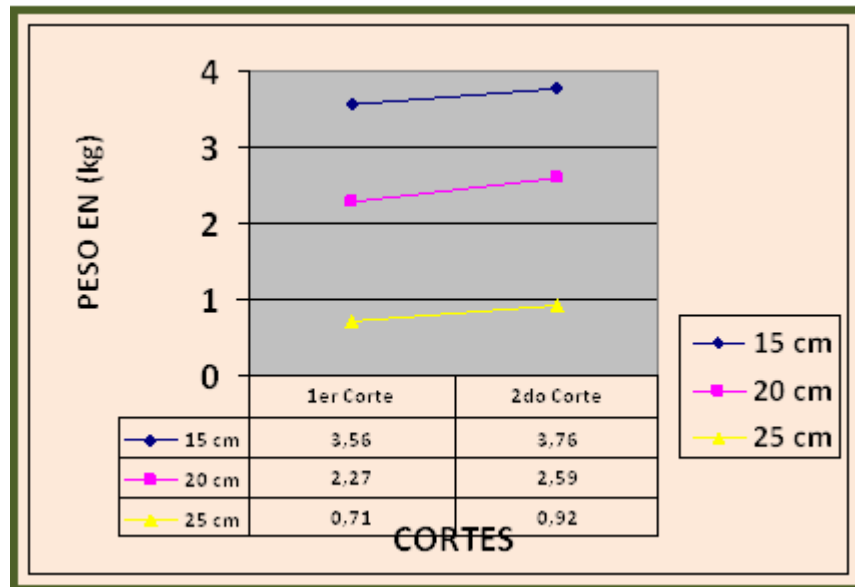
Cuando el crecimiento es exuberante, la acumulación de sustancias de reserva disminuye considerablemente y afecta el rendimiento agrícola, como sucede cuando se aplican fertilizantes nitrogenados y agua en exceso, principalmente en condiciones de cultivo temporal con altas temperaturas, mientras que en condiciones de poco riego tienden a disminuir el crecimiento del follaje.

Entonces se deduce que densidades menores no son recomendables por presentar bajos rendimientos debido a la competencia principalmente por nutrientes del suelo, tal como lo indica Ruiz (1993), quien señala que una alta población significa efecto competitivo entre plantas por luz, agua, nutrientes y espacio físico, contribuyendo que esta competencia se refleja en el tamaño de



planta.

Grafica 16. Rendimiento de follaje comercial de berro (kg/UE) con tres densidades de siembra, para los dos cortes



Vázquez (1990), menciona que la competencia que se establece entre plantas, los nutrientes y la luz, es un factor determinante en la producción de la materia seca, el sombreado de las plantas de una población puede ser causa limitante del desarrollo normal de estas. La luz inicia el proceso fotosintético y la producción de materia seca, por lo que es en gran parte el balance existente entre la fotosíntesis y la respiración.

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 estomas. Además, los ambientes excesivamente calientes provocan desnaturalización de la enzima RuBP carboxilasa, encargada de la fijación del dióxido de carbono en el mesófilo de las hojas para la fotosíntesis.



5.2.9.4 Interacción densidad por variedad

En el Cuadro 27, se puede apreciar la prueba de rango múltiple Duncan al 5% de puntualidad estadística para la interacción densidad por variedad en el rendimiento de follaje comercial, donde existe diferencias significativas de interacción entre los seis tratamientos que se estudiaron.

Cuadro 27. Prueba Duncan para la interacción variedad por densidad en el rendimiento de follaje comercial de berro, para los dos cortes

Interacción variedad por densidad	Primer corte		Segundo corte	
	Rendimiento promedio kg/UE	Duncan (5%)	Rendimiento promedio kg/UE	Duncan (5%)
T1	2,04	AA	2,35	AA
T3	1,37	AB	1,79	AB
T5	0,31	BC	0,38	BC
T2	1,52	CA	1,41	CA
T4	0,90	AB	0,79	AB
T6	0,40	BB	0,54	BB

Fuente: Elaboración propia

En la Grafica 17, se observan las diferencias significativas de los tratamientos en rendimientos de follaje para la interacción variedad por densidad, donde se destaca mejor en ambos cortes el tratamiento a1b1 (variedad de berro de agua por 15x 15 cm planta/surco) seguido del tratamiento 2 (variedad de berro de jardín



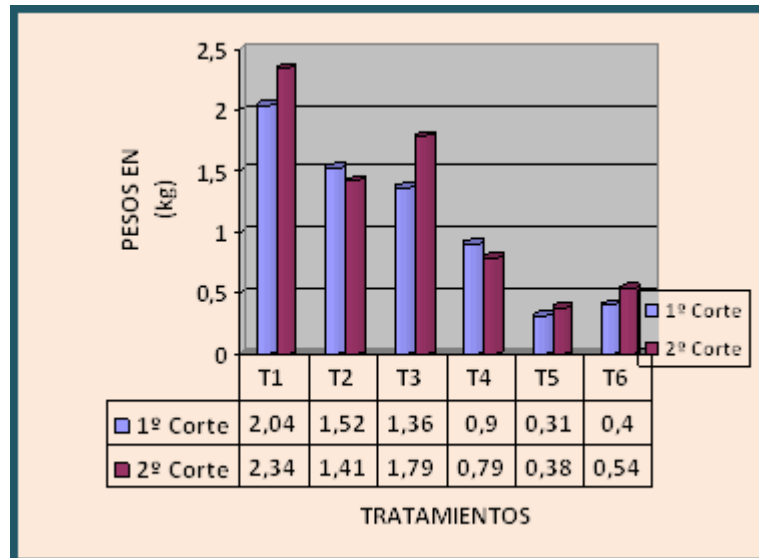
por 15x15 cm planta/surco).

Los tratamientos T2 (berro de agua por 20x20 cm planta/surco) y T4 (berro de jardín por 20x20 cm planta/surco) son inferiores estadísticamente en sus valores a las anteriores densidades.

Los tratamientos que presentan menor rendimiento mucho menor son el tratamiento 5 (variedad de berro de agua por 25x25 cm planta/surco) y el tratamiento 6 (variedad de berro de jardín por 25x25 cm planta/surco).

Por estas diferencias en las variedades se deduce que los niveles de densidad de siembra han influido en el crecimiento y desarrollo de las variedades, entonces se asume que el tratamiento T1 (berro de agua por 15x15 cm planta/surco) pueden ser adecuadas para la producción.

Grafica 17. Rendimientos de follaje comercial de berro para la interacción variedad por densidad



Por otra parte cuando se origina un déficit en la humedad atmosférica se produce



una pérdida en la turgencia de las células, lo que puede conducir a una disminución de su resistencia frente a determinadas enfermedades, por lo tanto los rendimientos serán menores.

6.2.10 Relación Beneficio/Costo

En el Cuadro 28, presenta la relación beneficio/ costo de los tratamientos en ambos cortes.

Cuadro 28. Relación Beneficio/Costo - para ambos cortes

CORTE	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO Kg/Ha	COSTOS DE PRODUCCION (Bs)	BENEFICIO NETO (Bs)	B/C
1	1	9714,3	36124	99876,2	3,76
	2	7247,6	36124	65342,4	2,80
	3	6514,3	36124	55076,2	2,52
	4	4300	36124	24076	1,66
	5	1471,4	36124	-15524,4	0,57
	6	1909,5	36124	-9391	0,74
2	1	11142,8	36124	119875,2	4,31
	2	6714,3	36124	57876,2	2,60
	3	8523,8	36124	83209,2	3,30
	4	3761,9	36124	16542,6	1,45
	5	1823,8	36124	-10590,8	0.70
	6	2571,4	36124	-124.4	0.99



Para la variedad de berro de agua el tratamiento T1 (V1D1), se obtuvo por cada 1Bs que se invierte, un beneficio de 3,76 Bs. En el segundo corte presenta un beneficio de 4,31 Bs por cada boliviano invertido.

Por cada boliviano que se invierte en el tratamiento T3 (V1D2), existe un beneficio de 2,52 Bs de ganancia en el primer corte, en el segundo corte presenta una ganancia de 3,30 Bs.

Para el tratamiento T5 (V1D3), no hubo ganancia en el primer corte se obtuvo 0,75 Bs, el segundo corte presenta una pérdida de 0,70 Bs por la inversión de 1Bs, la densidad de plantación no es la apropiada para obtener beneficios.

Para la variedad de berro de jardín los benéficos fueran más bajos a comparación de la variedad de berro de agua, en el tratamiento T2 (V2D1), presento la siguiente relación, por cada 1 Bs que se invierte en el primer corte se obtiene como beneficio 2,80 Bs de ganancia. El segundo corte por cada boliviano invertido se obtiene un beneficio de 2,60 Bs.

El tratamiento T4 (V2D2) reporta una ganancia de 1,66 Bs en el primer corte, en el segundo corte presenta un beneficio de 1,45 Bs de ganancia por cada boliviano invertido.

El tratamiento 6 muestra perdidas en el primer corte de 0,76 Bs y en el segundo registra una pérdida de 0,99 Bs, mostrando una vez más que la densidad no es la adecuada para tener beneficios.



6. CONCLUSIONES

Una vez presentado los resultados obtenidos y análisis correspondientes se llegan a las siguientes conclusiones:

Las condiciones que ofrece la carpa solar del Centro Experimental de Cota Cota, llego ser adecuada y favorable para la producción del cultivo de Berro siguiendo algunos parámetros para mejorar el sustrato, la temperatura en la carpa y el riego preciso.

Con respecto al porcentaje de emergencia, se produjo a los 4 días después de la siembra, obteniéndose porcentajes bajos de emergencia para la variedad de Berro de agua de un 45 % y para el Berro de jardín un 50 % de emergencia.

Respecto al peso por planta hubo diferencias altamente significativas entre las densidades de siembra y en variedades de berro pero solo en el segundo corte, mostrándose con mayor peso por planta el tratamiento 1 de variedad berro de agua con una densidad de 15x15 cm planta/surco con un peso promedio de 0,29 kg en el primer corte y 0,29 kg el segundo corte.

Con relación al rendimiento de follaje comercial el tratamiento que mayor rendimiento fue el T1 de variedad de berro de agua y densidad de 15x15 cm planta/surco con rendimientos promedios de 0,68 kg/UE en el primer corte y 0,78 kg/UE para el segundo corte.

Para el porcentaje de prendimiento que presentaron las plantas al traslado de la almáciguera al sustrato de estudio, muestra diferencias significativas en las variedades y las densidades de siembra, teniendo como referencia quien tuvo mayor porcentaje de prendimiento con 53 plantas presentado en la variedad de berro de agua con una densidad que entre plantas/surcos 15x15 cm.



Para el número de días para la cosecha se presentaron diferencias significativas solo en las densidades de siembra en ambos cortes, observándose que la densidad de 15x15 cm entre planta/surco llegó a tener menos días para su cosecha con 45 días en el primer corte y 23 días en el segundo corte, siendo adecuado para este cultivo.

En la altura de planta se presentó diferencias altamente significativas para variedades de berro y densidades de siembra en los dos cortes, mostrando que el promedio de altura más alto lo presentó la variedad de berro de jardín en la densidad de 15x15 cm planta/surco con 13,95 cm en el primer corte y 17,21 cm en el segundo corte.

Para el número de hojas existe diferencias altamente significativas entre las variedades de berro como también entre densidades siembra en ambos dos cortes, donde el tratamiento 1 de variedad de berro de agua y densidad de 15x15 cm planta/surco con 15 hojas por planta promedio de 15 en el primer corte y 18 hojas por el segundo corte.

El área foliar obtuvo diferencias altamente significativas tanto en variedades de berro como en densidades de siembra, teniendo la más alta área foliar la variedad de berro de agua en la densidad de 15x15 cm planta/surco, en ambos cortes con 46,9 cm² para el primer corte y 60,9 cm² en el segundo corte.

Económicamente el cultivo de berro es rentable, pero los mayores ingresos obtenidos se muestran con la variedad de berro de agua a una densidad de plantación de 15x15 cm entre plantas y surcos en ambos cortes. La relación beneficio /costo que se obtuvo fue de 3,76 Bs en el primer corte y 4,31 Bs el segundo corte por cada boliviano invertido.



7. RECOMENDACIONES

El cultivo de berro es una alternativa en la producción de hortalizas ya que este cultivo presenta un buen precio y puede ser implementada a los mercados para que tenga una buena aceptación y sea parte de la canasta familiar de la ciudad de La Paz tanto en la zona Sur como en el centro.

Se recomienda investigar sobre la fertilización de nitrógeno y fósforo que se proporcione en periodos desde el trasplante hasta la cosecha, para una buena formación de follaje.

Desde el punto de vista de características agronómicas esperados, como la buena calidad y presentación, tamaño adecuado de las hojas y la obtención de mejores rendimientos, se sugiere utilizar la variedad de Berro de agua (*Nasturtium officinale*).

Como resultado del ensayo se recomienda emplear las mejores distancias entre surcos como entre plantas de acuerdo al tratamiento 1 (variedad berro de agua densidad 15x15 cm planta/surco), teniendo en cuenta sus altos rendimientos en ambos cortes.

En el trabajo de investigación se utilizó semillas de procedencia española que obtuvo buen desarrollo, por lo que se recomienda su utilización para futuras investigaciones, por otra parte se recomienda para el momento de la siembra realizar previamente un tratamiento pre germinativo con las semillas, para aumentar los porcentajes de emergencia, notando el tamaño de la semilla hacer la siembra en almacigo para evitar plantas muertas y el desecho de materia prima.

Se recomienda el cultivo de berro por ser una hortaliza que tiene un alto contenido de vitamina A y nutrientes, llegando un buen precio pese a ser limitada la



capacidad de demanda en los mercados de nuestro país.

Se recomienda tener en cuenta las labores culturales y el cuidado del cultivo, dando importancia al riego, ya que los rendimientos mejoran a mayor frecuencia de riego y menor densidad.

No se tiene datos acerca de estudios realizados con otras variedades en condiciones medio ambientales de nuestra región, por lo que recomienda hacer estudios en base a otras variedades de importancia comercial bajo las mismas condiciones ambientales.

Se recomienda realizar estudios sobre el comportamiento del cultivo para épocas invierno, otoño y otras condiciones de sustratos.



8. BIBLIOGRAFIA

BECCAFICHI, C. 2003. Effect of crop density on growth and light interception in greenhouse lettuce. *Acta Horticulturae*. 614 p.

BENAVIDEZ, F. 2010. Evaluación de tres gramíneas forrajeras a diferentes niveles de asociación con (*Vicia Faba*) en el Altiplano Central. Tesis (Ing. Agr.). La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía, U.M.S.A. 74-99 p.

BERNAT, ET AL. 1987. Invernaderos. Editorial AEDOS. Barcelona, España.

BIRRUETA, UE. 1994. Efecto de diferentes distancias de siembra en dos variedades de Soya (Bibasi y 2621). Tesis (Ing. Agr.). La Paz, Bolivia. Escuela de Ingeniería Mcal. Antonio José de Sucre E.M.I. 88 p.

BONAR, A. 1999, Como cultivar las Hortalizas: Berro. Editorial Blume, Barcelona, España. 89 p.

BOSQUE, HD. 2005. Guía de Prácticas de laboratorio, Fisiología Vegetal: Área foliar. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 50 p.

CALLISAYA, PJ. 2001. Evaluación Comparativa de tres variedades y densidades de plantación de repollo (*Brassica oleraceae L.*) en la Provincia de Larejaca- La Paz. Tesis (Ing. Agr.). La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía, U.M.S.A. 74-99 p.

CALZADA, J. 1982. Método estadístico para la investigación. 4to Ed. Lima P. Jurídicas SA. 612 p.

CENTELLAS, R. 1999. Respuesta del cultivo de lechuga en condiciones de invernadero a tres densidades de plantación y tres niveles de plantación y tres niveles de estiércol de ovino. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 79 p.

CHILON, CE. 1997. Manual de Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas. Edición



C.I.D.A.T. La Paz – Bolivia. 62, 70 p.

CHOQUEHUANCA, C. 2006. Sistemas de cultivo de dos variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en lecho de río y terreno cultivable, bajo tres densidades de siembra en Cota Cota. Tesis (Ing. Agr.). La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía U.M.S.A. 87 p.

COOMBS, J. et al. (1990). Técnicas de fotosíntesis y bioproductividad. Editorial Futura. México. 21 p.

CRUZ, R. 2007. Evaluación de dos métodos de inducción floral para la producción de semilla de Repollo (*Brassica oleraceae* var. *Capitata*), en el valle bajo de Cochabamba. Tesis (Ing. Agr.). La Paz, Bolivia Tesis de Grado, Facultad de Agronomía U.M.S.A. 90 p.

CTILF. 1986. Memento desherbage des legumes et petits fruits. 3^o Ed. Paris.

CYMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. 6ta. Ed. México D.F. 79 p.

DIAZ, R. 1996. Aplicación fraccionada del nitrógeno en tres densidades de plantación de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo carpa solar. Tesis Lic. Ing. Agr. UMSA, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 129 p.

DOMINGUEZ, AV. 1990. El abonado de los cultivos. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 210 p.

DURAN, F. 2009. Plantas aromáticas y medicinales: Berro. 1ra. Ed. Editorial Grupo Latino. Bogotá, Colombia. 160 p.

DURAN, F. 2007. Manual con frutas y plantas medicinales: Berro. Editorial Grupo Latino. Bogotá, Colombia. 686 p.

EKANAYAKE, J. 1994. Estudio sobre el estrés por sequía y necesidad de riego



de papa. Guía de investigación CIP 30. La Molina. Lima-Perú. 22p.

ESTRADA, J. 1990. Carpas solares técnicas de producción para hortalizas. Centro de Desarrollo y Fomento a la Auto ayuda CEDEFOA. La Paz, Bolivia.

FAO. 1983. Guía de fertilizantes y nutrición vegetal. Servicio de fertilizantes y nutrición de las plantas. Vol. IX. Roma. 120 p.

FOSSAT. 1987 citado por Castellón .2000. Efecto de la fertilización orgánica con Nutrigran con coman diferentes en el cultivo hidropónico de la Frutilla (Fragaria virginiana) en condiciones controladas, Tesis (Ing. Agr.). La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía, U.M.S.A. 63 p.

FUJITA, M; JURADO, P. 1990. Recomendaciones para el cultivo de nuevas especies hortícola en el valle de Cochabamba. IBTA. Noviembre. Cochabamba, Bolivia. 15 p.

GUZMAN, C. 2002. Aplicación del programa estadístico THE SAS System en la experimentación agropecuaria. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. pp 33-39 y 23 - 38

HARTMAN LF. 1990. Invernaderos y Ambientes atemperados: Fundación para Alternativas de Desarrollo (FADES), Editorial FOCET Boliviana Ltda. EDABOL. La Paz, Bolivia. 45 p.

HOLLE, M; MONTES. 1985. Manual de enseñanza: Práctica de Producción de Hortalizas, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Editorial IICA, Primera Ed. San José, Costa Rica. 33 p.

INFOAGRO.COM. 2011. Berro, disponible en: <http://www.rakuten.co.jp/> - <http://www.labuznik.com/>

KRAMER, P. 1974. Relaciones hídricas de suelo y plantas. Editorial Edutex, S.A. México. 536 p.



LAUMONNIER, R. 1964. Cultures maraicheres (III). J. B. Bailliere et Fils. 2º Ed. Paris

LEÑANO F. 1973. Como se cultivan las hortalizas de hoja. Barcelona, España. pp. 203 - 206

LIRA, I. 1994. Fisiología vegetal. 1º Edición. Trillas. Distrito Federal, MX. 237 p.

LORENTE, J. 2007. Agricultura. Ed IDEA BOOKS. Barcelona, España. pp. 519-634

MAROTO, JV. 1995. Horticultura herbácea especial. 4ta. Edición. Madrid, España. 112 pp.

MARTINEZ, C. 2003, Estadística y Muestreo, Eco – Ediciones, Bogotá – Colombia 354 pp.

MARQUEZ, F. 1991. Genotecnia vegetal. Ed. AGT. Editor, S.A. Tomo I, II. México. 449 p.

MENDEZ, F. 1993. Determinación del área foliar en plantas de caña de azúcar variedad c 323-68, consultado el 15 de febrero 2004. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/cana/cana1102/texto/determinacion.htm>

NIÑIROLA, D. 2010. Influencia de la densidad de plantación en la producción y calidad de cultivos de berro y canónigo en bandejas flotantes para su producción como “baby leaf”. Proyecto Fin Master. Cartagena. 128 p.

PATRUNO A. 1968. Influencia de las Densidades de Siembra. Editorial el Ateneo. Zaragoza – España.

PERRIN, R. La Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Manual metodológico de Evaluación Económica CYMMYT. México. 13 -30 p.

PIERRE, M; GALBUIN F. 2009. Especies, aromatizantes y condimentos: Berro y



Mastuerzo. Editorial AEDOS, S.A. Madrid, España. 62- 166 p.

RADFORD, P. 1967. Growth análisis fomulae. Their use and abuse. Crop Sci. 175 p.

REGMURCIA. 2009, disponible en: Cultivo del Berro, disponible en: wikipedia.com

RONDO, E. 2004. Comportamiento Agronómico de tres variedades de coliflor (*Brassica oleraceae* L.) en dos distancias de plantación, bajo ambiente atemperado. Tesis (Ing. Agr.). La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía U.M.S.A. 83 p.

RUIZ, D. 1993. Manual de Horticultura. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pp. 12,35 y 41.

SALAS, M. 2007. Estudio e investigación de la berenjena berros y zucchini; y propuesta gastronómica. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica Equinoccial, Carrera de Gastronomía. Quito. 35 p.

SENAMHI. 2013. Temperaturas Ambientes, www. SENAMHI.gob.bo. La Paz, Bolivia

SERRANO, Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernadero. Ed. AEDOS. Barcelona, España.181 – 192 p.

STEVENS, CP. 1982. Watercress. ADAS Grower Books. Londres.

TAPIA F. 1994. Comparación agronómica de cuatro eco tipos de cebolla (*Allium cepa*) a diferentes densidades de plantación. Tesis (Ing. Agr.). La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía, U.M.S.A. 65 p.

TISLADES, S.; NELSON, L. 1982. Fertilidad de los suelos. Trad. Balanch, J. y Piña, C. Editorial UTEHA. D.F., México. 300-340P.

TORREZ, E. 1984. Agrometereologia. Editorial. DIANA, S.A. México. 150 p.



VALDEZ, C. 2006. Comportamiento agronómico de dos variedades de baby carrot (*Daucus carota L.*) a tres densidades de cultivo en walipini (Prov., Ingavi). Tesis (Ing. Agr.). La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía U.M.S.A. 59 p.

VANHAEFF, J; BERILIJN, J. 1990. Horticultura: Berro. 4ta. Edición. México D.F. 112 p.

VASQUEZ, AV. 1990, Experimentación Agrícola, Primera Ed. Editores Amaru S.A., Perú, 278 p.

VERA, A. (2006). Evaluación ecofisiológica de la competencia intraespecifica de *Cenchrus ciliaris L.* (Poaceae) en macetas. Rev. Fac. Agro. (LUZ). 23. 151-160 p.

VICENTE, R. 2007. Guía Metodológica de Diseños Experimentales: Diseño Bloques Al azar Bifactorial. La Paz, Bolivia, 86 p.

VIGLIOLA, M. 1992. Manual de Horticultura. Editorial Hemisferio sur. S.A. D.F., México. Pp 45-57

VON B. W. 2000, Comportamiento Agronómico de dos variedades de Acelga (*Beta vulgaris*) bajo dosis de abonamiento con Humus de lombriz en Walipini, Viacha – La Paz. Tesis (Ing. Agr.). La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía, U.M.S.A. 23 p.

WILLIAMS, D. 2009. Differing mechanisms of simple nitrile formation on glucosinolate degradation in *Lepidium sativum* and *Nasturtium officinale* seeds. Phytochemistry. 70. 1401-1409 p.

YAZDANPARAST, R. 2008. *Nasturtium officinale* reduces oxidative stress and enhances antioxidant capacity in hypercholesterolaemic rats. Chemo-Biological Interactions. 176-184 p.

ZEVALLOS, MM. 2000. Estudio de los cambios en la composición florística, cobertura vegetal y fenología a lo largo de un ciclo anual en área permanente de



Cota Cota La Paz. Tesis (Ing. Agr.). La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía U.M.S.A 23 p.

ZNIDARCIC, D. 2008. Corn salads (*Valerianella olitoria* L.) yield response to cell size of plug trays. Acta Agriculturae Slovenica, 91. 59-66 p.





ANEXOS

ANEXO 1

CROQUIS DE AREA DE TRABAJO

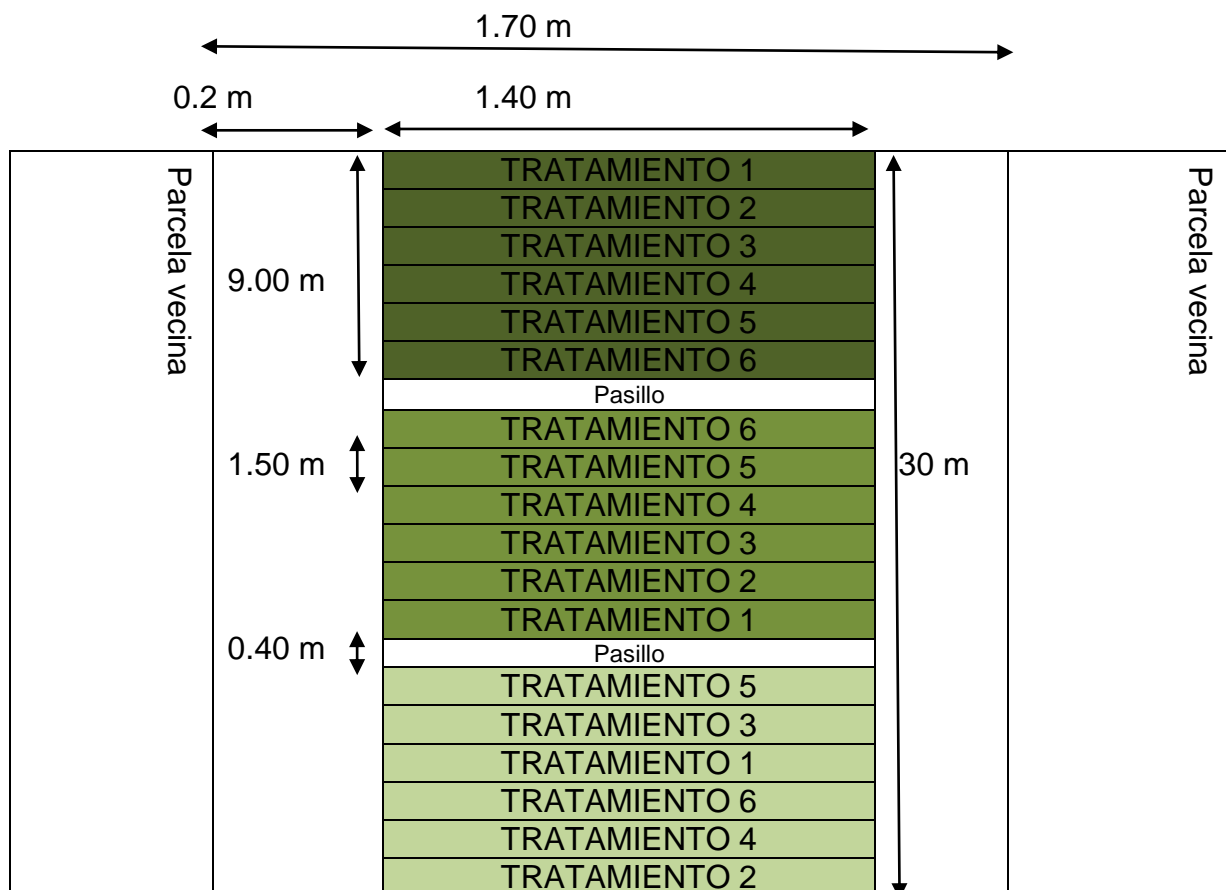
1.1 Croquis de la carpa solar

	21.10
698.41 m ²	33.10

1.2 Distribución de cultivos

FRUTILLA	FRUTILLA	FRUTILLA	FRUTILLA	FRUTILLA	FRUTILLA	BERRO	RUCULA	TOMATE	PAPICRA	PIMENTON	ALBAHACA
----------	----------	----------	----------	----------	----------	-------	--------	--------	---------	----------	----------

1.3 Croquis del área experimental



ANEXO 2

TEMPERATURAS

2.1 Temperaturas en la carpa

	AGOST		SEPT		OCT		NOV		DIC		ENE	
Día	Min	Max	Min	Max	Max	Min	Max	Min	Min	Max	Min	Max
1	2,1	32,6	6,2	34,7	5,1	33,2	9,2	39,5	11,2	40,2	9,91	35,6
2	-1,1	35,7	5	38,8	5	38,1	8,3	40,5	10,1	41,2	10,7	36,7
3	-2	34,5	3,9	34,7	6,1	40,6	8,7	42,3	8,3	43	10,6	38,8
4	6	30,5	4,6	41,1	6,7	32,1	11,1	44	9,0	44,6	11,5	40,8
5	7,8	25,1	4,5	36,8	8,1	35,1	5,6	43,7	9,2	39,7	10,8	34,6
6	2,1	28,5	7,1	39,5	9	24,5	9,9	42,5	8,6	40,8	10,8	37,1
7	0	42,6	6,4	39	9,2	36,7	8,1	41,8	9,2	38,8	8,8	39,4
8	3,9	40	2,4	37	10,3	37,5	8,3	44,5	9,6	40,6	9,6	38,6
9	3,9	34,8	5,9	37,3	8,5	32,2	8,7	43,5	10,5	27	34,5	39,5
10	4,3	34,2	7,2	39,6	8,7	32,4	8,2	43,4	9,7	35,2	10,7	42,8
11	5,2	35,4	5,3	37,5	8,5	35,4	9,3	43,3	9,8	37,2	8,8	45,2
12	1,7	33,5	4,7	36,3	8	33,5	9,1	46,6	10,8	29,1	10,1	42,4
13	4,4	35,3	4,7	36,3	8,7	37,9	7,9	45	10,3	39,6	10,5	42,6
14	4	32,1	6,3	34,3	8,2	38,5	8,8	44	10,2	33,7	11,6	40,5
15	4,2	34	6,2	33,3	9,5	43,5	7,5	42,5	10,4	32,6	9,0	44
16	4,4	35,8	5,8	36,7	9	40,5	8	45,4	10,6	33	7,6	39,8
17	7,3	34,1	6,3	36,2	9,2	39,7	9	44	12,2	43,0	11,7	43,9
18	5,1	35,5	5,1	34	8,5	38,1	8,7	31,8	11,4	42,3	8,1	41,5
19	2,9	36,8	5,8	40,7	9	39,4	9	35,5	10,6	28,4	10,1	39,0
20	7,5	28,9	8,7	38,5	7,8	40,8	8,8	35,6	7,3	40,1	11,1	40,1
21	6	45	6,8	38,1	9,4	40,1	8,8	30,1	7,5	40,8	10,3	42,3
22	8,7	37,9	6,5	35,6	6,2	38,5	9,1	41,2	8,5	34,6	9,3	41,2
23	7,2	35,2	7,4	33	7,9	40,7	9,9	41,9	11,2	36,7	11,8	21,9
24	5,6	39	7,1	31,1	7,7	42	11,5	42,6	8,9	36,8	10,9	35,6
25	4,5	38,8	6,1	38,1	9,6	37,3	10,2	41,8	7,8	36,2	10,5	44,9
26	7,2	33,5	6,8	36,4	10,2	38,7	10,3	41,5	8,6	39,8	9,9	39,5
27	5,1	39,9	5,9	37,2	8,4	41,3	9,5	40	8,6	38,8	9,3	40,6
28	6,5	43,6	6,1	38,5	7	31	9,3	42,7	9,3	34	9,7	39,5
29	7,2	40	7,5	38,5	8,4	38,6	9,4	42,5	8,8	41,3	10,2	37,3
30	6	34,4	5,9	40	7,4	38,6	8,2	41,6	9,9	35,4	10,3	40,4
31	6,7	35,9			8,2	38,6			11,7	36	10,4	37,5
PROM	4,6	35,9	5,94	36,93	8,05	37,2	8,73	41,4	29,8	11,65	31,5	23,8

Fuente: Centro Experimental de Cota Cota

2.2 Temperaturas ambiente

MESES	AGO		SEPT		OCT		NOV		DIC		ENE	
DIAS	Min	Max	Min	Max	Max	Min	Max	Min	Min	Max	Min	Max
1	3.4	19.3	6.4	22.4	5.6	21.9	4.7	21.5	6.5	23.4	7.6	21.2
2	3.7	19.6	5.8	22.5	5.7	22.7	4.3	21.3	6.4	23.8	7.7	21.3
3	3.9	21.5	5.2	22.5	4.2	20.2	5.4	21.4	8.4	24.7	7.4	21.3
4	4.3	19.4	5.4	22.0	5.2	21.3	4.6	18.6	9.0	23.6	8.3	21.5
5	4.8	18.3	5.3	21.7	3.8	21.6	4.6	22.7	7.8	24.7	8.5	21.7
6	3.2	20.7	4.8	21.8	5.2	20.6	6.3	23.7	7.4	24.6	8.3	20.0
7	4.8	20.8	5.7	21.8	4.2	20.8	7.4	22.9	7.2	24.2	7.6	20.3
8	4.6	20.4	6.0	22.1	5.2	20.9	7.8	24.3	7.0	22.3	7.8	22.3
9	4.8	20.1	6.4	22.0	4.6	20.8	7.8	26.8	6.8	21.3	7.3	20.2
10	4.3	20.3	6.1	21.8	6.2	20.3	8.3	28.3	8.3	23.7	7.0	20.6
11	6.2	23.8	6.3	21.4	4.8	19.5	8.4	23.7	8.5	21.8	7.6	21.6
12	6.3	21.6	5.7	20.6	4.4	21.3	7.6	21.7	6.3	22.3	8.4	21.6
13	5.6	20.4	5.7	20.6	6.8	21.6	8.2	24.5	7.5	19.6	7.9	21.9
14	5.4	20.8	6.4	20.2	6.3	21.5	8.7	25.7	7.9	20.4	8.3	22.0
15	5.7	19.4	4.0	19.3	6.6	21.7	7.3	25.2	7.2	19.4	8.4	22.3
16	4.6	20.6	5.7	19.4	7.2	22.2	6.2	22.3	7.6	20.6	8.6	21.7
17	5.2	21.8	5.8	19.8	7.4	22.9	7.3	24.4	6.8	21.8	8.3	20.7
18	5.6	21.9	6.1	19.6	7.8	23.2	7.4	22.4	8.2	21.5	7.8	20.7
19	5.3	21.7	4.7	18.7	7.6	21.9	8.3	22.5	7.4	21.2	7.6	20.6
20	5.4	20.4	3.6	16.5	7.4	22.4	8.5	22.2	8.3	22.0	7.6	20.3
21	4.2	20.3	3.2	18.4	7.2	23.7	6.3	21.2	8.5	20.6	7.2	20.3
22	5.2	20.4	3.5	20.6	8.0	21.8	6.8	17.2	7.8	21.3	7.4	20.7
23	4.2	20.6	3.6	19.7	8.3	23.9	4.2	22.3	8.2	17.6	7.6	20.3
24	4.0	21.3	4.3	19.4	8.5	23.7	6.0	23.4	7.6	20.3	6.3	20.2
25	3.8	20.3	4.2	19.5	8.3	24.2	7.3	26.3	5.2	19.6	6.3	15.3
26	3.9	21.2	4.3	18.3	8.3	24.1	7.9	22.4	7.5	18.7	6.4	16.4
27	4.6	21.8	4.5	20.4	8.2	23.2	8.4	24.4	7.6	20.3	6.5	19.8
28	4.3	22.3	4.7	19.6	7.5	23.8	8.3	23.8	7.8	20.8	6.7	18.4
29	4.6	21.6	5.2	21.2	7.4	22.8	7.3	23.4	7.9	21.7	5.8	17.3
30	5.7	21.5	5.3	20.7	7.3	22.6	7.8	22.8	8.1	21.5	6.7	20.3
31	6.2	22.1			5.2	21			8.3	19.5	7.6	18.3
PROM	4.9	20.8	50.1	19.7	6.2	19.7	8.04	22.3	7.5	19.1	7.08	20.3

Fuente: SENAMHI (2013)

ANEXO 3 REGISTRO DE DATOS

3.1 Días a la cosecha – Primer Corte

TRAT	VAR	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	45	45	45	135	45
T3	1	2	46	46	46	138	46
T5	1	3	47	47	47	141	47
T2	2	1	44	45	45	134	44.6
T4	2	2	46	46	47	139	46.3
T6	2	3	48	47	48	143	47.6
TOTAL BLOQUES			276	276	278	830	46.1
PROMEDIO VARIEDAD 1							46
PROMEDIO VARIEDAD 2							46.1

3.2 Días a la cosecha – Segundo Corte

TRAT	VAR	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	35	34	36	105	35
T3	1	2	36	36	38	110	36.6
T5	1	3	38	37	36	111	37
T2	2	1	34	35	35	104	34.6
T4	2	2	35	34	35	104	34.6
T6	2	3	37	38	38	113	37.6
TOTAL BLOQUES			215	214	218	647	35.9
PROMEDIO VARIEDAD 1							36.2
PROMEDIO VARIEDAD 2							35.6

3.3 Porcentaje de prendimiento

TRAT	VAR	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	54	52	54	160	53.3
T3	1	2	37	40	40	117	39
T5	1	3	24	24	24	72	24
T2	2	1	50	53	52	155	51.6
T4	2	2	36	37	32	105	35
T6	2	3	23	22	23	68	22.6
TOTAL BLOQUES			224	228	225	677	37.6
PROMEDIO VARIEDAD 1							38.7
PROMEDIO VARIEDAD 2							36.4

3.4 Altura de planta (cm) - Primer corte

TRAT	VAR	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	13.01	13.28	12.03	38.32	12.77
T3	1	2	12.06	7.95	11.92	31.93	10.6
T5	1	3	9.69	5.61	5.38	20.68	6.8
T2	2	1	14.63	15.22	12.02	41.87	13.3
T4	2	2	14.29	11.15	12.19	37.63	12.5
T6	2	3	11.25	8.47	12.12	31.84	10.6
TOTAL BLOQUES			74.93	61.68	65.66	202.27	11.23
PROMEDIO VARIEDAD 1							10.1
PROMEDIO VARIEDAD 2							12.3

3.5 Altura de planta (cm) – Segundo Corte

TRAT	VAR	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	15.71	16.86	16.58	49.15	16.38
T3	1	2	13.01	11.37	12.86	37.24	12.4
T5	1	3	10.82	10.11	11.14	32.07	10.6
T2	2	1	17.23	16.89	17.53	51.65	17.2
T4	2	2	15.31	16.07	14.44	45.82	15.3
T6	2	3	16.63	12.01	10.87	39.51	13.1
TOTAL BLOQUES			85.71	83.31	83.42	252.44	14
PROMEDIO VARIEDAD 1							13.1
PROMEDIO VARIEDAD 2							14.8

3.6 Numero de hojas – Primer corte

TRAT	VAR	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	14	15	16	45	15
T3	1	2	15	16	16	47	15.6
T5	1	3	13	11	10	34	11.3
T2	2	1	13	15	12	40	13,3
T4	2	2	14	12	13	39	13
T6	2	3	6	8	7	21	17
TOTAL BLOQUES			75	77	74	226	12,5
PROMEDIO VARIEDAD 1							14
PROMEDIO VARIEDAD 2							11,1

3.7 Numero de Hojas – Segundo Corte

TRAT	VAR	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	16	18	19	53	17.6
T3	1	2	16	15	17	48	16
T5	1	3	14	13	12	39	13
T2	2	1	15	14	16	45	15
T4	2	2	12	11	12	35	11.6
T6	2	3	8	10	11	29	9,6
TOTAL BLOQUES			81	81	87	249	15,5
PROMEDIO VARIEDAD 1							12.1
PROMEDIO VARIEDAD 2							13.8

3.8 Área foliar (cm²) – Primer Corte

TRAT	VAR	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	42.74	43,36	43.8	129,9	43,3
T3	1	2	42.5	40.4	39.73	122.6	40,8
T5	1	3	37.47	38.37	35,42	111,2	37.8
T2	2	1	46,49	47.98	46,29	140.7	46,9
T4	2	2	45,51	45.8	44,39	135.7	45,3
T6	2	3	43,30	43,26	42,36	128,9	42.9
TOTAL BLOQUES			258.01	259,17	251,99	769,1	42,7
PROMEDIO VARIEDAD 1							45,0
PROMEDIO VARIEDAD 2							40.2

3.9 Área foliar (cm²) – Segundo Corte

TRAT	VAR	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	55.64	56.35	56,71	168,7	56,2
T3	1	2	55.3	53.38	52,84	161,5	53,8
T5	1	3	50.11	51,79	49,22	151,1	50,3
T2	2	1	60.51	61.83	60,43	182,9	60,9
T4	2	2	59.55	59,01	58,16	176.7	58.9
T6	2	3	57,48	57,17	56,24	170,8	56.9
TOTAL BLOQUES			338,5	339,5	333,6	1011,7	56,2
PROMEDIO VARIEDAD 1							58,9
PROMEDIO VARIEDAD 2							53,4

3.10 Peso por planta (Kg) – Primer Corte

TRAT	VAR	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	0.30	0,29	0,29	0.88	0.29
T3	1	2	0.18	0,18	0,17	0.53	0,17
T5	1	3	0,08	0,07	0,08	0,25	0,08
T2	2	1	0.26	0,23	0,25	0,75	0,25
T4	2	2	0.19	0,15	0,16	0,52	0,17
T6	2	3	0,10	0,01	0,09	0,29	0,9
TOTAL BLOQUES			1,14	1.04	1.06	3.24	0,18
PROMEDIO VARIEDAD 1							0.18
PROMEDIO VARIEDAD 2							0.17

3.11 Peso por planta (Kg) – Segundo Corte

TRAT	VAR	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	0.4	0.39	0.39	1.19	0.39
T3	1	2	0.25	0,26	0,26	0,77	0,25
T5	1	3	0,15	0,15	0,14	0,45	0.15
T2	2	1	0.37	0.35	0,38	1,10	0.36
T4	2	2	0.28	0.28	0,27	0,84	0.28
T6	2	3	0.81	0,17	0,18	0.54	0.18
TOTAL BLOQUES			1.65	1.62	1.63	4.92	0.27
PROMEDIO VARIEDAD 1							0,27
PROMEDIO VARIEDAD 2							0.27

3.12 Rendimiento de follaje (kg/UE) – Primer corte

TRAT	VAR	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	0.683	0.656	0.701	2.04	0.68
T3	1	2	0.454	0.436	0.478	1.368	0,45
T5	1	3	0.101	0.110	0.098	0.309	0.10
T2	2	1	0.515	0.520	0.487	1.522	0.50
T4	2	2	0.286	0.306	0.311	0.903	0.30
T6	2	3	0.138	0.120	0.143	0.401	0.13
TOTAL BLOQUES			2.177	2.148	2.218	6.543	0.36
PROMEDIO VARIEDAD 1							0.41
PROMEDIO VARIEDAD 2							0.31

3.13 Rendimiento de follaje (kg/UE) - Segundo Corte

TRAT	VAR	DEN	BLOQUES			TOTAL	PROM
			I	II	III		
T1	1	1	0.803	0.779	0.764	2.346	0.78
T3	1	2	0.633	0.554	0.607	1.794	0.59
T5	1	3	0.126	0.135	0.122	0.383	0,12
T2	2	1	0.468	0.460	0.486	1.414	0,47
T4	2	2	0.243	0.247	0.307	0.797	0.27
T6	2	3	0.175	0.164	0.199	0.538	0.17
TOTAL BLOQUES			2.448	2.339	2.485	7.272	0.40
PROMEDIO VARIEDAD 1							0.50
PROMEDIO VARIEDAD 2							0.30

ANEXO 4

COSTOS

4.1 Costos de producción para el berro para la parcela experimental

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO Bs.	TC. 6.96	COSTO \$us
ANALISIS QUIMICO					
Cantidad de N,P,K del suelo	1	190.00	190.00	6.96	27.29
INSUMOS					
Semilla (gr)					
Variedad 1	3	5.00	15.00	6.96	2.15
Variedad 2	1	25.00	25.00	6.96	3.59
Materia Orgánica m ³	1	120.00	120.00	6.96	17.24
Turba m ³	1	120.00	120.00	6.96	17.24
Agua m ³					
Primer corte					
Variedad 1	3.391	2.50	8.40	6.96	1.20
Variedad 2	3.079	2.50	7.69	6.96	1.10
Segundo corte					
Variedad 1	3.189	2.50	7.97	6.96	1.14
Variedad 2	2.975	2.50	7.43	6.96	1.06
PREPARACION DE TERRENO					
Descardillado, remoción y rastrillado	1	60.00	60.00	6.96	8.62
Aplicación de sustratos, roturado y nivelado	1	60.00	60.00	6.96	8.62
Surcado y trasplante	1	60.00	60.00	6.96	8.62
Cosecha	1	60.00	60.00	6.96	8.62
MATERIAL DE ESCRITORIO					
Improvistos 10%			80.14		11.51
TOTAL			881.63		126.67

Fuente: Elaboración propia

4.2 Costos de producción por hectárea de BERRO

ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO Bs.	COSTO TOTAL Bs.
COSTOS VARIABLES				
COSTOS DIRECTOS				
ANÁLISIS DE SUELO				
Análisis físico y químico del suelo		1	230	230
INSUMOS				
Semilla	Kg	20	700	1400
Agua	M3	120	9	1080
Abono	M3	20	160	3200
Turba	M3	20	160	3200
Arena	M3	20	180	3600
MANO DE OBRA				
Preparación del terreno				
Riego antes de siembra	Jornal	5	90	450
Deshierbe	Jornal	5	90	450
Aplicación de sustratos	Jornal	10	90	900
Siembra				
Siembra	Jornal	20	90	1800
Resiembra	Jornal	15	90	1350
Labores culturales				
Abonamiento	Jornal	10	90	900
Aporque	Jornal	10	90	900
Riego del cultivo	Jornal	42	90	3780
Control de malezas				
Deshierbe 1	Jornal	10	90	900
Deshierbe 2	Jornal	10	90	900
Cosecha				
Cosecha del cultivo	Jornal	20	90	1800
MAQUINARIA AGRICOLA				
Preparación del terreno	Hr/Maq	2	250	500
Arado	Hr/Maq	4	250	1000
Roturado	Hr/Maq	4	250	1000
Nivelado y surcado	Hr/Maq	4	250	1000
COSTO INDIRECTO				
Costo de asistencia técnica		1	2500	2500
Improvistos		10%		3284
COSTO TOTAL				36124

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5

PROPIEDADES

5.1 Análisis Bromatológico del Cultivo de Berro (hojas y tallos)

FRESCO, CRUDO. Por cada 0.1 kg de porción comestible					
Proteína	1,7	G	Sodio	60	Mg
Lípidos	0,3	G	Calcio	222	Mg
Agua	93,6	G	Potasio	314	Mg
Energía	23	Kcal.	Hierro	1,62	Mg
H. Carbono	3,3	G	Vitamina A	119	Mg
Vitamina B2	0.5	G	Vitamina C	111,3	Mg
Cenizas	1,1	G	Niacina	0,6	Mg
yodo	0.4	G	Tiamina	0,118	Mg
Fósforo	52	mg	Riboflavina	0,207	Mg

Fuente: Salas, 2007

5.2 Comparación de Cantidad de minerales del Cultivo de Berro con otros Cultivos

Especies	K (330 µg)	A (3000 IU)	B1 (1,5 mg)	B3 (1,6 mg)	C (75 mg)	K (330 mg)	Fe (12 mg)	Ca (1000 mg)
BERRO	541	4530	0,08	0,169	65,6	330	1,8	300
Espárrago	122	1000	0,16	0,17	33	---	---	21
Brócoli	180	1500	0,09	0,21	118	325	1,3	130
Zanahoria	---	13000	0,07	0,06	52	---	0,8	39
Lechuga	35	1620	0,07	0,07	8	290	1,1	62
Pepino	---	360	0,04	0,09	8	---	0,3	10

Fuente: Niñirola, 2010

5.3 Formula de Jarabe Compuesto por Berro

Formula del jarabe de rábano compuesto (según Dorvault):	
Cocleria fresca	1000 g
Berro	1000g
Rábano (raíces frescas)	1000 g
Menianto (hojas secas)	100 g
Naranjas amargas (cascaras)	200 g
Canela de Ceilan	50 g
Vino blanco	4000 g
Azúcar (sacarosa)	5000 g

ANEXO 6

FOTOGRAFIAS

6.1 Preparación del terreno, Cota Cota (2011-2012)



a) Habilitación de terreno b) Desterronado de suelo c) Nivelación de área d) Riego del área

6.2 Preparación de almacigo para ambas variedades, Cota Cota (2011-2012)



a) Variedad berro de jardín b) Variedad berro de agua

6.3 Trasplante de plantas al suelo fijo, Cota Cota (2011-2012)



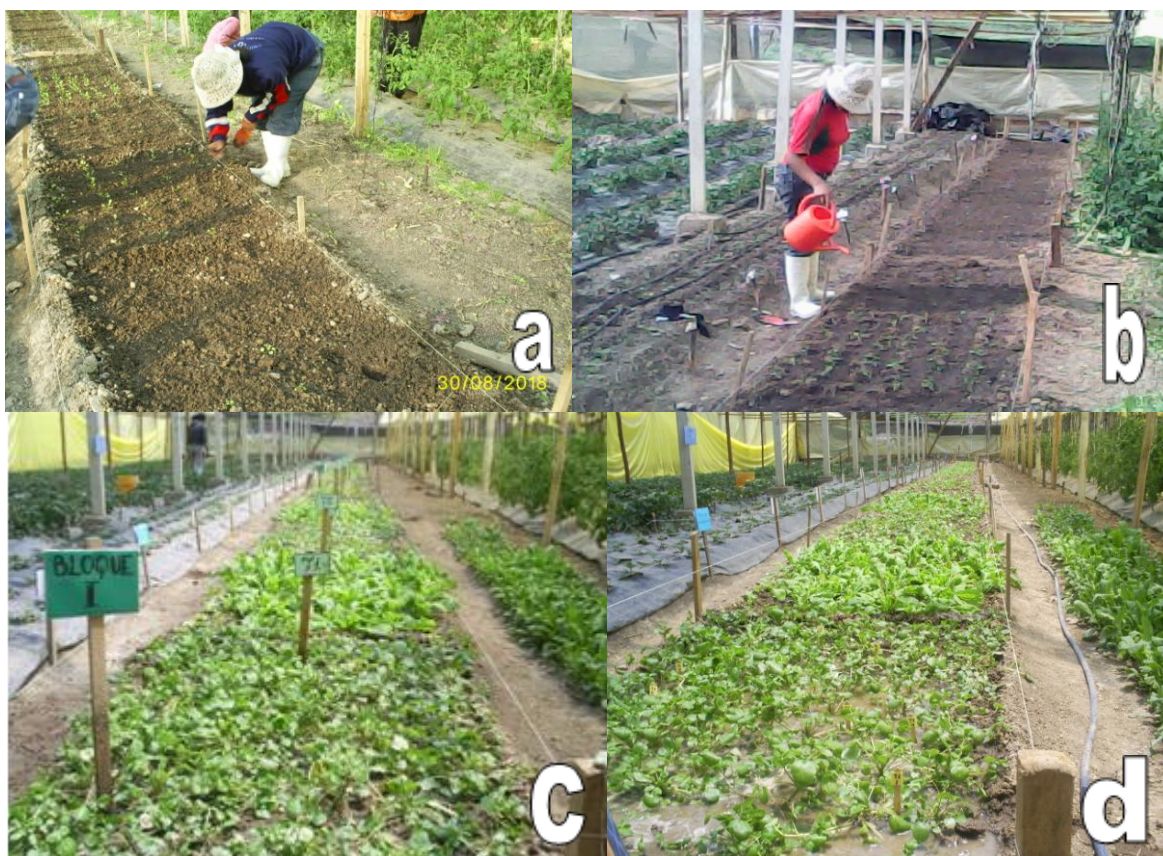
a) Trasplante de plántulas b) Riego después del trasplante

6.4 Labores culturales Cota Cota (2011- 2012)



a) Remoción del sustrato b) Poda de hojas viejas c) Riego de plantas d) Marbeteado de unidades experimentales

6.5 Desarrollo del cultivo en ambos cortes, Cota Cota (2011-2012)



a) Cultivo después de trasplante b) Cultivo pasada 1 semana c) Cultivo antes de la cosecha primer corte
d) Cultivo antes de la cosecha segundo corte

6.6 Cosecha de las variedades en ambos cortes, Cota Cota (2011-2012)



a) Cosecha del primer corte b) Cosecha segundo corte

ANEXO 7

MORFOLOGIA DE LAS DOS VARIETADES

7.1 Berro de Agua (*Nasturtium officinale*)



7.2 Berro de Jardín (*Lepidium sativum*)

