

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



TESIS DE GRADO

**PRODUCCIÓN DE TRES VARIEDADES DE CEBOLLA (*Allium cepa*) EN TRES
DENSIDADES DE SIEMBRA EN UN SISTEMA DE PLATABANDAS EN EL
CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA**

PRINCIPE RAMON KOLLANQUI ARUQUIPA

La Paz – Bolivia

2021

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE AGRONOMIA

CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

**PRODUCCION DE TRES VARIEDADES DE CEBOLLA (*Allium cepa*) EN TRES
DENSIDADES DE SIEMBRA EN UN SISTEMA DE PLATABANDAS EN EL
CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA**

PRINCIPE RAMON KOLLANQUI ARUQUIPA

ASESOR.

Ing. Juan José Vicente Rojas

TRIBUNAL REVISOR.

Ing. William Alex Murillo Oporto

Ing. Esther Tinco Mamani

Ing. Estanislao Poma Loza

La Paz - Bolivia

2021

CONTENIDO GENERAL

Índice.....	i
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Anexos.....	ix
Resumen.....	x

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos Específicos.....	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
3.1. Origen de la cebolla.....	2
3.2. Uso, importancia y valor nutritivo del cultivo de cebolla.....	3
3.3. Producción nacional de cebolla.....	6
3.3.1. Producción de cebolla en el departamento de Cochabamba.....	8
3.4. Variedades.....	9
3.4.1. El color y sabor.....	11
3.5. Exigencias agroecológicas del cultivo.....	11
3.5.1. Clima.....	11
3.5.2. El fotoperiodo o longitud del día.....	12
3.5.3. Humedad.....	12

3.5.4.	Temperatura.....	13
3.5.5.	Suelo.....	13
3.6.	Aspectos morfológicos.....	14
3.6.1.	Clasificación taxonómica.....	14
3.6.2.	Fenología del cultivo de cebolla.....	15
3.6.3.	Sistema radicular.....	15
3.6.4.	Tallo.....	15
3.6.5.	Hojas yseudotallo.....	16
3.6.6.	Bulbo.....	16
3.6.7.	Flor e inflorescencia.....	17
3.6.8.	Fruto.....	17
3.6.9.	Semilla.....	17
3.7.	Aspectos fisiológicos.....	17
3.7.1.	Desarrollo foliar.....	18
3.7.2.	Bulbificación.....	18
3.7.3.	Floración.....	19
3.8.	Características agronómicas del cultivo.....	20
3.8.1.	Preparación del suelo.....	20
3.8.2.	Fertilización.....	21
3.8.3.	Abonamiento.....	21
3.8.4.	Utilización del compost en la agricultura.....	22
3.8.5.	Características y parámetros físico - químicos del compost.....	24
3.8.6.	Siembra.....	25
3.8.7.	Almacigo.....	26

3.9. Labores culturales.....	26
3.9.1. Trasplante.....	26
3.9.2. Escarda.	27
3.9.3. Control de malezas.....	27
3.9.4. Aporque.	28
3.9.5. Riego.	28
3.9.6. Cosecha.	29
3.9.7. Curado.....	29
3.9.8. Almacenamiento.....	30
3.9.9. Rendimiento.....	30
3.9.10. Plagas y enfermedades.....	31
3.10. Análisis económico.	33
4. LOCALIZACION.	35
4.1. Ubicación geográfica.....	35
4.2. Suelo.....	35
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
5.1. Materiales.....	36
5.1.1. Material vegetal.	36
a) Roja Arequipeña.....	36
b) Red Creole.	36
c) Roja Americana.	37
5.1.2. Material de campo.	37
5.2. Metodología.	37
5.2.1. Diseño experimental.....	37

a) Tratamientos.....	38
b) Características del campo experimental.....	38
c) Modelo Lineal Aditivo.....	39
d) Preparación de almaciguera.....	40
e) Preparación del terreno.....	41
f) Trazado de la unidad experimental.....	41
g) Incorporación de compost.....	42
h) Trasplante.....	42
i) Labores culturales.....	43
j) Aporque y deshierbe.....	44
k) Riego.....	44
l) Cosecha.....	44
m) Evaluación del comportamiento agronómico.....	45
5.3. Variables de respuesta.....	45
5.3.1. Variables agronómicas.....	45
a) Porcentaje de prendimiento.....	45
b) Altura de planta.....	45
c) Número de hojas.....	45
5.3.2. Variables de rendimiento.....	46
a) Diámetro de bulbo.....	46
b) Peso de bulbo.....	46
c) Rendimiento.....	46
5.3.3. Comportamiento de plagas y enfermedades.....	47
5.3.4. Evaluación de costos parciales.....	47

6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
6.1.	Variable Porcentaje de prendimiento.....	50
6.2.	Variable Altura de planta.....	51
6.2.1.	Análisis de varianza para altura de planta.....	51
6.2.2.	Prueba de Duncan altura de planta para variedades.....	53
6.3.	Variable Número de hojas.....	54
6.3.1.	Análisis de varianza para número de hojas.....	54
6.3.2.	Prueba de Duncan para variedades y número de hojas.....	56
6.3.3.	Prueba de Duncan para distancia entre plantas y número de hojas.....	56
6.3.4.	Prueba de Duncan interacción variedad y distancia entre plantas para número de hojas.....	57
6.4.	Variable Diámetro de bulbo.....	59
6.4.1.	Análisis de varianza para diámetro de bulbo.....	59
6.4.2.	Prueba de Duncan para variedad y diámetro de bulbo.....	61
6.4.3.	Prueba de Duncan para interacción variedad, distancia entre plantas y diámetro de bulbo.....	62
6.5.	Variable Peso de bulbo.....	64
6.5.1.	Análisis de varianza para peso de bulbo.....	64
6.5.2.	Prueba de Duncan para variedad y peso de bulbo.....	65
6.6.	Análisis económico.....	66
6.6.1.	Presupuesto parcial.....	66
6.6.2.	Análisis de dominancia.....	68
6.6.3.	Análisis marginal.....	69
7.	CONCLUSIONES.....	71

8. RECOMENDACIONES.....	74
9. BIBLIOGRAFIA.	76
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutritiva de la cebolla en 100 gr	5
Tabla 2. Composición nutritiva de hojas de cebolla en 100 gr	6
Tabla 3. Superficie, Producción y Rendimiento por año agrícola	7
Tabla 4. Producción de cebolla en el departamento de Cochabamba	8
Tabla 5. Empleo de compost para los cultivos	23
Tabla 6. Tratamientos de variedades vs densidades de siembra.....	38
Tabla 7. Cantidad de semillas promedio/gramo	41
Tabla 8. Número de plantas en estudio.....	43
Tabla 9. Porcentaje de prendimiento promedio de variedades	50
Tabla 10. Análisis de varianza para altura de planta.....	52
Tabla 11. Prueba de Duncan altura de planta para variedades	53
Tabla 12. Análisis de varianza para número de hojas.....	55
Tabla 13. Prueba de Duncan para variedades y número de hojas.....	56
Tabla 14. Prueba de Duncan para distancia entre plantas y número de hojas	57
Tabla 15. Prueba de Duncan interacción variedad y distancia entre plantas para número de hojas.....	58
Tabla 16. Análisis de varianza para diámetro de bulbo	60
Tabla 17. Prueba de Duncan para variedad y diámetro de bulbo	61
Tabla 18. Prueba de Duncan para interacción variedad, distancia entre plantas y diámetro de bulbo.....	63
Tabla 19. Análisis de varianza para peso de bulbo	64

Tabla 20. Prueba de Duncan para variedad y peso de bulbo.....	65
Tabla 21. Análisis económico.....	66
Tabla 22. Análisis de dominancia.....	68
Tabla 23. Análisis marginal	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Volumen de producción nacional de cebolla. Año agrícola 2018	8
Figura 2. Producción de cebolla de verdeo y bulbo en municipios de Cochabamba	9

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Croquis de campo.
- Anexo 2. Fig. 3. Porcentaje de prendimiento de variedades.
- Anexo 3. Fig. 4. Prueba de Duncan altura de planta para variedades.
- Anexo 4. Fig. 5. Prueba de Duncan altura de planta interacción variedad y distancia entre plantas.
- Anexo 5. Fig. 6. Prueba de Duncan para variedades y número de hojas.
- Anexo 6. Fig. 7. Prueba de Duncan para distancia entre plantas y número de hojas.
- Anexo 7. Fig. 8. Prueba de Duncan interacción variedad y distancia entre plantas para número de hojas.
- Anexo 8. Fig. 9. Prueba de Duncan para variedad y diámetro de bulbo.
- Anexo 9. Fig. 10. Prueba de Duncan para interacción variedad, distancia entre plantas y diámetro de bulbo.
- Anexo 10. Fig. 11. Prueba de Duncan para variedad y peso de bulbo.
- Anexo 11. Fig. 12. Prueba de Duncan interacción variedad y densidad para peso de bulbo.
- Anexo 12. Cuadro de análisis económico del beneficio/costo de los diferentes tratamientos.
- Anexo 13. Fig. 13. Análisis de dominancia.
- Anexo 14. Fig. 14. Análisis marginal.
- Anexo 15. Cuadro de rendimiento y costos.
- Anexo 16. Análisis costo de producción.
- Anexo 17. Fotografías de variedades de plantines.
- Anexo 18. Fotografías de diámetro de bulbo.
- Anexo 19. Fenología del cultivo.
- Anexo 20. Análisis físico químico de compost.

RESUMEN

En la investigación realizada en un sistema de platabandas; como cimiento y aprovechamiento de superficies mínimas en el ámbito productivo orientado en factores de estudio de variedades como la Roja arequipeña, Red creole y Roja americana, así también densidades de siembra por unidad de superficie de 40, 28 y 20 plantas/m² con distancias de 10, 15 y 20 cm respectivamente. Confluyendo en variables para su medición en porcentaje de prendimiento posterior al trasplante, altura de planta, número de hojas, diámetro de bulbo y acabamiento en peso de bulbo para su determinación real del rendimiento productivo.

Los resultados nos permiten establecer que a una densidad de 40 plantas/m² otorga a la variedad Roja arequipeña un rendimiento de 10.72 kg, seguido por 9.88 y 9.56 por las variedades Red creole y Roja americana respectivamente.

Así también las densidades de siembra de 40 plantas/m² representa ingresos rentables en función al beneficio costo; por lo que le concede a la variedad Roja arequipeña 1.734 a diferencia de las variedades Red creole y Roja americana de 1.585 y 1.550 a esa misma densidad respectivamente.

Por lo que conclusivamente nos indica que a mayores densidades de siembra existe un aprovechamiento mejor y óptimo de factores y manejo por el tipo de sistema productivo.

ABSTRACT

In the investigation carried out in a platform system; as a foundation and use of minimum surfaces in the productive field oriented in study factors of varieties such as Arequipa Red, Creole Red and American Red, as well as planting densities per unit of surface of 40, 28 and 20 plants / m² with distances of 10, 15 and 20 cm respectively. Coming together in variables for its measurement in percentage of take-off after transplanting, plant height, number of leaves, bulb diameter and finishing in bulb weight for its real determination of productive performance.

The results allow us to establish that at a density of 40 plants / m², the Red variety of Arequipa gives a yield of 10.72 kg, followed by 9.88 and 9.56 for the Red Creole and Red American varieties respectively.

Likewise, planting densities of 40 plants / m² represent profitable income based on cost benefit; Therefore, it gives the Arequipa Red variety 1,734, as opposed to the Red Creole and American Red varieties of 1,585 and 1,550 at the same density respectively.

Therefore, it conclusively indicates that at higher planting densities there is a better and optimal use of factors and management by the type of production system.

1. INTRODUCCIÓN.

El cultivo de las hortalizas en la actualidad y en particular de la cebolla ocupa un lugar importante no solo en la dieta alimenticia por su contenido de vitaminas y sales minerales, si no que la misma se encuentra después de los cereales y el cultivo del tomate. El mismo en la agricultura campesina se constituye como base de la seguridad alimentaria y también representa un aporte económico y social, por lo general es producido con estiércol de ganado ovino y vacuno que sirve como fuente de nutrientes y que además los mismos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

En Bolivia la producción de la cebolla se concentra generalmente en la zona de los valles y zonas altas del altiplano, donde existe épocas marcadas durante el periodo otoño – invierno y otra en primavera – verano y con variedades e híbridos rojas y rosadas solamente. y no así variedades amarillas o blancas que requieren factores de temperatura y fotoperiodo óptimo para su crecimiento y desarrollo que determinaran la producción del mismo. (Guzmán, 2000).

1.1. Justificación.

En la actualidad existe una permanente concentración y explosión demográfica no solo a nivel nacional sino global, lo que se traduce en una falta invariable de alimentos no solo de calidad si no en una porción elevada en cantidad; por lo que es imperativo preservar recursos hídricos, de suelo y medio ambientales en particular. Por otra parte, la tenencia de la tierra resulta escasa para su aprovechamiento como unidad productiva y poco significativo en el ámbito socioeconómico.

La presente investigación tiene como objetivos; la producción de alimentos en mínimas superficies de camellones o platabandas como es el caso del cultivo de cebolla de tres variedades y en tres densidades de siembra. El sistema nos permitirá evaluar la variedad más rendidora y a que densidad de trasplante es óptima, el aprovechamiento de factores de horas luz, temperatura, nutrientes, lámina de agua como su interacción entre las mismas y espaciamiento, basados en el manejo agronómico serán consecuencia del rendimiento.

2. OBJETIVOS.

2.1. Objetivo General.

Evaluar la producción de cebolla de tres variedades en tres densidades de siembra, en un sistema de platabandas en el Centro Experimental Cota Cota.

2.2. Objetivos Específicos.

- Determinar la densidad adecuada para la producción de tres variedades de cebolla.
- Determinar el rendimiento de tres variedades de cebolla.
- Evaluar la relación beneficio/costo de los tratamientos, basándose en sus costos variables.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

3.1. Origen de la cebolla.

De acuerdo con el manual de la cebolla (2006), el centro de origen de la cebolla es Asia Central y como centro secundario las costas del Mediterráneo. Las primeras

referencias se remontan hacia 3200 años a.c. Fue cultivada por los Egipcios, Griegos y Romanos. La cebolla llegó a América Central por medio de los primeros colonizadores.

Targa (1999), indica que a Bolivia se introdujo desde Perú, la Arequipeña roja primer ecotipo de la Roja Criolla en Sud América. La misma fue traída de Estados Unidos de América, con larga trayectoria en la región de Luisiana que a su vez fue introducida del sur de Francia e Italia.

La variedad roja Arequipeña se diseminó rápidamente por las zonas hortícolas de Bolivia adaptándose y formando ecotipos según las regiones. De ahí se originan la Mizqueña, Criolla, Rosada, Vinteña, Caramarqueña (Cochabamba), Bola de Toro y San Juanina (Chuquisaca y Tarija) todos estos ecotipos son rojos y pungentes. (Romay, 2016).

3.2. Uso, importancia y valor nutritivo del cultivo de cebolla.

Zabala y Ojeda (1988), mencionan que la cebolla es un bulbo que por su sabor, olor y textura especial se utiliza como alimento y condimento en las comidas y puede consumirse en estado fresco, en conserva y deshidratadas. La cebolla es una hortaliza que tiene amplio uso culinario, se aprovecha el bulbo y sus hojas esta aporta buena cantidad de vitaminas y aceites esenciales que son de gran importancia para la alimentación humana. Su sabor característico se debe a la presencia de sulfuro de alilo ($C_6H_{12}S_2$), la misma presente en los aceites volátiles de los jugos de la planta.

Por su parte López (2001), sostiene que la cebolla tiene un amplio uso médico contra la sordera, afecciones de la garganta y respiratorias, dolor de cabeza, caries dentales, tos, insomnio, retención de orina, lombrices, reumatismo, caspa, crecimiento del cabello, quemaduras y heridas.

La cebolla no solo tiene cualidades alimenticias, sino que tiene propiedades nutritivas y benéficas para la salud por su alto contenido de vitaminas A y C puede tratar todo tipo de enfermedades respiratorias, su contenido de vitamina B ayuda a tratar patologías de tipo nervioso, el hierro ayuda a prevenir enfermedades anémicas y el fósforo repone la pérdida de sangre y glóbulos rojos. Tiene un amplio espectro anti infeccioso, regula el sistema digestivo balanceando los fermentos de la digestión evitando la proliferación de parásitos nocivos. (Guzmán, 2000).

El manual de la cebolla (2006), indica que es un alimento nutraceutico, muy saludable por contar con elementos de propiedades antioxidantes y compuestos orgánicos azufrados, cuyo consumo se asocia en estudios epidemiológicos y experimentales con disminución de riesgos de enfermedades cardiovasculares, estrés oxidativo y además posee un efecto anti cancerígeno.

Tabla 1.

Composición nutritiva de la cebolla en 100 g

Componente	Contenido
Agua	92.0
Calcio	60.0 mg
Hierro	1.9 mg
Fosforo	33.0 mg
Potasio	257.0 mg
Sodio	4.0 mg
Carbohidratos	5.6 gr
Fibra	0.8 gr
Grasa	0.1 gr
Proteína	1.7 gr
Ácido ascórbico	45.0 mg
Vitamina A	25.0 UI
Energía	25.0 Kcal

Adaptado de INTA, Managua 2004

Tabla 2.

Composición nutritiva de hojas de cebolla en 100 g.

Componente	Contenido
Energía	24 Kcal
Humedad	92.92 %
Proteínas	1.64 gr
Grasas	0.10 gr
Carbohidratos	4.79 gr
Fibra cruda	1.07 gr
Calcio	44 mg
Fosforo	38 mg
Hierro	48 mg
Vitamina A	168 mg
Vitamina B1	0.06 mg
Vitamina B2	0.30 mg
Niacina	0.60 mg
Vitamina C	65 mg
Desechos	0.00 %

Laboratorio de Bioquímica Nutricional, DNNA y MPS (1990)

3.3. Producción nacional de cebolla.

De acuerdo al relevamiento informativo del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras MDRT (2019), en la actualidad la producción de cebolla se basa en dos tipos de producción importantes. Una producción de cebolla de verdeo fresco y con hojas y otra producción en cebolla seca o bulbo seco. Ambas producciones ocupan un lugar importante en el sector hortícola, ya que la misma tiene un ascenso permanente a nivel nacional.

Tabla 3.**Superficie, Producción y Rendimiento por año agrícola.**

Cultivo	Año Agrícola 2017 – 2018 (p)			Año Agrícola 2018 – 2019 (e)		
	Superficie (Ha)	Producción (Tn)	Rendimiento (Kg/Ha)	Superficie (Ha)	Producción (Tn)	Rendimiento (Kg/Ha)
Bolivia	7.506.80	87.372.40	11.639	7.460.87	90.235.44	12.094
Chuquisaca	1.086.00	14.457.00	13.312	1.101.25	13.468.83	12.231
La Paz	492.42	3.598.53	7.308	486.82	3.567.57	7.328
Cochabamba	2.691.00	37.233.40	13.836	2.716.66	37.783.02	13.908
Oruro	766.89	7.315.00	9.539	764.89	10.483.67	13.706
Potosí	425.00	2.077.00	4.887	402.34	2.196.56	5.459
Tarija	1.117.64	13.039.55	11.667	1.068.63	12.914.63	12.085
Santa Cruz	799.00	9.007.00	11.273	791.75	9.156.50	11.565
Beni	89.82	414.77	4.618	86.04	402.94	4.683
Pando	39.03	230.15	5.897	42.49	261.71	6.160

Instituto Nacional de Estadística MDRyT. (p) Preliminar – (e) Estimado

Los principales departamentos productores de cebolla según el MDRyT (2019), la superficie y volúmenes de producción ubican a Cochabamba con el 42 % constituyéndose en el mayor productor a nivel nacional, seguido del departamento de Chuquisaca con un 15 % y el departamento de Tarija con el 14 %, cubriendo en conjunto el 71 % del total nacional. Como se puede observar en la siguiente figura.

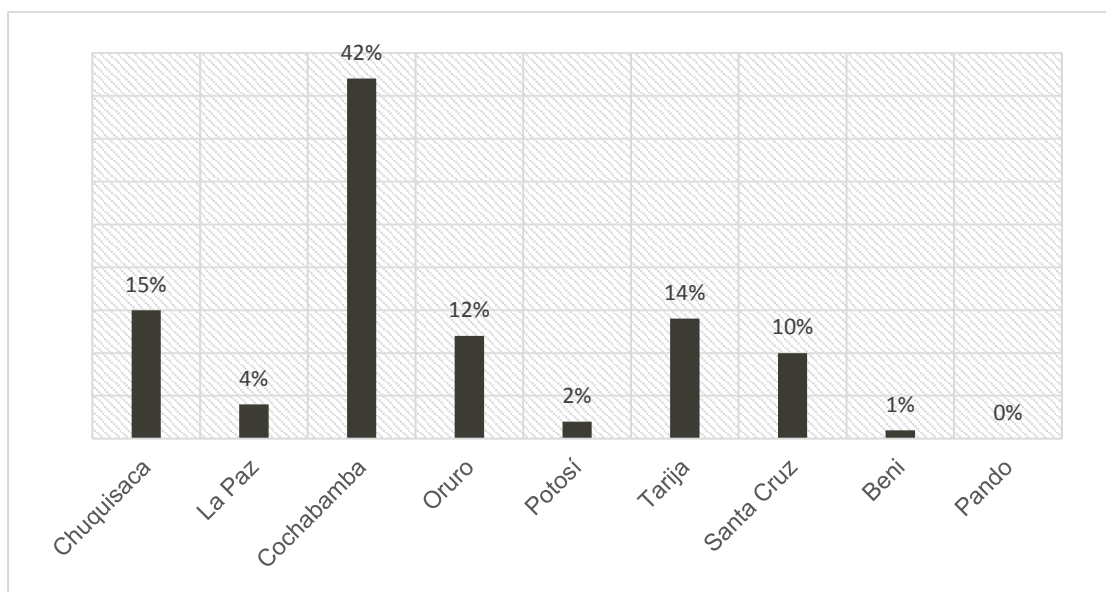


Figura 1. Volumen de producción nacional de cebolla. Año agrícola 2018.

3.3.1. Producción de cebolla en el departamento de Cochabamba.

Tabla 4.

Producción de cebolla en el departamento de Cochabamba.

Provincia	Municipio	Superficie Cultivada (Ha)	Cebolla de verdeo %	Cebolla de bulbo %
Araní	Araní	100	90	10
Capinota	Capinota	135	0	100
	Sicaya	37.2	0	100
Chapare	Sacaba	150	10	90
Esteban Arce	Tarata	60	80	20
Mizque	Mizque	1.597	0	100
Narciso	Aiquile	67	0	100
Campero	Omereque	89	0	100
Punata	Punata	400	90	10
Quillacollo	Sipe Sipe	750	50	50
	Tiquipaya	79	20	80
	Vinto	100	60	40
Total		3.564.2	29.7	70.3

Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural.

Informe Estadístico de la Cebolla 2020.

Como afirma Baudoin (2008), los principales productores de cebolla en el departamento de Cochabamba son Mizque, con 1.597 hectáreas obtiene los mayores rendimientos del departamento, seguido de Sipe Sipe, en el Valle Bajo, con una superficie de 750 ha, Sacaba y Capinota con 150 y 135 has cada uno respectivamente.

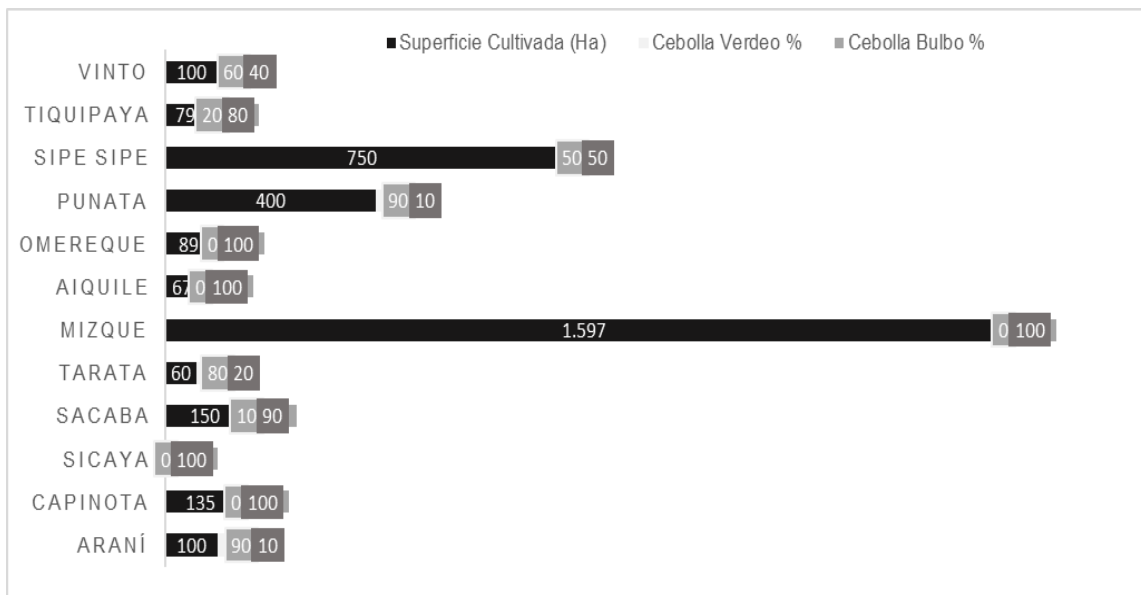


Figura 2. Producción de cebolla de verdeo y bulbo en municipios de Cochabamba.

3.4. Variedades.

La definición de variedad en el campo agronómico se refiere en particular a un grupo de plantas semejantes que, por sus características de estructura y comportamiento, se pueden diferenciar de otras variedades de la misma especie. (Pohelman, 1979).

Las variedades, están determinadas por sus características fenotípicas muy visibles entre las mismas. Y existen calificaciones para diferenciar el desarrollo de la planta,

bulbo, tamaño de la semilla, hábito, forma y determinada tolerancia y/o resistencia a enfermedades. Que deben ser discernibles como la identidad de cada variedad, por lo que habrá que evaluar su comportamiento en un sistema de registro comparativo (Davidson – Clark, 1962).

De acuerdo con Maroto (1995), menciona que dentro de *Allium cepa* hay tres variedades botánicas: Var. *Typicum* Regel, al cual pertenece la cebolla común, Var. *Agregatum* G, cebolla Batum de bulbos compuestos, y la Var. *viviparum*, cuyo bulbo subterráneo es pequeño y no llega a desarrollarse.

Al grupo *typicum* pertenece la mayor parte de las variedades de consumo e importancia comercial, encontrando variaciones de color y forma de los bulbos principalmente. Las características botánicas de este grupo son:

- Abundancia de follaje.
- Forma del bulbo, que puede ser globosa, deprimida, turbinada, discoidal, piriforme, oblata y cónica.
- Dimensiones del bulbo.
- Color del bulbo, principalmente de las túnicas internas que puede ser blanco, amarillo y rojo.
- Consistencia del bulbo.

También se consideran otros aspectos, como son:

- Precocidad en la formación de bulbos.
- Necesidades en fotoperiodo para la bulbificación.
- Resistencia a la “subida” a flor prematura.

- Aptitud a la conservación.
- Sabor del bulbo.
- Contenido en materia seca.

Otros criterios asumidos para la producción del cultivo, se basa particularmente en las condiciones del clima e incluso con las preferencias de los consumidores locales o para aquellos mercados en donde se requiere cebolla de verdeo fresco y con hojas o como bulbo seco, y en la que generalmente influye el tamaño y/o calibre del mismo.

3.4.1. El color y sabor.

Las variables organolépticas hacen que el cultivo tenga incluso, una tendencia preferencial para la producción de algunas variedades de forma masiva. Estas se agrupan en tres tipos característicos.

- Cebolla roja de sabor picante, semi picante a dulce.
- Cebolla amarilla de sabor picante a dulce.
- Cebolla blanca de sabor picante a dulce.

3.5. Exigencias agroecológicas del cultivo.

3.5.1. Clima.

Al respecto Casseres (1984), sostiene que el cultivo requiere un clima templado o cálido para su desarrollo, pero las condiciones ideales son temperaturas frescas en las fases iniciales del desarrollo y cálidos hacia la madurez de la planta.

Un clima templado a cálido y temperatura de 18 a 22 grados centígrados son consideradas óptimas. La cebolla prefiere días húmedos y algo fríos en la primera etapa de su desarrollo y para la formación del bulbo requiere mayor temperatura, así como mayor intensidad de luz o número de horas luz (Llerena y Pardo, 1984).

El clima condiciona claramente el crecimiento y desarrollo del cultivo de cebolla, teniendo importancia en particular el fotoperiodo, cuando este es corto, las plantas vegetan sin formar bulbo (Organic Gardening, 1986).

3.5.2. El fotoperiodo o longitud del día.

- Variedad exigente, o de día corto que se desarrollan con diez a once y media horas de luz.
- Variedades intermedias, que requieren de trece a catorce horas de luz para la formación del bulbo.
- Variedades de día largo que requieren de quince a diez y seis horas de luz para formar bulbo (Llerena y Pardo, 1984).

3.5.3. Humedad.

La excesiva humedad del suelo provoca la proliferación y propagación de hongos, causando daño a la planta como posteriormente a los bulbos cosechados. Los mismos al contener demasiada humedad se pudren y brotan durante su almacenamiento, por tal razón la cebolla requiere zonas bastante secas para su manejo y posterior post cosecha.

En la práctica, la superficie del suelo no debe estar continuamente húmeda a causa de la predisposición del cultivo a la infección de *Botrytis allii* Munn (podredumbre del cuello).

Los bulbos tardan más en madurar en clima húmedo o cuando se utiliza riego al final del ciclo vegetativo (Raymond, 1989).

3.5.4. Temperatura.

La temperatura influye para la formación del bulbo, así como en la floración; los bulbos se desarrollan más rápidamente al incrementar la temperatura, debe tenerse en cuenta que cuando se siembran en climas fríos variedades adaptadas a regiones cálidas, forman bulbos pobres y florecen. Cuando variedades de zonas frías, se cultivan en regiones cálidas la formación del bulbo es lenta y se forma muy pobremente (Higueta *et al.*, 1977).

La cebolla es una planta altamente resistente a las heladas que, en sus primeros estados hasta la mitad de su desarrollo, debe permanecer en regiones de temperaturas bajas a moderadas para evitar la maduración de las plantas antes del inicio de formación de bulbos. Sin embargo, cuando esta ha alcanzado un mínimo desarrollo requiere de temperaturas más altas para lograr, en una primera fase, un crecimiento acelerado y posteriormente su maduración. (Escaff *et al.*, 1979).

3.5.5. Suelo.

Segun Casseres, (1984). La cebolla requiere suelos bien preparados y fértiles, los cuales pueden ser de tipo limo arenoso, migajones u otros con buen contenido de materia orgánica. No tolera acidez alta, siendo preferido un pH entre 6.0 y 6.8. Los

suelos pesados o arcillosos no son convenientes, en parte porque se forma una costra en su superficie después del riego o de las lluvias. Esto es especialmente malo para la germinación de las semillas.

El cultivo de la cebolla generalmente se adapta a varios tipos de suelos, pero su mejor comportamiento se desarrolla en terrenos con alto contenido de materia orgánica. (Genta *et al.*, 1991).

Los suelos preferencialmente deben ser sueltos, profundos y bien aireados. En suelos pesados, compactos la cebolla modifica su forma característica, esto debido al esfuerzo que la misma ejerce para su desarrollo, los suelos livianos no deben ser excesivamente húmedos y un pH de 6 a 6.8 (Gardening, 1986).

De acuerdo con Doorembos, 1976. el cultivo se puede producir en muchos tipos de suelos, pero son preferibles los de textura media, y un pH óptimo entre 6 y 7.

3.6. Aspectos morfológicos.

El cultivar comprende plantas perennes no típicas, que, en las condiciones del altiplano, emiten tallo floral a los dos años, y su ciclo vegetativo es anual (Zabala y Ojeda, 1988).

3.6.1. Clasificación taxonómica.

Según Cronquist (1982), clasifica a la cebolla

CLASE: Liliopsida.

SUB CLASE: Liliidae.

ORDEN: Liliales.

FAMILIA: Liliaceae.

GENERO: *Allium*.

ESPECIE: *Allium cepa L.*

3.6.2. Fenología del cultivo de cebolla.

Como afirma Millar (1989), a los 30 días después de la plantación se inicia la formación del bulbo, a los 60 días empieza el crecimiento activo del bulbo, desde los 80 a los 110 días el bulbo alcanza de 1/3 a 1/2 de su crecimiento y peso máximo y hasta los 150 días deberá alcanzar su peso máximo.

3.6.3. Sistema radicular.

El sistema radicular es fasciculado, con un poco desarrollo de pelos absorbentes lo que determina su bajo poder de absorción; por lo tanto, necesitan una buena y permanente humedad en el suelo. La formación de las raíces son procesos continuos, hasta el periodo en que se inicia la detención del crecimiento cuando comienzan a morir las raíces más viejas. (Guzmán, 2000).

3.6.4. Tallo.

El tallo es acaule y es muy corto, se conoce comúnmente como plato que alcanza una altura de 0.5 a 1.5 cm y un ancho de 1.5 a 2 cm. El tallo se encuentra situado en el extremo inferior de las plantas, de él surgen las yemas, hojas y raíces adventicias.

En algunos casos sobre el tallo se forman yemas vegetativas, que prolongan la vida de las plantas por varios años; por ello es que se denominan plantas perennes no típicas. Los tallos florales de la cebolla son verdes, huecos y ensanchados en su parte central, alcanzan una altura de 1 a 1.2 cm (Zabala y Ojeda, 1988).

3.6.5. Hojas y seudotallo.

Las hojas de la cebolla están formadas por la vaina y el limbo. Las vainas son cilíndricas, ensanchadas y al reunirse entre sí forman el falso tallo. El limbo es la parte más conocida de forma tubular, ensanchada al centro y fino hacia el ápice; su color varia del verde a verde claro, y a veces se cubre con una película cerosa. En la base de la vaina de las hojas de la planta, se acumulan sustancias de reserva que forman el bulbo.

3.6.6. Bulbo.

El bulbo se forma y desarrolla por el ensanchamiento de la parte inferior de las vainas de las hojas que se tornan carnosas, y se recubren internamente por escamas membranosas, de color variable, rojizo, amarillo o blanco.

El bulbo está formado por escamas carnosas, yemas y tallos verdaderos. Las escamas son carnosas, abiertas o cerradas; las abiertas se forman a partir de vainas exteriores, son más finas y se convierten en túnicas que recubren y protegen al bulbo; las cerradas se forman de las vainas interiores del bulbo y carecen de limbo, y se encuentran envolviendo una o dos yemas que surgen de la parte superior del tallo verdadero, generalmente después de la sexta hoja.

3.6.7. Flor e inflorescencia.

Las plantas que se agrupan dentro la familia *Liliaceae* generalmente tienen una inflorescencia de tipo umbela, y algunas especies presentan variaciones poco significativas. En la umbela de la cebolla se agrupan de 200 a 1000 flores, son pequeñas y están dispuestas sobre pedúnculos largos y finos. Cada una de ellas está constituida por seis sépalos, seis pétalos, seis estambres y un pistilo con ovario supero, por lo que resulta una flor trómera de color rojo – violáceo, rosado verdoso o blanco. (Guzmán, 2000).

3.6.8. Fruto.

La familia de las Liliáceas tiene el fruto en capsulas tricarpelares de color verde pardo en su primer periodo de desarrollo, se tornan verde amarillento al inicio de la maduración y alcanzan el verde claro en la madurez completa. La floración, formación y maduración de los frutos ocurre en un periodo bastante largo, puesto que todos no maduran al mismo tiempo. (Guzmán, 2000).

3.6.9. Semilla.

El fruto tricarpelar, se desarrolla en cada lóculo dos óvulos, por lo que si se fecunda pueden formarse hasta seis semillas en cada una. Estas semillas son de color negro, pequeños y poseen tres lados irregulares y arrugados (Zabala y Ojeda, 1988).

3.7. Aspectos fisiológicos.

Estos aspectos fisiológicos son las etapas del desarrollo de la cebolla y de mayor interés para la producción de bulbos, desde un punto de vista más estandarizado

hacia el calibre y con un enfoque más comercial. Las interrelaciones con los factores ambientales y de manejo influirán significativamente sobre su comportamiento agronómico. (Crispín, 2010).

3.7.1. Desarrollo foliar.

Según Lipinski (1997) citado por Crispín (2010). la cebolla produce la mayor proporción de su parte aérea durante la etapa de crecimiento vegetativo, con un desarrollo foliar prácticamente nulo una vez que se inicia la bulbificación, el disco continúa emitiendo hojas, pero estas son modificadas para producir el bulbo. A medida que el mismo crece, los elementos móviles son trasladados desde las hojas viejas hacia las hojas expandidas del bulbo.

Cambios en la tasa de crecimiento por modificación de las condiciones ambientales (temperatura, humedad o insolación) pueden interactuar con la disponibilidad de nutrientes a nivel radical, afectando la concentración de los mismos en los tejidos.

3.7.2. Bulbificación.

Targa (1999) señala que en el inicio de la bulbificación la planta deja de formar hojas, hay un alargamiento de la región del seudo tallo y se inicia la formación de un número mayor de vainas concéntricas que expandidas juntamente con las vainas entumecidas de las hojas más viejas, forman el bulbo. La formación del bulbo se realiza con el predominio de la expansión celular sobre el proceso de división celular.

También indica que trabajos han demostrado que el fitocromo es el único receptor envuelto en el mecanismo de bulbificación en cebolla, y que la bulbificación es promovida por una alta relación entre el infrarrojo (750 nm): rojo (650 nm).

Los resultados de Galmarini (1997) indica que para un mismo cultivar y sitio, el rendimiento de bulbos está determinado por la época de siembra. Los cultivares más adaptados a una determinada región son aquellos que alcanzan a cumplir sus requerimientos térmicos y fotoperiódicos durante el ciclo de cultivo.

En esas condiciones, el crecimiento vegetativo y la formación de bulbo se prolongan, lográndose altos rendimientos, explicitados en términos de mayor área foliar en el momento de la bulbificación.

Según Boyhan *et al.*, (2001) citado por Crispín (2010). la cebolla es propensa a problemas fisiológicos que los productores deberán tratar de minimizar. Uno de estos problemas son bulbos partidos o dobles. Esta condición es causada por factores culturales y ambientales como también genéticos. Se cree que la sobre fertilización, inclusive el riego, y las fluctuaciones de temperatura influyen la doble formación del bulbo. Algunas variedades son más propensas a producir bulbos dobles que otras.

Como opina Jones (1963) las cebollas bulbifican más rápidamente a temperaturas cálidas que a temperaturas frías. De hecho, la temperatura esta probablemente tan directamente relacionada a la bulbificación que un fotoperiodo mínimo no podría ser especificado sin la especificación de la temperatura.

3.7.3. Floración.

En 1999, Targa ha concluido que, dependiendo de la sensibilidad del cultivar, temperaturas por debajo de 15 grados centígrados cuando presentan capas más desenvueltas, pueden causar el florecimiento prematuro y estas que dan sin valor

comercial. La incidencia de temperaturas más bajas en mudas menores, no induce a la floración precoz. Hay falta de conocimiento por parte de los productores que las épocas de plantación muchas veces están determinadas por este factor y por la resistencia del cultivar a la floración precoz.

De acuerdo con Boyhan *et al.*, (2001) citado por Crispín (2010). señala que los tallos florales pueden formarse en el primer año si se producen las condiciones ambientales apropiadas y el tamaño de la planta es favorable. Temperaturas bajas durante etapas finales del periodo de crecimiento, cuando las plantas son relativamente largas, pueden resultar de un alto porcentaje de tallos florales. Aparentemente también hay un componente varietal en la inducción floral.

Si el crecimiento se retrasa a causa de bajas temperaturas durante la primera etapa del periodo de desarrollo y temperaturas más elevadas prevalecen durante la temporada, habrá poca o ninguna floración.

3.8. Características agronómicas del cultivo.

3.8.1. Preparación del suelo.

La preparación del suelo para el trasplante debe ser adecuado, profundo y aireado tal cometido se realizará con dos araduras cruzadas y sus respectivas rastras, hasta una profundidad de 25 a 30 cm, preferentemente dos meses antes del trasplante; para finalmente concluir con su nivelación e implementación de las hileras y densidades de siembra. (Holle y Montes, 1982).

Zabala y Ojeda, (1988). afirman que para la obtención de buenos rendimientos del cultivo es tener una buena preparación del suelo, empleo efectivo de herbicidas,

efectividad en el suministro de riego como la eliminación de la vegetación espontánea.

La secuencia de aradura, rastraje, cruza y rastraje en la preparación del suelo para el trasplante, nos permiten contar con un mullimiento adecuado del terreno lo que facilita el surcamiento y posterior plantación de los plantines. (Escaff *et al.*, 1979).

3.8.2. Fertilización.

La materia orgánica en condiciones elevadas puede presentar deficiencia de potasio, por lo que debe figurar en la fórmula de fertilizantes químicos, su proporción, así como la de N, P, depende de las exigencias de cada suelo previo análisis químico del mismo. (Casseres, 1977).

El cultivo se produce en diferentes tipos de suelo, pero son preferibles los de textura media. Las necesidades de fertilizantes son normalmente de 60 a 100 kg/ha de N, 25 a 45 kg/ha de P₂O₅ y 48 a 80 kg/ha de K₂O. (Doorembos, 1976).

3.8.3. Abonamiento.

Al respecto Paterson y Ede (1978), mencionan que la calidad del estiércol varía en función de la clase del animal que ha producido el estiércol, su estado de descomposición y tipo de alimentación de los mismos.

También el empleo de una dosis fuerte de estiércol de 40 a 50 tn/ha, ayuda a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo. Un abonado medio de 30 tn/ha, suministra 150 – 90 – 180 kg de N – P₂O₅ – K₂O, lo que permite decir que el estiércol es a la vez, enmienda y abono. (Gros, 1962).

Por su parte Arca (1970), indica que la aplicación de estiércol, permite a las tierras de baja fertilidad inicial responder con mayores incrementos en las cosechas que las tierras productivas. Por otro lado, el componente orgánico del estiércol, contribuye a conservar el contenido de materia orgánica del suelo, produce una mejora en la estructura facilitando la labranza, infiltración del agua y aireación del mismo.

La cebolla es exigente en materia orgánica y se recomienda incorporar de 10 a 30 tn/ha, de estiércol descompuesto, además se recomienda que la cebolla pueda ser cultivada sobre una tierra que haya sido estercolada en un cultivo anterior (Holle y Montes, 1982).

Así también el estiércol contiene sustancias llamadas auxinas que estimulan el crecimiento de las plantas, estas pueden ser consideradas como vitaminas y hormonas por su efecto en el desarrollo del cultivo (Zapater, 1992, citado por Agustburger, 1990).

3.8.4. Utilización del compost en la agricultura.

En estas actividades, la preparación del terreno para la posterior implantación de cubiertas vegetales, mediante siembras y plantaciones que impidan o reduzcan la erosión, requiere el aporte de compost que potencie el efecto de humificación del suelo. Por lo tanto, el compost de calidad obtenido se podrá usar como sustituto de tierra vegetal en jardinería y paisajismo, como enmienda orgánica en cultivos forestales y agrícolas y como substrato en viveros forestales, ornamentales y hortícolas. También es de destacar su aplicación en la restauración de suelos degradados y en la recuperación de superficies denostadas por diversas actividades

cómo construcción de infraestructura viaria, hidráulicas, extracciones de áridos, minería, canteras, entre otros.

De acuerdo a Fuentes (2000), la mayor parte de los sistemas de cultivo, si no se aporta materia orgánica de ningún modo, se produce una progresiva disminución del nivel de humus del suelo. Esta pérdida conlleva diversos problemas como erosión acelerada, deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y una pérdida genérica de fertilidad en sentido amplio.

Tabla 5.

Empleo de compost para los cultivos.

Aplicación	Objetivo	Cantidad (kg/m²)	Frecuencia de Aplicación	Forma de Aplicación
Preparación del terreno.	Mejora la calidad de la tierra.	< a 15 kg/m ²	Una vez.	Mezcla del compost con la tierra profundamente.
Cultivo de papas, zanahorias y legumbres.	Enriquecimiento de la tierra.	3 -5 kg/m ²	1 * 2 años.	Mezcla superficial del compost con la tierra.
Trigo, avena, cebada, centeno y maíz.	Enriquecimiento de la tierra.	2 - 6 kg/m ²	1 * 2 años.	Mezcla superficial del compost con la tierra.
Pasto, praderas.	Enriquecimiento de la tierra.	3 - 6 kg/m ²	1 * 2 años.	Dispersar sobre la superficie.

Fuentes (2000).

3.8.5. Características y parámetros físico - químicos del compost.

En 2000, Fuentes asegura que son muchos y muy complejos los factores que intervienen en cualquier proceso biológico. Todas estas variables están a su vez influenciadas por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar, la técnica de compostaje, la manera en que se desarrolla la operación y por la interacción entre ellas. Los parámetros esenciales nos determinaran la calidad del compost elaborado para su utilidad.

- pH.

Como afirma Ahumada (2005), influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general, los hongos toleran un pH entre 5 - 8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH = 6 - 7,5). El pH varía a lo largo del proceso. En la primera fase, fase mesófila, puede bajar por la formación de ácidos, para volver a aumentar posteriormente, finalmente el pH disminuye en la fase final o de maduración.

- Relación carbono/nitrógeno.

Koni (2007), señala que para obtener un compost de buena calidad se debe procurar entonces, un equilibrio entre los materiales que se utilizan, es decir entre aquellos ricos en Carbono y ricos en Nitrógeno. Se considera que la mezcla ideal para la fabricación de compost debe tener entre 25 y 30 veces más material rico en carbono que en nitrógeno, es decir una relación Carbono/Nitrógeno de 30:1.

Para Mendoza (2006), la relación C/N ideal para la fabricación de un abono orgánico de rápida fermentación es de 25:35, una relación C/N menor trae pérdidas

considerables de nitrógeno por volatilización, en cambio una relación C/N mayor alarga el proceso de descomposición.

El mismo escritor menciona también que, según el valor de la relación C/N se determina si un material orgánico está poco o muy descompuesto. Para valores de C/N 50 a 80, existe mucha materia orgánica fresca y poca actividad microbiana; para valores entre 15 y 40, la degradación está próxima al equilibrio, y se incorpora al suelo una parte del nitrógeno liberado. La relación C/N igual a 10, se considera que la composición de la materia orgánica está en equilibrio, lo que significa que las cantidades de carbón y nitrógeno son los adecuados

3.8.6. Siembra.

La siembra se puede realizar tanto en forma directa como indirecta. El sistema más utilizado en nuestro medio, es la siembra en camas de almacigo y su posterior trasplante al terreno definitivo, cuando las plántulas alcanzaron una altura de 10 a 15 cm o cuando tienen alrededor de 90 días de almacigado. (Suca, 1978).

Para el trasplante la siembra se hace dentro del surco, en los camellones o bordos, empleando el distanciamiento entre surcos de 50 a 60 centímetros entre líneas o hileras, se recomienda regar inmediatamente después del trasplante (Llerena y Pardo, 1984).

En el altiplano la densidad de siembra varía de acuerdo a la calidad de la tierra, por lo general la distancia entre surcos es de 15 a 20 cm y entre plantas de 8 a 12 cm.

3.8.7. Almacigo.

La siembra en almacigo se realiza, con la intención de adelantar la cosecha en climas donde existe el peligro de heladas y fríos sorpresivos (empleándose de preferencia variedades precoces). La siembra en el almacigo se efectúa al voleo en los meses de enero a julio (Lerena, 1980).

En el almacigo el proceso de germinación dura alrededor de 45 días, se aconseja hacer el trasplante cuando las plántulas tengan un diámetro de 8 a 12 mm y una altura de aproximadamente 15 cm. (Llerena y Pardo, 1984).

3.9. Labores culturales.

3.9.1. Trasplante.

El trasplante es una de las actividades más importantes del cultivo, la cual definirá el número real de plantas que se van a establecer en una determinada superficie; tomando en cuenta su propósito y finalidad de la misma. Cabe señalar que la distancia de plantación para cada tipo de cebolla va influir en el tamaño del bulbo a la cosecha. Es así que a mayores distancias de plantación se obtendrán bulbos de mayor tamaño y en menor número. (Escaff et al., 1979).

De acuerdo con Casseres, (1984). Las plántulas de cebolla están listas entre 6 a 10 semanas aproximadamente. No debe recortarse el follaje ni las raíces solo excepto en un trasplante mecánico, en donde la poda facilita las operaciones. El espaciamiento apropiado para la cebolla depende de la fertilidad del suelo, del sistema de riego, del cultivar y del equipo mecánico que se use.

La distancia entre surcos puede ser desde 45 hasta 90 cm y entre plantas de 5 a 10 cm. Las cebollas pequeñas tempranas generalmente pueden sembrarse más juntas que las de mayor tamaño y más tardías. Debido al alto costo de la entresaca, se trata de sembrar la semilla a la densidad más apropiada posible. La entresaca es necesaria para evitar demasiada competencia y malformación de bulbos, pero la producción de bulbos de tamaño muy grande, que se favorece con mayor espaciamiento no siempre resulta en precios más altos. Hay preferencia por la cebolla mediana.

Según Higuera *et al.*, (1977). El trasplante se realiza preferentemente en horas de la tarde o en días frescos y nublados, aplicando riego continuo y permanente a la actividad. Puede sembrarse en hileras separadas de 30 a 40 cm de acuerdo con la zona.

3.9.2. Escarda.

La escarda debe hacerse de forma repetida y frecuente, para romper la corteza dura originada en la superficie del suelo, caso contrario la planta tendría escaso desarrollo, así también se eliminará toda hierba adventicia que pudiera entorpecer el buen desarrollo de la planta. (Leñano, 1972).

3.9.3. Control de malezas.

Las malezas ejercen una fuerte competencia con el cultivo por agua, luz y nutrientes, y ese efecto se produce durante casi todo el periodo del cultivo. En general para el control de las malezas se recomienda un método mixto: químico y manual. El control

químico se realiza después del trasplante en los primeros estados de desarrollo de la cebolla y el manual en los estados más avanzados. (Escaff *et al.*, 1979).

3.9.4. Aporque.

Como norma general, la cebolla no debe aporarse, ya que esta práctica disminuye el desarrollo del bulbo. Sin embargo, el aporque disminuye los bulbos dobles y alarga los bulbos, por lo que variedades muy achatadas pueden producirse más redondas y mejoran sus posibilidades de mercadeo cuando no hay otras variedades disponibles. (Higuita *et al.*, 1977).

3.9.5. Riego.

El cultivo de la cebolla es muy sensible al déficit de agua especialmente durante el periodo de crecimiento rápido que tiene lugar unos 60 días después del trasplante. (Zabala y Ojeda, 1988).

La frecuencia de riego depende directamente del clima imperante; sin embargo, en un principio, se puede recomendar cada 3 o 4 días, para luego distanciarlo paulatinamente hasta llegar a una frecuencia de 6 a 8 días, cuando las plantas se encuentran próximas a su desarrollo óptimo. (Escaff *et al.*, 1979).

Los requerimientos de agua dependen de las condiciones climáticas, tamaño de las plantas y tipo de suelo; en suelos arenosos se requiere riegos más frecuentes que en suelos pesados. (Genta *et al.*, 1991).

3.9.6. Cosecha.

Se empieza a cosechar cuando el 40 a 50 % de la parte aérea de la planta se seca (para seca) y para verde cuando ha completado su ciclo y formación de bulbo. Existen diversas formas para extraerlos bulbos (mecánica y manual), con la forma mecanizada se daña gran porcentaje de los bulbos. (Llerena y Pardo, 1984).

La cebolla se cosecha con follaje, una vez que este se ha doblado y secado completamente, también se cosecha “en verde” para la venta en manojos. En climas medios y de valle la cebolla se cosecha a los 130 a 140 días luego del trasplante. (Higueta *et al.*, 1977).

La fecha de cosecha está influenciada mayormente por el precio del mercado y por las condiciones climáticas, cuando el precio es alto puede cosecharse la cebolla en estado de “verde”. Como regla general, la cosecha para bulbos secos debe realizarse cuando el 70% de las plantas en el cultivo han “volcado”. (Genta *et al.*, 1991).

La madurez de las plantas de cebolla se manifiesta en el follaje; este se torna amarillento y se dobla a la altura del cuello para luego secarse totalmente, indicando que el momento más oportuno para cosechar es cuando el 80 % del follaje se ha caído. (Escaff *et al.*, 1979).

3.9.7. Curado.

El curado consiste en dejarlas en el campo, hileradas de tal manera que el follaje de las plantas cubra los bulbos. En esta forma deben permanecer por 10 a 15 días, dependiendo de las condiciones del medio. Una cebolla bien curada debe tener

secas y de color dorado sus túnicas externas y ser dura a la presión de los dedos. (Escaff *et al.*, 1979).

Los bulbos deben dejarse en el campo, proceso denominado comúnmente “curado”, durante tres a cinco días, este periodo puede sufrir modificaciones de acuerdo al porcentaje de humedad relativa ambiente y del suelo. (Genta *et al.*, 1991).

3.9.8. Almacenamiento.

En general, el periodo normal de almacenamiento es de 4 a 6 meses cuando está bien curado, para las condiciones óptimas de almacenamiento, se recomienda temperaturas de cero grados centígrados y humedad relativa del 70 %. (Llerena y Pardo, 1984).

Para el almacenamiento emplear temperaturas de 1 a 2 grados centígrados con humedad relativa de 70 a 75 %. Según el servicio para el agricultor, con este sistema es posible almacenar cebolla hasta por cinco meses. Los bulbos más grandes son los primeros en dañarse. (Higuita *et al.*, 1977).

3.9.9. Rendimiento.

El rendimiento es uno de los indicadores importantes para evaluar un buen desarrollo del cultivo, al respecto el Instituto Internacional de Investigación (1984), señala que un buen rendimiento en bulbo, bajo riego es de 35 a 45 tn/ha. Igualmente, indica que, para las condiciones del departamento de Puno Perú, se estima un rendimiento de 20 tn/ha, y en la zona de Arequipa de 30 tn/ha.

Según Flores (1988), indica que el periodo vegetativo comprende entre el trasplante y la cosecha es alrededor de 180 días, con un rendimiento de 30 a 80 tn/ha en la zona de Arequipa; mientras para las condiciones de Puno el rendimiento es de 12 a 30 tn/ha.

Los resultados de Sánchez (2001), en su estudio de fertilización química – orgánica, bajo tres densidades de siembra utilizando la variedad Arequipeña en la localidad de Mallasa, obtuvo un rendimiento en materia verde de 9.6 tn de cebolla/ha aplicando 20 tn de estiércol de ovino /ha.

En 2001, Quelali en su trabajo de efecto de fertilización química en tres variedades de cebolla (Provincia Camacho), utilizando la variedad Arequipeña, Criolla Rosada, Red Creole; alcanzó rendimientos de 53.27; 49.46; 33.41 tn/ha respectivamente.

De acuerdo con Iniaf (2011). Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, indica que el rendimiento promedio de cebolla en Bolivia es de aproximadamente 8.7 tn/ha; pero la variedad globosa revolución considerada de alto rendimiento llegó a producir 40 tn/ha. La misma tiene forma redonda, color rojo intenso y pesa 200 gramos.

3.9.10. Plagas y enfermedades.

Entre las principales plagas y enfermedades del cultivo; hongos, nematodos e insectos, así como su sintomatología es importante su reconocimiento para un manejo fitosanitario óptimo. Su presencia se manifiesta desde los inicios de la germinación en almacigo, transitando por el desarrollo hasta incluso después de la maduración y cosecha del mismo.

Las condiciones climáticas que favorecen al desarrollo de la enfermedad son: temperatura media diaria superior a los 8 grados centígrados y humedad relativa del aire mayor al 80 % con presencia de agua sobre las hojas (condensaciones del agua sobre las hojas por periodos prolongados), debido a nieblas, rocíos o lloviznas. (Genta *et al.*, 1991).

Las plantas de cebolla pueden ser afectadas por diversas enfermedades, que provocan pérdidas en cualquier etapa del cultivo, en muchos casos, existen tratamientos químicos con los cuales se puede dar un excelente control; sin embargo, cabe señalar que mientras más vigorosas sean las plantas, la respuesta que se obtiene a los controles químicos es mayor. Por otro lado, las prácticas culturales tales como: rotación de cultivos, cosecha apropiada, buen curado, almacenaje adecuado, ayudan también a prevenir enfermedades y en definitiva a obtener mejores rendimientos. (Escaff *et al.*, 1979).

Según Casseres, Cria IV y Llerena (1984), enuncian las principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo de la cebolla.

Principales plagas del cultivo	
Plaga	Nombre Científico
Trips	<i>Thrips tabaci</i> Lind
Mosca de la cebolla	<i>Anthomyia phorbica</i> Meing
Gusano de la cebolla	<i>Hylemia antiqua</i> Meing
Arañita roja	<i>Tetranychus telarius</i> Lind

Principales enfermedades del cultivo

Enfermedad	Agente Causal
Podredumbre blanca de la cebolla	<i>Sclerotium cepivorum Berk</i>
Mildiu de la cebolla	<i>Peronospora schieideni Berk</i>
Virus o mosaico de la cebolla	<i>Allium virus</i>
Carbón de la cebolla	<i>Urocystis cepulae Frest</i>
Pudrición del cuello	<i>Botrytis allii Munn</i>
La raíz rosada	<i>Pyrenochaeta terrestris</i>
Roya o rulla de la cebolla	<i>Puccinia allii</i>
El tizne	<i>Colletotrichum circinans</i>
Kamanchaca	<i>Peronospora destructor</i>

3.10. Análisis económico.

En la presente investigación se presenta una serie de procedimientos para realizar el análisis económico de los resultados obtenidos en los tratamientos, los mismos serán útiles para formular recomendaciones para los agricultores a partir de datos agronómicos, basándose en la consideración de los costos de producción, ingreso bruto, ingreso neto y la relación beneficio/costo.

El costo total, se puede definir como el valor de los factores de producción (recursos o insumos) que son empleados en el proceso productivo para crear o producir un bien o servicio. El proceso productivo precisa para su inicio movilizar y combinar recursos materiales, humanos y financieros. Dentro de la visión general, el costo total

es la suma del costo fijo total con el costo variable total. Donde el Costo fijo, son aquellos costos en que necesariamente se tienen que incurrir al iniciar las operaciones, aun cuando no se produzca nada y el Costo variable, son aquellos que varían al variar el volumen de producción (Alvarado, citado por Chambi 2005).

De acuerdo al mismo autor el Ingreso bruto o beneficio bruto de campo de cada tratamiento se calcula multiplicando el precio del producto por el rendimiento ajustado y el Ingreso neto, es la diferencia entre el ingreso total menos el costo total.

La relación beneficio/costo (B/C), muestra la cantidad de dinero que recibirá una alternativa de producción por cada unidad monetaria invertida. Se determina dividiendo los ingresos brutos (beneficios) entre los costos. Este indicador mide la relación que existe entre los ingresos de una alternativa de producción y los costos incurridos a lo largo de su vida útil incluyendo la inversión total.

Además, Sapag (2000), menciona que se considera la razón B/C solo como un índice de relación, en lugar de un valor concreto. Al respecto Chambi (2005), señala que para su aplicación es necesario tener los siguientes parámetros de medición:

$B/C > 1$, entonces, existe beneficio, lo que significa que es rentable.

$B/C < 1$, entonces, no existe beneficio.

$B/C = 1$, entonces, no existe beneficio ni pérdida.

4. LOCALIZACION.

El presente trabajo de investigación se realizó en la localidad de Cota Cota, Centro Experimental campus universitario dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés – Facultad de Agronomía, Nuestra Señora de La Paz.

4.1. Ubicación geográfica.

La zona de estudio se encuentra ubicada a 15 kilómetros del centro de la ciudad de La Paz. Geográficamente el CECC está a una altura de 3400 metros sobre el nivel del mar, latitud sur 16° 32' y una longitud oeste 68° 8'.

Las condiciones climatológicas son de cabecera de valle, los veranos son calurosos con temperaturas que alcanzan 31° C y en la época invernal la temperatura puede bajar hasta – 5° C.

En los meses de agosto a noviembre se presentan vientos fuertes del noroeste a este y la temperatura media es de 13.5 ° C, con una precipitación media de 400 mm y presencia de heladas en 15 días del año con temperaturas por debajo de 0° C.

4.2. Suelo.

Limachi (2018), señala que la clase textural que presenta los suelos de Cota Cota va desde franco a franco limoso, en general son suelos fértiles; la topografía del lugar se caracteriza por ser relativamente accidentada con pendientes regulares a fuertes. Los suelos son utilizados para la producción de hortalizas como lechuga, acelga, pimentón, frutillas, árboles frutales, cebolla, maíz, papa, rosas y diferentes cultivos de especies forrajeras.

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

En este acápite veremos una descripción detallada y justificada de la metodología empleada en el estudio, basado en el planteamiento y cumplimiento de los objetivos; así también de los materiales utilizados en el desarrollo investigativo.

5.1. Materiales.

5.1.1. Material vegetal.

En el presente trabajo de investigación se utilizó tres variedades de cebolla, una procedente del país vecino de Perú con la variedad roja arequipeña; y dos variedades de origen americano como la roja criolla y roja americana.

a) Roja Arequipeña.

Los bulbos son de color rojo a granate intenso, cuando recién madura se torna rojo cobrizo, de sabor bastante fuerte e irritante; Valdez (1990), indica que es una planta de fotoperiodo largo.

Por otra parte, Delgado (1982), menciona que esta variedad es considerada de días intermedio y es la que mejor se adapta a las condiciones del altiplano.

Las características más notorias del cultivar son: raíces largas y densas, bulbos de forma esférica de color rojo y buen rendimiento (Toledo, 1982).

b) Red Creole.

Se caracteriza por ser una variedad picante, de cuello delgado, sus escamas son carnosas, delgadas y compactas, el promedio de bulbo es de 50 a 100 gramos,

bulbos redondos, ovalados y ligeramente aplastados. Necesita 11 horas/luz para formar bulbo, su ciclo vegetativo es de 150 días con un rendimiento promedio de 10 Tn/Ha (Zabala y Ojeda, 1988).

Higueta et al., (1977), resalta que es adaptable a climas cálidos y medios con temperatura entre 20 a 30 °C y a 1.700 msnm bulbos medianos, rojo oscuro de forma achatada de sabor picante rendimiento promedio 12 a 16 tn/ha.

c) Roja Americana.

Es una variedad que pertenece a un fotoperiodo intermedio; de color rojizo y forma mediana achatada. Su pungencia es picante y de firmeza dura, su ciclo vegetativo es de 120 a 140 días aproximadamente. (Denissen, 1988).

5.1.2. Material de campo.

Los materiales empleados fueron; picotas, palas, rastrillos, chontillas, estacas, cordel, cinta métrica, regaderas, libreta de campo, marbetes, calculadora, cámara digital, balanza electrónica, calibrador vernier.

5.2. Metodología.

5.2.1. Diseño experimental.

Para el presente estudio se empleó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3 * 3; donde el factor A corresponde a variedades y el factor B a densidades de siembra, distribuidos en tres bloques.

a) Tratamientos.

Los tratamientos en estudio analizaran el comportamiento de las tres variedades de cebolla; a distintas densidades de siembra y repercutir de manera sustancial en los rendimientos por unidad de superficie (metro cuadrado).

Tabla 6.

Tratamientos de variedades vs densidades de siembra.

Tratamientos	FACTOR A	FACTOR B	Número plantas / m ²
	Variedades	Densidades de siembra	
		Distancia entre plantas (cm)	
1	Roja arequipeña	10	40
2	Roja arequipeña	15	28
3	Roja arequipeña	20	20
4	Red creole	10	40
5	Red creole	15	28
6	Red creole	20	20
7	Roja americana	10	40
8	Roja americana	15	28
9	Roja americana	20	20

b) Características del campo experimental.

- El estudio se basa en 3 bloques.
- Superficie de bloque igual a 9 m² (1 m de ancho por 9 m de largo).

- Distancia entre bloques de 0.50 m.
- Cada bloque tiene 9 tratamientos.
- 27 unidades experimentales.
- Cada unidad experimental tiene 1 m² de superficie de estudio real; haciendo un total de 27 m².
- Las platabandas para fines de manejo, borduras; tiene un incremento superficial a 1.20 m de ancho por 9.30 m de largo, y con un total de 33.48 m².
- La unidad experimental está conformada por 4 hileras y una distancia entre estos de 0.30 m.
- La distancia de trasplante varia de 0.10; 0.15 y 0.20 m entre plantas “densidades de siembra”.

c) Modelo Lineal Aditivo.

Para el siguiente análisis y evaluación de las variables consideradas en el ensayo se empleó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \lambda k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon$$

Donde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera.

μ = Media general.

λk = Efecto k-esimo bloque.

α_i = Efecto i-esima variedad.

β_j = Efecto j-esima densidad.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto interacción i-esima variedad y j-esima densidad.

ϵ = Error experimental.

d) Preparación de almaciguera.

El almacigado se implementó en invernaderos del Centro Experimental Cota Cota en fecha 1 de Julio de 2018, en tres camas; una para cada variedad, superficie individual de 0.50 m². El sustrato empleado para garantizar la emergencia de las semillas estaba integrado en una relación de 1:1:1:1 de tierra del lugar, arena fina, abono animal y turba; con un previo tamizado de tres milímetros de diámetro y homogéneamente mezclado. Para finalmente desinfectarlo con una solución de formol al 3 % y durante un tiempo de cuatro días.

Posteriormente a la desinfección se removió y venteo las almacigas por un periodo de dos días antes de su siembra, Esta se realizó por el método de chorro continuo, en líneas de 8 cm de separación entre sí, a una profundidad de 2 cm y con una densidad de siembra de 3 g/almacigo. La cantidad de semilla empleada en almacigas móviles, para unidades productivas pequeñas resultan un tanto benéficas por el manejo en términos de contar con plántulas de mayor tamaño, mayor número de hojas e incluso contar con bulbillos más vigorosos para su establecimiento final.

El riego fue por inundación, y la infiltración lenta por el tipo de sustrato suelto permite que el desarrollo sea casi uniforme a diferencia de la formación de costras en suelos pesados; la frecuencia del riego está marcada definitivamente también por las

condiciones ambientales del medio, evitando siempre que los plantines sufran estrés por falta del mismo.

Tabla 7.

Cantidad de semillas promedio /gramo.

Variedad	Número de Muestra	Cantidad semillas/gramo	Cantidad semillas promedio/gramo
	1	326	
Roja arequipeña	2	316	322
	3	324	
	1	267	
Red creole	2	272	267
	3	262	
	1	225	
Roja americana	2	234	231
	3	235	

e) Preparación del terreno.

Dentro la preparación del terreno se realizaron actividades de aradura a una profundidad de 20 cm, eliminado de rastrojos y malezas que son hospederos de plagas y enfermedades, posteriormente un mullido para dar una mejor forma textural al cultivo a establecer. Para finalmente concluir con la formación de las platabandas a una altura de 15 cm del nivel del suelo.

f) Trazado de la unidad experimental.

Se desempeñó la medición y estacado de los bloques; así como de los pasillos y respectiva distribución de los tratamientos, se ejerció un sentido de puntos

cardinales de Este a Oeste longitudinalmente a los bloques para un mejor aprovechamiento del día en función a horas/luz.

g) Incorporación de compost.

Al estudio se le añadió compost como un abonado de fondo uniforme; no considerado como factor de estudio, apoyado y producido CECC con remanentes de cultivos hortícolas, malezas y especies forestales; la cosecha del insumo tiene un periodo de preparación de tres meses realizada por la Dirección y Gestión 2018. La dosis empleada para cada metro cuadrado fue de 4 kg, con un global de 108 kg para las 27 unidades experimentales.

h) Trasplante.

El trasplante se ejecutó el 12 de septiembre de 2018, el periodo de tiempo almacigado tuvo 66 días aproximadamente; un indicador para el trasplante fue que tuvieron una altura promedio de 20 cm, presencia de 4 hojas y algunos casos formación de la 5 hoja. El diámetro del cuello y bulbillos alcanzaron un promedio de 4 a 5 mm respectivamente.

Una vez desplegado las hileras en los tratamientos a una profundidad de 10 cm se procedió a regar con agua, con el objetivo de evitar el estrés de las plantas al momento de su establecimiento y así garantizar su prendimiento; al posterior tapado de los surcos se mantuvo un riego permanente por un periodo de 7 días, en un volumen de 8 l agua/m² y que generalmente se lo hizo por las tardes para un mejor aprovechamiento de las raíces por la noche.

La distancia entre hileras longitudinalmente en los bloques fue de 0; 30; 60; 90 cm, teniendo 4 surcos por metro cuadrado (unidad superficie) y sus respectivas densidades de siembra de 40; 28; 20 plantines/m². Cada tratamiento nos permite tener un cálculo real de la cantidad de plantines a utilizar, así también observar el comportamiento y desarrollo individual de cada variedad.

Tabla 8.

Número de plantas en estudio.

Variedad	Tratamientos	Densidad siembra/m ²	Nº plantas/ bloque	Nº plantas/ 3 bloques
Roja	1	40		
arequipeña	2	28	88	264
	3	20		
	4	40		
Red creole	5	28	88	264
	6	20		
	7	40		
Roja americana	8	28	88	264
	9	20		

Para el estudio se emplearon un total de 792 plantas, distribuidas en tratamiento y densidades de siembra.

i) Labores culturales.

La faena cultural fue permanente para entender la respuesta del cultivo y consolidar el éxito de la investigación; siempre en función de las condiciones ambientales del medio.

j) Aporque y deshierbe.

El primer aporque se lo desempeño a los 40 días del trasplante; esto debido particularmente a la presencia de malezas por la permanente humedad presente en el estadio de establecimiento del cultivo. Posteriormente actividades de escarda y aporques se dieron siempre a la necesidad y estado de desarrollo del mismo.

k) Riego.

La irrigación fue mayor y consecutivo en la etapa de establecimiento del cultivo; especialmente el primer mes y debido a la época de primavera – verano en la que había sido realizado el trabajo, añadido las características texturales pesadas del suelo causaban una frecuencia de riego de 3 a 4 días.

l) Cosecha.

La recolección se realizó a partir de los 141 días del trasplante, periodo comprendido dentro del ciclo vegetativo de los 150 días; el riego se levantó 10 días antes de la cosecha programada, con el objeto de finalizar el proceso de bulbificación y afluir a la dormancia.

Se recogió todos los bulbos de cada unidad experimental para efectos de valuación de rendimiento; así también los bulbos marcados de cada unidad experimental considerados para efectos de evaluación de las variables del ensayo, ubicada en la parte central de cada unidad y tener una muestra representativa y homogénea del estudio. Posteriormente concluir con el reposo de bulbos por el tiempo de 10 días bajo sombra (curado de bulbos y secado de catáfilas externas). Las evaluaciones y

registro correspondientes en especial a las de rendimiento de bulbo; se tomaron ocasionando el corte de raíces y follaje seco.

m) Evaluación del comportamiento agronómico.

La evaluación de la investigación está específicamente asentado al rendimiento del cultivo una vez finalizado su ciclo; apoyado con componentes de diámetro de bulbo y peso de bulbo.

5.3. Variables de respuesta.

5.3.1. Variables agronómicas.

a) Porcentaje de prendimiento.

La cuantificación del porcentaje de prendimiento se hizo a los 19 días del trasplante; tomando el número de plantas vivas sobre el número total de plantas por unidad experimental.

b) Altura de planta.

Se estimaron cinco plantas por unidad experimental durante todo el ciclo del cultivo; finalizando en la post cosecha. Se hizo mensuraciones en centímetros desde el cuello del bulbo hasta la punta de la hoja más larga.

c) Número de hojas.

Se cuantifico las hojas de las muestras de cada unidad experimental; excluyendo a las hojas de menor tamaño inferior a 20 cm.

5.3.2. Variables de rendimiento.

a) Diámetro de bulbo.

La dimensión del diámetro de bulbo se obtuvo de la parte media del mismo; esta se realiza con un instrumento de medición conocido como calibrador o vernier. La calibración de los bulbos estará sujeta a una categorización para su evaluación en función de factores tanto de variedades como densidades de siembra.

- Primer calibre: mayores o iguales a 10 cm.
- Segundo calibre: menores o iguales a 8 cm.
- Tercer calibre: menores o iguales a 6 cm.

b) Peso de bulbo.

Previo al pesado de las muestras y total de cada unidad experimental, se procedió al corte de raíces como de hojas secas; así determinar que variedades produjeron mayor peso en la formación de bulbo. Esta valoración se encuentra estrechamente relacionada con el rendimiento.

c) Rendimiento.

Los componentes de diámetro y peso de bulbo son evaluados individualmente de cada unidad experimental; como así también de las muestras, que a su vez son promediadas respectivamente para cada componente, variedad y densidad de siembra y poder extrapolar conclusivamente a un rendimiento total por hectárea.

5.3.3. Comportamiento de plagas y enfermedades.

Durante el almácigado, establecimiento y desarrollo del cultivo no se presentaron enfermedades ni plagas de ningún tipo; excepto enfermedades del follaje a finalización del ciclo como la *Peronospora destructor*, ocasionando escasas lesiones en las hojas de color verde pálido y que posteriormente se tornan grisáceo. El ataque de la enfermedad está determinado por las condiciones climáticas y meteorológicas de la zona, época del año, presencia de lloviznas y temperaturas medias de 17° C óptimos para el desarrollo y dispersión del hongo.

5.3.4. Evaluación de costos parciales.

Finalmente se realizó una evaluación económica de todos los insumos empleados para la producción de cebolla, así como de cada uno de los tratamientos utilizados, con precios de acuerdo al año 2018. Se determinaron los costos variables y se les relacionó con el beneficio neto y la tasa marginal de retorno (CIMMYT, 1988).

Este es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos.

Para el análisis de costos parciales de los tratamientos, se empleó la metodología de evaluación económica sugerida por Perrin *et al.*, (1988), que recomienda el análisis de los beneficios brutos, beneficios netos, rendimientos y así obtener la relación beneficio/costo y rentabilidad. Los resultados fueron ajustados al 10% por efecto del nivel de manejo multiplicando el precio de mercado por la cantidad de producto de cada tratamiento, determinando el beneficio bruto. Empleando los siguientes parámetros de medición.

- **Ingreso Bruto.**

$$IB = R * Pv$$

Donde:

IB = Ingreso Bruto.

R = Rendimiento ajustado.

Pv = Precio de venta.

Restando al ingreso bruto los costos de producción, obtuvimos el beneficio neto, con los cuales se realizó la curva de beneficios netos.

- **Beneficio Neto.**

$$IN = IB - CP$$

Donde:

IN = Ingreso Neto.

IB = Ingreso Bruto.

CP = Costo de Producción.

- **Relación Beneficio/Costo.**

$$RBC = B / C$$

Donde:

RBC = Relación Beneficio Costo.

B = Beneficio Bruto.

CP = Costo de Producción.

Estos datos de beneficio/costo nos servirán para medir la capacidad de generar rentabilidad por cada unidad de moneda gastada.

El análisis de costos parciales se la realiza para recomendar al agricultor cual es el mejor tratamiento en el estudio realizado en la gestión agrícola 2018, la cual se utilizará para mejorar sus ingresos económicos.

En la elaboración del análisis económico, se considera la pérdida del 10% (rendimiento ajustado), para obtener los costos de producción, se calculó de acuerdo a los insumos utilizados para cada tratamiento los que derivaron en costos diferentes entre cada tratamiento.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

6.1. Variable Porcentaje de prendimiento.

Como se observa en la tabla 9 la variedad Red creole obtuvo un mejor promedio de prendimiento en los tres bloques de 94.2 %, mientras que las variedades Roja arequipeña y Roja americana obtuvieron promedios similares con 91.2% y 91.3 % respectivamente.

Tabla 9.

Porcentaje de prendimiento promedio de variedades.

Variedad	Porcentajes en Bloques			Promedio
	Bloque I	Bloque II	Bloque III	
Roja arequipeña	92.5	92.8	88.3	91.2
Red creole	95.8	95.2	91.6	94.2
Roja americana	94.1	91.6	88.3	91.3

Se puede evidenciar que la variedad Red creole, al ser una variedad más común, es decir que se produce y es originaria de la región, respondió mejor a condiciones de trasplante, logrando un mejor prendimiento medido a los 18 días después del trasplante.

Las condiciones de trasplante se manejaron de manera adecuada, manteniendo la humedad adecuada con el riego.

Desde el punto de vista de Torrez (1998), indica que se debe trasplantar entre los 45 a 55 días de la siembra, en el momento del trasplante las plántulas deben presentar un pequeño abultamiento de bulbo. El suelo debe estar bien húmedo y removido profundamente para asegurar un buen prendimiento.

6.2. Variable Altura de planta.

Al realizar el análisis de varianza estadístico sobre la altura de la planta. Tabla 10 se observa, que existen diferencias entre los factores de estudio.

6.2.1. Análisis de varianza para altura de planta.

En la tabla 10 se muestra un coeficiente de variación de 1.11 %, lo cual señala que se tuvo una buena elección de plantas muestra, en cada unidad experimental, teniéndose muestras muy representativas de la variable de estudio.

Tabla 10.

Análisis de varianza para altura de planta.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Nivel Significancia
Bloque	0.2	2	0.1	0.28	0.7573	N.S.
Variedad	303.63	2	151.81	432.61	0.0001	**
Distancia	0.23	2	0.12	0.33	0.33	N.S.
Var * Dis	0.54	4	0.13	0.38	0.81	N.S.
Error	5.61	16	0.35			
Total	310.22	26				

** = Altamente significativo * = significativo NS = no significativo

$$CV = 1.11\%$$

En la tabla de análisis de varianza se muestra que entre bloques no se tuvo significancia (NS) es decir que entre bloques hay igualdad de resultados.

En la tabla también se muestra que hay diferencias altamente significativas (**) en el factor variedad, es decir que entre las tres variedades de cebolla hay diferencias en la altura de planta, estas diferencias pueden deberse a que una de las variedades se porta mejor a las condiciones del medio, o que esas condiciones del medio son adecuadas para el logro de un mayor promedio de altura en relación a las otras.

Sin embargo, en el cuadro de análisis de varianza se evidencia también, que no existe diferencias significativas (NS) en el factor distancias entre plantas, lo que quiere decir que la distancia entre plantas no influyo en la altura de planta de las tres

variedades de cebolla, esto puede deberse a que con una determinada densidad de trasplante la cebolla tiene disponible luz agua y nutrientes; no estando sometida a competir por ellas.

Al respecto, González y Aguilar *et al.*, (2005) citado por Reyes (2007) un cultivar o variedad se distingue por una característica significativa de tipo morfológico, fisiológico, citológico, químico u otro. Cada cultivar confiere distintos atributos que conciernen a su desarrollo, los cuales son minuciosamente desenmascarados por la fisiología.

6.2.2. Prueba de Duncan altura de planta para variedades.

En la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5% para la altura de planta se muestra en la tabla 11, que la variedad Roja arequipeña, tuvo mayor promedio de altura con 58.11 cm, con respecto a la variedad Red creole que tuvo un promedio de 51.11 y la variedad Roja americana con un promedio de 50.89 respectivamente, esto puede deberse a que la variedad Roja arequipeña, tiene condiciones genéticas favorables mejoradas que se manifiestan en el crecimiento foliar.

Tabla 11.

Prueba de Duncan altura de planta para variedades.

Variedad	Medias (cm)	n	E.E.	Duncan
Roja arequipeña	58.11	9	0.2	A
Red creole	51.11	9	0.2	B
Roja americana	50.89	9	0.2	B

Cuando una planta recibe la cantidad adecuada de luz, por estar a una adecuada densidad de trasplante, tiende a crecer, a desarrollarse y manifestar su potencial de crecimiento; porque también no estará sometida a una competencia por nutrientes y agua. (Casseres, 1984).

Según Perrez (2004), en su estudio de comportamiento agronómico en tres variedades de cebolla en la región de Belén (Provincia Omasuyos), alcanzó valores de 71,60 cm para la variedad Arequipeña y 65,38 cm para la variedad Red Creole. Los resultados son mayores con los obtenidos en el presente ensayo. Las diferencias pueden ser debido al tipo de fertilidad del suelo (Estiércol), a época de siembra.

6.3. Variable Número de hojas.

Para la variable de respuesta número de hojas por planta se tiene el siguiente análisis de varianza.

6.3.1. Análisis de varianza para número de hojas.

En la tabla 12 de análisis de varianza se tiene un coeficiente de variación de 2.09 % lo que quiere decir que las plantas evaluadas en cada unidad experimental fueron elegidas adecuadamente y se tuvo una buena toma de datos.

Tabla 12.

Análisis de varianza para número de hojas.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Nivel Significancia
Bloque	0.89	2	0.45	4.73	0.02	*
Variedad	47.66	2	23.83	252.8	0.0001	**
Distancia	2.3	2	1.15	12.18	0.0006	**
Var * Dis	2.75	4	0.69	7.3	0.0015	**
Error	1.51	16	0.69			
Total	55.11	26				

** = Altamente significativo * = significativo NS = no significativo

CV = 2.09 %

Para la variable número de hojas, se puede ver que hay una diferencia significativa (*) entre bloques, así también para la comparación de las variedades se observa que hay diferencias altamente significativas (**) entre variedades.

También en la comparación de las distancias entre plantas tenemos diferencias altamente significativas (**) entre las densidades de trasplante entre plantas.

En la interacción de las variedades con la distancia de trasplante entre plantas, también se evidencia una diferencia altamente significativa (**), es decir que las distancias influenciaron al número de hojas en los diferentes tratamientos.

6.3.2. Prueba de Duncan para variedades y número de hojas.

En la tabla 13, análisis de Duncan, a un nivel de significancia del 5 % se tiene los siguientes resultados:

Tabla 13.

Prueba de Duncan para variedades y número de hojas.

Variedad	Medias	n	E.E.	Duncan
Roja arequipeña	16.47	9	0.1	A
Roja americana	14.2	9	0.1	B
Red creole	13.31	9	0.1	C

En la tabla de Duncan se puede observar que la variedad Roja arequipeña, tiene mayor promedio de hojas 16.47 con respecto a la variedad Roja americana que obtuvo un promedio de hojas de 14.2 y también mayor a la variedad Red creole que obtuvo un promedio de 13.31 hojas.

La variedad Roja arequipeña, al ser una variedad mejorada para obtener un mayor rendimiento de bulbo, también tendrá mayor número de hojas, esta característica le permitirá mejorar la cantidad de luz absorbida para el proceso de la fotosíntesis, mejorar la absorción de nutrientes y mejorar su crecimiento.

6.3.3. Prueba de Duncan para distancia entre plantas y número de hojas.

En la tabla 14 prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5 %, se muestra que la distancia entre plantas de 20 cm obtuvo mayor promedio de hojas con 15.07 hojas

por planta, mientras que las distancias 10 y 15 cm obtuvieron 14.51 y 14.4, respectivamente y de acuerdo a la prueba de Duncan son estadísticamente similares en el número de hojas registradas.

Tabla 14.

Prueba de Duncan para distancia entre plantas y número de hojas.

Distancia (cm)	Medias	n	E.E.	Duncan
20	15.07	9	0.1	A
10	14.51	9	0.1	B
15	14.4	9	0.1	B

Desde el punto de vista de Sivori et al., (1986) citado por Crispin (2010), la formación de mayor o menor cantidad de hojas entre variedades, están determinadas tanto por las características genéticas que son propias de cada una de ellas, así como el efecto del medio ambiente, como lo fue en el presente estudio, cuyas condiciones ciertamente favorables, permitieron expresar todo su potencial genético y ambiental a las condiciones donde estas variedades fueron sometidos.

6.3.4. Prueba de Duncan interacción variedad y distancia entre plantas para número de hojas.

En la tabla 15, prueba de Duncan, se observa que la variedad Roja arequipeña trasplantada a una distancia de 20 cm, 15 cm y 10 cm entre plantas, obtuvieron similar promedio de número de hojas mayor a los demás tratamientos, con 16.6,

16.47 y 16.33 hojas respectivamente; seguido de la variedad Roja americana a una distancia de trasplante entre planta de 20 cm con un promedio de 15.13 hojas, y con similar promedio la misma variedad 15 y 10 cm entre plantas con 13.87 y 13.6. La variedad Red creole trasplantada a 10 y 20 cm con 13.6 y 13.47 hojas respectivamente y con un promedio menor a los demás tratamientos a una distancia de trasplante de 15 cm, que obtuvo 12.87 hojas.

Tabla 15.

Prueba de Duncan interacción variedad y distancia entre plantas para número de hojas.

Variedad	Distancia (cm)	Medias	n	E.E.	Duncan
Roja arequipeña	20	16.6	3	0.18	A
Roja arequipeña	15	16.47	3	0.18	A
Roja arequipeña	10	16.33	3	0.18	A
Roja americana	20	15.13	3	0.18	B
Roja americana	15	13.87	3	0.18	C
Roja americana	10	13.6	3	0.18	C
Red creole	10	13.6	3	0.18	C
Red creole	20	13.47	3	0.18	C
Red creole	15	12.87	3	0.18	D

El derivado obtenido, muestran que las distancias de trasplante entre plantas tuvieron un efecto directo en la cantidad de hojas obtenidas por los diferentes tratamientos, en las tres variedades de cebolla.

Los resultados de Perrez (2004), en su estudio del comportamiento agronómico en cuatro variedades de cebolla obtuvo valores estadísticamente diferentes, donde la variedad Red creole fue menor con un valor de 10,0 hojas/planta, frente al obtenido por la variedad arequipeña de 9,2 hojas/planta. Estos valores son menores a los alcanzados por este estudio, los resultados pueden ser debido a la fertilidad de suelo donde se llevó a cabo ese estudio, asimismo la frecuencia de lluvia durante el desarrollo del cultivo y humedad constante, las plantas asimilan mejor los nutrientes del suelo.

6.4. Variable Diámetro de bulbo.

6.4.1. Análisis de varianza para diámetro de bulbo.

En la tabla 16, análisis de varianza para el diámetro de bulbo, se obtuvo un coeficiente de variación de 7.26 %, lo cual indica que se eligió los bulbos representativos de cada unidad experimental de manera adecuada para la evaluación.

Tabla 16.**Análisis de varianza para diámetro de bulbo.**

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Nivel Significancia
Bloque	0.28	2	0.14	0.39	0.683	N.S.
Variedad	21.63	2	10.81	30.65	0.0001	**
Distancia	0.81	2	0.4	1.15	0.34	N.S.
Var * Dis	4.07	4	1.02	2.89	0.05	*
Error	5.64	16	0.35			
Total	32.43	26				

** = Altamente significativo * = significativo NS = no significativo

CV = 7.26 %

En la tabla de análisis de varianza para diámetro de bulbo, se puede observar que el promedio de diámetro de bulbo para bloques no es significativo (NS), sin embargo, para el promedio de diámetro de bulbo entre variedades se tiene diferencias altamente significativas (**), mientras que, en el promedio de diámetro de bulbo para distancias entre plantas no hay diferencias significativas (NS).

En la interacción variedad por distancia entre plantas, se tiene diferencias significativas (*), lo que sugiere que la distancia entre plantas influyo en el diámetro de bulbo de las tres variedades.

6.4.2. Prueba de Duncan para variedad y diámetro de bulbo.

En la tabla 17 prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5 %, se muestra que la variedad Roja arequipeña obtuvo mayor promedio de diámetro de bulbo 9.42 cm, mientras que las variedades Roja americana y Red creole obtuvieron 7.76 cm y 7.36 cm respectivamente y de acuerdo a la prueba de Duncan ambas variedades obtuvieron estadísticamente diámetros similares, menor a la variedad Roja arequipeña.

Tabla 17.

Prueba de Duncan para variedad y diámetro de bulbo.

Variedad	Medias (cm)	n	E.E.	Duncan
Roja arequipeña	9.42	9	0.2	A
Roja americana	7.76	9	0.2	B
Red creole	7.36	9	0.2	B

Según Maroto, (1990) citado por Crispin (2010), la cebolla destinada a la exportación se calibra en los siguientes diámetros: calibre de primera mayor a 12 cm, calibre de segunda 10.5 cm menor a 12, calibre de tercer 9 cm menor a 10.5 y calibre de cuarta 7.5 cm menor a 9. En resumen, la obtención de mayores o menores diámetros de bulbo dependen de los espaciamientos entre plantas.

En el estudio el espaciamiento óptimo entre plantas fue de 10 cm, ni muy estrecho ni holgado de 15 y 20 cm, el cual permitió un desarrollo de bulbo relativamente grande

sin demasiada competencia entre plantas; obteniendo diámetros de tercer y cuarto calibre como afirma Maroto.

Así mismo los bulbos de cebolla para una buena comercialización y por preferencia de mercado no deben ser demasiado grandes; deben ser de tamaño mediano y calibres menores o iguales a 9 cm.

6.4.3. Prueba de Duncan para interacción variedad, distancia entre plantas y diámetro de bulbo.

En la tabla 18, prueba de Duncan, se observa que la variedad Roja arequipeña trasplantada a una distancia de 10 cm y 20 cm entre plantas, obtuvieron similar promedio de diámetro de bulbo, mayor a los demás tratamientos con 10 cm y 9.47 cm respectivamente; seguido con similar promedio la misma variedad a una distancia de trasplante entre planta de 15 cm con un promedio de 8.8 cm y la variedad roja americana con un promedio de 8.47 cm.

Luego con similar promedio pero menor las variedades Red creole y Roja americana a distancias de 15 cm entre plantas alcanzan 7.67 y 7.4 cm respectivamente.

Así mismo la variedad Roja americana con distancias de trasplante de 10 cm obtuvieron 7.4 cm de diámetro, frente a la variedad Red creole con diámetro similar de 7.2 cm a distancias de 20 y 10 cm entre plantas.

Tabla 18.**Prueba de Duncan para interacción variedad, distancia entre plantas y diámetro de bulbo.**

Variedad	Distancia (cm)	Medias (cm)	n	E.E.	Duncan	
Roja arequipeña	10	10	3	0.34	A	
Roja arequipeña	20	9.47	3	0.34	A	
Roja arequipeña	15	8.8	3	0.34	B	
Roja americana	20	8.47	3	0.34	B	
Red creole	15	7.67	3	0.34	C	D
Roja americana	15	7.4	3	0.34	C	D
Roja americana	10	7.4	3	0.34	C	D
Red creole	20	7.2	3	0.34		D
Red creole	10	7.2	3	0.34		D

Los resultados obtenidos, muestran que las distancias de trasplante entre plantas tuvieron un efecto directo en el diámetro de bulbo obtenidas por los diferentes tratamientos, en las tres variedades de cebolla.

Como opina Guzmán (2000), en su experimento, respecto al diámetro de bulbo, obtuvo un valor promedio de 5.53 cm al aplicar 15 tn de estiércol de ovino/ha. Por otro lado, Laime (1996), obtuvo resultados máximos de diámetro de bulbo con 8.50 cm aplicando el nivel de fertilización de 140-160-140.

6.5. Variable Peso de bulbo.

6.5.1. Análisis de varianza para peso de bulbo.

En la tabla 19, análisis de varianza para el diámetro de bulbo, se obtuvo un coeficiente de variación de 1.63 %, lo cual indica que se hizo una buena toma de muestras, se eligió los bulbos representativos de cada unidad experimental.

Tabla 19.

Análisis de varianza para peso de bulbo.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Nivel Significancia
Bloque	10.96	2	5.48	0.33	0.7257	N.S.
Variedad	3794.23	2	1897.1	113.2	0.0001	**
Distancia	0.5	2	0.25	0.01	0.9852	N.S.
Var * Dis	43.86	4	10.97	0.65	0.6323	N.S.
Error	268.16	16	16.76			
Total	4117.71	26				

** = Altamente significativo * = significativo NS = no significativo

CV =1.63 %

En la tabla de análisis de varianza para peso de bulbo, se puede observar que el promedio de peso de bulbo para bloques no es significativo (NS), sin embargo, para el promedio de peso de bulbo entre variedades se tiene diferencias altamente significativas (**), mientras que, en el promedio de peso de bulbo para distancias entre plantas no hay diferencias significativas (NS).

6.5.2. Prueba de Duncan para variedad y peso de bulbo.

En la tabla 20 prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5 %, se muestra que la variedad Roja arequipeña obtuvo mayor promedio de peso de bulbo con 267.4 g, mientras que las variedades Roja americana obtuvo un promedio de peso de 248.96 g y la variedad Red creole de 238.76 g.

Tabla 20.

Prueba de Duncan para variedad y peso de bulbo.

Variedad	Medias (g)	n	E.E.	Duncan
Roja arequipeña	267.4	9	1.36	A
Roja americana	248.96	9	1.36	B
Red creole	238.76	9	1.36	C

Este resultado nos muestra que el mejor promedio de peso obtenido por la variedad Roja arequipeña puede deberse a que es una variedad mejorada y adaptada a los valles meso andinos o cabeceras de valle demostrando tener rendimientos más altos que las demás variedades.

Como afirma Cori (2004), en la localidad de Escoma en un estudio de fertilización con estiércol de ovino de 30 tn/ha se obtuvo un valor de 162.14 g, menciona que el cultivo de la cebolla responde favorablemente cuando la humedad del suelo es adecuada, cuando la humedad es baja, disminuye considerablemente el rendimiento obteniéndose bulbos pequeños, por lo tanto, el peso de los bulbos será menor.

6.6. Análisis económico.

6.6.1. Presupuesto parcial.

Para realizar el análisis económico, se consideró los costos de producción, el ingreso bruto el ingreso neto y la relación beneficio/Costo. En lo referido a los rendimientos se procedió a realizar un ajuste al rendimiento del 10%, considerando que los rendimientos obtenidos en parcela de agricultor no son los mismos a los obtenidos en los ensayos de investigación por diferentes aspectos, el tamaño de parcela, los cuidados técnicos, etc. El precio de venta de cebolla (bulbo) fue de 2.43 Bs/kg. Para el análisis de la tasa de retorno marginal se consideró una tasa de retorno mínima de 100%.

Tabla 21.

Análisis económico.

Tratamiento	Rendimiento Medio (kg/ha)	Rendimiento Ajustado (kg/ha)	Beneficio Bruto	Total Costos Variables	Beneficio Neto	B/C
T. 1	107200.000	96480.000	234446.400	135161.000	99285.399	1.734
T. 2	74400.000	66960.000	162712.800	127761.000	34951.800	1.273
T. 3	53400.000	48060.000	116785.800	122761.000	-5975.198	0.951
T. 4	98800.000	88920.000	216075.600	136316.000	79759.600	1.585
T. 5	70200.000	63180.000	153527.400	128916.000	24611.400	1.190
T. 6	49600.000	44640.000	108475.200	123916.000	-15440.799	0.875
T. 7	95600.000	86040.000	209077.200	134831.000	74246.199	1.550
T. 8	66600.000	59940.000	145654.200	127431.000	18223.200	1.143
T. 9	48000.000	43200.000	104976.000	122431.000	-17455.000	0.857

Como se puede apreciar en la tabla 21 de análisis económico; el tratamiento 1 variedad Roja Arequipeña con 40 plantas/m² de densidad de plantación presenta la mayor relación de beneficio/costo con 1.734 que indica que, por cada boliviano invertido, se recupera el boliviano y se gana 0,734 centavos de boliviano, siendo la mejor variedad y densidad de plantación.

Además, en la tabla 21, indica que el tratamiento 4 variedad Red creole con 40 plantas/m² de plantación, presenta la relación beneficio/costo de 1.585, indica que, por cada boliviano invertido, se recupera el boliviano y se gana 0,585 centavos de boliviano, siendo la segunda mejor variedad y densidad de plantación.

El estudio también nos demuestra que la densidad de plantación de 40 plantas/m², para las tres variedades en estudio reporta los mayores rendimientos y beneficios netos, siendo la relación beneficio costo mayor a la unidad; 1.734, 1.585 y 1.550 para la variedad roja arequipeña, red creole y roja americana respectivamente.

Por otro lado, la densidad de plantación de 20 plantas/m², reporta los menores beneficios netos, alcanzado una relación de beneficio/costo de 0.951, 0.875 y 0.857 para la variedad roja arequipeña, red creole y roja americana respectivamente.

6.6.2. Análisis de dominancia.

Tabla 22.

Análisis de dominancia.

Tratamiento	Total Costos	Beneficio Neto	
T. 9	122431.000	-17455.000	D
T. 3	122761.000	-5975.198	D
T. 6	123916.000	-15440.799	D
T. 8	127431.000	18223.200	*
T. 2	127761.000	34951.800	*
T. 5	128916.000	24611.400	D
T. 7	134831.000	74246.199	*
T. 1	135161.000	99285.399	*
T. 4	136316.000	79759.600	D

En la tabla 22 se muestra el ordenamiento de los tratamientos en función a los costos variables, de menor a mayor, acompañados de sus beneficios netos; en el que se identifica los tratamientos dominantes marcados con un (*) y los tratamientos dominados marcados con (D). Como se puede apreciar en la tabla 22, los tratamientos 8, Roja americana 28 plantas/m², tratamiento 2 Roja arequipeña 28 plantas/m², tratamiento 7 Roja americana 40 plantas/m² y tratamiento 1 Roja Arequipeña 40 plantas/m² son los tratamientos dominantes, es decir que al aumentar los costos ocurre un incremento en los beneficios netos, en comparación con los tratamientos dominados (D).

6.6.3. Análisis marginal.

Tabla 23.

Análisis marginal.

Tratamiento	Costos Variables	Costos Marginales	Beneficio Neto	Beneficios Marginales	TRM (%)	
T. 8	127431.000	330.000	18223.200	16728.599	5069.270	*
T. 2	127761.000	7070.000	34951.800	39294.389	555.789	*
T. 7	134831.000	330.000	74246.200	25039.200	7587.630	*
T. 1	135161.000	0.000	99285.400	0.000		

Solo las TRM marcadas con (*) sobrepasan TRM mínima estimada en 100

Con los tratamientos dominantes, organizados de menor a mayor de acuerdo con sus costos que varían, se obtienen los incrementos de costos y beneficios netos que resultan al cambiar de tratamiento. Luego, al dividir, el incremento de beneficios por su respectivo incremento de costos, se obtiene la tasa de retorno marginal.

En la tabla 23 de TRM, se puede ver que se tiene una TRM de 7587% al pasar del tratamiento (7) al tratamiento (1), esta nos demuestra las tasas de retorno marginal que no alcanzan a la TRM mínima (en este caso es 100%), en este estudio la TRM mínima fue sobrepasado al llegar al tratamiento 1 y puede ser tomado como alternativa.

Por el análisis de la TRM podemos señalar que el tratamiento 1 que corresponde a una densidad de 40 plantas/ m², respecto al tratamiento 7 que pertenece a la densidad 28 plantas/m², tiene una tasa de retorno marginal de 7587%, este valor es mayor TRM mínima aceptable de 100% estimada para este trabajo de investigación,

lo que indica que por cada 1 Bs. invertido se recuperó el 1 Bs. Mas 75.87 Bs, siendo el tratamiento 1 Roja Arequipeña 40 plantas/m², el que mayor tasa de retorno marginal presenta.

7. CONCLUSIONES.

En función a la disponibilidad de resultados; los factores de estudio y objetivos planteados en el presente estudio, podemos llegar a las subsecuentes conclusiones.

De las variedades y densidades de siembra.

- Con respecto al porcentaje de prendimiento la variedad Red creole obtuvo un porcentaje mayor de 94.2 en relación a la variedad Roja arequipeña y Roja americana de 91.2 y 91.3 respectivamente. Esto debido a un mejor comportamiento a las condiciones ambientales de la zona, un trasplante apropiado y cuidadoso riego.
- La variable altura de planta confiere a la variedad Roja arequipeña un promedio de 58.11 a diferencia de las variedades Red creole con 51.11 y Roja americana 50.89. Esto puede deberse a las mejores condiciones genéticas del cultivar, como también a la larga trayectoria y adaptación ambiental a zonas frías y templadas, sin obviar su permanente producción. en épocas y estaciones del país.

Así mismo la densidad de siembra en la misma variedad arequipeña, dan una altura mayor de 58.27, 58.2 y 57.87 a distancias de 20, 10, 15 cm respectivamente en comparación a las variedades Red creole y Roja americana.

- El mayor número de hojas promedio da a la variedad Roja arequipeña 16.47 a diferencia de las variedades Roja americana 14.20 y Red creole con 13.31. Esta variable le permite tener mayor capacidad de asimilación de luz; lo que

le faculta tener mayor actividad fotosintética que se traduce en un mayor rendimiento de bulbo.

- La variable diámetro de bulbo se manifestó con un promedio superior en la variedad Roja arequipeña 9.42 cm, y un promedio similar en las variedades Roja americana y Red creole con 7.76 y 7.36 cm respectivamente.

Las distancias entre plantas y el diámetro de bulbo tuvieron mejores resultados en la variedad Roja arequipeña en donde distancias de 10, 20, 15 cm tuvieron diámetros de 10, 9.47, y 8.8 cm respectivamente. Seguido de variedades con mejores diámetros de 8.47 a 20 cm de plantación perteneciente a la variedad Roja americana y la variedad Red creole con diámetros de 7.67 a 15 cm de plantación.

- El peso de bulbo expresado como variable en la variedad Roja arequipeña tuvo mejor efecto de rendimiento de 267.40 g en relación significativa a las variedades Roja americana y Red creole con 248.96 y 238.76 g respectivamente.

La densidad para peso de bulbo como rendimiento tuvo resultados óptimos en la variedad Roja arequipeña que, a distancias de plantación de 10, 20, 15 cm expreso pesos de 268.47, 267.27 y 266,47 g correspondiente. Seguido de la variedad Roja americana con distancias de plantación de 15, 20 cm mostrando pesos de 251.53 y 248. 2 g respectivamente.

Del rendimiento total de variedades y tratamientos.

- El estudio tuvo un superior rendimiento en la variedad Roja arequipeña de 10.72 kg/m² a una densidad de 10 cm entre plantas; mientras que

rendimientos de 9.88 y 9.56 similares a esa misma densidad tuvieron las variedades Red creole y Roja americana respectivamente. Lo que demuestra que existe un mejor aprovechamiento de las plantas en superficie como de nutrientes, humedad y luz.

De la relación Beneficio/Costo.

- En conclusión, remunerativa la variedad Roja arequipeña con su tratamiento 1; densidad de plantación 40 plantas/m² alcanza un beneficio costo mayor de 1.734 respecto a 1.585 y 1.550 a esa misma densidad de las variedades Red creole y Roja americana respectivamente. Así también densidades menores de plantación representan menores ingresos económicos y con pérdidas por estar sometidas a un mismo sistema productivo.

8. RECOMENDACIONES.

- Para el prendimiento y establecimiento definitivo del cultivo; se debe considerar tener un mínimo de cuatro hojas en los plantines, una altura mayor a los 20 cm y un bulbillo de cuatro milímetros en promedio. Estas condiciones se garantizan con bajas densidades de siembra en el almacigado, suelos sueltos y bien drenados para un mejor aprovechamiento de humedad y luminosidad por parte de raíces y hojas.
- Los plantines de cebolla responden oportunamente a suelos bien removidos, con buenos niveles de abono animal y riego permanente que evite el estrés durante su prendimiento en las siguientes dos semanas y considerando de manera objetiva la época.
- El cultivo cuenta con un gran número de variedades, características y requerimientos de fotoperiodo en particular; su establecimiento debe tener una orientación de este a oeste para un aprovechamiento mejor de las horas luz del día.
- El manejo del cultivo debe concentrarse generalmente en el aporque y control de malezas que compiten en distintas formas y que son fuente de plagas y enfermedades. Pero específicamente debe ser manejado con criterios hídricos, ya que la escasez influye directamente en el calibre de los bulbos; se debe realizar pruebas de humedad en el suelo in situ, saber las condiciones ambientales de la zona, tener presente las variedades precoces o tardías con las que se está trabajando, como el propósito y finalidad del cultivo e inclusive considerar las preferencias de mercado al que será destinado.

- Las densidades de siembra son determinantes cuando se quiere obtener una cebolla de verdeo o bulbo seco; generalmente la cebolla de verdeo tiene una elevada densidad por su carácter fresco de mercado (distancia 5 cm entre plantines). Contrario a bulbo seco donde se prioriza el mayor calibre, menor densidad por unidad de superficie, bien curado y almacenado por meses incluido una mayor rentabilidad en momentos de alta demanda.
- Un sistema de producción en platabandas o camellones nos permite tener un control de manejo eficiente del cultivo una vez implantado; así como de factores en abonos, fertilizantes, asociación de hortalizas, prácticas culturales y primordialmente lámina de agua. Sin embargo las dimensiones de este dependerá del rubro a producir, perspectivas de rendimiento, aprovechamiento de superficies limitadas o incluso con fines innovadores.

Por otra parte, la implementación de platabandas requiere alta mano de obra con la ventaja que tiene buena uniformidad estructural en la incorporación de abonos u otros insumos, lo aconsejable es que se trabaje a nivel del suelo, pero con una aradura mínima de 20 cm para un crecimiento y desarrollo óptimo de raíces.

9. BIBLIOGRAFIA.

AGUSTBURGER, F. (1990). Abonos orgánicos en el cultivo de la papa en la zona andina de Bolivia. AGRUCO. 22 pp.

AHUMADA, C. (2005). Tesis de Grado. Evaluación de los efectos de la pluviometría en pilas de Compostaje de Residuos Sólidos. Universidad de Biobío, Facultad de Ingeniería Civil, Concepción, Chile.

ARCA, M. (1970). Manejo de suelos y geología. La Molina. Lima-Perú.

BAUDOIN, A. (2008). Identificación de áreas de producción y variedades cultivadas de cebolla para semilla y consumo en Bolivia. Programa Nacional de Semillas. Bolivia.

CASSERES, E. (1984). Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, Serie de libros y materiales educativos N° 42 San José, Costa Rica. 241-248 pp.

CHAMBI, O. (2005). Comportamiento agronómico de variedades forrajeras introducidas de avena, cebada y triticale en la subcuenca media del río Keka Provincia Omasuyos. Tesis de grado UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz- Bolivia. 96 pp.

CIMMYT. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Mx (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT. 79 pp.

COA, O. (2014). Efecto de la fertilización nitrogenada en variedades de cebolla (*Allium cepa L*) bajo riego por goteo en la localidad de Ayata Ajllata de Provincia Omasuyos. Tesis de grado UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 78 pp.

CORI, M.W.R. (2004). Abonamiento orgánico en variedades de Cebolla (*Allium cepa L.*) bajo riego por goteo en la Localidad de Escoma Provincia Camacho La Paz. Tesis de grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. 112 pp.

CRIAS IV. (1979). Resultados de la investigación para la transferencia de tecnología. Informe Especial N° 1. Arequipa-Perú. s/p.

CRISPIN, C. (2010). Evaluación agronómica de ocho variedades de cebolla (*Allium cepa*) de fotoperiodo corto en las provincias de Capinota, Quillacollo y Misque de los valles de Cochabamba. Tesis de grado UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 115 pp.

CRONQUIST, A. (1982). Botánica básica. Editorial continental. México. 65-75 pp.

DAVIDSON, W. Y B.E. CLARK. (1962). Como tratamos de medir la fidelidad a la variedad. Primera Ed. Traducido por Antonio Marino y Pánfilo Rodríguez. In: Anuario de agricultura, semillas. Centro regional de ayuda técnica. ADI. De. Continental. México. 803 pp.

DENISSEN, L. (1988). Cultivo de hortalizas, plantas y flores. De Orientación S.A. México. 95 pp.

DOOREMBOS, J. (1976). Las necesidades de agua de los cultivos. Publicaciones FAO. Roma-Italia. 181 pp.

ESCAFF, G. ALJARO, U. SANZ, B. QUIROZ, E. (1979). El cultivo de la cebolla. Estación Experimental La Platina. Santiago Chile. 51 pp.

FDTA, Bolivia. (2006). Fundación Valles. Manual del cultivo de cebolla.

FUENTES, J. (2000). Los residuos urbanos y asimilables, Capitulo 5, Andalucía, España, 173 pp.

GENTA, H. BERNAL, R. Y GUTIERREZ, A. (1991). Producción de cebolla en el litoral norte del Uruguay. INIA. Boletín de divulgación N° 11. Uruguay. 34 pp.

GUZMAN, A. (2000). Comportamiento agronómico de tres variedades de cebolla (*Allium cepa* L), con la aplicación de cuatro abonados orgánicos en la zona de Cota Cota-La Paz. Tesis de grado UMSA. Facultad de Agronomía La Paz- Bolivia. 89 pp.

HIGUITA, F. JARAMILLO, D. Y MEJIA, V. (1977). Hortalizas. Manual de Asistencia técnica N° 28. ICA. 290-303 pp.

HOLLE, M.Y MONTES, A. (1982). Manual de enseñanza practica de producción de hortalizas. IICA. Costa Rica. 230 pp.

INIAF. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Periódico Cambio, 6 de febrero de 2011. Cochabamba, Bolivia. 14 pp.

KONI, A. (2007). 5ta parte, Producción orgánica, “El compost”, Consultado en línea el 11 de octubre de 2007, disponible en: <http://www.produccionorganica.com/index.html>

LEÑANO, F. (1972). Como se cultivan hortalizas de raíz tubérculo y bulbo. Ed. De Vecchi S.A. Barcelona-España.157 pp.

LIMACH, V. (2018). Evaluación de costos de producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y cebolla (*Allium cepa* L) regadas con agua residual del rio Jillusaya en el Centro Experimental Cota Cota. Tesis de grado UMSA. Facultad de Agronomía La Paz-Bolivia. 82 pp.

LLERENA, F.Y PARDO, L. (1984). Exportaciones no tradicionales. Convenio Andrés Bello. La Paz-Bolivia. 45 pp.

LOPEZ, T. M. (2001). Horticultura. Primera reimpresión. Editorial Trillas. México. 386 pp.

MANUAL DEL CULTIVO DE CEBOLLA. (2006). Fundación Valles FDTA. Bolivia
McCollum, G.D., 1976. Onion and allies. In: Evolution of cropplants. Simmonds, N.W. (Org.). London: Longman. 186-190 pp.

MILLAR, AH (1989). Manejo racional de irrigación, uso de información básica sobre diferentes cultivos. 2da edición provincia Brasilia. 57 pp.

SANCHEZ, H. (2001). Fertilización química-orgánica, bajo tres densidades de siembra en el cultivo de cebolla en la localidad de Mallasa Provincia Murillo. Tesis de Grado UMSA. Facultad de agronomía. La Paz-Bolivia. 90 pp.

MOLLINEDO, Z. (2009). Determinación de la calidad de compost, elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el municipio de Puerto Mayor Carabuco, Provincia Camacho. Tesis de grado UMSA. Facultad de Agronomía La Paz, Bolivia. 75 pp.

MOLLINEDO, Z. (2009). Determinación de la calidad de compost, elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el Municipio de Puerto Mayor Carabuco, Provincia Camacho. Tesis de grado UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz- Bolivia. 75 pp.

ORGANIC GARDENING. (1986). La huerta familiar. De. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 135 pp.

PATERSON, J. Y EDE, R. (1978). Suelos y abonos en agricultura. Editorial ACRIBIA. Zaragoza-España. 260 pp.

PERREZ L. E. (2004). Diagnostico Y control químico de enfermedades fungosas en tres variedades de cebolla en altiplano norte de La Paz Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. U.M.S.A. La Paz. Bolivia. 55-58 pp.

POHELMAN J.M. (1979). Mejoramiento genético de las cosechas, 1^{ra} Edición. Editorial LIMUSA, México, 453 pp.

QUELALI, L. (2001). Efecto de fertilización química en tres variedades de cebolla en la región de Carabuco Provincia Camacho. Tesis de grado UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 90 pp.

QUISPE, J. (2011). Evaluación de rendimiento de dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.), a diferentes niveles de abono orgánico bajo riego por surco en la localidad de Ajlla Municipio de Achacachi. Tesis de grado UMSA. Facultad de Agronomía La Paz-Bolivia. 98 pp.

ROMAY, P. (2016). Comportamiento agronómico de tres variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) bajo tres densidades de siembra en almacigo en la Estación

Experimental de Patacamaya. Tesis de grado UMSA. Facultad de Agronomía La Paz-Bolivia. 72 pp.

SAPAG, N. Y SAPAG, R. (2000). Preparación y evaluación de proyectos. Ed. McGraw Hill. 4ta ed. Santiago, Chile. 316-317 pp.

SUCA, A. (1978). Horticultura especial. Curso de horticultura. UNTA. Puno-Perú. Mimeografiado.

TARGA, M. (1999). Curso Internacional de Producción de Hortalizas “Cultivo de la Cebolla”. Brasilia DF- Brasil.

TORREZ, W. (1998). Comportamiento agronómico de seis variedades de cebolla (*Allium cepa* L), en la provincia Aroma, departamento de La Paz. Tesis de grado UMSA. Facultad de Agronomía La Paz-Bolivia. 86 pp.

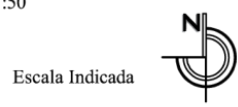
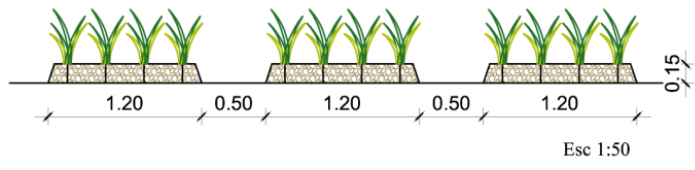
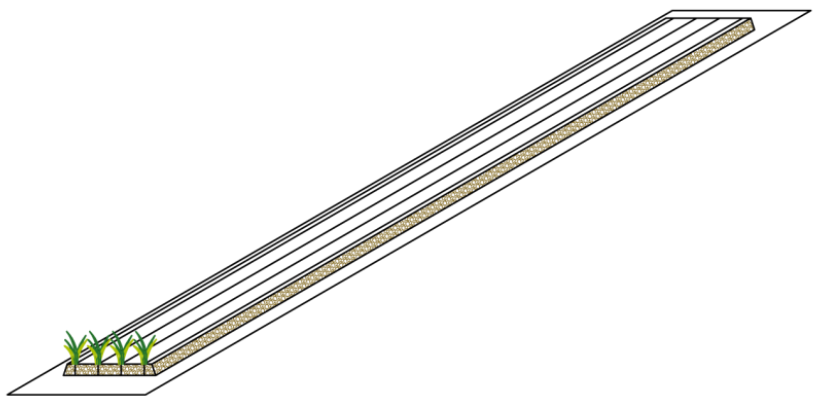
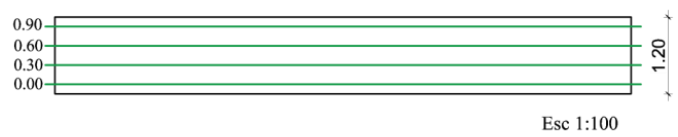
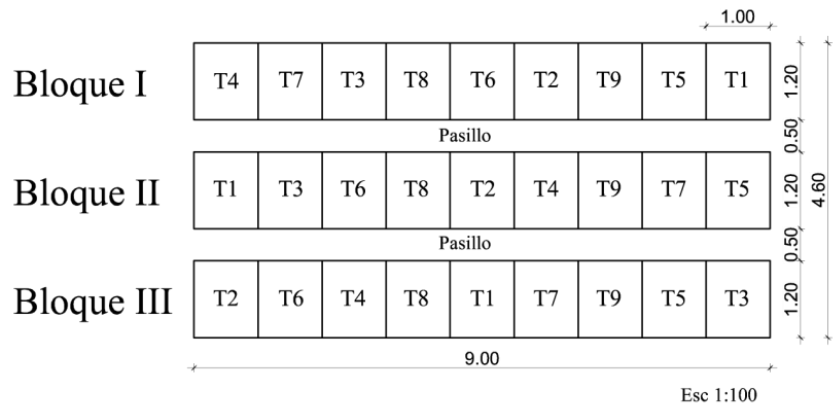
VICENTE, J. (2002). Guía metodológica de diseños experimentales. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.

ZABALA, L. Y OJEDA, L. (1988). Fitotecnia especial, Tomo II. Pueblo y educación. La Habana. 58 pp.

ANEXOS

Anexo 1.

Croquis de campo.



Anexo 2.

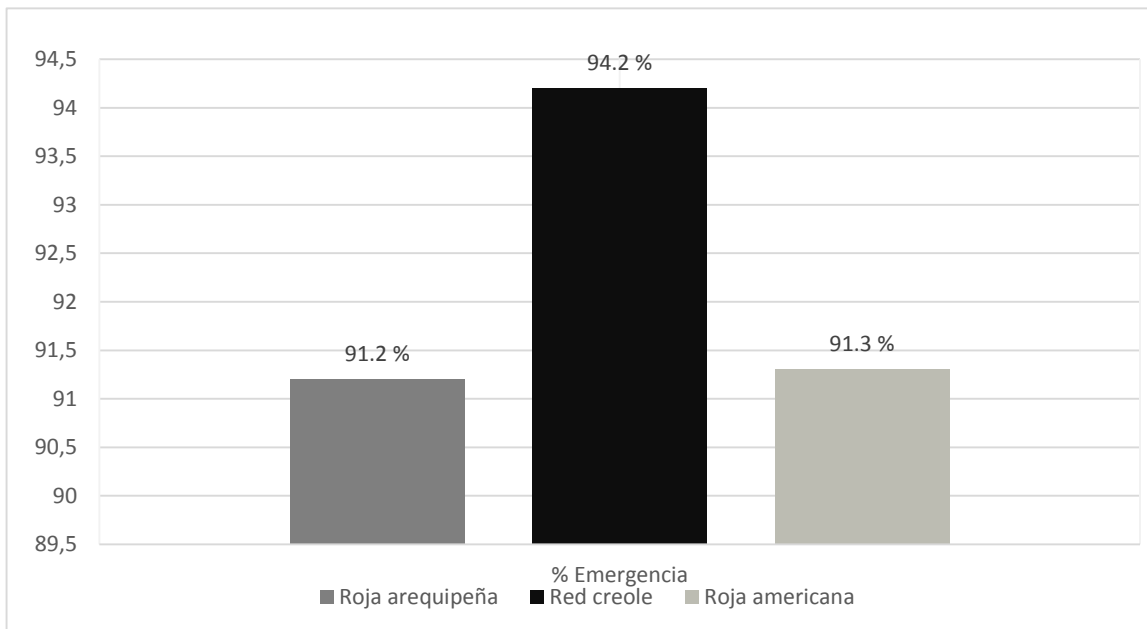


Figura 3. Porcentaje de prendimiento de variedades.

Anexo 3.

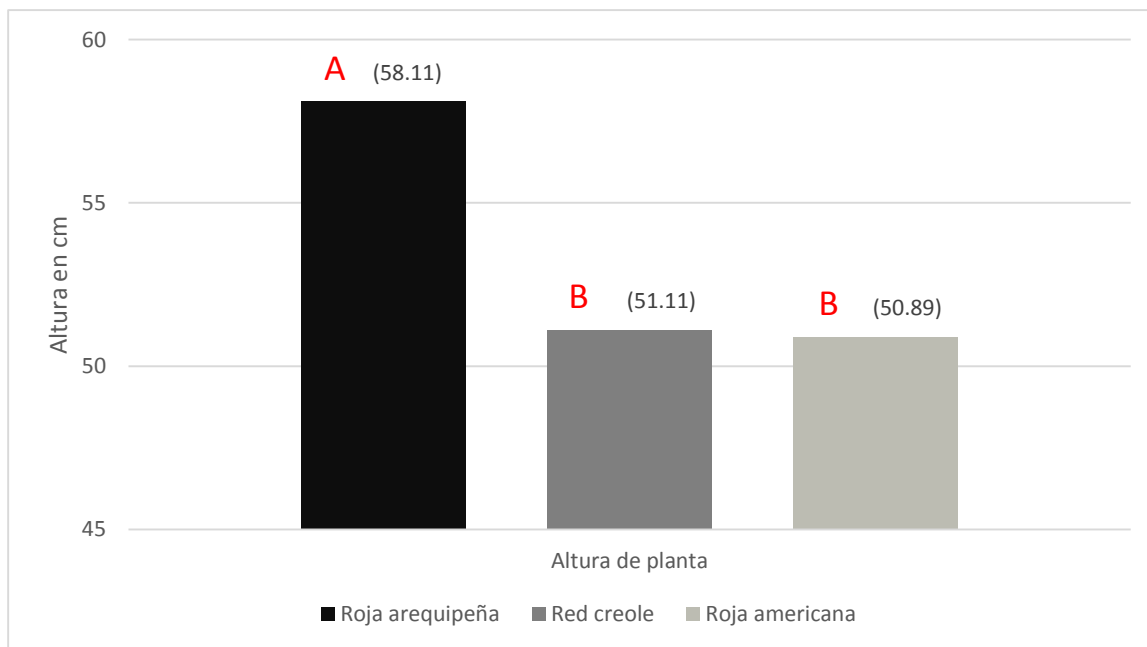


Figura 4. Prueba de Duncan altura de planta para variedades.

Anexo 4.

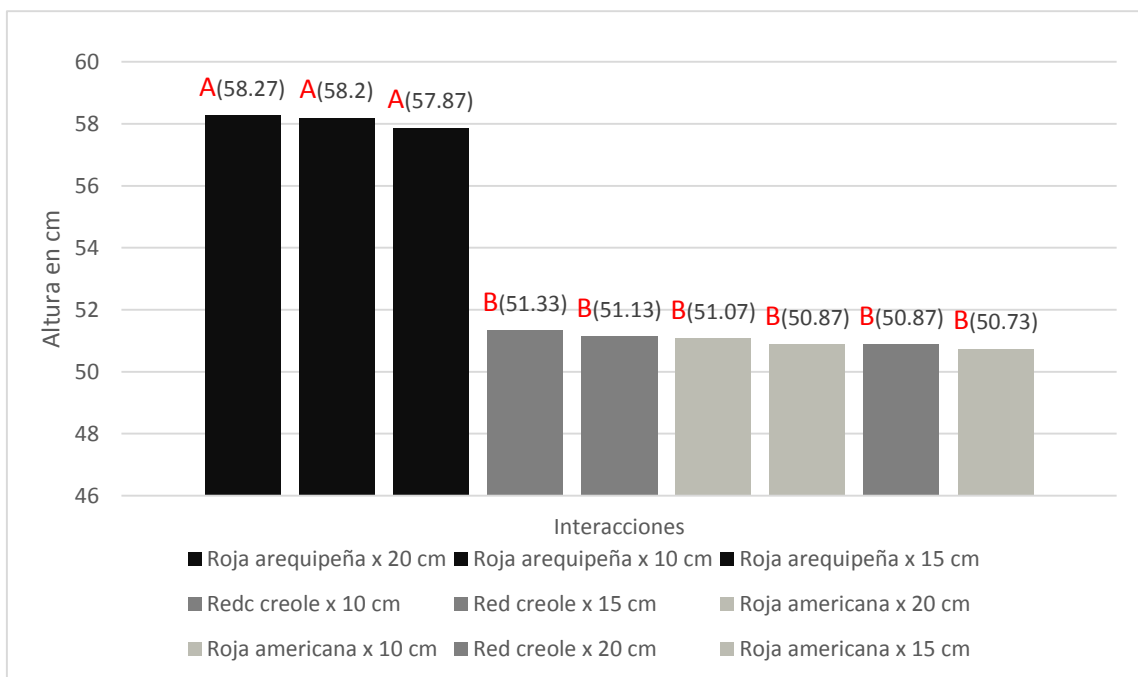


Figura 5. Prueba de Duncan altura de planta interacción variedad y distancia entre plantas.

Anexo 5.

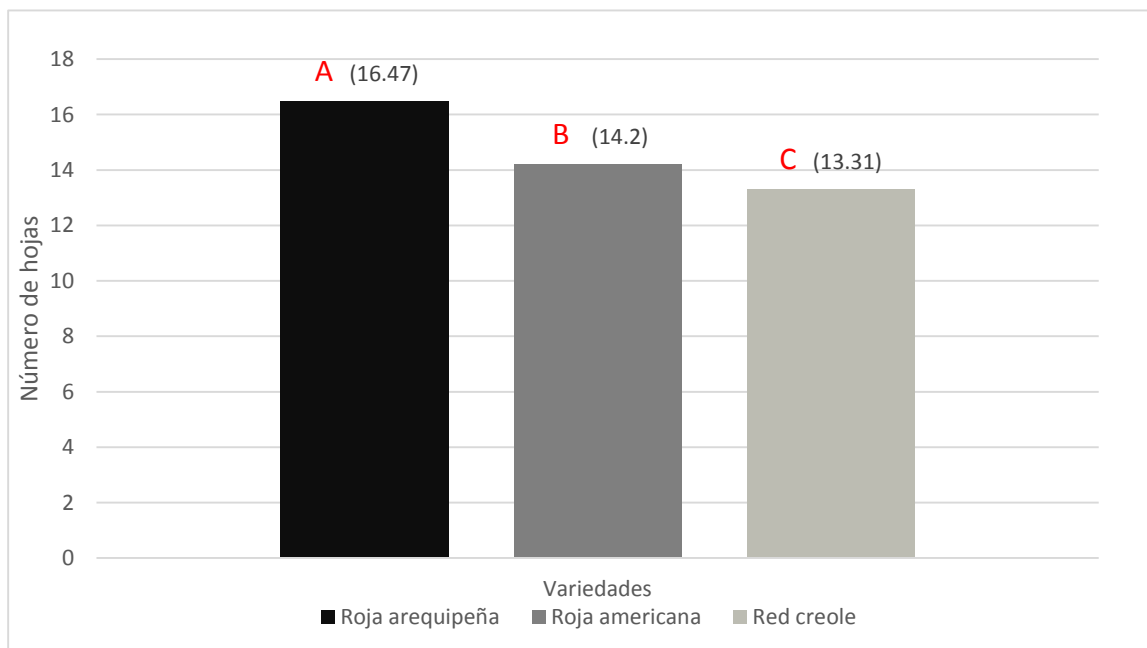


Figura 6. Prueba de Duncan para variedades y número de hojas.

Anexo 6.

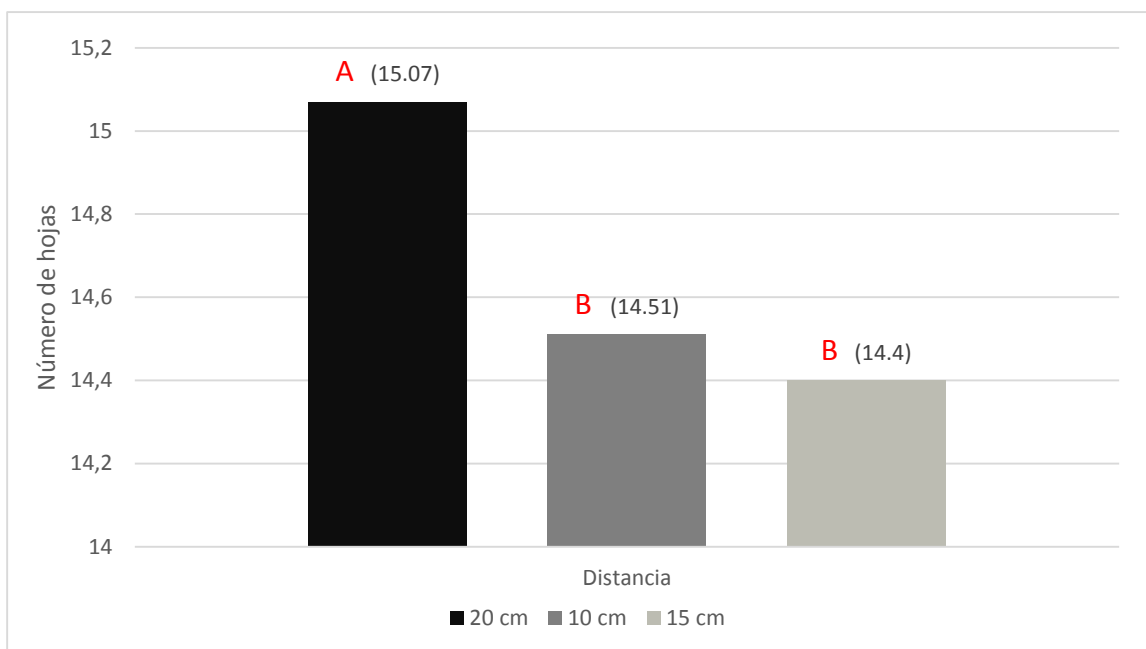


Figura 7. Prueba de Duncan para distancia entre plantas y número de hojas.

Anexo 7.

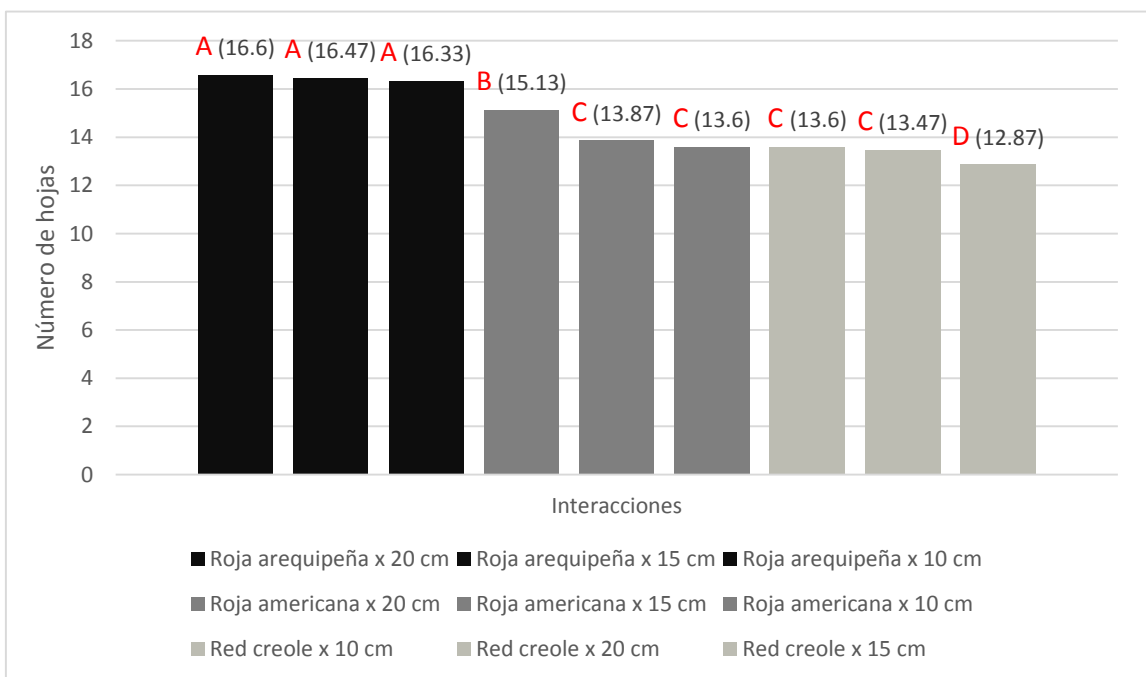


Figura 8. Prueba de Duncan interacción variedad y distancia entre plantas para número de hojas.

Anexo 8.

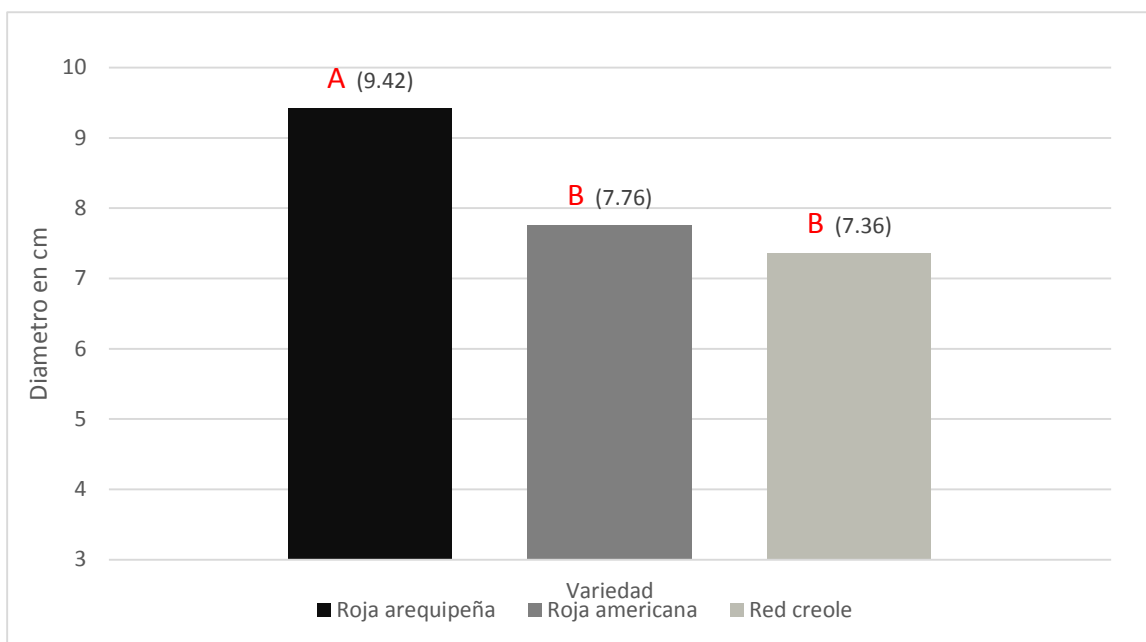


Figura 9. Prueba de Duncan para variedad y diámetro de bulbo.

Anexo 9.

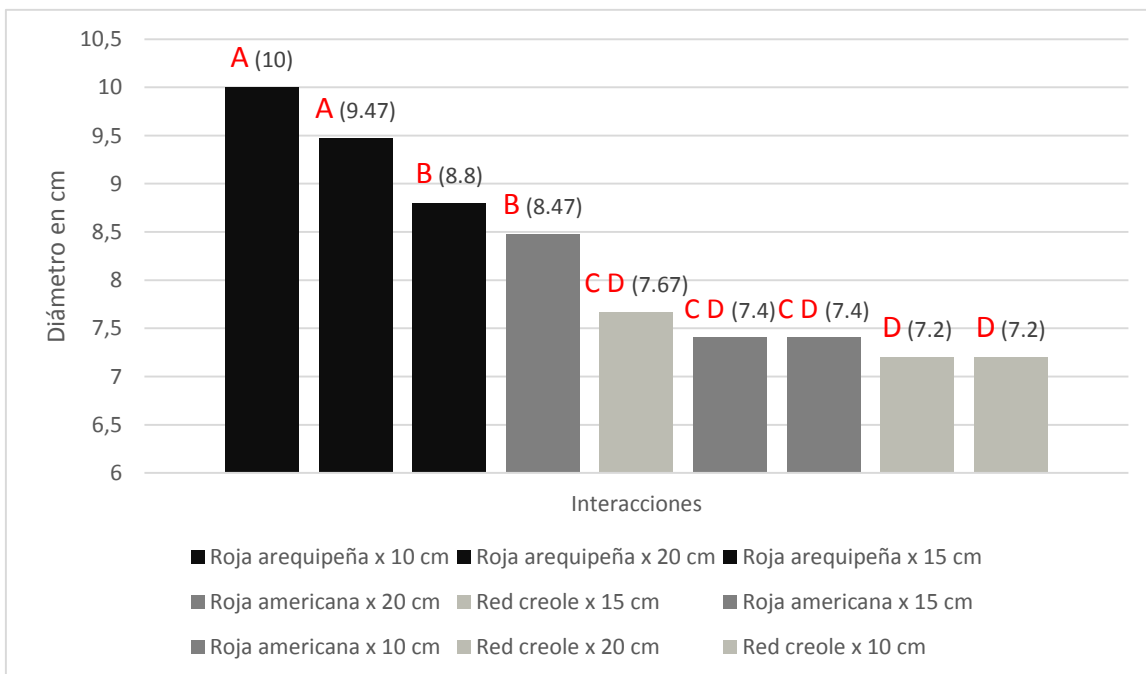


Figura 10. Prueba de Duncan para interacción variedad, distancia entre plantas y diámetro de bulbo.

Anexo 10.

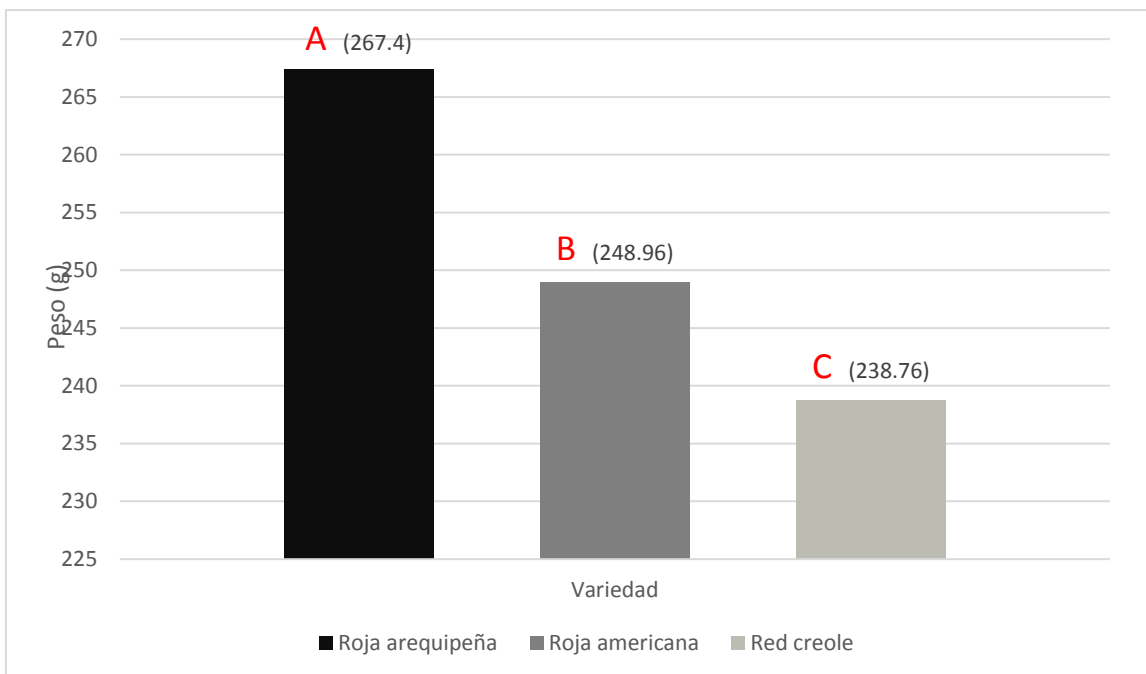


Figura 11. Prueba de Duncan para variedad y peso de bulbo.

Anexo 11.

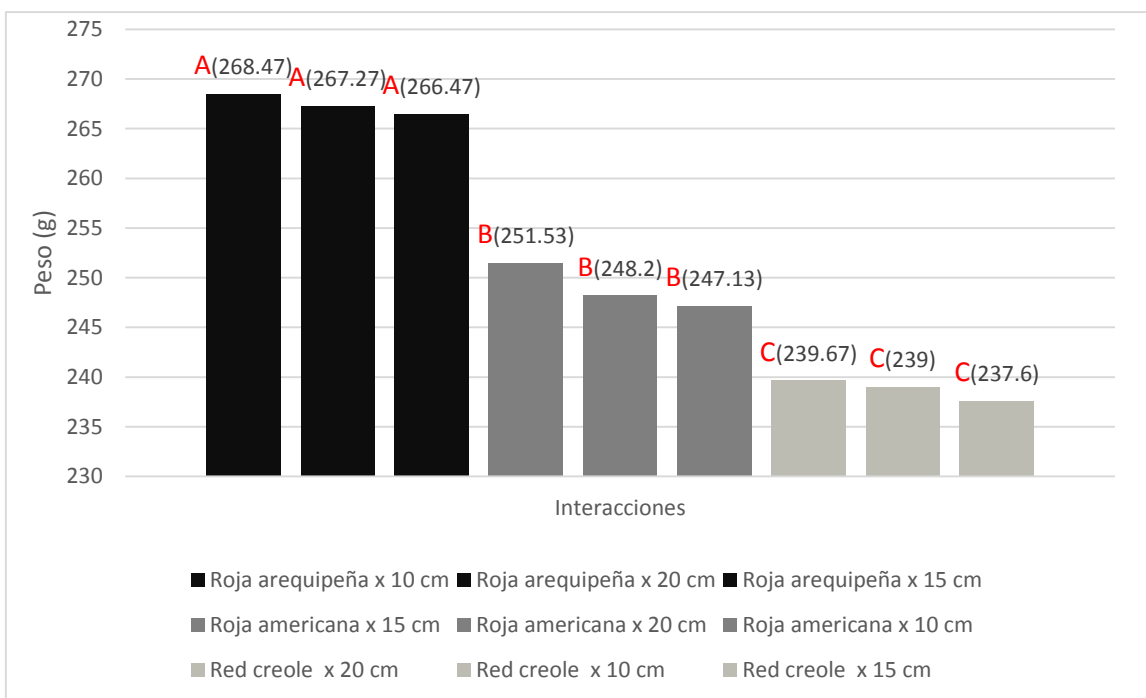


Figura 12. Prueba de Duncan interacción variedad y distancia para peso de bulbo.

Anexo 12. Cuadro de análisis económico del beneficio/costo de los diferentes tratamientos.

No.	Tratamientos	Costo Produccion (BS/ha)	Ingreso Bruto (Bs/ha)	Ingreso Neto (Bs/ha)	Benefici o Costo
		A	B	C	B/C
1	Roja Arequipeña 40 pl/m	135160,5	234446,4	99285,9	1,735
2	Roja Arequipeña 28 pl/m	127760,5	162712,8	34952,3	1,274
3	Roja Arequipeña 20 pl/m	122760,5	116785,8	-5974,7	0,951
4	Red creole 40 pl/m2	136315,5	216075,6	79760,1	1,585
5	Red creole 28 pl/m2	128915,5	153527,4	24611,9	1,191
6	Red creole 20 pl/m2	123915,5	108475,2	-15440,3	0,875
7	Roja Americana 40 pl/m2	134830,5	209077,2	74246,7	1,551
8	Roja Americana 28 pl/m2	127430,5	145654,2	18223,7	1,143
9	Roja Americana 20 pl/m2	122430,5	104976	-17454,5	0,857

Anexo 13.

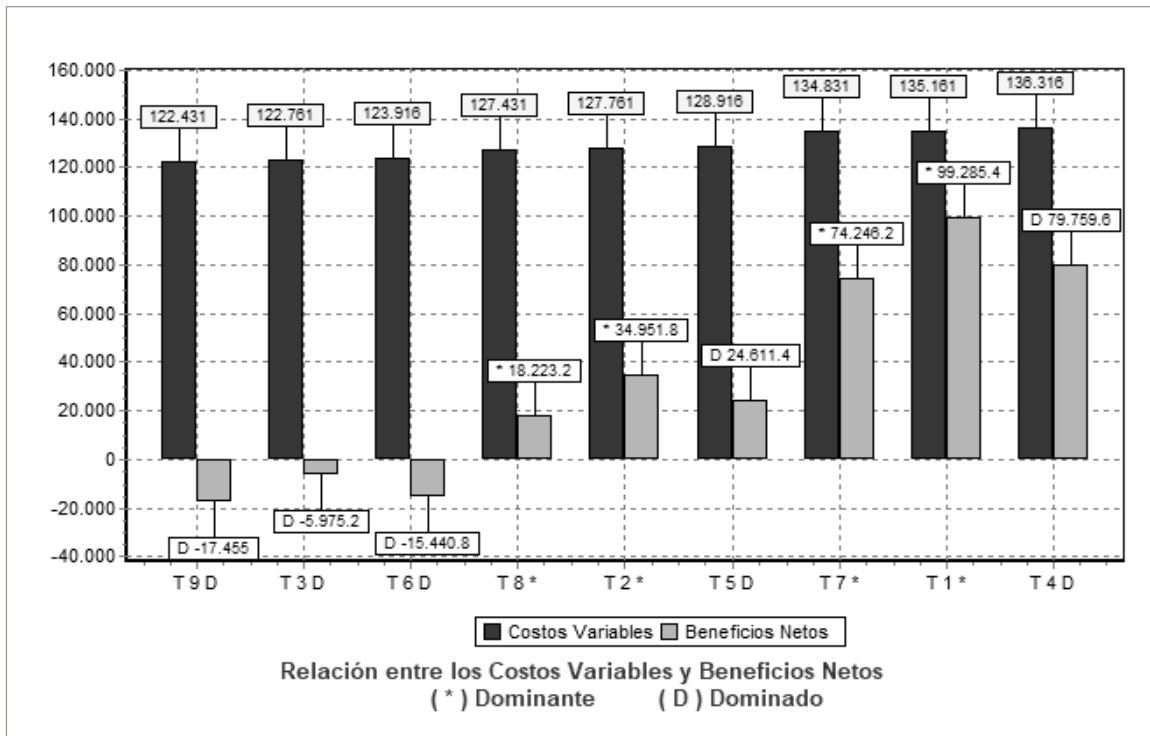


Figura 13. Análisis de dominancia.

Anexo 14.

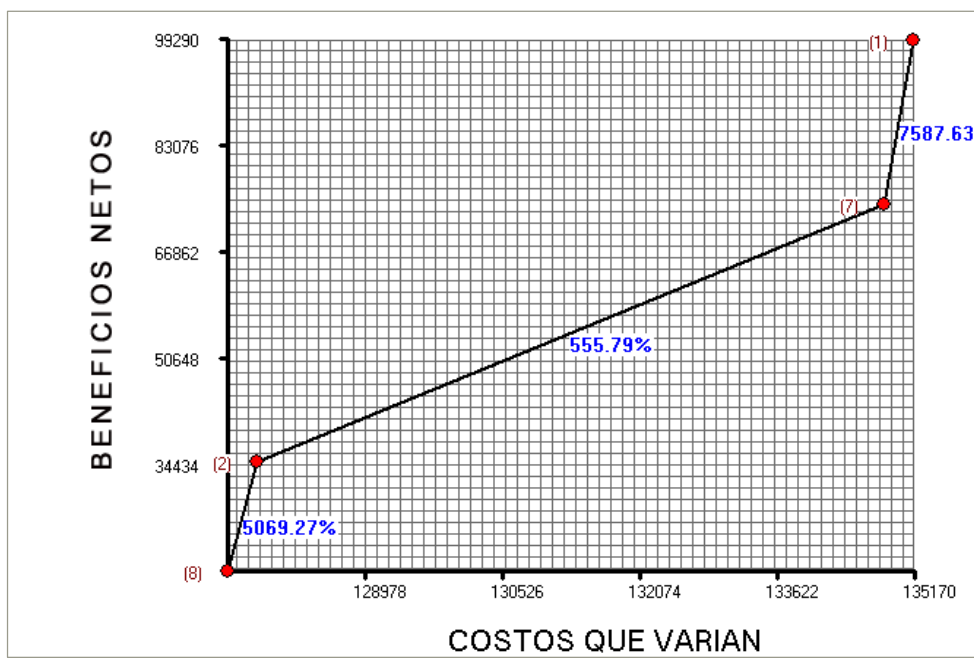


Figura 14. Análisis marginal.

Anexo 15. Cuadro de rendimientos y costos.

No.	Tratamiento	Rendimiento	Rendimiento o Ajustado, 10% pérdidas post cosecha	Precio de venta	Beneficio Bruto	Costos Bs/ha											Total C.P.
						Semilla	Formol	Compost	Elaboración platabandas	Elaboración almácigos	Siembra	Trasplante	Riego almácigo	Riego parcela	Deshierbe y aporque	Cosecha	
						Bs	Bs	Bs	Bs	Bs	Bs	Bs	Bs	Bs	Bs	Bs	
1	Roja Arequipeña 40 pl/m ²	107200	96480	2,43	234446	2904	3515	20000	18500	4581,5	1150	25000	2460	27000	9250	20800,00	135161
2	Roja Arequipeña 28 pl/m ²	74400	66960	2,43	162713	2904	3515	20000	18500	4581,5	1150	17600	2460	27000	9250	20800,00	127761
3	Roja Arequipeña 20 pl/m ²	53400	48060	2,43	116786	2904	3515	20000	18500	4581,5	1150	12600	2460	27000	9250	20800,00	122761
4	Red creole 40 pl/m ²	98800	88920	2,43	216076	4059	3515	20000	18500	4581,5	1150	25000	2460	27000	9250	20800,00	136316
5	Red creole 28 pl/m ²	70200	63180	2,43	153527	4059	3515	20000	18500	4581,5	1150	17600	2460	27000	9250	20800,00	128916
6	Red creole 20 pl/m ²	49600	44640	2,43	108475	4059	3515	20000	18500	4581,5	1150	12600	2460	27000	9250	20800,00	123916
7	Roja Americana 40 pl/m ²	95600	86040	2,43	209077	2574	3515	20000	18500	4581,5	1150	25000	2460	27000	9250	20800,00	134831
8	Roja Americana 28 pl/m ²	66600	59940	2,43	145654	2574	3515	20000	18500	4581,5	1150	17600	2460	27000	9250	20800,00	127431
9	Roja Americana 20 pl/m ²	48000	43200	2,43	104976	2574	3515	20000	18500	4581,5	1150	12600	2460	27000	9250	20800,00	122431

Anexo 16. Análisis costo de producción.

Proceso del Análisis Económico

Tratamiento 1

Pv

2,43 BS/kg

Variedad	Densidad de siembra	Rendimiento Kg/ha
Roja Arequipeña	40 pl/m²	107200

Costo de establecimiento de 1 hectárea

Ítem	Unidad	cantidad	Costo Unitarios (Bs/ha)	Total (Bs)
1. Insumos				
* Semilla	gramos	3300	0,88	2904
** Formol	ml	3700	0,95	3515
** Compost	kg/m ²	40000	0,5	20000
2. Mano de obra				
** Elaboración platabandas	m ²	10000	1,85	18500
** Elaboración almácigos	m ²	550	8,33	4581,5
3. Siembra				
** Siembra	jornal	11,5	100	1150
* Trasplante	jornal	250	100	25000
4. labores culturales				
** Riego almácigo	jornal	24,6	100	2460
** Riego parcela	jornal	270	100	27000
** Deshierbe y aporque	jornal	92,5	100	9250
5. Cosecha				
** Cosecha	jornal	208	100	20800,00
Total Costos de Producción				135160,5

* = Costos Variables

** = Costos Fijos

Ingreso Bruto = (Total Producido - 10% de perdidas post - cosecha) * (Precio)

I.B. = 107200 10720 2,43 234446,4

Kg/m² Kg/m² Bs/Kg Bs/m²

Ingreso Neto = Ingreso Bruto - Costos de producción

IN = 234446,4 135160,5 99285,9

Beneficio/Costo =
$$\frac{\text{Ingreso Bruto}}{\text{Costo de Producción}} = \frac{234446,4}{135160,5} = 1,73457778$$

Anexo 17. Fotografías de variedades de plantines.



Var. Roja Arequipeña. Tratamientos 1-2-3.



Var. Red Creole. Tratamientos 4-5-6.



Var. Roja Americana. Tratamientos 7-8-9.

Anexo 18. Fotografías de diámetro de bulbo.



Var. Roja Arequipeña. Tratamientos 1-2-3.

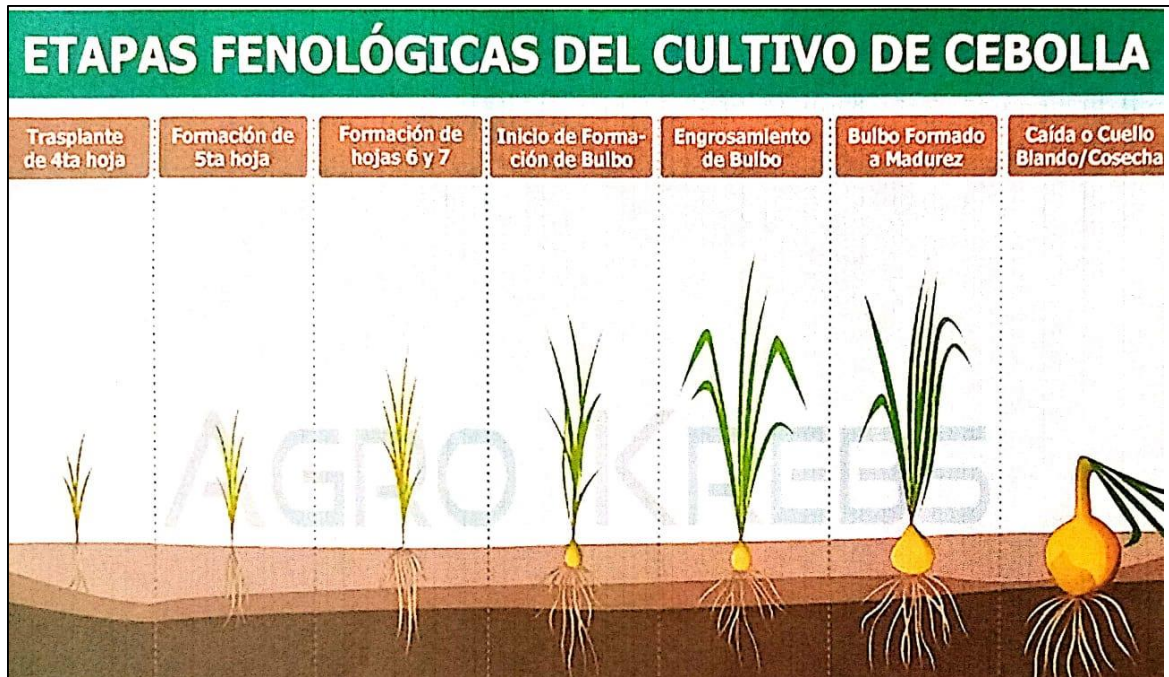


Var. Red Creole. Tratamientos 4-5-6.



Var. Roja Americana. Tratamientos 7-8-9.

Anexo 19. Fenología del cultivo.



Anexo 20. Análisis físico - químico de compost.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE COMPOST

INTERESADO: Príncipe R. Kollanqui Aruquipa **SOLICITUD:** LAF 5_21
PROCEDENCIA: Departamento La Paz **FECHA DE ENTREGA:** 09/03/2021
Provincia Murillo

PRODUCCIÓN DE CEBOLLA (*Allium cepa*) DE TRES VARIEDADES Y TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN UN SISTEMA DE PLATABANDAS EN EL CENTRO ESPERIMENTAL COTA -COTA

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Densidad Aparente	g/cm ³	0.5033	Probeta
pH en H ₂ O relación 1:5	-	8.39	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	0.51	Potenciometría
Nitrógeno total	%	1.1	Kjendahl
Carbono Orgánico	%	9.83	Walkley y Black
Fósforo disponible	ppm	1.8	Espectrofotometría UV-Visible




Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS