

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



TESIS DE GRADO

**EVALUACION DE EPOCAS DE SIEMBRA EN
VARIEDADES DE CEBOLLA
(*Allium cepa*)**

Presentado por:

TEODORO SALVADOR CHOQUE VARGAS

**LA PAZ - BOLIVIA
2005**

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

**EVALUACION DE EPOCAS DE SIEMBRA
EN VARIEDADES DE CEBOLLA
(*Allium cepa*)**

Tesis de grado para optar él título de:

Ingeniero en Agronomía

PRESENTADO POR:

TEODORO SALVADOR CHOQUE VARGAS

ASESORES:

Ing. Teresa Ruiz Díaz Luna Pizarro

Ing. René Calatayud Valdez

COMITÉ REVISOR:

Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera

Ing. M.Sc. Hugo Bosque Sánchez

VoBo

Ing. M.Sc. Félix Rojas Ponce

VICEDECANO

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a mis padres Ernesto Choque y Alicia Vargas y a mis hermanos Máximo, Policarpio, Cristóbal, Juan de Dios, Segundino y a mí Hermana Ramona Choque Vargas; por haber contribuido en mi formación personal y profesional y por el cariño recibido.

Mis sinceros agradecimientos a la Universidad Mayor de "San Andrés", en especial a la Facultad de Agronomía, al personal docente y administrativo por haberme formado profesionalmente.

A mis asesores: Ing. Teresa Ruiz, Ing. Rene Calatayud Valdez por su confianza depositada en mi persona y su apoyo profesional en la realización del presente trabajo.

Un especial agradecimiento a los Ing. Jorge Pascual y Hugo Bosque Sánchez por el apoyo desinteresado e incondicional con lo cual enriquecieron aun más mi trabajo.

Agradezco al proyecto unir UMSA por haberme brindado la oportunidad de realizar el presente trabajo con el beneficio beca - tesis como al Ing. Rene Terán y a la Ing. Cristal Taboada por depositar su confianza en mi persona.

A todos los compañeros y compañeras de la facultad de Agronomía por su amistad desinteresada.

A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en la realización del presente trabajo.

Gracias a Dios

CONTENIDO GENERAL

INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vii
ANEXOS	viii
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo general	2
1.1.2 Objetivo específico	3
1.2 Hipótesis	3
II REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1 Origen	4
2.2 Importancia del cultivo	4
2.3 Clasificación taxonómica	5
2.4 Aspectos agronómicos	6
2.4.1 Raíz	6
2.4.2 Bulbo	6
2.5 Variedades	7
2.5.1 Red Creole	8
2.5.2 Early Texas	8
2.5.3 Arequipeña	9
2.5.4 Características de las variedades de cebolla	9
2.6 Exigencia de fotoperíodo	10
2.7 Composición química	12
2.8 Requerimientos ecológicos del cultivo	12
2.8.1 Clima	12

2.8.2	Humedad	13
2.8.3	Temperatura	13
2.8.4	Suelo	14
2.9	Fertilización	15
2.10	Abonamiento	15
2.11	Épocas	16
III	MATERIALES Y METODOS	18
3.1	Localización	18
3.1.1	Descripción Climática	18
3.1.2	Antecedentes del campo experimental	19
3.2	Materiales	20
3.2.1	Material Biológico	20
3.2.2	Material de Campo	21
3.2.3	Material de gabinete	21
3.3	Metodología	21
3.3.1	Diseños Experimentales	21
3.3.2	Factores en estudio	22
3.4	Tratamientos	22
3.4.1	Características de la parcela experimental	23
3.4.2	Preparación del almacigo	23
3.4.3	Siembra en almacigo por épocas	23
3.4.4	Preparación del terreno definitivo	24
3.4.5	Incorporación de abono orgánico	24
3.4.6	Trasplante	24
3.5	Prácticas culturales	25
3.5.1	Riego	25
3.5.2	Refalle	25

3.5.3	Escarda	25
3.5.4	Aporque y control de maleza	26
3.5.5	Control de enfermedades	26
3.6	Determinación del momento de la cosecha	26
3.6.1	Recolección	26
3.7	Evaluación	27
3.8	Variables de respuesta	27
3.8.1	Porcentaje de germinación	27
3.8.2	Días a la emergencia	27
3.8.3	Tamaño de los bulbillos al trasplante	27
3.8.4	Porcentaje de prendimiento	27
3.8.5	Días a la madurez fisiológico	28
3.8.6	Altura de la planta al momento de la cosecha	28
3.8.7	Peso del bulbo	28
3.8.8	Longitud de bulbo	28
3.8.9	Diámetros de bulbo	28
3.8.10	Peso total de la planta	28
3.8.11	Numero de hojas por planta	29
3.8.12	Rendimiento	29
3.8.13	Análisis económico	29
IV	RESULTADOS Y DISCUCIONES	30
4.1	Condiciones climáticas	30
4.2	Análisis de variables productivas	34
4.2.1	Porcentaje de germinación	34
4.2.2	Días a la emergencia	35
4.2.3	Tamaño de los de los bulbillos al trasplante	37
4.2.4	Porcentaje de prendimiento	39

4.2.5	Días a la cosecha	42
4.2.6	Altura de la planta a la cosecha	44
4.2.7	Peso promedio de bulbos	47
4.2.8	Longitud de bulbo	51
4.2.9	Diámetro del bulbo	55
4.2.10	Peso total de la planta (hoja y bulbo)	60
4.2.11	Numero de hojas por planta	62
4.2.12	Rendimiento	65
4.2.13	Análisis económico	69
V	CONCLUSIONES	72
VI	RECOMENDACIONES	74
VII	BIBLIOGRAFIA	75
VIII	ANEXOS	79

INDICE DE CUADROS

Cuadro	1	Características de las variedades	9
Cuadro	2	Características y formas de los bulbos en las variedades	10
Cuadro	3	Promedios anuales de datos meteorológicos	18
Cuadro	4	Temperatura, precipitaciones y humedad relativa	19
Cuadro	5	Características botánicas de las variedades en estudio	20
Cuadro	6	Combinación de niveles de los factores en estudio	22
Cuadro	7	Porcentaje de germinación de las semillas	34
Cuadro	8	Días y temperaturas transcurridos desde siembra a emergencia	35
Cuadro	9	Dimensiones en la fase de trasplante	37
Cuadro	10	ANVA para porcentaje de prendimiento (g)	39
Cuadro	11	Prueba de Duncan en prendimiento	40
Cuadro	12	ANVA para de los días a la cosecha (madurez fisiológico)	42
Cuadro	13	Prueba de Duncan de los días a la cosecha	43
Cuadro	14	ANVA para altura de la planta	44
Cuadro	15	Prueba de Duncan para altura de la planta	45
Cuadro	16	ANVA para peso del bulbo	47

Cuadro	17	Prueba de Duncan para peso del bulbo	48
Cuadro	18	Análisis de efectos simples en peso de bulbo	49
Cuadro	19	ANVA para longitud de bulbo	52
Cuadro	20	Prueba de Duncan de la longitud del bulbo	52
Cuadro	21	Análisis de efecto simple en longitud de bulbo	53
Cuadro	22	ANVA para diámetro del bulbo	55
Cuadro	23	Prueba de Duncan para diámetro del bulbo	56
Cuadro	24	Análisis de efecto simple en diámetro del bulbo	57
Cuadro	25	Longitud y diámetro de los bulbos en épocas y variedades	59
Cuadro	26	ANVA para el peso total	60
Cuadro	27	Prueba de Duncan para peso total	61
Cuadro	28	ANVA para número de hojas	63
Cuadro	29	Prueba de Duncan para numero de hojas	63
Cuadro	30	ANVA para rendimiento	65
Cuadro	31	Prueba de Duncan para rendimiento del bulbo	66
Cuadro	32	Análisis de efecto simple	67
Cuadro	33	Cálculo de ingresos brutos y netos, en épocas-variedades	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	ubicación de la zona	18
Figura 2	Color de bulbo de las variedades	20
Figura 3	Régimen de temperaturas medias mensuales	31
Figura 4	Régimen de precipitaciones	32
Figura 5	Promedios de la altura de plantas por épocas-variedades	46
Figura 6	Interacción de los factores variedad y época en peso de bulbo (g)	50
Figura 7	Interacción de los factores variedad y época en longitud de bulbo	54
Figura 8	Interacción de Variedad y época en diámetro de bulbo (g)	58
Figura 9	Promedios del número de hojas por épocas y variedades	64
Figura 10	Interacción de Variedad y época en rendimiento de bulbo (g)	67
Figura 11	Variación de B/C en cada época y variedad	70

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Croquis de campo	a
Anexo 2	Porcentaje de prendimiento	b
Anexo 3	Días desde trasplante a la cosecha para épocas y variedades	c
Anexo 4	Altura de la planta en (cm) para las épocas y variedades	d
Anexo 5	Peso del bulbo (g) para épocas y variedades	e
Anexo 6	longitud de bulbo (cm), en épocas y variedades	f
Anexo 7	Diámetro del bulbo (cm) en épocas y variedades	g
Anexo 8	Peso total del bulbo más las hojas en épocas y variedades	h
Anexo 9	Número de hojas en épocas y variedades	i
Anexo 10	Rendimiento en tn/ha de los bulbos en épocas y variedades	j
Anexo 11	Costos de producción	k
Anexo 12	Ubicación de la zona en estudio.....	l

RESUMEN

El presente trabajo de Investigación titulado: "Evaluación de épocas de siembra en variedades de cebolla (*Allium cepa* L.)" se realizó en los predios de la facultad de Agronomía en la ciudad de La Paz. En la investigación se ha determinado la época mas adecuada de siembra de las variedades Red Creole, Early Texas y Arequipeña, conocer el comportamiento agronómico de éstas y su incidencia en la relación Beneficio/Costo. El diseño experimental utilizado fue el arreglo factorial en bloques al azar con cuatro repeticiones Los niveles de los factores fueron tres épocas y variedades de cebolla. Las variables de respuesta fueron: porcentaje de prendimiento, días a la cosecha altura de la planta, peso, longitud y diámetro de bulbo, peso total de la planta, número de hojas y rendimiento. Los principales resultados indicaron que en las tres épocas de siembra, la Early Texas presentó mejores características agronómicas que las demás variedades, siendo sus promedios en peso total de la planta; peso, longitud y diámetro de bulbo de 222.88 g, 160.64 g, 7.16 cm, y 7.56 cm respectivamente. La segunda mejor variedad es la Arequipeña, seguida de la Red Creole, con respecto a la altura de planta, todas son similares variando en un rango de 55.7 a 60.48 cm. En las variedades de cebolla, las mejores características agronómicas se presentaron en la tercera época, donde los promedios en peso y altura total de la planta; peso y longitud de bulbo fueron de: 237.74 g 59.40 cm; 148.77 g, y 6.47 cm respectivamente. En cambio en la segunda y primera época los promedios de las características agronómicas disminuyen gradualmente. En las tres épocas, la variedad con mayores rendimientos de bulbo fue la Early Texas con un promedio de 43.46 t/ha, mientras que las variedades Arequipeña y Red Creole presentaron menores rendimientos con 37.20 y 30.39 t/ha respectivamente. En el análisis económico se estableció que sobre la base de un costo de producción de 6243.62 Bs/ha, el mejor ingreso económico se obtiene con la variedad Early Texas, cuya relación Beneficio/Costo es de 6.99 en la primera época.

EVALUACIÓN DE ÉPOCAS DE SIEMBRA EN VARIEDADES DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)

I. INTRODUCCIÓN

Bolivia al ser un país con distintos pisos ecológicos como ser: altiplano, valle y llanos, permiten realizar actividades agrícolas en diversas épocas con diferentes especies que satisfacen las necesidades de su población, la demanda de hortalizas como la cebolla no es satisfecha en el mercado nacional, situación que cualquier consumidor puede evidenciar al observar este producto proveniente de distintos países limítrofes como Chile, Perú y Argentina.

A pesar de que en Bolivia se produce cebolla en gran parte del año agrícola, el cultivo no ha sido promovido en la investigación, siendo la información disponible en el ámbito científico poco relevante, este factor no permite el avance en este rubro tan importante para la economía de los productores del país.

Dentro la producción, la mayoría de los agricultores siembran la cebolla en primavera y cosechan en verano los meses de marzo, abril y mayo, a su vez se siembran en invierno y se cosechan en primavera (octubre, noviembre y diciembre) donde el ciclo vegetativo es prolongado y los precios al consumidor suben.

La cebolla (*Allium cepa* L.) se constituye en una liliaceae de mucha importancia dentro de los grupos de las hortalizas, tanto económico como social por ser una especie de amplio uso en la alimentación humana. Por lo tanto el cultivo adquiere mayor importancia por sus múltiples usos.

La cebolla contiene un alto grado de vitaminas y minerales, que además se lo puede consumir como condimento fresco, deshidratado e inclusive como uso medicinal. La cebolla, por sus características alimenticias se constituye como alternativa para las regiones productoras, en las cabeceras de valle principalmente, ya que dichas características son favorables para un cultivo de invierno, siendo que la cebolla es tolerante a temperaturas bajas.

Las principales dificultades que impiden una mayor producción de cebolla, son las plagas agrícolas y las adversidades climáticas, encontrándose variedades de cebolla que son tolerantes a estos factores por lo cual es importante seleccionar e identificar las variedades.

Considerando que entre los meses de octubre a febrero existe una mayor demanda de la cebolla, el presente estudio estuvo orientado a obtener la producción óptima de cebolla (*Allium cepa L*) en diferentes épocas de siembra y, conocer la variedad adecuada en cada época, debido a que la población consume todo el tiempo la cebolla por sus bondades digestivas y nutritivas. Con estas consideraciones, el presente trabajo de investigación pretende contribuir al desarrollo de los productores horticultores y por ende al país.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- Evaluar las diferentes épocas de siembra en variedades de la cebolla (*Allium cepa L.*), en condiciones de cabecera de valle.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar la época adecuada de siembra para las variedades de cebolla.
- Evaluar el comportamiento agronómico de las tres variedades de cebolla.
- Estudiar la relación costos parciales para el cultivo de la cebolla en las condiciones cultivadas.

1.2 Hipótesis

- La producción de cebolla en las tres épocas de siembra y variedades cebolla son las mismas.
- El comportamiento agronómico de las variedades de cebolla son las mismas en cada época.
- La relación de costos parciales para el cultivo de la cebolla en las condiciones de cultivo en cada época son las mismas.

II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origen

Casseres (1984), menciona que la cebolla es originaria del sudoeste de Asia, la cual fue utilizada por el hombre desde tiempos remotos, así mismo se menciona que la cebolla nunca fue encontrada en estado silvestre. En el siglo XVIII, la cebolla se extendió en América por colonizadores Europeos para luego ser cultivados por los habitantes de este hemisferio.

Aitken (1987), indica que la cebolla es originaria de India y Palestina desde donde se extendió por todo el mundo. En nuestro continente los españoles introdujeron el cultivo al Perú y Ecuador, difundiéndose a los países de América.

Raymond (1989), indica que la cebolla probablemente es originaria de Afganistán, Irán y Pakistán, en la actualidad se cultiva en todo el mundo. Por su parte, **Bayona (1993)** menciona que la cebolla es originaria de Asia y su cultivo se remonta a más de 4000 años. El mismo autor indica que en América se inicio este cultivo a principios de siglo XVII, en la actualidad puede decirse que se extiende por todo el mundo, y es una de las hortalizas que cuenta con un área de cultivo más extensa.

FAO (1992), señala que la cebolla posee tres centros de origen: Uno primario, centro asiático central (India y Afganistán) y; dos secundarios: Centro de oriente (Asia menor, Trascaucasia e Irán), centro mediterráneo (países en torno al mar mediterráneo).

2.2 Importancia del cultivo

Paz (1985), menciona que la cebolla es una hortaliza bulbosa más importante, que la parte principal es un bulbo que por su sabor, olor y textura especial, se utiliza como alimento y condimento, además de sus propiedades medicinales.

Zabala y Ojeda (1988), mencionan que la cebolla es el condimento más utilizado para mejorar el sabor de las comidas, esta aporta una buena cantidad de vitaminas y aceites esenciales que son de gran importancia para la alimentación humana en especial por su gran contenido de vitamina A.

FAO (1992), indica que el cultivo de la cebolla ocupa el segundo lugar en importancia económica mundial dentro de las hortalizas, donde su producción en 1989 fue de 26.319.000 toneladas con un rendimiento promedio mundial de 13,9 t/ha. que están basadas en su alto contenido en vitaminas y minerales, además de sus cualidades gustativas.

La superficie sembrada en América Latina representa el 7,4% de total mundial y su producción en 14 %. Siendo la cebolla una planta bianual, nomo cotiledónea la cual en su primera etapa de crecimiento desarrolla un bulbo que esta es la parte comestible y en la segunda etapa la formación de vástagos florales para la producción de semillas (**FAO, 1992**).

Bayona (1993), indica que este cultivo tiene una enorme difusión por las cualidades alimenticias que posee y es rica en vitaminas A y C, contiene también tiamina, riboflavina y niacina, su valor antiescorbútico es grande.

2.3 Clasificación taxonómica

Cronquist (1982), clasifica a la especie de la siguiente manera:

División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Sub Clase:	Liliidae
Orden:	Liliales
Familia:	Liliaceae
Género:	<i>Allium</i>
Especie:	<i>Allium cepa L.</i>
Nombre común:	Cebolla

2.4 Aspectos agronómicos

2.4.1 Raíz

Zabala y Ojeda (1988), mencionan que el sistema radicular de este especie es fasciculado, en general las raíces de la cebolla desarrollan con pocos pelos absorbentes lo que determina su bajo poder de absorción, por tanto estas plantas exigen una buena humedad en el suelo y las formaciones de las raíces son procesos continuos hasta el periodo en que se inicie la detención del crecimiento cuando comienzan a morirse las raíces más viejas.

FAO (1992), indica que la cebolla posee limitado sistema radicular y como consecuencia tiene una pobre capacidad de absorción. Sus primeras raíces brotan en el periodo de germinación de la semilla, las cuales mueren gradualmente a la vez van formando otras nuevas raíces que alcanzan su máximo desarrollo en la etapa de madurez.

2.4.2 Bulbo

Caicedo (1982), indica que el bulbo de la cebolla se forma por ensanchamiento de la parte inferior de la vaina de las hojas que se tornan carnosas y se recubren internamente por escamas membranosas, de color variable, rojizo amarillo o blanco.

FAO (1992), menciona que en la formación del bulbo ocurren una serie de cambios, siendo el más significativo el engrosamiento de las vainas de las hojas y el almacenamiento en ellas de las sustancias nutritivas. Este engrosamiento da lugar al bulbo, en el cual está formado por las túnicas, escamas transitorias, escamas carnosas, yemas y un tallo verdadero. Durante el desarrollo del bulbo las escamas más exteriores se secan y convierten en túnicas (totalmente secas) o escamas transitorias (parcialmente secas).

Bayona (1993), indica que el bulbo es formado por escamas carnosas, abiertas o cerradas; las abiertas se forman a partir de vainas exteriores y son más finas lo cual se convierte 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 de sexta hoja.

2.5 Variedades

Pohelman (1979), define como variedad agronómica a un grupo de plantas semejantes, que por características de estructura y comportamiento se pueden diferenciar de otras variedades de la misma especie.

Paz (1985), menciona para la clasificación de las variedades tiene siguientes criterios:

- a) Por el color y sabor; Cebollas rojas de sabor picante, semi picante o dulce, amarillas de sabor picante o dulce y blancas de sabor picante y dulce.
- b) Por la exigencia de fotoperiodo o longitud del día; como variedades de día corto, intermedia y largo.

Aitken (1987), indica que la cebolla cuenta con numerosas variedades e híbridos. Se deberían emplear de acuerdo a condiciones de clima y con las preferencias de los consumidores locales o de aquellos mercados para los cuales está destinada la producción.

Los principales criterios para la selección de las variedades de la cebolla son los siguientes: color y sabor. Cebolla roja de sabor picante, seme picante a dulce; cebolla amarilla de sabor picante a dulce; cebolla blanca de sabor picante a dulce.

FAO (1992), menciona que las variedades de cebolla se clasifican de acuerdo con ciertas características, tales como: Color (blancas, amarillas, rojas o moradas y cafés); Fotoperíodo (de días cortos, intermedios, largos e indiferentes); Forma (achatada, globo alargado, globo achatado, trompo, etc.).

Bayona (1993), indica que existen variedades tardías (blanca grande, colorada, morada y roja). Entre las variedades medio temprano (blanca temprana francesa, babosa, amarilla paja y sangre de buey).

2.5.1 Red Creole

Higueta *et al.* (1977), indican que esta variedad es adaptada a climas cálidos, con temperaturas entre 20 a 30 °C y a 1700 m.s.n.m. bulbos medianos rojo oscuro de forma achatada de sabor picante, rendimiento promedio de 12 a 16 t/ha.

Sabala y Ojeda (1988), mencionan que la variedad se caracteriza por ser picante de cuello delgado, sus escamas son carnosas, delgadas y compactas, el promedio del bulbo es de 50 a 100 g. bulbos esferoidal y ovoide y ligeramente aplastada. Necesita once horas luz para formar bulbo, su ciclo vegetativo es de 150 días con un rendimiento promedio de 10 toneladas por hectárea.

2.5.2 Early Texas

Sabala y Ojeda (1988), mencionan que es un cultivar temprana de bulbo esferoidal, tamaño uniforme en forma de trompo con escamas de color amarillo compactamente colocadas, jugosas, tiernas y dulces, los bulbos son grandes con peso promedio de 180 a 250 gramos, y su color externo es de color amarillo claro con alto contenido de agua, su ciclo vegetativo es de 130 días con un rendimiento aproximado de 13 a 14 toneladas por hectárea.

2.5.3 Arequipeña

Delgado (1982), indica que esta variedad es de días intermedios y es la que mejor se adapta a condiciones de altiplano. Las características más notorias de la variedad son: raíces largas y densas, bulbos de forma esférica de color rojo y de buen rendimiento.

Valdez (1990), menciona que los bulbos son de color rojo a granate intenso cuando recién madura se toma rojo cobrizo, de sabor bastante fuerte e irritante, siendo una planta de fotoperiodo largo.

2.5.4 Características de las variedades de cebolla

Paz (1985), presenta un resumen de las principales características de las variedades Red Creole, Early Texas y Arequipeña, cuyas observaciones se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de las variedades estudiadas.

Características	Variedades		
	Red Creole	Early Texas	Arequipeña
Longitud del día	corto	corto	intermedio
Madurez relativa	media	precoz	media
Color	rojo	amarillo	morado
Tamaño	mediano	grande	mediano
Pungencia	picante	dulce	picante
Firmeza	dura	blanda	dura
Forma del bulbo	achatado	trompo	achatado
Almacenaje	largo	corto	largo

Fuente: Paz (1985)

2.6 Exigencia de fotoperíodo

Caicedo (1982), indica que las variedades de la cebolla se clasifican de acuerdo a su requerimiento fotoperiódico:

- Día largo: requiere más de 12 horas luz para su desarrollo y florecen con días cortos de luz.
- Día intermedio: requiere días intermedios de horas luz para la formación de los bulbos.
- Día corto: no requiere de días largos para la formación de bulbos y no florece con días cortos.

Cuadro 2. Características y Formas de los bulbos en las variedades.

Variedades	Red Creole	Early Texas	Arequipeña
Características	Globoso	Trompo	Globoso
Forma del bulbo	Roja picante	Dulce amarillo	roja picante
Color y sabor	Rojo picante	amarillo dulce	rojo picante
Uso principal	CF	CF	C F
Días próximos a la cosecha	90-100	80-90	90-100
Otras características	cabeceras de valle	Cultivo en valle	clima frío

Fuente: Valdez (1990)

CF = Consumo en fresco

Escaff et al. (1979), señalan que el día largo favorece la formación de bulbos, además de constituir junto a la temperatura, factores de crecimientos importantes por la estimulante e inductivo para la formación del bulbo, el fotoperiodo es requerido en distinta calidad por los diversos tipos de cebolla; las variedades de tipo temprano necesitan de 10 a 12, las intermedias de 12 a 13 horas y las tardías 13 a 14 horas luz /día.

Cásseres (1984), indica que la duración de fotoperíodo esta en función de la latitud, lo mismo que la temperatura, tienen decidida influencia sobre la formación del bulbo de la cebolla. Los cultivares crecen mejor en días cortos de 10 a 12 horas, se adaptan a las fajas limitadas por latitudes de 0 a 24 y hasta 28 grados; a veces pueden formar bulbos en latitudes mayores si las temperaturas son frescas que no aceleren el desarrollo del bulbo.

Llerena y Pardo (1984), mencionan que una variedad es exigente cuando los días son cortos y que requieren para su desarrollo de 10 a 11 y $\frac{1}{2}$ horas de luz pero que no forma bulbo, cuando los días de horas luz está en el promedio de 13 a 14 horas luz son para las variedades intermedias y las variedades que requieren de 15 a 16 horas luz son variedades de días largas para formar bulbos.

Paz (1985), menciona que la cebolla es exigente en el fotoperíodo, como el de día corto que desarrollan con 10 a 11.30 horas de luz pero que no forman bulbos hasta que el largo del día sea mayor de 11.30 horas, las intermedias que requieren de 13 a 14 horas de luz para la formación del bulbo y las variedades de día largo que requieren de 15 a 16 horas de luz para formar bulbos.

FAO (1992), establece que en función del fotoperíodo, las variedades de cebolla se clasifican en los siguientes grupos: día corto (10-12 horas luz), día intermedio (12-13 horas luz), y día largo (más de 14 horas luz).

A la vez **Vigliola (1992)**, menciona que el fotoperíodo depende de la variedad, y puede variar entre doce y dieciséis horas. Además menciona que en los catálogos se usa la denominación de “día corto” o “día largo”; en realidad la cebolla, sea cual fuere el cultivar es una planta de día largo, solamente que algunos bulbifican a una longitud del día más corta que otros. Donde con fotoperíodos de diez horas no bulbifica y produce hojas indeterminadas, con trece horas luz bulbifica pero sigue produciendo hojas (no madura), y con 14.9 horas luz más 5 horas de iluminación eléctrica, bulbifica; y la parte aérea muere, el bulbo madura.

2.7 Composición química

Vigliola (1992), establece la siguiente composición química para la cebolla en forma porcentual:

Agua:	86 - 90
Proteínas:	0,5 - 1,6
Lípidos:	0,1 - 0,6
Hidratos de carbono:	6 - 11
Cenizas:	0.49 - 0.74

2.8 Requerimientos ecológicos del cultivo

2.8.1 Clima

Caicedo (1982), menciona que, las condiciones ideales para la cebolla consisten en temperaturas bruscas durante la etapa inicial del cultivo 11 – 12 °C como temperaturas cálidas durante la madurez.

Llerena y Pardo L. (1984), mencionan que el cultivo de la cebolla, para que exprese su potencial genético de producción y calidad, requiere de condiciones climáticas muy específicas durante diferentes fases de desarrollo.

La cebolla prefiere días húmedos y algo frío 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 hora luz.

Moroto (1989), indica que este cultivo es una planta resistente a las temperaturas bajas aunque para la formación y maduración de los bulbos requiere temperaturas altas y fotoperíodos largos.

Vigliola (1992), menciona que en el crecimiento, la cebolla tolera las heladas y las temperaturas bajas, para bulbificar requieren temperaturas más elevadas y días largos, siendo los bulbos sensibles a las heladas.

Valadez (1993), menciona que la cebolla es una hortaliza bianual de clima frío y resistente, llegando a tolerar temperaturas menos 5 °C en etapa adulta.

Además indica que muchos autores reportan que esta planta puede soportar temperaturas de 33 °C y que al sobrepasar este límite dejan de crecer: Sin embargo este autor menciona que las temperaturas de los trópicos 40°C solo retardan la formación de bulbos.

2.8.2 Humedad

Higuita et al. (1977), citan que la excesiva humedad del suelo y aire, causan daños a las plantas de cebolla, algunos hongos prefieren condiciones húmedas para multiplicarse y bulbos cosechados que contienen demasiado agua se pudren y brotan durante el almacenamiento. Esta es la razón por la cual la cebolla requiere zonas bastante secas para su cultivo y cosecha.

A la vez **FAO (1992)**, señala que la humedad no debe ser muy alta, debido a que dichas condiciones favorecen el desarrollo de las enfermedades.

2.8.3 Temperatura

Higuita et al (1977), mencionan que la temperatura influye en la formación del bulbo y en la floración, los bulbos se desarrollan más rápidamente cuando aumenta la temperatura, debe tenerse en cuenta que cuanto se siembra en climas fríos, las variedades adaptadas a regiones cálidas forman bulbos pobres y florecen. Cuando las variedades de zonas frías se las cultivan en regiones calidas la formación de bulbo es lenta y se forma muy pobremente.

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

Vigliola (1992), menciona que a condiciones de longitud de día favorable se requiere de temperaturas elevadas de 20 a 25°C para obtener bulbos maduros siendo importante destacar que a pesar de estas temperaturas, si el fotoperíodo es inferior a lo que requerido del cultivar, esto no bulbifica en la longitud de día, cuando más alto es la temperatura, más rápida es la bulbificación.

2.8.4 Suelo

Caicedo (1982), indica que la cebolla es un cultivo donde la parte comestible es subterránea, son necesarios suelos sueltos y livianos arcillosos, arenosos o francos arenosos con buen contenido de materia orgánica y el pH óptimo está entre 6 y 6.8, no tolera alta acidez.

Moroto (1989), menciona que el mejor suelo es en terrenos de consistencia media o ligera, tan solo puede desarrollarse en suelos arenosos y con buen drenaje. Por su parte Genta (1991) complementa indicando que la cebolla es un cultivo que se adapta a varios tipos del suelo, aunque se comporta mejor en terrenos con mayor contenido orgánico.

Vigliola (1992), señala que la variedad del suelo afecta en el rendimiento del cultivo (y no así los suelos sueltos (areno – gumífero) que son los óptimos para el cultivo con un pH que varíe entre 5,8 y 6,5 tolerante al boro, los suelos no deben tener problemas de drenaje donde el contenido de sal deberá ser menor a 4 mmhos/cm).

Valadez (1993), menciona en cuanto al suelo, que las hortalizas prefieren suelos orgánicos, ligeros o arenosos, limosos y limo-arenosos. No se recomiendan suelos arcillosos ya que estos se compactan fácilmente el cual puede provocar la deformación del bulbo o retrasar su desarrollo. La cebolla esta clasificada como ligeramente tolerante a la acidez, teniendo un rango de pH 6,0 – 6,8.

2.9 Fertilización

Doorembos (1976), menciona que la cebolla produce en diferentes suelos, pero son preferibles de textura media. Las necesidades de fertilización son normalmente de 60 – 100, 25 – 45, 48 – 80 Kg / ha de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

Casseres, (1984), indica, que en condiciones altas de materia orgánica se puede presentar deficiencia de potasio, este elemento debe figurar en la formula de fertilización química, pero su proporción así como la de nitrógeno y fósforo depende de las exigencias de cada suelo, según le indique su análisis químico.

Caicedo (1982), indica que la aplicación de fertilizantes dependerá de un análisis de suelo. La cebolla con un sistema radicular reducido, responde a la fertilización: la extracción de nutrientes en una hectárea de cebolla sembrada, que tiene un rendimiento de 25 t/ ha extrae: 43 Kg de nitrógeno, 26 Kg de fósforo y 64 Kg de potasio.

Valadez (1993), menciona que este cultivo es uno de aquellos que presenta datos de extracción de macro nutrientes del suelo en relación con la parte comestible y su rendimiento.

Además que la aplicación de fertilizantes, como el nitrógeno, fósforo y potasio son variables en cuanto a condiciones de riego, tiempo o época y la región, lo más recomendable es fraccionar el nitrógeno para hacer más efectivo su aprovechamiento por la planta.

2.10 Abonamiento

Gross (1962), señala que las dosis fuertes de estiércol de 40 a 50 t/ ha, se emplean para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo. **Zapater (1992)** menciona que el estiércol contiene sustancias que estimulan el crecimiento, llamadas “auxinas” que pueden ser comparadas con las vitaminas y hormonas por su efecto.

Un abonamiento medio de 30 t/ ha suministra 150 – 90 – 180 kg de nitrógeno, fósforo y potasio, lo que permite decir que el estiércol es a la vez, enmienda y abono.

Paterson (1978), menciona que la calidad de estiércol varia en función de los siguientes puntos: clase de animal que ha producido estiércol, su estado de descomposición y tipo de alimentación de los animales.

Holle (1982), menciona que este cultivo es exigente en la materia orgánica y recomiendan incorporar de 10 a 30 t/ha de estiércol fermentado, además recomiendan que la cebolla se cultive sobre una tierra que ha sido estercolado en el cultivo anterior.

2.11. Épocas

Saumell (1985), manifiesta que la época de siembra de un cultivo depende de la zona. Pero el objetivo principal es lograr que el momento en que pueda formar bulbos adecuados y tenga crecimientos de acuerdo a sus características.

Ortega y Jaramillo (1984), indican que la época de siembra esta determinado de acuerdo a las condiciones agroecológicas que presenta cada zona, por esta razón la siembra debe realizarse en un periodo del año durante el cual el cultivo puede rendir de manera optima y debe coincidir con inicio de lluvias.

La época de siembra de la cebolla es un cultivo fotoperiodico que son: Periodo temprano, óptimo y tardía, donde el primero las condiciones son propicias para la formación precoz del bulbo y se obtienen buenos rendimientos, en el periodo óptimo la siembra tiene lugar en el momento en que las condiciones climáticas son más lejanos posibles para la formación del bulbo con un alto rendimiento y el periodo tardío existen condiciones climáticas propicias para la formación precoz del bulbo y los rendimientos son más bajos, esto a nivel trópico (**FAO 1985**).

Moroto (1989), indica que la época cambia de acuerdo a la variedad, ciclo del cultivo. La siembra directa se realiza en los meses de agosto y octubre y la siembra en los bancos en mayo y noviembre.

IICA (1989), señala que las épocas de siembra varían de acuerdo a las regiones, esto depende de la distribución de las lluvias, que es diferente en cada localidad y depende del ciclo vegetativo y de la variedad que se emplea.

Caicedo (1992), indica que la siembra debe realizarse durante la época de lluvia y que la cosecha coincida con la época seca.

Valdez (1993), menciona que la época del almacigo o siembra es a fines de invierno, agosto y el trasplante en noviembre. Por su parte **Vigliola (1992)**, señala que la época de siembra es en el mes de julio y agosto.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

El presente estudio se realizó en los predios de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), ubicado en el Campus Universitario de Cota Cota, en la ciudad de La Paz, zona que constituye parte de la Provincia Murillo del Departamento de La Paz.

Geográficamente, Cota Cota se encuentra ubicada a 7 km. del centro de la ciudad de La Paz, está entre los paralelos 16° 32' 40" de Latitud Sur, y 68° 31' 30" de Longitud Oeste, su altitud oscila alrededor de 3646 m.s.n.m. La zona se caracteriza por tener un suelo de textura franco arcilloso con un material parental y a una profundidad de 30 a 50 cm. **(Guzmán, 2000).**

3.1.1 Descripción climática

Las condiciones agro-climáticas son de cabecera de valle, los veranos son calurosos con temperaturas que alcanzan hasta 30 °C; en la época invernal la temperatura puede bajar hasta -5 °C. En los meses de agosto a noviembre se presentan vientos fuertes de nor-este a este. La temperatura media es de 12.5 °C, con una precipitación media de 400 mm (Cuadros 3 y 4). Las heladas se manifiestan en el año por un período de 20 días, con temperaturas por debajo de los 0 °C.

Cuadro 3. Promedios anuales de datos meteorológicos (año 2001)

Lugar	Precipitación	Temperatura media (°C)	Humedad Relativa (%)
Cota Cota (La Paz)	440	12.5	48

Fuente: SENAMHI (2001)

Cuadro 4. Temperatura, precipitación y humedad relativa en la zona de Cota Cota (2001)

Descripción Climatológica	MESES DEL AÑO											
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
T° Mín.	7,3	6	4,7	4	3,4	4,3	7,3	8,3	9,7	10	7,5	8
T° Máx.	20,4	21,7	21,6	19,8	20	19	22,1	22,4	22,6	22,4	16,7	19,5
T° Media	13,4	11,1	13,5	12	11,5	10,5	14,6	15,3	16,2	16,2	12,8	13,4
PP (mm)	66	29,7	18,5	5,2	9,6	31	14,8	61	13,1	85,5	167	93,5
Humedad relativa (%)	56	55	30	39	32	44	45	50	45	48	56	67

Fuente: SENAMHI (2001)

El Cuadro 4, muestra que en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre las precipitaciones fueron de 31, 14.8, 61 y 13.1 mm, los cuales fueron relativamente favorables para el desarrollo de las variedades Early Texas y Red Creole, ya que estas variedades tuvieron un comportamiento normal en el desarrollo de sus hojas. En cambio, la variedad Arequipeña tuvo un crecimiento menor que las demás variedades, aunque con precipitaciones altas (diciembre enero), su desarrollo se incrementó favorablemente.

3.1.2. Antecedentes del campo experimental

El área experimental utilizada en el presente trabajo, anteriormente fue cultivada con col de brúcelas según el cronograma de trabajo utilizado por la facultad de Agronomía.

3.2 Materiales

3.2.1 Material biológico

Sabala y Ojeda (1988), indican las siguientes características para las variedades Red Creole, Early Texas y Arequipeña.

Cuadro 5. Características botánicas de las variedades en estudio

Características	Red Creole	Early Texas	Arequipeña
Ciclo vegetativo	150 días después del trasplante	150 días después del trasplante	150 días después del trasplante
Producción	En valles	En valles	En valles y altiplano
Bulbo	Medianos achatados	Grandes en forma de trompo	Medianos achatados
Peso de bulbo	50 a 100 gr	50 a 100 gr.	100 a 150 gr
Color de bulbo	Rojo	Amarillo	Rojo
Rendimiento	12 tn /ha	13.tn/ha	12 tn /ha
Firmeza	Dura	Blanda	Dura
Almacenaje	Largo	Corto	Largo
Temperatura	20 a 30 °C	20 a 30 °C	8 a 20 °C

Fuente. Sabala y Ojeda, (1988)



Figura 2. Color de bulbo de las variedades Red Creole (A), Early Texas (B), Arequipeña (C)

3.2.2 Materiales de campo

Los materiales y herramientas empleadas para el trabajo de campo fueron los siguientes: Picotas, rastrillos, chontas, carretilla, palas, estacas, letreros de identificación con sus respectivas estacas, flexometro de 5 metros, cinta métrica de 50 metros y vernier.

3.2.3 Material de gabinete

Cámara fotográfica, balanza de precisión, caja petri, computadora, cuaderno de apuntes, bolígrafos, planilla de toma de datos y tablero de apoyo para anotaciones.

3.3 Metodología

3.3.1 Diseños experimentales

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar (DBA) con arreglo factorial, distribuidos en dos factores (épocas y variedades) con tres niveles y, cuatro Bloques. Este modelo lineal aditivo fue elegido porque permitió evaluar dos factores de una sola vez y su respuesta combinatoria, dando así una información más completa (**Rodríguez, 1991**).

El modelo lineal aditivo (modelo estadístico) es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \lambda_j + \alpha\lambda_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} =Cualquier observación
- μ =Media general del ensayo
- β_k =Efecto de k-esimo bloque
- α_i =Efecto del i-ésimo nivel del factor A
- λ_j =Efecto del j-ésimo nivel del factor B
- $\alpha\lambda_{ij}$ =Efecto de la interacción del factor A y el factor B
- ϵ_{ijk} =Error experimental

3.3.2 Factores en estudio

Los factores de estudio fueron dos: Factor épocas de siembra (A) y Factor variedades de cebolla (B), los mismos que se detallan a continuación.

Factor A: épocas de siembra

- a₁ 29 de abril (Primera época)
- a₂ 29 de mayo (Segunda época)
- a₃ 28 de junio (Tercera época)

Factor B: variedades de cebolla

- b₁ Red Creole
- b₂ Early Texas
- b₃ Arequipeña

3.4 Tratamientos

El ensayo constó de 36 unidades experimentales, distribuidas en cuatro bloques, cada repetición conformada por nueve tratamientos, el Cuadro 5 muestra la combinación de los diferentes niveles de los factores en estudio.

Cuadro 6. Combinación de niveles de los factores en estudio

N ^a	Tratamientos	Descripción
1	a ₁ b ₁	Primera época – variedad Red Creole
2	a ₁ b ₂	Primera época - variedad Early Texas
3	a ₁ b ₃	Primera época - variedad Arequipeña
4	a ₂ b ₁	Segunda época – variedad Red Creole
5	a ₂ b ₂	Segunda época – variedad Early Texas
6	a ₂ b ₃	Segunda época – variedad Arequipeña
7	a ₃ b ₁	Tercera época - variedad Red Creole
8	a ₃ b ₂	Tercera época - variedad Early Texas
9	a ₃ b ₃	Tercera época - variedad Arequipeña

3.4.1 Características del campo experimental

Las dimensiones para el establecimiento de las unidades experimentales fueron:

Largo de unidad experimental	5 m
Ancho de unidad experimental	1.36 m
Distancia entre surco	0.25 m
Distancia entre planta	0.15 m
Área total del campo experimental	269.28 m ²
Área de evaluación final	1 m ² al centro de la parcela
Pendiente	1.5 %

3.4.2 Preparación del almácigo

La superficie del almácigo fue de 1.4 m² para cada variedad de cebolla, utilizándose como sustratos a la arena, turba y tierra en una proporción de 2:1:2, posteriormente se desinfectó el sustrato con agua hervida. Después de tres días de oreado, se realizó la remoción y nivelado para la siembra de las semillas en los almácigos correspondientes.

3.4.3 Siembra en almácigo por épocas

Se efectuó en tres épocas de siembra, con un intervalo de 30 días de acuerdo a los tratamientos planteados. La primera fue el 29 de abril, la segunda el 29 de mayo y la tercera el 28 de junio de 2001, la siembra se realizó al voleo cubriendo las semillas con una capa de tierra de 7 mm de espesor aproximadamente, para evitar el encostrado y pérdida de humedad se cubrió la superficie del almácigo con paja.

El riego se realizó día por medio en un período de 16 días, posteriormente el intervalo de riego fue cada 2 días de manera que el medio del sustrato esté en condiciones favorables de humedad y temperatura para facilitar la germinación, emergencia y el desarrollo uniforme de los plantines.

3.4.4 Preparación del terreno definitivo

La preparación del terreno se realizó en forma manual dos meses antes del trasplante, primero se procedió a la limpieza de los restos de la anterior cosecha (Col de brucas), posteriormente se aplicó un riego abundante y a los tres días se realizó al roturado a una profundidad de 20 cm, el desterronando y nivelando (1 a 1.5 %). Finalmente se procedió a demarcar el campo experimental de acuerdo al croquis de campo establecido (Anexo1).

3.4.5 Incorporación de abono orgánico

Se incorporó el estiércol de ovino en cada época a razón de 22 tn/ha. ya que de acuerdo a Holle M. (1982), para el cultivo de la cebolla recomienda una fertilización orgánica entre 10 a 30 tn/ha. de estiércol fermentado. Este procedimiento se realizó 20 días antes del trasplante distribuido al voleo en forma homogénea sobre la superficie de cada unidad experimental mezclando con la tierra hasta una profundidad de 15 cm con ayuda de picota y rastrillo.

3.4.6 Trasplante

Antes del trasplante se hizo una selección de plántulas procediendo a una poda radicular, de tal forma que las raíces no queden dobladas. La abertura de surcos se realizó mediante una chonta, el trasplante de las plántulas en el lugar definitivo fue a una distancia de 25 cm entre surcos y 15 cm entre plantas, finalmente mediante la abertura de un sub-surco se taparon los bulbillos de los plantines en el surco principal. Estas actividades se realizaron durante las primeras horas de la mañana o cuando la intensidad de la luminosidad fue baja.

Higuita *et al.* (1977), indican que las plántulas se llevan al lugar definitivo una vez que tengan de 45 a 50 días desde la siembra, realizando el trasplante en horas de la tarde o durante el día aplicando riego continuamente.

3.5 Prácticas culturales

Con la finalidad de garantizar el mejor prendimiento y crecimiento de las plántulas en el lugar definitivo durante su desarrollo vegetativo, se realizaron las prácticas culturales siguientes:

3.5.1 Riego

El riego constituye una de las operaciones más importante para el cultivo, especialmente en la fase de prendimiento, una vez concluido el trasplante, se procedió a regar cuidadosamente en forma homogénea con intervalo de día por medio a través del riego por surcos; en el últimos 30 días el riego fue por inundación.

3.5.2 Refalle

La reposición de plántulas que no prendieron se realizó a los 7 días después del trasplante y, un segundo refalle fue a los 15 días, los mismos no rebasaron el 10 % del trasplante.

3.5.3 Escarda

La escarda se empleó para mejorar la filtración del riego y evitar el encostramiento de la superficie del suelo y la mal formación de los bulbos, de esta manera maximizar el uso del agua para el beneficio de las plantas. Este procedimiento se realizó con un intervalo de 15 días mediante el uso de una chonta.

3.5.4 Aporque y control de malezas

El aporque y control de malezas se realizó en forma manual de acuerdo a las necesidades del cultivo en cada época, consistió en la ruptura de la costra superficial del terreno para dar condiciones favorables en el desarrollo de las plantas y permitir eliminar las malas hierbas mediante carpidas permanentes, pero no su totalidad, esto para contrarrestar a las radiaciones fuertes.

3.5.5 Control de enfermedades

No se evidenció la presencia de enfermedades en lugar definitivo, en cambio en los almácigos se observaron en los ápices de las hojas manchas de color amarillo y negro, los cuales fueron producidas por una insolación fuerte seguida de una llovizna momentánea.

3.6 Determinación del momento de la cosecha

3.6.1 Recolección

Mediante el uso de una chonta, la cosecha para las variedades Early Texas, Arequipeña y Red Creóle en la primera época fue a los 139, 141 y 142 días respectivamente, la segunda época fue a los 134.5, 138.5 y 138.5; mientras que en la tercera época la cosecha fue a los 131.25, 133.25 y 132.75 días respectivamente.

El indicador que se utilizó para la cosecha fue cuando se evidenció la presencia de marchitamientos en las puntas de las hojas y la presencia de botones florales en un 3.5 % del total de la unidad experimental.

Escaf et al. (1979), indican que el momento de la cosecha lo determina la finalidad del cultivo y la variedad de la cebolla. Para cebollas tempranas en general la cosecha se realiza cuando el bulbo alcanza su mayor desarrollo, pero sin llegar a su estado de madurez, es decir se cosecha en verde.

Por otro lado **Doorembos (1976)**, sostiene que, la duración del periodo vegetativo varía con el clima, pero en general se necesita de 130 a 175 días desde siembra a la recolección. En cambio **Gente et al. (1991)**, indica que, la fecha de cosecha mayormente esta influenciado por el precio del mercado y por las condiciones climáticas. Cuando el precio es alto, se puede cosechar la cebolla en estado de verdeo.

3.7 Evaluación final

En esta etapa de evaluación, se eligió un área de un metro cuadrado en la parte central de cada unidad experimental, el número de plantas del muestreo por metro cuadrado fue de 28, de las cuales fueron tomadas todas las lecturas agronómicas en las diferentes variedades y épocas de siembra.

3.8 Variables de respuesta

3.8.1 Porcentaje de germinación

Esta variable se evaluó en condiciones de laboratorio en una caja petri por cada variedad, los resultados fueron expresados en porcentaje

3.8.2 Días a la emergencia

Son los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que más del 50 % de las plántulas emergieron a la superficie del suelo en el almácigo.

3.8.3 Tamaño de los bulbillos al trasplante

Son las dimensiones de los bulbillos al momento del trasplante, los parámetros evaluados fueron: altura de la planta, diámetro de bulbo y cuello y número de hojas.

3.8.4 Porcentaje de prendimiento

El porcentaje de prendimiento en el trabajo de investigación nos mostró la cantidad de unidades experimentales prendidas, esta evaluación se calculó desde el momento del trasplante hasta un 50% de las plántulas prendidas por unidad experimental.

3.8.5 Días a la madurez fisiológica

Son los días transcurridos desde el trasplante hasta el momento en que más de 50 % llega a la madures fisiológica o estado de cosecha.

La última fase se manifiesta con el inicio de la emisión del tallo floral en las primeras plantas, con el amarillamiento y necrozamiento de las hojas basales, el bulbo muestra un tamaño adecuado de madurez donde se observan las primeras catáfilas externas secas.

3.8.6 Altura de la planta al momento de la cosecha

Variable evaluada desde el cuello de la cebolla hasta la punta de la hoja más grande.

3.8.7 Peso de bulbo

Esta variable de peso no consideró a las hojas ni a las raíces, la evaluación consistió en pesar a los bulbos en una balanza analítica.

3.8.8 Longitud de bulbo

Para evaluar esta variable se utilizó un vernier, instrumento que nos ayudo a medir la longitud del bulbo a partir del tallo hasta el cuello.

3.8.9 Diámetro de bulbo

Medición realizado del diámetro del bulbo, posterior a la cosecha por cada unidad experimental.

3.8.10 Peso total de la planta

Se determinó realizando un pesaje mediante una balanza analítica que incluyó raíz, tallo y hojas por cada planta en las unidades experimentales.

3.8.11 Número de hojas por planta

Consistió en realizar un conteo de las hojas por planta en el momento de la cosecha.

3.8.12 Rendimiento

Esta variable fue expresada en unidades de tn/ha de bulbo para cada variedad y época.

3.8.13 Análisis económico

Este análisis se basó en función a los costos variables y beneficios netos en cada época y variedad, donde el análisis económico se expresó mediante la relación beneficio / costo a través de la siguiente formula:

$$B/ C = IB/ CP$$

Donde B/ C = Relación Beneficio Costo

IB = Ingreso Bruto

CP = Costo de Producción

Si la relación beneficio costo es menor a 1, indica que no existe beneficio económico, por tanto, el cultivo no es rentable; cuando la relación es igual a 1, nos indica que el ingreso logra cubrir solo el costo de producción, sin ser rentable; si la relación beneficio costo es mayor a 1, indica que el ingreso económico es mayor a los gastos de producción mostrando la rentabilidad del cultivo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Sobre la base de los datos obtenidos en campo los resultados y las discusiones respectivas se presentan en tres etapas que son las siguientes:

Primero: Se hizo un análisis de las condiciones climáticas en las que se llevó el ensayo.

Segundo: se analiza las características agronómicas: porcentaje de germinación, días a la emergencia de las plántulas, Tamaño de los bulbillos al trasplante, porcentaje de prendimiento, días a la cosecha (madures fisiológico), altura de la planta a la cosecha, peso de bulbo, longitud de bulbo, diámetro de bulbos, peso total de la planta, número de hojas y rendimiento por época y variedad. Los análisis de varianza se realizaron mediante el sistema aplicación estadística (SAS), versión 6,11 y para el porcentaje de germinación se realizo todo el proceso en el laboratorio semillas (en ex MACA).

Tercero: referente a la presentación de los resultados de la evaluación económica por época y variedad. Todos estos puntos se desarrollan a continuación con los siguientes resultados.

4.1 Condiciones climáticas

Este análisis se hizo en función de los promedios mensuales de las precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas. Los datos registrados correspondieron a los observados por el laboratorio de Física de la Universidad Mayor de San Andrés ubicado en el Campus Universitario de Cota Cota. Los datos corresponden a los períodos de evaluación en las tres épocas de siembra, desde el mes de marzo del 2001 a febrero del 2002. Las observaciones de temperaturas y precipitaciones en que se desarrollo el cultivo se muestran en los Figuras 3 y 4

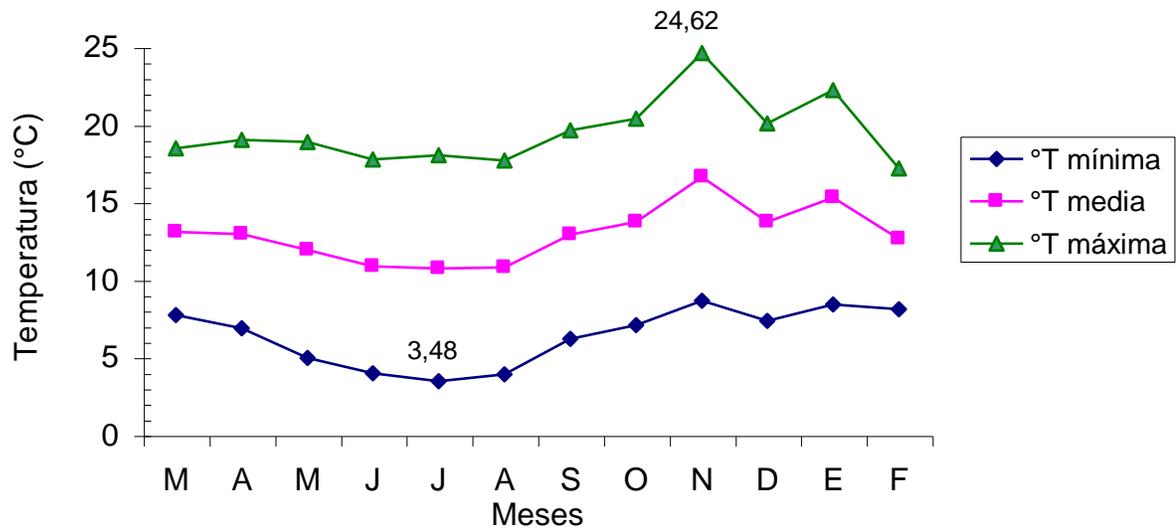


Figura 3. Régimen de temperaturas medias mensuales

Fuente: Laboratorio de Física (UMSA) de 2001

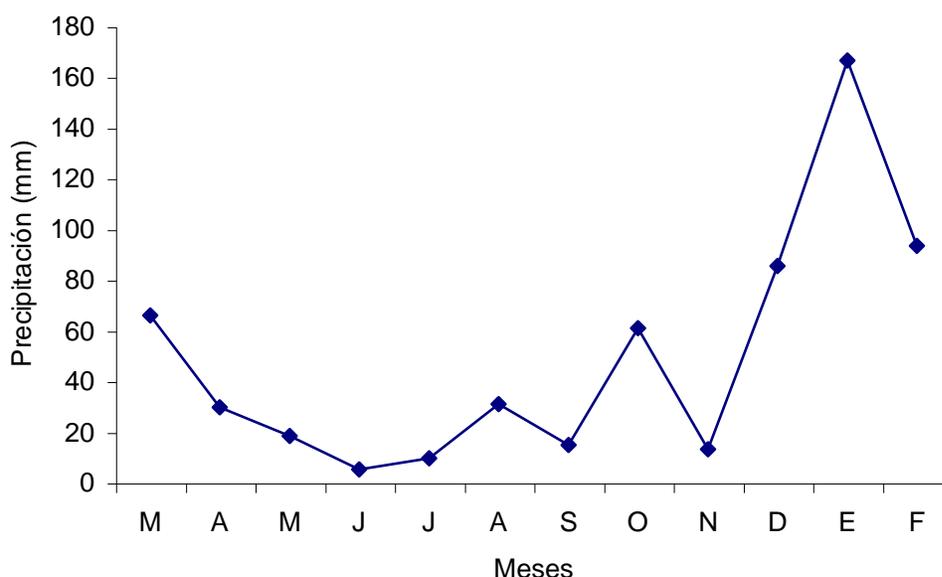
De acuerdo al reporte climatológico, en la Figura 3, se puede apreciar que en las tres épocas de cultivo el menor registro de temperatura se dio en el mes de julio con una mínima de 3,48 °C, está temperatura coincidió con la fase de trasplante en la primera época, mientras que en el mes de noviembre la máxima registrada fue de 24,62 °C, período en la cual las variedades de cebolla estuvieron en plena fase de desarrollo para las tres épocas de evaluación.

En la primera época, la fase de bulbificación fue entre los meses de octubre a diciembre, donde la temperatura promedio fue de 14.7 °C. a la vez, la segunda época la bulbificación fue entre los meses de noviembre a enero, con un promedio de temperatura de 15.23 °C. en cambio, en la tercera época el promedio de temperatura disminuyó a 13.9 °C entre los meses de diciembre a febrero.

A partir de septiembre la temperatura tuvo un ascenso paulatino, favoreciendo a la primera época de siembra en la variedad Early Texas, donde la cebolla en la fase de formación de bulbos necesita de días largos y un riego adecuado para mantener la temperatura en las noches y una humedad constante en el cultivo, el exceso de riego no deja desarrollar el bulbo y provocando el pudrimiento.

Higuita et al. (1977), señala que se puede producir cebolla en climas medios desde 12 °C hasta 28 °C. Sin embargo las mejores cosechas en rendimiento y calidad se obtienen en zonas de clima medio, ambiente seco y alta luminosidad. A la vez **Vigliola (1986)**, también sostiene que la cebolla es una planta de día largo, solamente que algunos bulbifican a una longitud de día más corta que otras.

Respecto al comportamiento de las precipitaciones durante el período de evaluación, se observó que en las primeras fases de desarrollo de la primera y segunda época, las precipitaciones fueron bajas, tal como muestra el Gráfico 2.



Fuente: SENAMHI (2001)

Figura 4. Régimen de precipitaciones mensuales durante el periodo de evaluación

La Figura 4, muestra las precipitaciones registradas durante la evaluación, donde para la primera época la fase de prendimiento y desarrollo (agosto a noviembre), las precipitaciones fueron bajas, con un promedio de 29.97 mm. En cambio para la segunda época, la fase de desarrollo (septiembre a diciembre) tuvo una precipitación en promedio de 43.6 mm. Por último, en la tercera época la precipitación en promedio fue de 81.52 mm (octubre a enero), siendo esta época con mayores precipitaciones que las anteriores épocas de evaluación.

Las precipitaciones fueron favorables y desfavorables para algunas variedades en la fase de desarrollo del cultivo. Por ejemplo: durante la primera época con precipitaciones menores, la bulbificación fue mejor en las variedades Early Texas y Red Creole y no así la variedad Arequipeña; mientras que en la tercera época la Arequipeña tuvo mejores resultados que las demás variedades.

Por otra parte, en el transcurso de toda la evaluación del experimento se observaron la presencia de las siguientes malezas.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR
<i>Liphidiun chichicora</i>	Mata conejo
<i>Bronus catharticus</i>	Cebadilla
<i>Capsella barsa pastoris</i>	Bolsa del pastor
<i>Pennisetum clasdestinum</i>	Kikuyo
<i>Biden pelosa</i>	Amor seco

Las mencionadas malezas fueron controladas mediante las labores culturales que consistieron en la ruptura de la costra superficial del terreno para dar condiciones favorables en el desarrollo de las plantas y permitir eliminar las malas hierbas mediante carpidas permanentes, pero no en su totalidad, esto para contrarrestar radiaciones fuertes del sol.

4.2 Análisis de variables productivas

El desarrollo del cultivo y las diferencias en las variables productivas que ha generado la presente investigación, se han desenvuelto dentro de una relación genética - ambiental, donde interactuaron de diversa manera los tratamientos planteados en el ensayo. La cuantificación de estas variables productivas se detalla a continuación.

4.2.1 Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación de las variedades, se determinó en forma separada, donde la variedad de cebolla que tuvo un mayor porcentaje de germinación fue la Arequipeña con un promedio de 95 %. El Cuadro 7 muestra los resultados de germinación de las demás variedades de cebolla (*Allium cepa L*) en condiciones de laboratorio.

Cuadro 7. Porcentaje de germinación de las semillas de la cebolla

Clave	Variedades	Porcentaje
b1	Red Creole	82%
b2	Early Texas	89%
b3	Arequipeña	95%

El Cuadro nos muestra que la variedad Arequipeña tuvo el mayor porcentaje, con un valor de 95 %, le siguieron las variedades Early Texas y Red Creole con valores de 89 y 82 % respectivamente. Estos valores de germinación permitieron establecer que el método de siembra elegido por trasplante y almácigo fue el correcto, ya que según **Vigliola (1992)**, para una siembra directa el poder germinativo debe ser entre 85 y 90 %. Este rango establecido no coincidió con los resultados de germinación de la variedad Red Creole, el cual tuvo un poder germinativo de 82 %. En cambio las demás variedades estuvieron dentro el rango establecido.

Por otro lado, los resultados observados permitieron establecer que el tiempo de almacenaje de las semillas fue menor a un año. Al respecto **Vigliola (1992)** señala que el poder germinativo de las semillas de *Allium cepa L.* disminuye del 30 al 50% en un año y del 50 al 100 % en dos años.

4.2.2 Días a la emergencia

Esta variable correspondió al período de almacigado, donde los resultados fueron diferentes para distintas épocas y variedades, siendo la segunda época con menor tiempo de aparición de la primera hoja del follaje, es decir cuando la plántula estuvo establecida en el almácigo. Los resultados de esta fase se presentan en el siguiente Cuadro:

Cuadro 8. Días y temperaturas transcurridos desde la siembra hasta la emergencia

Variedades	Época 1	Época 2	Época 3	Promedios
Red Creole	18 días	12 días	16 días	15,3
Early Texas	11 días	9 días	12 días	10,67
Arequipeña	10 días	8 días	12 días	10
Días promedio	13	9,67	13,3	11,99
Temperatura promedio	14,55 °C	12,41 °C	12,04 °C	12,12 °C

De acuerdo a las observaciones realizadas, en el Cuadro 8 se observa que el promedio de los días transcurridos desde la siembra hasta la emergencia de plántulas en la primera, segunda y tercera época fue de: 13, 9.67 y 13.3 días respectivamente. En las tres épocas, la variedad Red Creole tuvo mayor tiempo de emergencia que las demás variedades, donde los promedios fueron de 15.3, 10.67 y 10 días para las variedades Red Creole, Early Texas y Arequipeña respectivamente.

Los resultados permitieron establecer que la mejor época de emergencia fue la segunda siembra, ya que el tiempo fue menor a las demás. Según el cuadro 8 se observa diferentes días de emergencia en épocas y variedades, debido al cambio de la temperatura y el comportamiento genético de las variedades, la primera época de siembra mostró una temperatura mínima de 5.06 °C y una máxima de 19.05 °C, la segunda una mínima de 5.47 °C y una máxima de 19.36 °C y la tercera una mínima de 5.04 °C y una máxima de 19.05 °C; estos promedios de temperatura se basaron en los primeros nueve días (9) desde la siembra hasta la emergencia de las plántulas.

La temperatura es muy importante en la germinación, emergencia y formación de bulbos, donde las registradas son diferentes en cada época de siembra existiendo una diferencia en emergencia de las variedades. La segunda época de siembra emergió en menor tiempo, por las altas temperaturas a diferencia de las demás épocas. Esto nos indica que la emergencia depende de todos los factores ambientales como la temperatura, variedad genética, humedad, riego, etc. Mostrando así de esta manera que la mejor época de siembra (almácigo) fue la segunda en menor tiempo (Cuadro 8), y entre variedades, la Arequipeña fue la mejor frente a las demás (10 días), con diferencia a la variedad Early Texas (10,67 días) y la variedad Red Creole, emergió en un tiempo largo de 15,3 días.

FAO-1985, menciona que la temperatura óptima de germinación y emergencia debe oscilar entre los 18-24 °C.

Genta et.al. (1991), con respecto a la emergencia señalan que esto se produce entre los 7 a 8 días posteriormente a la siembra, además indica que las temperaturas bajas retardan la emergencia en algunas ocasiones por más de 12 a 14 días, dependiendo de las condiciones climáticas de cada región.

La emergencia tardía como en el caso de la variedad Red Creole podría estar provocada por factores inherentes a la semilla; como el tiempo del almacenaje, ya que a mayor tiempo de almacenaje va perdiendo el porcentaje de germinación.

En condiciones normales el poder germinativo de la semilla disminuye del 30 al 50 % en un año y de 50 a 100% en dos años (**Vigliola, 1992**).

Con respecto a la emergencia podemos indicar, que es una fase más riesgosa, si esta fase se alarga más, se prolongaría el ciclo del cultivo de la cebolla, por tanto las condiciones climáticas son muy importantes para la producción de la cebolla.

4.2.3 Tamaño de los bulbillos al trasplante

El tamaño de los bulbillos en el momento del trasplante, fue determinado cuando más de 50 % de las plántulas adquirieron sus características fisiológicas, del cual se seleccionaron las mejores plántulas de las tres variedades en las diferentes épocas de siembra.

El tiempo para el trasplante fue de 88 días después de la siembra, las características agronómicas de los bulbillos por variedad en las épocas de cultivo se muestra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 9. Dimensiones en la fase de trasplante a los 88 días

Épocas	Variedad	Altura (cm)	Diámetro		Número de hojas
			Bulbo (mm)	Cuello (mm)	
1	1	13,95	3,9	5,7	1,8
	2	17,25	3,5	5,5	2,7
	3	14,20	3,8	4,8	2,8
2	1	18,70	3,1	5,7	2,7
	2	18,00	2,6	4,9	2,3
	3	20,75	2,8	5	1,9
3	1	20,05	3,3	7,5	2,6
	2	24,45	3,7	7,4	2,6
	3	21,45	3,4	5,7	2,1

En el Cuadro 9, se observa que las variedades en la tercera época de siembra presentaron mejores características fisiológicas, en dimensión de los bulbillos y por ende mayor porcentaje de prendimiento; la segunda época presentó bulbillos con mejores dimensiones que la primera época. Así mismo cada variedad tuvo dimensiones diferentes en cada época.

Una de las causas en el tamaño de plántulas en la tercera época fue debido a la influencia de la germinación, ya que en esta época se observó un menor porcentaje de germinación (70 % de aproximación visual), lo cual hizo que los bulbillos de las tres variedades tengan un mayor espacio para su desarrollo.

En la primera época, la Early Texas tuvo mejores dimensiones que las demás variedades, cuyos promedios fueron de: 2.7 hojas, 17.25 cm de altura, 3.5 y 5.5 mm de diámetro de bulbo y cuello. A la vez, en función de la altura y número de hojas, la Arequipeña presentó mayores dimensiones con promedios de 14.2 cm y 2.8 hojas; en cuanto a los diámetros de bulbo y cuello (Cuadro 9), la Red Creole tuvo mayores dimensiones que la Arequipeña.

En cambio en la segunda época, con excepción de la altura de planta, la variedad Red Creole tuvo mayores dimensiones que las demás variedades, siendo sus promedios del diámetro de bulbo y cuello de 3.1 y 5.7 mm respectivamente y una altura de planta de 18.7 cm con 2.7 hojas.

La variedad Arequipeña presentó una altura mayor que la Red Creole, con un promedio de 20.75 cm, pero con diámetros de bulbo y cuello menores. Mientras que la Early Texas tuvo similares resultados que la Arequipeña en los diámetros, pero con una altura de planta menor (18 cm) y un mayor número de hojas (Cuadro 9).

La tercera época nos muestra que la variedad Early Texas presentó mayores dimensiones al momento del trasplante cuyos promedios fueron: altura de planta de 24.45 cm, número de hojas 2.6, diámetros de bulbo y cuello de 3.7 y 7.4 mm. Las variedades Arequipeña y Red Creole mostraron en orden de magnitud (Cuadro 9) menores dimensiones.

Analizando los resultados del tamaño de los bulbillos en las tres épocas, se pudo establecer que estos estuvieron dentro el rango óptimo para el trasplante, ya que según la **FAO (1992)**, el tamaño adecuado de los bulbillos de cebolla antes del trasplante es de 1.0 a 2.5 cm de diámetro y el óptimo entre 2 a 2.5 cm.

En síntesis, cabe destacar que en las tres épocas, la variedad Red Creole tuvo mayor dimensión en el diámetro de cuello, lo cual hizo que tuviera mayor número de raíces que permitiera un mejor desarrollo en el lugar definitivo. La variedad Early Texas en la primera y tercera época tuvo mayores alturas de planta, las cuales estuvieron asociadas con mayor cantidad de hojas. Y la variedad Arequipeña, tuvo características de poseer menores diámetros de cuello y bulbo.

4.2.4 Porcentaje de prendimiento

El porcentaje de prendimiento de cebolla en campo, se evaluó a los 15 días después del trasplante. El Cuadro 10, muestra resultados del análisis de varianza.

Cuadro 10. Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento (g)

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Ft($\alpha=5\%$)
Bloques	3	12.781	4.260	2.86NS	3,01
Épocas	2	1988.687	994.344	668.11 *	3,04
Variedad	2	18.500	39.250	26.37 *	3,04
Interacción	4	33.312	8.328	5.59 *	2,78
Error	24	35.719	1.488		
Total	35	2149.000			

El análisis de varianza determinó las diferencias significativas en épocas, variedades e interacción de factores en porcentaje de prendimiento de los plantines, es decir que los factores dependen uno del otro como efecto en el prendimiento. También el ANVA determinó que no existieron diferencias significativas en los bloques. El coeficiente de variación fue de 1.36 %, lo cual determina que los datos son confiables dentro de los parámetros de un buen manejo de las unidades experimentales en condiciones de campo.

Realizando el análisis de comparación de medias mediante la prueba de Duncan para cada factor (época y variedades), se evidenció que la época con mayor porcentaje de prendimiento fue la tercera y la variedad con mejores resultados fue la arequipeña. El siguiente Cuadro muestra los resultados de la prueba de Duncan en los factores época y variedad.

Cuadro 11. Prueba de Duncan en prendimiento (%)

Épocas de siembra	Prendimiento (%)	Duncan ($\alpha=5\%$)
Época 3 (a3)	97.33	A
Época 2 (a2)	94.00	B
Época 1 (a1)	80.16	C
Variedades	Prendimiento (%)	Duncan
Arequipeña (b3)	91.66	A
Early Texas (b2)	91.41	A
Red Creole (b1)	88.42	B

Estadísticamente, la prueba Duncan determinó que el mejor prendimiento de plantines fue la tercera época con un promedio de 97.33 %, seguido de la segunda época con 94 %, mientras que el menor prendimiento en promedio fue en la primera época con un valor del 80.16%. Estas diferencias fueron debidas a las condiciones climatológicas en cada época de almacigado, en la tercera hubo mayor humedad en la fase de trasplante, contrario a las demás épocas.

Con respecto a las variedades, Arequipeña y Early Texas presentaron similares prendimientos con promedios de 91.66 y 91.44 % respectivamente, influidos por las dimensiones de los bulbillos al momento del trasplante (Cuadro 9). En cambio la Red Creole, tuvo un prendimiento de 88.42 %, debido a sus menores tamaños en bulbillo y número de hojas.

En cuanto a las épocas, los resultados de mayor prendimiento se mostraron en la segunda y tercera época, debiéndose al aumento de riego adicional por surcos. Las precipitaciones fueron mayores en los días posteriores al trasplante, donde los registros de precipitación para los meses de septiembre y octubre fueron de 14.8 y 61 mm; en cambio en la primera época las precipitaciones fueron de 9.6 y 31 mm para los meses de julio y agosto.

Los resultados del porcentaje de prendimiento en las distintas épocas, determinaron la exigencia de humedad del suelo por parte del cultivo, donde según la **FAO (1992)**, la cebolla posee un sistema radicular pobre y con poca capacidad de absorción, donde el requerimiento y exigencia de humedad del suelo por la planta es muy notorio y necesario.

Otras investigaciones realizadas en el altiplano central de Bolivia, mostraron que a partir del trasplante en el mes de noviembre, el porcentaje de prendimiento para las variedades de Early Texas, Red Creole y Arequipeña, fueron de 90, 86 y 87 % respectivamente con un promedio de precipitación de 35 mm. (**Torres 1998**).

Los resultados presentados por Torres fueron menores a comparación del trabajo de campo presentado demostrando así la importancia de la humedad en suelo para el prendimiento.

El porcentaje de prendimiento es importante para el rendimiento homogéneo de los bulbos, debiéndose aplicar suficiente agua para su prendimiento en un tiempo adecuado y así determinar el máximo aprovechamiento de agua por los plantines tomando mucha importancia en el cuidado del almácigo y porcentaje de germinación.

4.2.5. Días a la cosecha

Variable muy importante, porque permitió determinar el ciclo del cultivo en las condiciones que se llevó el experimento para posteriores trabajos de investigación y un buen manejo del cultivo. Las observaciones (Anexo 5) realizadas al ser evaluadas por el Análisis de Varianza presentaron los siguientes resultados:

Cuadro 12. Análisis de varianza de los días a la cosecha (maduración fisiológica).

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft ($\alpha=5\%$)
Bloques	3	52,750	17,58	5,32 *	3,01
Épocas	2	370,125	185,06	56,04 *	3,40
Variedades	2	67,187	33,59	10,17 *	3,40
Interacción	4	5,687	1,42	0,43 NS	2,78
Error	2	79,250	3,30		
Total	3	575,000			

En el Cuadro 12 se observa el nivel de significancia al 5 %, la “Fc” muestra significancias (*) entre las épocas, variedades y bloques, es decir que los factores (épocas y variedades) produjeron efectos distintos en los días a la madurez fisiológica de la cebolla. Por otro lado, no se observaron diferencias significativas en la interacción de los factores (época y variedad), es decir que los factores se comportaron de manera independiente.

Con respecto al coeficiente de variación, su valor fue de 1.3 %, lo cual señala que los datos fueron confiables para los análisis estadísticos, ya que según **Calzada (1970)**, un coeficiente de variación entre 5 y 10 % es calificado como excelente dentro los experimentos de campo.

Para determinar las diferencias significativas en los niveles de los factores épocas y variedades, se procedió a realizar el análisis de comparación de medias de Duncan (Cuadro 13) para establecer en qué época y variedad se presentaron los días con menor madurez fisiológica, sus resultados fueron los siguientes:

Cuadro 13. Prueba de Duncan ($\alpha = 5\%$) de los días a la cosecha

Épocas	Promedio (días)	Duncan
Época 1 (a1)	140,58	A
Época 2 (a2)	137,16	B
Época 3 (a3)	132,75	C
Variedades	Promedio (días)	Duncan
Red Creole (b1)	138,00	A
Arequipeña (b3)	137,58	A
Early Texas (b2)	134,91	B

El Cuadro 13, presenta los resultados de la prueba de Duncan, donde se demuestra que los días a la cosecha en todas las épocas fueron significativamente diferentes, la tercera época fue la que presentó el menor tiempo de madurez a los días a la cosecha con un promedio de 132.75 días, mientras que la primera y segunda época el tiempo aumentó en 140.58 y 137.16 días respectivamente. En consecuencia la época más precoz fue la tercera.

Los resultados de una mayor precocidad en los días a la cosecha se dieron en la tercera época, debido a que en este período se presentó una mayor disponibilidad de humedad en el suelo producto de las precipitaciones en el período de crecimiento (Figura 3, entre octubre a enero), acortando el tiempo de madurez fisiológica del bulbo. La madurez fue diferente en las todas las épocas, dependiendo de las precipitaciones, a mayor precipitación menor tiempo de madurez, crecimiento y desarrollo de los bulbos. Al respecto la **FAO (1992)**, señala que si existe déficit de humedad en el suelo el crecimiento de la cebolla se retrasa.

Otro factor que determinó el crecimiento y desarrollo del bulbo, fue la temperatura, presentando un rango de 10.81 a 15.33 °C entre los meses de agosto de 2001 a enero de 2002, los mencionados valores estuvieron dentro los requerimientos agroecológicos del cultivo. Al respecto la **FAO (1992)**, menciona que la cebolla desarrolla con normalidad cuando el crecimiento y desarrollo de sus procesos morfofisiológicos están en un rango de 10 a 25 °C. Mientras que **Knott (1957)** mencionado por **Vigliola (1992)**, señala que la temperatura media mensual óptima es de 13 a 24 °C, una máxima de 30 °C y una mínima de 7 °C.

Con respecto a las variedades, la prueba de Duncan estableció que los días a la cosecha son similares para la Red Creóle y Arequipeña, con un promedio de 138 días, en cambio la variedad Early Texas tuvo un menor tiempo de días a la cosecha, cuyo promedio fue de 134.9 días. Estos resultados coincidieron con las características principales de las variedades, donde **Paz (1985)** indica que la Early Texas tiene una madurez relativamente precoz, mientras que la variedad Red Creole posee una madurez media.

Analizando los resultados de los días a la cosecha, estos estuvieron dentro de los parámetros de desarrollo y crecimiento, ya que según **Doorembos (1976)**, la duración del período vegetativo varía con el clima, pero en general se necesita de 130 a 175 días. Por otro lado **Sabala y Ojeda (1988)**, señalan que la Red Creole, Early Texas y Arequipeña, tienen un ciclo vegetativo aproximado de 150, 130 y 145 días respectivamente.

4.2.6 Altura de la planta a la cosecha

Los resultados de esta variable de respuesta (Anexo 6), mediante el análisis de varianza mostraron que no existieron diferencias significativas en la altura de la planta a la cosecha por efecto de las variedades, bloques y en la interacción de épocas y variedades. El siguiente Cuadro muestra el resumen del Análisis de Varianza.

Cuadro 14. Análisis de varianza de la altura de planta a la cosecha.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft($\alpha=5\%$)
Bloques	3	172,554	57,518	0,61 NS	3,01
Épocas	2	752,234	376,117	4,02 *	3,04
Variedades	2	133,508	66,754	0,71 NS	3,04
Interacción	4	520,414	130,103	1,39 NS	2,78
Error	24	2244,000	93,500		
Total	35	3822,711			

El Cuadro 14, muestra el nivel de significancia del 5%, las épocas de cultivo influyeron significativamente en los promedios de las alturas de planta a la cosecha, en consecuencia para establecer la mejor época con mayor altura, se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 5\%$). El siguiente cuadro nos indica los resultados de la comparación de promedios.

Por otro lado, el coeficiente de variación fue de 16,66 %, es decir que el grado de dispersión de las observaciones en torno a la media poblacional fue buena (Calzada, 1970).

Cuadro 15. Prueba de Duncan para altura de la planta (cm) a la cosecha.

Épocas	Promedio (cm)	Duncan
Época 1 (a1)	62,84	A
Época 3 (a3)	59,40	AB
Época 2 (a2)	51,89	B

La prueba de Duncan estableció que el mayor promedio de altura de planta a la cosecha fue en la primera época, con un promedio de 62.84 cm, mientras que el promedio menor fue en la segunda época con un valor de 51.89 cm. y la tercera época tuvo un comportamiento intermedio entre la primera y segunda, cuyo promedio fue de 59.40 cm.

La prueba de comparación de medias Duncan indica que no hay diferencias significativas entre las variedades de cebolla, las cuales presentaron promedios de altura de planta que variaron de 55.7 y 60.48 cm. La Figura muestra los promedios de altura de cada una de las variedades en las tres épocas de cultivo.

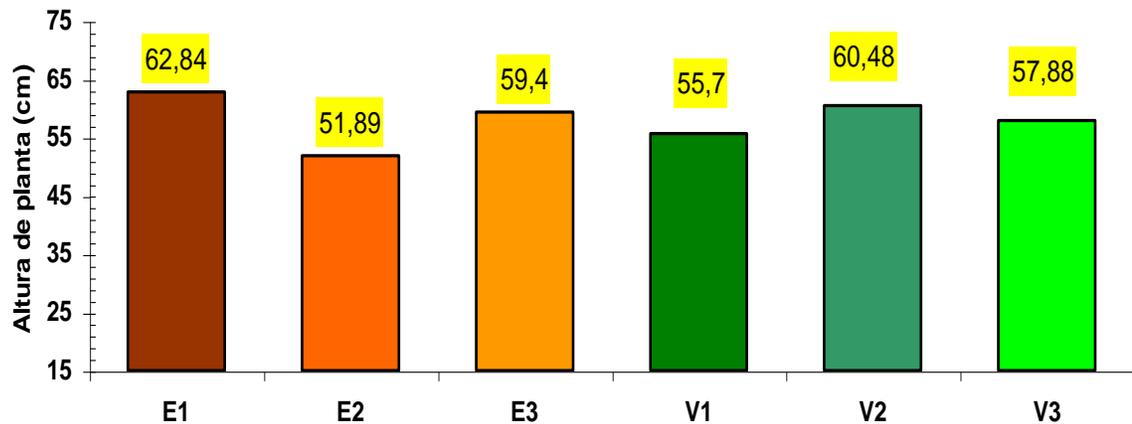


Figura 5. Promedios de altura de plantas por épocas y variedades.

En la Figura 5, se observa que en las variedades las diferencias significativas en altura fueron leves en promedio, donde la Early Texas, Arequipeña y Red Creole, tuvieron promedios de 60.48, 57.88 y 55.7 cm respectivamente. Los resultados estuvieron dentro los rangos de crecimiento, donde según **Llerena y Pardo (1984)**, mencionan que la altura de planta alcanza entre 0.4 a 0.5 m. Por otro lado, **Torrez (1998)**, observó que las alturas promedio de las variedades Early Texas, Red Creole y Arequipeña en el altiplano central, tienen promedios a la cosecha de 59.03, 49.33 y 48.05 cm respectivamente. A la vez, **Vigliola (1992)**, indica que el carácter del tamaño de la planta interactúa con el fotoperíodo y temperatura.

Al no existir diferencia entre variedades, éstas variedades se comportaron diferentes en cada época de siembra, donde la variedad Early Texas logró una altura de 69.18 cm. y la Arequipeña con una menor altura de 57.44 cm en la primera época, mientras que en la tercera época sus promedios se invirtieron, la Early Texas disminuyó a 59.85 cm y la Arequipeña subió a 65.86 cm. Es decir que la Arequipeña desarrolló mejor en condiciones de mayor humedad (tercera época).

4.2.7 Peso promedio de bulbos

Para determinar las diferencias en los pesos (gramos) de los bulbos de cebolla por efecto de las diferentes épocas y variedades (Anexo 7), se realizó el análisis de varianza correspondiente.

Cuadro 16. Análisis de varianza para peso del bulbo (g)

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Ft($\alpha=5\%$)
Bloques	3	13,812	4,604	1,22NS	3,01
Épocas	2	2976,812	1488,406	395,81 *	3,04
Variedad	2	14169,375	7084,687	1884,02 *	3,04
Interacción	4	14657,812	3664,453	974,48 *	2,78
Error	24	90,250	3,760		
Total	35	31908,062			

Los resultados del análisis de varianza realizado para esta variable (Cuadro 16), muestran que existieron diferencias significativas entre las épocas de siembra y variedades, a la vez también se observó la interacción entre épocas y variedades. Por otro lado, la variación entre bloques es no significativa, lo cual indica que el medio del experimento del presente trabajo fue homogéneo. Por lo tanto para establecer las diferencias entre los niveles de las épocas y variedades, se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan, con un nivel de significancia del 5%, el Cuadro 15 muestra el detalle de la mencionada prueba.

El coeficiente de variación fue 1.42 %, el cual según **Calzada (1970)**, el grado de dispersión de las observaciones en condiciones de campo es bueno para los análisis estadísticos.

Cuadro 17. Prueba de Duncan ($\alpha=5\%$) de peso de bulbo (g)

Épocas de siembra	Promedio (g)	Duncan
Época 3 (a 3)	148,77	A
Época 2 (a2)	133,38	B
Época 1 (a1)	127,13	C
Variedades	Promedio (g)	Duncan
Early Texas (b2)	160,64	A
Arequipeña (3)	136,59	B
Red Creole (b1)	112,04	C

En el cuadro 17, se observa que la prueba de Duncan aplicado a las medias de las épocas de siembra y variedades, donde el peso promedio de bulbo fue mayor en la tercera época con un promedio de 148,77 g, mientras que en la primera época se produjeron menores pesos de bulbo, con un promedio de 127,13 g. En la segunda época los pesos promedio de los bulbos tuvieron un comportamiento intermedio en la primera y tercera época. En el Cuadro 17, la variedad con mayor peso promedio fue la Early Texas (V2) con 160,64 g, mientras que la segunda mejor variedad fue la Arequipeña (V3) con un peso promedio 136,59 g y finalmente la variedad Red Creóle (V1) con un peso promedio de 112.04 gramos.

Comparando estos resultados con las observaciones realizadas en el Altiplano Central por **Torrez (1998)**, se establece que la Early Texas tiene 90.33 g, mientras que la Arequipeña y Red Creole con 77.81 y 57.4 g respectivamente. Estos resultados fueron menores a los de la presente investigación, que en condiciones de cabecera de valle su desarrollo del peso de bulbo tuvo mejores condiciones agroclimáticas que en el Altiplano Central.

Analizando estos resultados, la Early Texas tuvo un peso de bulbo mayor debido a sus características genéticas en el tamaño, según **Paz (1985)**, **Sabala y Ojeda (1988)**, esta variedad tiene como característica principal un bulbo de tamaño grande, con un peso promedio de 180 a 250 g de bulbo.

Por otro lado, la variedad Red Creole tuvo mejores resultados que los observados por **Zabala y Ojeda (1988)**, donde indican que el parámetro en general para la variedad Red Creole tiene como promedio un peso entre 50 a 100 g. Con lo cual se estableció que esta variedad tuvo mejores rendimientos en la presente investigación. En cambio la Arequipeña, en las tres épocas presentó un promedio que estuvo dentro los parámetros indicados ya que se conoce que esta variedad tiene como característica un peso de bulbo entre 100 a 150 g.

Por otro lado, realizando un análisis en la interacción época y variedad, la Arequipeña tuvo un incrementó progresivo en las tres épocas; mientras que con las otras variedades ocurrió lo inverso. Es decir cada variedad tuvo un comportamiento diferente en cada época. Para explicar de mejor manera estos comportamientos se desarrolló el análisis de efectos simples cuyos resultados se presentan en el Cuadro 18

Cuadro 18. Análisis de efectos simples en el peso de bulbo (gr)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft($\alpha=5\%$)
V(e1)	2	15865.51	7932.75	2110.14 *	3.4
V(e2)	2	143.07	71.54	19.02 *	3.4
V(e3)	2	12818.49	6409.24	1704.88 *	3.4
E(v1)	2	3299.37	1649.68	438.82 *	3.4
E(V2)	2	3807.06	1903.53	506.35 *	3.4
E(v3)	2	10528.19	5264.09	1400.27 *	3.4
Error	24	90.22	3.76		

El análisis de varianza de efectos simples estableció que dentro las épocas de cultivo, las tres variedades de cebolla presentaron diferencias significativas a la vez que dentro las variedades, cada época fue diferente. La siguiente Figura muestra las diferentes interacciones entre las épocas y variedades.

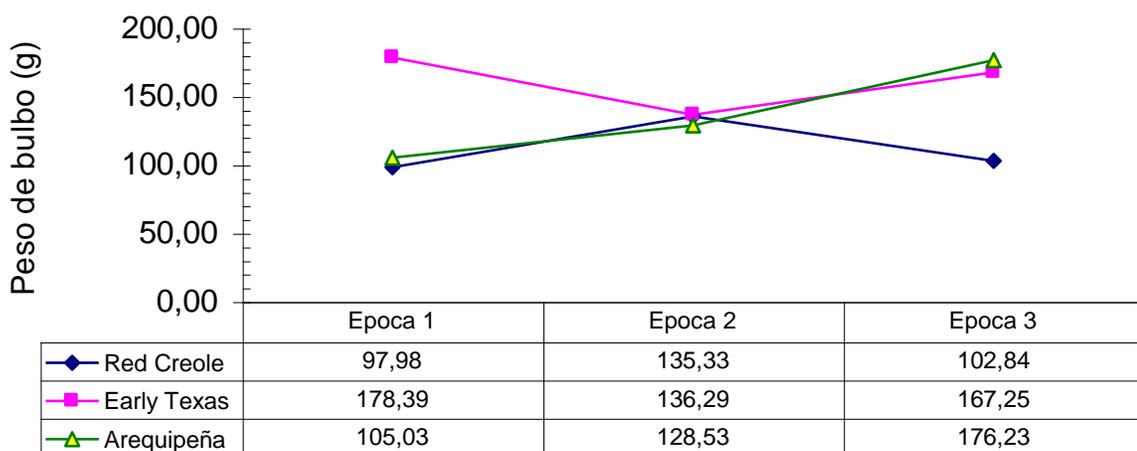


Figura 8. Interacción de los factores variedad y épocas en el peso del bulbo:

De acuerdo a la interacción entre épocas y variedades (Figura 8), en la primer época, la mejor variedad Early Texas presentó un promedio de 178.39 g, mientras que la Arequipeña y Red Creole presentaron pesos de 105.03 y 97.98 g respectivamente, donde ambos se comportaron casi de la misma manera. Con lo cual se confirmó que la Early Texas posee como característica principal un mayor tamaño de bulbo, en cambio la Arequipeña y Red Creole tienen como características su tamaños de bulbo mediano (**Sabala y Ojeda, 1988**).

En la segunda época de cultivo, el peso de bulbo de la Early Texas disminuyó por debajo de sus parámetros establecidos (180 a 250 g), logrando un promedio de 136.29 g; debido a una mayor precipitación, por otra parte, la Arequipeña y Red Creole incrementaron sus pesos promedio a 128.53 y 135.33 g. Debido a la precipitación mencionada.

Estas diferencias presentadas en las variedades y épocas se debieron adicionalmente a los riegos, que coincidió con un período continuo de tres días de precipitaciones elevadas (octubre -2001, Figura 4), los cuales influyeron en un menor desarrollo de los bulbos de la Early Texas, en cambio para la Arequipeña y Red Creole este incremento de humedad fue favorable en su desarrollo, con lo cual la Early Texas aparentemente es sensible al exceso de humedad.

En la tercera época, se suspendieron los riegos debido a las precipitaciones existentes, donde las variedades Arequipeña y Early Texas tuvieron los mayores pesos de bulbo, siendo sus promedios de 176.23 y 167.25 g. en cambio la Red Creole tuvo un promedio 102.84 g, disminuyendo su peso promedio con respecto a la segunda época. Esta disminución en la Red Creole fue influenciada por el fotoperíodo, donde los días fueron con más horas luz, influyendo de manera significativa en el desarrollo de los bulbos. Al respecto **Paz (1985)**, señala que las variedades Red Creole, Early Texas requieren de días cortos para su desarrollo. A pesar de este inconveniente, el promedio de Bulbo de la Red Creole estuvo dentro de los parámetros establecidos.

Con respecto a la variedad Arequipeña, en la tercera época el peso promedio de bulbo tuvo un incremento mayor que en la segunda época, debido a que esta variedad no es exigente en el fotoperíodo, lo cual muestra un desarrollo normal. Según **Toledo y Delgado (1982)**, esta variedad es considerada de días intermedios y es la que mejor se adapta a las condiciones del altiplano. El promedio de peso de bulbo fue mayor a los parámetros establecidos, donde, según **Sabala y Ojeda (1988)**, el peso promedio varía entre 100 a 150 g.

4.2.8 Longitud de bulbo

La longitud de bulbo es otra variable agronómica considerada como un componente de requerimiento del mercado (consumidor), los resultados de las observaciones de esta variable (Anexo 9), fueron evaluados por el análisis de varianza, cuyos resultados son los siguientes:

Cuadro19. Análisis de varianza para la longitud del bulbo (cm.)

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Ft($\alpha=5\%$)
Bloques	3	0,160	0,053	2,59 NS	3,01
Épocas	2	4,240	2,120	103,05 *	3,04
Variedades	2	21,199	10,599	515,19 *	3,04
Interacción	4	4,693	1,173	57,02 *	2,78
Error	24	0,494	0,021		
Total	35	30,786			

En el análisis de varianza para la longitud de bulbo en (cm), se aprecian diferencias significativas, para los factores época de siembra y variedades; mientras que para los bloques, no hay diferencias significativas, es decir que el medio experimental para el desarrollo de la longitud de bulbo fue uniforme. El coeficiente de variación fue de 2,35 %, significando que el manejo de las unidades experimentales fue aceptable en condiciones de campo.

Los resultados de la prueba de Duncan para las diferentes épocas de siembra, indicaron que la mejor época donde obtuvieron mayores longitudes de bulbo fue en la tercera época. Mientras que de las tres variedades la que logró una mayor longitud fue la Early Texas. El Cuadro 20, muestra los resultados de significancia de Duncan

Cuadro 20. Prueba de Duncan ($\alpha= 5\%$) de la longitud de bulbo (cm).

Épocas de siembra	Promedio (cm)	Duncan
Época 3 (a3)	6,47	A
Época 2 (a2)	6,18	B
Época 1 (a1)	5,64	C
Variedades	Promedio (cm)	Duncan
Early Texas (b2)	7,16	A
Arequipeña (b3)	5,77	B
Red Creole (b1)	5,37	C

De acuerdo a la prueba de Duncan (Cuadro 20), la época donde se obtuvieron mejores resultados de longitud de bulbo, fue en la tercera época con un promedio de 6.47 cm, mientras que en la primera se obtuvieron menores longitudes de bulbo con un promedio de 5.64 cm. En cambio en la segunda época, las longitudes de bulbo tuvieron un comportamiento intermedio a las mencionadas épocas, cuyo promedio fue de 6.18 cm. Las causas de estas diferencias se explican con mayor detalle en el análisis de efectos simples entre épocas y variedades (Cuadro21).

Con respecto a las variedades, la prueba de Duncan estableció que la mayor longitud de bulbo en promedio fue la Early Texas, con un promedio de 7.16 cm, seguido de la Arequipeña con 5.77 cm, mientras que la Red Creole presentó las menores longitudes de bulbo en promedio con 5.37 cm.

De acuerdo a estos resultados, la variedad Early Texas, tuvo un mayor tamaño de bulbo, el cual coincidió con las características propias de la variedad, según **Paz (1985)**, la Early Texas tiene como característica principal un tamaño de bulbo grande, mientras que la Red Creole posee un tamaño mediano. Por otro lado, los resultados de longitud de bulbo en las variedades, tuvieron el mismo comportamiento que el peso de bulbo, donde la Early Texas presentó un mayor peso y longitud de bulbo.

Considerando que existieron diferencias significativas en la interacción época – variedad en la longitud de bulbo, se realizó el análisis de efectos simples tal como muestra el Cuadro 21.

Cuadro 21. Análisis de efectos simples en longitud del bulbo (cm.) Cebolla

FV	GL	SC	CM	FC	Ft($\alpha=5\%$)
V(e1)	2	9.88	4.94	240.22 *	3.4
V(e2)	2	6.03	3.01	146.50 *	3.4
V(e3)	2	9.97	4.98	242.25 *	3.4
E(v1)	2	1.48	0.74	35.99 *	3.4
E(V2)	2	0.41	0.20	10.17 *	3.4
E(v3)	2	7.03	3.51	170.82 *	3.4
Error	24	0.49	0.02		

El análisis de efectos simples determinó que dentro del factor variedad V(e) existió diferencias en las tres épocas y a la vez, dentro del factor épocas E (v) todas las variedades tuvieron comportamientos de longitud diferentes. La siguiente Figura muestra el comportamiento de las variaciones de longitud de bulbo en cada época por variedades.

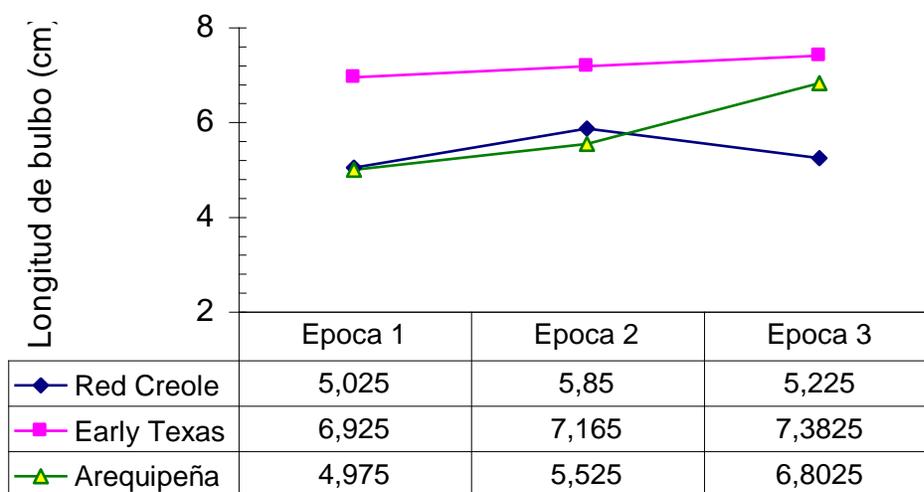


Figura 7. Interacción de los factores variedad y épocas en la longitud del bulbo

En la Figura 7, puede observarse que en las tres épocas, la Early Texas presentó similares promedios de longitud de bulbo, en este caso puede advertirse que la precipitaciones no influyeron en la longitud de bulbo, tal como ocurrió con el peso de bulbo, en consecuencia el potencial genético de esta variedad está mas relacionada con el peso y diámetro de bulbo.

Con respecto a la Arequipeña y Red Creole, sus desarrollos fueron similares al peso, donde la Arequipeña tuvo un desarrollo gradual, logrando un desarrollo máximo en la tercera época con un promedio de 6.8 cm, en cambio la Red Creole disminuyó su crecimiento en 5.22 cm con respecto a la segunda época de 5.85 cm en promedio, por lo tanto, la variedad Red Creole tiene un potencial genético mas relacionado con el peso, longitud y diámetro, en cambio la Arequipeña tuvo una relación en crecimiento con el peso y longitud y no así con el diámetro.

Con respecto a las épocas, en la Figura 7 se observa que en la primera época de siembra hubo dos variedades con menor peso (Arequipeña y Red Creole), influyendo en el promedio general de las épocas, según la prueba de Duncan (Cuadro 20) la primera época presentó menor promedio de longitud de bulbo. Mientras que en la segunda época, los promedios de longitud continuaron incrementándose en las tres variedades, llegando hasta la tercera época donde se observa mayor promedio pero con la diferencia de que la Red Creole disminuyó su longitud de bulbo.

4.2.9 Diámetro del bulbo

Los resultados del análisis de varianza para esta variable de respuesta, indican las épocas con mayor influencia y significancia en el desarrollo del diámetro de bulbo, a la vez, las variedades tuvieron diferentes promedios de diámetro. Estos resultados fueron significativos en la interacción de factores. El Cuadro 22 muestra los resultados de significación del análisis de varianza.

Cuadro 22. Análisis de varianza para diámetro de bulbo (cm)

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft($\alpha=5\%$)
Bloques	3	1,445	0,482	3,24*	3,01
Épocas	2	3,727	1,864	12,52*	3,04
Variedades	2	9,849	4,924	33,09*	3,04
Interacción	4	10,402	2,601	17,47*	2,78
Error	24	3,572	0,149		
Total	35	28,996			

El cuadro, muestra adicionalmente las diferencias significativas entre las épocas, variedades y la interacción de ambos, como las diferencias significativas entre bloques, estableciendo las condiciones del medio para el desarrollo del bulbo en diámetro. El coeficiente de variación fue de 5,77 % parámetro que se encuentra dentro los rangos de aceptación estadística en condiciones de campo.

Realizada la prueba de Duncan en cada uno de los factores (Cuadro 23). Los resultados indican que la mejor época de siembra fue la primera y entre la variedad fue la y Early Texas.

Cuadro 23. Prueba Duncan para el diámetro de bulbos (cm).

Épocas de siembra	Promedio (cm)	Duncan
Época 1 (a1)	7,12	A
Época 3 (a3)	6,58	B
Época 2 (a2)	6,35	B
Variedades	Promedio (cm)	Duncan
Early Texas (b2)	7,26	A
Arequipeña (b3)	6,79	B
Red Creole (b1)	5,99	C

El Cuadro 23 y la Figura 8, de las variedades, se demuestran que el mejor diámetro de bulbo es la Early Texas con 7,26 cm, seguido de la Arequipeña con 6,79 cm y finalmente la Red Creole con 5,99 cm de diámetro, estadísticamente todas las variedades fueron diferentes.

Analizando los resultados se establece que estas variedades tuvieron el mismo comportamiento que en las variables, peso y longitud (Cuadros 16 y 19). Por otro lado, al comparar las observaciones realizadas por **Torrez (1998)** en el Altiplano Central, mostrando mayores resultados, donde la Early Texas, Arequipeña y Red Creole tuvieron promedios de 4.93, 5.41 y 4.62 cm respectivamente, en consecuencia con mejores condiciones agroclimáticas, el desarrollo del diámetro de bulbo es mejor, expresándose con mayor potencialidad los caracteres genéticos.

Con respecto a las épocas de siembra (Cuadro 23), la prueba de Duncan establece que la mejor época para el desarrollo del diámetro es la primera, con un promedio de 7.12 cm; en cambio en la segunda y tercera época, los promedios de diámetro fueron similares, presentando promedios de 6.33 y 6.58 cm respectivamente. Estas diferencias entre épocas fueron influenciadas por el fotoperíodo, donde en la primera época se presentaron días más cortos que en la segunda y tercera época. Al respecto **Paz (1985)**, señala que las variedades Red Creole y Early Texas desarrollan mejor en condiciones de día corto, mientras que la Arequipeña, según **Delgado y Toledo (1982)** es de días intermedios.

Considerando que hubo diferencias significativas en la interacción entre épocas y variedades, se procedió al análisis de varianza de efectos simples en los promedios de diámetro de bulbo en las diferentes épocas y variedades.

Cuadro 24. Análisis de efectos simples en diámetro del bulbo (cm.)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft($\alpha=5\%$)
V(e1)	2	15.61	7.81	52.48 *	3.4
V(e2)	2	0.09	0.05	0.32 ns	3.4
V(e3)	2	4.53	2.26	15.23 *	3.4
E(v1)	2	1.01	0.50	3.40 *	3.4
E(V2)	2	11.01	5.50	36.99 *	3.4
E(v3)	2	2.10	1.05	7.08 *	3.4
Error	24		0.15		

El análisis de efectos simples determinó que dentro del factor variedad, en la primera y tercera época produjeron diferentes diámetros de bulbo, en cambio en la segunda los promedios fueron no significativas en todas las variedades. Mientras que dentro el factor épocas de cultivo, todas las variedades tuvieron promedios significativamente diferentes. La siguiente Figura muestra el comportamiento de las variedades dentro de cada época de cultivo.

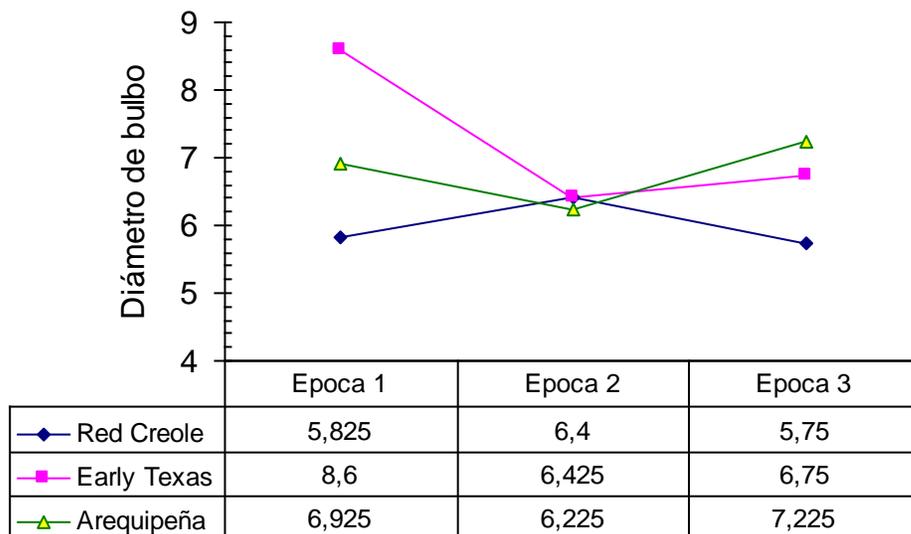


Figura 8. Interacción de los factores variedad y épocas en el diámetro de bulbo

En la Figura 8, puede observarse que en la primera época de cultivo, las variedades de cebolla tuvieron promedios de bulbo claramente diferenciados, donde la Early Texas produjo un mayor promedio de 8.6 cm, en cambio la Red Creole tuvo un promedio de 5.8 cm. En la segunda época de cultivo, las variedades tuvieron similares promedios, aunque en comparación con la primera época, la Red Creole tuvo un ascenso superior a la Arequipeña con promedios de 6.4 y 6.2 cm respectivamente, a la vez la Early Texas tuvo un descenso significativo de 6.42 cm.

Con respecto a la tercera época de cultivo, los promedios de diámetro de las variedades fueron claramente diferenciados, donde la Arequipeña continuó incrementando su desarrollo hasta un promedio de 7.22 cm. En cambio la Early Texas tuvo un leve incremento en su desarrollo con respecto a la segunda época, con un promedio de 6.75 cm, siendo significativamente menor a la primera época (8.6 cm). Con respecto a la Red Creole, su crecimiento disminuyó a 5.75 cm con respecto a la segunda época (6.4 cm).

Analizando estos resultados con el desarrollo de la longitud (Figura 7), puede observarse que en la segunda época el período de precipitación continua, siendo algo adicional al riego, este factor afectó significativamente al desarrollo de la Early Texas, donde el crecimiento en el diámetro de bulbo disminuyó considerablemente, mientras que el desarrollo en longitud no fue afectado con respecto a la primera y tercera época. Este mismo fenómeno ocurrió con la variedad Arequipeña, es decir que la longitud no fue afectada como en el diámetro de bulbo. En el caso de la Red Creole, tanto la longitud y diámetro de bulbo tuvieron incrementos en sus promedios con respecto a la primera época (Figuras 7 y 8), con lo cual se estableció que esta variedad desarrolla mejor en condiciones humedad.

El Cuadro 25, presenta un resumen de los promedios de longitud y diámetro de las variedades en las diferentes épocas de cultivo.

Cuadro 25. Longitud y diámetro de bulbos en épocas y variedades

Variedades	Longitud (L) y Diámetro (D) en cm.					
	Epoca 1		Epoca 2		Epoca 3	
	L	D	L	D	L	D
Red Creole	5,02	5,83	5,85	6,4	5,22	5,75
Early Texas	6,92	8,6	7,16	6,42	7,38	6,75
Arequipeña	4,97	6,93	5,25	6,22	6,80	7,22

Al observar el Cuadro 25, en la segunda época hubo una disminución en el diámetro en las variedades Early Texas y Arequipeña y no así en la longitud de bulbo en la que su crecimiento fue gradual a partir de la primera época. Mientras que en la variedad Red Creole, tanto la longitud y diámetro de bulbo presentaron incrementos en su desarrollo en la segunda época, ocurriendo lo contrario en la primera y tercera época de cultivo con lo que se estableció que la segunda época presentó mejores condiciones climáticas para su desarrollo.

4.2.10 Peso total de la planta (hojas y bulbo)

Las observaciones de esta variable (Anexo 8), a través del análisis de varianza se determinaron que tanto las épocas como las variedades actúan independientemente en el peso total de la planta. El siguiente Cuadro muestra los resultados del análisis de varianza.

Realizando el análisis de varianza se estableció que los promedios del peso total de la planta fueron influidos significativamente por las épocas de cultivo y las diferentes variedades de cebolla. El Cuadro 26 presenta los resultados del análisis de varianza.

Cuadro 26. Análisis de varianza para el peso total (bulbo más las hojas)

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Ft($\alpha=5\%$)
Bloques	3	10045,750	3348,583	1,66 NS	3,01
Épocas	2	33907,125	16953,562	8,44*	3,04
Variedad	2	17877,125	8938,562	4,44*	3,04
Interacción	4	14828,500	3707,125	1,84ns	2,78
Error	24	48208,750	2008,697		
Total	35	124867,250			

En el análisis de varianza puede observarse que al interaccionar entre los factores época y variedad, no presentaron significancia en sus efectos, donde los factores actuaron independientemente. Por otro lado, los promedios en los bloques no influyeron significativamente, en consecuencia las condiciones del medio de desarrollo para esta variable de respuesta fue homogéneo.

El coeficiente de variación presentó un resultado de 22.18 %, por lo que se puede deducir que el manejo de las unidades experimentales en condiciones de campo según **Calzada (1970)** fue regular para esta variable de respuesta.

Realizando la prueba de comparación de medias de Duncan en los promedios de cada uno de los factores significativos, se estableció que la mejor época de cultivo fue la tercera y que la variedad con mayor peso total fue la Early Texas. El siguiente Cuadro presenta las significaciones de las variedades y épocas.

Cuadro 27. Prueba de Duncan del peso total de cebolla, por épocas y variedades

Épocas de siembra	Promedio (g)	Duncan Ft($\alpha=5\%$)
Época 3 (a3)	237,74	A
Época 1 (a1)	205,57	AB
Época 2 (a2)	162,82	B
Variedades	Promedio (g)	Duncan
Early Texas (b2)	222,88	A
Arequipeña (b3)	212,11	AB
Red Creole (b1)	171,15	B

Estadísticamente, la prueba Duncan estableció que la mejor época donde se presentaron mayores resultados de peso total fue en la tercera época, cuyo promedio general fue de 237.74 g, mientras que la época de menores resultados fue en la segunda con un promedio de 162.82 g, en cambio el promedio general de la segunda época tuvo un comportamiento intermedio entre la tercera y segunda con una media de 205.57 g.

Con respecto a las variedades, la Early Texas presentó el mayor peso promedio, con un valor de 222.88 g, y la variedad con menor peso total en promedio fue la Red Creole con una media de 171.15 g, en cambio el peso total de la Arequipeña tuvo un comportamiento intermedio entre la Early Texas y Red Creole, con una media de 212.11 g.

También se pudo apreciar que en la segunda época de siembra el peso total de las plantas fue menor frente a las demás épocas, donde la diferencia con respecto a la tercera y primera fueron de 74.92 g y 42.75. Mientras que dentro las variedades, la Red Creole presentó el peso total más bajo con un promedio de 171.15 g, donde la diferencia en peso con la Early Texas fue de 51.73 g, y frente a la Arequipeña la diferencia fue de 40.96 g.

Los mejores pesos observados en la tercera época, fueron debidos a que en ésta se produjeron los mayores desarrollos en peso de bulbo, longitud de bulbo y altura de planta explicados en los Cuadros 15, 17 y 20. Por otro lado, esta variable no fue afectada por el diámetro de bulbo, ya que su mayor desarrollo se observó en la primera época a causa de los fotoperiodos cortos (Cuadro23).

Realizando una comparación con las observaciones en el Altiplano Central con las mismas variedades de cebolla por **Torrez (1992)**, se observó que éstas tuvieron menores pesos que en la presente investigación, siendo sus promedios de la Early Texas, Red Creole y Arequipeña de 156.9, 105.3 y 123.6 g respectivamente.

Al igual que en las anteriores variables de respuesta, las condiciones agroclimáticas de la cabecera de valle son mejores que en el altiplano central, lo cual permitió una mayor expresión de los caracteres genéticos de cada variedad.

4.2.11 Número de hojas por planta

El análisis de varianza de esta variable, determinó que los promedios del número de hojas por planta fueron estadísticamente iguales en las tres variedades, a la vez que, también no se demostraron diferencias significativas en la interacción de los factores época y variedad, en consecuencia los factores actúan de manera independiente en el número de hojas. El siguiente Cuadro presenta los resultados del análisis de varianza.

Cuadro 28. Análisis de varianza del número de hojas por planta

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft ($\alpha=5\%$)
Bloques	3	4,889	1,629	0,59 ns	3,01
Épocas	2	51,722	25,861	9,18 *	3,04
Variedad	2	3,555	1,778	0,63 ns	3,04
Interacción	4	8,444	2,111	0,75 ns	2,78
Error	24	67,611	2,817		
Total	35	136,222			

En el Cuadro 28, puede observarse también que los promedios del número de hojas son estadísticamente diferentes dentro de cada época, por lo tanto para determinar estas diferencias entre épocas, se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan (Cuadro 29).

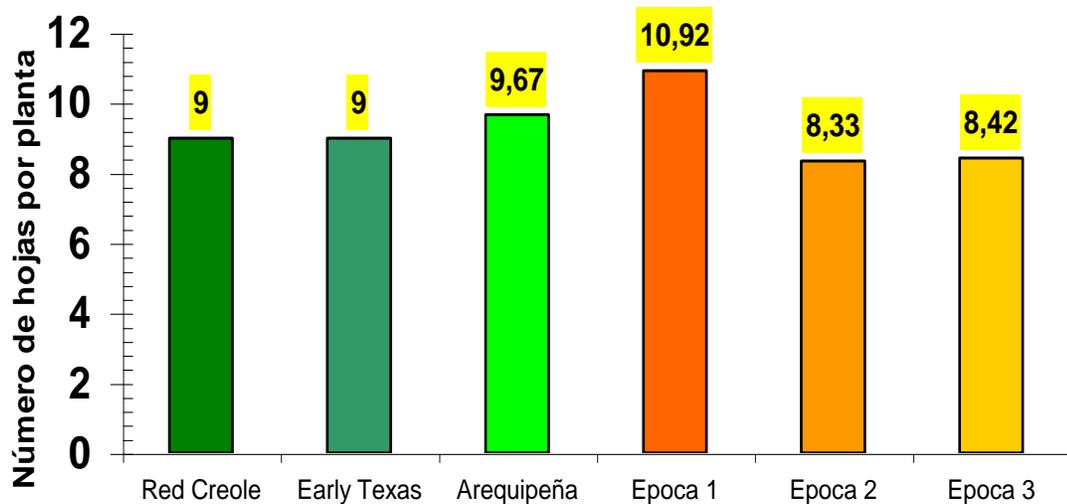
El análisis también indica que no existieron diferencias significativas en los bloques, es decir que las condiciones del medio donde se desarrolló el número de hojas fue homogéneo. Por otro lado el coeficiente de variación mostró un valor de 18.2 %, el cual según **Calzada (1970)** los valores entre 16 a 20 % indican una buena precisión de los experimentos en condiciones de campo.

Los resultados de la prueba de Duncan al 5 % de significación, indicaron que el mayor número de hojas dentro de cada época fue en la primera (Cuadro 29) con un promedio de 10.92 hojas por planta.

Cuadro 29. Prueba de Duncan en el número de hojas por planta en las épocas

Épocas de siembra	Promedio	Duncan ($\alpha=5\%$)
Época 1 (a1)	10,92	A
Época 3 (a3)	8,42	B
Época 2 (a2)	8,33	B

La prueba de Duncan estableció también que entre la segunda y tercera época los promedios de hojas por planta fueron similares, siendo sus promedios de 8.33 y 8.42 hojas respectivamente. Realizando un análisis del incremento del número de hojas por planta en cada época y variedad se observó lo siguiente.



Epocas y variedades

Figura 9. Promedios del número de hojas por épocas y variedades

En la Figura 9, puede observarse que las diferencias del número de hojas por planta en las variedades son similares, en cambio entre épocas las diferencias son más notorias. Realizando una comparación del número de hojas por variedades con las observaciones realizadas por **Torrez (1998)** en el altiplano central, se pudo constatar que la cantidad de hojas por planta en las variedades Red Creole, Early Texas y Arequipeña son de 8.6, 8.72 y 7.49 hojas. Tanto la Red Creole como la Early Texas, tuvieron resultados similares al de la presente investigación.

En cambio, la variedad Arequipeña presentó un mayor número de hojas que en el altiplano central, con lo cual se pudo establecer que esta variedad expresa de mejor manera su potencial genético en condiciones de cabecera de valle. Este principio, se observa también en la Red Creole, donde en condiciones de trópico en Cuba, según la **FAO (1992)**, el número de hojas por planta llega a formar entre 13 a 16 a partir de un trasplante entre noviembre a diciembre.

Considerando que el número de hojas fue mayor en la primera época, se pudo confirmar el concepto de que a mayor número de hojas mayor será el diámetro de bulbo, lo cual se justificó en el presente trabajo, donde en la primera época hubieron mayores promedios de diámetro de bulbo (Cuadro 23). Al respecto **Zabala y Ojeda (1988)**, mencionan que cuando mayor sea el número de hojas que se formen en el primer periodo de desarrollo de las plantas tanto mayor será el diámetro del bulbo.

4.2.12 Rendimiento

Los resultados del análisis de varianza indicaron que los promedios de rendimiento fueron diferentes en las épocas y variedades, es decir que estos factores influyeron significativamente en el rendimiento de bulbo. El siguiente Cuadro muestra los resultados del análisis de varianza.

Cuadro 30. Análisis de varianza para el rendimiento de bulbos en t/ha

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft($\alpha=5\%$)
Bloques	3	87,794	29,265	6,62 *	3,01
Épocas	2	307,679	153,840	34,80 *	3,04
Variedades	2	1026,489	513,245	116,11 *	3,04
Interacción	4	1216,418	304,104	68,79 *	2,78
Error	24	106,086	4,420		
Total	35	2744,467			

El análisis de varianza determinó que existe una interacción de factores en el rendimiento de bulbo, es decir que los factores dependen uno del otro como efecto en el rendimiento. Por otro lado, el ANVA determinó que hay diferencias significativas en los bloques, con lo cual el diseño experimental elegido ganó una mayor precisión en los resultados. El coeficiente de variación fue de 5.68 %, que está dentro de los parámetros de buen manejo de las unidades experimentales en condiciones de campo.

Realizando el análisis de comparación de medias mediante la prueba de Duncan en cada factor por separado, se demostró que la época de mayor rendimiento fue en la tercera y la variedad con mejores resultados fue la Early Texas. El siguiente Cuadro muestra los resultados de la prueba de Duncan en los factores época y variedad.

Cuadro 31. Prueba de Duncan en el rendimiento de bulbo (t/ha)

Épocas de siembra	Promedio (t/ha)	Duncan ($\alpha=5\%$)
Época 3 (a3)	40,96	A
Época 2 (a2)	36,12	B
Época 1 (a1)	33,97	C
Variedades	Promedio (t/ha)	Duncan
Early Texas (b2)	43,46	A
Arequipeña (b3)	37,20	B
Red Creole (b1)	30,39	C

Estadísticamente, la prueba de Duncan determinó que el mayor rendimiento de bulbo fue en la tercera época, con un promedio de 40.96 t/ha, seguido de la segunda con 36.12 t/ha, mientras que el menor rendimiento en promedio fue en la primera época con un promedio de 33.97 t/ha. Estas diferencias fueron debidas a que en la tercera época se observaron mayores promedios de peso y longitud de bulbo, altura y peso total de la planta, tal como fue descrito en las anteriores variables de respuesta (Cuadros 15,16, 19, 26 y 27).

En el Cuadro 31, se observa que el mayor rendimiento por variedades fue con la Early Texas con un promedio de 43.46 t/ha, seguido de la Arequipeña con 37.20 t/ha y por ultimo la Red Creole con rendimiento de bulbo de 30.39 t/ha. Estas diferencias en el rendimiento de las variedades estuvieron relacionadas con otras variables de respuesta, en la cual la Early Texas siempre tuvo la característica de poseer los mayores promedios en peso, longitud y diámetro de bulbo, y peso total de la planta (Cuadros 16, 19, 22, 26 y 27).

Estas variaciones en los rendimientos de bulbo por cada época y variedad, se explican de mejor manera en el análisis de varianza de efectos simples (Cuadro 32).

Cuadro 32. Análisis de efectos simples en el rendimiento de bulbo (t/ha)

F V	GL	SC	CM	FC	Ft($\alpha=5\%$)
V(e1)	2	1221.71	610.85	138.2 *	3.4
V(e2)	2	12.57	6.28	1.42 ns	3.4
V(e3)	2	1008.62	504.31	114.09 *	3.4
E(v1)	2	258.43	129.22	29.23 *	3.4
E(V2)	2	279.48	139.74	31.61 *	3.4
E(v3)	2	986.18	493.09	111.55 *	3.4
Error	24	106.09	4.42		

El análisis de efectos simples indica que dentro de todas las épocas, todas las variedades E(v) rezagan significativamente en sus rendimientos de bulbo, en cambio cuando el análisis dentro de todas las variedades V(e), los promedios de rendimiento no fueron significativos en la segunda época, ocurriendo lo contrario en la primera y tercera, donde los promedios de rendimiento de bulbo fueron significativamente diferentes. La siguiente Figura muestra las variaciones de los rendimientos de las épocas dentro cada variedad.

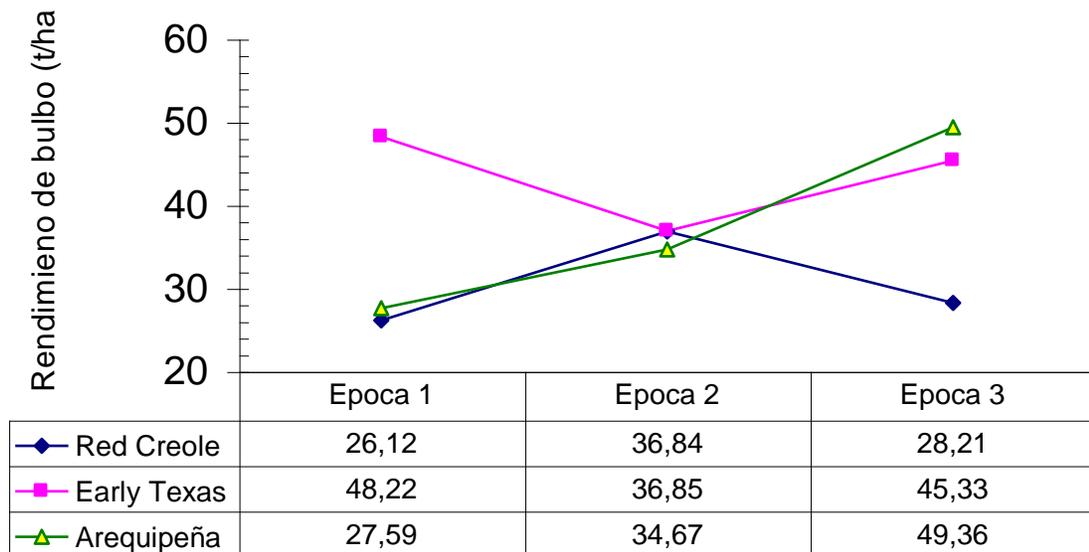


Figura 10. Interacción de los factores variedad y época en el rendimiento de bulbo

En la Figura 10, puede observarse que en la segunda época, todos los promedios de rendimiento de bulbo fueron similares variando entre 34.67 a 36.85 t/ha. En cambio en la primera época el mayor rendimiento fue de 48.22 t/ha con la variedad Early Texas, mientras que los menores rendimientos se dieron en las variedades Arequipeña y Red Creole, con promedios de 27.59 y 26.12 t/ha respectivamente.

Estas diferencias entre variedades en la primera época fueron debidas a sus características propias, donde según **Paz (1985)**, la Early Texas tiene como característica principal un tamaño de bulbo grande, mientras que la Red Creole posee un tamaño mediano. Otro aspecto que también influyó en el rendimiento fue el fotoperíodo, según **Paz (1985)**, la variedad Early Texas desarrolla mejor en condiciones de día corto.

Por otro lado, en la primera época la Early Texas presentó un mayor rendimiento debido a su desarrollo en diámetro y longitud de bulbo que las otras variedades (Cuadros 19 y 22)

En la tercera época, la Arequipeña tuvo mayor incremento en su rendimiento con respecto a las anteriores épocas, cuyo promedio llegó a 49.36 t/ha, seguido de la Early Texas con 45.3 t/ha, mientras que la Red Creole presentó el más bajo rendimiento de bulbo, siendo su promedio de 28.21 t/ha.

Las diferencias entre la Arequipeña y la Early Texas en la tercera época, fueron influenciadas principalmente porque estas tuvieron un desarrollo con mayor diámetro y peso de bulbo (Figuras 6 y 8). Otro aspecto que también influyó fue el fotoperíodo, ya que la Arequipeña según **Delgado (1982)** es de días intermedios, mientras que la Early Texas es de días cortos, lo cual influyó de manera significativa en la expresión de los potenciales genéticos de cada variedad. Al respecto **Paz (1985)**, señala que las variedades Red Creole, Early Texas requieren de días cortos para su desarrollo.

Realizando un análisis comparativo de los rendimientos de estas variedades en el altiplano central, según **Torrez (1998)**, las variedades Early Texas, Arequipeña y Red Creole tienen rendimientos de 20.72, 17.29 y 12.75 t/ha respectivamente. Los rendimientos de la presente investigación en condiciones de cabecera de valle fueron significativamente superiores (Figura 10), comprobando que estas variedades incrementan su potencial productivo cuando las condiciones agroclimáticas son las adecuadas

4.2.13 Análisis económico

Realizando el análisis económico en función de la relación Beneficio/Costo, se determinó que el mayor ingreso neto (BN) fue en la primera época con la variedad Early Texas con un ingreso de Bs. 43645,02, mientras que el ingreso más bajo en todo el ciclo de evaluación fue en la tercera época con la variedad Red Creole.

Cuadro 33. Cálculo de ingresos bruto y neto, en épocas -variedades

Tratamientos	Rend. t/ha	Rend. Ajust. 15%	Precio Bs/t	Ingreso bruto	Costo de prod. Bs/ha (C)	Beneficio neto Bs/ha (B)	B/C
T1 (a1b1)	26,12	22,20	1217,39	27026,06	5875,96	21150,10	3,59
T2 (a1b2)	48,22	40,98	1217,39	49888,64	6243,62	43645,02	6,99
T3 (a1b3)	27,59	23,45	1217,39	28547,79	5508,20	23039,59	4,18
T4 (a2b1)	36,84	31,31	1043,48	32671,36	5875,96	26795,40	4,60
T5 (a2b2)	36,85	31,32	1043,48	32681,79	6243,62	26438,17	4,23
T6 (a2b3)	34,67	29,46	1043,48	30740,92	5508,20	25232,72	4,60
T7 (a3b1)	28,21	24,97	869,57	21713,16	5875,96	15837,20	2,69
T8 (a3b2)	45,33	38,53	869,57	33504,53	6243,62	27260,91	4,37
T9 (a3b3)	49,36	41,95	869,57	36478,46	5508,20	30970,26	5,62

EL Cuadro 33, muestra que la mayor Relación Beneficio/Costo fue de 6.99 con la variedad Early Texas en la primera época, es decir que se logró recuperar en 6,99 veces más el costo de producción por hectárea.

El segundo mejor ingreso económico fue en la tercera época con la Arequipeña, donde se logró recuperar en 5,62 veces el costo de producción. En general en las tres épocas todas las variedades mostraron una Relación de Beneficio/Costo superior a 1. La siguiente Figura muestra las variaciones de los Beneficios/Costos.

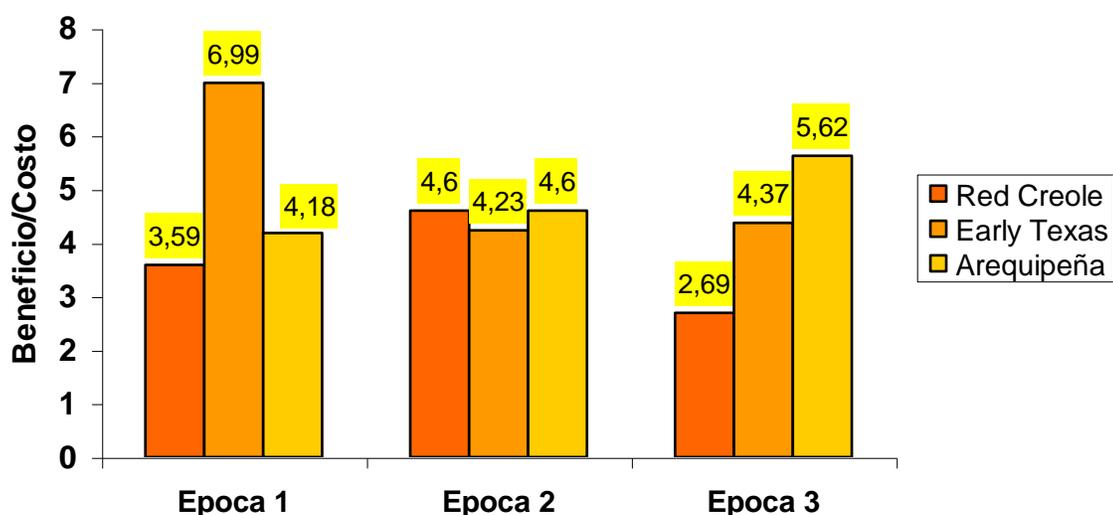


Figura 11. Variación de B/C en cada época y variedades.

En la Figura 11, podemos observar que la variedad Early Texas tuvo su mejor ingreso económico en la primera época con una B/C de 6.99, mientras que en la segunda y tercera época la B/C disminuyó a 4.23 y 4.37 respectivamente.

En el caso de la Red Creole, su mayor retorno económico fue en la segunda época con un B/C de 4.6, el cual se redujo a un B/C de 2.69 en la tercera época. En cambio la Arequipeña tuvo un comportamiento de retorno económico gradual, es decir que desde la primera época la relación B/C tuvo un incremento gradual hasta la tercera época, logrando una B/C 6.52. También se observó que, en la segunda época todas las variedades tuvieron similares relaciones de B/C, los cuales variaron en un rango de 4.23 a 4.6.

Analizando la comparación de las relaciones B/C con las observaciones realizadas por **Torrez (1998)**, en el altiplano central, las variedades Early Texas, Red Creole y Arequipeña presentaron relaciones de B/C de 1.82, 1.56, 2.19. Los mencionados valores estuvieron por debajo a los observados en la presente investigación. Por otro lado, también puede notarse que la Arequipeña tuvo un mejor ingreso que la Red Creole. En consecuencia los comportamientos de los beneficios de las variedades fueron los mismos, pero con mayores proporciones en condiciones de cabecera de valle.

También podemos señalar sobre los precios que fluctúan en cada época, donde cambiaron, por ejemplo en la primera época, la arroba de la cebolla oscilaba de Bs. 14 a 16 y en la segunda época entre Bs.12 a 13, en la tercera época 9 a 10 Bs., la última época tuvo una oferta mayor con menores precios, ocurriendo lo contrario en la primera época donde existe una mayor demanda.

V. CONCLUSIONES

La época adecuada para la siembra de la variedad Early Texas es el mes de julio (primera época), mientras que para las variedades Red Creole y Arequipeña es en los meses de agosto y septiembre respectivamente.

En las épocas de siembra la Early Texas presenta mejores características agronómicas que las demás variedades, siendo sus promedios en peso total de la planta; peso, longitud y diámetro de bulbo de 222.88 g, 160.64 g, 7.16 cm, y 7.56 cm respectivamente. La segunda variedad para la siembra es la Arequipeña, donde sus promedios son de 212.11 g, 136.59 g, 5.77 cm y 6.79 cm respectivamente. En cambio la red Creole presenta menores promedios en sus características, los cuales son: 171.15 g, 112.04 g, 5.37 cm y 5.99 cm respectivamente. Con respecto a la altura de planta, todas son similares variando en un rango de 55.7 a 60.48 cm.

En las variedades de cebolla, las mejores características agronómicas se presentan en la tercera época, donde los promedios en peso y altura total de la planta; peso y longitud de bulbo son de: 237.74 g 59.40 cm; 148.77 g, y 6.47 cm. En cambio en la primera y segunda época los promedios de las características agronómicas disminuyen gradualmente.

Los mayores promedios de diámetro de bulbo y número de hojas se presentan en la primera época con presencia de menores horas luz, cuyos valores son de 7.12 cm y 10.93 hojas, mientras que en la segunda y tercera época ambos promedios son menores y similares.

En comparación a las épocas, los mejores rendimientos de bulbos se presentan en la tercera época, con un promedio de 40.96 t/ha, mientras que en la segunda y primera época los rendimientos disminuyen gradualmente en 36.12 y 33.97 t/ha.

En las tres épocas, la variedad con mayor rendimiento de bulbo es la Early Texas con un promedio de 43.46 t/ha, mientras que las variedades Arequipeña y Red Creole tienen menores rendimientos con 37.20 y 30.39 t/ha.

Los rendimientos de bulbo de las variedades en la segunda época, son similares, variando entre 34.67 a 36.85 t/ha. En cambio en la primera época, se obtiene un mejor rendimiento de 48.22 t/ha con la variedad Early Texas, mientras que los rendimientos menores se dieron en las variedades Arequipeña y Red Creole, con promedios de 27.59 y 26.12 t/ha.

En la tercera época, la Arequipeña presenta un mayor incremento en su rendimiento con respecto a las anteriores épocas, cuyo promedio llega a 49.36 t/ha, seguido de la Early Texas con 45.3 t/ha, mientras que la Red Creole presenta el más bajo rendimiento de bulbo, con un promedio de 28.21 t/ha. Las diferencias entre la Arequipeña y la Early Texas en la tercera época, son influenciadas principalmente por la Arequipeña el mismo desarrolla un mayor diámetro y peso de bulbo que en las demás épocas.

Teniendo una base de costo de producción de 6243.62 Bs/ha, el mejor ingreso económico se obtiene con la variedad Early Texas, cuya relación Beneficio/Costo es de 6.99 en la primera época.

El segundo principal ingreso económico es en la tercera época con la variedad Arequipeña, donde se logra recuperar en 5,62 veces el costo de producción (5508,20 Bs/ha). En general en las tres épocas las variedades muestran una Relación de Beneficio/Costo superior a 1.

La variedad Red Creole, genera su mejor ingreso económico en la segunda época, donde su relación Beneficio/Costo es de 4.6 sobre un costo de producción de 5875,96 Bs /ha.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los rendimientos obtenidos en épocas y variedades puede recomendarse:

- Bajo las condiciones del trabajo de Investigación, se recomienda que las variedades utilizadas se adaptan fácilmente en la zona de estudio o cabecera de valle, como las mejores en base a sus rendimientos, capacidad en formación de bulbo, número de hojas y producción en un tiempo relativamente corto.
- La variedad Early Texas, no es recomendable en su rendimiento bajo ciertos factores climáticos como ser: precipitaciones tempranas ya que provoca la reducción en la formación del bulbo. Mientras que este factor favorece a la Variedad Arequipeña.
- Se demostró que la producción y adaptación de la variedad Early Texas, es satisfactoriamente significativa en cuanto a su benéfico / costo a las demás variedades adaptados a la zona, recomendándose por lo tanto como una alternativa económica para el agricultor.
- Se recomienda no aplicar riego en exceso para el cultivo de las variedades Early Texas y Red Creole en épocas de precipitación alta (septiembre a enero).
- Realizar ensayos en las comunidades aledañas para afirmar el presente estudio y recomendar las mejores variedades adaptadas a la región, ya que el parámetro encontrado del presente trabajo en variedades y épocas varían en cada una de ellas.

- Experimentar trabajos con las variedades, en diferentes etapas de trasplante para determinar parámetros que influyen al cultivo como los factores ambientales.
- Realizada la evaluación agronómica y económica, se recomienda hacer un buen análisis de sensibilidad para determinar la rentabilidad y costos de producción del cultivo en estudio.
- Es importante incentivar a los agricultores en la producción del cultivo de la cebolla para dar mayor promoción por su demanda en los mercados.

VII BIBLIOGRAFIA

- AITKEN, J. (1987).** Cámara Agropecuaria Potosí, Bolivia pp. 68
- BAYONA, R. (1993).** Biblioteca práctica agrícola y ganadería, fundamento de la Agricultura pp. 247
- CALZADA, J. (1970).** Métodos Estadísticos para la investigación. 3 ra. Edición Editorial Jurídica. Lima Perú pp 167
- CASSERES, E. (1984).** Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura. pp. 240
- CAICEDO, L (1982).** Horticultura universal Nacional de Colombia pp. 247
- CRONQUIST, A. (1982)** Botánica básica. Ed. Continental México pp.655
- DELGADO, F. (1982)** Datos básicos de los cultivos hortícola. Lima Perú, Ed. Limusa pp. 96
- DOOREMBOS, J (1976).** Las necesidades de agua de los cultivos. Publicaciones FAO PP.181
- ESCAFF, F.G.; ALJARO, U.; SANZ, B.; QUIROZ, E. (1979)** El cultivo de la cebolla. Estación Experimental La Platina. Santiago de Chile pp. 51
- FRANQUEVILLA, A (1988).** Apuntes sobre problemas alimentarias en Bolivia pp. 89
- FAO, (1992).** Producción Pos cosecha, procesamiento y comercialización de Ajo, Cebolla y Tomate, 1 ra. Edición Santiago Chile Editorial Organización Unidas para la agricultura y la alimentación. Pp 134-237

- GUSMAN, A. (2000)**, Comportamiento agronómico de tres variedades de cebolla (*Allium cepa*) con la aplicación de cuatro abonos orgánicos en la zona de Cota Cota. Tesis de grado, Universidad mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. La paz, Bolivia, pp. 89
- GENTA, B. (1991)**. Producción de cebolla en el Litoral norte del Uruguay. INIA. Boletín de divulgación Nro. 11, Uruguay pp. 34
- GROSS, A. (1962)**. Abonos. Guía practica de los fertilizantes. Editorial Mundi Prensa. Madrid- España pp. 184
- HIGUITA, F.; JARAMILLO, D.; MEGIA, V. (1977)**. Hortalizas. Manual de Asistencia técnica pp. 290 – 303
- HOLLE, M. (1982)**. Manual de enseñanza de producción de hortalizas. HCA. Costa Rica pp. 230
- IICA INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (1989)**, Compendio de agricultura tropical, Ministerio de Asuntos extranjeros de Francia, San José- Costa Rica, pp 35-40
- LLERENA, F. Y PARDO L. (1984)**. Exportación no tradicional Convenio Andrés Bello. La Paz, Bolivia pp.45
- LABORATORIO DE FÍSICA (UMSA) DE 2001** Registro de temperaturas Máximas, Mínimas y medias. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Puras, Laboratorio de Física. Cota Cota. La Paz, Bolivia.
- MACHECADO, G. (1988)**. Notas para elaborar una estrategia de comercialización de hortalizas en la ciudad de La Paz pp. 11-12
- MENEZES, J. (1992)**. Publicaciones FAO. Producción, poscosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate pp. 136-148

- MOROTO, B. (1989)** Artícula herbácea especial. Madrid MUNDI - prensa pp. 201
- ORTEGA J., JARAMILLO U.J (1984)**, La horticultura en Colombia, programa de hortalizas y frutales, 2 da edición genéticas de las cosechas Editorial Limusa México pp. 27-8
- ORTEGA J. y JARAMILLO V. J.(1984)**. La horticultura en Colombia, programa de hortalizas, 2 da edición Editorial Limusa México pp. 278
- PATERSON, J. (1978)** Suelos y abonos en agricultura editorial ACRIBIA: Zaragoza- España pp. 260
- PAZ RAMIRO (1985)**. Seminario: Experiencias en el desarrollo y comercialización de exportaciones de productos agrícolas no tradicionales. Editorial Off set. La Paz, Bolivia. pp.41 - 50
- POHELMAN, J. (1979)**. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial LIMUSA, México pp. 453
- RAYMOND, G. (1989)**. Producción de semillas hortícola Ed. Mundi Prensa Madrid pp. 269
- RODRÍGUEZ DEL ANGEL, J. (1991)** Métodos de investigación pecuaria Editorial Trillas México Argentina España Colombia puerto Rico Venezuela pp. 128
- SAUMELL H. (1985)**. Información técnica para su mejor conocimiento y cultivo, Editorial Hemisferio SR. Buenos Argentina pp. 386
- SENAMHI. (2001)**. Servicio Nacional de Meteorología. Datos de precipitación.
- TORREZ, W. (1998)**. Comportamiento agronómico de seis variedades de cebolla (*Allium cepa*) en la Provincia Aroma de La Paz. Tesis de Grado. Universidad mayor de san Andrés, Facultad de Agronomía. La paz, Bolivia. pp. 85

VALADEZ, A. (1993). Producción de hortalizas Tercera reimpresión Limusa-Grupo Noriega Editores México pp. 81

VALDEZ, A. (1990). Producción de hortalizas Editorial LIMUSA. Noriega pp.298

VIGLIOLA, I. (1992) Manual de horticultura: Buenos Aires, Argentina Editorial Hemisferio Sur pp 115

ZABALA, M; OJEDA, L. (1988). Fitotecnia especial. Pueblo y educación Habana, Cuba Editorial Pueblo y educación, Toma pp. 58

ZAPATER, (1992).Manual de horticultura (folleto) pp. 89

Anexo 2. Porcentaje de prendimiento

E	V	BLOQUES				Tt
		I	II	III	IV	
1	1	81	82	83	84	330
	2	76	77	75	78	306
	3	82	80	81	83	326
	Tpp	239	239	239	295	962
2	1	94	92	97	95	378
	2	90	93	92	93	368
	3	94	96	95	97	382
	Tpp	278	281	284	285	1128
3	1	96	98	97	94	385
	2	97	95	98	97	387
	3	99	98	97	98	392
	Tpp	292	291	292	289	1164

Anexo 2.1. Promedio del porcentaje de prendimiento para épocas y variedades.

Variedades	EPOCAS DE SIEMBRA			Promedios
	1	2	3	
Red Creole	82.5	94.50	96.25	88.42
Early Texas	76.5	92.00	96.75	91.41
Arequipeña	815	95.50	98.00	91.66
Promedio	80.16	94.00	97.33	271.49

Anexo 3. Días desde trasplante a la cosecha para épocas y variedades.

E	V	BLOQUES				Tt
		I	II	III	IV	
1	1	140	139	145	143	567
	2	138	136	140	142	556
	3	141	137	142	144	564
	Tpp	419	412	427	429	1687
2	1	139	140	137	138	554
	2	134	133	135	136	538
	3	140	139	137	138	554
	Tpp	413	412	409	412	1646
3	1	131	134	135	135	535
	2	128	130	133	134	525
	3	131	132	134	136	533
	Tpp	390	396	402	405	1593

Anexo 3.1. Promedio de días desde el trasplante a la cosecha, para épocas y variedades.

Variedades	EPOCAS DE SIEMBRA			Promedios
	1	2	3	
Red Creole	141.7	138.5	132,75	136,75
Early Texas	139.00	134.5	131,25	135,8
Arequipeña	141	138,5	133.25	137,58
Promedio	140.56	137,22	132,42	136.73

Anexo 4. Altura de la planta en cm para las épocas y variedades.

E	V	BLOQUES				Tt
		I	II	III	IV	
1	1	50,61	63,50	61,63	71,83	247,57
	2	61,44	68,17	75,44	71,67	276,72
	3	40,77	56,00	69,17	63,83	229,77
	Tpp	152,82	187,67	206,24	207,33	754,06
2	1	53,25	41,67	57,53	59,23	211,68
	2	51,40	47,56	59,60	51,07	209,63
	3	59,03	44,76	40,80	56,80	201,39
	Tpp	163,68	133,99	157,93	167,10	622,71
3	1	55,66	57,22	37,90	51,22	202,00
	2	65,01	69,20	46,60	58,60	239,41
	3	75,22	78,50	50,02	59,70	263,44
	Tpp	195,89	204,92	134,42	169,52	704,84

Anexo 4.1. Altura de la planta promedio para épocas y variedades.

Variedades	EPOCAS DE SIEMBRA			Promedios
	1	2	3	
Red Creole	61,89	52,92	52,5	55,77
Early Texas	69,18	52,40	59,85	60,48
Arequipeña	57,44	50,35	65,86	57,88
Promedio	62,84	51,89	59,40	58,04

Anexo 5. Peso del bulbo (g), para épocas y variedades.

E	V	BLOQUES				Tt
		I	II	III	IV	
1	1	98,80	99,40	95,90	97,80	391,90
	2	180,67	182,20	177,70	173,00	713,57
	3	105,93	103,79	102,82	107,57	420,11
	Tpp	385,40	385,39	376,42	378,37	1524,68
2	1	135,97	134,69	132,96	137,70	541,32
	2	136,20	135,79	137,20	135,97	545,16
	3	129,90	127,67	128,59	127,97	514,13
	Tpp	402,07	398,15	398,75	401,64	1600,61
3	1	101,95	102,77	104,00	102,65	411,37
	2	166,60	168,00	167,30	167,10	669,00
	3	178,60	177,60	174,60	174,10	704,90
	Tpp	447,15	448,37	445,90	443,85	1785,27

Anexo 5.1. Peso promedio de bulbos (g) en las épocas y variedades.

Variedades	EPOCAS DE SIEMBRA			Promedios
	1	2	3	
Red Creole	97,97	135,33	102,84	112,05
Early Texas	178,39	136,29	167,50	160,73
Arequipeña	105,03	128,53	176,22	136,59
Promedio	127,13	133,38	148,86	136,46

Anexo 6. Longitud de bulbo (cm), épocas y variedades.

E	V	BLOQUES				Tt
		I	II	III	IV	
1	1	5,04	5,36	4,80	4,90	20,03
	2	6,90	7,20	6,90	6,70	26,10
	3	5,30	4,90	4,80	4,90	19,90
	Tpp	17,24	17,46	16,50	16,50	66,03
2	1	6,00	5,80	5,70	5,90	23,63
	2	7,20	7,10	7,30	7,06	28,24
	3	5,51	5,60	5,50	5,49	22,07
	Tpp	18,71	18,50	18,50	18,45	73,94
3	1	5,10	5,40	5,20	5,20	20,9
	2	7,50	7,39	7,24	7,40	29,53
	3	6,90	6,75	6,86	6,70	27,21
	Tpp	19,50	19,54	19,30	19,30	77,64

Anexo 6.1. Promedio de la longitud de los bulbos en cm, para épocas y variedades.

Variedades	EPOCAS DE SIEMBRA			Promedios
	1	2	3	
Red Creole	5,02	5,85	5,22	5,37
Early Texas	6,92	7,16	7,38	7,16
Arequipeña	4,97	5,52	6,80	5,77
Promedio	5,64	6,18	6,47	6,09

Anexo 7. Diámetro del bulbo (cm) en épocas y variedades.

E	V	BLOQUES				Tt
		I	II	III	IV	
1	1	6,10	6,00	5,50	5,70	23,30
	2	8,30	9,20	7,90	9,00	34,40
	3	7,10	7,00	6,60	7,00	27,70
	Tpp	21,50	22,20	20,00	21,70	85,40
2	1	6,60	6,50	6,30	6,20	25,60
	2	6,30	6,40	6,50	6,50	25,70
	3	6,40	6,00	6,20	6,30	24,90
	Tpp	19,30	18,90	19,00	19,00	76,20
3	1	6,00	5,80	5,70	5,50	23,00
	2	7,60	7,00	6,70	5,70	27,00
	3	7,50	8,00	6,50	6,90	28,9,00
	Tpp	21,10	20,80	18,90	18,10	78,90

Anexo 7.1. Promedio del diámetro de los bulbos (cm), para épocas y variedades.

Variedades	EPOCAS DE SIEMBRA			Promedios
	1	2	3	
Red Creole	5,83	6,4	5,75	5,99
Early Texas	8,6	6,42	6,75	7,26
Arequipeña	6,93	6,23	7,23	6,79
Promedio	7,12	6,35	6,57	6,68

Anexo 8. Peso total del bulbo más las hojas, de épocas y variedades.

E	V	BLOQUES				Tt
		I	II	III	IV	
1	1	158,00	233,90	121,70	192,10	705,70
	2	252,90	272,10	260,20	190,30	975,50
	3	234,50	226,40	138,60	186,20	785,70
	Tpp	645,40	732,40	520,50	568,60	2466,90
2	1	176,70	122,90	157,30	179,40	636,30
	2	133,10	146,40	227,37	173,37	680,24
	3	191,70	128,43	138,30	178,83	637,26
	Tpp	501,50	397,73	522,97	531,60	1953,80
3	1	176,80	185,80	172,40	176,80	711,80
	2	329,50	278,50	255,60	155,20	1018,80
	3	340,80	340,80	240,50	200,20	1122,30
	Tpp	647,10	805,10	668,50	532,20	2852,90

Anexo 8.1. Promedio del peso total (hojas mas bulbos).

Variedades	EPOCAS DE SIEMBRA			Promedios
	1	2	3	
Red Creole	176,43	159,07	177,95	171,15
Early Texas	243,87	170,06	254,70	222,88
Arequipeña	196,42	159,31	280,57	212,11
Promedio	205,57	162,82	237,74	202,044

Anexo 9. Número de hojas en épocas y variedades.

E	V	BLOQUES				Tt
		I	II	III	IV	
1	1	10	10	10	12	42
	2	10	11	9	10	40
	3	14	12	7	16	49
	Tpp	34	33	26	38	131
2	1	8	7	10	8	33
	2	9	7	9	8	33
	3	9	9	6	10	34
	Tpp	26	23	25	26	100
3	1	8	9	9	7	33
	2	9	9	9	8	35
	3	9	8	9	7	33
	Tpp	26	26	27	22	101

Anexo 9.1. Promedio de numero de hojas de la cebolla, en épocas - variedades.

Variedades	EPOCAS DE SIEMBRA			Promedios
	1	2	3	
Red Creole	10,50	8,25	8,25	9.00
Early Texas	10,00	8,25	8,75	9.00
Arequipeña	12,25	8,50	8,25	9,67
Promedio	10,92	8,33	8,42	9,22

Anexo 10. Rendimiento en tn/ha de los bulbos en épocas y variedades.

E	V	BLOQUES				Tt
		I	II	III	IV	
1	1	28,34	26,75	25,64	23,73	104,46
	2	50,63	48,13	46,37	47,74	192,87
	3	29,83	28,02	27,48	25,02	110,35
	Tpp	108,80	102,90	99,49	96,49	407,68
2	1	38,43	36,90	35,45	36,57	147,35
	2	36,51	36,13	39,24	35,50	147,38
	3	35,21	35,26	34,18	34,03	138,68
	Tpp	110,15	108,29	108,87	106,10	433,41
3	1	27,92	29,32	27,11	28,48	112,83
	2	51,33	48,58	40,83	40,56	181,30
	3	52,94	53,02	46,87	44,59	197,42
	Tpp	132,19	130,92	114,81	113,63	491,55

Anexo 10.1. Promedio en t/ha, para cada una de las épocas y variedades.

Variedades	EPOCAS DE SIEMBRA			Promedios
	1	2	3	
Red Creole	26,12	36,84	28,21	30,39
Early Texas	48,22	36,85	45,33	43,46
Arequipeña	27,59	34,67	49,36	37,20
Promedio	33,97	36,12	40,96	37,02

Anexo 11. Costos de producción (Bs/ha)

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total (Bs)
Habilitación del terreno				
Limpieza del área	Jornal	3	20	60
Preparación del almácigo				
Remoción del suelo	Jornal	0.5	20	10
Mullido	Jornal	0.5	20	10
Preparación de sustrato	Jornal	0.5	20	10
Desinfección de sustrato	Jornal	0.5	20	10
Siembra	Jornal	0.5	20	10
Labores culturales de almácigo				
Riego	Jornal	2	20	40
Desmalezado	Jornal	3	20	60
Preparación del terreno				
Remoción del suelo	Jornal	10	30	300
Desterronado	Jornal	8	30	240
Incorporación de materia orgánica	Jornal	3	20	60
Establecimiento del cultivo				
Surqueado	Jornal	25	25	625
Trasplante	Jornal	25	25	625
Riego	Jornal	17	25	425
Refalle	Jornal	1	20	20
Escarda	Jornal	10	25	250
Aporque	Jornal	10	25	250
Desmalezado	Jornal	10	25	250
Cosecha	Jornal	15	25	375
Selección de categoría	Jornal	2	20	40
Sub total				3670

Semilla Early Texas	onza	183,82	14	2573,62
Total costo de producción Early Texas (Bs/ha)				6243,62
Semilla Red Creole	onza	183,82	12	2205,96
Total costo de producción Red Creole (Bs/ha)				5875,96
Semilla Arequipeña	onza	183,82	10	1838,2
Total costo de producción Arequipeña (Bs/ha)				5508,2

Anexo 12. Ubicación de la zona en estudio

