

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



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE INDUCCIÓN FLORAL PARA LA  
PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE REPOLLO (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.), EN  
EL VALLE BAJO DE COCHABAMBA**

**Presentado por:**

**RODRIGO DANIEL CRUZ PEREZ**

**La Paz – Bolivia  
2007**

**Universidad Mayor de San Andrés  
Facultad de Agronomía  
Carrera de Ingeniería Agronómica**

**EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE INDUCCIÓN FLORAL PARA LA  
PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE REPOLLO (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.), EN  
EL VALLE BAJO DE COCHABAMBA.**

*Tesis de Grado presentado como requisito  
para optar el título de Ingeniero Agrónomo*

**Presentado por:**

**RODRIGO DANIEL CRUZ PEREZ**

**TUTORES:**

**Ing. Yakov Arteaga García** .....

**ASESORES:**

**Ing. Hugo Bosque Sánchez** .....

**Ing. Hans Mercado Ríos** .....

**Tribunales:**

**Ing. Rafael Díaz Soto** .....

**Ing. Eduardo Oviedo Farfán** .....

**Ing. Alejandro Valdivia Salce** .....

**Aprobada**

**Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
Ing. M.Sc. Jorge Pascuali  
DECANO**

**La Paz – Bolivia  
2007**

## INDICE GENERAL

<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>iii</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>vii</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>viii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>x</b>
<b>SUMARY</b>	<b>xi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo general	3
1.2 Objetivos específicos	3
1.3 Hipotesis	3
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>4</b>
2.1 Origen del repollo	4
2.2 Clasificación taxonómica	5
2.3 Descripción botánica del repollo	5
2.4 Condiciones agro ecológicas	6
2.4.1 Requerimiento climático	6
2.4.2 Suelo	7
2.4.3 Riego	7
2.5 Enfermedades y plagas del repollo	8
2.5.1 Enfermedades	8
2.5.2 Plagas	10
2.6 Desarrollo del repollo	11
2.6.1 Fases del repollo	11
2.7 Requerimientos nutricionales	12
2.8 Extracción de nutrientes	13
2.9 Requerimiento de materia orgánica	13
2.10 Absorción de nutrientes	14
2.11 Importancia del nitrógeno, fósforo, potasio en el cultivo de repollo	14
2.11.1 Nitrógeno	14
2.11.1.1 Fertilizantes nitrogenados	16
2.11.1.2 Urea [CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ]	16
2.11.2 Fósforo	17
2.11.3 Potasio	17
2.12 Tipos de repollo	17
2.13 Importancia de realizar cortes en la cabeza de repollo	17
2.13.1 Corte en cruz, corte longitudinal, corte triangulo	19
2.14 Polinización	20
2.14.1 Post cosecha de las semillas de repollo	21
2.14.2 Análisis de semilla	21
a. Genéticos	21
b. Físicos	22
b.1 Pureza física	22
b.2 Humedad	22
b.3 Daños mecánicos	22
b.4 Peso volumétrico	22
b.5 Peso 1000 semillas	23

b.6	Aspecto	23
c.	Fisiológicos	23
c.1	Germinación	23
c.2	Dormancia	24
c.3	Vigor	24
d.	Sanitarios	24
2.15	Importancia del repollo	25
2.16	Secado de semilla	26
2.16.1	Tipos de secado	26
a.	El secado natural	26
b.	El secado artificial	26
2.17	Estadísticas respecto a la utilización de abonos en Bolivia	27
2.18	Estadísticas de la producción, rendimiento, superficie de cultivos de repollo	27
<b>III</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>29</b>
3.1	Ubicación y caracterización de la zona	29
3.1.1	Localización	29
3.1.2	Características ecológicas	29
3.2	Tamaño de parcela	29
3.3	Materiales	30
3.3.1	Material vegetal	30
3.3.2	Material de laboratorio	31
3.3.3	Insumos	31
3.3.4	Material de campo	32
3.4	Metodología	32
3.4.1	Almacigado	32
	Desinfección de sustratos y bandejas	32
	Mezcla de sustratos	32
	Siembra	32
	Riego	33
	Raleo	33
3.4.2	Preparación del terreno	33
3.4.3	Trasplante	33
3.4.4	Reposición	34
3.4.5	Riego	34
3.4.6	Deshierbe y aporque	34
3.4.7	Aplicación de los niveles de nitrógeno	34
3.4.8	Plagas y enfermedades	35
3.4.9	Realización de los cortes	37
3.4.10	Cuidado en floración	38
3.4.11	Beneficiado de las semillas	38
	Recolección de plantas	38
	Secado de plantas	39
	Trillado y separado de las semillas	39
3.4.12	Muestreo de suelo	39
3.4.13	Análisis de laboratorio	40
3.4.14	Toma de datos	40
3.4.15	Variables biométricas	40
3.4.15.1	Diámetro de cabeza	40
3.4.15.2	Días a la floración	41
3.4.15.3	Número de silicuas por planta	41

3.4.15.4	Número de semillas por silicua	41
3.4.15.5	Número de semillas por gramo	41
3.4.15.6	Número de semillas por kilogramo	41
3.4.15.7	Peso volumétrico	42
3.4.15.8	Peso de 1000 semillas	42
3.4.15.9	Rendimiento	42
3.4.15.10	Porcentaje de germinación	42
3.4.16	Diseño experimental	42
3.4.17	Factores de estudio	43
3.4.18	Modelo estadístico	44
3.4.19	Tratamientos	44
3.4.20	Temperatura y precipitación pluvial	45
3.4.21	Análisis económico	45
3.4.22	Análisis estadístico	45
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>46</b>
4.1	Parámetros climáticos	46
4.1.1	Temperatura en invernadero y en parcela	46
4.1.2	Precipitación pluvial	48
4.1.3	Temperatura en secado de semilla	49
4.2	Análisis Físico Químico de suelo	51
	Textura	51
	Densidad aparente	52
	pH de los sustratos	52
	Conductividad eléctrica	53
	Potasio intercambiable	53
	Porcentaje de materia orgánica	53
	Porcentaje de nitrógeno total	54
	Fósforo disponible	54
4.3	Parámetros biométricos	55
4.3.1	Diámetro de cabeza	55
4.3.2	Días a la floración	58
4.3.3	Número de silicuas por planta	63
4.3.4	Número de semillas por silicua	67
4.3.5	Número de semillas por gramo	68
4.3.6	Número de semillas por kilogramo	69
4.3.7	Peso volumétrico	70
4.3.8	Peso de 1000 semillas	73
4.3.9	Rendimiento	74
4.3.10	Porcentaje de germinación	77
4.4	Análisis económico	81
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>83</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>85</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>86</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>89</b>

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b>	Características del material vegetal	30
<b>Cuadro 2.</b>	Insumos para la producción de semilla de repollo	31
<b>Cuadro 3.</b>	Cantidad a aplicar de los niveles de nitrógeno según croquis de campo	35
<b>Cuadro 4.</b>	Plaguicidas aplicados en la producción de semilla de repollo	36
<b>Cuadro 5.</b>	Descripción de los cortes realizados	37
<b>Cuadro 6.</b>	Distribución del tipo de corte según croquis de campo	38
<b>Cuadro 7.</b>	Reporte del análisis físico químico de suelo	51
<b>Cuadro 8.</b>	Análisis de varianza del diámetro de cabeza en repollo	55
<b>Cuadro 9.</b>	Análisis de varianza de los días a la floración	58
<b>Cuadro 10.</b>	Análisis de varianza del efecto simple de días a la floración	62
<b>Cuadro 11.</b>	Análisis de varianza del número de silicuas por planta	63
<b>Cuadro 12.</b>	Análisis de varianza efecto simple del número de silicuas por planta	66
<b>Cuadro 13.</b>	Análisis de varianza del número de semillas por silicua de repollo	67
<b>Cuadro 14.</b>	Análisis de varianza del número de semilla por gramo de repollo	68
<b>Cuadro 15.</b>	Análisis de varianza del número de semillas por kilogramo de semilla de repollo	69
<b>Cuadro 16.</b>	Análisis de varianza del peso volumétrico en semilla de Repollo	70
<b>Cuadro 17.</b>	Análisis de varianza del peso de mil semillas de repollo	73
<b>Cuadro 18.</b>	Análisis de varianza del rendimiento de semilla de repollo	74
<b>Cuadro 19.</b>	Análisis de varianza para porcentaje de germinación, (datos transformados con raíz cuadrada)	77
<b>Cuadro 20.</b>	Análisis de varianza del efecto simple para la interacción de niveles de nitrógeno por tipos de corte para el porcentaje de germinación	80
<b>Cuadro 21.</b>	Análisis económico según relación beneficio costo.	82

## LISTA DE FIGURAS

<b>Fig.1</b>	Temperaturas máximas, mínimas, promedio dentro del invernadero	46
<b>Fig.2</b>	Temperaturas máximas, mínimas, promedio en parcela de experimento	48
<b>Fig.3</b>	Precipitación pluvial desde trasplante hasta la cosecha de semilla	49
<b>Fig.4</b>	Temperatura registrada al momento del secado de semilla	50
<b>Fig.5</b>	Diámetro de la cabeza de repollo por tipos de corte y prueba de Duncan	56
<b>Fig.6</b>	Diámetro de la cabeza de repollo por niveles de nitrógeno y prueba de Duncan	57
<b>Fig.7</b>	Días a la floración por niveles de nitrógeno y prueba de Duncan	59
<b>Fig.8</b>	Días a la floración por tipos de cortes y prueba de Duncan	60
<b>Fig.9</b>	Interacción niveles de nitrógeno por tipos de corte en días a la floración	62
<b>Fig.10</b>	Número de silicuas por planta por nivel de nitrógeno y prueba de Duncan	64
<b>Fig.11</b>	Número de silicuas por planta por tipo de corte y prueba de Duncan	65
<b>Fig.12</b>	Interacción de los niveles de nitrógeno por tipos de corte en número de silicuas por planta.	66
<b>Fig.13</b>	Peso volumétrico por niveles de nitrógeno y prueba de Duncan	71
<b>Fig.14</b>	Peso volumétrico por tipos de cortes y prueba de Duncan	72
<b>Fig.15</b>	Rendimiento de semilla por nivel de nitrógeno y prueba de Duncan	75
<b>Fig.16</b>	Rendimiento de semilla por tipo de corte y prueba de Duncan	76
<b>Fig.17</b>	Porcentaje de germinación por nivel de nitrógeno y prueba de Duncan	78
<b>Fig.18</b>	Porcentaje de germinación por tipo de corte y prueba de Duncan	79
<b>Fig.19</b>	Interacción niveles de nitrógeno por tipos de corte en porcentaje de germinación	80



***El presente trabajo esta dedicado a Dios  
quien nos levanta cada vez que caemos***

***A mis queridos padres,  
Eduardo Cruz Carrasco y Getrudez Perez Vallejos***

***A mis hermanos, Marcelo y Paola.***

***A mi pareja, Brigida Carvajal Nina.***

***A mis pequeñas hijas Nicole y Natalia.***

***A mi tío, Gregorio Perez Vallejos.***

***A la memoria de, Nicolaza Vallejos de Perez***

***Gracias por el amor y comprensión de todos.***



## **AGRADECIMIENTOS:**

Deseo expresar mis mas sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones:

Al Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH), institución que brindo todo su apoyo para la realización del presente trabajo.

Mis agradecimiento a las autoridades, docentes y personal administrativo de la Facultad de Agronomía, UMSA, por haberme colaborado en mi formación profesional.

A los Ingenieros Hans Mercado Ríos, Yakov Arteaga García, Hugo Bosque quienes tomaron parte de su tiempo y atención para poder elaborar el presente trabajo.

A los miembros del tribunal revisor Ing. Eduardo Oviedo Farfán, Ing. Alejandro Valdivia Salcez y Ing. Rafael Díaz Soto, por su paciencia, consejos y sugerencias para el enriquecimiento del documento final.

Y por ultimo un agradecimiento muy especial a todos mis amigos entre Ingenieros, docentes y compañeros, por su amistad y apoyo para llevar adelante este trabajo.

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en predios a cargo del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas en Cochabamba, siendo la investigación desde mayo de 2005 hasta marzo del 2006, con el principal objetivo de la investigación de determinar el método más adecuado para inducción floral de las plantas de repollo para la producción de semillas de calidad y en cantidad a campo abierto, llevándose a cabo los objetivos de la investigación en un diseño de parcelas divididas en diseño de bloques completos al azar, empleándose como factores niveles de nitrógeno ubicándolas en la parcela grande y tipos de cortes que se ubicaron en la parcela pequeña, en diferentes interacciones entre los dos factores; las variables de respuesta que se evaluaron durante la realización del ensayo, fueron: diámetro de cabeza, días a la floración, número de silicuas por planta, número de semillas por silicua, número de semillas por gramo, número de semillas por kilogramo, peso volumétrico, peso de 1000 semillas, rendimiento y porcentaje de germinación; Una vez realizado el trasplante de las plantulas, durante el desarrollo de las plantas de repollo hasta la formación de repollo, se aplicó el primer método para la inducción floral con diferentes niveles de nitrógeno (0kg/ha, 50kg/ha, 100kg/ha, 150kg/ha) el cual fue fraccionado en tres aplicaciones, después de los 90 días del trasplante se procedió a aplicar el segundo método para la inducción floral con diferentes tipos de cortes: triangular, en cruz, longitudinal y sin corte; emitido el vástago floral se procedió a realizar su cuidado evitando el ingreso en la parcela para evitar el desmoronamiento de la inflorescencia, daños en las flores, daño a la silicuas y semillas, brindando además protección contra el ataque de pájaros; obteniéndose un rendimiento, para todos los tratamientos con niveles de nitrógeno promedios de 2203,92 kg/ha para el nivel 150 kg/ha de nitrógeno y 2047,39kg/ha para el nivel 100kg/ha de nitrógeno; otra variable de respuesta importante fue el de porcentaje de germinación donde todos los tratamientos presentaron porcentajes promedios de germinación (90% – 98%) muy por encima del mínimo reglamentado por normas internacionales para su comercialización cerca al 100%. Se debe tomar en cuenta que según el ensayo se presentó a 2 tratamientos como los de mayor rendimiento y calidad el tratamiento 11(nivel 100kg/ha de nitrógeno, corte en cruz) y el tratamiento 15(nivel 150kg/ha de nitrógeno, corte en cruz), y según el análisis económico se tuvo una relación de beneficio costo de 10,56 y 10,57 respectivamente. Tomándose al tratamiento 11 como el que presenta características apropiadas para la producción de semilla de repollo.

## SUMMARY

The present study came true at estates in charge of Producción's National Center of Semillas of Hortalizas in Cochabamba, being the investigation from May 2005 to March of 2006, With the principal objective of the investigation to determine the best-suited method for floral induction of the cabbage plants for the production of seeds of quality and in bulk with no boundaries given, Taking effect the objectives of the investigation in a design of plots of land divided in design of complete blocks at random, having like factors nitrogenous levels locating them at the big plot of land and courts' types that were located at the little plot of land, In different interactions between the two factors; The variables of answer that were evaluated during the realization of the essay, matched : Diameter upside down, days to flowering, siliques number for plant, number of seeds for silique, number of seeds for gram, number of seeds for kilogram, volumetric weight, weight of 1000 seeds, performance and percentage of germination; Once once the transplanting of the plantelets during the development of the cabbage plants, to the formation of cabbage was accomplished, ( 0kg/ha, 50kg/ha, 100kg/ha, 150kg/ha ) which applied the first method for the floral induction with different nitrogenous levels itself you went fractioned from in three applications, after the 90 days transplanting it was proceeded to applying the second method for the floral induction with different kinds of courts: Triangulating, crossed, longitudinal and without court; Once the floral shoot was emitted it was proceeded to accomplishing his care avoiding the entrance at the plot of land to avoid the falling apart of the catkin, damages in the flowers, I damage the silicuas and seeds, offering besides protection against birds' attack; of gain a performance, for all of the treatments with nitrogenous average levels of 2203.92 kg/ha for the level 150 kg/ha of nitrogen and 2047,39kg/ha for the level 100kg/ha of nitrogen; Another variable of important answer was the one belonging to percentage of germination where all treatments presented average percentages of germination ( 90 % – 98 % ) very on top of the minimum regulated by international standards for his commercialization near to the 100 %. It must be drunk in account than you showed up for 2 treatments according to the essay like give them bigger performance and quality the treatment 11 ( level 100kg/ha of nitrogen, crossed court ) and the treatment 15 ( level 150kg/ha of nitrogen, crossed court ), and according to the cost-reducing analysis a relation of benefit had cost of 10.56 and 10.57 itself respectively. Taking to the treatment 11 that you present characteristics adapted for the production of seed of cabbage like.

## I. INTRODUCCIÓN

Al existir un incremento de la población mundial, existe un aumento en el requerimiento de alimentos nutritivos en calidad y cantidad, siendo las hortalizas los vegetales de mayor importancia alimentaria, económica y social para muchas poblaciones, por lo que es necesario el uso eficiente de los suelos, recursos hídricos, material vegetal, labores culturales adecuadas y eficientes prácticas de fertilización.

En Bolivia el 40% de la población se dedica a la agricultura, pero en menor énfasis en el desarrollo de la horticultura, existiendo pocos estudios sobre la misma. Las hortalizas se destinan al consumo humano en estado fresco y en menor proporción para su industrialización.

El departamento de Cochabamba es la mayor zona productora de hortalizas que abastece a la mayoría de los mercados de Bolivia, sin embargo la superficie cultivada es muy reducida y se va reduciendo cada vez más, lo cual refleja el bajo nivel de consumo de verduras, pero lo que es deseable el incremento de consumo de verduras desde el punto de vista nutricional para la población.

Dentro de la amplia gama de cultivos de hortalizas se destaca el repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) por poseer un alto valor nutritivo, rico en minerales y vitaminas, conocido desde tiempos muy antiguos para la alimentación y medicina; Se considera como la especie más importante dentro el género *Brassica* por su amplia difusión, capacidad de adaptación, bajos costos de producción, fácil manejo y una demanda permanente en el mercado.

El cultivo de esta hortaliza se ve favorecido en el departamento de Cochabamba, por las características del clima y suelo de sus valles y cercanía de mercados, que según datos estadísticos elaborados por el Instituto Nacional de Estadística, indican que la superficie cultivada en este departamento se redujo por consecuencia de la expansión de las zonas urbanas o reemplazo por otros cultivos de mayor interés económico, a lo que se añade los bajos rendimientos.

Para el incremento del rendimiento de repollo, considerando que la superficie ha sufrido una reducción importante, se debe tomar en cuenta los factores que afectan a esta producción. El éxito del cultivo de repollo está dado por una combinación adecuada de la densidad de plantas por hectárea y una eficiente fertilización, pues según muchos autores todo cultivo desgasta el suelo.

La producción de repollo en su primera fase que es la vegetativa donde se forma la cabeza de repollo (parte comestible) no presenta problemas graves por su fácil desarrollo, pero al pasar a la fase reproductiva, en la liberación del vástago floral, para la formación de la inflorescencia, se presentan deformaciones por encontrarse encerrada entre las hojas internas que impiden su normal desarrollo, y como consecuencia tener, pudriciones dentro la cabeza de repollo, vástagos florales tardíos y a veces ausentes, generando una baja en calidad y cantidad de semilla.

Por esta razón se consideró la necesidad de estudiar el comportamiento del repollo con técnicas adecuadas, referente a aplicación de distintos niveles de nitrógeno y prácticas mecánicas adecuadas de corte para realizar una inducción floral logrando un desarrollo normal del vástago floral, logrando de esta manera un buen crecimiento y desarrollo de la inflorescencia, para producir semilla en cantidad y buenas características de calidad, obteniendo además información útil para el agricultor dedicado a esta hortaliza.

Una buena semilla constituye un componente fundamental para una agricultura moderna y productiva, siendo importante para un rápido establecimiento de una forma vigorosa, uniforme y sana.

El trabajo que realiza el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (C.N.P.S.H.), constituye un marco de referencia para la ejecución, funcionamiento e investigación de actividades de abastecimiento de semilla hortícola de calidad y cantidad para Bolivia. Dando prioridad a variedades de semillas hortícola que mueven rubros económicamente atractivos como cebolla, tomate, repollo, brócoli, zanahoria, entre otros.

## **1.1 Objetivo general**

- Evaluar dos métodos de inducción floral para la producción de semilla de repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.), en el Valle Bajo de Cochabamba.

## **1.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico (Rendimiento de semilla) del cultivo con la inducción floral.
- Evaluar el efecto de los diferentes niveles de nitrógeno y tipos de corte en el cultivo de repollo en la producción de semilla de repollo.
- Determinar de todos los tratamientos cual es más accesible en cuanto a la relación beneficio/costo

## **1.3 Hipótesis**

- No existen diferencias en el comportamiento agronómico por efecto de la inducción floral con diferentes niveles de nitrógeno y diferentes tipos de corte.
- La inducción floral no afecta la cantidad y calidad de semilla.
- En el análisis económico la relación benéfico/costo es similar para todos los tratamientos.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

Hebblethwaite (1989), indica que el género *Brassica* aporta una enorme diversidad de cultivos agrícolas y hortícolas. En algunas especies, se incluyen cultivos de semillas así como de hoja o raíz. En el caso de *Brassica oleracea*, los productos buscados son tejidos vegetativos o florales, pero como son cultivos que se propagan por semilla, tanto la producción como el comportamiento de esta última (capacidad de la semilla para germinar y establecer plántulas), son aspectos que son importantes para la producción del cultivo. Los últimos avances en el mejoramiento vegetal y en las prácticas agrícolas impusieron nuevas demandas sobre la calidad y cantidad de semilla de *Brassica oleracea*. Además, se incrementó el énfasis puesto en la calidad de semilla, puesto que la instalación de un cultivo a partir de semilla varía de acuerdo con la viabilidad de la misma y según la capacidad de las semillas viables para emerger bajo las condiciones existentes en el suelo al momento de la siembra afectando la economía y producción final.

### 2.1 Origen del repollo

Valadez (1998), indica que esta hortaliza es originaria del Mediterráneo y Europa, En la actualidad crece en estado silvestre en las costas del Mediterráneo, Inglaterra, Dinamarca, Francia y Grecia. Es la más antigua de las crucíferas, remontándose su origen entre los años 2000 y 2500 a. de C. Se cree que los egipcios la utilizaban como planta medicinal. En 1536 los europeos empezaron a explotarla, y después los colonizadores la llevaron al continente Americano.

Limongelli (1979), menciona que las coles son plantas indígenas de Asia Occidental y Europa. Su antigüedad es cercana a los 2000 - 2500 años A.C., la cual se reconoce por el gran número de razas que existen y por modificaciones profundas sumado a caracteres de la planta primitiva. Es decir que la gran diversidad del género *Brassica* data de mucho antes del comienzo de nuestra era. Las primeras coles cultivadas fueron las coles propiamente dichas, el repollo y el colrábano.

## 2.2 Clasificación taxonómica

Cronquist et al., (1986), clasifican al repollo de la siguiente forma:

Clase	:	Magnoliopsida
Sub Clase	:	Dillenidae
Orden	:	Caparales
Familia	:	Brassicaceae
Género	:	<i>Brassica</i>
Especie	:	<i>oleracea</i>
Variedad	:	capitata
N. Científico	:	<i>Brassica oleracea</i> var. capitata L.
N. Común	:	Repollo

## 2.3 Descripción botánica del repollo

Limongelli (1979), menciona que el repollo es una planta perenne cultivada como anual, presenta raíz pivotante profunda, después forma un sistema radicular ramificado y superficial, encontrándose el 80% de las raíces entre los 5 cm y 30 cm de profundidad, cuando no hay barrera física a su penetración, ubica a las raíces entre 45 cm y 60 cm. de profundidad; el tallo es corto de 30 cm; Las primeras hojas se despliegan normalmente y pueden llegar a tener una longitud de 30 cm o más, después las hojas se cubren abrazándose unas a otras formando una cabeza compacta, que es la parte comestible; las hojas sésiles o cortamente pecioladas pueden ser de color verde claro y lisas; la cabeza presenta diferentes formas (redonda, oval, achatada, cónica, intermedias); después de un tiempo la cabeza se quiebra para dar paso a la vara floral; la inflorescencia es racimosa con flores de color amarillo; la flor tiene forma de cruz; el fruto es una silicua (dehiscente), produce de 20 - 30 semillas; la semilla es redonda a angulosa; el tegumento es castaño - rojizo o negrusco.

Gordon (1984) menciona que la planta de repollo es bianual, a determinadas condiciones produce un pedúnculo semillero el primer año. La cabeza de col es una gran yema terminal, se puede observar fácilmente cortándola en sentido longitudinal.



## 2.4 Condiciones y requerimiento para su cultivo

### 2.4.1 Requerimiento climático

Hebblethwaite (1989) menciona los factores ambientales que afectan la producción de semilla, también pueden afectar su comportamiento posterior en un cultivo. Es así como los niveles de producción de semilla de los cultivos de *Brassica oleracea* pueden verse disminuidos por el ataque de enfermedades (*Alternaria*, hongo que puede reducir el nivel de germinación de la semilla).

Valadez (1998) cita a Splittstoesser (1984) quien menciona que el repollo se desarrolla y produce mejor en climas templados y fresco. De las crucíferas, ésta presenta mayor tolerancia a bajas temperaturas (heladas hasta  $-9^{\circ}\text{C}$ ); la temperatura mínima para germinación es  $4.4^{\circ}\text{C}$  y la máxima de  $35^{\circ}\text{C}$ , siendo la óptima de  $29,4^{\circ}\text{C}$ ; sin embargo Valadez (1998) cita también a Knott (1981) y Guenko (1983) quienes mencionan que las temperaturas óptimas son de  $20^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ , emergiendo del suelo de 3 a 4 días, Las temperaturas ambientales propias para su crecimiento y desarrollo son de  $15^{\circ}\text{C}$  a  $20^{\circ}\text{C}$ , con mínimas de  $0^{\circ}\text{C}$  y máximas de  $27^{\circ}\text{C}$ .

Raymond (1989) menciona temperaturas de  $4^{\circ}\text{C}$  a  $7^{\circ}\text{C}$ , durante un periodo de 3 a 4 semanas (vernalización) después de la fase juvenil, emite el vástago floral. Se ha comprobado que a temperaturas controladas de un rango de  $14^{\circ}\text{C}$  a  $18^{\circ}\text{C}$  (Bajo condiciones de invernadero) la col puede ser perenne, pudiendo producir tres coles por año o seis en dos años. Menciona además que algunas especies hortícolas necesitan de vernalización y también días largos que sigan a ella antes de que aparezca la inflorescencia, El repollo presenta una gradación de tiempo para florecer después de la vernalización en relación con la magnitud de las bajas temperaturas adquiridas. Raymond (1989) cita a Heide (1970) quien ha estudiado estos fenómenos en el repollo y llega a la conclusión de que no solamente se debe la respuesta al incremento de frío según la edad de la planta sino a que se necesita un óptimo de temperatura de  $5^{\circ}\text{C}$  durante solo 3-4 semanas de vernalización. Raymond (1989) cita a Ito y Saito (1961) quienes establecieron que diferentes variedades de repollo tienen necesidades distintas de bajas temperaturas.

## **2.4.2 Suelo**

Valadez (1998) menciona que las coles son moderadamente tolerantes a la salinidad, siendo las más resistentes las coles blancas que las coles rojas, con pH ligeramente tolerante a la acidez de 6.8 - 5.5, Se desarrolla en cualquier tipo de textura de suelo extrayéndose de la col mayormente nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.

Ferreira (1993) menciona que las Brassicas pueden ser cultivadas en suelos de diferentes texturas, usando los correctivos y fertilizantes mas adecuados para cada tipo; en suelos arcillosos retienen mayor cantidad de agua y permiten un intervalo de irrigación mayor comparando a suelos arenosos.

Maroto (1995) menciona que en suelos ácidos son frecuentes los ataques de la hernia de la col, siendo el repollo considerada como medianamente resistente a la salinidad, se deben tener suelos profundos para este cultivo.

## **2.4.3 Riego**

Limongelli (1979) menciona que el riego aumenta los rendimientos entre un 60 y 100% mejorando la calidad de las cabezas, siendo el sistema de riego por surco el que más predomina para este tipo de explotación, teniendo en cuenta que el riego aumenta el rendimiento y mejora la calidad de las cabezas, la frecuencia de riego esta de acuerdo a la estación del año y condiciones climáticas.

Raymond (1989) menciona que el riego en estado vegetativo aumenta el volumen del follaje producido pero no hay datos sobre el efecto del riego en la producción de semilla.

## 2.5 Enfermedades y plagas del repollo.

### 2.5.1 Enfermedades

Calderón (1984) menciona las siguientes enfermedades:

El *Dumping off*, es provocada por *Pythium devarianum*, *P. irregulare*, *P. ultimum* y *ficomicetes*, atacando a las plántulas en la almaciguera con exceso de humedad, donde estas caen y mueren, el cultivo es raquítico, la base de los tallos podridos con estrangulaciones filiformes negras, podredumbre en raíces, se puede controlar con Ridomil (60g/20l), Bromuro de metilo, Buzan (2,3%), Basamid G35 (40g/m<sup>2</sup>), rotación.

*Mildiu* del repollo y crucíferas, enfermedad es provocada por hongos *ficomicetes*, produciendo manchas aceitosas translúcidas con eflorescencias blanquecinas en ambas caras de la hoja. Se puede controlar con Fungicidas cúpricos, Cobox (300- 500g/100 l), cupravit (300-400g/100 l), Dithane M-45(250g/100l).

Hernia de la col, enfermedad causada por *ficomicetes* (*Plasmodiophora brassicae*), produciendo crecimiento lento, marchites de la parte superior, amarillamiento de la hoja, tumor en las raíces. Se puede controlar con Dithane-45 (1 – 1,5kg/ha), tratamientos preventivos, destrucción de plantas enfermas, encalado.

Roya blanca del repollo, causada por el *Albugo candida* K., hongo que forma unas pústulas blancas inicialmente recubiertas por una cutícula delgada que se desgarran para poner en libertad una masa pulverulenta constituida por las esporas, cuando las lesiones aumentan de tamaño las hojas se entumescen, distorsionan y toman un color amarillento, la enfermedad puede abarcar las flores y causar hipertrofia recubiertas por pústulas. Hongo que permanece en restos vegetales y sobre hospedantes, se controla eliminando restos vegetales.

Herbas (1981) menciona las siguientes enfermedades:

Podredumbre negra, causada por la *Xanthomonas campestris*, bacteria que provoca clorosis en las hojas, ennegrece las nervaduras produciendo manchas en “V” , atacando en almaciguera y en hojas de la cosecha, distribuyéndose por semilla infectada, se puede controlar con tratamientos preventivos en semillas

Podredumbre blanda del repollo, causada por la *Erwinia carotovora H.*, bacteria que se manifiesta próxima a la maduración y a tejidos suculentos, y a condiciones de temperatura y humedad favorables se observa la presencia de tejido acuoso otros en estado avanzadote podredumbre blanda con exudación de tejido liquido nauseabundo a causa de la presencia de microorganismos secundarios que aceleran el proceso, patógeno que sobrevive en el suelo y restos vegetales y se disemina en el agua, bacteria que penetra por los estomas y heridas leves, se combate eliminando restos vegetales y eliminando a plagas presentes y realizando rotación del cultivo.

Marchitamiento y podredumbre del repollo, causada por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*, hongo que provoca la caída de las hojas y una podredumbre del tallo, sobre los tejidos se puede observar la presencia de tejido blanco compacto de color blanco y la formación de esclerocios de color negro de forma y tamaño variable, pueden estar presentes en repollos ya cosechados produciendo pudriciones posteriormente en almacenaje, hongo que permanece en forma de esporas sexuales en estiércol y restos vegetales diseminadas por movimientos bruscos y el viento, se controla quemando los restos vegetales y desinfectar el suelo muy contaminado antes de plantar.

Mosaico del repollo, causada por el virus *Marmor brassicae H.* y *Mamor cruciferarum H.* ambos transmitidos por los pulgones (*Myzus persicae*, *Brevicoryne brassicae* y *Ropalosiphum pseudobrassicae*) los síntomas son variables según la estirpe del virus, susceptibilidad de la planta, temperatura, y otros factores. Pero se puede apreciar áreas cloróticas, clorosis general, distorsión foliar, clorosis de nervadura, clorosis inter nervial, mala formación de la cabeza y reducción de las flores. Este virus permanece de un año para otro pues son llevados por los pulgones, hay baja transmisión por semilla. Se

recomienda quemar los restos vegetales, combatir las plagas, usar semilla certificada, cultivar variedades resistentes a esta enfermedad.

CNPSH (1998) menciona que las enfermedades más comunes del repollo son: el *Dumping off* o mal de almaciguera, la pudrición negra que causa el amarillamiento de la planta, *Oidio* que causa el secado de las hojas. Una rotación de cultivo de 3 a 4 años es una buena ayuda para el control de enfermedades, también es recomendable realizar aplicaciones con Ridomil o Dithane en dosis de 60 gramos por cada 20 litros de agua.

### **2.5.2 Plagas**

Limongelli (1979) menciona las siguientes plagas:

Pulgón del repollo, como *Brevicoryne brassicae* y otros como *Myzus persicae*, y otros del género *Apis*, *Anurapis*, *Macrosiphum*, estas penetran profundamente dentro la planta y es difícil de lograr el contacto con el insecticida siendo efectivos los insecticidas con propiedades sistémicas como el Dimetoato (30cc/20l), Polytrin (20cc/20l).

Polilla del repollo, como *plutella maculipennis*, esta deja sus huevecillos en las hojas del repollo y su larva se va comiendo las hojas, bajando la calidad de las cabezas, se puede controlar con Endusolfan.

CNPSH (1998) menciona las plagas más comunes en repollo tenemos a los pulgones, que son la plaga más conocida que causa gran daño, sobre todo cuando el cultivo esta pequeño. Otra plaga es el gusano del repollo que ocasiona daños en las hojas y causa pudrición en la cabeza. El gusano medidor es otra de las plagas más comunes; y el gusano taladrador que agujerea tallos y raíces. Para el control de estas plagas a dado buenos resultados la aplicación de Dimethoato y Polytrin en una dosis de 30cc y 20cc por cada 20 litros de agua, respectivamente.

## **2.6 Desarrollo del repollo**

EMBRAPA (1999) menciona que el repollo es propagado por semilla y debe ser sembrado en almácigos para la formación de plántulas que serán oportunamente transplantados a un lugar definitivo en surcos de 0,5 – 1 m de distancia entre ellos, antes del trasplante se realiza una selección de las mejores plántulas para tener una producción uniforme, debiendo eliminar plantas atípicas, plántulas muy flacas, mal nutridas y débiles. El riego inicialmente debe ser abundante, luego debe moderarse. Las labores culturales deben ser idénticas a cualquier otra (fertilización, libre de plantas dañinas, libre de plagas y enfermedades), a los 70 días se debe recorrer el campo e identificar las plantas sanas, vigorosas, sin enfermedades y se seleccionarán las mejores cabezas para que sean las matrices formadoras de brotes para un segundo ciclo.

### **2.6.1 Fases del repollo**

Cabrera (2002) señala las siguientes fases del repollo:

Primera fase (10 – 30 días); desde la germinación hasta la aparición de la tercera o cuarta hoja, donde la plántula está lista para ser trasplantada durante la cual la plántula pierde entre 5 – 10% de sus raíces.

Segunda fase (30 – 60 días); desde el trasplante pasando por la recuperación de la misma hasta la formación y expansión de las primeras hojas, donde la planta presenta entre 6 – 8 hojas las cuales tienen forma de roseta.

Tercera fase (60 – 90 días); desde la formación de hojas en forma de roseta hasta el inicio de la formación de la cabeza, donde las hojas crecen más erectas que las anteriores y forman la cubierta de protección para las hojas internas que llegan a formar la cabeza.

Cuarta fase (90 – 120 días); desde el inicio de la formación de la cabeza hasta la formación y desarrollo total de la cabeza y deja de emitir nuevas hojas, donde ocurre una intensa actividad del tejido meristemático hasta la total formación de la cabeza de repollo incluso hasta la cosecha de las cabezas.

Ferreira (1993) menciona que la fase vegetativa podrá ser interrumpida para que pase a la fase reproductiva, la duración de la cabeza puede ser prolongada de acuerdo al cultivar, temperatura, época de cultivo, estado nutricional y otros factores.

## **2.7 Requerimientos Nutricionales**

Rodríguez (1982) menciona que la materia orgánica de los vegetales esta compuesta principalmente por carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno. Las plantas mediante la fotosíntesis utilizan la luz solar como fuente de energía, produciendo los compuestos orgánicos a partir del bióxido de carbono de la atmósfera y el agua que extrae fundamentalmente de las raíces. Estos compuestos elaborados poseen en su composición carbono, hidrógeno, oxígeno, constituyendo químicamente los hidratos de carbono. Para la síntesis de otras sustancias básicas como las proteínas, fosfolípidos, clorofila, etc., necesitando de otros elementos básicos como el nitrógeno, fósforo, magnesio, etc., que las plantas extraen de su medio (por las raíces y por vía foliar).

Los elementos esenciales reciben el nombre de nutrientes vegetales, clasificándose en macro nutrientes y micro nutrientes siendo los mas importantes (N, P, K, Ca, S, Mg), los nutrientes absorbido por la planta ingresan al circuito fisiológico comportándose de una manera móvil o inmóvil, el primero se mueve casi continuamente dentro del vegetal ocasionando un traslado en los distintos periodos del crecimiento y desarrollo.

Valadez (1998) menciona al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas en México (INIA), y recomienda niveles de nitrógeno de 100 kg/ha, fraccionado en dos aplicaciones, también Vigliola (2003) indica que en la universidad pública de Argentina, en Brassicas se trabaja con niveles de 150kg/ha, al respecto Raymond (1989) menciona que altos niveles de nitrógeno da lugar a plantas blandas (cabezas de repollo blandas, poco compactas)

Ferreira (1993) indica que el exceso de nitrógeno provoca cabezas mal formadas (poco compactas), ocurriendo el desenvolvimiento de la inflorescencia cuando existen concentraciones de 50 kg/ha a 100 kg/ha de nitrógeno, siendo necesario promover el desenvolvimiento de hojas de repollo no dejando faltar nitrógeno en estadios de expansión y desenvolvimiento de las hojas externas e internas

EMBRAPA (1999) menciona que el terreno debe ser surcado mínimo a una profundidad de 30 cm. El surcado debe realizarse juntamente con el abonado de materia orgánica, se debe aplicar fertilización de fondo, el surcado debe ser de 0,60 m entre cada línea para producción de semilla, como inductor floral se coloca 50 kg/ha de N a los 30 – 60 días del trasplante

Maroto (1995) menciona que un exceso de nitrógeno puede perjudicar la formación de cogollos al favorecer el desarrollo foliar, recomendando 100Kg/ha a 150Kg/ha de N, debiendo fraccionar en abonado de fondo y en el abonado de cobertura.

## **2.8 Extracción de nutrientes**

Knott (1966) menciona que para una tonelada de producción de cabezas de repollo se requiere 4,10 kg de nitrógeno total; 1,4 kg de fósforo; 4,9 kg de potasio, luego posterior a la formación de la cabeza, absorbe 84,4 % de nitrógeno total; 86% de fósforo; 8,4 % de potasio.

Limongelli (1979) menciona que para rendimientos entre 30 y 70 t/ha determinaron extracciones del orden de 150-350 kg de N; 21-49kg de P; 149-349kg de K; 95-221kg de Ca y 14-34 kg de Mg. La máxima asimilación de nutrientes es durante la formación de la cabeza de repollo.

## **2.9 Requerimiento de materia orgánica**

Ferreira (1993) menciona que el repollo requiere 25 - 30 t/ha de estiércol vacuno como abonado de fondo. (Limongelli, 1979). Pudiendo realizarse aplicaciones de 50 t/ha de estiércol con 6,2% de materia orgánica, al respecto el CNPSH (2003) recomienda un abonado de fondo de 30 t/ha de estiércol vacuno como abonado de fondo para la producción de repollo.



## **2.10 Absorción de nutrientes**

Rodríguez (1982) menciona que los iones en suelo se encuentran en saturación acuosa donde son fácilmente asimilados, en coloides orgánicos e inorgánicos que absorben los iones por atracciones eléctricas, en la estructura cristalina de los coloides, fuertemente integrados. Las plantas utilizan los iones que se hallan en la solución acuosa y los absorbidos por la superficie de los coloides. Los nitratos son aniones que se destacan por su fácil movilidad e intercambio, se intercambian y absorben gradualmente a través de la solución del suelo.

La absorción de nutrientes es de la siguiente manera: intercambio de iones entre micelas y la solución salina del suelo, intercambio de iones entre raíz y el suelo (directamente por contacto entre raíz y suelo, o indirectamente a través de la solución del suelo), acumulación de iones y cationes entre la pared celular y el plasma celular, transporte activo y pasivo de los iones a través de la membrana, traslado y distribución de las sales inorgánicas.

## **2.11 Importancia de Nitrógeno, Fósforo, Potasio en el cultivo de repollo**

### **2.11.1 Nitrógeno**

Rodríguez (1982) menciona que el nitrógeno se encuentra en la naturaleza en tres formas (gaseosa, orgánica, mineral), en forma gaseosa solo es aprovechado directamente por bacterias específicas asociadas a plantas de la familia de las leguminosas (Bacteria del genero *Rhizobium* sp.); el nitrógeno en forma orgánica ingresa al suelo por los tejidos y órganos de los vegetales, animales y los desechos, esta materia orgánica es atacada por los microorganismos del suelo transformándola en sustancias asimilables por la planta, también el nitrógeno en forma orgánica es transformado por bacterias amonificantes en amoniaco( $\text{NH}_3$ ) constituyendo una forma amoniacal, luego es convertido en nitrato ( $\text{NO}_3$ ) por las bacterias nitrificadoras, teniendo en cuenta que la transformación de nitrógeno orgánico al nitrógeno utilizable por las plantas depende de distintos factores, como ser : temperatura del suelo, humedad, aireación, pH adecuado.

Los vegetales absorben el nitrógeno en sus formas solubles: nitratos ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_3\text{Na}$ ,  $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$ ,  $(\text{NO}_3)_2\text{Mg}$ ,  $\text{NO}_3\text{K}$ ), amonios ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3\text{NH}_4$ ,  $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ ,  $\text{PO}_4\text{H}_2\text{NH}_4$ ,  $\text{PO}_4\text{H}(\text{NH}_4)_2$ ) y compuestos nitrogenados solubles (Aminoácidos, ácidos nucleicos).

El nitrógeno en la planta cumple importantes funciones bioquímicas y biológicas, siendo un elemento muy móvil el nitrógeno mineral una vez en el interior de la célula pasa a constituir la base nitrogenada para distintas funciones fisiológicas. El nitrógeno ingresa en la formación de los aminoácidos, luego estos se encuentran en la síntesis de los prótidos y las proteínas del vegetal, constituyendo un elemento plástico por excelencia

En el interior se halla, además, en la formación de hormonas, de los nucleicos y de la clorofila.

Cuando existe suficiente cantidad de nitrógeno se producen los siguientes efectos:

- Mayor cantidad de clorofila.
- Mayor asimilación y síntesis de productos orgánicos.

De estos puntos se deduce:

- Mayor vigor vegetativo, en algunas especies el exceso produce su vuelco (Enanos en el trigo). En las plantas perennes una fertilización de nitrógeno a fines del verano induce a una formación de brotes perdiéndose con los fríos invernales.
- El vigor vegetativo se manifiesta por el aumento de velocidad del crecimiento, determinado por un aumento de volumen y peso (debido a los alargamientos celulares y a la multiplicación celular).
- Color verde intenso de la masa foliar (mayor densidad clorofílica).
- Mayor producción de hojas de buena sanidad y calidad (aumento de su contenido proteínico).
- A su vez los puntos anteriores determinan una mayor producción de frutos, semillas, etcétera.

El déficit de nitrógeno presenta síntomas variados. El rendimiento de un cultivo baja incluso antes de la manifestación sintomática.

Los síntomas generales de deficiencia de nitrógeno son:

- Menor crecimiento.
- Debilitamiento de la planta.
- Amarillamiento.

- Necrosis de los tejidos.
- Caída de hojas.

Vigliola (2003) menciona que el nitrógeno juntamente con el potasio influye en la formación de cabeza, el fósforo y potasio hacen favorables las aplicaciones crecientes de nitrógeno.

#### **2.11.1.1 Fertilizantes nitrogenados**

Rodríguez (1982) menciona que entre los fertilizantes nitrogenados utilizados se distinguen: Nitrogenados orgánicos, nitrogenados minerales naturales, nitrogenados sintéticos.

- a. Nitrogenados orgánicos, son de origen variado entre ellos tenemos Abono verde, etc.
- b. Nitrogenados minerales naturales, entre ellos tenemos salitre de Chile ( $\text{NO}_3\text{Na}$ ) con 16% de N. de costo elevado.
- c. Nitrogenados sintéticos, entre ellos tenemos: Nitrato sódico  $\text{NO}_3\text{Na}$ , Sulfato amónico  $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ , Nitrato cálcico  $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$ , Nitrato amónico  $\text{NO}_3\text{NH}_4$ , nitrato amónico con caliza  $\text{NO}_3\text{NH}_4 + \text{caliza}$ , Urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , etc.

#### **2.11.1.2 Urea [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ]**

Rodríguez (1982) menciona que la urea o carbamida es un compuesto nitrogenado de origen animal. Actualmente se la obtiene de la síntesis química, básicamente haciendo reaccionar el amoníaco con el bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) o anhídrido carbónico. En el proceso de industrialización se reduce un porcentaje de biuret que es un compuesto nitrogenado con caracteres tóxicos para los vegetales. La urea además reemplaza en la industria plástica y en la alimentación de rumiantes (aplicándose una pequeña porción, mezclada con sustancias que poseen muchos hidratos de carbono), La urea es un fertilizante sólido de mayor concentración de nitrógeno total alcanzando un 45 a 46% del

peso del fertilizante, la urea es un sólido higroscópico y soluble en agua. Incorporado en el suelo se transforma en carbonato amónico[CO<sub>3</sub>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>], induciendo a una cierta alcalinidad; luego las bacterias lo nitrifican pasando al estado nitrato.

### **2.11.2 Fósforo**

Rodríguez (1982) menciona que el fósforo Influye en la división celular, crecimiento, formación de albúmina, floración, fructificación, formación de semillas, maduración de la cosecha. Con la aplicación excesiva de N se produce desarrollo de raíces, calidad de cosecha, resistencia a enfermedades.

### **2.11.3 Potasio**

Rodríguez (1982) menciona que el potasio Influye en la asimilación de hojas, síntesis de glúcidos, concentración de jugos celulares, asimilación en raíces, crea potencial osmótica que crea un movimiento de agua en la planta, también es un elemento regulador de apertura y cierre de estomas.

## **2.12 Tipos de repollo**

Valadez (1998) menciona tipos según la forma de la pella, tenemos: forma cónica, forma redonda y de forma aplanada. Tipos según el ciclo vegetativo: precoces (70-80 días), Intermedia (90-110 días), tardías (130-150días).

## **2.13 Importancia de realizar cortes en la cabeza de repollo**

CNPSH (2003) menciona que es muy importante la realización de cortes en las cabezas de repollo en la fase vegetativa para dar paso a la fase reproductiva donde se desarrolla el vástago floral, sin la realización de los cortes se producen pudriciones comúnmente dentro de la cabeza, y mal formaciones en el vástago floral, todo esto provoca una gran baja en rendimiento y calidad de la semilla de repollo.

Raymond (1989) menciona que se realizan cortes en los cogollos maduros para la obtención de semilla después de la depuración varietal. Hay varios tipos de cortes con objeto de permitir al tallo floral emerger sano de la barrera mecánica formada por las hojas internas sistemas para efectuar el corte para dejar el tallo floral salir sano de la barrera formada por las hojas dobladas que lo encajan.

EMBRAPA (1999) menciona que después de seleccionar las mejores cabezas se debe realizar cortes en las cabezas seleccionadas para el completo desenvolvimiento de la inflorescencia y después deben ser tratadas todas con calcáreo dolomítico para garantizar una buena producción de brotes, sanos y vigorosos el cual lleva aproximadamente 30 días teniendo un desarrollo de la inflorescencia a los 45 días puede haber un tumbamiento de las plantas disminuyendo la dispersión de polen en las flores inferiores, para esto se realiza el tutoraje de las inflorescencias.

Rodríguez (1982) menciona que la fisiología vegetal estudia las reacciones fisiológicas o bioquímicas de las plantas, a través de complejas respuestas hormonales ó del desarrollo hasta de efectos hereditarios que parecen ser de carácter genético, como resultado de las condiciones ambientales desfavorables, Los efectos de tensión en la planta pueden ser provocados ambiental o manualmente en el cual se pueden observar un fortalecimiento, tolerancia o marchitamiento de la planta desarrollando en la planta algún tipo de mecanismo de súper vivencia.

Danial (1998) menciona que la tolerancia no restringe las consecuencias causadas por el parásito, la tolerancia reduce la cantidad de daño o síntoma por unidad de cantidad de daño o síntoma por unidad de cantidad de parasito presente. Poco se conoce acerca de tolerancia, siendo difícil medir el verdadero nivel de tolerancia en material vegetal, confundido muy a menudo con resistencia, las plantas presentan tolerancia cuando tienen la habilidad para recuperarse de una infección, pastoreo o daño por mordedura (los dos últimos son daño mecánico).

### **2.13.1 Corte en cruz, corte longitudinal, corte triangulo.**

CNPSH (1999) menciona que al realizar un corte en cruz se tiene el meristemo libre y protegido por las hojas que se encuentra protegiendo al meristemo del medio ambiente, parásitos y patógenos del medio en que se encuentra; al realizar el corte en triangulo se deja un área mayor libre para dejar desarrollar a la vara floral encontrándose aun el meristemo protegido por las hojas que se encuentran en la parte superior y por la formación de una copa, las hojas de la parte superior del meristemo sufren un deterioro acelerado y se van secando pero esto no afecta el meristemo pues el desarrollo de la vara floral es casi inmediato; En el corte longitudinal se deja al descubierto el meristemo pero este no sufre ningún daño puesto que este es tolerante a las inclemencias del medio y al presentar un desarrollo rápido de la vara floral esta no sufre ningún daño. En cualquiera de los tres casos se debe realizar una desinfección del instrumento que se utilice para realizar los cortes y se debe aplicar un producto químico preventivo para evitar el ataque de plagas y enfermedades que pudieran causar algún daño a la planta.

EMBRAPA (1999) menciona que corte más usual es en forma de cruz, que se realiza desde la base media de la cabeza hasta la parte superior cuidando de no dañar el ápice floral; en forma de triangulo, el cual se realiza desde la base media hasta la parte superior de la cabeza por los costados dejando la parte de las hojas; en forma longitudinal el cual se lo realiza en la parte media de la cabeza de repollo.

Raymond (1989) menciona un método rápido es cortar la parte superior del cogollo en forma de cruz, evitando dañar el punto de crecimiento, Se pueden cubrir con tierra para protegerlos de la helada.

Carlier 1995 recomienda realizar en la cabeza de repollo maduro un corte en cruz para que salga la inflorescencia.

FAO (1961) menciona trabajos realizados en cabezas de repollo realizando cortes en cruz, algunas veces se hendían transversalmente las cabezas cuando estén maduras para la cosecha de semillas.

## 2.14 Polinización

EMBRAPA (1999) menciona un detalle importante a ser considerado en la producción de semilla de especies del género *Brassica*, es que todas las especies de este género se cruzan preferentemente entre sí, siendo la polinización efectuada mayormente por abejas del género *Apis sp.* que participan con gran intensidad, teniendo que observarse una distancia mínima de 1500m entre campos semilleros para que no ocurra polinización cruzada y ocurra contaminación genética del lote.

Raymond (1989) menciona que es muy importante mantener una distancia mínima entre parcelas o lotes semilleros de 1000 m para el género *Brassica*, para evitar la contaminación del material vegetal por medios entomófilos o anemófilos

Limongelli (1979) menciona que es necesario en los cultivos destinados a la producción de semilla haya un número suficiente de insectos polinizadores y que las condiciones del ambiente favorezcan su actividad, debido al tipo de fecundación en *Brassica oleracea* interesa el aislamiento entre cultivares en la producción de semilla, para evitar cruzamientos espontáneos.

Para prevenir la contaminación, debe respetarse las distancias mínimas y debe haber mayor distancia entre cultivares. Por ejemplo Nieuwhof (1936) citado por Limongelli (1979) menciona 100m para cultivares muy emparentados de la misma variedad botánica, 400m para cultivares distintos de la misma variedad botánica, 600m para cultivares de distintas variedades botánicas. En E. U. A. se recomiendan 200 m para cultivares de repollo blanco (misma forma de cabeza, misma precocidad), 300m para cultivares de repollo blanco de la misma forma, 400m para cultivares de repollo blanco que difieran de las mismas características y 1500m para cultivares pertenecientes a variedades botánicas distintas. En general se recomienda para la producción de semilla élite una distancia mínima de 1600m.

Graifenberg (1990) menciona que la planta de repollo es autoestéril por incompatibilidad con su propio polen, por lo que presenta polinización entomófila. Una vez polinizadas y fecundadas, las flores dan origen a silicuas gruesas, rectas o curvas, de 10 cm de largo

por 5 mm de ancho, las que contienen varias semillas redondas, de color pardo rojizo a negro y de tamaño pequeño (300 semillas/g)

### **2.14.1 Post cosecha de las semillas de repollo**

EMBRAPA (1999) menciona que las plantas arrancadas pueden reposar en el mismo campo para luego ser trilladas después la misma tarde, las plantas pueden secar con temperaturas próximas a los 30°C y humedad relativa de 30%, después deben ser trilladas con equipo adecuado. La semilla cosechada debe tener una humedad de 12 – 14 %, para ello se debe usar un secador donde la temperatura no pase de 42 °C, hasta alcanzar la humedad deseada. La semilla puede ser limpiada por ventiladores y tamiz de cribo redondo de 1mm de diámetro, para quitar la mayoría de impurezas, después se deja pasar la semilla por el separador por gravedad, finalmente se usa el equipo tipo espiral, el cual es una lámina de metal con un eje dispuesto vertical, el principio es que la semilla gira a velocidad y lanzada a los extremos y las impurezas se quedan en la salida media y la semilla ideal sale por una abertura extrema inferior de la espiral.

### **2.14.2 Análisis de semilla**

Peske (2003) menciona que el análisis de semilla sirve para determinar los atributos de la calidad de la semilla, siendo éste importante para cada empresa productora que busca alcanzar, mantener y evaluar la calidad de la semilla. Los atributos de la calidad son: genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios.

#### **a. Genéticos:**

Peske (2003) menciona que los atributos genéticos involucra pureza varietal, potencial de productividad, resistencia a plagas y enfermedades, precocidad, calidad del grano y resistencia a condiciones adversas de suelo y clima. Éstas características son de alto grado influenciadas por el medio ambiente y son identificadas examinando el desarrollo de las plantas en el campo.



Contaminación genética se entiende aquella resultante del intercambio de granos de polen entre variedades diferentes; contaminación varietal se entiende a aquella resultante de la mezcla de semillas de diferentes variedades, ocurriendo la primera en la etapa de producción y la segunda en la etapa de post-cosecha. La calidad genética permite que la planta reproduzca fielmente las características seleccionadas por el mejorador y originara productos con la cantidad y calidad esperadas por el agricultor y consumidor.

## **b. Físicos:**

Los más importantes son:

### **b.1 Pureza física.-**

Peske (2003) menciona que es una característica que refleja la composición física o mecánica de un lote de semillas. A través de este atributo se tiene la información del grado de contaminación del lote, con semillas de plantas dañinas, de otras variedades y cantidad de material inerte. Un lote de semillas con alta pureza física es indicativo que el campo de producción fue bien conducido y que la cosecha y el beneficiado fueron eficientes.

### **b.2 Humedad.-**

Peske (2003) menciona que la humedad es el contenido de agua contenido en las semillas, expresada en porcentaje en función de su peso húmedo. Según la humedad podemos determinar el punto de cosecha, determinar el procedimiento mas adecuado para cosecha, secado, acondicionado, almacenamiento, preservación de calidad física, fisiológica y sanitaria.

### **b.3 Daños mecánicos.-**

Peske (2003) menciona que una vez que se maneja la semilla esta sufre daños mecánicos, por tal motivo lo ideal es cosecharla y beneficiarla manualmente, pero esto es antieconómico. Por tal motivo se lo realiza mecánicamente.

#### **b.4 Peso volumétrico.-**

Peske (2003) menciona que el peso volumétrico es el peso de un determinado volumen de semillas, recibe el nombre de peso hectolitro si se refiere al peso de un hectolitro (100litros), es una característica que refleja el grado de desarrollo de la semilla. El peso esta influenciado por el tamaño, forma, densidad y contenido de humedad de la semilla. (A menor tamaño mayor será el peso volumétrico), esta información nos sirve para el cálculo de la capacidad de silos y depósitos en general (Tolvas).

#### **b.5 Peso de 1000 semillas.-**

Peske (2003) menciona que esta característica es usada para informar del tamaño y del peso de la semilla, para ajustar la maquina sembradora. También conociendo el peso de 1000 semilla y el número de semillas por kilogramo se puede determinar el peso de semilla a emplearse por área.

#### **b.6 Aspecto.-**

Peske (2003) menciona que la semilla será utilizada por el agricultor siendo el aspecto del lote de semilla un fuerte elemento de comercialización, la semilla debe ser buena y parecer buena.

### **c. Fisiológicos:**

Peske (2003) menciona los atributos fisiológicos como, aquel en que el metabolismo de la semilla está involucrado para expresar su potencial de desarrollo, mencionando las siguientes:

#### **c.1 Germinación.-**

Peske (2003) menciona que la germinación es expresada en porcentaje y su determinación esta estandarizada en el mundo entero para cada especie, los requerimientos para el análisis de germinación de semilla están contenidos en un manual

denominado “Reglas para análisis de semilla”, que a nivel mundial esta publicado por la ISTA (International Seed Testing Association), el porcentaje de semillas es un atributo fisiológico obligatorio en el comercio de semillas. En función del porcentaje de germinación y de semillas puras el agricultor puede determinar la densidad de su siembra, también sirve para comparar la calidad fisiológica de lotes de semillas, pudiendo presentar un resultado distinto en condiciones de campo.

### **c.2 Dormancia.-**

Peske (2003) menciona que dormancia es el estado en que una semilla viva se encuentra cuando se le dan todas las condiciones adecuadas para su germinación y la misma no germina. También se expresa en porcentaje, es la protección natural de la planta para que la especie no se extinga en condiciones adversas, puede esto ser benéfica o no. Existe un término vinculado en semillas dormantes que germinan en condiciones adecuadas denominado viabilidad expresada en porcentaje e informa el potencial de germinación de un lote. Así viabilidad es la suma de semillas dormantes y de las que germinan en un análisis patrón de germinación.

### **c.3 Vigor.-**

Peske (2003) menciona que las pruebas de laboratorio frecuentemente no reproducen resultados a nivel de campo, pues en suelo rara vez se encuentran las condiciones óptimas para la germinación de las semillas, por tal motivo se desarrollo el concepto de vigor y las formas de determinarlo. Vigor es el resultado de la conjunción de todos aquellos atributos de la semilla que permite la obtención de un stand en condiciones de campo (favorable y desfavorable). Algunas de estas pruebas son germinación en frío, a calor excesivo, etc.

### **d. Sanitarios.**

Peske (2003) menciona que las semillas utilizadas para propagación deben ser sanas y libres de patógenos. Semillas infectadas con enfermedades pueden presentar viabilidad baja o ser de bajo vigor. Las semillas son excelentes vehículos para la distribución y

diseminación de patógenos que pueden causar enfermedades en las plantas. Los patógenos transmitidos son: bacterias, hongos, nematodos, virus.

## **2.15 Importancia del repollo**

Fisher (1972) mencionado por Guzmán (1991) menciona que la Brassica es considerada de alto valor alimenticio aceptable, aportando la parte comestible proteína, grasa, glúcidos, calcio, fósforo, hierro y vitaminas A, B1, B2, B6 y C

Guzmán (1991) menciona que las estadísticas de producción del departamento de Cochabamba, colocan al repollo en el 12vo lugar con una superficie de 195,5 has, en referencia a consumo a nivel doméstico es de 957,3 t y agroindustrial 2,5 t valores que colocan al repollo sobre otras hortalizas como la lechuga (950t), vainita (537t), pimentón (388t), acelga (343,4t), ajo (298,9t). Teniendo estos datos estadísticos de importancia para el horticultor, es de suma importancia el material vegetal para obtener una buena producción; de esta manera, se busca mejorar las técnicas para la producción de semilla de repollo.

Gebhardt (1988) menciona que las coles, principalmente el repollo es una hortaliza que aporta una cantidad significativa de vitamina C. como se aprecia en el cuadro anexo, el repollo es más alto en aporte de vitamina A, posiblemente relacionados al color verde más intenso. Las hojas y tallo se consumen crudos en ensalada o cocidos acompañando diferentes platos. En la actualidad este producto continúa siendo muy apreciado en Alemania, Estados Unidos y Rusia. En la mayoría de los países europeos, desde tiempos ancestrales, el repollo constituye una hortaliza importante de la dieta alimenticia como producto fresco o como producto procesado.

La amplia variación de formas o tipos de repollo ha llevado incluso a la distinción de sub-variedades botánicas. Por otro lado, existe una amplia difusión y tradición del cultivo en el mundo, con diversos centros de mejoramiento genético que están generando numerosos híbridos. Esto hace que el repollo tenga una diversidad tal que existen centenas de cultivares; la manera más simple y útil de agruparlos es según sub-variedad botánica, distinguiendo dentro de éstas los cultivares según forma, precocidad y uso.

## **2.16 Secado de semilla**

Peske (2003) menciona que el secado de semilla consiste en remover el agua de la semilla. El agua esta presente en forma líquida, en los constituyentes celulares, y en forma gaseosa en los espacios intercelulares. Como la retirada es por evaporación, el agua solo sale de la semilla en la forma gaseosa, requiriéndose de energía para la evaporación del agua líquida durante el secado. El secado de la semilla requiere que la evaporación de la humedad de la superficie sea acompañada por la migración de la humedad de su interior. La humedad al final del secado debe estar entre los 13 y 14 %. La temperatura de secado puede variar entre 40 y 70 °C dependiendo del tipo de semilla. Para la aireación se usan flujos de aire entre 0,1 a 0,6 m<sup>3</sup>/min/t, lo que es bajo en relación al flujo de aire utilizado para el secado estacionario (4 a 17m<sup>3</sup>/min/t).

### **2.16.1 Tipos de secado**

Peske (2003) menciona que un secado natural, utiliza el viento y el calor del sol como energía para evaporar la humedad de la semilla. Es usado para pequeñas cantidades de semilla, como en el programa de mejoramiento, de algunas semillas de hortalizas, y de pequeños productores.

#### **a. El secado natural**

Peske (2003) menciona que el secado natural a pesar de no estar sujeto a riesgos de daños mecánicos y altas temperaturas, depende de las propiedades físicas del aire, las cuales muchas veces no son adecuadas para el secado de semillas. Un ejemplo claro es el caso de días con alta humedad relativa (90 – 100%) en días lluviosos y por la noche la humedad relativa generalmente es alta. Este método de secado se usa dependiendo mucho de la región donde uno se encuentre y de la cantidad de la semilla.

## **b. El secado artificial**

Peske (2003) menciona que en este método las propiedades físicas del aire son removidas por medios mecánicos, dividiéndose en tres tipos según el flujo de la semilla en el secador: estacionario, continuo e intermitente.

Estacionario, método que consiste en forzar el aire a través de una masa de semillas que permanece sin moverse.

Continuo, método que consiste en hacer pasar las semillas una sola vez por la fuente de calor, de tal forma que entren húmedas en el tope y salgan secas en la base del secador, para que las semillas sequen de una sola pasada por el secador, es necesario elevar la temperatura del aire de secado o se atrase el flujo de la semilla dentro de la cámara de secado para que permanezcan el tiempo suficiente para perder el agua en exceso. Con el aumento de la temperatura o el tiempo de exposición de las semillas al aire caliente se corre el riesgo de perderse las semillas por altas temperaturas. Cualquier mecanismo que aumente la temperatura de la semilla pone en riesgo su viabilidad.

Intermitente, el secador esta sometida a movimiento y a la acción del calor en la cámara de secado a intervalos regulares de tiempo, permitiendo, así, la homogenización de la humedad y enfriamiento, cuando las mismas están dando la vuelta por las partes del sistema adonde no reciben aire caliente (elevador por cangilones y cámara de reposo o enfriamiento).

### **2.17 Estadísticas respecto a la utilización de abonos en Bolivia**

INE (1998) cita datos estadísticos de superficie cultivada para 1994 con abono orgánico un total de 19,8 %, superficie con fertilizante 5,96%, superficie con ambos 13,6% y una superficie sin fertilizante de 60,78%. Para el año de 1997 se tiene una superficie cultivada con abono orgánico un total de 35,59%, superficie con fertilizante 17,32%, superficie con ambos 15,06% y una superficie sin fertilizante de 32,03%, este incremento se debe a la aparición de casas comercializadoras que promocionan estos productos en distintos lugares del territorio nacional.

## **2.18 Estadísticas de la producción, rendimiento, superficie del cultivo de repollo**

INE (1998) menciona que la superficie cultivada, rendimiento, producción nacional y producción departamental del cultivo de repollo, para el año 1991 en Bolivia fue de una superficie de 638 has, Chuquisaca con 36 has, La Paz con 118 has, Cochabamba con 205 has, Potosí con 25 has, Tarija con 20 has, Santa Cruz con 220 has, Beni con 8 has y Pando con 6 has.

Para 1992 se tuvieron rendimientos en Bolivia de 8597kg/ha y una producción de 5485t; en Chuquisaca un rendimiento de 6722kg/ha y una producción de 242 t; en La Paz un rendimiento de 9517kg/ha y una producción de 1123t; Cochabamba con rendimiento de 9824kg/ha y una producción de 2015t; Potosí con un rendimiento de 7800kg/ha con una producción de 195t; Tarija con un rendimiento de 7650kg/ha y con una producción de 153t; Santa Cruz con rendimientos de 7500kg/ha y con una producción de 1650t; Beni con un rendimiento de 7375kg/ha y con una producción de 59t; Pando con rendimientos de 8000kg/ha y rendimientos de 48t; encontrándose para este año a Cochabamba con los mayores rendimientos de Bolivia.

Para 1997 en Bolivia se tuvieron una superficie cultivada de repollo de 705 has, Chuquisaca con 50 has, La Paz con 126 has, Cochabamba con 225 has, Potosí con 30has, Tarija con 30 has, Santa Cruz con 225 has, Beni con 10 has, Pando con 9 has. Para 1998 se tuvieron rendimientos en Bolivia de 8593kg/ha y una producción de 6058t; en Chuquisaca un rendimiento de 7600kg/ha una producción de 380 t; en La Paz un rendimiento de 8690kg/ha y una producción de 1095t; Cochabamba con rendimiento de 8511kg/ha y una producción de 1915t; Potosí con un rendimiento de 9633kg/ha con una producción de 289t; Tarija con un rendimiento de 8833kg/ha con una producción de 265t; Santa Cruz con rendimientos de 8800kg/ha con una producción de 1980t; Beni con un rendimiento de 8000kg/ha con rendimientos de 80t; Pando con rendimientos de 6000kg/ha y rendimientos de 54t; encontrándose para este año a Potosí con los mayores rendimientos y a Santa Cruz como la mayor productora de repollo, desplazando a Cochabamba, esto debido al crecimiento del área urbana reduciendo las zonas productoras no solo de repollo, pues el agricultor se ve en la necesidad de buscar cultivos que le den mayor ingreso económico.

### III MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Ubicación y caracterización de la zona

##### 3.1.1 Localización

El trabajo de investigación se realizó en predios del Centro Nacional de Producción de semillas de Hortalizas (CNPSH), ubicado en la zona Villa Montenegro en la localidad de Caviloma, cantón Sipe Sipe, provincia Quillacollo del departamento de Cochabamba.

CNPSH (1998) el centro geográficamente se encuentra ubicada a 17<sup>0</sup>12' de latitud Sur y 66<sup>0</sup>10' de longitud Oeste, con una altitud de 2555 m. s. n. m., a 23,5 Km del centro de la ciudad de Cochabamba.

##### 3.1.2 Características ecológicas

CNPSH (2003) menciona que las tierras del centro están dedicadas a la agricultura intensiva de investigación para la obtención de plantas madres y producción tanto a campo abierto como en invernaderos; fisiografía constituida por pendientes de diferentes estratos sobrepuestos, cuyas pendientes tienen direcciones noroeste; el agua de riego proviene de un pozo de 42 m de profundidad, con las siguientes características adecuadas para el riego de cultivos que se manejan en el centro.

El clima es templado, sin cambio térmico invernal; periodo de lluvia en meses de noviembre a marzo con precipitación promedio de 544mm; temperatura promedio 22 °C, variable de 8°C a 28°C.

#### 3.2 Tamaño de parcela

El tamaño de la parcela experimental en total fue de 28,4 m por 27m habiendo tenido una superficie total de 756 m<sup>2</sup>, donde cada unidad experimental tenía una dimensión de 6m de largo por 2m de ancho haciendo una superficie de 12 m<sup>2</sup> para la parcela pequeña y para la



parcela grande 8m de largo por 6m de ancho habiendo tenido una dimensión de 48 m<sup>2</sup>, donde cada bloque tuvo una dimensión de 211,2 m<sup>2</sup> siendo 26,4 m de largo y 8m de ancho, siendo la dimensión útil de la parcela de 660 m<sup>2</sup> siendo 26,4m de largo y 25m de ancho.

En cada unidad experimental se trasplantaron 40 plantas en 10 surcos dejando a las plantas que se encuentran en los bordes de las parcelas fuera del análisis estadístico, tomando en cuenta las plantas que se hallaban en competencia perfecta, a las plantas que se ubicaban en el centro sin que hubiesen sufrido daño alguno por terceros actores.

### 3.3 Materiales

#### 3.3.1 Material vegetal

El material vegetal se describe en el siguiente cuadro, dando a conocer todas sus características para este ensayo.

**Cuadro 1 Características del material vegetal**

Cultivo	Repollo
Variedad	Bangla
Forma de cabeza	Redonda
Tamaño	Grande
Color de la hoja	Verde
Resistencia de la cabeza	Compacta
Ciclo	90 días del trasplante
Densidad de siembra	0,5 – 0,6 Kg/ha
Distancia entre surco	40 – 50 cm
Distancia entre planta	30 – 40 cm
Rendimiento	50 t/ha
Susceptibilidad	Media al frío
Época de siembra:	
Valles	Agosto a Marzo
Trópico	Todo el año
Peso de cabeza	1,5 – 2 Kg

Fuente: CNPSH, 1998

### 3.3.2 Material de laboratorio

Termómetro de temperaturas máximas y mínimas, equipos de laboratorio (Equipo que determina la humedad de la semilla, cámara germinadora, balanza de precisión eléctrica), cajas petri, papel secante, marcador indeleble, sobres de papel, pinzas de punta fina, papel periódico, engrapadora, tamiz de diferentes medidas, carpícola, lupa.

### 3.3.3 Insumos

Los insumos empleados desde el preparado del sustrato hasta el momento de la inducción para la realización del experimento, estos se detallan a continuación en cantidad, unidad y relación, en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2 Insumos para la producción de semilla de repollo.**

DETALLE	CANT.	UNID.	REL.	OBSERVACIÓN
Semilla	43	g		Semilla de repollo
Urea	10	kg		Fertilizante
<b>Insecticidas:</b>				
Perfekthion	20	cc		Insecticida
Karate	20	cc		Insecticida
Nurelle	20	cc		Insecticida
Bavistin	5	cc		Fungicida
Kumulus	40	g		Fungicida
Gomax	10	cc		Adherente
<b>Sustrato:</b>				
Tierra vegetal		Pala	2	Comprado
Cascarilla de arroz		Pala	6	Del Chapare
Turba		Pala	2	Del Chapare
Lama		pala	1	Arena de río

Fuente: Elaboración propia

### **3.3.4 Material de campo**

Bandejas de almácigo en total 20, maquinaria agrícola (Tractor con implementos: arado, rastra, rotovator), etiquetas, motocultor con chata, estacas, estilete, cámara fotográfica, cinta métrica, mochila de aspersión, picotas, palas, rastrillos, pitas, bolsas de yute chicos y grandes, cuaderno de apuntes, lápiz, sacos de aislamiento con sus respectivos tubos, alambre, postes, red antipajaro, termómetro de máxima y mínima, pluviómetro casero, vernier, regla graduada en centímetros.

## **3.4 Metodología**

### **3.4.1 Almacigado**

#### **Desinfección de sustrato y bandejas**

Los sustratos se trataron en una desinfectadora de vapor con una capacidad de 0.449 m<sup>3</sup>, a una temperatura de 96 °C y una presión de 5 kg/cm<sup>2</sup> durante 45 minutos.

La desinfección se realizó en total de 20 bandejas de almácigo color negro, con hipoclorito de sodio (lavandina) con la dosis de 1 litro de lavandina para 70 litros de agua, evitando de ésta manera la presencia de enfermedades fungosas durante el almácigo.

#### **Mezcla de sustrato**

El sustrato se preparó en relación de 6 : 2 : 2 : 1 (cascarilla de arroz, tierra vegetal, turba y arena); el sustrato que se usó en las bandejas fue compactado y nivelado a fin de obtener un buen drenaje y una buena distribución de la humedad.

#### **Siembra**

El miércoles 11 de mayo de 2005, se realizó la siembra colocando dos semillas por golpe en el cacho de la bandeja de almácigo, para luego tapar la semilla con una fina capa de sustrato seco, cada bandeja tiene una capacidad de 162 plántulas (9 \* 18 plántulas).

## **Riego**

El riego del almacigo se realizó dos veces al día, uno por la mañana y otro por la tarde, teniendo cuidado de mantener la temperatura ambiente menor a los 30 °C dentro el invernadero, para este riego se utilizaron aspersores que se encontraban colocados en la parte superior del invernadero, el tiempo de cada riego fue por 2 minutos.

## **Raleo**

El raleo se realizó dos semanas después de la siembra, para evitar la competencia de nutrientes, escogiéndose al mismo tiempo las mejores plantulas.

### **3.4.2 Preparación del terreno**

Se realizó un arado profundo una semana antes del trasplante, luego se realizó un rastreado de toda la parcela, después se procedió a realizar el rotobateado y finalmente se realizó el nivelado de toda la parcela y finalmente se realizó el surcado de toda la parcela, al momento de realizar el surcado se realizó la incorporación de materia orgánica de 40 sacos de estiércol bovino, habiendo hecho aproximadamente un total de 2 t de materia orgánica para la parcela.

Se tomó una muestra cuarteada de varias muestras tomadas al azar, de toda la parcela para realizar un análisis físico y químico en laboratorio.

### **3.4.3 Trasplante**

El trasplante se realizó el miércoles 15 de Junio de 2005 a los 35 días después de la siembra, tiempo en que las plántulas presentaron entre 4 a 5 hojas verdaderas se trasplantó usando 0,5 m de distancia entre plantas y 0,6 m de distancia entre surcos, trasplantándose las plantas con características similares en tamaño y grosor, para tener uniformidad al momento de haber realizado el trasplante.

#### **3.4.4 Reposición**

La reposición de plántulas se realizó a la semana siguiente del trasplante para minimizar las diferencias entre plantas.

#### **3.4.5 Riego**

El riego fue muy frecuente durante las primeras semanas para asegurar el prendimiento de las plántulas habiendo realizado dos riegos por semana (los martes y sábado), después de la segunda semana el riego fue semanal (los sábados).

El riego se realizó por surco evitando que el agua de un tratamiento ingrese a otro tratamiento, por peligro de mezcla de tratamientos, aplicándose alrededor de 50 litros por surco.

#### **3.4.6 Deshierbe y aporque**

El deshierbe se realizó para eliminar posibles malezas que pudieran competir con las plantas de repollo, se realizó el mismo aproximadamente a los 24 días del trasplante, realizándose también al mismo tiempo el aporque en su momento, para levantar a las plantas que se inclinan por el tallo a algunas que se hubiesen comenzado a inclinarse y poder alistar a las plantas de repollo en la formación de la pella.

#### **3.4.7 Aplicación de los niveles de nitrógeno.**

Para la aplicación de este tratamiento (cuadro 3) se empleó urea como suministro de nitrógeno para la inducción floral, la aplicación se realizó en la parcela grande tal como se detalla en el cuadro el cual está distribuido según croquis de campo, para mayor entendimiento, indicando fechas de la aplicación, nivel, fraccionamiento y cantidad de urea aplicado en surco.

**Cuadro 3 Cantidad a aplicar de los niveles de nitrógeno según croquis de campo**

<table border="1"> <tr><td>Nivel:</td><td><b>50</b></td></tr> <tr><td>Cantidad Urea:</td><td>522 g</td></tr> <tr><td>g /surco :</td><td>52.2 g</td></tr> <tr><td>Fecha de aplicación:</td><td>Sábado, 9 Julio 05</td></tr> </table>	Nivel:	<b>50</b>	Cantidad Urea:	522 g	g /surco :	52.2 g	Fecha de aplicación:	Sábado, 9 Julio 05	<table border="1"> <tr><td>Nivel:</td><td><b>150</b></td></tr> <tr><td>Cantidad Urea:</td><td>1565g</td></tr> <tr><td>Urea en 3 aplicaciones:</td><td>522g   522g   522g</td></tr> <tr><td>g / surco:</td><td>52.2   52.2   52.2</td></tr> <tr><td>Fecha de aplicación</td><td>Sab, 9 Jul   Juev, 4 Ag   Lunes, 29 Ag</td></tr> </table>	Nivel:	<b>150</b>	Cantidad Urea:	1565g	Urea en 3 aplicaciones:	522g   522g   522g	g / surco:	52.2   52.2   52.2	Fecha de aplicación	Sab, 9 Jul   Juev, 4 Ag   Lunes, 29 Ag	<table border="1"> <tr><td>Nivel:</td><td><b>0</b></td></tr> <tr><td>Cantidad Urea:</td><td>0g</td></tr> <tr><td>g /surco :</td><td>0g</td></tr> <tr><td>Fecha de aplicación:</td><td></td></tr> </table>	Nivel:	<b>0</b>	Cantidad Urea:	0g	g /surco :	0g	Fecha de aplicación:		<table border="1"> <tr><td>Nivel:</td><td><b>100</b></td></tr> <tr><td>Cantidad Urea:</td><td>1044g</td></tr> <tr><td>Urea en 2 aplicaciones:</td><td>522 g   522 g</td></tr> <tr><td>g / surco</td><td>52.2   52.2</td></tr> <tr><td>Fecha de aplicación:</td><td>Sábado, 9 julio 05   Jueves, 4 Agosto 05</td></tr> </table>	Nivel:	<b>100</b>	Cantidad Urea:	1044g	Urea en 2 aplicaciones:	522 g   522 g	g / surco	52.2   52.2	Fecha de aplicación:	Sábado, 9 julio 05   Jueves, 4 Agosto 05
Nivel:	<b>50</b>																																						
Cantidad Urea:	522 g																																						
g /surco :	52.2 g																																						
Fecha de aplicación:	Sábado, 9 Julio 05																																						
Nivel:	<b>150</b>																																						
Cantidad Urea:	1565g																																						
Urea en 3 aplicaciones:	522g   522g   522g																																						
g / surco:	52.2   52.2   52.2																																						
Fecha de aplicación	Sab, 9 Jul   Juev, 4 Ag   Lunes, 29 Ag																																						
Nivel:	<b>0</b>																																						
Cantidad Urea:	0g																																						
g /surco :	0g																																						
Fecha de aplicación:																																							
Nivel:	<b>100</b>																																						
Cantidad Urea:	1044g																																						
Urea en 2 aplicaciones:	522 g   522 g																																						
g / surco	52.2   52.2																																						
Fecha de aplicación:	Sábado, 9 julio 05   Jueves, 4 Agosto 05																																						
<table border="1"> <tr><td>Nivel:</td><td><b>100</b></td></tr> <tr><td>Cantidad Urea:</td><td>1044g</td></tr> <tr><td>Urea en 2 aplicaciones:</td><td>522 g   522 g</td></tr> <tr><td>g / surco:</td><td>52.2   52.2</td></tr> <tr><td>Fecha de aplicación:</td><td>Sábado, 9 julio 05   Jueves, 4 Agosto 05</td></tr> </table>	Nivel:	<b>100</b>	Cantidad Urea:	1044g	Urea en 2 aplicaciones:	522 g   522 g	g / surco:	52.2   52.2	Fecha de aplicación:	Sábado, 9 julio 05   Jueves, 4 Agosto 05	<table border="1"> <tr><td>Nivel:</td><td><b>0</b></td></tr> <tr><td>Cantidad Urea:</td><td>0g</td></tr> <tr><td>G /surco :</td><td>0g</td></tr> <tr><td>Fecha de aplicación</td><td></td></tr> </table>	Nivel:	<b>0</b>	Cantidad Urea:	0g	G /surco :	0g	Fecha de aplicación		<table border="1"> <tr><td>Nivel:</td><td><b>50</b></td></tr> <tr><td>Cantidad Urea:</td><td>522 g</td></tr> <tr><td>g /surco :</td><td>52.2 g</td></tr> <tr><td>Fecha de aplicación:</td><td>Sábado, 9 Julio 05</td></tr> </table>	Nivel:	<b>50</b>	Cantidad Urea:	522 g	g /surco :	52.2 g	Fecha de aplicación:	Sábado, 9 Julio 05	<table border="1"> <tr><td>Nivel:</td><td><b>150</b></td></tr> <tr><td>Cantidad Urea:</td><td>1565g</td></tr> <tr><td>Urea en 3 aplicaciones:</td><td>522g   522g   522g</td></tr> <tr><td>g / surco:</td><td>52.2   52.2   52.2</td></tr> <tr><td>Fecha de aplicación:</td><td>Sab, 9 Jul   Juev, 4 Ag   Lunes, 29 Ag</td></tr> </table>	Nivel:	<b>150</b>	Cantidad Urea:	1565g	Urea en 3 aplicaciones:	522g   522g   522g	g / surco:	52.2   52.2   52.2	Fecha de aplicación:	Sab, 9 Jul   Juev, 4 Ag   Lunes, 29 Ag
Nivel:	<b>100</b>																																						
Cantidad Urea:	1044g																																						
Urea en 2 aplicaciones:	522 g   522 g																																						
g / surco:	52.2   52.2																																						
Fecha de aplicación:	Sábado, 9 julio 05   Jueves, 4 Agosto 05																																						
Nivel:	<b>0</b>																																						
Cantidad Urea:	0g																																						
G /surco :	0g																																						
Fecha de aplicación																																							
Nivel:	<b>50</b>																																						
Cantidad Urea:	522 g																																						
g /surco :	52.2 g																																						
Fecha de aplicación:	Sábado, 9 Julio 05																																						
Nivel:	<b>150</b>																																						
Cantidad Urea:	1565g																																						
Urea en 3 aplicaciones:	522g   522g   522g																																						
g / surco:	52.2   52.2   52.2																																						
Fecha de aplicación:	Sab, 9 Jul   Juev, 4 Ag   Lunes, 29 Ag																																						
<table border="1"> <tr><td>Nivel:</td><td><b>150</b></td></tr> <tr><td>Cantidad Urea</td><td>1565g</td></tr> <tr><td>Urea en 3 aplicaciones:</td><td>522g   522g   522g</td></tr> <tr><td>g / surco:</td><td>52.2   52.2   52.2</td></tr> <tr><td>Fecha de aplicación</td><td>Sab, 9 Jul   Juev, 4 Ag   Lunes, 29 Ag</td></tr> </table>	Nivel:	<b>150</b>	Cantidad Urea	1565g	Urea en 3 aplicaciones:	522g   522g   522g	g / surco:	52.2   52.2   52.2	Fecha de aplicación	Sab, 9 Jul   Juev, 4 Ag   Lunes, 29 Ag	<table border="1"> <tr><td>Nivel:</td><td><b>50</b></td></tr> <tr><td>Cantidad Urea:</td><td>522 g</td></tr> <tr><td>g /surco :</td><td>52.2 g</td></tr> <tr><td>Fecha de aplicación:</td><td>Sábado, 9 Julio 05</td></tr> </table>	Nivel:	<b>50</b>	Cantidad Urea:	522 g	g /surco :	52.2 g	Fecha de aplicación:	Sábado, 9 Julio 05	<table border="1"> <tr><td>Nivel:</td><td><b>100</b></td></tr> <tr><td>Cantidad Urea</td><td>1044g</td></tr> <tr><td>Urea en 2 aplicaciones:</td><td>522 g   522 g</td></tr> <tr><td>g / surco</td><td>52.2   52.2</td></tr> <tr><td>Fecha de aplicación</td><td>Sábado, 9 julio 05   Jueves, 4 Agosto 05</td></tr> </table>	Nivel:	<b>100</b>	Cantidad Urea	1044g	Urea en 2 aplicaciones:	522 g   522 g	g / surco	52.2   52.2	Fecha de aplicación	Sábado, 9 julio 05   Jueves, 4 Agosto 05	<table border="1"> <tr><td>Nivel:</td><td><b>0</b></td></tr> <tr><td>Cantidad Urea:</td><td>0g</td></tr> <tr><td>g /surco :</td><td>0g</td></tr> <tr><td>Fecha de aplicación</td><td></td></tr> </table>	Nivel:	<b>0</b>	Cantidad Urea:	0g	g /surco :	0g	Fecha de aplicación	
Nivel:	<b>150</b>																																						
Cantidad Urea	1565g																																						
Urea en 3 aplicaciones:	522g   522g   522g																																						
g / surco:	52.2   52.2   52.2																																						
Fecha de aplicación	Sab, 9 Jul   Juev, 4 Ag   Lunes, 29 Ag																																						
Nivel:	<b>50</b>																																						
Cantidad Urea:	522 g																																						
g /surco :	52.2 g																																						
Fecha de aplicación:	Sábado, 9 Julio 05																																						
Nivel:	<b>100</b>																																						
Cantidad Urea	1044g																																						
Urea en 2 aplicaciones:	522 g   522 g																																						
g / surco	52.2   52.2																																						
Fecha de aplicación	Sábado, 9 julio 05   Jueves, 4 Agosto 05																																						
Nivel:	<b>0</b>																																						
Cantidad Urea:	0g																																						
g /surco :	0g																																						
Fecha de aplicación																																							

FUENTE: Elaboración propia

### 3.4.8 Plagas y enfermedades

Pulgones del genero *Apis sp.* los cuales estuvieron presentes después del trasplante en un proporción mínima no ocasionando daño alguno en las plantas de repollo puesto que se tomaron medidas de control inmediatamente a la aparición de las mismas (cuadro 4), la aparición del pulgón fue registrada por los bordes no encontrándose su presencia en el medio, por lo que se supone que vinieron o fueron traídos por el viento de algún cultivo vecino. El pulgón apareció en números igualmente mínimos (uno, dos ó ninguno por planta) los mismos no ocasionaron ningún daño a las plantas.

En ambos casos estos dos aparecieron al menos tres veces en el cultivo, pero fueron controlados oportunamente no provocando problema en el desarrollo del experimento antes, durante y después de la aplicación de los tratamientos.

Hormigas; presentes después del trasplante en número reducido, las cuales comenzaban a distribuirse por espacio de dos surcos aunque aún se encontraban en un espacio reducido, estas se controlaron con aplicaciones de FOLIDOL ocasionando la desaparición de las hormigas sin que estas causen algún daño a las plantas de repollo.

Pulga saltona; apareció al momento de la floración, pero no ocasionó ningún problema, puesto que esta no es un enemigo común de la planta de repollo, probablemente apareció en busca de humedad que se almacena entre las hojas de la planta de repollo, pero desapareció la misma al realizar aplicaciones que se hicieron al controlar el pulgón.

No hubo presencia de enfermedades en el presente experimento puesto que se controlaron a tiempo plagas como las hormigas y pulgones, cabe mencionar que el agua de riego se presentaba en buenas condiciones puesto que no trajo ningún tipo de enfermedades, siendo esta agua de pozo. A pesar de la realización de cortes en la cabeza de repollo no hubo presencia de enfermedades puesto que se trato al mismo tiempo del corte con Carbendazim el cual actúa como insecticida – fungicida que fue de bastante ayuda y no produjo ningún tipo de daño al ápice.

**Cuadro 4. Plaguicidas aplicados en la producción de semilla de repollo.**

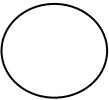
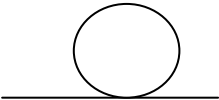
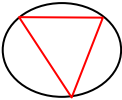
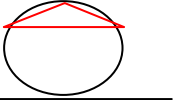
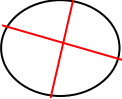
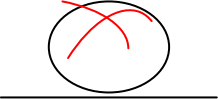
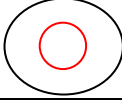
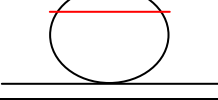
PRODUCTO	I.A.	DOSIS	CARGA	FECHA	USO	OBSERVACIONES
Perfekthion	Dimethoato	20cc/20l	3	Jueve, 30 jun	Insecticida	Después de trasplante
Karate	Labdacyhalothrina	20cc/20l	3	Jueves, 21 julio 05	Insecticida	Preventivo, ataque
Nurelle	Cipermetrina	20cc/20l	3	Lunes, 29 ago 05	Insecticida	Ataque insectos
Bavistin	Carbendazim	5cc/5l		Martes, 20 sep 05	Funguicida insecticida	Preventivo, después de cortes
Karate	Labdacyhalothrina	20cc/20l	2	Miércoles, 21 sep 05	Insecticida	Preventivo después de cortes
Kumulus	Azufre	40g/20l	2	Miércoles, 21 sep 05	Fungicida	Preventivo después de cortes
Gomax	Nonilfenol poliglicol éter	10cc/20l	2	Miércoles, 21 sep 05	Adherente	Adherente
Karate	Labdacyhalothrina	20cc/20l	3	Lunes, 21 oct 05	Insecticida	Ataque de insectos

Fuente: Elaboracion propia

### 3.4.9 Realización de los Cortes

Al tener desarrollado las cabezas de repollo, el martes 20 de septiembre de 2005 se realizó los siguientes cortes (cuadro 5) para la liberación de la vara floral.

**Cuadro 5 Descripción de los cortes realizados**

CORTE	VISTA ARRIBA	VISTA LATERAL
(b0) SIN CORTE		
(b1) TRIANGULO		
(b2) CRUZ		
(b3) LONGITUDINAL		

Fuente: Elaboracion propia

Al realizar el corte en triangulo se procedió con cuchillo de buen filo realizando los cortes en la cuarta parte superior de la pella sin dañar el meristemo dejando las hojas cortadas sobre la pella los primeros días, realizado el corte en otra pella con cuchillo desinfectado con Carbendazim para evitar el contagio de cualquier posible enfermedad.

Para el corte en cruz se procedió con el cuchillo desinfectado a realizar los cortes desde la cuarta parte superior de la pella habiendo tenido muchísimo cuidado de no dañar el meristemo, igualmente para cortar otra pella se realizó la desinfección del cuchillo con Carbendazim.

Para el corte longitudinal se procedió a realizar el corte de la cuarta parte superior con el cuchillo desinfectado con el mismo producto cortándose la pella exteriormente hasta llegar a la parte central habiendo tenido mucho cuidado de no dañar el meristemo, habiendo dejado unos días las hojas cortadas sobre la pella retirando después de unos días estas mismas.



**Cuadro 6. Distribución del tipo de corte según croquis de campo.**

I	b0	b2	b1	B3
	b1	b3	b0	B2
	b3	b0	b3	B1
	b2	b1	b2	B0
II	b2	b1	b3	b0
	b3	b0	b2	b1
	b0	b2	b1	b3
	b1	b3	b0	b2
III	b1	b3	b0	b2
	b0	b2	b1	b3
	b2	b1	b3	b0
	b3	b0	b2	b1

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.10 Cuidados en floración

Una vez que salió la inflorescencia se la dejó crecer y realizando todos los cuidados culturales necesarios, como riego, cuidado del ataque de pájaros, colocado para tal efecto una malla antipájaro, al realizar la fumigación a las flores se tuvo mucho cuidado en el uso de productos químicos por la presencia que se tuvo de abejas que ayudaron muchísimo en la polinización.

### 3.4.11 Beneficiado de la semilla

#### Recolección de plantas

La recolección de plantas muestras se realizó en sacos de yute pequeños donde ingresaba una planta por yute, recolectando individualmente las plantas por unidad experimental, y todas los sacos pequeños previamente identificados de una unidad

experimental ingresaban en un yute grande, habiendo tenido el cuidado respectivo de no mezclar los tratamientos.

### **Secado de plantas**

Se realizó el secado de la planta con las silicuas en cajas de papel secante armadas con ayuda de grampas, colocándose una planta por caja de papel, habiendo tenido cuidado de no haber mezclado semillas de una y otra plantas, se realizó un secado natural colocando las cajas de papel en piso frío y habiendo producido un cruce de aire natural.

### **Trillado y separado de la semilla**

Secado las plantas se colocaron las mismas individualmente en cajas grandes plásticas con mucho cuidado de no haber desparramado alguna semilla fuera de la caja donde se procedió a estrujar la planta hasta que se hubiesen liberado totalmente las semillas de las silicuas, después con ayuda de tamices se procedió al separado de la semilla del rastrojo habiéndose realizando varios pases, después de tener la semilla limpia se colocó la misma en sobres de papel con su identificación correspondiente.

### **3.4.12 Muestreo de suelo**

El análisis químico y físico de los suelos se realizó en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas".

Las muestras analizadas fueron nueve en total, una muestra tomada al principio antes de realizar el trasplante, se analizaron: pH, materia orgánica, nitrógeno total, potasio disponible, fósforo disponible, además textura, densidad aparente, conductividad eléctrica. De las ocho muestras se tomaron cuatro de los mejores rendimientos y cuatro de los rendimientos más bajos, de los cuales se analizaron: pH, materia orgánica, nitrógeno total, potasio disponible, fósforo disponible.

### **3.4.13 Análisis de laboratorio**

A la semilla en laboratorio se le realizó las siguientes pruebas de calidad; pureza física, porcentaje de humedad, porcentaje de germinación, número de semillas por gramo, peso de 1000 semillas, peso hectolitro, rendimiento.

Por tanto se emplearon estos tratamientos en semilla de repollo por existir parámetros de comparación, para realizar un estudio más completo.

### **3.4.14 Toma de datos**

Se tomaron las fechas de cultivo para poder diferenciar el momento para realizar la aplicación del primer tratamiento (niveles de fertilización) y del segundo tratamiento (los tipos de corte) por su ciclo vegetativo. Se registraron datos del diámetro de pella en centímetros de la parte transversal, se realizó un contaje directo de las silicuas desarrolladas al momento de la cosecha, se realizó también el contaje del número de semilla por silicua tomadas por plantas muestreadas de cada tratamiento, se registró el rendimiento de por unidad experimental y se estimó a kg/ha, se realizó el contaje del número de semillas por gramo, se realizó el pesado de 1000 semillas y la prueba de germinación por tratamiento en laboratorio.

### **3.4.15 Variables biométricas**

#### **3.4.15.1 Diámetro de la cabeza**

Esta variable fue tomada a los 90 días del trasplante antes de realizar los cortes a las cabezas de repollo, la medición se realizó con vernier graduada en centímetros considerándose la parte transversal, encontrándose diferencias en el primer tratamiento (niveles de nitrógeno), teniendo diámetros promedio de 8,2 cm y 8,6 cm entre los primeros tratamientos del 1 al 4, los siguientes tratamientos del 5 al 8 presentaban diámetros promedios entre 10,9 cm y 11,3 cm los siguientes tratamientos del 9 al 12 presentaban diámetros promedio entre 12,8 cm y 13,1 cm, los últimos cuatro tratamientos del 13 al 16 presentaban diámetros promedio entre 14,2 cm.

#### **3.4.15.2 Días a la floración**

Se tomaron los datos cuando los tratamientos presentaban más del 51% de plantas florecidas a los 121 días del trasplante, encontrándose casi en su totalidad florecidas los tratamientos a los 171 días, donde los tratamientos que florecieron menos fueron a los que no se realizaron ningún tipo de corte.

#### **3.4.15.3 Número de silicuas por planta**

Este dato se tomó por contaje directo en laboratorio cuando las plantas estaban en proceso de secado, y al momento de realizar la trilla pues se la realizó individualmente por planta, aprovechándose para haber realizado el contaje del número de silicuas por planta.

#### **3.4.15.4 Número de semillas por silicua**

El contaje de semillas se realizó por silicua en laboratorio, igual al anterior al realizar el trillado y contaje de silicuas por planta, se recolectó muestras de 10 silicuas por planta y se realizó el contaje individualmente de semilla por silicua con ayuda de una lupa y pinzas.

#### **3.4.15.5 Número de semillas por gramo**

En laboratorio ya obtenida la semilla separada en sobres se realizó el contaje del número de semillas presentes en cada gramo con ayuda de una balanza de precisión, y luego se estimó a kilogramos y después a tonelada.

#### **3.4.15.6 Número de semillas por kilogramo**

Este dato se tomó a estimación del número de semillas por gramo realizándose la conversión de semillas a kilogramo.

#### **3.4.15.7 Peso volumétrico**

Llamado también peso hectolitro, donde este dato se tomó al pesar en balanza de precisión el volumen de 5cc de semilla de repollo y después se estimó a un volumen de 100 litros.

#### **3.4.15.8 Peso 1000 semillas**

Se realizó el contaje de 1000 semillas en laboratorio con ayuda de una lupa, y después se procedió al pesaje de las mismas en una balanza de precisión.

#### **3.4.15.9 Rendimiento**

Se procedió al pesado total de semillas de las plantas muestreadas por unidad experimentales, pesando individualmente la semilla total por planta y después se sacó el promedio del total por unidad experimental.

#### **3.4.15.10 Porcentaje de Germinación**

Para este dato se realizó el contaje de 100 semillas y se las colocó en caja petri con papel secante humedecido, después estas cajas de vidrio se colocó dentro de la cámara germinadora en el laboratorio, y se tomó los datos después de 10 días y se sacó el porcentaje de germinación según semillas germinadas por tratamiento, realizando esta prueba tres veces, y se anotó el promedio para análisis de datos.

#### **3.4.16 Diseño experimental**

El presente estudio se llevó a cabo bajo un diseño de parcelas divididas en diseño de bloque completos al azar, el mismo se acomoda perfectamente para la interpretación y evaluación del experimento, donde el factor A se distribuye en la parcela grande y el factor B en la parcela pequeña.

Donde Litle y Hills (1976) mencionan que el diseño básico de parcelas divididas involucra la asignación de tratamientos de un factor a parcelas principales dispuesta en un diseño completamente aleatorio, de bloques al azar. Los tratamientos del segundo factor se asignan a sub parcelas dentro de cada parcela principal. El proyecto sacrifica la precisión de la estimación de los efectos promedios de tratamientos asignados a las parcelas principales, aunque frecuentemente aumenta la precisión para comparar los efectos promedio de tratamientos de sub parcelas en un tratamiento de una parcela principal dada. Esto proviene del hecho de que el error experimental para las parcelas principales suele ser mayor que el error experimental utilizado para las parcelas principales suele ser mayor que el error experimental utilizado para comparar tratamientos de sub parcelas.

Teniendo, como factor A los niveles de nitrógeno (0 kg/ha, 50 kg/ha, 100 kg/ha, 150 kg/ha) el cual va distribuido en la parcela grande; y como factor B los tipos de corte (sin corte, corte en triangulo, corte en cruz, corte en longitudinal), los cuales van en la parcela pequeña. El uso del presente diseño se utilizo para maximizar las diferencias entre bloques, pero al mismo tiempo para poder maximizar las diferencias dentro de cada bloque utilizado.

El diseño constó con tres bloques, cada bloque se encontraba dividido en cuatro parcelas grandes donde se aplicó el factor A (niveles de nitrógeno) los cuales estaban ubicados al azar en el bloque, cada parcela grande se dividió en cuatro donde se ubicó las parcelas pequeñas así mismo se aplicó el factor B (Tipos de corte) los cuales estaban ubicadas al azar dentro la parcela pequeña cada unidad experimental tuvo 10 surcos separados por 0,6 m lo mismo para los demás tratamientos.

### 3.4.17 Factores de estudio

**Factor A:** Nivel de nitrógeno

a0 = sin aplicación

a1 = 50 kg/ha

a2 = 100 kg/ha

a3 = 150 Kg/ha

**Factor B:** Tipos de corte

b0 = sin corte

b1 = Con corte en triangulo

b2 = con corte en cruz

b3 = con corte longitudinal

### 3.4.18 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \epsilon_{ik} + X_j + (\alpha X)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$	= Una observación cualquiera
$\mu$	= Media general
$\beta_k$	= Efecto del k-ésimo bloque
$\alpha_i$	= Efecto del i-ésimo nivel de nitrógeno (factor A)
$\epsilon_{ik}$	= Error de parcela principal
$X_j$	= Efecto del j-ésimo nivel de tipo de corte (factor B)
$(\alpha X)_{ij}$	= Interacción del i-ésimo nivel del factor A con el J-ésimo nivel del factor B.
$\epsilon_{ijk}$	= Error de sub parcela, error experimental.

### 3.4.19 Tratamientos

T1 = a0b0	nivel 0 de nitrógeno, sin corte
T2 = a0b1	nivel 0 de nitrógeno, corte en triangulo
T3 = a0b2	nivel 0 de nitrógeno, corte en cruz
T4 = a0b3	nivel 0 de nitrógeno, corte longitudinal
T5 = a1b0	nivel 50 de nitrógeno, sin corte
T6 = a1b1	nivel 50 de nitrógeno, corte en triangulo
T7 = a1b2	nivel 50 de nitrógeno, corte en cruz
T8 = a1b3	nivel 50 de nitrógeno, corte longitudinal
T9 = a2b0	nivel 100 de nitrógeno, sin corte
T10 = a2b1	nivel 100 de nitrógeno, corte en triangulo
T11 = a2b2	nivel 100 de nitrógeno, corte en cruz
T12 = a2b3	nivel 100 de nitrógeno, corte longitudinal
T13 = a3b0	nivel 150 de nitrógeno, sin corte
T14 = a3b1	nivel 150 de nitrógeno, corte en triangulo
T15 = a3b2	nivel 150 de nitrógeno, corte en cruz
T16 = a3b3	nivel 150 de nitrógeno, corte longitudinal

### **3.4.20 Temperatura y precipitación pluvial**

Las variaciones de temperatura se registro de un termómetro de altas y bajas durante el día a la misma hora, durante todo el ciclo del cultivo de repollo, en primera instancia dentro del invernadero, después el registro se realizó en la parcela del ensayo, finalmente se realizó un registro en el lugar de secado de la semilla.

Los datos de precipitación pluvial se registró de un pluviómetro casero colocado en medio de la parcela, el cual consistía de una probeta graduada en milímetros el cual recolecto el agua producto de la precipitación pluvial durante todo el ensayo en campo.

### **3.4.21 Análisis económico**

En la evaluación económica se hizo un análisis parcial de los costos de producción, relación de Beneficio/costo por tratamientos, porque nos muestra el máximo de producción con el mínimo de recursos empleados Perrin (1988), observándose en cual de los tratamientos se presentan mejores rendimientos por efecto de la inducción floral, usándose para los costos fijos todos los gastos generados en el ensayo desde la siembra hasta la cosecha, y en los costos variables todos los gastos usados por tratamientos, usándose el rendimiento medio de semilla obtenido por tratamiento, teniéndose el precio unitario de 7 \$/Kg producido, usándose el rendimiento y el precio unitario para calcular el ingreso bruto (anexo D), tomando en cuenta para el ensayo los precios de mercado en que el agricultor accede para la venta de su semilla.

### **3.4.22 Análisis estadístico**

Para facilitar el estudio y deducción de los parámetros biométricos del ensayo experimental, se hizo una base de datos que fue analizada en el sistema estadístico S.A.S. (Statical Analysis System). Para la pruebas de significancia de Duncan al 5%, que fue el parámetro estadístico para la comparación de medias, también se uso este sistema que permitió que el análisis e interpretación sea sin dificultad. El análisis de correlación y regresión entre variables fue calculado en Microsoft Excel, que de igual manera permitió una interpretación sencilla de los parámetros biométricos.



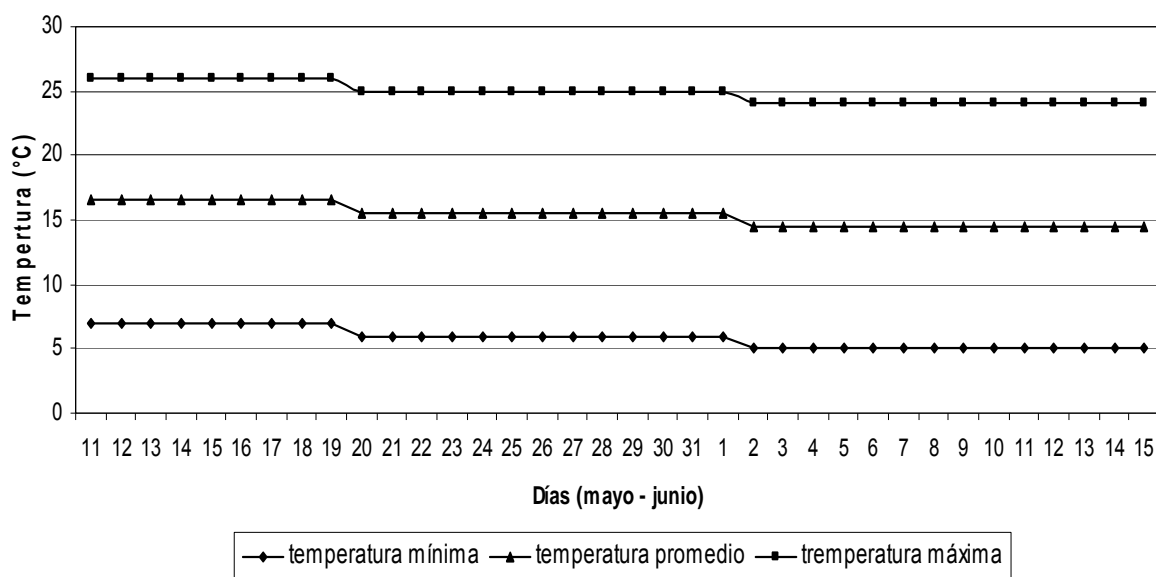
## IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

Según metodología empleada durante todo el proceso en el presente trabajo de investigación, se obtuvieron resultados, los mismos son presentados a continuación con su respectivo análisis, interpretación y discusión.

### 4.1 Parámetros Climáticos

#### 4.1.1 Temperaturas en invernadero y en parcela

La temperatura ambiental máxima, mínima y promedio dentro del invernadero, fueron estables para la etapa de almacigado (Figura 1), esto debido a que el invernadero se encontraba en buenas condiciones, permitiendo en su momento la realización de un almacigado con resultados de germinación de la semilla en un 100%, obteniéndose temperaturas estables tanto en el día como en la noche, esto permitió en su momento un desarrollo uniforme de las plántulas hasta el momento de realizar el trasplante.



**Figura 1. Temperaturas máxima, mínima, promedio dentro del invernadero.**

La temperatura promedio diaria dentro del invernadero (Figura 1), fluctuó entre 14,5 °C y 16,5 °C siendo estas temperaturas adecuadas para la germinación de la semilla de repollo y también para el desarrollo de la plántula en su etapa inicial. La temperatura mínima fluctuó entre 7 °C y 5 °C siendo temperaturas adecuadas para la germinación y desarrollo del repollo en su etapa inicial, la temperatura máxima fluctuó entre 26 °C y 24 °C estas temperaturas son adecuadas para el desarrollo biológico del repollo en su etapa inicial.

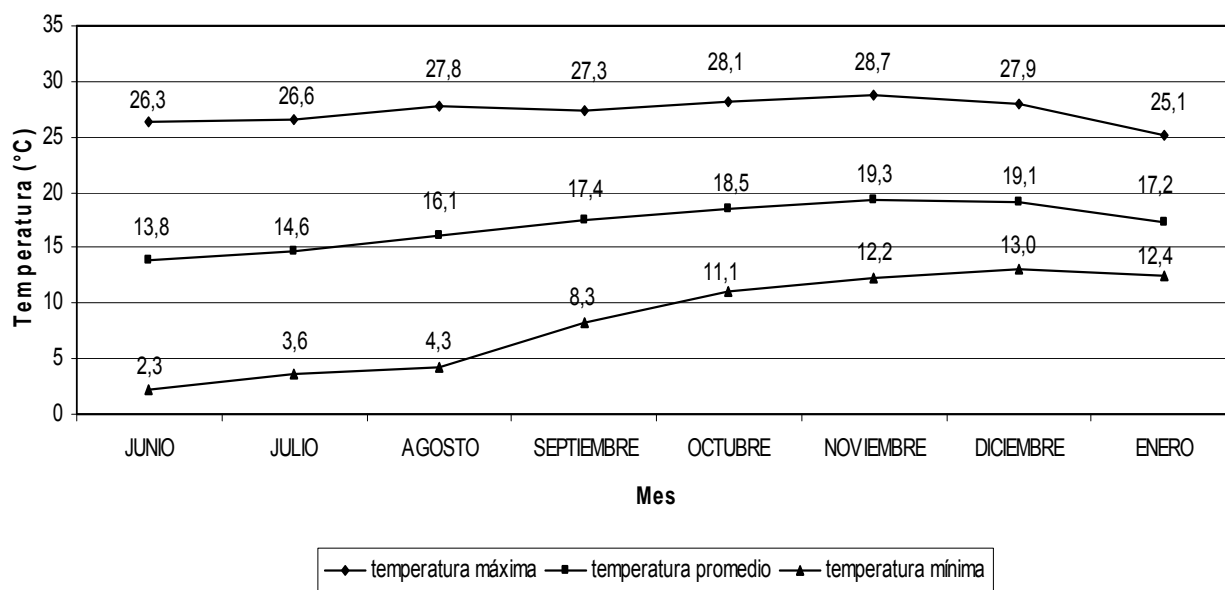
Estas temperaturas máximas, mínimas y promedio presentan similitud con rangos de temperatura para germinación, mencionadas por Valadez (1998), donde indica un mínimo para germinación de 4,4 °C y un máximo para germinación de 35 °C con un óptimo de 29,4 °C para germinación.

Siendo estas temperaturas muy importantes, y se deben tomar en cuenta al momento de realizar el almácigado, puesto que un descuido en las mismas puede provocar que no se tenga uniformidad de las plantulas.

La temperatura ambiental promedio (Figura 2) en la parcela fluctuó entre 13,8 y 19,3 °C siendo estas temperaturas óptimas para el desarrollo y crecimiento de la planta de repollo, y teniendo temperaturas mínimas que fluctúan entre 2,3 y 12,4 °C las cuales están por encima del mínimo crítico, y las temperaturas máximas que fluctúan entre 25,1 y 28,7 °C las cuales están entre los rangos críticos máximos de tolerancia a estas temperaturas.

Estas temperaturas se encuentran entre las propias de desarrollo del cultivo de repollo, mencionado por Valadez (1998), quien realizó trabajos similares en cultivo de repollo en la Argentina. (propia de crecimiento y desarrollo son de 15 a 20°C, con mínimas de 0°C y máximas de 27°C.)

Los datos del experimento presentaron temperaturas mínimas entre 2,3°C a 12,4°C con rangos entre 2,3 a 4,3 durante 8 semanas, por lo cual se tuvieron temperaturas para la vernalización similares a los registrados por Thompson y Kelly (1959), que son mencionados por Valadez (1998), los cuales enunciaron temperaturas entre 4°C a 7°C durante un periodo de 3 a 4 semanas, para después de la fase juvenil poder emitir el vástago floral.

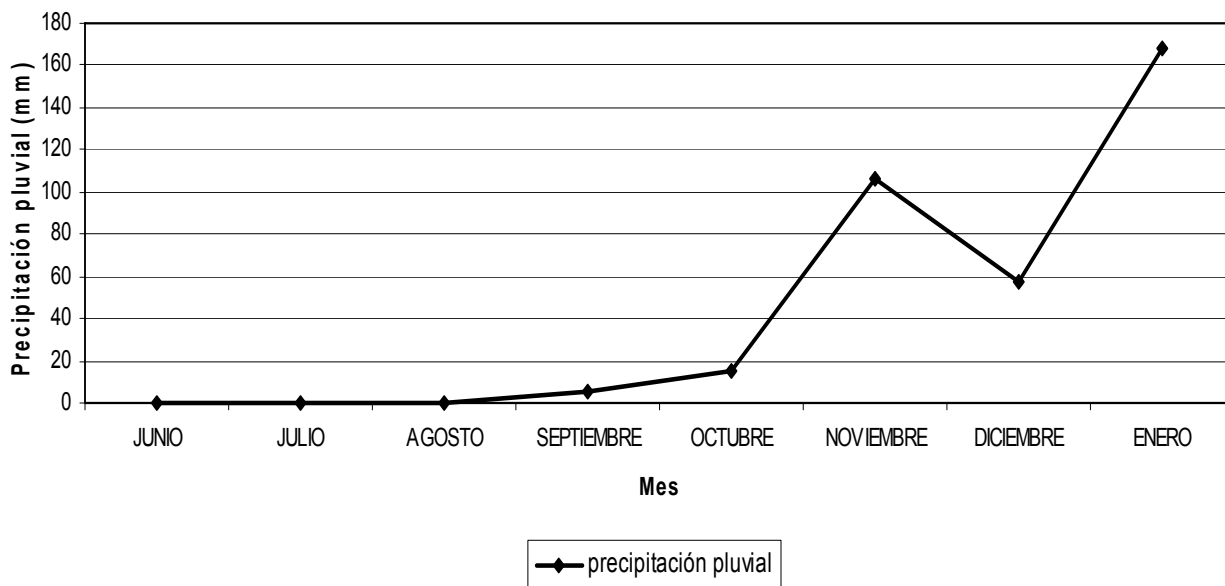


**Figura 2. Temperaturas máxima, mínima, promedio en parcela de experimento.**

#### 4.1.2 Precipitación pluvial

La precipitación pluvial (Figura 3) en la parcela fluctuó entre 5,6 mm y 168,4 mm entre los meses de junio y enero, siendo el mes de menor precipitación septiembre con 5,6 mm y el mes de mayor precipitación enero con 168,4 mm, presentando otro mes lluvioso en noviembre con 105,9 mm, seguido de diciembre con 57,4 mm y finalmente octubre con 15,2 mm y los meses de mayo, junio, julio, agosto no hubo precipitación pluvial.

Al comienzo de las lluvias se tuvieron desarrolladas las cabezas de repollo, realizándose los cortes de las mismas a mediados de septiembre, comenzando al mismo tiempo el incremento de las precipitaciones pluviales que favoreció de gran manera al desarrollo de la vara floral y de la inflorescencia.

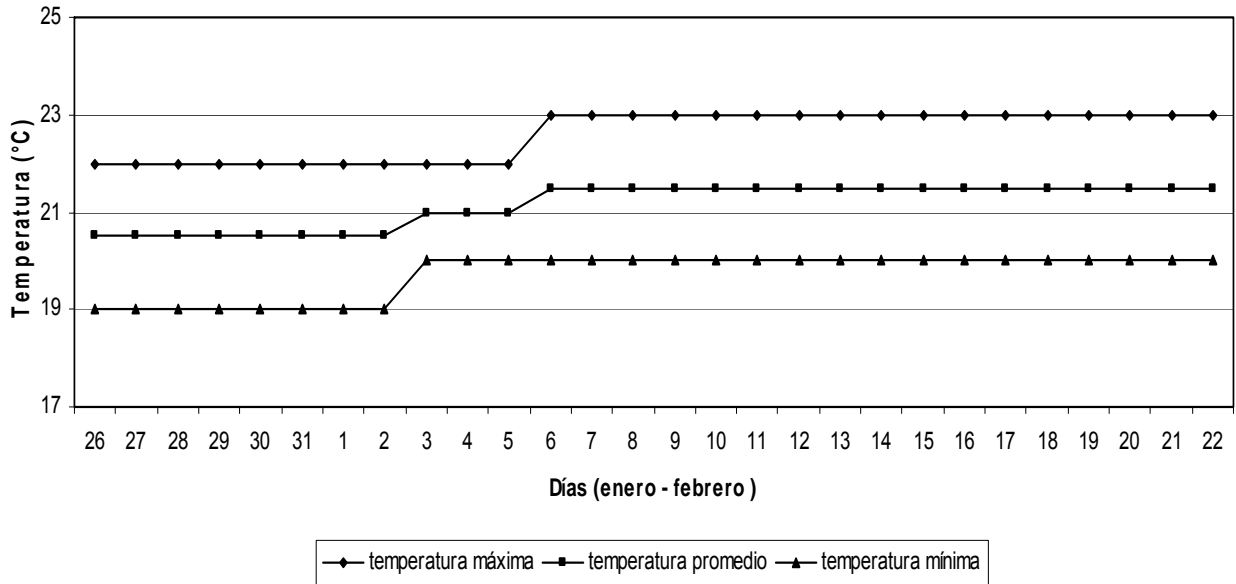


**Figura 3. Precipitación pluvial, desde el trasplante hasta la cosecha de semilla.**

#### 4.1.3 Temperatura en secado de semillas

La temperatura de secado (Figura 4) fue constante tanto en el día como en la noche, dentro del área designada para el secado de la semilla de repollo, la temperatura mínima del ambiente fue de 19 °C y la máxima de 23 °C, con un promedio de 21,16 °C.

El secado según recomendación de Peske (2003) fue natural realizándose en un ambiente cubierto donde no le llegaron los rayos del sol directamente a la semilla y contaba con una aireación adecuada sin el uso de ningún tipo de equipo por tratarse de un ensayo, teniendo muestras diferentes y se debía tener un buen trato para no dañar la semilla por tal motivo el secado se realizó en cajas de papel secante colocados sobre piso frío en un cuarto con buena ventilación donde la clave para un buen secado es la circulación de aire realizando el secado en un total de 27 días desde la recolección de los tallos juntamente con las silicuas.



**Figura 4. Temperatura registrada al momento del secado de la semilla.**

La temperatura ambiente promedio registrada fue de 21,16°C, la cual es inferior a la temperatura de otros métodos de secado que existen, siendo para el ensayo con este método un secado eficiente en semillas de repollo, como menciona Raymond (1989) la velocidad de secado para Brassicas debe ser lenta, primeramente por ser económico y no dañar la semilla, teniendo en cuenta que un secado rápido contribuye a un deterioro de la semilla.

Según el método de secado que recomienda Peske (2003), el secado en sacos o cajas es usado en programas de mejoramiento y en trabajos de investigación, donde la cantidad de semilla es pequeña, y el número de variedades, linajes o muestras son numerosos. El secado consiste en un piso de madera o concreto donde se colocan las bolsas o cajas con las semillas, y se adiciona una ventilación con sistema de aire caliente de 10 °C como mínimo, pudiendo usarse también temperaturas máximas entre 20°C y 40°C. encontrándose que la temperatura de 21,16 °C como promedio del experimento ingresa en el rango de temperaturas para el secado de semillas sin que esta sufra algún daño.

## 4.2 Análisis físico químico de suelo

El análisis físico químico de los sustratos se realizó en condiciones iniciales y finales, el propósito del análisis fue para conocer las propiedades y condiciones del suelo y a través de los cuales inferir su capacidad para sostener la producción de semilla de repollo.

**Cuadro 7. Reporte del análisis Físico Químico de suelo.**

Sustrato	Tratamiento	A	Y	L	Tex	Da	pH	C.E. mmhs/cm	C.I. me/100g	M.O. %	N tot. %	P dis. ppm
		%	%	%		g/cm <sup>3</sup>			Potasio			
0	0	50	19	31	F	1,43	8,2	0,417	0,25	2,02	0,105	2,9
A	9						8,3		0,44	2,25	0,115	2,8
B	11						8,4		0,29	2,10	0,107	2,1
C	1						8,2		0,36	2,33	0,116	4,6
D	2						8,2		0,18	1,94	0,102	2,2
E	5						8,2		0,24	2,41	0,127	3,4
F	7						8,1		0,25	1,79	0,097	2,0
G	13						8,5		0,25	1,55	0,086	2,1
H	16						8,6		0,18	1,79	0,099	2,5

**FUENTE:** Laboratorio de Suelos y Aguas, de la FAC. de CS. AGRICOLAS y PECUARIAS "Martín Cárdenas"; A = arena; Y= arcilla; L= limo; Tex= textura; Da=densidad aparente; C.E.= conductividad eléctrica; C.I. = Cationes Intercambiables; M.O.= materia orgánica; Ntot= nitrógeno totales; Pdis= fósforo disponible.

### • Textura

La clase textural se realizó al inicio solamente, porque se entiende que estas son características estables al respecto Chilón (1996) indica que la textura es una de las características más estables, y menciona que una vez que se dispone de esta información, no es preciso repetir el análisis al cabo del tiempo.

Por tal motivo todos los sustratos presentan igual textura, tanto al inicio como al final, el sustrato 0 representa a la muestra inicial antes de realizar el trabajo de investigación, donde toda la parcela se encontraba uniforme sin la aplicación de ninguno de los tratamiento de fertilización, la misma presentaba una textura franca, representada en el cuadro textural donde la proporción a arena es igual a 50%, arcilla a 19% y limo a 31%,

representando por lo tanto un suelo de textura media, referido a que la estructura del suelo se encuentra bien formada.

Al respecto Valadez (1998) menciona que el repollo se desarrolla bien en cualquier tipo de textura desde arenosa hasta orgánicas.

- **Densidad aparente**

La densidad aparente da una relación entre la masa del suelo seco y el volumen total del suelo en gramos por centímetros cúbicos, este dato es complementario a la clase textural, pero no denota más datos de interés para el trabajo de investigación por no existir un dato final comparativo.

Chilón (1996) menciona que este dato señala la disminución de macroporos y un aumento no significativo de los microporos, que es una característica por el efecto del riego y de la compactación por efecto de la gravedad.

- **pH de los sustratos**

El sustrato inicial presenta un pH moderadamente alcalino igualmente que los sustrato A, B, C, D, E, F y los sustratos G, H presentan un pH fuertemente alcalino, estos sustratos con pH elevado no presentaron mayores problemas para el desarrollo del repollo y de la inflorescencia.

Al respecto Valadez (1998) menciona un pH entre 6,8 – 5,5 teniendo en cuenta que el repollo es ligeramente tolerante a la acidez, Raymond (1989) menciona que suelos ácidos no solo afectan la disponibilidad de micro elementos como el molibdeno sino que aumenta la incidencia de enfermedades en el repollo.

El sustrato donde no se aplicó ningún tratamiento con nitrógeno (0 Kg/ha) no tuvo alteración alguna del pH sino que este se mantuvo estable hasta el final del proceso productivo de semilla indiferente de haber realizado corte o no; al sustrato con aplicación de 50 Kg/ha tuvo una permanencia del pH igual al inicial al no realizar ningún corte, pero al

realizar cortes, el pH tendió a bajar de 8,2 a 8,1; al sustrato que se aplicó 100Kg/ha de nitrógeno se tuvo un incremento en ambos casos de realizar cortes o no; en sustrato que se aplicó 150Kg/ha se tuvo también un incremento del pH del suelo de 8,2 a 8,5 y 8,6 respecto del que no se realizó el corte y del que se realizó el cortes en la cabeza del repollo.

Con respecto de la variación del pH a lo largo del tiempo, como ocurrió en el experimento, Chilón (1996) indica que la disminución de la acidez de los suelos es por la presencia de la fracción coloidal, que al estar en forma cambiante pasan a la solución del suelo, y una vez en ellos, reaccionan con el agua, formando hidróxidos y liberan iones de H<sup>+</sup>, los que disminuyen el pH del suelo. Por tal motivo al no haber una baja en la concentración iones H<sup>+</sup> por la disminución del CO<sub>2</sub> la solución del suelo tiende a ser más básica. Un suelo alcalino tendrá una gran cantidad de sales en el suelo.

- **Conductividad eléctrica**

Los resultados iniciales presentaron cantidades inferiores a 2 mmhos/cm, entendiéndose que no existieron problemas de salinidad en los sustratos, no habiendo problemas de sales. La conductividad eléctrica del suelo es un parámetro que mide el contenido de sales solubles en el suelo expresado en mmhos/cm.

- **Potasio intercambiable**

Los sustratos en condiciones iniciales mostraba niveles de Potasio bajos (0,25 me/100g).

- **Porcentaje de materia orgánica**

Los sustratos en condiciones iniciales, mostraron un porcentaje moderado (2,02 %) para todos los tratamientos, pero al final del desarrollo del repollo se tuvieron un incremento en los tratamientos 11 y 15 donde se reportaron rendimientos altos de semilla los cuales presentaron un porcentaje de materia orgánica de 2,10 y 2,41% respectivamente siendo un contenido moderado, pero en T2 y T16 igualmente de rendimientos altos presentaron una disminución del porcentaje de materia orgánica a 1,94 y 1,79% respectivamente



siendo un contenido bajo de materia orgánica, en los T9 y T1 donde se reportaron los rendimientos mas bajos se tuvo un incremento en el porcentaje materia orgánica de 2,25 y 2,33% respectivamente siendo estos también de contenido moderado, pero en los T7 y T13 igualmente de rendimientos bajos se presentaron una baja en el porcentaje de materia orgánica de 1,79 y 1,55% lo cual indica un contenido bajo de materia orgánica.

- **Porcentaje de nitrógeno total**

En el sustrato inicial se tuvo un porcentaje de nitrógeno total medio (0,105 %) en toda la parcela, Al finalizar el ensayo el porcentaje de nitrógeno total en los sustratos se incrementaron en los tratamientos T9 (0,115%), T11(0,107%), T1(0,116%), T5(0,127% ), de los cuales al T1, T9 y T5 no se le realizaron ningún tipo de corte en la cabeza de repollo pero si se realizaron cortes al T11 el cual presento rendimientos altos en la producción de semilla, este incremento de nitrógeno es debido a la liberación de iones amonio, nitrato y nitrito por la descomposición y nitrificación de la materia orgánica aparte del nitrógeno usado en el los tratamientos. En los T2(0,102%), T7(0,097%), T13(0,086%), T16(0,099%) se tuvieron una disminución del porcentaje total de nitrógeno siendo este bajo, teniendo a los T2, T7, T16 con rendimientos altos y al T13 con bajo rendimiento, esto debido a que el nitrógeno fue usado en procesos metabólicos de la planta y el otro a procesos de perdida por riego o evaporación.

- **Fósforo disponible**

En el sustrato inicial se tuvo un nivel bajo de fósforo disponible (2,9 ppm), encontrándose entre 0 – 12 Kg/ha de fósforo, al acabar el ensayo se tuvo una disminución del contenido de fósforo en el suelo esto debido a que fue absorbido por la planta para el proceso de formación de semilla. Y se registraron incrementos en el contenido de fósforo en dos tratamientos lo cual puede ser debido a que son tratamientos de bajo rendimiento en la producción de semilla donde no se realizó ningún tipo de corte en su momento a la cabeza de repollo.

### 4.3 Parámetros biométricos

#### 4.3.1 Diámetro de cabeza

El análisis de varianza para el diámetro de cabeza (Cuadro 8) que tenían las plantas de repollo antes de la emisión del vástago floral, dato que se tomó a los 132 días de la siembra, 90 días del trasplante, antes de realizar los cortes a las cabezas de repollo.

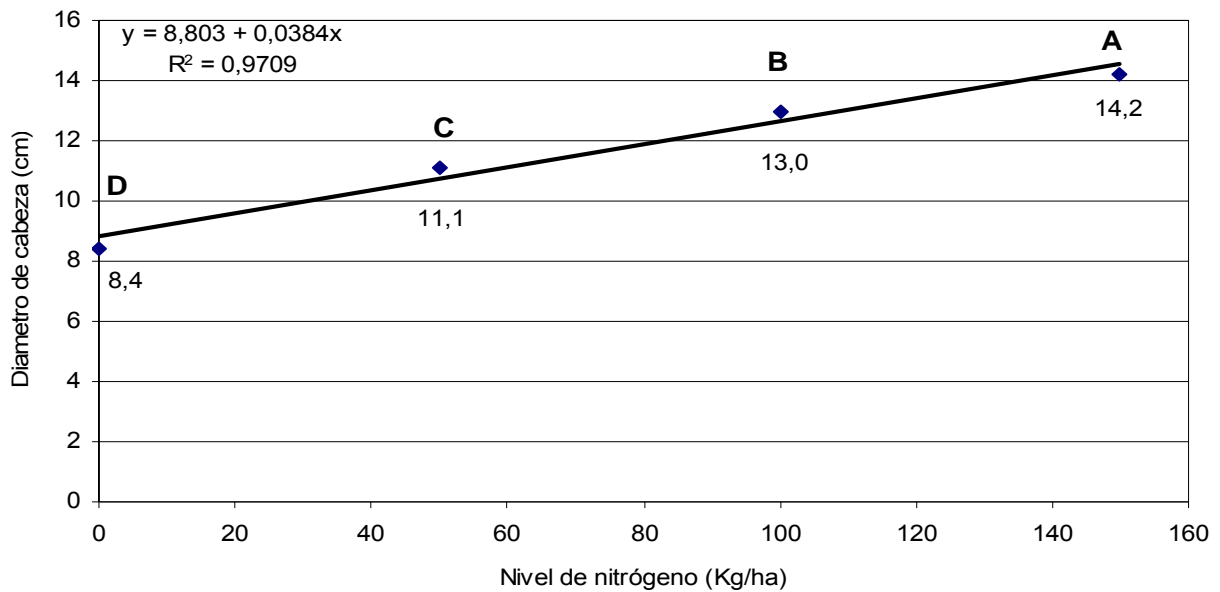
**Cuadro 8. Análisis de varianza del diámetro de cabeza en repollo.**

Fuente de variación	GL	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
<b>Bloque</b>	2	0,59	0,297	3,81	0,0366 *
<b>Nitrógeno (A)</b>	3	226,87	75,624	971,23	<,0001 **
<b>Error a</b>	6	2,51	0,419		
<b>Corte (B)</b>	3	0,38	0,128	1,64	0,2062 ns
<b>Nitrógeno * corte (AB)</b>	9	0,43	0,048	0,61	0,7752 ns
<b>Error Experimental b</b>	24	1,87	0,078		
<b>TOTAL</b>	47	232,66			
CV = 2,389					

(\*)= Diferencias significativas; (\*\*)= Diferencias altamente significativas; (ns)= Diferencias no significativo; SC= Suma de cuadrados; GL= Grados Libertad; CM= Cuadrado medio; FC= F calculado; FT= F tabulado; CV = Coeficiente de Variación.

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 8) del diámetro de cabeza se muestra diferencias significativas entre bloques, y diferencias altamente significativas en la aplicación de los niveles de nitrógeno, aceptando la hipótesis alterna, concluyendo que la aplicación de nitrógeno afecta el desarrollo del diámetro en la cabeza de repollo. Por otra parte el corte e interacción entre fertilización por corte no muestran efectos significativos.

La comparación de medias para el diámetro de cabeza de repollo (Figura 5) entre los niveles de nitrógeno, mediante la prueba de significancia de Duncan 5%, determinó que no existieron diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno que fueron estadísticamente diferentes.



**Figura 5. Diámetro de la cabeza de repollo por niveles de nitrógeno y prueba de Duncan.**

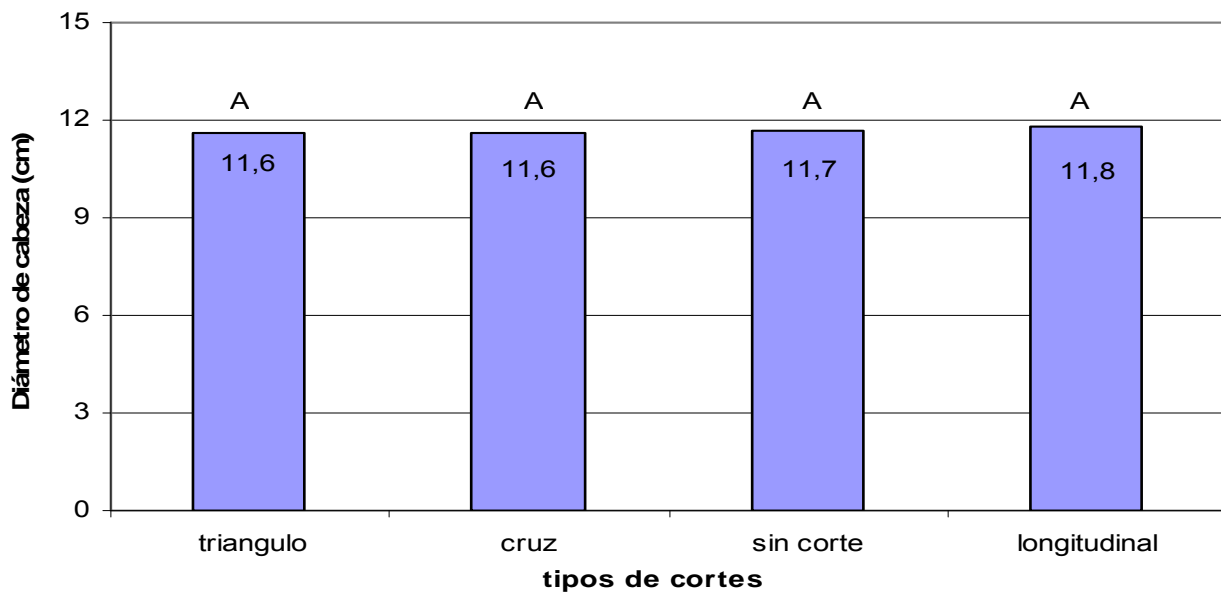
Según resultados el nivel 150Kg/ha presentaba el mayor diámetro promedio con 14,2 cm y estadísticamente diferente respecto a las medias de los niveles 100Kg/ha, 50Kg/ha, 0Kg/ha. El tratamiento con 0Kg/ha presentaba menor diámetro promedio con 8,4 cm respecto a los demás tratamientos.

El coeficiente de determinación ( $R^2=0,9709$ ) nos indica que el 97,09% de la variación del diámetro de la cabeza es debido a las aplicaciones con niveles de nitrógeno.

Las diferencias que existieron en el diámetro de cabeza, se puede atribuir a la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno, siendo este responsable del desarrollo de la parte verde, crecimiento, formación, desarrollo y vigor de las hojas de la planta, al respecto Limongelli (1979) menciona que la urea tiene una buena respuesta para el suministro de nitrógeno para la planta en suelos alcalinos, donde el repollo adquiere mayor desarrollo en este tipo de suelo, siendo que el uso de fertilizantes puede superar al abono orgánico en casi todos los suelos, siendo lo recomendable una combinación entre ambos, sin deponer la aplicación de nitrógeno ya que se logra un aumento en rendimiento y diámetro de cabeza.

En la formación de cabezas de repollo se evidencia que sin la aplicación de nitrógeno se obtienen cabezas con 8,4 cm de diámetro, pero con la aplicación de nitrógeno de 50Kg/ha se obtiene cabezas de repollo con 11,1 cm de diámetro, teniendo igualmente un incremento en el diámetro de las cabezas a 13 cm por la aplicación de 100Kg/ha de nitrógeno, finalmente se obtuvo el mayor diámetro promedio de 14,2 cm al aplicar 150 Kg/ha de nitrógeno.

La comparación de medias del diámetro de cabeza de repollo (Figura 6) para tipos de corte, mediante la prueba de significancia de Duncan al 5%, determina que no existieron diferencias significativas en el diámetro de las cabezas de repollo, esto se puede atribuir a que las cabezas no recibieron ningún tipo de corte al momento de tomar la medida del diámetro a los 90 días del trasplante.



**Figura 6. Diámetro de la cabeza de repollo por tipos de corte y prueba de Duncan.**

El diámetro de las cabezas de repollo esta relacionado con el desarrollo de las mismas, y el corte no influye en al diámetro puesto que los mismos se realizaron sobre los dos tercios teniendo el mismo diámetro con los cortes. Al respecto comenta raymond (1989) la existencia de varios sistemas de efectuar el corte tiene como objetivo el de permitir al tallo

floral emerger sano de la barrera mecánica formada por las hojas firmemente dobladas que lo encajan, siendo un método rápido el corte en cruz.

También el CNPSH (2003) menciona el uso de cortes en cruz, triangulo y longitudinal por ser estos rápidos de realizar para inducir a que la planta siga con la segunda fase que es la reproductiva; hubo trabajos realizados como los de la FAO (1961) que reportaron el empleo de cortes en cruz y longitudinal en la producción de semilla de repollo.

#### 4.3.2 Días a la floración

El análisis de varianza para el parámetro días a la floración (cuadro 9) se realizó a los 114, 121, 128 días del trasplante cuando se tenía más del 51% de plantas florecidas por tratamiento.

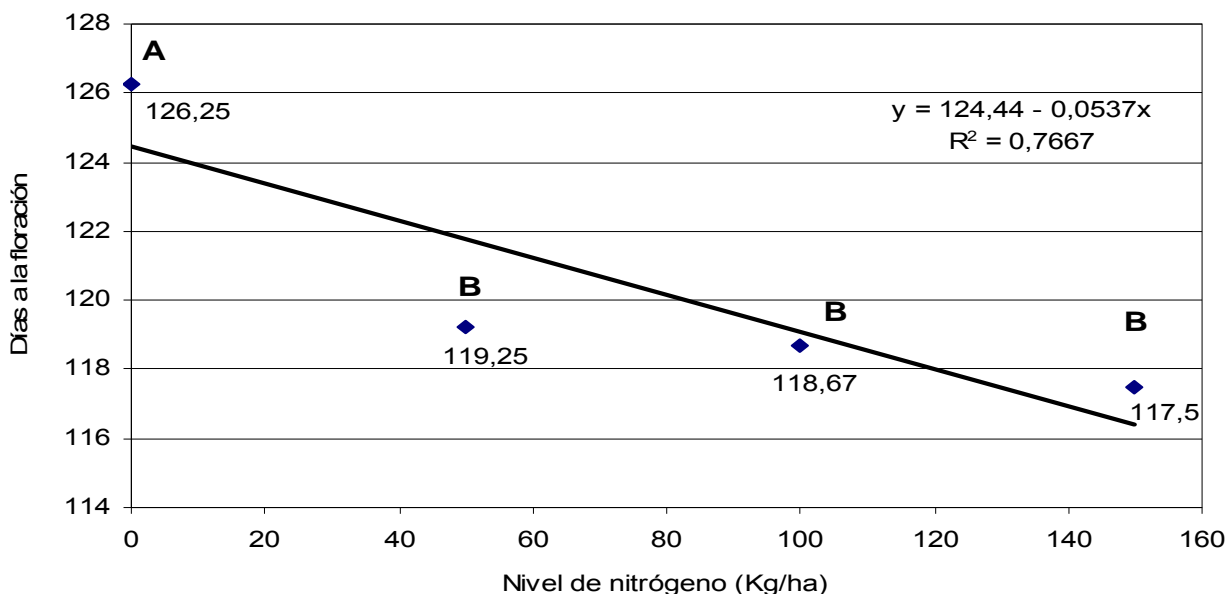
**Cuadro 9. Análisis de varianza de los días a la floración.**

Fuente de variación	GL	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
<b>Bloque</b>	2	8,17	4,08	1,50	0,2433 ns
<b>Nitrógeno (A)</b>	3	563,50	187,83	69,00	0,0001 **
<b>Error a</b>	6	24,50	4,08		
<b>Corte (B)</b>	3	996,33	332,11	122,00	0,0001 **
<b>Nitrógeno * corte (AB)</b>	9	285,83	31,76	11,67	0,0001 **
<b>Error Experimental b</b>	24	65,33	2,72		
<b>TOTAL</b>	47	1943,33			
<b>CV= 1.37</b>					

(\*)= Diferencias significativas; (\*\*)= Diferencias altamente significativas; (ns)= Diferencias no significativo; FV= Fuente de variación; SC= Suma de cuadrados; GL= Grados Libertad; CM= Cuadrado medio; FC= F calculado; FT= F tabulado; CV = Coeficiente de Variación.

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 9) se muestran diferencias no significativas entre bloques y diferencias altamente significativas en la aplicación de los niveles de nitrógeno, tipos de cortes, y en la interacción de niveles de nitrógeno con los tipos de cortes, aceptándose la hipótesis alterna, concluyendo que la aplicación con nitrógeno reduce el tiempo en 30 días aproximadamente, siendo el desarrollo de las inflorescencias de repollo en menor tiempo.

La comparación de medias de días a la floración entre niveles de nitrógeno (Figura 7) mediante la prueba de significancia de Duncan al 5%, determinó que no existieron diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno 50 Kg/ha, 100 Kg/ha y 150 Kg/ha respecto a los demás niveles, y el nivel 0 Kg/ha es estadísticamente diferente a los demás niveles de nitrógeno.



**Figura 7. Días a la floración por niveles de nitrógeno y prueba de Duncan.**

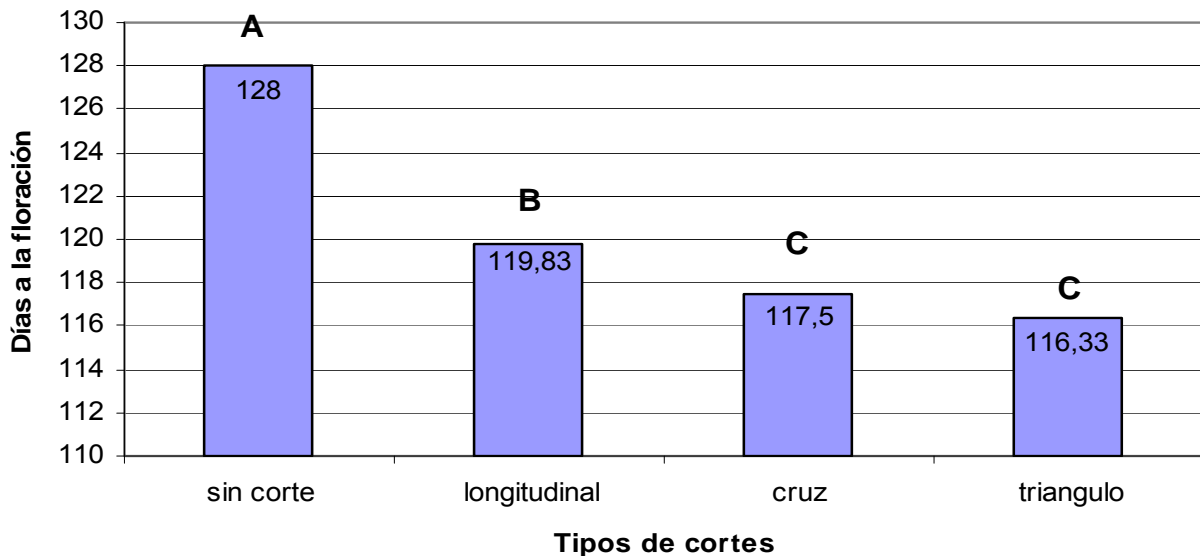
Las diferencias en las inflorescencias se debe a la inducción floral con diferentes niveles de nitrógeno, puesto que después de la aplicación con nitrógeno en las plantas de repollo, estas comenzaron a pasar a la segunda fase de floración, teniendo las cabezas blandas, al respecto Raymond (1989) menciona que altos niveles de nitrógeno dan lugar a plantas blandas en la producción de semilla.

El coeficiente de determinación ( $R^2=0,7667$ ) nos indica que el 76,67% de la variación de los días a la floración es debido a las aplicaciones con niveles de nitrógeno.

EMBRAPA (1999) recomienda usar 50 Kg/ha de nitrógeno a los 30 o 60 días del trasplante como inductor floral, también Ferreira (1993) menciona niveles de 50 Kg/ha a 100Kg/ha de nitrógeno en la producción de semillas, igualmente Valadez (1998) menciona niveles de nitrógeno de 100 Kg/ha fraccionado en dos aplicaciones, trabajos realizados por la FAO

(1961) mencionan aplicaciones de 100 Kg/ha y 150 Kg/ha de nitrógeno como estímulo para la emisión de tallos floríferos. Complementando finalmente Vigliola (2003) con 150 Kg/ha de nitrógeno en trabajos realizados de fertilización para la floración en Brassicas en la Universidad Pública de Argentina.

La comparación de medias de días a la floración entre tipos de cortes (Figura 8) mediante la prueba de significancia de Duncan al 5%, determinó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento sin corte de los demás tipos de cortes, el tratamiento con corte longitudinal es estadísticamente diferente de los demás tipos de cortes, y los tratamientos cortes en cruz y triangular son estadísticamente similares pero diferente de los demás tipos de cortes. Estas diferencias se deben a que la planta responde de distinta manera al tipo de corte empleado en la inducción floral.



**Figura 8. Días a la floración por tipos de cortes y prueba de Duncan.**

La diferencia de las inflorescencias se debe a los diferentes tipos de cortes puesto que el tratamiento sin corte no tuvo un desarrollo normal de la inflorescencia, teniendo que haber esperado mucho más tiempo para el desenvolvimiento de la inflorescencia, pero según CNPSH (2003) menciona que a mayor tiempo la inflorescencia al chocar con la barrera mecánica ocasiona que esta tenga pudriciones ó salga de manera anormal, pero en los otros tratamientos de inducción con nitrógeno al realizar los diferentes tipos cortes se realizó la inducción floral en la planta de repollo para la emisión del vástago floral sin anomalías.

Para la producción de semilla se deben seleccionar las plantas con características físicas comerciales al respecto Raymond (1989) menciona que para obtener semilla de plantas acogolladas normalmente es necesario cortar los cogollos maduros después de efectuar la depuración varietal, existiendo varios sistemas de efectuar este corte pero todos tienen el objetivo de permitir al tallo floral emerger sano de la barrera mecánica formada por las hojas firmemente dobladas que lo encajan.

Respecto al tipo de corte el CNPSH (2003) menciona que un corte en cruz tiene el meristemo apical libre pero protegido del medio ambiente, un corte en triangulo deja una mayor área libre para el desarrollo del meristemo apical dejando cierta protección contra el medio y en con el corte longitudinal se deja descubierto el meristemo sin protección mas que las hojas que se deja encima, teniendo los tres métodos como objetivo el de inducir a la emisión de el vástago floral libre de anomalías físicas

La FAO (1961) menciona que en la producción de semillas de repollo las cabezas generalmente se hienden en cuatro (forma de cruz), algunas veces longitudinal, esto para favorecer en la cosecha de semilla.



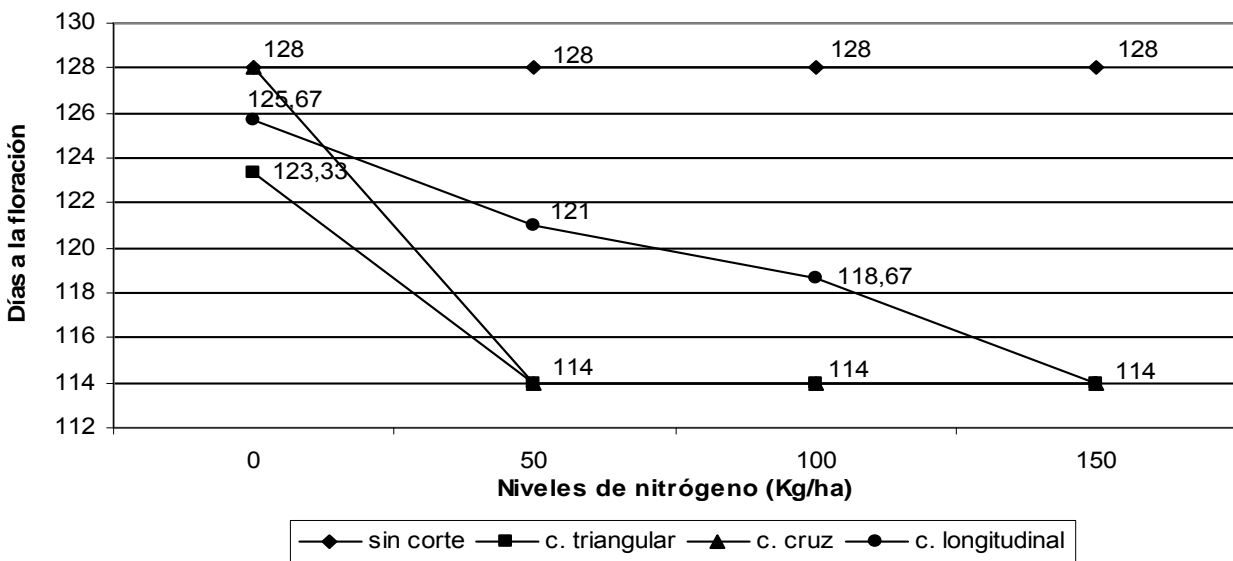
La interacción entre nitrógeno y corte presentan alta significancia por lo que se debe realizar el siguiente análisis de efecto simple. (Cuadro 10)

**Cuadro 10 Análisis de varianza del efecto simple de días a la floración.**

Fuente de variación	GL	S. C.	C. M.	F. C.	F tab (5%)
Cortes en 0 Kg/ha	3	0,00	0,00	0	3,01 ns
Cortes en 50Kg/ha	3	196,00	65,33	24,02	3,01 *
Cortes en 100Kg/ha	3	441,00	147,00	54,04	3,01 *
Cortes en 150Kg/ha	3	212,33	70,78	26,02	3,01 *
Error B	24	65,33	2,72		

(\*)= Diferencias significativas; (\*\*)= Diferencias altamente significativas; FV= Fuente de variación; SC= Suma de cuadrados; GL= Grados Libertad; CM= Cuadrado medio; FC= F calculado; FT= F tabulado; CV = Coeficiente de Variación.

De acuerdo al análisis de efecto simple y de la gráfica se observa que el comportamiento de los tipos de corte es diferenciado en los niveles de fertilización 50 Kg/ha, 100 kg/ha, 150 Kg/ha, de esta forma el tratamiento con 0 Kg/ha necesitando más tiempo para florecer. Se observa que el tratamiento sin corte requiere mayor tiempo para florecer manteniendo un promedio constante para todo los niveles de nitrógeno, en los demás tipos de cortes se aprecia un menor número de días para florecer.



**Figura 9. Interacción de los niveles de nitrógeno por tipos de corte en días a la floración.**

### 4.3.3 Número de silicuas por planta

El análisis de varianza para el número de silicuas por planta de repollo (cuadro 11) se realizó al finalizar el ensayo, a los 167 días del trasplante, este análisis muestra que existieron diferencias altamente significativas entre los niveles de nitrógeno, tipos de corte e interacción entre los dos factores, pero no significativas entre los bloques.

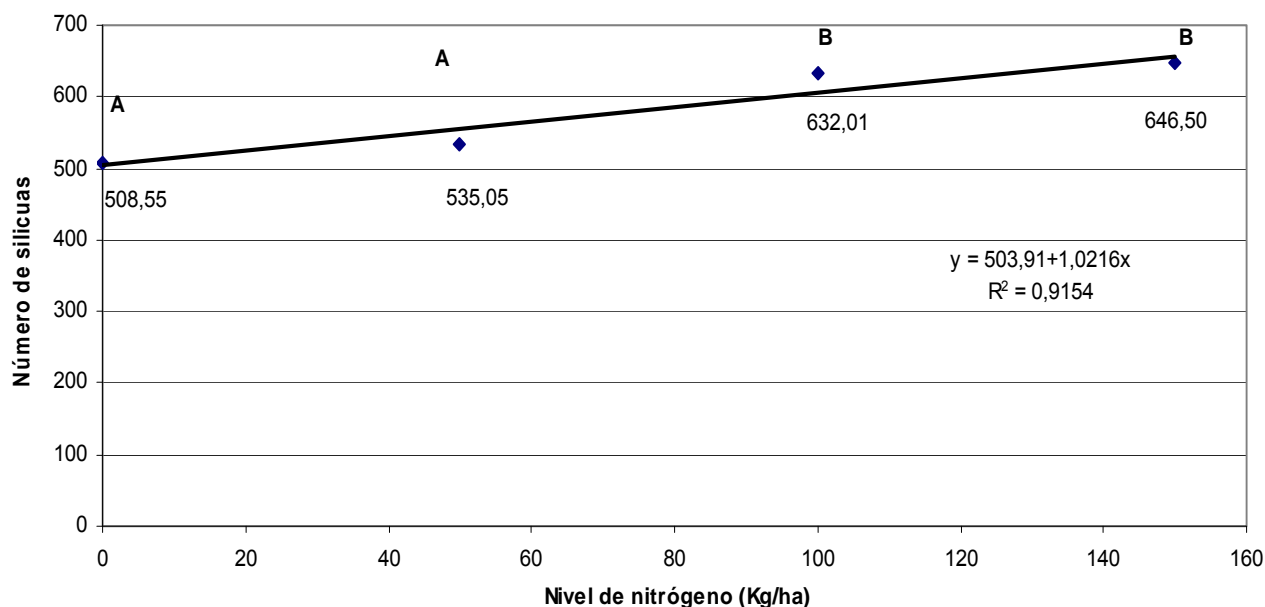
**Cuadro11 Análisis de varianza del número de silicuas por planta.**

Fuente de variación	GL	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
<b>Bloque</b>	2	4040,09	2020,05	2,06	0,1494 ns
<b>Nitrógeno (A)</b>	3	171019,33	57005,18	58,13	0,0001 **
<b>Error a</b>	6	133330,74	2221,79		
<b>Corte (B)</b>	3	2976754,33	992251,44	1011,79	0,0001 **
<b>Nitrógeno * corte (AB)</b>	9	62692,87	6965,87	7,10	0,0001 **
<b>Error Experimental b</b>	24	23536,55	980,69		
<b>TOTAL</b>	47	3251373,92			
CV = 5,39					

(\*)= Diferencias significativas; (\*\*)= Diferencias altamente significativas; (ns)= Diferencias no significativo; FV= Fuente de variación; SC= Suma de cuadrados; GL= Grados Libertad; CM= Cuadrado medio; FC= F calculado; FT= F tabulado; CV = Coeficiente de Variación.

De acuerdo al análisis de varianza (cuadro 11) se determinó que no existen diferencia en los bloques, las diferencias entre los niveles de nitrógeno sobre el número de silicuas por planta de repollo son altamente significativas por lo cual los diferentes niveles de nitrógeno, los diferentes tipos de cortes y la interacción entre niveles de nitrógeno por tipos de corte presentan diferencias altamente significativas afectando el comportamiento agronómico por efecto de la inducción floral, esto se debe a que la planta comienza su desarrollo inmediatamente después de la inducción floral teniendo como resultado un mayor número de silicuas por planta.

La comparación de medias (Figura 10), del número de silicuas por planta entre niveles de nitrógeno mediante la prueba de significancia de Duncan al 5%, determinó que no existieron diferencias entre los niveles de nitrógeno 150Kg/ha y 100 Kg/ha respecto de los demás niveles de nitrógeno, tampoco existieron diferencias significativas entre los niveles 50Kg/ha y 0Kg/ha respecto de los demás niveles de nitrógeno, pero hubo diferencias entre los niveles de nitrógeno 150Kg/ha y 100 Kg/ha de los niveles 50 Kg/ha y 0 Kg/ha los cuales fueron estadísticamente diferentes a los 167 días, esta diferencia en el número de silicuas responde al desarrollo de la planta de repollo antes del inicio de la floración.

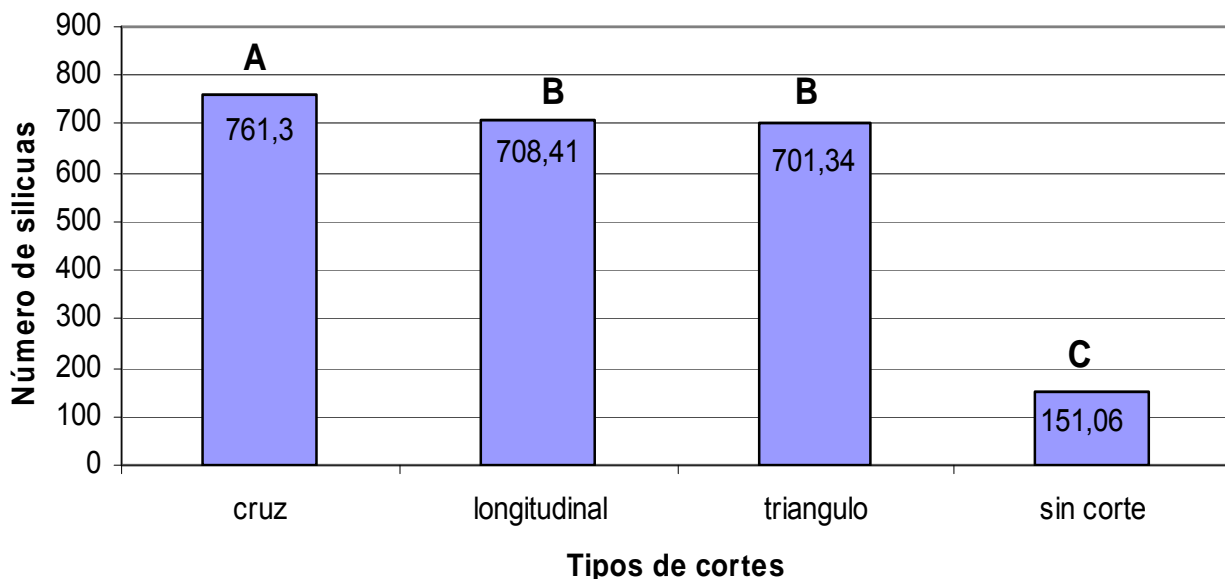


**Figura 10. Número de silicuas por planta por nivel de nitrógeno y prueba de Duncan.**

El coeficiente de determinación ( $R^2=0,9154$ ) nos indica que el 91,54% de la variación del número de silicuas por planta es debido a las aplicaciones con niveles de nitrógeno.

El fruto depende del desarrollo del ovario, por tal motivo el buen desarrollo de las plantas de repollo tuvo como consecuencia un buen desarrollo del ovario, estadísticamente los frutos en su desarrollo fueron afectados por la inducción con nitrógeno.

La comparación de medias de días a la floración entre tipos de cortes (Figura 11) mediante la prueba de significancia de Duncan al 5%, determinó que existieron diferencias entre el tipo de cortes en cruz con los demás tipos de cortes, el corte longitudinal no tuvo diferencias significativas con el corte triangular y por ultimo el testigo tuvo diferencias significativas con los demás tipos de cortes, que fueron estadísticamente diferentes.



**Figura 11. Número de silicuas por planta por tipo de corte y prueba de Duncan.**

El número de silicuas por planta se debe a que la planta respondió de manera distinta a la inducción floral, con los diferentes tipos de cortes realizados en la cabeza de repollo antes del inicio de la emisión del vástago floral, al respecto Hebblethwaite (1989) menciona que el número de flores esta estrechamente relacionado con el tamaño de las plantas en el momento de la iniciación floral, lo cual ocurre en *Brassica oleracea*, especialmente respecto a las diferencias observadas entre autofecundadas y cruzadas, teniendo normalmente el número de flores igual al de silicuas, pero el número de semillas difiere entre silicuas por depender de la polinización que es cruzada.

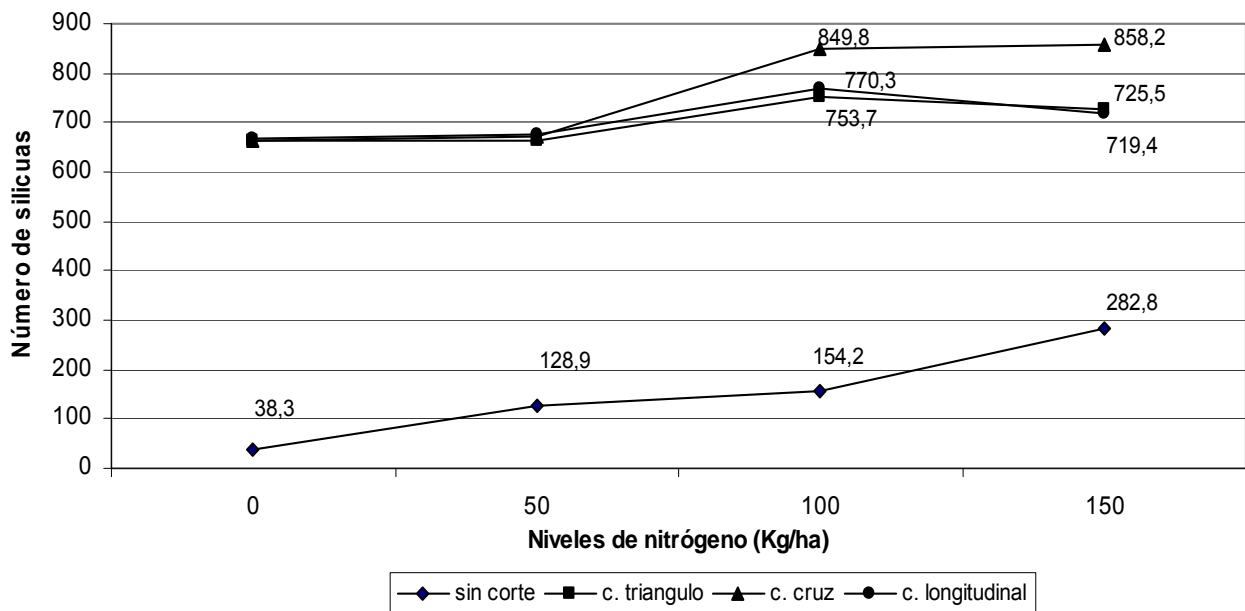
La interacción entre nitrógeno y corte presentan alta significancia por lo que se debe realizar el siguiente análisis de efecto simple. (Cuadro 12)

**Cuadro 12 Análisis de varianza del efecto simple del número de silicuas por planta.**

Fuente de variación	GL	S. C.	C. M.	F. C.	F tab (5%)
Cortes en 0 kg/ha	3	884504,41	294834,80	300,64	3,01 *
Cortes en 50Kg/ha	3	660112,44	220037,48	224,37	3,01 *
Cortes en 100Kg/ha	3	92892,73	30964,24	31,57	3,01 *
Cortes en 150Kg/ha	3	565907,62	188635,87	192,35	3,01 *
<b>Error B</b>	24	23536,55	980,69		

(\*)= Diferencias significativas; (\*\*)= Diferencias altamente significativas; FV= Fuente de variación; SC= Suma de cuadrados; GL= Grados Libertad; CM= Cuadrado medio; FC= F calculado; FT= F tabulado; CV = Coeficiente de Variación.

De acuerdo al análisis de efecto simple y de la gráfica (Figura 12) se observa que el comportamiento de los tipos de corte es diferenciado en todos los niveles de fertilización, en los tipos de cortes se observa que en el tratamiento sin corte obtiene el menor número de silicuas por planta en cualquier dosis de nitrógeno, pero a la aplicación de cortes se observa un incremento del número de silicuas por planta.



**Figura 12. Interacción de los niveles de nitrógeno por tipos de corte en número de silicuas por planta.**

#### 4.3.4 Número de semillas por silicua

El análisis de varianza para el número de semillas por silicua por planta (Cuadro 13) en repollo se realizó al finalizar el ensayo en laboratorio, este análisis muestra que no existieron diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno (0Kg/ha, 50Kg/ha, 100Kg/ha, 150Kg/ha) y tipos de corte (sin corte, corte triangulo, corte cruz, corte longitudinal).

**Cuadro 13 Análisis de varianza del número de semilla por silicua de repollo**

Fuente de variación	GL	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
<b>Bloque</b>	2	18,07	9,04	2,63	0,0924 ns
<b>Nitrógeno (A)</b>	3	7,91	2,64	0,77	0,5224 ns
<b>Error a</b>	6	11,46	1,91		
<b>Corte (B)</b>	3	6,12	2,04	0,59	0,6245 ns
<b>Nitrógeno * corte (AB)</b>	9	36,89	4,01	1,20	0,3423 ns
<b>Error Experimental b</b>	24	82,31	3,43		
<b>TOTAL</b>	47	162,77			
CV = 9.09		MG = 20,4			

(\*)= Diferencias significativas; (\*\*)= Diferencias altamente significativas; (ns)= Diferencias no significativo; FV= Fuente de variación; SC= Suma de cuadrados; GL= Grados Libertad; CM= Cuadrado medio; FC= F calculado; FT= F tabulado; CV = Coeficiente de Variación. MG = Media General.

De acuerdo al análisis de varianza del número de semillas por silicua (cuadro 13) presenta diferencias no significativas entre bloques, por lo que el ensayo no gana precisión. Las diferencias entre los niveles de nitrógeno no tienen diferencias significativas por lo que la inducción floral no influye en el número de semillas por silicua. Las diferencias entre tipos de corte tampoco son significativas por lo que la inducción floral no influye en el número de semillas por silicua. La interacción entre niveles de nitrógeno y tipos de corte tampoco presenta diferencias significativas por lo que la inducción floral no influye en el número de semillas por silicua.

Para la producción de semilla es necesario tener las partes reproductoras (androceo y gineceo de las flores) bien desarrolladas para poder realizar la polinización, este ultimo es realizado por entomófilos siendo los más comunes las abejas, siendo esta la manera que ocurra la polinización para la producción de semilla. Al respecto Hebblethwaite (1989) menciona que las *Brassicas* son incompatibles y la producción de semilla depende de la

polinización cruzada por medio de insectos, el número de semillas por silicua difiere por la polinización sabiendo que la actividad y comportamiento de las abejas contribuyen en forma marcada a la producción de semilla en estos cultivos, teniendo en cuenta que el número de semillas por silicua varía de acuerdo al número de óvulos fecundados, complementa la FAO (1961) ,menciona que esta especie es en gran parte alógama y entomófila, siendo las principales polinizadores las abejas.

#### 4.3.5 Número de semillas por gramo

El análisis de varianza para el número de semillas por gramo por planta (cuadro 14) en repollo se realizó al finalizar el ensayo en laboratorio, este análisis muestra que no existen diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno (0Kg/ha, 50Kg/ha, 100Kg/ha, 150Kg/ha) y los tipos de corte (sin corte, corte triangulo, corte cruz, corte longitudinal).

**Cuadro 14. Análisis de varianza del número de semilla por gramo de repollo**

Fuente de variación	GL	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
<b>Bloque</b>	2	246,54	123,27	1,18	0,3248 ns
<b>Nitrógeno (A)</b>	3	787,98	262,66	2,51	0,0826 ns
<b>Error a</b>	6	998,94	166,49		
<b>Corte (B)</b>	3	135,44	45,15	0,43	0,7321 ns
<b>Nitrógeno * corte (AB)</b>	9	18,33	2,04	0,02	1,0000 ns
<b>Error Experimental b</b>	24	2509,24	104,55		
<b>TOTAL</b>	47	4696,48			
CV = 14,27		MG = 71,65			

(\*)= Diferencias significativas; (\*\*)= Diferencias altamente significativas; (ns)= Diferencias no significativo; FV= Fuente de variación; SC= Suma de cuadrados; GL= Grados Libertad; CM= Cuadrado medio; FC= F calculado; FT= F tabulado; CV = Coeficiente de Variación; MG = Media General.

De acuerdo al análisis de varianza del número de semillas por silicua (cuadro 14) se presenta diferencias no significativas entre bloques, por lo que el ensayo no gana precisión. Las diferencias entre los niveles de nitrógeno no tienen diferencias significativas por lo que no influyen en el número de semillas por gramo. Las diferencias entre tipos de corte tampoco son significativas por lo que no influyen en el número de semillas por gramo. La interacción entre niveles de nitrógeno y tipos de corte tampoco presenta diferencias significativas por lo que no influye en el número de semillas por silicua.

### 4.3.6 Número de semillas por kilogramo

El análisis de varianza para el número de semillas por kilogramo por planta (cuadro 15) en repollo se realizó al finalizar el ensayo en laboratorio, este análisis muestra que no existen diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno (0Kg/ha, 50Kg/ha, 100Kg/ha, 150Kg/ha) y los tipos de corte (sin corte, corte triangulo, corte cruz, corte longitudinal).

**Cuadro 15 Análisis de varianza del número de semillas por kilogramo de semilla de repollo.**

Fuente de variación	GL	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
<b>Bloque</b>	2	246540416,67	123270208,33	1,18	0,3248 ns
<b>Nitrógeno (A)</b>	3	787984166,67	262661388,89	2,51	0,0826 ns
<b>Error a</b>	6	998939583,33	166489930,56		
<b>Corte (B)</b>	3	135442500,00	45147500,00	0,43	0,7321 ns
<b>Nitrógeno * corte (AB)</b>	9	18332500,00	2036944,44	0,02	1,0000 ns
<b>Error Experimental b</b>	24	2509240000,00	104551666,67		
<b>TOTAL</b>	47	4696479166,67			
CV = 14,27		MG = 71645,83			

(\*)= Diferencias significativas; (\*\*)= Diferencias altamente significativas; (ns)= Diferencias no significativo; FV= Fuente de variación; SC= Suma de cuadrados; GL= Grados Libertad; CM= Cuadrado medio; FC= F calculado; FT= F tabulado; CV = Coeficiente de Variación; MG= Media general.

De acuerdo al análisis de varianza del número de semillas por silicua (cuadro 15) se presenta diferencias no significativas entre bloques, por lo que el ensayo no gana precisión. Por lo que no influye en el número de semillas por kilogramo de semilla de repollo. Las diferencias entre tipos de corte son no significativas por lo que la inducción floral no influye en el número de semillas por kilogramo. La interacción entre niveles de nitrógeno y tipos de corte tampoco presenta diferencias significativas por lo que la inducción floral no influye en el número de semillas por silicua.



### 4.3.7 Peso volumétrico

Para el análisis de varianza del peso volumétrico (cuadro 16) se realizó el pesado de un litro de semillas y se estimó a 100 litros, esto se realizó al finalizar el ensayo, este análisis muestra que existieron diferencias no significativas entre bloques e interacción de niveles de nitrógeno con tipos de corte, y diferencias significativas en niveles de nitrógeno y tipos de corte.

**Cuadro 16. Análisis de varianza del peso volumétrico en semilla de repollo.**

Fuente de variación	GL	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
<b>Bloque</b>	2	401816,67	200908,33	0,48	0,6258 ns
<b>Nitrógeno (A)</b>	3	4952558,33	1650852,78	3,93	0,0206 *
<b>Error a</b>	6	4996116,67	832686,11		
<b>Corte (B)</b>	3	4069891,67	1356630,56	3,23	0,0403 *
<b>Nitrógeno * corte (AB)</b>	9	3589674,99	398852,78	0,95	0,5033 ns
<b>Error Experimental b</b>	24	10087133,33	420297,22		
<b>TOTAL</b>	47	28097191,67			
CV = 4,82					

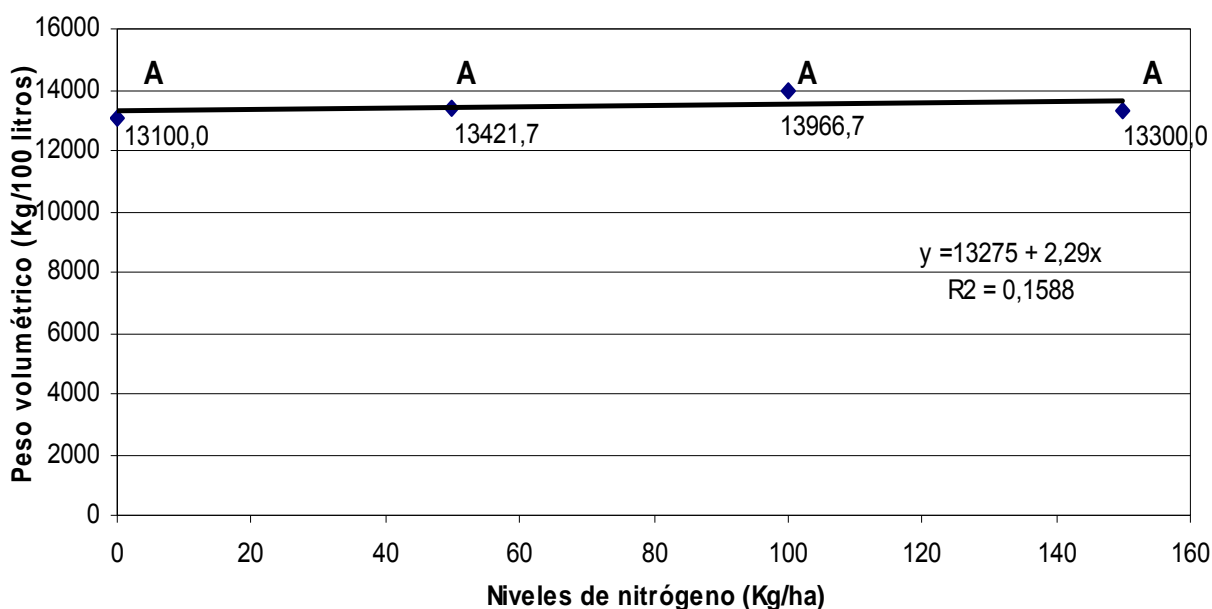
(\*)= Diferencias significativas; (\*\*)= Diferencias altamente significativas; (ns)= Diferencias no significativo; FV= Fuente de variación; SC= Suma de cuadrados; GL= Grados Libertad; CM= Cuadrado medio; FC= F calculado; FT= F tabulado; CV = Coeficiente de Variación.

De acuerdo al análisis del varianza del peso volumétrico (cuadro 16) se muestra diferencias estadísticamente significativas entre niveles de nitrógeno por lo cual la inducción floral afecta en el peso volumétrico, se observa también diferencias estadísticamente significativas entre tipos de corte por lo cual la inducción floral afecta a el peso volumétrico de las semillas de repollo.

El peso volumétrico es un parámetro que indica la calidad de la semilla obtenida de un manejo adecuado del cultivo para la obtención de la semilla al respecto Peske (2003) menciona que peso volumétrico, es el peso de un determinado volumen de semillas, recibiendo el nombre de peso hectolitro cuando se refiriere al peso de un hectolitro (Kg/100 litros), esta es una característica que refleja el grado de desarrollo de la semilla, influenciado por el tamaño, forma, densidad y contenido de humedad de las semillas, cuanto menor es el tamaño de la semilla mayor será su peso volumétrico, un lote formado con semillas maduras y bien seleccionadas presenta un peso volumétrico mayor que un

lote con presencia de semillas inmaduras y mal formadas, la información del peso volumétrico es útil en la evaluación de la calidad de semilla.

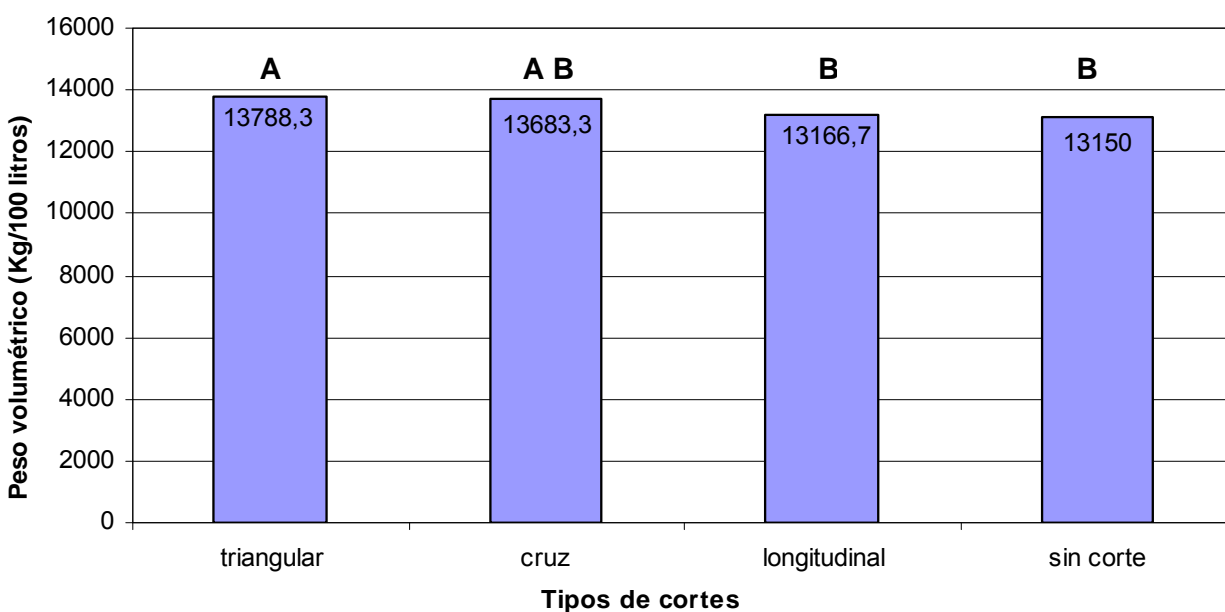
La comparación de medias del peso volumétrico entre niveles de nitrógeno (Figura 13), mediante la prueba de significancia de Duncan al 5%, determino que no existieron diferencias entre todos los niveles de nitrógeno.



**Figura 13. Peso volumétrico por niveles de nitrógeno y prueba de Duncan.**

El coeficiente de determinación ( $R^2=0,1588$ ) nos indica que el 15,88% de la variación del peso volumétrico es debido a las aplicaciones con niveles de nitrógeno.

La comparación de medias del peso volumétrico (Fig. 14) mediante la prueba de significancia de Duncan al 5%, determina que no existieron diferencias significativas entre el corte triangular y en cruz respecto a los demás cortes longitudinal y sin corte. Existen diferencia entre los cortes triangulares versus cortes longitudinal y sin corte, no se presentan diferencias significativas entre corte en cruz versus al tratamiento sin corte y corte longitudinal respectivamente, finalmente no existen diferencias significativas entre corte longitudinal y el sin corte.



**Figura 14. Peso volumétrico por tipo de corte y prueba de Duncan.**

### 4.3.8 Peso de 1000 semillas

El análisis de varianza para el peso de mil semillas (cuadro 17) realizada en laboratorio muestra que las diferencias son no significativas en bloque, niveles de nitrógeno, tipos de corte, interacción de niveles de nitrógeno, este dato fue tomado en laboratorio al finalizar el experimento.

**Cuadro 17. Análisis de varianza del peso de mil semillas de repollo en gramos.**

Fuente de variación	GL	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
<b>Bloque</b>	2	12,01	6,00	1,38	0,2713 ns
<b>Nitrógeno (A)</b>	3	36,26	12,09	2,77	0,0633 ns
<b>Error a</b>	6	40,36	6,73		
<b>Corte (B)</b>	3	6,81	2,28	0,52	0,6719 ns
<b>Nitrógeno * corte (AB)</b>	9	1,08	0,12	0,03	1,0000 ns
<b>Error Experimental b</b>	24	104,57	4,36		
<b>TOTAL</b>	47	201,08			
CV =14,66		MG = 13447,08			

(\*)= Diferencias significativas; (\*\*)= Diferencias altamente significativas; (ns)= Diferencias no significativo; FV= Fuente de variación; SC= Suma de cuadrados; GL= Grados Libertad; CM= Cuadrado medio; FC= F calculado; FT= F tabulado; CV = Coeficiente de Variación; MG = Media General.

El peso de semilla esta determinado genéticamente por los progenitores, teniendo una relación entre padres e hijos, al respecto Hebblethwaite (1989) menciona que el peso de la semillas es determinada genéticamente siendo los efectos de de la habilidad combinatoria significativa por parte de la planta, siendo por tal motivo el peso medio de mil semillas muy constante entre experimentos, también se puede evidenciar que los factores ambientales pueden afectar en forma considerable en el peso de la semilla y enmascarar las diferencias genéticas, complementando Raymond (1989) mencionando que la producción de semilla de un área a otra y también depende del tipo de planta de repollo.

### 4.3.9 Rendimiento

El análisis de varianza para el parámetro rendimiento de semilla (cuadro 18) de repollo que presentaba cada planta, en kilogramos por hectárea al finalizar el experimento.

**Cuadro 18. Análisis de varianza del rendimiento de semilla de repollo (kg/ha).**

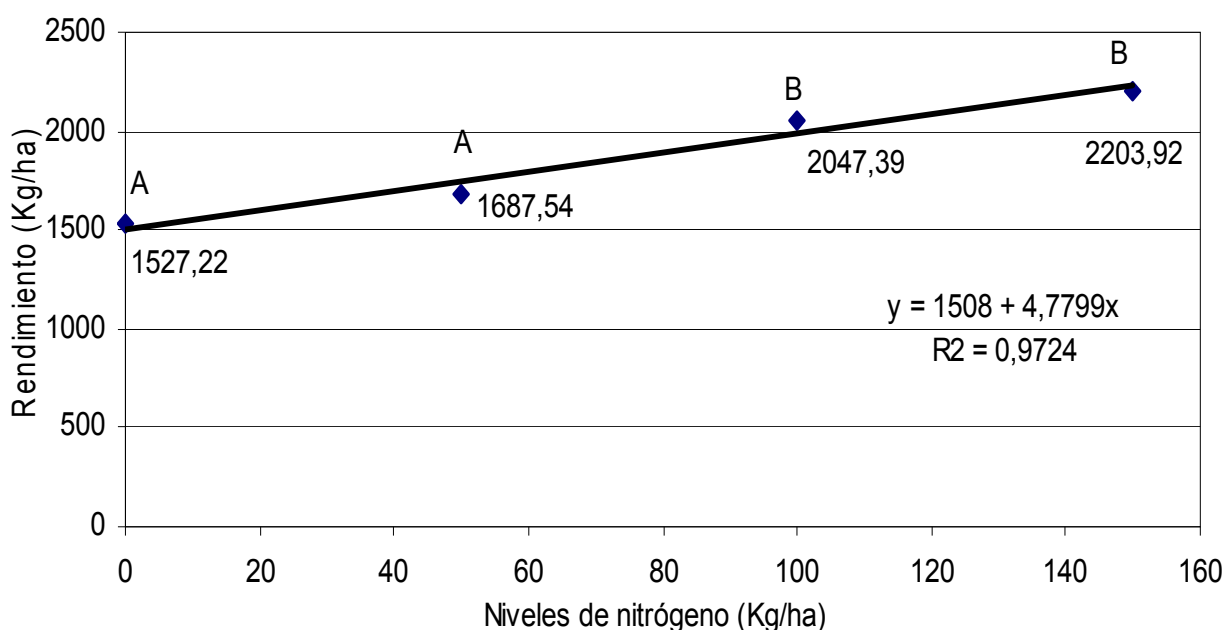
Fuente de variación	GL	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
<b>Bloque</b>	2	91809,28	45904,64	1,33	0,2837 ns
<b>Nitrógeno (A)</b>	3	3524532,80	1174844,27	34,00	0,0001 **
<b>Error a</b>	6	322662,62	53777,10		
<b>Corte (B)</b>	3	33995927,80	11331975,93	327,90	0,0001 **
<b>Nitrógeno * corte (AB)</b>	9	395646,58	43960,73	1,27	0,3015 ns
<b>Error Experimental b</b>	24	829411,95	34558,83		
<b>TOTAL</b>	47	39159991,03			
CV = 9,96		MG =1866,52			

(\*)= Diferencias significativas; (\*\*)= Diferencias altamente significativas; (ns)= Diferencias no significativo; SC= Suma de cuadrados; GL= Grados Libertad; CM= Cuadrado medio; FC= F calculado; FT= F tabulado; CV = Coeficiente de Variación; MG = Media General.

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 18) el rendimiento de semilla al finalizar el experimento muestra diferencias altamente significativas entre niveles de nitrógeno y tipos de corte por lo que la inducción floral influye en el rendimiento de semilla, y diferencias no significativas entre bloque e interacción niveles de nitrógeno por tipos de corte.

El realizar aplicaciones de nitrógeno incrementa notablemente el rendimiento en la producción de semillas de repollo, la FAO (1961) menciona trabajos realizados donde el nitrógeno aumenta los rendimientos de semilla, mencionando además rendimientos medios de semilla en las regiones templadas de 700 – 900 Kg /ha, alcanzando altos rendimientos de 1200 Kg/ha, en trópicos rendimientos medios de semilla de 200 – 300Kg/ha, peske (2006) menciona que el nitrógeno es entre los elementos minerales, el que presenta el efecto mayor sobre el rendimiento de semillas, mencionando también Raymond (1989) a cerca de la producción de semilla de repollo que se pueden llegar a obtener un rendimiento general de 700 Kg/ha, teniendo en cuenta que la producción de semilla varía de una a otra área y del tipo de semilla.

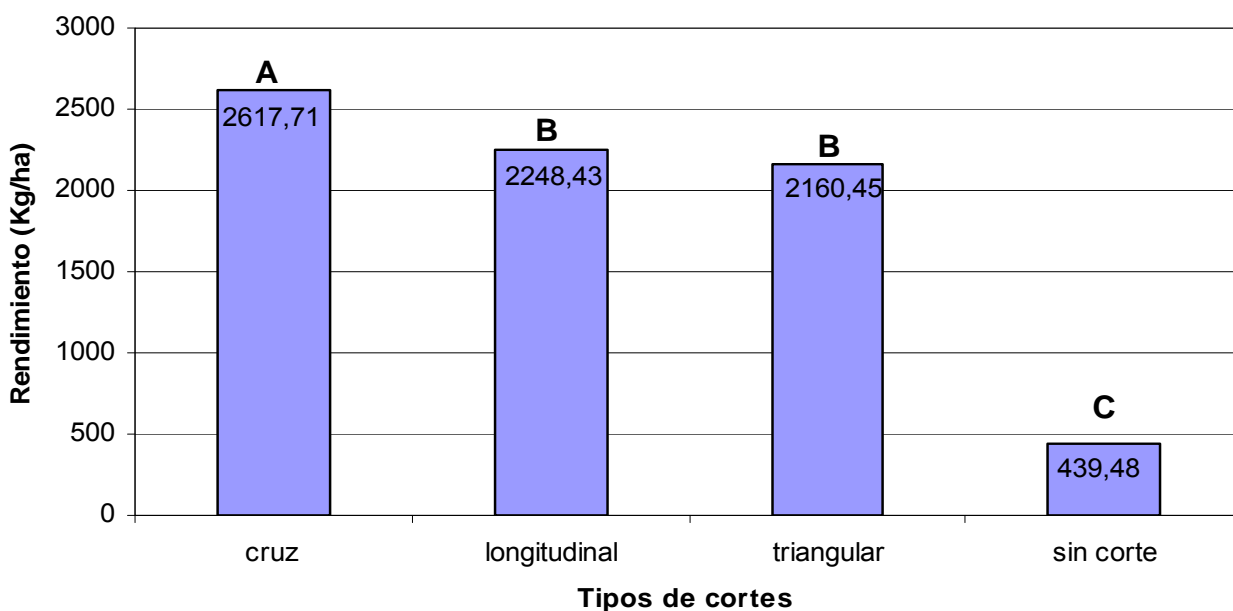
La comparación de medias para el rendimiento de semilla de repollo entre los niveles de nitrógeno (Figura 15), mediante la prueba de significancia de Duncan 5%, determinó que no existieron diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno 0 Kg/ha, 50 Kg/ha respecto a los demás niveles de nitrógeno, no existiendo diferencias entre estos tratamientos. No existieron diferencias significativas entre niveles 150 Kg/ha, 100 Kg/ha respecto a los demás niveles de nitrógeno.



**Figura15. Rendimiento de semilla por nivel de nitrógeno y prueba de Duncan.**

El coeficiente de determinación ( $R^2=0,9724$ ) nos indica que el 97,24% de la variación del rendimiento de semilla es debido a las aplicaciones con niveles de nitrógeno.

La comparación de medias para el rendimiento de semilla en repollo para tipos de corte(Figura 16), mediante la prueba de significancia de Duncan al 5%, determina que existieron diferencias significativas en el tipo de corte en cruz con el máximo rendimiento promedio de 2617.71 Kg/ha respecto a los otros tipos de corte, los tipos de corte longitudinal y triangular que no presentaron diferencias significativas entre si y finalmente el tratamiento sin corte testigo el cual presenta diferencias significativas respecto a los demás tipos de corte, el cual presenta el rendimiento promedio mas bajo de 439.48 Kg/ha. Rendimientos promedios altos se pueden atribuir a que la planta de repollo tuvo un buen inicio al ingresar a la segunda fase por efecto de los cortes para la inducción floral.



**Figura 16. Rendimiento de semilla por tipos cortes y prueba de Duncan.**

#### 4.3.10 Porcentaje de germinación

El análisis de varianza para el porcentaje de germinación (cuadro 19) de las semillas de repollo, dato que se recopiló al finalizar la prueba de germinación en laboratorio con equipo adecuado y especializado.

**Cuadro 19. Análisis de varianza para porcentaje de germinación, (Datos transformados con raíz cuadrada).**

Fuente de variación	GL	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
<b>Bloque</b>	2	0,01	0,01	0,20	0,8167 ns
<b>Nitrógeno (A)</b>	3	0,56	0,19	5,56	0,0048 **
<b>Error a</b>	6	0,23	0,04		
<b>Corte (B)</b>	3	0,43	0,14	4,28	0,0148 *
<b>Nitrógeno * corte (AB)</b>	9	1,62	0,18	5,38	0,0005 **
<b>Error Experimental b</b>	24	0,80	0,03		
<b>TOTAL</b>	47	3,65			
CV = 1,89					

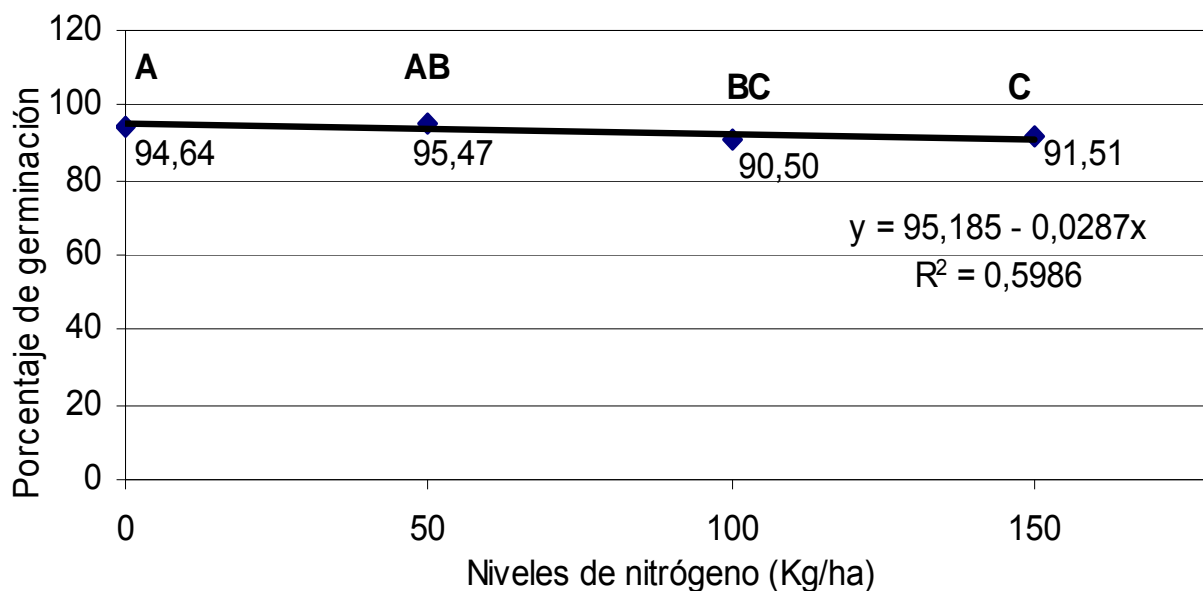
(\*)= Diferencias significativas; (\*\*)= Diferencias altamente significativas; (ns)= Diferencias no significativo; SC= Suma de cuadrados; GL= Grados Libertad; CM= Cuadrado medio; FC= F calculado; FT= F tabulado; CV = Coeficiente de Variación.

De acuerdo al análisis de varianza del porcentaje de germinación (cuadro 19) no evidencia significación entre bloques, por otro lado se detectan diferencias altamente significativas en la aplicación de los niveles de nitrógeno, aceptando la hipótesis alterna, observándose que la inducción floral con aplicaciones de nitrógeno afecta de gran manera en el porcentaje de germinación de la semilla de repollo. También se muestran diferencias significativas entre tipos de corte, concluyendo que la inducción floral con diferentes tipos de cortes afecta en el porcentaje de germinación.



La comparación de medias para el porcentaje de germinación de las semillas de repollo entre los niveles de nitrógeno (Figura 17), mediante la prueba de significancia de Duncan 5%, determinó que no existieron diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno 50 Kg/ha, 0Kg/ha. Existen diferencias significativas entre 50 Kg/ha de 150Kg/ha, 100Kg/ha respectivamente. No existen diferencias entre 0Kg/ha de 150Kg/ha respectivamente. No existen diferencias significativas entre 150Kg/ha de 100Kg/ha respectivamente.

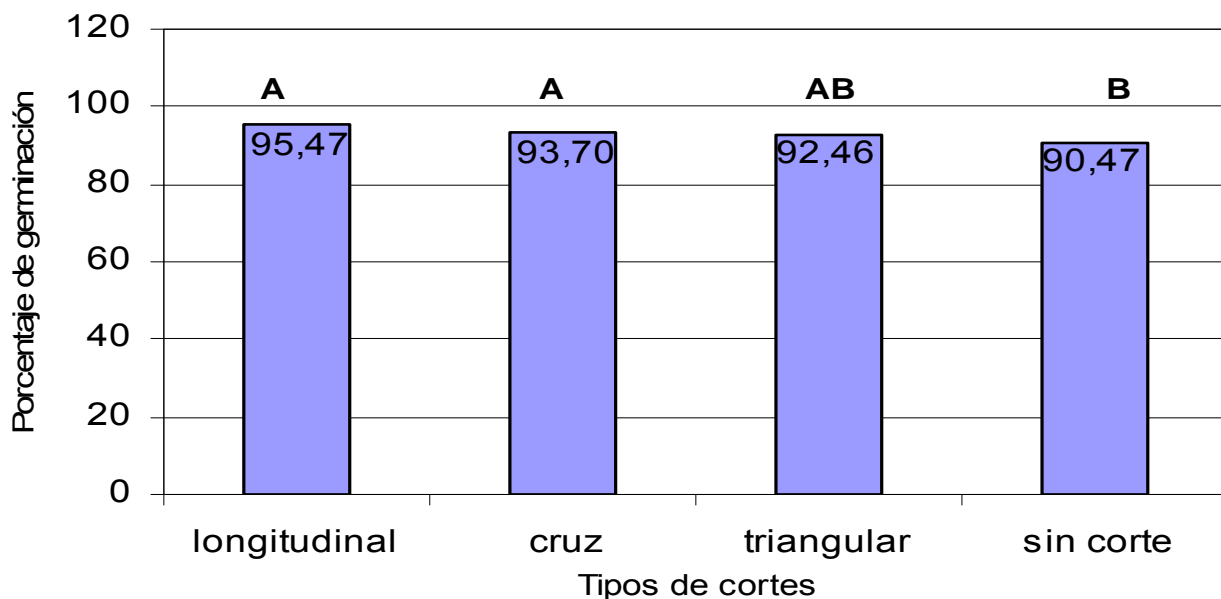
El tener un buen manejo del cultivo durante todo su ciclada como resultado una semilla con características físicas y químicas normales para poder germinar, con la inducción floral con nitrógeno se logro conservar estas características de calidad, manifestándose estas características en el porcentaje de germinación.



**Figura17. Porcentaje de germinación por nivel de nitrógeno y prueba de Duncan.**

El coeficiente de determinación ( $R^2=0,5986$ ) nos indica que el 59,86% de la variación del porcentaje de germinación es debido a las aplicaciones con niveles de nitrógeno.

La comparación de medias para el porcentaje de germinación en semilla de repollo para tipos de corte (Figura 18), mediante la prueba de significancia de Duncan al 5%, determina que no existieron diferencias significativas en el tipo de corte longitudinal del corte en cruz, corte triangular respectivamente, no existen diferencias entre el corte en cruz del corte triangular. No existen diferencias entre los cortes triangulares de testigo. Los cortes longitudinales, en cruz y triangular a su vez son cada uno diferente del corte testigo. El tratamiento de menor longitud es el testigo. Porcentaje de germinaciones altos se pueden atribuir a que la planta tuvo un buen desarrollo con la inducción floral al momento de realizar los cortes para que la planta ingrese a la segunda fase de su desarrollo.



**Figura 18. Porcentaje de germinación por tipo de corte y prueba de Duncan.**

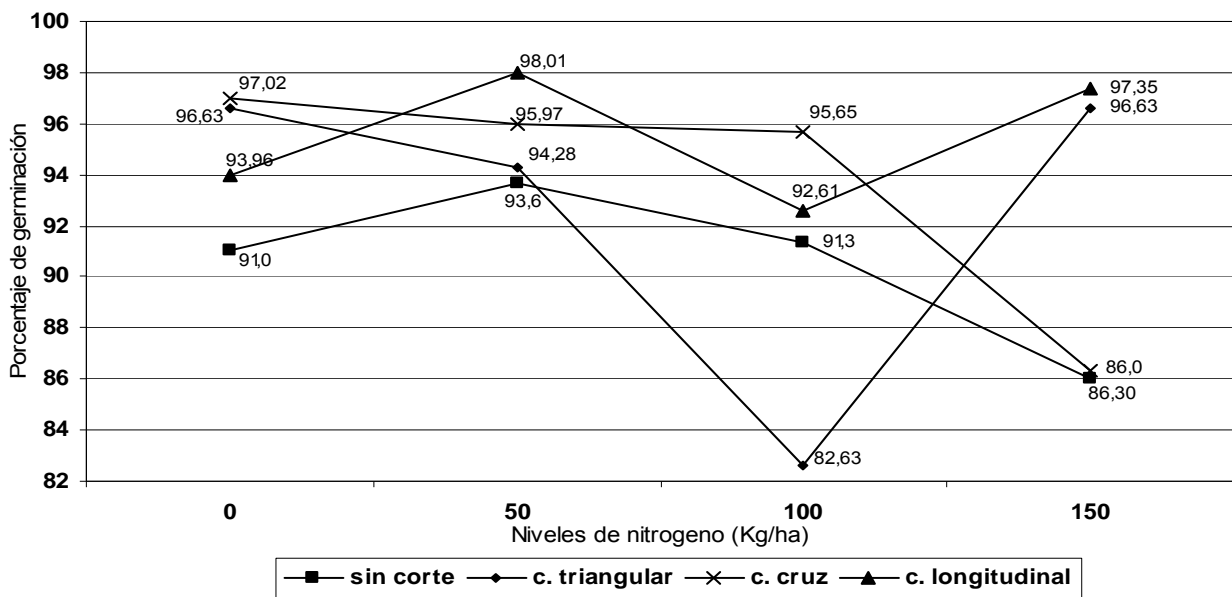
La interacción entre nitrógeno y corte presentan alta significancia por lo que se debe realizar el siguiente análisis de efecto simple. (cuadro 20)

**Cuadro 20. Análisis de varianza del efecto simple para la interacción de niveles de nitrógeno por tipos de corte para el porcentaje de germinación.**

Fuente de variación	GL	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Cortes en testigo	3	0,1855	0,06	0,41	3,01 ns
Cortes en 50Kg/ha	3	0,089	0,03	0,20	3,01 ns
Cortes en 100Kg/ha	3	0,7929	0,26	1,74	3,01 ns
Cortes en 150Kg/ha	3	0,9658	0,32	2,12	3,01 ns
<b>Error B</b>	24	3,65	0,15		

(\*)= Diferencias significativas; (\*\*)= Diferencias altamente significativas; FV= Fuente de variación; SC= Suma de cuadrados; GL= Grados Libertad; CM= Cuadrado medio; FC= F calculado; FT= F tabulado; CV = Coeficiente de Variación.

De acuerdo al análisis de efecto simple y de la gráfica (Figura 20) se observa que el comportamiento de los tipos de corte es diferenciado en todos los niveles de fertilización, en los tipos de cortes se observa que en el tratamiento sin corte obtiene un descenso en el porcentaje de germinación pero estas diferencias no son significativas, en todos los tratamientos con cortes sufren un aumento en el porcentaje de germinación, teniendo estas diferencias no significativas.



**Figura 19. Interacción niveles de nitrógeno por tipos de corte en porcentaje de germinación.**

Según la gráfica se puede asumir que el porcentaje de germinación de las semillas refleja un buen manejo del cultivo donde se obtuvo semillas que germinaron sobre rangos superiores a los estipulados por normas de calidad al respecto menciona la ISTA (2003) la cual recomienda realizar tres repeticiones de 100 semillas cada una, realizándose el primer conteo a los 5 días y el segundo conteo a los 10 días de la siembra, todo dentro de la cámara germinadora en laboratorio, teniendo que cumplir un requerimiento mínimo de 75 % de germinación, para semillas de repollo. Al respecto comenta Peske (2003) el porcentaje de germinación es atributo obligatorio en el comercio de semillas, siendo en general 80% el valor mínimo requerido en las transacciones, el resultado de la prueba de germinación también es utilizado para comparar la calidad fisiológica de lotes de semillas.

#### **4.4 Análisis económico**

El tratamiento de mayor rendimiento de semilla fue de 2919,80 kg/ha correspondiente al tratamiento 15 (Nivel 150kg/ha de nitrógeno y corte en cruz), seguido del rendimiento con 2914,73 kg/ha que corresponde al tratamiento 11 (nivel 100kg/ha de nitrógeno y corte en cruz), El tercer mejor rendimiento fue de 2524,13 kg/ha que corresponde al tratamiento 16 (nivel 150 kg/ha de nitrógeno, corte longitudinal), el cuarto rendimiento fue de 2506,90 kg/ha que corresponde al tratamiento 7(nivel 50 kg/ha de nitrógeno, corte en cruz), el quinto rendimiento siguiente fue de 2495,63 kg/ha correspondiente al tratamiento 14(nivel 150 kg/ha de nitrógeno, corte triangulo), el sexto tratamiento fue de 2463,57 kg/ha de rendimiento correspondiente al tratamiento 10(nivel 100kg/ha de nitrógeno, corte en triangulo), estos tratamientos mostraron los mejores resultados en cuanto a rendimiento, los tratamientos con rendimientos bajos fueron el 1,5,9,13 (niveles 0, 50, 100, 150 kg/ha de nitrógeno respectivamente y sin corte los cuatro tratamientos) los cuales no llegaron al rendimiento mínimo estandarizado en el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas(C. N. P. S. H.), el cual maneja rendimientos mínimos de 500kg/ha de producción de semilla de repollo, el cual los productores venden al centro a un precio máximo de 7 \$/kg de semilla procesada. (CNPSH, 2003).

**CUADRO 21. Análisis económico según relación beneficio costo.**

		RM	RMA	PU	CP	IB	IN	B/C
No	tr	Kg/ha	Kg/ha	\$/Kg	\$	\$/Kg/ha	Kg/ha	
1	a0b0	124,17	111,75	7,00	1726,51	782,27	-944,24	0,45
2	a0b1	1809,40	1628,46	7,00	1729,70	11399,22	9669,52	6,59
3	a0b2	2129,40	1916,46	7,00	1729,70	13415,22	11685,52	7,76
4	a0b3	2045,90	1841,31	7,00	1729,70	12889,17	11159,47	7,45
5	a1b0	254,80	229,32	7,00	1730,34	1605,24	-125,10	0,93
6	a1b1	1873,20	1685,88	7,00	1733,53	11801,16	10067,63	6,81
7	a1b2	2506,90	2256,21	7,00	1733,53	15793,47	14059,94	9,11
8	a1b3	2115,27	1903,74	7,00	1733,53	13326,20	11592,67	7,69
9	a2b0	502,83	452,55	7,00	1734,17	3167,83	1433,66	1,83
10	a2b1	2463,57	2217,21	7,00	1737,36	15520,49	13783,13	8,93
11	a2b2	2914,73	2623,26	7,00	1737,36	18362,80	16625,44	10,57
12	a2b3	2308,43	2077,59	7,00	1737,36	14543,11	12805,75	8,37
13	a3b0	876,10	788,49	7,00	1738,00	5519,43	3781,43	3,18
14	a3b1	2495,63	2246,07	7,00	1741,19	15722,47	13981,28	9,03
15	a3b2	2919,80	2627,82	7,00	1741,19	18394,74	16653,55	10,56
16	a3b3	2524,13	2271,72	7,00	1741,19	15902,02	14160,83	9,13

**Elaboración:** propia; cambio 1\$ = 7,85 Bs (al 25-09-2006); RM= rendimiento medio; PU= precio unitario; IN= ingreso neto; B/C= relación beneficio costo; CP = Costo de producción; IB = Ingreso bruto.

En el ensayo de evaluación de métodos de inducción floral para la producción de semilla de repollo, en el siguiente análisis económico se muestra que en los tratamientos 11 y 15 presentan una alta relación beneficio/costo de 10,57 y 10,56 respectivamente, lo cual significa que por cada dólar invertido en el tratamiento 11 se tiene una ganancia de 10,57 dólares y en el tratamiento 15 una ganancia similar. En el tratamiento 1 se presenta la relación beneficio/costo mas baja de 0,45 lo cual significa que por cada dólar invertido en este tratamiento se tiene una ganancia de 0,45 dólares.

## V CONCLUSIONES

Una vez concluido el presente trabajo de investigación y después de haber realizado el análisis de los resultados se llegó a las siguientes conclusiones.

1. Con la inducción floral se incrementan los rendimientos en la producción de semilla de repollo, lográndose incrementos superiores a los logrados en años anteriores en el CNPSH.
2. En la inducción floral con aplicaciones superiores a 100 Kg/ha de nitrógeno y realizando un corte en la cabeza de repollo en forma de cruz, se obtienen rendimientos de semilla de más del 100%.
3. Con la inducción floral se obtienen porcentaje de germinación de más del 90%.
4. Con la inducción floral se obtiene cabezas de repollo comerciales en menor tiempo.
5. Debido a la inducción floral se obtiene un mayor número de silicuas por planta.
6. El número semillas por silicua, semillas por gramo, semillas por kilogramo, no se encuentran influenciados por la inducción floral.
7. Con la inducción floral en el peso volumétrico, nos indica que si este es mayor, presentara mejor calidad por el buen manejo que se tuvo en el cultivo.
8. Con la inducción floral se logra obtener semilla de repollo aceptable para comercios internos y externos en Bolivia, cumpliendo con normas internacionales.
9. La inducción floral es una práctica común, con la realización de cortes en ciertas partes del mundo, pero con la incorporación de nitrógeno es una práctica nueva en Bolivia, pues se puede incrementar la producción de semilla en cantidad y calidad con prácticas sencillas y fáciles de ejecutar.

10. Con temperaturas mínimas promedio de 2,3 °C y Máximas promedio de 28°C con un óptimo promedio de 16,55 °C, se logró un buen desarrollo de planta logrando buenos rendimientos de calidad en semilla de repollo .
  
11. El análisis económico nos muestra que con la inducción floral se pueden lograr rendimientos de 2919,80 Kg/ha con aplicaciones entre 150Kg/ha de nitrógeno con corte en cruz y 2914,73 Kg/ha con aplicaciones de 100Kg/ha de nitrógeno con corte en cruz, reportándose una relación beneficio/costo de 10,56 y 10,57 respectivamente, escogiéndose por lo tanto al segundo rendimiento como el mejor tratamiento por ser más accesible y de mejores beneficios económicos.

## VI. RECOMENDACIONES

Con la realización del presente trabajo de investigación, se pudo observar que por medio de la inducción floral se puede lograr un incremento de la producción de semilla en cantidad y calidad, con técnicas tan fáciles y sencillas de realizar. Por lo cual se recomienda lo siguiente:

1. El utilizar la inducción floral con nitrógeno y cortes, como práctica agronómica para la producción de semilla de repollo, por la obtención de mayores rendimientos aceptable por mercados internacionales, pues se obtuvieron incrementos del rendimiento de semilla de repollo superiores a los rendimientos promedios nacionales que se maneja en Bolivia y de otros países, lo cual convierte al cultivo en altamente expectable para la producción de semillas.
2. Incorporar durante la inducción floral una dosis de 100 Kg/ha de nitrógeno fraccionado en dos aplicaciones después del trasplante, para lograr cabezas de repollo blandas, logrando la emisión del vástago floral sano y en menor tiempo, logrando de esta manera el incremento de la cantidad y calidad de la semilla.
3. Realizar para la inducción floral un corte en forma de cruz en cada cabezas de repollo, para que así la planta pueda emitir el vástago floral en menor tiempo evitando que la barrera física formada por las hojas lo dañe.
4. Con el uso de la inducción floral se llega a obtener una ganancia de 10,57 dolares por cada dólar invertido.
5. Tener cuidado al momento de realizar los cortes para no causar daño alguno al ápice floral.



## VII. BIBLIOGRAFÍA

Aitken, S. J. 1987. Manual agrícola. Editorial imprenta WAYAR & SOUX Ltda. La Paz – Bolivia. Pp: 117 – 118.

Cabrera J. A. 2002. Efecto del humus de lombriz en dos variedades de repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) cultivado en ambiente protegido. Tesis. Ingeniero agrónomo. Facultad de Agronomía, UMSA. La Paz – Bolivia.

Calderón J. A. 1984. Enfermedades de cultivos Bolivianos. Editorial Los amigos del libro, casilla 4415 LP, 450 Cochabamba. La Paz – Cochabamba – Bolivia. 291p.

Carlier, H. 1995. Cultivo de hortalizas en la huerta familiar. Cuaderno de capacitación campesina No. 9, Centro de estudios andinos Bartolomé de las Casas, Av. Tullumayo 465, Cusco – Perú. 68p.

Chilón C.E. 1996. Manual de edafología. Ediciones CIDAT. La Paz – Bolivia. Pp: 69.

CNPSH 1998. El repollo, el coliflor, y el brócoli. Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH), Ministerio de agricultura, ganadería y desarrollo rural, Programa nacional de Semillas, Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas. Cochabamba – Bolivia. 14p.

CNPSH. 2003. Programa de Operación Anual, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Unidad de Coordinación – Programa Nacional de Semillas, Centro Nacional de Producción de Semilla de Hortalizas, CNPSH. Cochabamba, noviembre del 2002. Cochabamba – Bolivia. Pp: 6 – 16.

Cronquist A, et al. 1986. On the high taxa of Embryobionta. *Taxon* 15 (4); New York.

Daniel D.L. 1998. Curso sobre: Mejoramiento para resistencia contra enfermedades y plagas, expositores: Niks R. y Lindhout W. ,Wagenin gen Agricultural University, The Netherlands. Organizado por Daniel L. Daniel. PREDUZA, Quito – Ecuador. Pp: 11 – 12.

EMBRAPA. 1999. Andamento Internacional de Producao de Hortaliças, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, 31 de maio a 09 de julho de 1999. Brasília-DF – Brasil. Pp: 1 – 17.

FAO 1961. Las semillas agrícolas y hortícolas. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, Roma.

Ferreira, M. et al. 1993. Nutricio e Adubacao de Hortaliças. Editado por M.E. Ferreira, P.D. Castellane, M.C.P. Cruz, Associacao brasileira pesquisa da potassa e do fosfato (potafos). Paracicaba – Sao Paulo, Impresso no Brasil. San Pablo – Brasil. Pp: 149 – 172.

Gordon H. R. 1984. Horticultura. AGT Editor S.A., Talleres la Impresora azteca, Impreso y hecho en México. México DF. Pp: 553 – 557.

Gostincar T. J. et al. 1997. Biblioteca de la agricultura. impresión EMEGE, industria grafica, colección LEXUS, Impreso en España. España. 768p.

Gebhardt, S.E., R.H. Matthews. 1988. Nutritive value of foods.

Graifenberg A. 1990. Cavolo cappuccio. En: V.V. Bianco, F. Pimpini (ed.). Orticoltura. Pàtron Editore, Bologna, Italia. Pp:408-413.

Guzman L. W. 1991. Fertilización química, orgánica, densidad y variedades en repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata L.), tesis de grado para obtener el titulo de ingeniero agrónomo, Facultad de agronomía, UMSS. Cochabamba – Bolivia. 92p.

Hebblethwaite. 1989. Producción moderna de semillas, tomo II, Edición agropecuaria Hemisferio sur SRL, Alzaibas 1328, Montevideo – Uruguay.

Herbas H.A. 1981. Manual de fitopatología. Universidad Técnica de Oruro. Editorial Universitaria. Oruro – Bolivia. 444p.

INE 1998. Instituto Nacional de Estadística, estadísticas agropecuarias, calle Jorge Carrasco No 1720, La Paz – Bolivia.

Knott J.E. 1966. Handbook for vegetable growers. 5ta printing. New York. John Wiley. 245p.

Limongelli C. 1979. El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. Pp: 12 – 51.

Little, T. y Hills J. 1976 Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2da reimpresión 1991. TRILLAS México. 270p.

Maroto J.V., 1995. Horticultura, Herbáceas Especial. Cuarta edición, Edición Mundi Prensa, Castello No.37. Madrid – España.

Perrin R., Winkelman D., Moscardi E., Anderson J. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, Centro internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Edición completamente revisada. México D.F. 79p.

Peske S. T. 2003. Producción de Semillas. Universidad Federal de Pelotas de Brasil, Tecnología de semillas, Modulo III. 80p.

Raymond G. 1989. Producción de Semillas de Plantas Hortícolas, ediciones Mundi-prensa, Castelló, 37, 28001 Madrid, Impreso en España. Pp: 149 – 166.

Rodríguez F.S. 1982. Fertilizantes, Nutrición Vegetal. A.G.T. editor, SA, Progreso 202, planta alta. México DF. 157p.

Valadez L. 1998. Producción de hortalizas. Editorial LIMUSA S.A. México. Pp: 67–78.

Vigliola M. et al. 2003. Manual de Horticultura. Editorial Hemisferio Sur S.A. Quinta reimpresión, impreso en Argentina. Buenos Aires – Argentina. Pp: 66 – 70.

**Anexo A Datos de temperatura y humedad del invernadero y del ambiente externo. Gestión 2005.**

**Anexo A.1 Datos en invernadero de temperaturas promedio, máximas y mínimas.**

Registro	Mes	día	Temp. Prom.	Temp. máxima	Temp. mínima
1	mayo	11	16,5	26	7
2	mayo	12	16,5	26	7
3	mayo	13	16,5	26	7
4	mayo	14	16,5	26	7
5	mayo	15	16,5	26	7
6	mayo	16	16,5	26	7
7	mayo	17	16,5	26	7
8	mayo	18	16,5	26	7
9	mayo	19	16,5	26	7
10	mayo	20	15,5	25	6
11	mayo	21	15,5	25	6
12	mayo	22	15,5	25	6
13	mayo	23	15,5	25	6
14	mayo	24	15,5	25	6
15	mayo	25	15,5	25	6
16	mayo	26	15,5	25	6
17	mayo	27	15,5	25	6
18	mayo	28	15,5	25	6
19	mayo	29	15,5	25	6
20	mayo	30	15,5	25	6
21	mayo	31	15,5	25	6
22	junio	1	15,5	25	6
23	junio	2	14,5	24	5
24	junio	3	14,5	24	5
25	junio	4	14,5	24	5
26	junio	5	14,5	24	5
27	junio	6	14,5	24	5
28	junio	7	14,5	24	5
29	junio	8	14,5	24	5
30	junio	9	14,5	24	5
31	junio	10	14,5	24	5
32	junio	11	14,5	24	5
33	junio	12	14,5	24	5
34	junio	13	14,5	24	5
35	junio	14	14,5	24	5
36	junio	15	14,5	24	5

FUENTE: elaboración propia

**Anexo A.2 Datos de temperatura registrada al momento del secado de la semilla de repollo.**

Día	Mes	Temp. Máx.	Temp. Mín.	Temp. Prom.
26	enero	22	19	20,5
27	enero	22	19	20,5
28	enero	22	19	20,5
29	enero	22	19	20,5
30	enero	22	19	20,5
31	enero	22	19	20,5
1	febrero	22	19	20,5
2	febrero	22	19	20,5
3	febrero	22	20	21
4	febrero	22	20	21
5	febrero	22	20	21
6	febrero	23	20	21,5
7	febrero	23	20	21,5
8	febrero	23	20	21,5
9	febrero	23	20	21,5
10	febrero	23	20	21,5
11	febrero	23	20	21,5
12	febrero	23	20	21,5
13	febrero	23	20	21,5
14	febrero	23	20	21,5
15	febrero	23	20	21,5
16	febrero	23	20	21,5
17	febrero	23	20	21,5
18	febrero	23	20	21,5
19	febrero	23	20	21,5
20	febrero	23	20	21,5
21	febrero	23	20	21,5
22	febrero	23	20	21,5

FUENTE: elaboración propia

**Anexo A.3 Datos de precipitación pluvial en parcela experimental de la precipitación pluvial.**

MES	pp
JUNIO	0,0
JULIO	0,0
AGOSTO	0,0
SEPTIEMBRE	5,6
OCTUBRE	15,2
NOVIEMBRE	105,9
DICIEMBRE	57,4
ENERO	168,4

FUENTE: elaboración propia

**Anexo A.4 Datos en parcela experimental de temperaturas promedio, máximas, mínimas.**

<b>MES</b>	<b>T prom.</b>	<b>T max.</b>	<b>T min.</b>	<b>Pp</b>
JUNIO	13,8	26,3	2,3	0,0
JULIO	14,6	26,6	3,6	0,0
AGOSTO	16,1	27,8	4,3	0,0
SEPTIEMBRE	17,4	27,3	8,3	5,6
OCTUBRE	18,5	28,1	11,1	15,2
NOVIEMBRE	19,3	28,7	12,2	105,9
DICIEMBRE	19,1	27,9	13,0	57,4
ENERO	17,2	25,1	12,4	168,4

**FUENTE:** elaboración propia

## Anexo C Normas para la interpretación de los análisis físico químico de los sustratos.

### Anexo C.1 Textura

Gruesa	Arena, arena franca (bajos contenidos de materia organica)
Moderadamente gruesa	Franco arenoso
Medias	Franco, franco limoso, limoso
Finas	Franco arcilloso, franco arcilloso-arenoso, franco arcilloso-limoso, arcillo-limoso, arcilloso.
Muy finas	Mayor de 60% arcilla.

Fuente: Chilon (1997)

### Anexo C.2 pH

Escala de valores	Definición	A pH < 5.5
< 4,5	Extremadamente ácido	Deficiencias de P, pocas bases, quelatos más disponibles.
4,6 – 5,0	Muy fuertemente ácido	
5,1 – 5,5	Fuertemente ácido más disponibilidad de P	
5,6 – 6,0	Medianamente ácido	
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido	
6,6 – 7,3	Neutro	
7,4 – 7,8	Medianamente alcalino	
7,9 – 8,4	Moderadamente alcalino	
8,5 – 9,0	Fuertemente alcalino	
>9	Muy fuertemente alcalino	

Fuente: Chilon (1997)

### Anexo C.3 conductividad eléctrica (CE)

DETALLE	MUY ALTA	BAJA	MODERADA	ADECU	ALTA	MUY ALTA
N total %	< a 0,05	0,05-0,10	0,10-0,15	-	0,15-0,25	> a 0,25
P aprov.(ppm)	< a 3,0	3,0-7,0	-	7,0-15,0	15-22,5	> a 25
CIC (meq/100g de suelo)	<a 6,0	6,0-12,0	12,0-25,0	-	25-40	> a 40
Total Bases (meq/100g de suelo)	< a 3,0	3,0-7,0	7,0-15,0	-	15-25	> a 25
Saturación de bases (%)	< a 20	21-40	41-60	-	61-80	81-100
Ca Inter. (meq/100g de suelo)	< a 2,0	2,0-5,0	5,0-10,0	-	10-20	> a 20
Mg Inter.(meq/100g de suelo)	< a 0,5	0,5-1,5	1,5-4,0	-	4,0-8,0	> a 8
K Inter. (meq/100g de suelo)	< a 0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,7	0,7-1,2	> a 1,2
Na Inter. (meq/100g de suelo)	< a 0,1	0,1-0,3	0,3-0,7	-	0,7-2,0	> a 2,0

Fuente: Chilon (1997)

**Anexo C.4 conductividad eléctrica (mmhos/cm)**

Rango	Calificación
< a 2	Muy fuertemente ácido
De 2 a 4	Ligeros problemas de sales
De 4 a 8	Medianos problemas de sales
> a 16	Muy fuerte salinidad

Fuente: Chilon (1997)

**Anexo C.5 materia orgánica (%)**

Rango	Calificación
< a 2	Bajo
De 2 a 4	Medio
> a 4	Alto

Fuente: Chilon (1997)

**Anexo C.6 Nitrógeno total (%)**

Rango	Calificación
< a 0,1	Bajo
0,1 a 0,2	Medio
> a 0,2	Alto

Fuente: Chilon (1997)

**Anexo C.7 fósforo disponible (ppm)**

Nivel	Calificación	P(Kg/ha)
0 – 6	Bajo	0 a 12
7 – 14	Medio	14 a 28
> a 14	Alto	> a 28

Fuente: Chilon (1997)

**Anexo C.8 Potasio (ppm)**

Nivel	Calificación	K(Kg/ha)
0 a 124	Bajo	0 a 300
124 a 248	Medio	300 a 600
> a 248	Alto	> a 600

Fuente: Chilon (1997)



## **Anexo D Formulas para el análisis económico**

### **Anexo D.1 Costo de producción.**

$$\mathbf{CP = CF + CV}$$

**Donde:**

**CP** = Costos de producción

**CF** = Costos fijos

**CV** = Costos variables

### **Anexo D.2 Ingreso Bruto**

$$\mathbf{IB = RM * PU}$$

**Donde:**

**IB** = Ingreso bruto

**RM** = Rendimiento medio

**PU** = Precio unitario

### **Anexo D.3 Ingreso neto**

$$\mathbf{IN = IB - CP}$$

**Donde:**

**IN** = Ingreso bruto

### **Anexo D.4 Relación beneficio/costo**

$$\mathbf{B/C=IB/CP}$$

**Donde :**

**B** = Beneficio

**C** = Costo

**Interpretación:**

$B/C > 1$  significa que, hay ganancia

$B/C = 1$  significa que, no hay utilidad

$B/C < 1$  significa que, hay perdida

## D.5 Planilla de costos fijos

DETALLE	unidad	cantidad	precio	Bs	\$
<b>ALMACIGADO</b>					
sustratos (almacigo)	kg	50	1	50	6,37
mezcla sustrato + desinfeccion	jornal	1	25	25	3,18
alquiler desinfectadora	hora	1	50	50	6,37
desinfeccion vapor	jornal	1	25	25	3,18
Alquiler bandejas	bandeja	12	10	120	15,29
desinfeccion lavandina	sachet	3	3	9	1,15
almacigado + llenado bandejas	jornal	3	25	75	9,55
raleo	jornal	1	25	25	3,18
riegos	jornal	35	25	875	111,46
<b>PREPARACION TERRENO</b>					
Preparación del terreno	jornal	4	25	100	12,74
Alquiler tractor (arado, rastrado, rotobateado, surcado, nivelado)	horas	5	60	300	38,22
<b>PARCELA</b>					
trasplante	jornal	5	25	125	15,92
aporque	jornal	3	25	75	9,55
aplicación de insecticidas	jornal	5	25	125	15,92
aplicación de materia organica	jornal	2	25	50	6,37
reposicion	jornal	1	26	26	3,31
riego I	Hora	16	7	112	14,27
riego II	Hora	24	7	168	21,40
riego encargado parcela	mes	8	600	4800	611,46
deshierbe y aporque	jornal	2	25	50	6,37
Malla antipajaros (Alquiler)	mes	2	50	100	12,74
Fumigadora(Alquiler)	día	6	20	120	15,29
Caja Abejas(Alquiler)	Semana	4	50	200	25,48
Transporte caja abejas	pasajes	2	10	20	2,55
Transporte (otros)	Pasajes	240	3	720	91,72
<b>Cosecha:</b>					
cosecha manual	jornal	9	25	225	28,66
recoleccion de lo cosechado	jornal	2	25	50	6,37
transporte de lo cosechado	pasaje	4	10	40	5,10
secado plantas	días	28	2	56	7,13
Trillado, cernido, clasificado	jornal	10	25	250	31,85
uso espiral (alquiler)	hora	8	20	160	20,38
beneficiado	jornal	2	25	50	6,37
<b>Insumos</b>					
semilla	kg	0,043	54,95	2,36	0,30
abono organico	kg	2400	0,2	480	61,15
Abono quimico					0,00
15-15-15	kg	44	5	220	28,03
urea	kg	10	4	40	5,10
insecticida, fungicidas, otros:					
perfekthion	cc	20	0,5	10	1,27
karate	cc	20	0,5	10	1,27
nurelle	cc	20	0,5	10	1,27

bavistin	cc	5	0,5	2,5	0,32
kumulus	g	40	0,5	20	2,55
gomax	cc	10	0,5	5	0,64
folidol	g	5	2	10	1,27
<b>Analisis de laboratorio</b>					
muestras suelo	muestra	9	47,36	426,26	54,30
transporte	pasaje	2	10	20	2,55
Muestras de semilla	muestra	144	4	576	73,38
transporte	pasaje	30	2	60	7,64
<b>Envasado</b>					
desinfectante semilla	cc	50	1	50	6,37
desinfeccion semilla	jornal	1	25	25	3,18
envase de 98kilos	kilo	98	20	1960	249,68
Encargado	jornal	10	25	250	31,85
transporte	pasaje	4	50	200	25,48
<b>TOTAL</b>				<b>13553,12</b>	<b>1726,51</b>

## E BASE DE DATOS

HOJA 1

Bloque	Nivel	corte		DIAM CAB (cm)	DÍAS A LA FLORACIÓN	Silicuas/plta	Sem/silicua	Sem/g	Sem/Kg	PESO VOLUMETRICO Kg/100 litro	peso de 1000 semillas gramo	RDT (Kg/ha) Kg/ha	Porcentaje germinación %
1	2	1		12,3	2	103,5	21,2	81,5	81500	13800	12,3	250,8	97
1	2	3		11,6	15	649,0	20,9	85,3	85300	13400	11,7	2484,8	93
1	2	4		12,1	15	698,9	18,2	65,0	65000	13200	15,4	2158,0	100
1	2	2		11,3	15	653,7	20,4	76,5	76500	13460	13,1	2128,7	98
1	4	2		14,1	14	750,1	22,0	59,0	59000	12800	16,9	2442,7	99
1	4	4		14,1	13	707,3	19,7	64,5	64500	12000	15,5	2587,6	97
1	4	1		14,0	1	264,7	16,9	75,9	75900	12400	13,2	830,0	85
1	4	3		14,2	15	890,5	21,2	76,6	76600	13600	13,1	2954,4	83
1	1	3		7,8	1	672,7	21,5	74,3	74300	12400	13,5	2175,6	97
1	1	1		8,8	1	43,3	20,9	77,3	77300	13600	12,9	141,1	94
1	1	2		8,6	3	658,7	21,2	73,8	73800	13200	13,6	1792,4	100
1	1	4		8,8	3	659,1	21,6	71,6	71600	14000	14,0	2084,4	99
1	3	4		12,8	15	792,3	21,5	80,0	80000	14000	12,5	2580,2	91
1	3	2		13,1	15	754,0	20,9	90,0	90000	13200	11,1	2146,7	80
1	3	3		12,9	15	856,5	21,2	60,0	60000	14800	16,7	2927,6	97
1	3	1		13,0	1	172,7	18,4	80,0	80000	14000	12,5	563,3	87
2	3	2		12,7	15	734,4	20,1	60,0	60000	14800	16,7	3044,7	82
2	3	4		13,3	15	752,2	22,7	60,0	60000	13200	16,7	2252,0	99
2	3	1		12,7	2	132,0	20,2	60,6	60600	14000	16,5	430,8	94
2	3	3		12,9	15	825,5	21,8	61,9	61900	15200	16,2	3298,2	94
2	1	3		8,0	0	653,7	22,2	80,3	80300	14000	12,5	2127,3	95
2	1	1		8,4	2	27,0	21,7	83,5	83500	12000	12,0	89,2	90
2	1	2		8,5	4	645,5	22,2	84,0	84000	13200	11,9	1817,6	97
2	1	4		8,7	1	665,1	20,7	64,0	64000	12800	15,6	2021,1	91
2	2	4		10,9	15	676,5	20,6	75,0	75000	12400	13,3	2102,2	99
2	2	2		10,8	15	678,5	21,3	90,6	90600	14000	11,0	1779,1	87
2	2	3		10,7	15	687,6	20,4	71,5	71500	13200	14,0	2546,3	97

Bloque	Nivel	corte		DIAM CAB	DÍAS A LA FLORACIÓN	Silicuas/plta	Sem/silicua	Sem/g	Sem/Kg	PESO VOLUMETRICO	peso de 1000 semillas	RDT (Kg/ha)	Porcentaje germinación
2	2	1		10,8	1	186,7	21,2	75,5	75500	12800	13,2	308,9	95
2	4	1		14,0	2	184,8	19,2	70,2	70200	12400	14,2	622,5	88
2	4	3		14,0	15	841,2	20,0	57,5	57500	13200	17,4	2974,4	86
2	4	4		14,4	14	724,2	21,9	81,6	81600	13200	12,3	2507,8	97
2	4	2		14,6	14	677,6	21,5	69,0	69000	14000	14,5	2540,0	96
3	4	3		14,5	15	842,9	21,1	63,1	63100	13600	15,8	2830,6	90
3	4	1		14,4	1	399,0	19,6	58,8	58800	13200	17,0	1175,8	85
3	4	2		14,1	15	748,9	20,9	79,0	79000	14800	12,7	2504,2	95
3	4	4		14,0	14	726,8	21,4	49,1	49100	14400	20,4	2477,0	98
3	2	4		10,7	15	648,2	20,6	72,2	72200	12400	13,9	2085,6	95
3	2	2		10,7	15	660,9	22,6	60,0	60000	14400	16,7	1711,8	98
3	2	3		10,8	15	680,7	15,2	59,0	59000	14400	16,9	2489,6	98
3	2	1		10,9	3	96,4	18,0	65,9	65900	13600	15,2	204,7	89
3	3	1		13,3	2	158,0	23,3	70,0	70000	14000	14,3	514,4	93
3	3	3		13,0	15	867,5	15,1	80,0	80000	13200	12,5	2518,4	96
3	3	4		13,3	15	766,3	20,6	61,3	61300	13200	16,3	2093,1	88
3	3	2		12,7	15	772,7	14,9	62,8	62800	14000	15,9	2199,3	86
3	1	2		8,1	4	681,0	20,2	75,0	75000	13600	13,3	1818,2	93
3	1	4		8,4	2	684,0	20,4	90,0	90000	13200	11,1	2032,2	92
3	1	1		8,3	1	44,7	19,1	80,1	80100	12000	12,5	142,2	89
3	1	3		8,7	1	667,8	20,9	76,2	76200	13200	13,1	2085,3	99

FUENTE: elaboración propia

HOJA 2

### D. 6 Costos variables (Bs)

DETALLE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
<b>Cf (Urea)</b>	0	0	0	0	5,07	5,07	5,07	5,07	10,15	10,15	10,15	10,15	15,21	15,21	15,21	15,21
<b>Cmo (Af)</b>	0	0	0	0	25	25	25	25	50	50	50	50	75	75	75	75
<b>Cmo (Rc)</b>	0	25	25	25	0	25	25	25	0	25	25	25	0	25	25	25
<b>TOTAL</b>	0	25	25	25	30,07	55,07	55,07	55,07	60,15	85,15	85,15	85,15	90,21	115,21	115,21	115,21

Cf= costo fertilizante; Cmo= costo mano obra; Af= Aplicación fertilizante; Rc= realizacion de cortes.

### D.7 Costo total

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
CF:	13553,12	13553,12	13553,12	13553,12	13553,12	13553,12	13553,12	13553,12	13553,12	13553,12	13553,12	13553,12	13553,12	13553,12	13553,12	13553,12
CV:	0	25	25	25	30,07	55,07	55,07	55,07	60,15	85,15	85,15	85,15	90,21	115,21	115,21	115,21
CT: Bs	13553,12	13578,12	13578,12	13578,12	13583,19	13608,19	13608,19	13608,19	13613,27	13638,27	13638,27	13638,27	13643,33	13668,33	13668,33	13668,33
\$	1726,51	1729,70	1729,70	1729,70	1730,34	1733,53	1733,53	1733,53	1734,17	1737,36	1737,36	1737,36	1738,00	1741,19	1741,19	1741,19

CF= costos fijos; CV= costos variables; CT= costo total



**PREPARADO DE SUSTRATO**



**BOMBA DE VAPOR DE AGUA**



**INVERNADERO VISTA DE FRENTE**



**INVERNADERO VISTA LATERAL**



**ASPERSORES PARA MICROASPERSION**



**TERMOMETRO DE MÁXIMA Y MÍNIMA**





**ALAMCIGUERAS DE PLANTULAS**



**RALEO EN INVERNADERO**



**ARADO DE LA PARCELA**



**NIVELADO DEL TERRENO**



**TERRENO ABONADO LISTO PARA EL SURCADO**



**SURCADO DEL TERRENO**



**DISTANCIA ENTRE SURCO**



**DISTANCIA ENTRE PLANTA**



**PLANTULAS EN LA PARCELA LISTAS PARA EL TRASPLANTE**



**SACADO DE PLANTULAS DE LAS BANDEJAS**



**TRASPLANTE**



**RIEGO**



**REPOLLOS ANTES DE REALIZAR LOS CORTES**



**CORTE EN FORMA DE CRUZ**



**CORTE EN FORMA DE TRIANGULO**



**CORTE EN FORMA LONGITUDINAL**



**CONSECUENCIA AL NO REALIZAR CORTES  
(PUDRICIONES)**



**CONSECUENCIA AL NO REALIZAR CORTES  
(MAL FORMACIONES)**



**CONSECUENCIA AL NO REALIZAR CORTES  
(MAL FORMACIONES)**



**PLANTAS DE REPOLLO EN PLENA FLORACIÓN**



**MALLA ANTI PAJARO**



**MOMENTO DE COSECHA DE SEMILLA**



**LA ESPIRAL PARA BENEFICIADO DE SEMILLA**



**DEPOSITO DE SEMILLAS PARA PRUEBAS**





**PRUEBA DE GERMINACIÓN**



**CAMARA GERMINADORA**



**ALGUNAS BRASSICAS**



**TIPOS DE REPOLLOS  
(ARREPOLLADOS, MORADOS, LISOS)**