

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
AGROPECUARIA
PROGRAMA TÉCNICO SUPERIOR AGROPECUARIO
SEDE UNIVERSITARIA LOCAL LURIBAY



TESINA DE GRADO

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DE BRÓCOLI
(*Brassica oleracea* L.) EN LA COMUNIDAD ACHOCARA ALTA DEL MUNICIPIO DE
LURIBAY

PRESENTADO POR:

CATALINA CANQUI VILLEGAS

LAPAZ - BOLIVIA

2018

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
AGROPECUARIA
PROGRAMA TÉCNICO SUPERIOR AGROPECUARIO
SEDE UNIVERSITARIA LOCAL LURIBAY

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DE BRÓCOLI
(*Brassica oleracea* L.) EN LA COMUNIDAD ACHOCARA ALTA DEL MUNICIPIO DE
LURIBAY

*Tesina de grado presentado como requisito parcial
para optar el título de Técnico Universitario Superior
en Agropecuaria*

CATALINA CANQUI VILLEGAS

Asesor (es):

Ing. M.Sc. Luis Fernando Machicao Terrazas

Ing. Lucia Quisbert Mamani

Tribunal Revisor:

Ing. José Eduardo Oviedo Farfán

Ing. Paola Ximena Alave Valenzuela

Aprobado

Presidente tribunal examinador -----

DEDICATORIA

A mis queridos padres:

Gualberto Canqui A. y María Villegas A.,

por todo el amor, comprensión y sacrificio

que han dado para que logre culminar mis

estudios. También a mis hermanos

Valentín, Carlos, Julia hermanitos Anastacio

Jesús, Gabino, Reynaldo, Juan Diego. Por el

Apoyo que me han brindado.

¡Gracias!

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme y conservarme la vida para culminar las metas que me propuse.

Mis sinceros agradecimientos a mis queridos padres: Gualberto Canqui A. María Villegas A.

Mi más sincero reconocimiento a la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), y en especial a los docentes de la facultad de agronomía por haberme transmitido los conocimientos para mi formación académica al programa técnico superior agropecuaria sede universitaria local Luribay dependiente de la CIPyCA a la Facultad de Agronomía que, con un buen plantel académico y administrativo, que me formaron profesionales.

Mis sinceros agradecimientos a la Ing. Lucia Quisbert Mamani por el asesoramiento apoyo constante y amistad incondicional, durante la realización del trabajo.

Mis sinceros agradecimientos al Ing. Luis Fernando Machicao Terrazas por el asesoramiento apoyo y amistad incondicional, durante la realización del trabajo.

Al tribunal revisor, conformado por los profesionales Ing. José Eduardo Oviedo Farfán, Ing. Paola Ximena Alave por su disponibilidad de tiempo y dedicación en los valiosos aportes al presente trabajo.

A mis compañeros y grandes amigos quienes de alguna manera ayudaron a que culminara el presente trabajo; Javier, Romer, Demetrio, Lucio, Rodrigo, Víctor, Persy, Omar, David, por su valiosa colaboración, a Norma, Carmen, Norma J., Jhanette, Valeria, Claudia, Viviana, Lourdes, Arminda, a todos que me brindaron su amistad.

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	v
RESUMEN.....	vi

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación	2
1.2. Objetivos.....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Origen.....	4
2.2. Valor nutritivo del Brócoli	4
2.3 Clasificación Taxonómica	5
2.4 Descripción botánica.....	5
2.4.1 Características de la planta	5
2.5. Fenología del cultivo de brócoli.....	7
2.6. Rendimiento del cultivo	8
2.7. Requerimiento edafoclimaticos del cultivo	8
2.7.1. Suelo	8
2.7.2. Clima	9
2.7.3. Siembra	9
2.7.4. Riego	10
2.7.5. Aporque.....	10
2.7.6. Variedades	10
2.8. Fertilización orgánica	11
2.9. Cosecha	12
2.10. Rendimiento.....	12
2.11. Plagas y enfermedades	13
2.11.1. Plagas	13

2.11.2 Enfermedades	13
3. LOCALIZACIÓN.....	15
3.2.1. Temperatura	16
3.2.2. Precipitación	18
4. MATERIALES Y MÉTODO	22
4.1. Material experimental	22
4.2. Método.....	23
4.2.1. Almacigado.....	23
4.2.2. Preparación del suelo	23
4.2.3. Trasplante.....	23
4.2.4. Labores culturales	23
4.2.5 Cosecha	24
4.2.6. Análisis experimental.....	24
4.2.7. Croquis	26
4.2.8. Variables de respuestas	27
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
5.1. Porcentaje de germinación	30
5.2. Días a la emergencia	31
5.3. Días a la formación de dos hojas verdaderas	32
5.4. Longitud de la hoja.....	33
5.6. Número de hojas.....	36
5.7.1. Días a la formación de la pella	38
5.8. Diámetro de la pella	39
5.9. Números de pellas/parcelas.....	41
5.10. Peso de pella	43
5.11. Rendimiento de la pella Kg/ha	45
5.12. Relación Beneficio Costo (B/C).....	46
6. CONCLUSIONES	48
7. RECOMENDACIONES	50
8. BIBLIOGRAFÍA	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cualidades nutritivas del brócoli.	4
Cuadro 2. Promedio de temperaturas	16
Cuadro 3. Promedios de precipitación	18
Cuadro 4. Porcentaje de germinación	30
Cuadro 5. Días a la emergencia.....	31
Cuadro 6. Formación de dos hojas verdaderas.....	32
Cuadro 7. Análisis de varianza de la longitud de hojas de la planta de brócoli.....	33
Cuadro 8. Prueba duncan promedio de longitud de hojas (cm).....	34
Cuadro 9. Análisis de varianza de ancho de hoja de la planta de brócoli	35
Cuadro 10. Prueba duncan promedio de ancho de la hoja (cm).....	35
Cuadro 11. Análisis de varianza número de hojas	36
Cuadro 12. Prueba duncan promedio de número de hojas	37
Cuadro 13. Prueba duncan días a la formación de la pella	38
Cuadro 14. Análisis de varianza del diámetro de la pella	39
Cuadro 15. Prueba duncan promedio diámetro de pella	40
Cuadro 16. Análisis de varianza número de pellas por parcela	41
Cuadro 17. Prueba duncan promedio de números de pellas por parcela	42
Cuadro 18. Análisis de varianza para el peso de la pella	43
Cuadro 19. Prueba duncan promedio de peso de la pella (kg).....	44
Cuadro 20. Rendimiento de pella del brócoli.....	45
Cuadro 21. Prueba duncan rendimiento.....	46
Cuadro 22. Relación beneficio costo	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo fenológico del cultivo de brócoli.....	8
Figura 2. Ubicación espacial de la zona de estudio.....	15
Figura 3. Fluctuaciones de temperatura en los meses de agosto a noviembre	17
Figura 4. Precipitación en los meses de agosto a noviembre.....	18
Figura 5. Croquis del experimento.	26
Figura 6. Porcentaje de germinación.....	31
Figura 7. Días a la emergencia	32
Figura 8. Días a la formación de dos hojas verdaderas.....	33
Figura 9. Longitud de hojas (cm).....	34
Figura 10. Ancho de la hoja	36
Figura 11. Número de hojas.....	37
Figura 12. Días a la formación de la pella	39
Figura 13. Diámetro de la pella en variedades de brócoli.....	41
Figura 14. Números de pellas por parcela.....	42
Figura 15. Peso de la pella.....	44
Figura 16. Rendimiento kg/ha	46
Figura 17. Beneficio/costo en variedades del brócoli	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Costos de producción de la variedad Pirata (ha)	1
Anexo 2. Costos de producción de la variedad Chou Cavolo (ha)	2
Anexo 3. Costos de producción de la variedad Di Cicco (ha)	3
Anexo 4. Preparación del terreno y surqueado	4
Anexo 5. Aplicación del riego al cultivo	4
Anexo 6. Desarrollo del cultivo	5
Anexo 7. Variedades del cultivo	5

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad Achocara Alta del municipio de Luribay de la provincia Loayza del departamento de La Paz, el mismo consistió en evaluar el comportamiento agronómico de las tres variedades de Brócoli en campo abierto con un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones.

Evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de brócoli (*Brassica oleracea L.*), en la comunidad de Achocara Alta del Municipio de Luribay.

El ensayo se efectuó en una superficie abierta, utilizando material vegetativo de Brócoli con las variedades Pirata, Chou Cavolo y Di Cicco, siendo almacenados y posteriormente se procedió al trasplante de las tres variedades de Brócoli.

La cosecha se efectuó a los 94 días después del trasplante cuando las plantas estén desarrollaron inflorescencias compactas, donde se realizó la evaluación final de las variables de respuestas planteadas.

Por los resultados agronómicos y económicos alcanzados en el presente trabajo se determinó que el comportamiento de la variedad Pirata es la más adecuada para la producción de Brócoli en campo abierto.

En la relación beneficio costo (B/C), donde el valor más alto registrado es de la variedad Pirata (V_1) de 3.6, lo que nos indica por cada 1 boliviano invertido se gana 2.6 Bs, la variedad Chou Cavolo (V_2) que dio 2.1 indicándonos que es rentable por cada 1 Bs invertido se gana 1.1 Bs. En tanto que el valor de la variedad Di Cicco (V_3) con un valor de 1 lo que nos indica que no se gana ni pierde.

1. INTRODUCCIÓN

La producción en Bolivia se ve restringida, sobre todo en el área altiplánica debido a las bajas temperaturas y precipitaciones que impiden su producción donde se presentan factores naturales que limitan o influyen en la intensificación de la agricultura y aún más en la explotación hortícola. Los factores más frecuentes son granizos y heladas que se presentan muy frecuentes durante la mayor parte del año e influyen en el periodo vegetativo del cultivo.

La producción de las hortalizas en Bolivia, aumenta día a día, por constituir vegetales de gran importancia en la dieta alimenticia humana, entre estos el brócoli. Las hortalizas constituyen una fuente rica de minerales y vitaminas indispensables para el organismo humano (Monreal, 1984).

Muchas personas en el mundo dependen en su dieta diaria de las hortalizas que tienen propiedades nutritivas y medicinales significativas para el organismo, proporcionadas por estas plantas.

A pesar de que en la ciudad de La Paz la disponibilidad de alimentos está asegurada, la población de escasos recursos no puede acceder a ellos principalmente porque sus ingresos económicos no cubren las necesidades alimenticias muchas de las familias disponen o aseguran solo de alimentos energéticos (cereales y tubérculos), y se privan de una dieta balanceada porque no pueden comprar carne, frutas y hortalizas que proveen al ser humano de proteínas, vitaminas y minerales indispensables para su crecimiento y desarrollo.

En el contexto internacional, el cultivo de este vegetal aumento rápidamente, México es uno de los principales países exportadores de hortalizas frescas y congeladas hacia EE.UU. El excedente de esta hortaliza se exporta a Norte América, Europa y Asia el mismo representa una oportunidad de mercado para su respectiva comercialización.

El brócoli era un alimento desconocido hace muchos años, pero actualmente se realizan estudios que demuestran el papel que esta *Cruciferaeae* juega en la prevención de un gran número de tumores. Si a esto le añadimos que no engorda y que muy poca cantidad es suficiente para obtener su efecto protector, por lo cual no hay excusa para no consumirlo.

1.1 Justificación

En el municipio, la alimentación es un problema que repercute en la desnutrición de los habitantes y la falta de producción de este cultivo. A través del presente trabajo se pretende dar respuesta a la producción de brócoli en la comunidad de Achocaré Alta del Municipio de Luribay, para recuperar la importancia que representa este producto en mejorar la alimentación y calidad de vida de las familias, al mismo tiempo se podrá generar ingresos económicos y disminuir los índices de desnutrición en los grupos más vulnerables.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de Brócoli (*Brassica oleracea L.*), en la comunidad de Achocara Alta del Municipio de Luribay.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el desarrollo de la pella de las tres variedades de Brócoli.
- Evaluar los rendimientos de las tres variedades de Brócoli.
- Determinar la relación beneficio costo.

1.3. Hipótesis

Ho: No existe diferencias en el comportamiento y rendimiento de las tres variedades de Brócoli en la comunidad de Achocara Alta del Municipio de Luribay.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen

El Brócoli es una crucífera nativa de Asia occidental y las costas del mediterráneo, en Europa se desarrollaron a partir de un repollo salvaje que mediante procesos de mejoramiento se transformó en lo que hoy conocemos, (Osorio, 2002).

Casseres (1980), sostiene que el Brócoli es una especie de introducción reciente, cuya importancia radica en el campo nutricional por su mayor contenido de vitaminas A y C, principalmente, proteínas y sales minerales necesarias para la alimentación humana.

2.2. Valor nutritivo del Brócoli

Se detalla en el cuadro 1, la composición nutritiva del Brócoli.

Cuadro 1. Cualidades nutritivas del Brócoli (100g)

Componentes	Brócoli
Agua (%)	91.00
Carbohidratos (g)	5.30
Proteínas (g)	2.82
Lípidos (g)	0.66
Calcio (mg)	47.68
Fosforo (mg)	66.23
Hierro (mg)	0.86
Potasio (mg)	325.17
Sodio (mg)	27.15
Vitamina A (Valor) UI	1543.05
Fibra (g)	2.6
Ácido ascórbico (mg)	93.38
Valor energético cal	26.49

Fuente: Agrícola Peruana (2009)

2.3 Clasificación Taxonómica

Ospina (1995), clasifica sistemáticamente al Brócoli de la siguiente manera:

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiospermae
Sub clase:	Dicotyledonae
Orden:	Ruédales
Familia:	Cruciferae
Género:	<i>Brassica</i>
Especie:	<i>Oleracea</i>
Nombre Común:	Brócoli

2.4 Descripción botánica

2.4.1 Características de la planta

a) Raíz

El Brócoli presenta un sistema radicular pivotante (axonomorfa) leñoso y poco profundizo alcanzando hasta 80 cm en el perfil del suelo. Las raíces secundarias terciarias y raicillas se concentran mayoritariamente en los primeros 40 a 60 cm de profundidad (Krarup, 1992).

b) Tallo

Según Rueda (2001), indica que tiene un tallo acaule muy corto con nudos y entrenudos casi juntos formando una roseta de hojas.

c) Hojas

Los brócolis de pella tienen algunas diferencias morfológicas con las coliflores como son las hojas más estrechas y más erguidas con peciolo generalmente desnudos limbos, normalmente con los bordes más ondulados, así como las nervaduras más marcadas y blancas (Sobrino, 1989).

El brócoli es una planta similar a la coliflor, aunque las hojas son más estrechas y más erguidas con peciolo generalmente desnudos limbos normalmente con los bordes más ondulados; así como nervaduras más marcadas y blancas (Maroto, 1995).

d) Inflorescencia

Rueda (2001), indica que un corimbo es una inflorescencia en la cual las flores se unen al pedúnculo en forma alternada, pero todos llegan a un mismo nivel.

e) Floración

Las flores son perfectas actinomorfas con cuatro pétalos libres amarillos dispuesto en forma de cruz (crucífera). A pesar de tener flores perfectas, debido a problemas de auto incompatibilidad el brócoli presenta polinización cruzada la misma que es realizada por insectos principalmente abejas y moscas (Krarup, 1992).

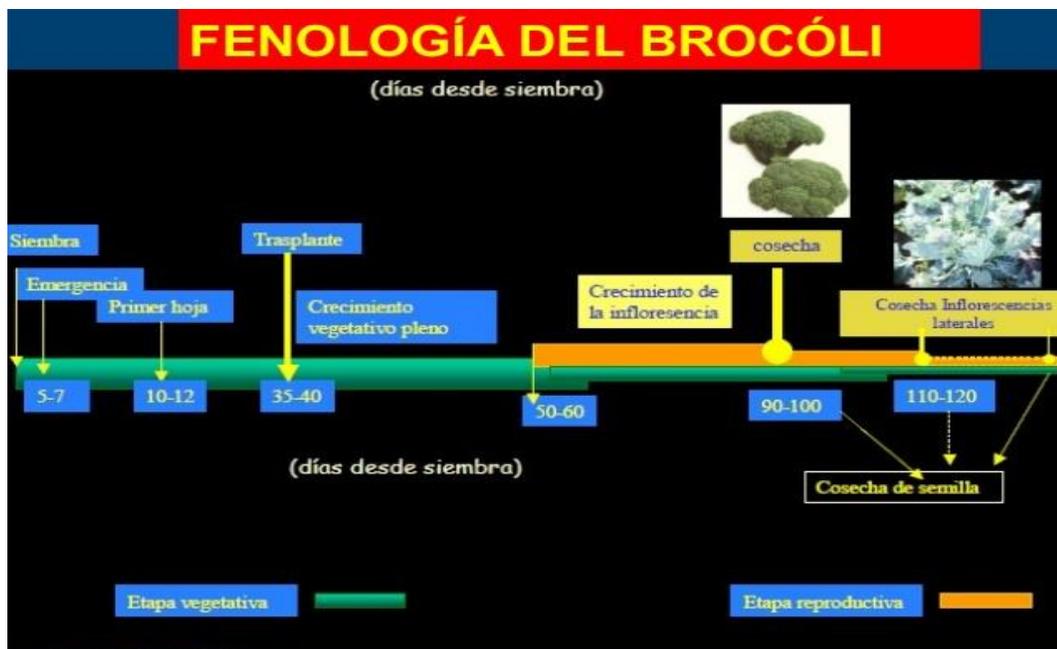
f) Fruto

El fruto es una silicua de color verde oscuro que mide 3 a 4 cm, y contiene semillas de 2 a 3 mm de diámetro (Maroto, 1995).

2.5. Fenología del cultivo de brócoli

Según Bolea (2002), el cultivo de brócoli presenta un ciclo biológico de 150 días a 180 días desde la germinación de la semilla para dar origen a una nueva planta, hasta la etapa de maduración de la nueva semilla. El proceso de germinación dura alrededor de 10 a 12 días según la especie a cultivar, en el semillero o almaciguera, deben permanecer las plántulas por un tiempo de 35 días a 45 días antes de realizarse el trasplante a suelo de cultivo definitivo; desde el trasplante del semillero o almaciguera a la cosecha de la pella de brócoli, transcurren alrededor de 70 días a 100 días, según la variedad utilizada y las condiciones climáticas donde se cultiva; el proceso de maduración de la pella hasta la floración final como tal se realiza aproximadamente entre los 90 días a los 120 días dependiendo de la variedad, el tipo de clima y del lugar de cultivo, de aquí en adelante si la flores son fecundadas se produce la formación de los frutos y maduración de las semillas hasta llegar entre los 150 días y 180 días para obtener nuevamente la semilla y dar comienzo a una nueva generación de brócoli.

La figura 1, presenta el ciclo fenológico del cultivo de brócoli, explicando las etapas de desarrollo que presenta en el cultivo.



<http://www.infoagro.com/hortalizas/broccoli.htm>

Figura 1. Ciclo fenológico del cultivo de brócoli

2.6. Rendimiento del cultivo

Ospina (1993), una producción de 36.000kg/ha se considera normal.

Galeón (2012), indica que el rendimiento por hectárea puede oscilar entre 15 y 25tn/ha y está en función del lugar del cultivo, la variedad y el manejo agronómico que se le dé al cultivo.

2.7. Requerimiento edafoclimaticos del cultivo

2.7.1. Suelo

El desarrollo de brócoli se produce en todo tipo de suelo, prosperando de mejor manera en los francos arenosos, profundos con drenaje y con un buen contenido de materia orgánica (6%), sobre el pH, es ligeramente tolerante (6 – 6,8) y medianamente tolerante a la salinidad (Barahona, 1998).

Gómez (2000), indica en cuanto al tipo de suelo no hay mucha exigencia se utiliza desde los suelos arenosos a orgánicos requiere de un pH entre 5,5 y 6,5 son pocos tolerantes a la mucha acidez puede crecer a un pH de 7,6.

2.7.2. Clima

Wettstein (1994), señala que el brócoli es una hortaliza propia de climas fríos y frescos. Mota (2002), señala que, para un adecuado desarrollo, necesita de climas fríos y húmedos la temperatura optima promedio está entre 12 a 16°C. Con mínima promedio de 5°C temperatura; mayores a 20°C causa de uniformidad en la formación de la inflorescencia ocasionando una menor compactación de las mismas, factores determinantes en la calidad del producto.

Las temperaturas cercanas a 0°C, detienen el crecimiento de la planta durante el desarrollo vegetativo requieren una humedad relativa de 80% con una mínima de 70%.

2.7.3. Siembra

Se produce por semillas, ya sea en el semillero o directamente en el campo, si su germinación se hizo en el primero, puede trasplantarse al mes de la siembra en hileras distantes 40 cm entre si y 40 entre plantas distancia y edad a la que se realiza al raleo si la siembra fue directa. La plantación requiere cuidados como control de insectos deshierbe y riego para asegurar una humedad permanente pero moderada del suelo (Terranova, 1995).

Vigliola (1998), señala que la siembra de brócoli se inicia en almácigos para su posterior trasplante al lugar definitivo y la época de siembra es similar a la de coliflor, pero existe una mayor elasticidad.

La siembra se realiza en pequeños surcos de 2 cm de profundidad y la cantidad de semilla empleada es variable según las variedades se pueden utilizar entre 1,5 y 3 g/m.

2.7.4. Riego

Callisaya (2000), menciona que los riegos que se van a efectuar depende del tipo de suelo, (en suelos ligeros deben aplicarse menos riego en los suelos pesados) en las épocas frías y nubladas el número de riegos menor que en épocas calurosas y despejadas.

Valadez (1993), manifiesta cuando más favorable sean las condiciones de crecimiento tales como temperatura luz abonado etc. mayor será el efecto del riego. Es importante mencionar que su etapa crítica es cuando esta pequeña aproximadamente 30 a 45 días.

2.7.5. Aporque

Esta actividad se realiza después de haber hecho la escarda y cuando sea fertilizado y consiste en tan solo “arrimar” tierra a las plantas con el objeto de tapar el fertilizante y ofrece un mayor apoyo a las plantas, el primer aporque se realizó a los 40 días habiendo efectuado siembra directa (Valadez, 1993).

2.7.6. Variedades

Gutiérrez (2005), menciona en el mercado nacional se prefieren variedades de cogollos morados en cambio otras industrias prefieren variedades de color verde oscuro con cogollos de unos cinco centímetros de diámetros la inflorescencia debe presentarse sin la presencia de las flores abiertas que desmerezcan el producto para la exportación se prefieren variedades verdes o azuladas. Entre las variedades adaptadas se encuentran.

2.7.6.1. Pirata

Variedad híbrida precoz porte bajos con hojas partidas y con abundantes ramificaciones de inflorescencia (Seminis, 2012).

2.7.6.2. Di Cicco

Plantas con una buena producción de brotes laterales (Gutiérrez, 2005).

2.7.6.3. Centenario

Variedad híbrida de amplia adaptación crece vigorosamente aun en condiciones de baja temperatura. Madura entre las 90 a 100 días después del trasplante de cabeza muy compacta redonda de gramo muy fino, con un peso de 2.5 kg y de color verde azulado buen vigor de plantas con rebrotes (Gutiérrez, 2005).

2.7.6.4. Monteriscos

Variedad híbrida temprana de porte vigoroso con un tallo robusto bastante alto follaje de color verde grisáceo la inflorescencia también de color verde grisáceo de alta productividad se utiliza para el mercado en frescos (Gutiérrez, 2005).

2.7.6.5. Waltham

Productores de gran cantidad de brotes laterales durante un largo periodo (Gutiérrez, 2005).

2.8. Fertilización orgánica

Silguy (1994), afirma sobre la importancia del abonamiento orgánica que tiende a incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo y su capacidad de retención de agua a mejorar su estabilidad estructural, a facilitar el trabajo de suelo y su capacidad de retención de agua a mejorar su estabilidad estructural, a facilitar el trabajo del suelo, a estimular su actividad biológica y a suministrarle mayor parte de elementos nutritivos necesarios para los vegetales.

No se recomienda el cultivo de brócoli en terrenos con alto contenido de Fe, Al y pH muy bajo (menor a 5.5) que se identifican normalmente como suelos "rojos", ya que estos elementos bloquean la disponibilidad de Calcio ocasionando disturbios fisiológicos en la planta como el tallo hueco y el poco crecimiento de la planta. (Silguy, 1994)

2.9. Cosecha

La cosecha se efectúa manualmente con cuchillo o machete cortándolas las cabezas e inflorescencia de acuerdo a las exigencias del mercado final.

Unos 52 días después del trasplante están listas las inflorescencias para ser cosechadas, esto debe hacerse antes que la cabeza principal abra las flores; después de esa cosecha aparecen los brotes laterales. Que también son de buena calidad alimenticia (Terranova, 1995).

La mayoría de los cultivares requieren varias cosechas o pasadas cada 3 o 4 días para cosechar toda la inflorescencia. El brócoli es un producto muy voluminoso y de fácil maltrato, por lo que se debe tener cuidado al colocar en recipiente y su conducción a lugares protegidos debe ser rápida para evitar calentamiento y deshidratación del producto (Krarup y Álvarez, 1997).

2.10. Rendimiento

El rendimiento por hectárea puede oscilar entre 15 y 25 tn/ha y está en función del lugar de cultivo la variedad y el manejo agronómico del cultivo (Galeón, 2012).

2.11. Plagas y enfermedades

2.11.1. Plagas

Según Ospina (1995), describe que este cultivo es susceptible a las siguientes plagas.

- **Babosas** (*Deroceras* sp, *Limas* sp. y *Milax* sp) estos moluscos se alimentan de las hojas, perforan y ensucian el follaje, se controlan con cebos envenenados de metaldehídos o con espolvoraciones del mismo producto.
- **Desfoliadores gusano anillado** (*Loptophobia aripa*). las larvas recién eclosionadas se alimentan del follaje dejándolo translucido, cuando están bien desarrollados dejan perforaciones.
- **Polilla de las coles** (*Plutella* sp. y *lostella* L.). el daño se caracteriza por perforaciones irregulares en el follaje, se controla biológicamente con la ayuda del *Apantelas* sp.
- **Gusano Santamaría** (*Maenas* sp.). la larva puede llegar a esqueletizar el follaje, su presencia es ocasional.

2.11.2 Enfermedades

- **Pie negro** (*Poma Lingam Tode*). se observa una lesión de forma ovalada de color café claro, deprimido en la base del tallo, y sobre las hojas aparecen manchas de color café circulares, las plantas se marchitan y se vuelcan (Messiaen, 1967).
- **Podredumbre negra o bacterial** (*Xanthomonas campestris pam*) se observa manchas clorofilaza en los bordes de las hojas y nervaduras ennegrecidas. Se

recomienda desinfectar semilleros con agua caliente a 50°C por 30 minutos (Anaya, 1999).

- **Mildiú velloso** (*Peronospora parasítica peerson*) en las hojas se observan vellos blanquecinos y se produce un amarillamiento en la parte superior de las hojas y posteriormente en la corola de las hojas, se controla con productos de cobre (Herbas, 1981)

Messiaen (2001), describe a la roya (*Albugo candida pers. Kunze*), como una enfermedad que produce deformaciones en distintos órganos de la planta en las hojas se forman una pústula de color blanco.

3. LOCALIZACIÓN

3.1. Ubicación geográfica



Fuente: (P.D.M. de Luribay Earth, 2006)

Figura 2. Ubicación espacial de la zona de estudio

El presente estudio se realizó en el departamento de La Paz Provincia Loayza en el Municipio de Luribay que se encuentra ubicado a 17° 04´ de latitud sur y 67° 40´ de longitud oeste del meridiano de Greenwich y a una altura entre los 2.400 a 4.200 msnm. Políticamente se constituye en la capital de la provincia Loayza de la primera sección del departamento de La Paz. (P.D.M. de Luribay Earth, 2006)

3.2. Clima

3.2.1. Temperatura

Según el cuadro 2, y figura 3, las temperaturas en los meses de agosto a diciembre, el promedio fue de máxima 25.8°C, una media de 19.8 y una mínima de 12.8°C. (SENAMHI, 2015).

Cuadro 2. Promedio de temperaturas

Temperatura (°C)	MESES					Promedio (°C)
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Máxima	26,3	21,6	26,5	26,6	27, 9	25,8
Media	17,6	18,9	21,2	20,9	20,2	19,8
Mínima	8,9	11,6	15,9	15,3	12,5	12,8

Fuente: SENAMHI, 2015

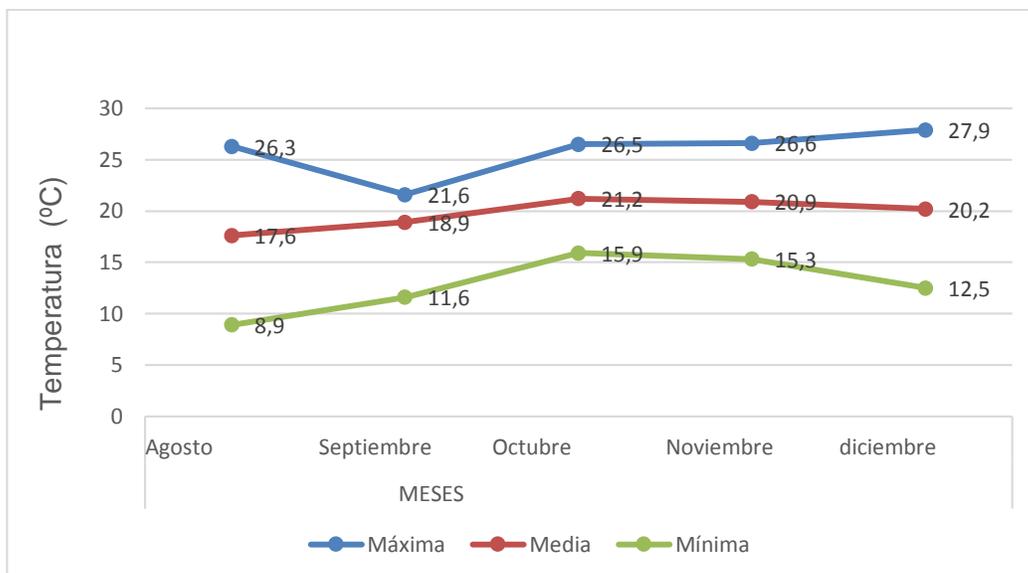


Figura 3. Fluctuaciones de temperatura en los meses de agosto a diciembre (2015)

Las temperaturas según el cuadro 2, en los meses de agosto a diciembre con un promedio máxima de 25.8°C una media de 19.8°C y una mínima de 12.8°C. Al respecto Casseres (1980), menciona que la temperatura óptima del suelo para la germinación de la semilla es de 26 a 30°C.

Las temperaturas ambientales en la producción de brócoli bajo ambientes atemperados en su fase de desarrollo no sobrepasan el promedio mencionado por Valades (1993) en cuanto las temperaturas máximas que puede soportar este cultivo de 28.3°C.

Mendoza (1996) indica que el registro de temperatura mínima durante la época de la germinación (noviembre), fue de 10,6°C, observo un comportamiento homogéneo a la emergencia de la planta, de esta manera una vez más se evidencia la ventaja del manejo de este cultivo dentro del ambiente atemperado además de atribuirse la misma característica genética del cultivo, dado que reúne los requerimientos ambientales de este cultivo.

3.2.2. Precipitación

Según el cuadro 3 y figura 4, las precipitaciones en los meses de agosto a diciembre, el promedio fue de máxima 17.5mm, una media de 6.7 mm y una mínima de 15.6mm. (SENAMHI, 2015)

Cuadro 3. Promedios de precipitación

Precipitación (mm)	MESES					Promedio (mm)
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Máxima	17,0	11,6	24,2	24,4	8,5	17,5
Media	8,5	2,3	6,0	12,0	4,5	6.7
Mínima	14,5	7,5	9,0	21,1	25,7	15,6

Fuente: SENAMHI 2015

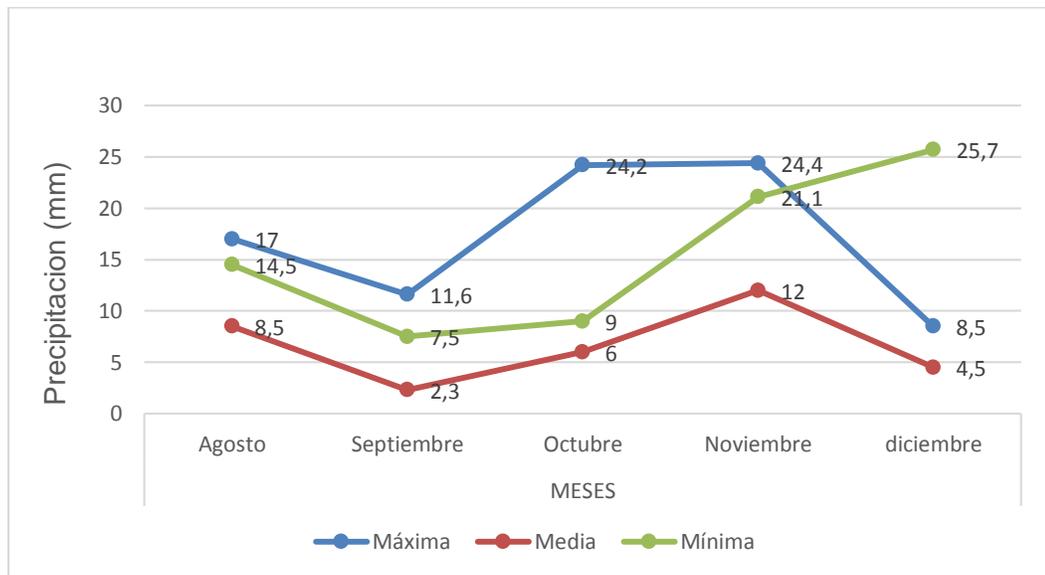


Figura 4. Precipitación en los meses de agosto a diciembre (2015)

3.3. Suelo

Los suelos son poco profundos son de textura variada, pardo grisáceo oscuro, pardo oscuro, pardo rojizo y pardo amarillento; franco arenoso, franco los procesos de erosión fluvial. También se observa erosión en forma de deslizamiento y torrentes de barro. (P.D.M. de Luribay Earth, 2006)

3.4. Relieve

Luribay según a la pertenencia como provincia Geomorfológica de la cordillera Oriental se encuentra dentro de las unidades de origen estructural y origen aluvial. (P.D.M. de Luribay Earth, 2006)

a) Origen estructural

Se tiene un paisaje de serranías con cimas irregulares. Disección media con valles profundos y angostos. Divisoria de aguas discernible, pendientes variables, formada por sedimentos paleozoicos contruidos por lutitas y areniscas que afloran en la parte inferior. En discordancia, se observan rocas cretácicas y terciarias constituidas por areniscas estratificadas, completan la unidad de sedimentos cuaternarios. (P.D.M. de Luribay Earth, 2006)

b) Origen aluvial

En la unidad de origen aluvial se tiene terrazas aluviales y playas. La unidad está formada por sedimentos cuaternarios aluviales mitológicamente heterogéneos y estereométricos. Este paisaje está representado por terrazas que pueden ser mapeados según la escala utilizada. Esta unidad está representada exclusivamente por las terrazas de los ríos de Luribay y que forman parte del complejo de tierras cultivadas. Este paisaje está caracterizado por procesos de remoción en masa de grandes

magnitudes de tierras, las cuales están colmando el lecho de los ríos. (P.D.M. de Luribay Earth, 2006)

3.5. Flora

El Municipio Luribay corresponde a la unidad Vegetación herbácea gramíneas baja con sinusa arbustiva. Las características de ésta unidad son amplios tufos de gramínea diversas y arbustos o semiarbustos que crecen aislados formando pequeños grupos específicos. (P.D.M. de Luribay Earth, 2006)

A su vez ésta unidad se divide en la siguiente sub-unidad:

Formación herbácea gramíneas baja con sinusia arbustiva sub alpina semidesértica. Se desarrollan en laderas inclinadas de la alta cordillera, en los niveles superiores de Luribay donde predominan las gramíneas tufosas de los géneros *Stipa*, *Calamagrostis* y algunas *Poa* que forman matas globosas aisladas al abrigo de las cuales crecen diversas especies herbáceas comunes con las formaciones de Alta Montaña. Las dicotiledóneas leñosas aparecen de tanto en tanto entre las matas de gramíneas o bien formando pequeñas colonias que adquieren mayor importancia en los lugares rocosos siendo los más comunes: *Baccharis*, *Senecio*, *Werneria*, *Adesmia*, *Azarella* y otros; al abrigo de las rocas crecen diversas especies herbáceas como *Perezias*, *Cajophora*, *Nothotriche*, *Geranium*, *Calceolaria*, *Valeriana*, algunos helechos de los géneros *Cheilanthes*, *Pellaea*, *Woodsia* y otras. (P.D.M. de Luribay Earth, 2006).

En los valles secos interandinos, la vegetación está compuesta por especies de monte espinoso y bosque espinoso. Entre algunas especies tenemos: *Acacia* spp (*Mimosaceae*), *Prosopis* spp (*Mimosaceae*), *Dodonaea viscosa* (*Sapindaceae*), *Aloysesp* (*Verbenaceae*), *Carica* sp (*Caricaceae*), *Ephedra americana* (*Gnetaceae*), *Molle* (*Schinus molle*). (P.D.M. de Luribay Earth, 2006).

3.6. Fauna

La fauna silvestre constituye un potencial aún no valorado por los pobladores de la Primera Sección. La extinción de algunas especies provocaría desequilibrios en el ecosistema, por constituirse éstos en biorreguladores naturales. (P.D.M. de Luribay Earth, 2006)

a) Principales especies

Se cuenta con una variada población de fauna en el Municipio; tanto en la zona altiplánica como en la zona del valle habitan especies que son benéficas para los pobladores y otras que son consideradas como perjudiciales por el daño que provocan en los cultivos y ganado. (P.D.M. de Luribay Earth, 2006)

Existen especies domesticadas originarias de nuestra región tales como: (Lama glama) Llama, (Lama pacos) Alpaca en la zona altiplánica, así como especies introducidas: Vacunos, ovinos, suinos y equinos (burros) que se adaptaron a las condiciones de ésta región. (P.D.M. de Luribay Earth, 2006).

4. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. Material experimental

4.1.1. Material vegetal

En el presente estudio se utilizó como material vegetal las semillas de Brócoli de las tres variedades.

- Variedad Pirata
- Variedad Chou Cavolo
- Variedad Di Cicco

4.1.2. Material de campo

- Picota
- Pala
- Rastrillo
- Carretilla
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Registro de planilla

4.1.3. Material de gabinete

- Equipo de computación
- Impresora
- Regla
- Papel bond
- Bolígrafo
- Cuaderno

4.1.4. Materia orgánica

- ❖ Abono de bovino.

4.2. Método

Durante la ejecución de la investigación se realizaron las siguientes actividades.

4.2.1. Almacigado

La preparación del almácigo, se procedió desinfectando del sustrato con agua hervida y se dividió en tres partes iguales para cada variedad.

La siembra en el almácigo fue al voleo cubriendo con el mismo sustrato, el riego se realizó día por medio a objeto de dotar al almácigo buenas condiciones ambientales.

4.2.2. Preparación del suelo

En la preparación del suelo se realizó la remoción del suelo; una vez el desterronado se mezcla con el estiércol de bovino y finalmente la nivelación del suelo.

4.2.3. Trasplante

El trasplante se realizó en surcos cuando las plantas tenían 4 hojas verdaderas, la distancia de plantación fue de 0,45 m entre planta, entre hileras 0,75 m. Luego el trasplante se procedió al riego de las unidades.

4.2.4. Labores culturales

Las labores culturales se realizaron con el fin de obtener una buena inflorescencia.

4.2.4.1. Riego

Después del trasplante se realizó el riego cada tres días en horas de la tarde durante la fase de prendimiento, luego de esta fase la frecuencia de riego fue cada 5 días y el método de riego utilizado fue por inundación.

4.2.4.2. Desmalezado

El desmalezado se realizó de forma permanente (cada semana) para evitar competencia en nutrientes, luz solar, riego y otros factores.

4.2.4.3. Aporque

Se realizó el aporque después de 15 días del trasplante con la finalidad de mejorar el crecimiento de la planta.

4.2.5 Cosecha

Se determinó el momento de la cosecha cuando las plantas formaron una inflorescencia compacta y desarrollada con una coloración verde azulado aún con las yemas florales sin abrir.

La cosecha se realizó en corte de sesgo a 20 cm de altura del tallo en forma manual cuya inflorescencia habían alcanzado su máximo tamaño (14-16 cm de diámetro), la frecuencia de cosecha se hizo una vez por semana durante un mes, la segunda etapa (una vez cada dos semanas), en comparación de la pella principal.

4.2.6. Análisis experimental

Para la interpretación y análisis de las diferentes variables de respuestas en la presente investigación, se empleó el diseño de Bloques Completamente al Azar con tres tratamientos y tres repeticiones, bajo el siguiente modelo estadístico, (Calzada, 1983).

Modelo Lineal Aditivo

$$Y_{ij} = u + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera

u = Media de la población

T_i = Efecto de i-ésimo tratamiento (Variedades)

β_j = Efecto de j-ésimo bloque

ε_{ij} = Error experimental

Tratamientos (Variedades)

V_1 = Variedad Pirata

V_2 = Variedad Chou Cavolo

V_3 = Variedad Di Cicco

4.2.7. Croquis

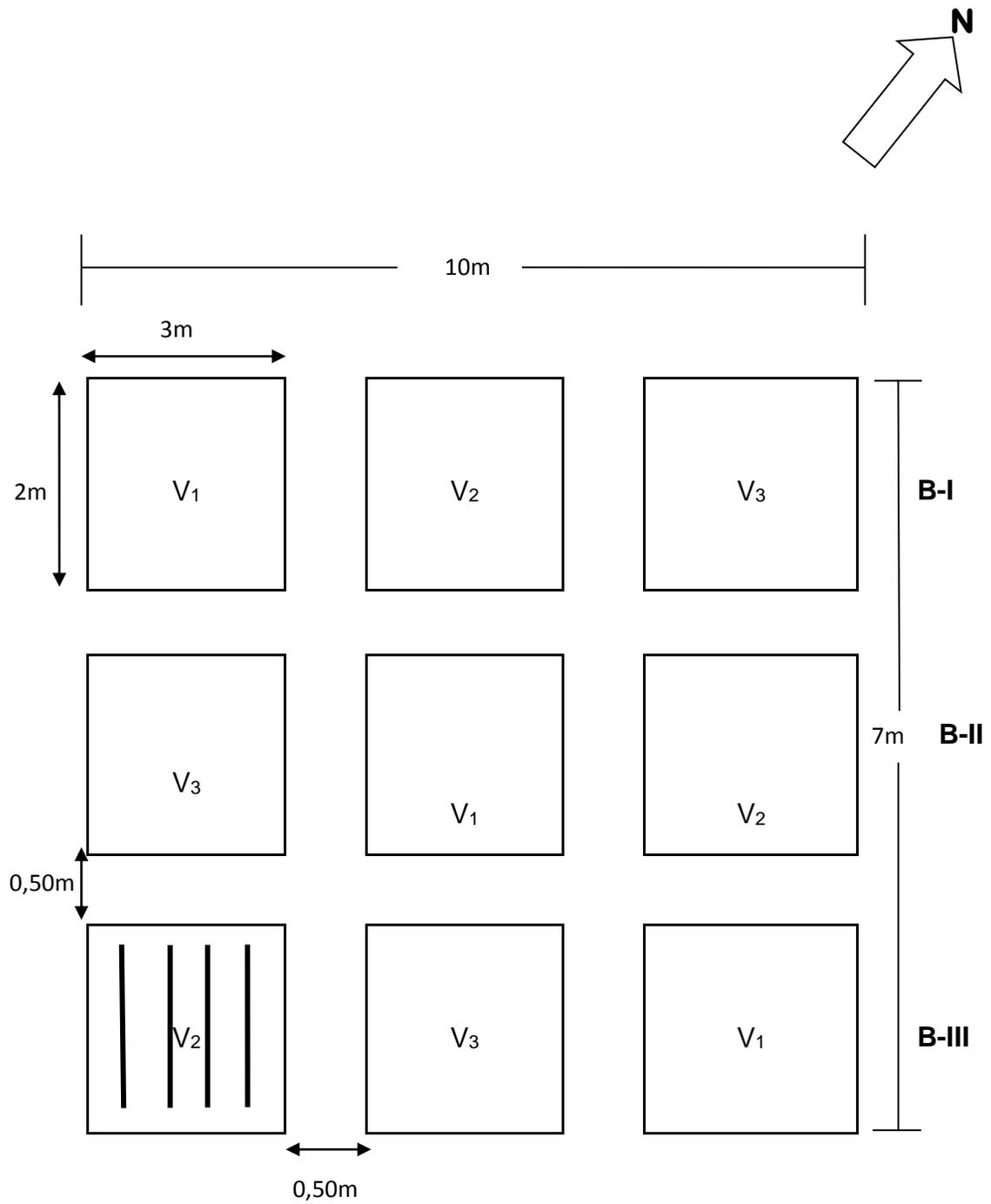


Figura 5. Croquis del experimento.

Referencia:

Número de tratamiento:	3
Número de bloques:	3
Número de repetición:	3
Área total del experimento:	70 m ²
Área neta del experimento:	54 m ²
Área del bloque:	20 m ²
Número de unidades experimentales:	9
Área de unidad experimental:	6 m ²
Distancia entre plantas:	0,45 m
Distancia entre surcos:	0,75 m
Separación entre bloques:	0,50 m

4.2.8. Variables y resultados**a) Porcentaje de germinación**

El porcentaje de germinación se realizó en cajas Petri en condiciones adecuada.

b) Días a la emergencia

Se tomaron datos cada 7 días para determinar la emergencia de las tres variedades de Brócoli.

c) Días a la formación de dos hojas verdaderas

Se realizó el conteo del número de días que transcurrieron desde la emergencia a la presencia de dos hojas verdaderas.

d) Longitud de la hoja (cm)

Se midió la longitud de hojas en 5 plantas muestreadas. A partir de la base del peciolo de la hoja hasta el borde apical de la misma.

e) Ancho de la hoja (cm)

El ancho de la hoja se midió con una regla en las 5 plantas muestreadas tomando las medidas del lado horizontal ósea el lado más ancho de la hoja a partir de un extremo al otro cada 7 días.

f) Número de hojas

Se realizó el conteo del número de hojas cada 7 días se tomó en cuenta aquellas hojas que ya estaban desarrolladas en las 5 plantas muestreadas.

g) Días a la formación de la pella

Se contó los días desde la emergencia a la formación de pella en las 5 plantas muestreadas para cada variedad de brócoli.

h) Diámetro de la pella (cm)

Con la ayuda de vernier se midió el diámetro de la pella la cual fue medida en el momento de la cosecha en 5 plantas muestreadas.

i) Números de pellas/parcelas

Se contó los números de pellas por cada parcela de las tres variedades de Brócoli.

j) Peso de pella (g)

Se determinó el peso de las pellas de las 5 plantas muestreadas después de haber sido cosechada.

k) Relación Beneficio Costo

Los costos de producción son considerados de mucha importancia debido a que nos proporcionan información económica, procurando siempre hacerlo desde la perspectiva del agricultor para poder informar los beneficios que se tiene con la producción de brócoli en términos de rentabilidad.

En el caso presente se considera el rendimiento de costos de producción beneficio bruto, costos variables y beneficios.

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

Dónde

B/C= Relación beneficio costo

I/B= Ingreso bruto

C/P= Costos de producción

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo de acuerdo a los objetivos planteados se obtuvieron los siguientes resultados.

5.1. Porcentaje de germinación

Según el cuadro 4 y figura 6, nos muestra que existe diferencia significativa en el porcentaje de germinación que se realizó las pruebas en caja Petri, el resultado que obtuvo fue que a los 6 días donde la variedad Pirata fue mayor logrando germinar en un porcentaje de 92%, seguido de la variedad Chou Cavolo con 93% y último fue la variedad Di Cicco a los 8 días con 66%. La diferencia en el porcentaje de germinación con el presente trabajo realizado posiblemente se deba a las condiciones parte genética de la semilla.

Cuadro 4. Porcentaje de germinación

Variedad	Numero de día a la emergencia	Porcentaje de germinación (%)
Pirata	6	92
Chou Cavolo	6	93
Di Cicco	8	66

Comparando con lo que indica Callisaya (2000), quien obtuvo un 80% de germinación a los 5 días después de la siembra a una temperatura de 30 a 35°C, con relación al almácigo a su vez Maroto (1995), indica que el medio debe ofrecer buenas condiciones de producción, una buena fertilidad, humedad y estructura del suelo para obtener plántulas de tamaños aceptables.

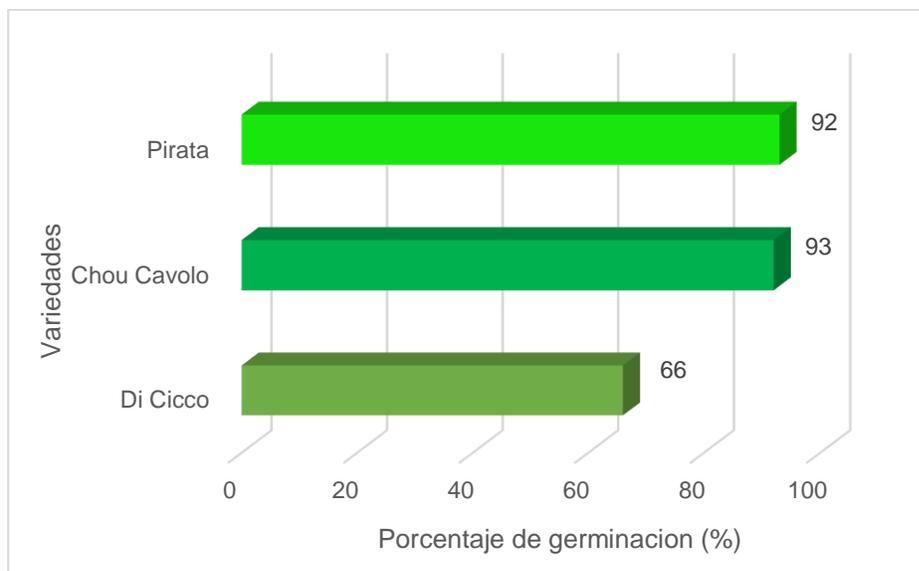


Figura 6. Porcentaje de germinación

5.2. Días a la emergencia

En el cuadro 5 y figura 7, nos muestra que no existe diferencia se registró el número de días desde la siembra a la emergencia donde la variedad Pirata emergió a los 5 días, seguida de la variedad Chou Cavolo a los 6 días y por último la variedad Di Cicco emergió a los 6 días se comportaron de forma similares en el almacigo ya que se les dio las mismas condiciones humedad fertilidad del suelo.

Cuadro 5. Días a la emergencia

Variedades	Días a la emergencia
Pirata	5
Chou Cavolo	6
Di Cicco	6

Comparando según Maroto (1995), indica que el medio debe ofrecer buenas condiciones de producción, fertilidad, humedad y estructura del suelo para obtener plántulas de tamaño aceptable.

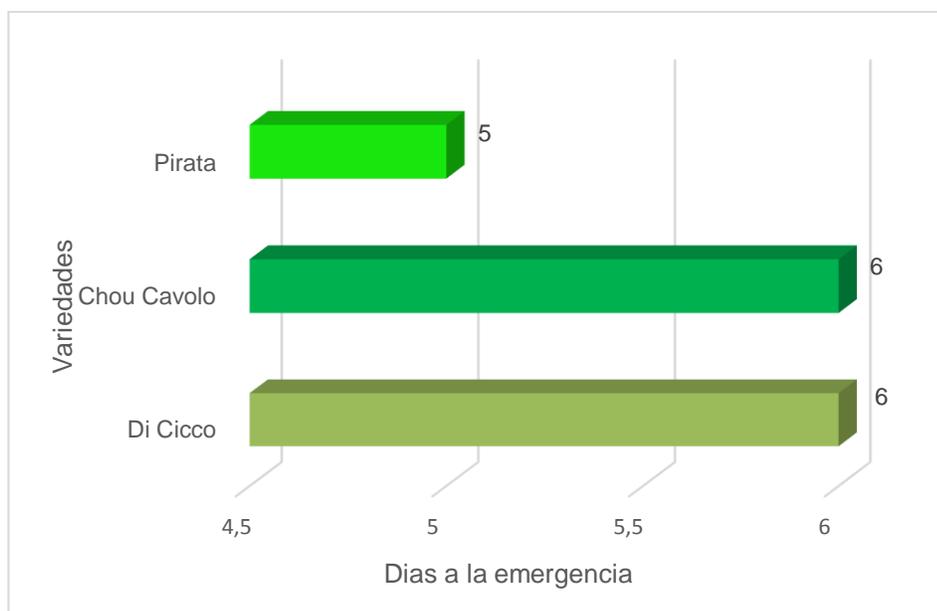


Figura 7. Días a la emergencia

5.3. Días a la formación de dos hojas verdaderas

Según el cuadro 6 y figura 8, se realizó el conteo de número de días desde la emergencia a la formación de dos hojas verdaderas los resultados son de la variedad Pirata emergieron con dos hojas verdaderas a los 15 días y de la variedad Chou Cavolo a los 17 días y por último la variedad Di Cicco a los 22 días. Estas diferencias se pueden deber a la parte genética, humedad y temperatura de cada una de las variedades.

Cuadro 6. Formación de dos hojas verdaderas

Variedades	Días a la formación de dos hojas verdaderas
Pirata	15
Chou Cavolo	17
Di Cicco	22

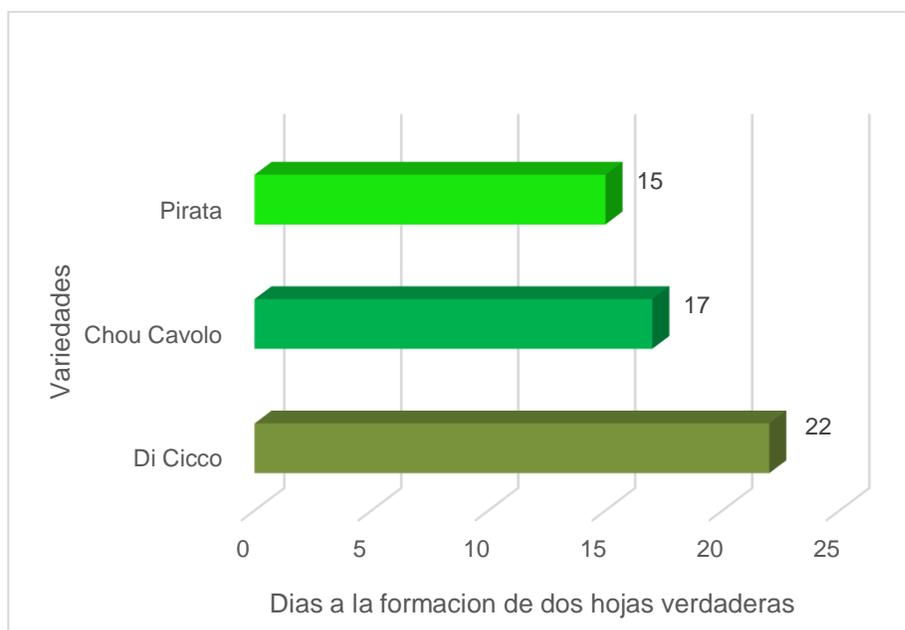


Figura 8. Días a la formación de dos hojas verdaderas

5.4. Longitud de la hoja

Según el cuadro 7, presenta el análisis de varianza de longitud de hoja que entre variedades y bloques no existe diferencia significativa. Con un coeficiente de variación de 18,46 % lo que nos indica que los datos son confiables, Calzada (1989).

Cuadro 7. Análisis de varianza de la longitud de hojas de la planta de brócoli

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal	F tab (0,05 0,01)
Variedad	2	2,0000	1,0000	0,1429 NS	3,76 8,56
Bloques	2	2,0000	1,0000	0,1429 NS	3,76 8,56
Error	4	24,0000	7,0000		
Total	8	32,0000			

Fcal = F calculado Ft= f. tabulado. NS= No Significativo. * = Significativo, ** = Altamente significativo

C.V. = 18,46%.

Según el cuadro 8 figura 9, se aprecia que no existe diferencia significativa estadística, pero si existe diferencia numérica, entre variedades donde la V₁ (Pirata) fue mayor con 14,7cm, la V₂ (Chou Cavolo) con 14,7cm y por último la V₃ (Di Cicco) con 13,7cm que fue menor. Al no existir diferencia entre las variedades se puede atribuir a la parte genética, humedad y temperatura de cada variedad aparentemente similares.

Según Torrez (1999), en estudios similares encontró valores de 15,3cm de longitud de hojas en la variedad Pirata. Donde se asemeja a los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación.

Cuadro 8. Prueba Duncan promedio de longitud de hojas (Cm)

Variedades	Promedios (Cm)
Pirata	14,7
Chou Cavolo	14,7
Di Cicco	13,7

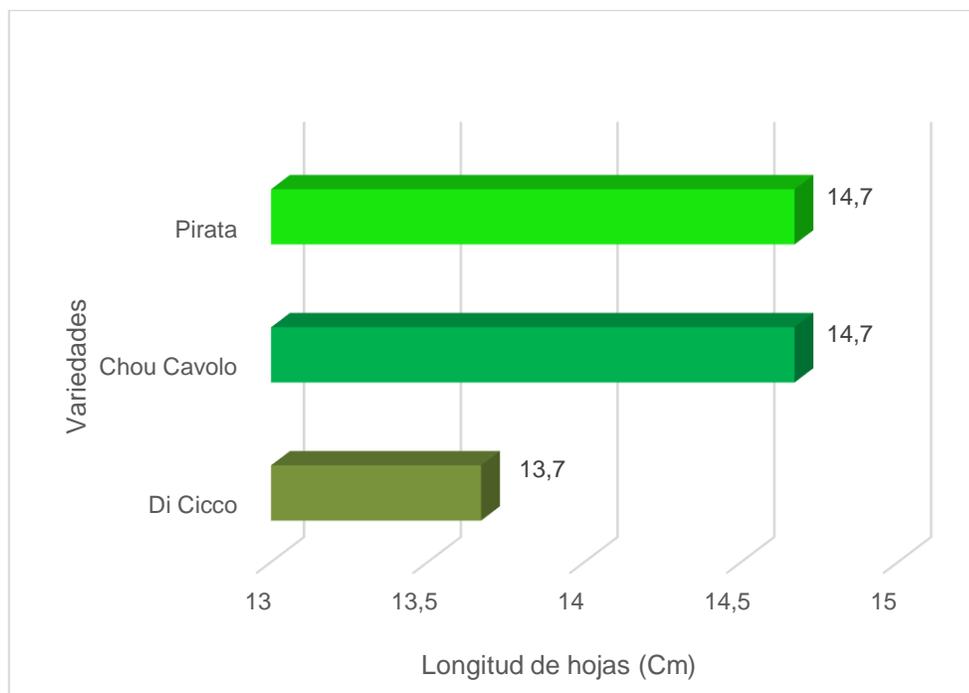


Figura 9. Longitud de hojas (Cm)

5.5. Ancho de la hoja

Se observa en el cuadro 9, el análisis de varianza del ancho de hoja de la planta de brócoli, nos describe que en las variedades y bloques no existe diferencia significativa. Con un coeficiente de variación de 14,72% lo que nos indica que los datos son confiables, Calzada (1989).

Cuadro 9. Análisis de varianza de ancho de hoja de la planta de brócoli

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	F tab (0,05 0,01)
Variedad	2	0,666687	0,333344	0,153 NS	0,862 8,56
Bloques	2	4,666687	2,333344	1,076 NS	0,424 8,56
Error	4	8,666626	2,166656		
Total	8	14,666666			

Fcal = F calculado Ft = F. tabulado. NS= No Significativo. *= Significativo. ** = Altamente significativo

C.V. = 14,72%

En el cuadro 10 y figura 10, se puede apreciar que no existe diferencia significativa, Si existe diferencia numéricamente se puede observar. Donde Las variedades V₁ (pirata) 10,3cm la V₂ (Chou Cavolo) con 10,0cm y por último la V₃ (Di Cicco) con 9,7cm respectivamente. Al no existir diferencia entre los tratamientos se puede atribuir a la parte genética, humedad y temperatura de cada variedad.

Cuadro 10. Prueba Duncan promedio de ancho de la hoja (cm)

Variedad	Promedio (cm)
Pirata	10,3
Chou Cavolo	10,0
Di Cicco	9,7

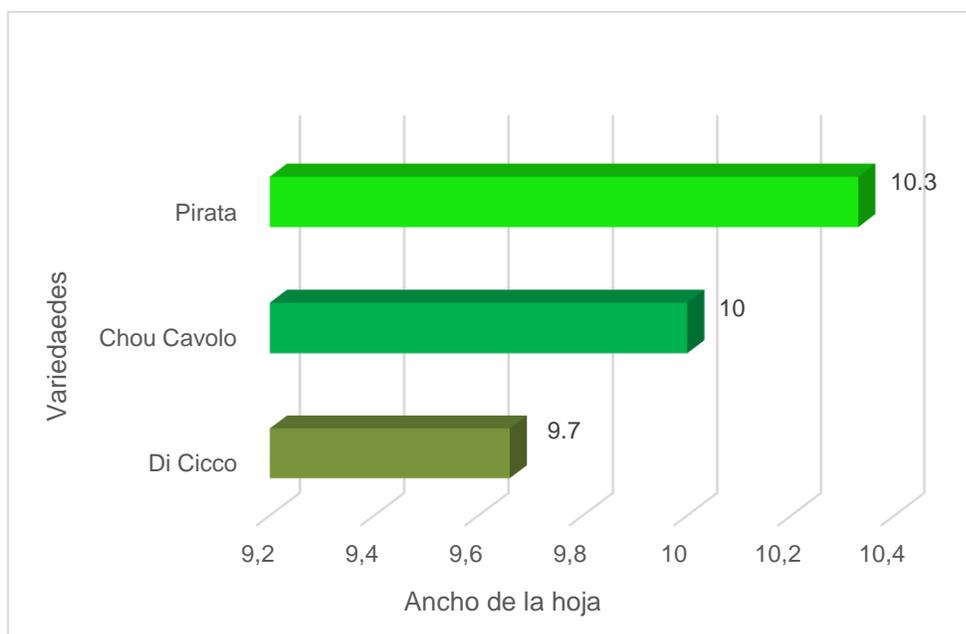


Figura 10. Ancho de la hoja

5.6. Número de hojas

Como se puede observar en el cuadro 11, el análisis de varianza del número de hojas de planta de brócoli, nos describe que entre variedades y bloques de estudio no presentan diferencia significativa entre sí, así mismo el coeficiente de variación de 19,02% nos indica que los datos obtenidos durante el trabajo de campo. (Calzada, 1989)

Cuadro 11. Análisis de varianza Número de hojas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	F tab(0,05 0,01)
Variedad	2	1,555542	0,777771	0,3182 NS	0,746 8,56
Bloques	2	0,222168	0,111084	0,0454 NS	0,957 8,56
Error	4	9,777832	2,444458		
Total	8	11,555542			

Fcal = F calculado Ft = F. tabulado. NS= No Significativo. * = Significativo. ** = Altamente significativo

C.V. = 19,02%

Según el cuadro 12 y figura 11, se puede apreciar que no existe diferencia significativa, pero si existe diferencia numérica como se puede observar Donde Las variedades V_1 (Pirata) 9 hojas y V_2 (Chou Cavolo) con 8 hojas y V_3 (Di Cicco) con 8 hojas respectivamente. Al no existir diferencia entre las variedades se puede atribuir a la parte genética, humedad y temperatura de las variedades.

Gutiérrez (2005) en su investigación observo que la variedad pirata en tres densidades de trasplante alcanzo a tener en promedio 13 hojas por planta al momento de la cosecha por lo que se puede colaborar que la cantidad de hojas por planta está determinada por las características genéticas de cada variedad y no ay así por la densidad de siembra.

Cuadro 12. Prueba Duncan promedio de número de hojas

Variedad	Promedio
Pirata	9
Chou Cavolo	8
Di Cicco	8

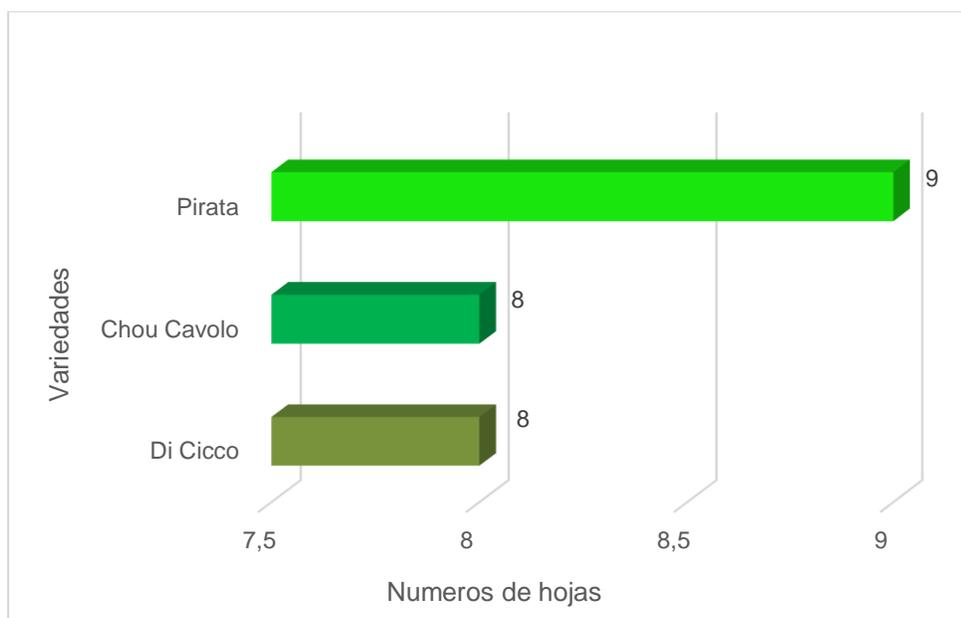


Figura 11. Número de hojas

5.7. Desarrollo de la pella

Se tomo encuesta desde el dia de la formacion de la pella.

5.7.1. Días a la formación de la pella

Según el cuadro 13 y figura 12, desde el trasplante a los 59 días salieron los botones del brócoli, a partir de ahí se formó la pella siendo más precoz la variedad Pirata que fue a los 11 días, seguido de la variedad Chou Cavolo a los 14 días y por último la variedad Di Cicco a los 15 días desde la aparición de los botones hasta la cosecha.

La planta se encuentra en el momento óptimo de la cosecha cuando los botones están cerrados, crecen de manera homogénea y tienen color verde o verde azulado brillante. La cabeza central debe estar apretada con las ramas compactas y unidas entre sí.

<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieríaagrícola/brócoli.htm22/10/2010>

**Cuadro 13. Prueba Duncan días a la formación de la pella
(Después que salieron los botones del brócoli)**

Variedad	Días
Pirata	11
Chou Cavolo	14
Di Cicco	15

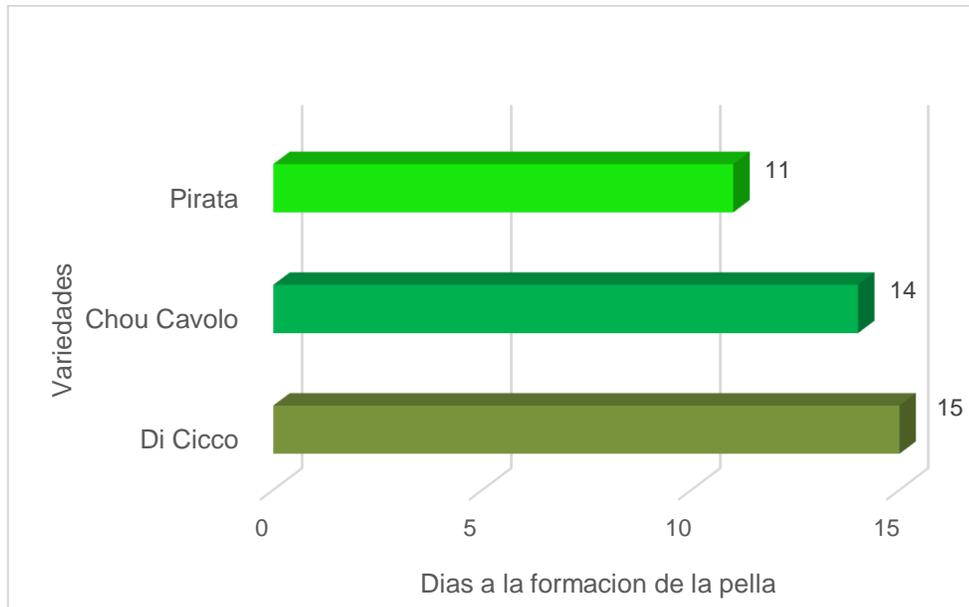


Figura 12. Días a la formación de la pella

5.8. Diámetro de la pella

Como se puede observar en el cuadro 14, el análisis de varianza del diámetro de la pella de brócoli, nos describe que entre los bloques y variedades de estudio no presentan diferencia significativa entre sí, así mismo el coeficiente de variación de 9,12% nos indica que los datos obtenidos, durante el trabajo de campo, fueron tomados de forma adecuada. (Calzada, 1989).

Cuadro 14. Análisis de varianza del diámetro de la pella

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	F tab(0,05 0,01)
Variedad	2	4.802002	2.401001	0.7533 NS	0.529 8,56
Bloques	2	0.547363	0.273682	0.0859 NS	0.919 8,56
Error	4	12.748535	3.187134		
Total	8	18.097900			

Fcal = F calculado Ft = F. tabulado. NS= No Significativo. * = Significativo. ** = Altamente significativo

C.V. = 9.12 %

En el cuadro 15 y figura 13 se aprecia que no existe diferencia significativa estadística, pero si existe diferencia numérica que se puede observar entre variedades donde el V₁ (Pirata) con 20,6cm y V₂ (Chou Cavolo) con 19,2cm y V₃ (Di Cicco) con 15,9cm. Al no existir diferencia entre las variedades se puede atribuir a la parte genética humedad y temperatura de las variedades aparentemente similares.

Al respecto Gutiérrez (2005), obtuvo en su trabajo de investigación, el diámetro de la inflorescencia con media general de 13.95 cm en la variedad Pirata dicho comportamiento atribuye al factor genético de la mencionada variedad, tal promedio rectifica que en el presente trabajo la variedad Pirata presento mejor carácter genético y de buena adaptabilidad a condiciones edafoclimaticos del municipio de Luribay.

Limachi (2011), en su investigación alcanzo una media de 12,11cm de diámetro en la variedad pirata, este resultado lo atribuye en las características genéticas de esta variedad, por que obtuvo 11,73cm de diámetro en la variedad Centenario. En el presente trabajo se observó similar comportamiento en la misma variedad mencionada (Pirata), alcanzo un promedio 20,6cm, Chou Cavolo 19,2cm por ultimo Di Cicco con 18,9cm debido a las características genéticas del cultivo las cuales se manifiesta a través del desarrollo del diámetro de la pella y la adaptabilidad.

Cuadro 15. Prueba Duncan promedio diámetro de pella

Variedad	Promedio (cm)
Pirata	20.6
Chou Cavolo	19.2
Di Cicco	15.9

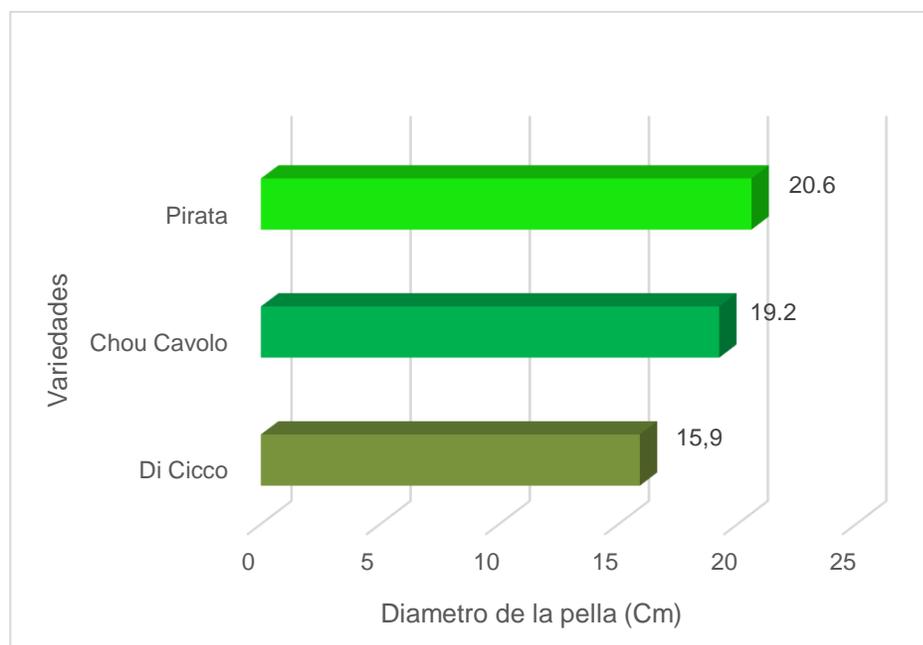


Figura 13. Díámetro de la pella en variedades de Brócoli

5.9. Números de pellas/parcelas

Como se puede observar en el cuadro 16, el análisis de varianza del número de pellas (Brócoli) por parcela, nos describe que entre las variedades y bloques de estudio no presentan diferencia significativa entre sí, así mismo el coeficiente de variación de 19,47% nos indica que los datos obtenidos durante el trabajo de campo abierto, fueron tomados de forma adecuada. (Calzada, 1989).

Cuadro 16. Análisis de varianza número de pellas por parcela

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	F tab(0,05 0,01)
Variedad	2	4.666748	2.333374	0.1591 NS	0.857 8,56
Bloques	2	34.666748	17.333374	1.1818 NS	0.396 8,56
Error	4	58.666504	14.666626		
Total	8	98.000000			

Fcal = F calculado Ft =F. tabulado. NS= No Significativo. *= Significativo. ** = Altamente significativo

C.V. = 19.47%

Según el cuadro 17 y figura 14, se aprecia que no existe diferencia significativa estadística, pero si existe diferencia numérica que se puede observar en las variedades de números de pella donde la V₁ (Pirata) con 21 y V₂ (Chou Cavolo) con 20 y V₃ (Di Cicco) con 18. Al no existir diferencia entre las variedades se puede atribuir a la parte genética, humedad y temperatura de las variedades aparentemente similares.

Cuadro 17. Prueba Duncan promedio de números de pellas por parcela

Variedad	Promedio
Pirata	21
Chou Cavolo	20
Di Cicco	18

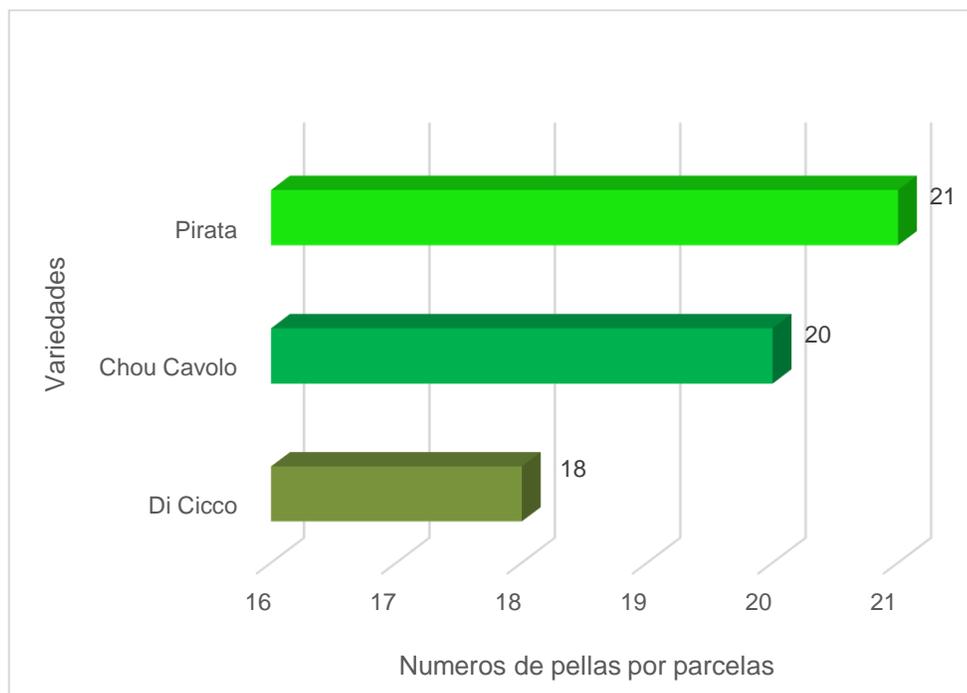


Figura 14. Números de pellas por parcela

5.10. Peso de pella

Como se puede observar en el cuadro 18, el análisis de varianza del peso de la pella de brócoli, nos describe que entre las variedades y bloques de estudio no presentan diferencia significativa entre sí, así mismo el coeficiente de variación de 25,64% nos indica que los datos obtenidos durante el trabajo de campo, fueron tomados de forma adecuada. (Calzada, 1989)

Cuadro 18. Análisis de varianza para el peso de la pella

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	F tab(0,05 0,01)
Variedad	2	0.003356	0.001678	0.2376 NS	0.799 8,56
Bloques	2	0.001756	0.000878	0.1243 NS	0.886 8,56
Error	4	0.028245	0.007061		
Total	8	0.033356			

Fcal = F calculado Ft = probabilidad. NS= No Significativo. * = Significativo. ** = Altamente significativo

C.V = 25.64%

Hollé y Montes (1982), mencionan que las características de las plantas, como el peso, calidad, rendimiento y otras variables se ven afectados por la distancia de plantación por lo que para cada cultivo existe un tamaño ideal de población a partir del cual se establecen las relaciones de competencia.

Vigliola (1992), indica que si se desea una producción de cabezas centrales solamente se justifica disminuir el espaciamiento, en general a la medida que disminuye la distancia, el peso de la inflorescencia se reduce, pero la inflorescencia no es la misma en todo los cultivares.

En el cuadro 20 y figura 15, se aprecia que no existe diferencia significativa estadística, pero si existe diferencia numérica que se puede observar en variedades donde el V₁ (Variedad Pirata) con 0,35grs y V₂ (Variedad Chou Cavolo) con 0,32grs y V₃ (Di Cicco)

con 0,30grs. Al no existir diferencia entre las variedades se puede atribuir a la parte genética humedad y temperatura de las variedades aparentemente similares.

Limachi (2011), en su trabajo identifico que la variedad pirata, con una media igual a 248,95 gr fue la variedad que mayor peso tuvo al momento de la cosecha, la variedad centenaria con promedio de 231,27 gr quedo en segundo lugar, atribuyendo dicho comportamiento a las características genéticas de ambas variedades. En el presente caso, la variedad la variedad pirata tuvo una media de 0,35 gr. Como segundo Chou Cavolo con 0,32 y por último el Di Cicco con 0,30 gramos, estadísticamente comparando con los resultados de Limachi (2011), se asevera que la variedad pirata es el mejor desarrollo tiene en ambiente atemperado, puesto que ambos casos dieron mejor resultado en ambiente atemperado, al igual que esto se observó en campo durante el ensay. Estadísticamente no existe diferencia significativa en peso de la pella.

Cuadro 19. Prueba Duncan promedio de peso de la pella (kg)

Variedad	Peso promedio de la pella (kg)
Pirata	0.35
Chou cavolo	0.32
Di Cicco	0.30

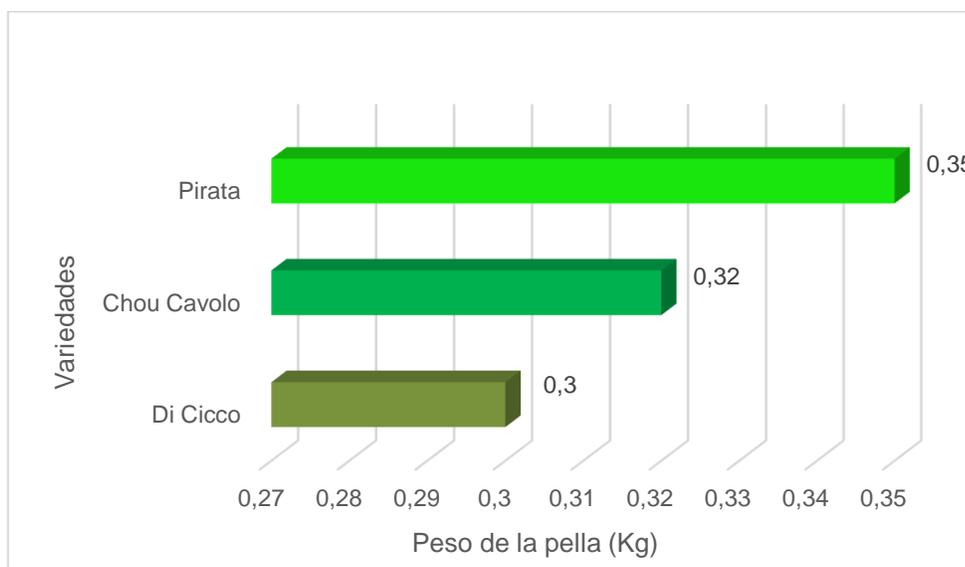


Figura 15. Peso de la pella

5.11. Rendimiento de la pella Kg/ha

Como se puede observar en el cuadro 20, el análisis de varianza del rendimiento, nos describe que entre los bloques y variedades de estudio no presentan diferencia significativa entre sí, así mismo el coeficiente de variación de 15,93% nos indica que los datos obtenidos durante el trabajo de campo, fueron tomados de forma adecuada.

Cuadro 20. Rendimiento de pella del brócoli

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	F tab (0,05 0,01)
Variedades	2	15281088	7640544	2.9909 NS	0.799 8,56
Bloques	2	17373574	3187134	2.2376 NS	0.886 8,56
Error	6	15327680	2554613		
Total	8	30608768			

Fcal = F calculado Ft = probabilidad. NS= No Significativo. * = Significativo. ** = Altamente significativo

C.V. = 15.93%

Según el cuadro 21, y figura 16 no presenta diferencia significativa, pero si existe diferencia numérica, donde la variedad v₁ (Pirata) fue superior con 11777.6 kg/ha, y la variedad v₂ (Chou Cavolo) con 9676.7 kg/ha y por último la que dio menor la variedad v₃ (Di Cicco) con 8646.3 kg/ha: estas diferencias se atribuyen a la genética, humedad y temperatura aparentemente similares.

Según Condori (2010) en un estudio realizado con efecto de la fertilización foliar en el cultivo de dos variedades de Brócoli, bajo diferentes concentraciones en el altiplano central entre las dos variedades de Brócoli, encontró resultados en el rendimiento, el mejor promedio la obtuvo la variedad Montecristo con 7168 kg frente a la variedad Dalmira que alcanzó 6562 kg con una diferencia de 606 kg. Estos datos están por debajo de los encontrados en Achocara Alta que fueron de 8646,3 y 11777,6 Kg.

Cuadro 21. Prueba Duncan rendimiento

Variedad	Promedio (kg/ha)
Pirata	11777.6
Chou Cavolo	9676.7
Di Cicco	8646.3

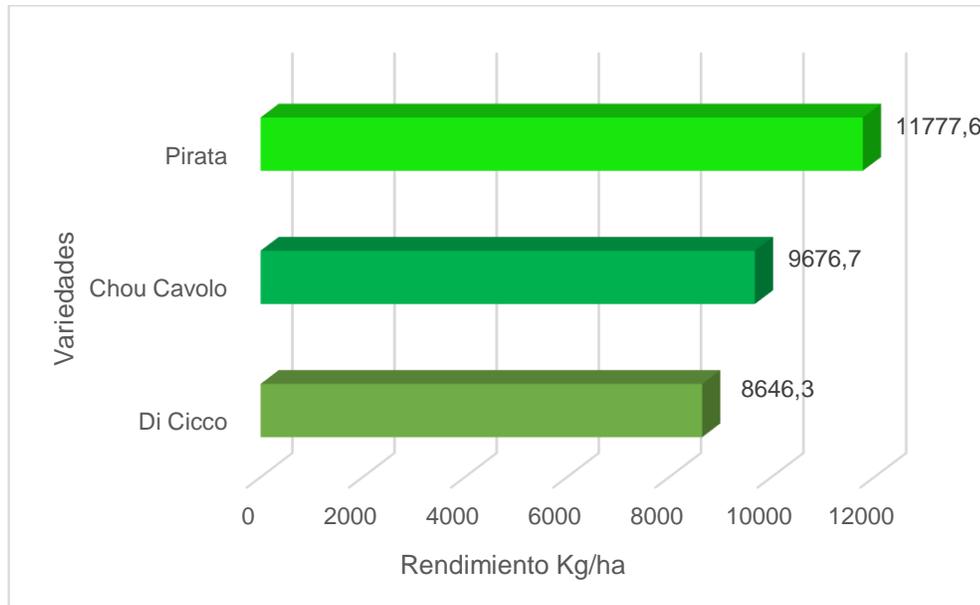


Figura 16. Rendimiento Kg/ha

Vigliola (1992), indica en general, que a medida que disminuye la distancia de plantación, los rendimientos de una sola cosecha aumentan, pero la influencia no es la misma en todo los cultivares.

5.12. Relación Beneficio Costo (B/C)

Según el cuadro 22, y figura 17, tomando en cuenta los costos de producción donde se determinó la relación beneficio costo (B/C), el valor más alto registrado es para la variedad Pirata (V_1) de 3.6, lo que nos indica por cada 1 boliviano invertido se gana 2.6 bs, la variedad Chou Cavolo (V_2) que dio 2.1 indicándonos que es rentable por cada 1 bs invertido se gana 1.1 bs. En tanto que el valor de la variedad Di Cicco (V_3) con un

valor de 1 lo que nos indica que no se gana ni pierde. Según Perrin, et al. (1978), que mencionan que un valor de la relación B/C mayor a 1 es aceptable.

Cuadro 22. Relación Beneficio Costo

Variedad	B/C
V ₁ Pirata	3,6
V ₂ Chou Cavolo	2,1
V ₃ Di Cicco	1,0

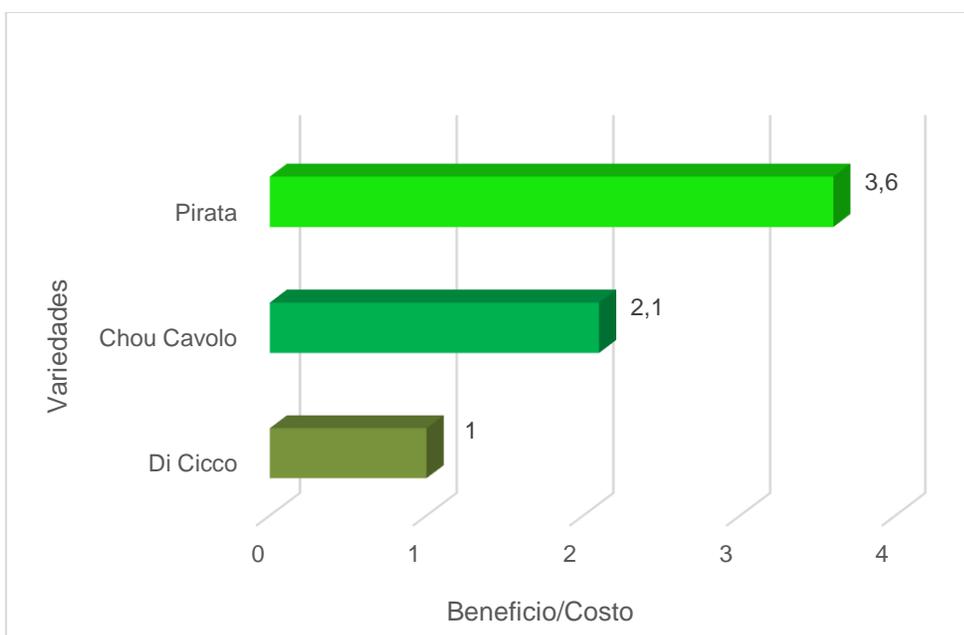


Figura 17. Beneficio/Costo en variedades del Brócoli

6. CONCLUSIONES

- ❖ De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo evidenciar que no existen diferencias en el comportamiento y rendimiento de las tres variedades de brócoli en la comunidad de Achocara Alta del Municipio de Luribay., lo cual se acepta la hipótesis nula.
- ❖ El cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea L.*), tuvo un comportamiento positivo en condiciones de campo abierto mostrando buenos resultados en prendimiento.
- ❖ Nos muestra diferencia en el porcentaje de germinación que se realizó las pruebas en caja Petri, el resultado que obtuvo fue que la variedad Pirata germinó primero con el 92%, seguido de la variedad Chou Cavolo con 93% y último fue la variedad Di Cicco con 66%.
- ❖ El trasplante se realizó a los 10 días y a los 59 días cuando salieron los botones del brócoli, a partir de ahí se formó la pella siendo más precoz la variedad Pirata que fue a los 11 días, seguido de la variedad Chou cavolo a los 14 días y por último la variedad Di Cicco a los 15 días desde la aparición de los botones hasta la cosecha.
- ❖ La planta se encuentra en el momento óptimo de la cosecha cuando los botones están cerrados, crecen de manera homogénea y tienen color verde o verde azul brillante. La cabeza central debe estar apretada con las ramas compactas y unidas.
- ❖ En el variable peso de la pella la v_1 (Pirata) fue el que obtuvo el mayor promedio de 0,35grs y V_2 (Chou Cavolo) con 0,32grs y V_3 (Di Cicco) con 0,30grs.

- ❖ Tomando en cuenta los costos de producción se determinó la relación beneficio costo (B/C), donde el valor más alto registrado es de la V_1 (Pirata) de 3.6, lo que nos indica por cada 1 boliviano invertido se gana 2.6 bs, la variedad V_2 (Chou Cavolo) que dio 2.1 indicándonos que es rentable por cada 1 bs invertido se gana 1.1. En tanto que el valor de la variedad V_3 (Di Cicco) con un valor de 1 lo que nos indica que no se gana ni pierde.

7. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda la producción de las tres variedades de brócoli utilizados en campo abierto siendo una alternativa para los agricultores en la provincia Loayza del municipio de Luribay.
- ❖ Se recomienda la producción de brócoli por su alto valor nutritivo y medicinal.
- ❖ Por su resultado alcanzado la variedad Pirata es una alternativa de producción en la zona, puesto que esta variedad tuvo buen desarrollo
- ❖ Se recomienda utilizar estiércol de ovino, que tuvo buenos rendimientos, por otro lado, se recomienda investigar otras fuentes orgánicas con el objeto de estudiar rendimiento de brócoli.
- ❖ Realizar estudios concernientes al tamaño de la cabeza comercial y la preferencia que tiene el consumidor por alguna variedad del brócoli, de esta manera cultivar variedades que son apetecidas.

8. BIBLIOGRAFÍA

AGRICOLA PERUANA E.I.F. (2009). Santa Anita Lima Perú.

BARAHONA, M. (1998). Manual Hortícola, Primera edición, Sangolqui, Ecuador, 24 p.

BOLEA J. (2002). Cultivo de coles, coliflores y brócolis. Editorial Síntesis. Primera edición. Barcelona – España.

CALZADA B. J. (1989). Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Jurídica. Cuarta edición. Lima, Perú. Pp 103 -133

CASSERES, E. (1980). Producción de hortalizas. Editorial IICA. 3ra edición. San José, CR. Pp 170 – 173

CALLISAYA, R. (2000). Evaluación de la roca fosfórica como fertilizante natural en el cultivo de brócoli en ambientes controlados. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. Pp 26.

CONDORI, Y. (2010). Efecto de la fertilización foliar en el cultivo de dos variedades de Brócoli, bajo diferentes concentraciones en el altiplano central. UMSA- La Paz – Bolivia.

GALEÓN, (2012). (En línea). Consultado 23 de septiembre de 2015. Disponible en <http://www.agriculturaurbana.galeon.com./productos1359686.html>

GUTIERREZ, C, Z, (2005). Cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) en diferentes distancias de trasplante en época de invierno bajo ambiente atemperado, UMSA, La Paz, BO, Pp 54-80

GOMEZ, L (2000). Uso de la solarización como tratamiento de desinfección de suelo para semillero de frutales y hortalizas en clima fríos y moderados. Centro de desarrollo tecnológico de frutales (C.D.T. F). Manizales 15 p.

HOLLE, M. Y MONTES, A. (1982). Enseñanza práctica de producción de hortalizas. Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica, p. 55.

KRARUP, C. (1992). Seminario sobre la producción de brócoli, quinto Ecuador PROEXANT-AGRIDEC/CHEMONICS 25 P.

LIMACHI CHOQUE. (2011). Evaluación de dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea*) bajo tres densidades de plantación, en sustrato solido (HIDROPONICO), en ambiente atemperado en el municipio de El Alto. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. 42-62 p.

MAROTO J. (1995). Horticultura herbácea. Editorial Mundi Prensa. 4^{ta} Edición Madrid, ES. 131 P.

MESSIAEN C.M, (1967). Enfermedades de las hortalizas, Ediciones Oikos, Barcelona ES, Pp 243-261

MENDOZA, J., (1996). Densidades de plantación y abonamiento orgánico en brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) bajo carpa solar. Tesis Ing. Agr. La Paz.

MONREAL, J. (1984). biblioteca practica agrícola ganadera practica de los cultivos tomo 2, editorial EDAGRICOLE Barcelona y España.Pp164-170.

OSORIO B., (2002). generalidades de la producción de hortalizas de clima frio. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Bogotá. P.5-21}.

OSPINA, M. (1995). En ciclo pedía agropecuario terranova (producción agrícola, tomo 3), editorial terranova, Ltda.... Son café de Bogotá Colombia. Pp306-307.

PERRIN, et al (1978). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica. DF, ME.

RUEDA, D. (2001). Botánica sistemática curso interactivo primera edición, quinto ecuador 140 p.

SEMINIS VEGETABLE SEED, (2012). Registro. Semillas Arroyave S.A. (en línea). Consultado el 20 de octubre de 2015. Bogotá D.C., Colombia. Disponible en <http://www.semillasarroyave.com>

SILGUY C, (1999). La agricultura biológica, editorial Acribia, Zaragoza ES, Pp. 13-16

SOBRINO, E. – sobriño, V.E. (1989). tratado de horticultura herbácea Barcelona – España. Editorial aedos. Pp.41-61.

S/a, (2012). (en línea). Consultado 23 de noviembre de 2012.El cultivo de brócoli. Disponible en: [www. Infoagro.HTML](http://www.infoagro.html).

TERRANOVA, (1995). comportamiento de suelo tomo III, Bogotá Colombia. Pp. 10-20

UNTERLADSTATTER, (2000). La horticultura en el Sub Trópico Húmedo y Sub Húmedo de Bolivia. Asociación XXI. Centro Juvenil Capitanía.

VALADES A. (1993). producción de hortalizas. Editorial LIMUSA, S. A.D.F., MEXICO. Pp 45-57.

VIGLIOLA, M. (1992). Manual de horticultura S. A. Buenos Aires, Argente Editorial Hemisferio Sur Pp. 17-72.

WETTSTEIN, R. (1994). Tratado de Botánica Sistemática. Editorial Labor. Barcelona. España.

<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieríaagrícola/brócoli.htm>22/10/2010

<http://www.infoagro.com/hortalizas/broccoli.htm>

ANEXOS

Anexo 1. Costos de producción de la variedad Pirata (Ha)

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
Terreno				Propio
Insumos				
Abono (Estiércol de ovino)	Sacos	8	50	400
Semilla	Onzas	17	60	1020
Herramientas				
Pala	Piezas	2	30	60
Picota	Piezas	4	50	200
Rastrillo	Piezas	3	25	75
Carretilla	Piezas	3	450	1350
Chontilla	Piezas	4	30	120
Preparado del terreno				
Limpieza del terreno	Jornal	7	100	700
Remoción	Jornal	7	100	700
Desterronado (mullido)	Jornal	7	100	700
Trasplante	Jornal	7	100	700
Labores culturales				
Riego	Jornal	8	100	800
Deshierbe	Jornal	8	100	800
Aporque	Jornal	8	100	800
Cosecha	Jornal	10	100	1000
TOTAL				9425

Anexo 2. Costos de producción de la variedad Chou Cavolo (Ha)

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
Terreno				Propio
Insumos				
Abono (Estiércol de ovino)	Sacos	8	50	400
Semilla	Onzas	17	25	425
Herramientas				
Pala	Piezas	2	30	60
Picota	Piezas	4	50	200
Rastrillo	Piezas	3	25	75
Caretilla	Piezas	3	450	1350
Chontilla	Piezas	4	30	120
Preparado del terreno				
Limpieza del terreno	Jornal	7	100	700
Remoción	Jornal	7	100	700
Desterronado(mullido)	Jornal	7	100	700
Trasplante	Jornal	7	100	700
Labores culturales				
Riego	Jornal	8	100	800
Deshierbe	Jornal	8	100	800
Aporque	Jornal	8	100	800
Cosecha	Jornal	10	100	1000
TOTAL				8830

Anexo 3. Costos de producción de la variedad Di Cicco (Ha)

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
Terreno				Propio
Insumos				
Abono (Estiércol de ovino)	Sacos	8	50	400
Semilla	Onzas	17	30	510
Herramientas				
Pala		2	30	60
Picota		4	50	200
Rastrillo		3	25	75
Caretilla		3	450	1350
Chontilla		4	30	120
Preparado del terreno				
Limpieza del terreno	Jornal	7	100	700
Remoción	Jornal	7	100	700
Desterronado(mullido)	Jornal	7	100	700
Trasplante	Jornal	7	100	700
Labores culturales				
Riego	Jornal	8	100	800
Deshierbe	Jornal	8	100	800
Aporque	Jornal	8	100	800
Cosecha	Jornal	10	100	1000
TOTAL				8915



Anexo 4. Preparación del Terreno y Surqueado



Anexo 5. Aplicación del riego al cultivo



Anexo 6. Desarrollo del cultivo

Pirata



Chou Cavolo



Di Cicco



Anexo 7. Variedades del cultivo