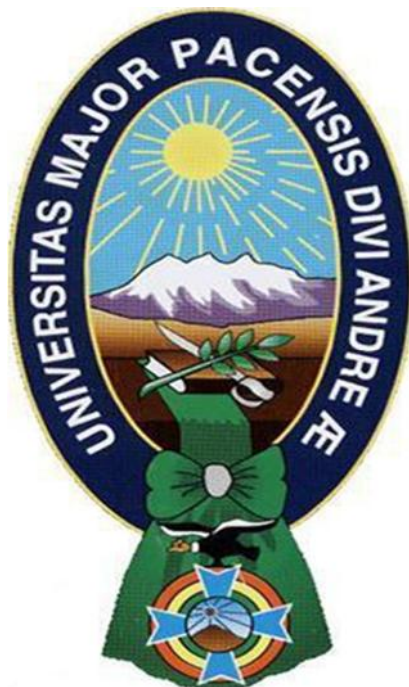


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y
COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE CUATRO CONCENTRACIONES DE BIOL BOVINO SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE DOS VARIEDADES DE BRÓCOLI
(*Brassica oleracea var. Italica*) EN AMBIENTE ATEMPERADO EN EL MUNICIPIO DE
PUCARANI - LA PAZ.**

Presentado por:

LOURDES SABINA CONDORI CONDORI

La Paz – Bolivia

2019

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
AGROPECUARIA**

**EFFECTO DE CUATRO CONCENTRACIONES DE BIOL BOVINO SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE DOS VARIEDADES DE BRÓCOLI
(*Brassica oleracea var. Italica*) EN AMBIENTE ATEMPERADO EN EL MUNICIPIO DE
PUCARANI - LA PAZ**

*Tesis de Grado Presentado como requisito parcial
para optar el Título de: Ingeniero en producción y
comercialización agropecuaria.*

LOURDES SABINA CONDORI CONDORI

Tutor (es):

Ing. José Eduardo Oviedo Farfán

Ing. M. Sc. Mario Wilfredo Peñafiel Rodríguez

Tribunal Revisor

Ing. M. Sc. Víctor Castañón Rivera

Ing. M. Sc. Ramiro Augusto Mendoza Nogales

Ing. M. Sc. Moisés Brigido Quiroga Sossa

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador:

**La Paz –Bolivia
2019**

DEDICATORIA:

AGRADEZCO A DIOS, por brindarme sabiduría e inteligencia y guiar mi camino durante el proceso y culminación de este trabajo.

A MIS PADRES, Lorenzo Condori Sangalli y Emiliana Condori Tinta, quienes me dieron su cariño, fortaleza para seguir adelante y su gran apoyo para terminar este trabajo. En especial a mi querida hermana, Graciela que me brindó su apoyo incondicional en la elaboración del trabajo y a mis hermanos, Marcelo, Ramiro, Edwin, Efraín y Elsner que me dieron un constante impulso siempre.

A MIS QUIRIDOS SOBRINOS, Gaby, Jheraldi, Royer, Jhosep y Matias.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, doy gracias a Dios; por darme sabiduría, salud, fuerza y guiar mi camino siempre para terminar este trabajo.

A la Universidad Mayor de San Andrés, a la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, por haberme dado la oportunidad de formarme profesionalmente.

A todo el plantel docente de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por las enseñanzas impartidas, conocimiento y su experiencia que ayudaron a mi formación profesional.

Un agradecimiento muy especial a mis asesores al Ing. Mario Wilfredo Peñafiel Rodríguez, Ing. Eduardo Oviedo Farfán, por toda la ayuda, en correcciones, sugerencias, paciencia y su motivación supieron guiarme durante la elaboración de trabajo y documento final de la presente tesis.

Al tribunal revisor: Ing. Ramiro Mendoza Nogales, al Ing. Moisés Quiroga Sossa, Ing. Víctor Castañón Rivera, por su tiempo, por las observaciones, sugerencias y por las importantes contribuciones a este trabajo.

Agradecer a cada uno de mis amigos y compañeros por el apoyo constante del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE CUADROS.....	x
RESUMEN.....	xii
SUMMARY.....	xiii

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos.....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Origen del brócoli.....	3
2.2. Producción del cultivo de brócoli en Bolivia.....	3
2.3. Clasificación taxonómica.....	3
2.4. Importancia del cultivo brócoli.....	4
2.4.1. Valor nutritivo.....	5
2.4.2. Características de la calidad.....	5
2.5. Descripción morfológica.....	5
2.5.1. Raíz.....	5
2.5.2. Tallo.....	6
2.5.3. Hojas.....	6
2.5.4. Inflorescencia.....	6
2.5.5. Flor.....	6
2.5.6. Fruto.....	6
2.5.7. Semilla.....	6

2.6. Fenológica del cultivo.....	7
2.6.1. Fase del crecimiento.....	7
2.6.2. Fase de inducción floral.....	7
2.6.3. Fase formación de pella.....	7
2.7. Variedades.....	7
2.8. Requerimiento del cultivo de brócoli.....	8
2.8.1. Clima.....	8
2.8.2. Suelo.....	8
2.8.3. Humedad.....	9
2.8.4. Luz.....	9
2.9. Labores culturales.....	10
2.9.1. Preparación del terreno.....	10
2.9.2. Trasplante.....	10
2.9.3. Riego.....	10
2.9.4. Rafalle.....	11
2.9.5. Desmalezado.....	11
2.9.6. Escarda.....	11
2.9.7. Cosecha.....	12
2.9.8. Plagas y enfermedades.....	13
2.9.8.1. Plagas.....	13
2.9.8.2. Enfermedades.....	13
2.10. Producción orgánica de hortalizas.....	14
2.11. Abonos orgánicos.....	15
2.11.1. Fertilizantes orgánicos.....	15
2.11.2. Abonos orgánicos líquidos.....	16
2.11.3. Cualidades del abono líquido.....	17
2.12. El biol.....	17
2.12.1. Proceso de elaboración de biol.....	18
2.12.2. Proceso de fermentación del biol.....	19
2.13. Uso y aplicación de biol en las plantas.....	20
2.13.1. Aplicación foliar.....	21

2.13.2. Frecuencia de aplicación de biol.....	22
2.13.3. Concentraciones de biol.....	22
2.13.4. Absorción de los abonos orgánicos por la planta.....	22
2.13.5. Ventajas de biol como fertilizante.....	23
2.14. Carpas solares.....	24
2.14.1. Importancia de los ambientes atemperados en el altiplano Boliviano.....	24
2.14.2. Carpa modelo dos aguas.....	24
2.14.3. Factores físicos ambientales.....	25
2.14.3.1. Orientación.....	25
2.14.3.2. Humedad relativa.....	25
2.14.3.3. Luminosidad.....	26
2.14.3.4. Temperatura y ventilación.....	26
2.15. Sistemas de siembra en hortalizas.....	27
2.15.1. Siembra directa.....	27
2.15.2. Siembra en almacigueras.....	27
3. LOCALIZACION.....	28
3.1. Ubicación Geográfica.....	28
3.2. Características Climáticas.....	29
3.3. Suelo.....	29
3.4. Vegetación.....	29
3.5. Actividad agrícola.....	30
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
4.1. Materiales.....	31
4.1.1. Material vegetativo.....	31
4.1.2. Material biológico.....	32
4.1.3. Material de campo.....	32
4.1.4. Material de gabinete.....	32
4.1.5. Material de laboratorio.....	32
4.2. Métodos.....	33

4.2.1. Procedimiento Experimental.....	33
4.2.1.1. Ambiente atemperado.....	33
4.2.1.2. Elaboración de Biol.....	33
4.2.1.3. Preparación del sustrato para la almaciguera.....	34
4.2.1.4. Almacigado.....	34
4.2.1.5. Preparación del terreno.....	34
4.2.1.6. Muestra del suelo.....	35
4.2.1.7. Trasplante.....	35
4.2.1.8. Aplicación del Biol y toma de datos.....	36
4.2.1.9. Labores culturales.....	36
4.2.1.9.1. Abonado.....	36
4.2.1.9.2. Reposición.....	37
4.2.1.9.3. Aporque.....	37
4.2.1.9.4. Riego.....	37
4.2.1.9.5. Control de malezas.....	38
4.2.1.10. Cosecha.....	38
4.2.1.11. Tratamientos fitosanitarios.....	39
4.2.2. Diseño Experimental.....	39
4.2.2.1. Análisis estadístico.....	39
4.2.2.2. Modelo lineal.....	40
4.2.2.3. Tratamientos.....	40
4.2.2.4. Croquis del experimento.....	41
4.2.3. Variables de respuesta del brócoli.....	41
4.2.4. Análisis económico.....	45
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	47
5.1. Comportamiento de la temperatura en el ambiente.....	47
5.2. Porcentaje de emergencia (%)......	48
5.3. Altura de planta.....	49
5.4. Numero de hojas por planta.....	53
5.5. Diámetro de tallo.....	55

5.6. Diámetro pella.....	57
5.7. Días de la cosecha.....	59
5.8. Peso promedio de las pellas por planta.....	61
5.9. Rendimiento de pellas.....	63
5.10. Análisis económico.....	64
5.10.1. Beneficio bruto.....	65
5.10.2. Relación beneficio neto.....	66
5.10.3. Relación Beneficio/costo.....	67
6. CONCLUSIONES.....	69
7. RECOMENDACIONES.....	71
8. BIBLIOGRAFÍA.....	72
ANEXOS.....	79

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.....	28
Ubicación geográfica: Departamento de La Paz – Provincia Los Andes	
Figura 2.....	29
Ubicación geográfica del trabajo	
Figura 3.....	34
Porcentaje de emergencia en almacigo de las dos variedades de cultivo de brócoli	
Figura 4.....	35
Preparación del terreno para la nivelación para el cultivo de las dos variedades de brócoli	
Figura 5.....	36
Trasplante a terreno definitivo del cultivo de brócoli	
Figura 6.....	37
Aplicación de abono foliar en el cultivo de brócoli	
Figura 7.....	38
Riego por inundación en las parcelas experimentales del cultivo de brócoli	
Figura 8.....	39
Cosecha de las pellas de las dos variedades de brócoli	
Figura 9.....	42
Porcentaje de emergencia de las dos variedades de cultivo de brócoli	
Figura 10.....	42
Altura de planta del cultivo de brócoli	
Figura 11.....	43
Número de hojas por planta del cultivo de brócoli	
Figura 12.....	43
Diámetro de tallo de la planta de cultivo de brócoli	
Figura 13.....	44
Diámetro de pella de la planta del cultivo de brócoli	
Figura 14.....	44
Peso promedio de pella del cultivo de brócoli	

Figura 15.....	45
Rendimiento de pella del cultivo de brócoli	
Figura 16.....	47
Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ciclo del cultivo	
Figura 17.....	48
Promedio de porcentaje de emergencia en las dos variedades	
Figura 18.....	50
Promedio de altura de planta en las variedades	
Figura 19.....	52
Pendiente ajustada entre días y altura de planta para la variedad de Castle dome	
Figura 20.....	52
Pendiente ajustada entre días y altura de planta para la variedad Legasy	
Figura 21.....	54
Promedio de número de hojas en variedades	
Figura 22.....	58
Promedio de diámetro de pella en las variedades	
Figura 23.....	59
Promedio de concentraciones de biol sobre el diámetro de pella en las variedades de brócoli	
Figura 24.....	60
Días transcurridos hasta la cosecha de las dos variedades de Brócoli	
Figura 25.....	62
Promedio peso de las pellas en las variedades	
Figura 26.....	63
Promedio de concentraciones de biol en el peso de las pellas en las variedades	
Figura 27.....	64
Rendimiento de pellas por variedades	

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1.....	5
Composición química del Repollo, Brócoli y Coliflor en crudo en 100 g de porción comestibles	
Cuadro 2.....	5
Composición química del Brócoli, Coliflor y Repollo cocidos en 100 g de porción comestibles	
Cuadro 3.....	17
Composición aproximada de materias orgánicas animales	
Cuadro 4.....	31
Descripción de la variedad de Castle dome	
Cuadro 5.....	31
Descripción de la variedad de Legasy	
Cuadro 6.....	47
Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ciclo del cultivo	
Cuadro 7.....	49
Análisis de varianza para altura de planta de brócoli	
Cuadro 8.....	50
Prueba de Duncan del efecto de las variedades sobre la altura de planta	
Cuadro 9.....	51
Promedios de concentraciones de biol sobre la altura de la planta de brócoli	
Cuadro 10.....	52
Regresión y correlación lineal de días de desarrollo y altura de planta en las dos variedades de brócoli	
Cuadro 11.....	53
Análisis de varianza para el numero de hojas por planta	
Cuadro 12.....	53
Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el número de hojas por planta	

Cuadro 13.....	54
Promedio de las concentraciones de biol sobre el número de hojas por Planta	
Cuadro 14.....	55
Análisis de varianza para el diámetro de tallo por planta	
Cuadro 15.....	56
Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el número de hojas por planta	
Cuadro 16.....	56
Promedios de concentración de biol sobre el diámetro de planta	
Cuadro 17.....	57
Análisis de varianza para el diámetro de pella por planta	
Cuadro 18.....	57
Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre diámetro de pella por Planta	
Cuadro 19.....	59
Prueba de Duncan del efecto de las concentraciones de biol sobre el diámetro de pella por planta	
Cuadro 20.....	61
Análisis de varianza para Peso promedio de las pellas por planta	
Cuadro 21.....	61
Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre peso promedio de las pellas por planta	
Cuadro 22.....	63
Prueba de Duncan del efecto de las concentraciones de biol sobre Peso promedio de pellas por planta	
Cuadro 23.....	65
Ingreso bruto por tratamiento	
Cuadro 24.....	66
Ingreso neto por tratamiento	
Cuadro 25.....	67
Beneficio / costo por tratamiento	

RESUMEN

En el presente trabajo se buscó evaluar el “Efecto de cuatro concentraciones de biol bovino sobre el comportamiento productivo de dos variedades de brócoli (*brassica oleracea var. italica*) en ambiente atemperado en el Municipio de Pucarani - La Paz”, donde los objetivos fueron: Evaluar el efecto de cuatro concentraciones de Biol en el comportamiento productivo de dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) en ambiente atemperado, determinar el comportamiento productivo de dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) en ambiente atemperado y realizar un análisis de beneficio costo. El trabajo de investigación se realizó en ambiente atemperado carpa solar modelo de dos aguas. Fueron 8 tratamientos que contaron con 3 repeticiones, precisando 24 unidades experimentales el diseño que se utilizó fue diseño completamente al azar en un arreglo bifactorial. Donde el Factor A (variedades) fueron: $V_1 = \text{Castle dome}$ $V_2 = \text{Legasy}$ y Factor B (Niveles de Biol) $N_0 = 0\%$ $N_1 = 25\%$ $N_2 = 50\%$ $N_3 = 75\%$. Las variables que se midieron fueron: porcentaje de plantas emergidas, altura de planta, número de hojas por planta, diámetro de tallo, diámetro de pella, días de cosecha, peso promedio de pellas, rendimiento de pellas y análisis económico.

En los resultados la mejor concentración de biol fueron: la variedad Castle dome al 50% con un rendimiento de $20.33 \text{ kg}/7.8 \text{ m}^2$, seguido al 25% $=13.76 \text{ kg}/7.8 \text{ m}^2$, 75% $=13.47 \text{ kg}/7.8 \text{ m}^2$ y al 0% $=11.15 \text{ kg}/7.8 \text{ m}^2$ y para la variedad Legasy al 50% con un rendimiento $=15.01 \text{ kg}/7.8 \text{ m}^2$, 25% $=12.46 \text{ kg}/7.8 \text{ m}^2$, 0% $=10.61 \text{ kg}/7.8 \text{ m}^2$ y al 75% $=8.85 \text{ kg}/7.8 \text{ m}^2$ respectivamente, en el comportamiento productivo de las dos variedades la que mostró el mejor rendimiento fue la variedad de Castle dome con 26060 kg/ha a comparación de la variedad Legasy con 19240 kg/ha y en relación beneficio costo todos los tratamientos mostraron resultados positivos el tratamiento 3 mostró un mayor beneficio con 1.9 bs lo que significa que es rentable y el menor beneficio mostró es el tratamiento 8 con un 0.7 bs.

SUMMARY

In the present work, we sought to evaluate the “Effect of four concentrations of bovine biol on the productive behavior of two varieties of broccoli (*brassica oleracea* var. *Italica*) in a temperate environment in the Municipality of Pucarani - La Paz”, where the objectives were: To evaluate the effect of four concentrations of Biol on the productive behavior of two varieties of broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) in temperate environment, determine the productive behavior of two varieties of broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) in temperate environment and perform a cost benefit analysis. The research work was carried out in a tempered environment solar tent two-water model. There were 8 treatments that had 3 repetitions, requiring 24 experimental units the design that was used was completely random design in a bifactorial arrangement. Where Factor A (varieties) were: $V_1 = \text{Castle dome}$ $V_2 = \text{Legasy}$ and Factor B (Biol Levels) $N_0 = 0\%$ $N_1 = 25\%$ $N_2 = 50\%$ $N_3 = 75\%$. The variables that were measured were: percentage of emerged plants, plant height, number of leaves per plant, stem diameter, diameter of pella, days of harvest, average weight of pellets, yield of pellets and economic analysis.

In the results the best concentration of biol were: the 50% Castle dome variety with a yield of 20.33 kg / 7.8 m², followed at 25% = 13.76 kg / 7.8 m², 75% = 13.47 kg / 7.8 m² and 0% = 11.15 kg / 7.8 m² and for the 50% Legasy variety with a yield = 15.01 kg / 7.8 m², 25% = 12.46 kg / 7.8 m², 0% = 10.61 kg / 7.8 m² and 75% = 8.85 kg / 7.8 m² respectively, in the productive behavior of the two varieties the one that showed the best yield was the Castle dome variety with 26060 kg / ha compared to the Legasy variety with 19240 kg / ha and in relation cost benefit all treatments showed positive results treatment 3 showed a greater benefit with 1.9 bs which means that it is profitable and the lowest benefit showed is treatment 8 with a 0.7 bs.

1. INTRODUCCION

Debido a la importancia que tiene la producción y el consumo de hortalizas en nuestro país en la actualidad desde un punto de vista nutricional el cultivo de brócoli es una de las hortalizas con alto contenido de proteínas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono y por el elevado contenido de fotoquímicos con efectos protectores ante el cáncer. Los beneficios de salud que se le atribuyen al brócoli, ha determinado una amplia aceptación en cuanto a su sabor y variedad de usos culinarios.

Hoy en día para incrementar la producción los agricultores se basan más en el uso de agroquímicos sin importar la contaminación de nuestros suelos entonces se empieza a buscar alternativas donde se puede optar con el biol como fertilizante que es un estimulante en plantas y suelo. La falta de información referente a la fertilización orgánica en el cultivo de brócoli, hace que se planteen investigaciones a nivel de productor.

En esta investigación se utilizó el biol como fertilizante foliar, que fue elaborado en base a estiércol de bovino, que pretende responder a las necesidades de nutrientes que tiene la planta, en gran manera el biol ayuda al desarrollo foliar de las plantas para obtener buen rendimiento en el tamaño de pella y de esta manera mejorar la producción. Por otra parte, sobre la aplicación de los fertilizantes orgánicos como (biol) ya sido utilizados y han logrado un excelente rendimiento y también mejora las propiedades, la fertilidad de los suelos tomando en cuenta al existir un deterioro de los suelos por el uso excesivo de agroquímicos se trata de implementar otras alternativas para los productores.

La producción de brócoli a pesar de uno de los alimentos de gran importancia tiene la limitante de ser poco consumido por la falta de información de sus propiedades en el mercado y del manejo adecuado de este cultivo para los productores de esa manera se realizó el presente trabajo de investigación con el fin de mejorar, optimizar y aumentar los rendimientos en la producción de las dos variedades de brócoli bajo la aplicación de fertilizante de biol de bovino en ambiente atemperado, también se pretende evaluar los niveles de fertilización foliar adecuado para un producto de

buena calidad y a menor costo y así motivar indirectamente a los productores con los resultados obtenidos.

1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de cuatro concentraciones de Biol bovino sobre el comportamiento productivo de dos variedades de brócoli (*brassica oleracea var. italica*) en ambiente atemperado en el municipio de Pucarani - La Paz

1.2. Objetivos específicos

- ✓ Evaluar el efecto de cuatro concentraciones de Biol en el comportamiento productivo de dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) en ambiente atemperado.
- ✓ Determinar el comportamiento productivo de dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) en ambiente atemperado.
- ✓ Realizar un análisis económico

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. Origen del brócoli

El brócoli es una hortaliza originaria del Mediterráneo y Asia Menor. La palabra brócoli viene del italiano brócoli, que significa rama de brazo. El brócoli tiene un ancestro en una planta silvestre que quizá llegó al mediterráneo o del Asia menor a las peñas calcáreas de Inglaterra y costa de Dinamarca (Casseres, 1980) mencionado por Copari (2015).

Bastidas (2015), indica que el brócoli es una hortaliza que se originó en el mediterráneo y a través de los años han sido varios los países que han acogido la planta y se han vuelto productores de esta, he incluso muchos la exportan ya que es un vegetal tan apetecible por todos sus nutrientes y vitaminas encontradas por lo que con el pasar del tiempo se ha convertido en una hortaliza tan demandado por algunos países por el gran consumo.

2.2. Producción del cultivo de brócoli en Bolivia

Según Servicio Agropecuario de Santa Cruz (Sedacruz) citado por Blanco (2017), indica que Santa Cruz es el mayor productor del cultivo de brócoli a nivel nacional con 396 toneladas que equivalen a 80.000 unidades/año en una extensión de 35 ha aproximadamente que significa 1131.29 kg/ha.

2.3. Clasificación taxonómica

Ospina (1995) citado por Copari (2015), clasifica sistemáticamente al brócoli de la siguiente manera:

Reino: vegetal

Clase: angiospermae

Subclase: dicotyledonae

Orden: roedales

Familia: cruciferaeae

Género: brassica

Especie: oleracea

Variedad: itálica

Nombre común: brócoli, bróculi, brécol.

2.4. Importancia del cultivo brócoli

El brócoli contiene grandes cantidades de vitaminas, minerales y proteínas, como vitamina C, ácido fólico y vitamina A, ya que son importantes como antioxidantes, además ayuda a prevenir el cáncer, también contiene fibras y es bajo en sodio. Por gran contenido de calcio y vitamina K y es muy bueno para los huesos entonces podríamos decir que es muy importante para el funcionamiento de nuestro organismo.

Jaramillo *et al.* (2006) mencionado por Luna (2017), señala que es una fuente rica en vitamina A y C, que contribuye al buen funcionamiento del sistema inmunológico del organismo y de vitamina K, esencial en la formación de ciertas proteínas indispensables en la coagulación de la sangre y ayuda a mantener la elasticidad de las arterias, igualmente contiene ácido fólico, de gran importancia al imprescindible en los procesos de división y multiplicación celular. Esta hortaliza se consume en forma natural, cocida y en conserva.

Según Mamani (2014), Para seguir sumando las ventajas y propiedades magnificas que este vegetal posee, la vitamina K siendo su función principal la de formar la protrombina para la coagulación de la sangre, por lo que constituye a la curación de las hemorragias y elimina las dolencias que a menudo presentamos en ciertas partes del cuerpo que no tiene aparentemente origen alguno, pero son malestares que se asocian con la reducción de protrombina en la sangre.

2.4.1 Valor nutritivo

En su composición nutricional el brócoli contiene 23 calorías; 2.4 gramos de fibra dietética, caroteno beta, 2.3 gramos de proteína; 4.3 miligramos de carbohidratos, 49 miligramos de vitamina C; 53.3 miligramos de ácido fólico; 89 miligramos de calcio y 0.9 miligramos de hierro disponible en <http://www.euroresidentes.com> (2010). El brócoli contiene más nutrientes que cualquier otro vegetal.

Cuadro 1. Composición química del Repollo, Brócoli y Coliflor en crudo en 100 g de porción comestibles

Cultivos	Agua %	Calorias (kcal)	Proteinas (mg)	Ca (mg)	Vit. C (mg)	Tiamina (mg)	Niacina (mg)	Reboflavina (mg)
Brocoli	92.4	29	1.4	45	50	72	0.3	0.08
Coliflor	89.9	37	3.3	41	20	102	0.75	0.2
Repollo	91.7	31	2.4	22	40	70	0.57	0.1

Nota. Fuente: (Vigliola, 1992, citado por Condori, 2010)

Cuadro 2. Composición química del Brócoli, Coliflor y Repollo cocidos en 100 g de porción comestibles

Cultivos	Agua (%)	Caloria s (kcal)	Proteina s (mg)	Grasa s (mg)	Hidrat os (%)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Vit.A (UI)	Vit.C (mg)	Niacin a (mg)	Tiamina (mg)
Brocoli	91.3	26	3.1	0.3	4.5	88	62	0.8	50	90	0.8	0.2
Coliflor	92.8	22	2.3	0.2	4.1	21	42	0.7	60	55	0.6	0.8
Repollo	93.9	30	1.1	0.2	4.3	44	20	0.3	130	33	0.3	0.4

Nota. Fuente: (Vigliola, 1992; citado por Condori, 2010)

2.4.2. Características de la calidad

Según Casseres (2000) mencionado por Quisberth (2014), en el brócoli el verde intenso y la compactibilidad son características deseables.

2.5. Descripción morfológica

2.5.1. Raíz

Es pivotante con una raíz principal vertical y varias secundarias; gruesa, ramificada y profunda, se extiende alrededor del tallo de 45 a 60 cm (Jaramillo et al., 2010).

2.5.2. Tallo

Es herbáceo, cilíndrico, de porte erecto, grueso con un diámetro de 3 a 6 cm y largo de 20 a 50 cm, sobre él se sitúan las hojas alternas (Jaramillo et al., 2010).

2.5.3. Hojas

Bastidas (2015), menciona que las hojas del brócoli poseen peciolo alargado, limbo con hojas lobuladas de color verde grisáceo, muy ondulado y lóbulos profundos.

2.5.4. Inflorescencia

Parte comestible y comercializable de la planta. se encuentra compuesta por una masa densa de yemas florales funcionales, color verde

gris a morado; puede alcanzar un diámetro hasta 30 cm en cabezas principales y en los rebrotes laterales alcanzan hasta 10 cm (Flores et al., 2010).

2.5.5. Flor

Las flores son de color amarillo se polinizan cruzadas con la ayuda de insectos. Compuesta por cuatro pétalos libres, amarillos y dispuestas en forma de cruz de 6 estambres con anteras bilobuladas, estilo simple, estigma capilado y ovarios súper carpelares.

2.5.6. Fruto

El fruto es una silicua (pequeña vaina), de color verde oscuro, una longitud promedio de 3 a 4 cm y contiene de tres a 8 semillas (Jaramillo et al., 2010).

2.5.7. Semilla

De tamaño pequeño (2 a 3 mm) de forma redonda en un gramo se puede encontrar hasta 350 semillas (Jaramillo et al., 2010).

2.6. Fenológica del cultivo

Según Cosmos (2015), nos indica que a lo largo de ciclo fenológico del brócoli se distinguen tres fases:

2.6.1. Fase del crecimiento

Desarrolla hojas grandes, tallos gruesos y fuerte con alto contenido de humedad.

2.6.2. Fase de inducción floral

Se inicia la formación de la flor en el centro de la planta debe pasar por un periodo de frio para poder iniciar con este proceso.

2.6.3. Fase formación de pella

Es la más importante para obtener la cosecha de cabeza o inflorescencias, (aproximadamente 85 días después del trasplante).

Dependiendo de la variedad se forman pellas de menor tamaño en yemas auxiliares por debajo de la flor principal las cuales no son comerciables.

2.7. Variedades

Según Jaramillo y Díaz, (2006), citado por Luna (2017), actualmente los híbridos son preferidos por los supermercados, porque producen una pella y cabeza principal de aproximadamente 300 a 400 gramos de peso; entre los más utilizados en el país están: Marathon, Marathon perfomax, Legasy, Pyrate, Shogun, Coronado, Patriot, fiesta y Conde, con un ciclo vegetativo entre 65 y 75 días.

Según Vigliola (1986) por Mamani (2014), indica que algunos cultivares forman un tallo principal grande y pocas yemas laterales y un periodo de cosecha más corto que aquellos con un tallo principal pequeño y muchas ramificaciones laterales.

Este autor clasifica a las variedades en:

- Tempranas

- Di cicco, calabares
- De ciclo medio
 - Waltham 29, atlantic
- Cultivares híbridos
 - Híbrido green duke, pirata, green storn

2.8. Requerimiento del cultivo de brócoli

2.8.1. Clima

Según Zamora, (2016) menciona que el brócoli se adapta mejor a temperaturas promedio de 16°C (60°F). El rango optimo esta entre 15 y 25°C (59 Y 77°F). También soporta temperatura baja hasta de -2°C siempre y cuando no se haya formado aun la inflorescencia. La semilla germina en 7 días a temperaturas a entre 7 a 37°C (45 a 95 °C). A muy altas temperaturas, las plantas desarrollan tamaño pequeño, cabezas deformes o cabezas normales, pero de color purpura ocasionan una baja en calidad.

El brócoli es una hortaliza propia de climas y fresco; sin embargo, en México (región del Bajío) se puede explotar durante todo el año. Asimismo, puede tolerar heladas (-2° C) siempre y cuando se haya formado aun la inflorescencia, ya que esta es fácilmente dañada por las bajas temperatura del clima (Valadez, 1993).

Gómez (2012), el brócoli (*Brassica oleraceae*) es sensible al ambiente en el cual se cultiva, se desarrolla mejor en climas templados y húmedos, pues es sensible a la falta de humedad y más si está formado por pella.

En general, el crecimiento de esta especie es muy rápido, a temperatura por encima de 20 °C durante la formación de inflorescencia, siendo necesario cosecharlo a tiempo, para evitar la apertura de las yemas florales. No resiste las heladas severas y no produce bien sus yemas florales a temperaturas superiores a 30°C (Luna, 2017).

2.8.2. Suelo

Rosero (2015), señala que como todas las crucíferas prefieren suelos con tendencia a la acides y no a la alcalinidad, pH entre 6.5 y 7. Prefieren suelos de textura media.

Limongelli (1979) mencionado por Vallejo (2013), se puede cultivar brócoli en diferentes tipos de suelo; los livianos son ideales para cultivar variedades precoces, y los pesados para variedades tardías.

Para una adecuada producción se requiere un pH alto lo más cercano a la neutralidad. El intervalo más aconsejable para un mayor aprovechamiento de los nutrientes del suelo por parte de las plantas esta entre 6.0 y 6.8 ya que es una planta poco tolerante a la acidez. Se desarrolla en una amplia gama de suelos, pero son preferibles los francos, franco arcilloso o franco limoso, profundos con buen contenido de materia orgánica y con una buena capacidad de retener agua. En los suelos pesados es necesario llevar a cabo labores de drenaje tanto interno como superficial (Vera y Vilaño, 2004; citado por Luna, 2017).

2.8.3. Humedad

Según Blanco (2017), para el desarrollo vegetativo se requiere una humedad de 80% con una mínima de 60%. El brócoli se puede cultivar de manera adecuada entre las zonas comprendidas entre los 2200 y 2800 m.s.n.m.

Se produce por semillas ya sea en semillero o directamente en el campo si su germinación se hizo primero se puede trasplantar al mes de la siembra (Terranova,1995; citado por Martínez,2006).

Santoyo y Martínez (2011), puede ser establecido de forma directa o trasplante, pero actualmente la mejor forma de establecimiento es a atreves de trasplante, debido que las nuevas variedades requieren de la siembra en charolas para aprovechar el 100% de la semilla que se compra a las casas comercializadoras.

2.8.4. Luz

Toledo (2003), señala que la inducción y diferencia floral y formación de la cabeza ocurre independiente de la duración del día o fotoperiodo; es decir, se trata de una planta de fotoperiodo neutro. El exceso de luminosidad puede constituir un factor

limitante para el crecimiento y desarrollo del cultivo, por el hecho que comúnmente esta situación está relacionada con altas temperaturas.

2.9. Labores culturales

2.9.1. Preparación del terreno

Según Mamani (2014), la plántula de brócoli para ser trasplantada debe tener el mejor medio posible. Esto implica que de los terrenos que van a ser sembrado por primera vez, se debe eliminar la capa vegetativa anterior en base a trabajo de arada y rastra, para romper terrones y chambas.

2.9.2. Trasplante

Hernández (2013), menciona que el trasplante se debe realizar cuando la planta tenga de 30 a 35 días en invernadero, cuando ya tenga 5 a 6 hojas verdaderas para que tenga una buena firmeza de tallo y una adecuada zona radicular. Esta práctica se debe hacer cuando los surcos estén bien mojados con el agua de riego para facilitar el trasplante.

Toledo (2003), menciona que esta operación se realiza en terreno previamente humedecido con un riego que se realiza al día anterior o el mismo día del trasplante, el trasplante se realiza en coordinación con las labores de preparación y extracción de las plántulas para evitar que estas permanezcan mucho tiempo fuera del suelo.

Herbas (s/a), nos dice que esta labor consiste en llevar las plantas del almacigo al lugar definitivo de crecimiento. se debe trasplantar temprano en la mañana o en la tarde cuando no hace calor (se está nublado el día se puede trasplantar a cualquier hora).

2.9.3. Riego

Zamora (2016), señala que el sistema radicular de brócoli no profundiza más de 30cm, sobre todo se realiza el trasplante, los riegos deberían ser ligeros y frecuentes de tal forma que el cultivo siempre disponga de humedad.

Según Umterladstatter (2000), mencionado por Gutiérrez (2005), señala que el brócoli es una hortaliza que requiere bastante humedad en el almacigo y luego en el trasplante, necesariamente regar diariamente hasta que los platinos se establezcan en el lugar definitivos.

2.9.4. Rafalle

Se realiza porque después del trasplante algunas plantitas se mueren para no dejar espacios vacíos aprovechar el mejor suelo se realiza el refallo que no es otra que trasplantar en lugares vacíos para esto es importante que exista plantitas de reserva.

Blanco (2013), menciona que en algunos sitios algunas semillas no germinan o después de los trasplantes algunas plantitas mueren. Par no dejar espacios aprovechar mejor el suelo se realiza el refallo que no es otra cosa que sembrar o trasplantar a los lugares vacíos, para esto es importante que existan algunas plantitas de reserva en los almácigos.

2.9.5. Desmalezado

Blanco (2013), consiste en eliminar todas las aquellas plantas que no han sido específicamente cultivadas y que hacen competencia a nuestras hortalizas, ya sea por el espacio, los alimentos o por la humedad en el suelo. Estas plantas denominadas hierbas pueden ser utilizadas puede ser preparados para abonos compuestos (compost).

Santoyo y Martínez (2011), es la eliminación de las malas hierbas así impida la competencia del cultivo por nutrientes y agua durante las primeras etapas de desarrollo. Un mal manejo de malezas traerá como consecuencia un crecimiento deficiente, que repercutirá directamente en el rendimiento.

2.9.6. Escarda

Coello (2005), nos indica que oxigena y afloja el suelo, sobre todo el arcillosos esto se realiza a los 30 días del trasplante.

El suelo se compacta ya sea por el riego y otros factores cuando existe esa compactación el agua ya no se filtra bien, como tampoco existe buena aeración del suelo eso impide el buen desarrollo de las plantas por eso con ayuda de una chontilla debemos realizar esa operación en cualquier cultivo.

Según Valadez (1993), señala que es importante esta práctica cuyo objetivo principal es oxigenar y aflojar el suelo se recomienda realizar las escardas necesarias sobre todo cuando los suelos son arcillosos (pesados).

Herbas (s/a), se realiza para aflojar la tierra que se ha endurecido o compactado por el riego o por otras causas. También para que las raíces de las plantas se desarrollen o crezca con más facilidad.

2.9.7. Cosecha

Rodríguez (2010) mencionado por Gómez (2012), la inflorescencia o la pella del brócoli pueden cosecharse cuando estas alcancen buena dimensión, es de cosecha periódica y debe realizarse antes de que entre en la etapa de la apertura y maduración de la flor. El brócoli da lugar a una segunda cosecha, donde uno de los parámetros importantes para realizar la cosecha es cuando la inflorescencia o pellas se encuentran en estado verde y apretados de forma muy compacta, debe tener un peso aproximado o superior a los 150 g cada uno.

Según Zamora (2016), las cabezas de brócoli, firmes al tacto, son cosechadas a mano del tallo cortándolas con una navaja lechuguera, la cabeza principal constituye lo más significativo en el rendimiento total llegando alcanzar un diámetro de 15 a 18 cm (6 a 7) pulgadas) pesando hasta 450 g, además la cabeza se corta con un tallo de 15 a 20 cm (6 a 8 pulgadas) de largo el cual también se consume.

La pella central debe cortarse antes de florecer, aunque sea de pequeño tamaño, esto debido al aflojamiento que presentan los botones y su posterior floración, por el contacto con los botones que se encuentran muy estrechos y firmes son adecuados para ser cosechadas (Raymond,1985; citado por Martinez,2006).

Santoyo y Martínez (2011), nos dice que la cosecha se debe realizar cuando la cabeza o inflorescencia principal tienen un tamaño de 5 a 6 pulgadas, con grano fino y compacto; estos parámetros son tomados en cuenta para la comercialización en el mercado en fresco.

2.9.8. Plagas y enfermedades

2.9.8.1. Plagas

a) Pulgón verde (*Myzuspersicae*)

Es una plaga de pulgón de color variable, siendo normal el tono verde-amarillo. El adulto suele medir en torno a 2 mm. El máximo tamaño población de esta plaga se alcanza en primavera, disminuye en verano y aumenta en otoño.

El pulgón verde provoca el abarquillamiento de las hojas y brotes al succionar el jugo celular y al succionar la sabia, además es una plaga portadora de virus y atrayente de hongos como la negrilla debido a la producción de melaza.

b) Mariposa de la col u oruga de la col (*Pieris brassicae*)

El macho es una mariposa de color blanco con una mancha oscura en la esquina superior en las alas superiores suele medir de 5 a 6cm. aparece en primavera donde la hembra realiza

en el envés de las hojas además de los tallos, de los huevos surgen las orugas donde ingieren grandes cantidades de material vegetal llegando a defoliar la hoja.

c) Mosca blanca de crucíferas (*Aleyrodes protelella*, *A.brassicae*)

La hembra deposita sus huevos en el envés de la hoja en este el síntoma se observa en las hojas con la aparición de unos círculos donde la hembra realiza la oviposición.

2.9.8.2. Enfermedades

a) Mildiu (*Penospora brassicae*)

Por el haz de la hoja se forman pequeñas manchas de color amarillo y forma angulosa. En correspondencia con esas manchas, por el envés se forma una especie de pelusilla de color blanco grisáceo puede atacar desde el principio del nacimiento de la planta (Martinez,2012).

Según Casseres mencionado por Mamani (2014), la Rizoctonia (*Rhizoctonia solani* Kühn) produce deformaciones que se originan en la parte superior de la raíz y el cuello del tallo; la enfermedad puede producir la muerte de la planta. Conviene desinfectar el suelo con agua hervida, prolongar el mayor tiempo posible la repetición de cultivos de crucíferas, tratamientos dirigidos a la base de la planta con alguno de los siguientes productos: Isoquinoleina, Dazomet, Netam-sodio o Quintoceno.

2.10. Producción orgánica de hortalizas

Mendoza (2011), la agricultura orgánica, ecológica es frecuentemente entendida como una agricultura que prescinde del uso de agroquímicos fertilizantes solubles y otros productos químicos. Sin embargo, la agricultura orgánica es más que eso: es desarrollar sistemas de los cuales el hombre produce minimizando los efectos negativos sobre el ambiente, sobre los delicados equilibrios de la naturaleza.

Blanco (2013), menciona que es una forma natural y económica de producir alimentos sanos durante todo el año.

a) Natural: porque limita los procesos que se dan en la naturaleza, respetando sus leyes y toda la vida que ella produce. Busca incrementar la fertilidad natural del suelo, manteniendo el equilibrio entre los elementos vivos y muertos, en transformación y en descomposición.

b) Económico: porque apunta hacia la autosuficiencia, valorizando el uso de los elementos disponibles localmente y produciendo los insumos necesarios dentro de la propia casa. Produce alimentos sanos libres de productos tóxicos que pondrían en riesgo de nuestra salud.

c) Durante todo el año: porque, bien planificada asegura el abastecimiento de una gran variedad de hortalizas para toda la familia.

2.11. Abonos orgánicos

Vigliola (1992) mencionado por Mendoza (1999), los abonos orgánicos natural, considera que las hortalizas de mayor requerimiento de nitrógeno pertenecen a la familia de las brassica oleracea con exigencias que varían de 150 a 250 kg/ha.

FONCODES (2015), los abonos orgánicos son todo tipo de residuos orgánicos (de plantas o animales) que luego de descomponerse, abonan los suelos y le dan los nutrientes necesarios para que las plantas crezcan y desarrollen mejorando las características biológicas, químicas y físicas del suelo.

Los abonos orgánicos son sustancias constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto, que se añade al suelo con la finalidad de mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. Estos abonos ayudan favorablemente a la estructura al suelo, aportan nutrientes y elevan la población de microorganismos, para finalmente formar un suelo con buena retención de humedad, intercambio de gases y nutrientes idóneo para las plantas (Sánchez, 2003; citado por Villalobos, 2013).

En Bolivia, los abonos orgánicos origen animal, como ser de pequeñas granjas, han sido considerados por los campesinos en el curso de mucho tiempo, como un subproducto de gran valor, siendo actualmente recogidos y usados con relativo éxito, donde los residuos orgánicos son incorporados al suelo en forma espontánea y sistemática en otros casos (Coca, 1995; citado por Blanco, 2013).

El estiércol es la principal fuente de abono orgánico y su apropiado manejo es una excelente alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez mejora las características físicas y químicas del suelo (SEPAR, 2004; citado por Padilla, 2013).

2.11.1. Fertilizantes orgánicos

Martin (2013), mencionado por Basantes (2009), los fertilizantes orgánicos son la base fundamental para la agricultura, existe una gran diversidad, pero los más conocidos

son los estiércoles y purines de diferentes animales, en principios estos fertilizantes disponen la mayoría de los nutrientes necesario para el crecimiento de los cultivos.

Piñuela (2000), mencionada por Espinal (2009), define el fertilizante orgánico como un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal o animal, que tiene la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo.

Según APROLAB (2007), mencionado por Padilla (2013), el fertilizante orgánico es todo material que se obtiene de la degradación y mineralización de materias orgánicas que provienen directa o indirectamente de las plantas y/o animales. En general los abonos orgánicos se clasifican en dos tipos:

-) Abonos orgánicos sólidos: Compost, Humus de lombriz, bokashi, abonos verdes entre otros.
-) Abonos orgánicos líquidos: Biol, te de humus, te de compost entre otros.

2.11.2. Abonos orgánicos líquidos

Los abonos orgánicos son desechos líquidos que resultan de la descomposición o fermentación anaeróbica de los estiércoles y orines(en biodigestores).funciona como un regulador de crecimiento de las plantas, se ha comprobado que aplicados foliar mente a los cultivos(tubérculo, hortalizas y frutales) es una concentración entre 20 y 50% se estimula el crecimiento, se mejora la calidad de los productos e incluso tiene cierto efecto repelente contra las plagas, pueden ser aplicados al suelo en concentraciones mayores, en el cuello de la plantas para favorecer el desarrollo radicular (INFOAGRO, 2010; citado por Mamani, 2014).

Según Clavijo (2017), los desechos orgánicos líquido que resultan de la descomposición anaeróbica de los estiércoles funciona como reguladores del crecimiento de las plantas, se ha comprobado que aplicados foliar mente a los cultivos en concentración de 20 a 50 % estimulan el crecimiento, mejoran la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas.

Sánchez (2004) mencionado por Quispe (2014), asevera que el uso de este tipo de abonos son hechos de materiales ya sea de la descomposición de los estiércoles y de

materia verde, pueden ser aplicados al suelo en concentraciones mayores, en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular. Este mismo autor señala, que los abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas, etc. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal.

Cuadro 3. Composición aproximada de materias orgánicas animales

Materia	N (%)	P205(%)	K2O	CaO	MgO	Sulfatos totales
Estiercol de cerdo	0.4	0.2	0.1	0.1	0.06	0.05
Estiercol de vaca	0.5	0.3	0.15	0.15	0.1	0.05
Estiercol de caballo	0.6	0.4	.....	.....	.....	.....
Estiercol de oveja	0.6	0.4	0.3	0.5	0.2	0.15
Estiercol de conejo	0.2	0.13	.....	.....	....	.....
Estiercol de gallina	0.14	1.4	2.1	0.8	0.25	0.2
Estiercol de lombriz	2	1	.....	.....	.....	.....

Fuente: Suquilanda mencionado por Copari (2014)

2.11.3. Cualidades del abono líquido

El abono líquido actúa como repelente fungicida foliar, tiene las propiedades de las hormonas de crecimiento vegetal y mejora la vida en el suelo, además desarrollan resistencia a las enfermedades de origen viral. Los cultivos responden bien al abono líquido, o incluso en el suelo contaminado e inactivos por el uso de venenos, cuando se aplica en cultivos deficientes nutricionalmente, el efecto de la aplicación es visible a las 24 horas. Para aplicación del abono líquido es preferible utilizar hojas de leguminosas, por su elevado contenido de nitrógeno (Restrepo,2001; citado por Clavijo, 2017).

2.12. El biol

El biol es considerado como un Fito estimulante complejo que al ser aplicado a las semillas o al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad de las raíces como incrementar la capacidad de fotosíntesis de las plantas, mejorando así sustancialmente la producción y calidad de las cosechas (Medina 1992), mencionado por Copari (2015).

Según INIA (2008), es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales: guano, rastros, etc., en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndola más vigorosas y resistentes.

Mamani (s/a), menciona que el biol es un fertilizante foliar de producción casera, que contiene nutrientes y hormonas de crecimiento como producto de la fermentación o descomposición anaeróbica (sin oxígeno) de desechos orgánicos de origen animal y vegetal.

Coello (2005), el biol es una fuente orgánica de fito reguladores capaz de promover actividades fisiológicas para estimular el desarrollo de las plantas sirviendo para las diferentes actividades orgánicas: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción en el follaje (amplía la base foliar) mejora la floración el vigor traduciendo en el momento de la cosecha.

Según Arana (2011), es un abono foliar orgánico que se obtiene como un producto del proceso de fermentación sin aire (anaeróbico) de materiales provenientes de animales y vegetales, como estiércol o resto de vegetales.

Es un abono foliar orgánico, también llamado biofertilizante líquido, que resulta de la fermentación en ausencia de aire (anaeróbica) de restos orgánicos de animales y vegetales. El biol contiene nutrientes de alto valor nutritivo que estimula el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas (Alvarez, 2010; citado por Mamani, 2014).

2.12.1. Proceso de elaboración de biol

Restrepo (2001), citado por Quispe (2014), menciona que el biol se puede en un recipiente de 200 l de capacidad que estén cerrados herméticamente. El biol se debe aplicar cuando el suelo esté húmedo, no se debe aplicar a frutos u hortalizas que van a ser consumidas en un tiempo muy reducido después de la cosecha.

Según Copari (2015), para la elaboración de los abonos orgánicos compuestos existen dos procesos, el anaeróbico (sin presencia del oxígeno), y el proceso de fermentación

aeróbica (en presencia de oxígeno), en ambos casos interviene microorganismos especializados y que llegan a transformar el estiércol y materia orgánica en fertilizantes altamente asimilables.

2.12.2. Proceso de fermentación del biol

Indica que los microorganismos transforman los materiales orgánicos, como el estiércol, la leche, el jugo de caña, en vitaminas (A, B, C y E), ácidos (cítricos, fumarico, láctico etc.) y minerales complejos indispensables para el metabolismo y perfecto equilibrio nutricional de la planta; al ser absorbida directamente por las hojas tonifican las plantas e impiden el desarrollo de enfermedades y el constante ataque de los insectos (Restrepo, 2001, citado por Espinal, 2009).

Suquilanda 1996, mencionado por Kama 2017, manifiesta que, para conseguir un buen funcionamiento del biodigestor, debe cuidarse la calidad de la materia prima o biomasa, temperatura de digester (25° a 35°C), la acidez del ph que debe estar de 7.0 y las condiciones anaeróbicas del digester que se cuándo esta herméticamente cerrado.

Según Soria (2001), mencionado por Quino (2016), indica que para asegurar el ciclo biológico de las bacterias en el proceso de biodigestor anaeróbica es necesario que se presenten las siguientes condiciones óptimas:

Temperatura, las bacterias mesofilicas completen su ciclo biológico en el ámbito de 15 a 40 °C con temperatura optima de 35°C. Las bacterias termofilicas cumplen sus funciones en el ámbito de 35 a 60 °C con una temperatura optima de 55°C.

Hermetismo, para que el proceso de digestión se lleve a cabo en forma eficiente, el tanque de fermentación debe estar herméticamente cerrado. Presión sub atmosférica, de 6 cm de agua dentro del digester se considera la presión óptima.

Tiempo de retención, es el tiempo promedio en que la materia es degradada por los microorganismos. se observado que a un tiempo corto de retención se produce mayor cantidad de biogás, pero en un residuo de baja calidad fertilizante por haber sido

parcialmente dirigido, pero por tiempos largos de retención se obtendrá un residuo bajo en biogás, pero con un afluente(resido) más degradado con excelente característica como fuente de nutrientes.

Relación C/N, la relación óptima es de 30:1, cuando la relación es más estrecha (10:1) hay pérdidas de nitrógeno asimilable lo cual reduce la calidad del material digerido. Si la relación es muy amplia (40:1) se inhibe el crecimiento debido a la falta de nitrógeno.

Porcentaje de sólidos, el porcentaje de sólidos óptimo para la mezcla a dirigir es de 7 a 9 % y se hace diluyendo el material orgánico en agua.

PH, en digestores operados con estiércoles bovino los valores óptimos de operación oscilan entre 6.7 y 7.5 con límites de 6.5 a 8.0.

Agitación, esta práctica es importante para establecer el mejor contacto de las bacterias con el sustrato.

2.13. Uso y aplicación de biol en las plantas

Según Jiménez (2011), el biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas sean ya de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas frutales, hortalizas, raíces tubérculos, al suelo o raíz.

Arana (2011), la aplicación en los cultivos es foliar (es decir, sobre las hojas) y la mejor hora de aplicación es por las mañanas (10 a.m.) y por las tardes (a partir de las 4 p.m.). las dosis y frecuencias dependen del estado del cultivo.

IICA (2015), lo primero es diluir el biofertilizante en agua y aplicarlo a las plantas con un mochila. se recomienda utilizar el líquido en dosis bajas y aplicarlo de manera frecuente ya que este producto tiene un efecto inmediato sobre las plantas, pero de corta duración. La dosis sugerida es lo siguiente 50 a 100 ml de biofertilizantes (biol) en 20 litros de agua limpia. También nos dice que no se debe aplicar el biol en hora de insolación por el alto riesgo de pérdida de nutrientes (sobre todo el nitrógeno) por evaporación.

Según Suquilanda (1996), mencionado por Guanopatin (2012), propone que el biol, no debe ser utilizado puro cuando se va aplicar al follaje de las plantas, sino en desilusiones. La desilusión recomendada puede ser desde el 25% al 75%, mediante la presencia de hormonas vegetales que regulan y coordinan las funciones vitales que se reproducen en células meristemáticas y pueden ser transportadas desde el lugar que son sintetizadas células a células o por los vasos, no suelen actuar de forma aislada, que provocan la elongación y división de la célula de este modo contribuyen al crecimiento.

El biol es un abono natural, denominado también biofertilizante líquido, puede ser utilizados para diferentes cultivos, principalmente hortalizas y planta de ciclo corto, en plantas que han sufrido daños por heladas, granizadas y bajas temperaturas, quemaduras de diferente naturaleza y en plantas desnutridas, los efectos de biol son muy rápidos y verificables (Estrada,2007, citado por Kama, 2017).

2.13.1. Aplicación foliar

Chilon (1997), mencionado por Espinal (2009), indica que, en las partes aéreas de las plantas, las hojas son más activas en la absorción de las sustancias aplicadas, pues estos tienen mayor superficie expuesta. La efectividad de la fertilidad foliar dependen de un gran número de medidas tales como la cantidad absorbida de sustancias y su traslado por los conductos flemáticos.

El mismo autor menciona que en la nutrición foliar se pulveriza la solución nutritiva en la parte aérea de la planta, tratando de hacer en la mayor medida en la cara inferior de la hoja, pues allí es mayor el grado de absorción; en la fertilización foliar hay una rápida absorción de nutrientes por parte de la planta.

La fertilización foliar, también llamada apigea, no radical, extra radical es un método por el cual se aporta nutrientes a las plantas a través de las hojas, básicamente en disoluciones acuosas, con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo o bien para corregir deficientes específicas en el mismo periodo de desarrollo del cultivo (Ortuño et al,2010; citado por Núñez, 2016).

Al aplicar en la parte foliar el biofertilizante biol, se debe realizar en las primeras horas de la mañana, más o menos hasta las diez, y en las tardes, después de las cuatro, ya en estos horarios hay una mayor asimilación de los biofertilizante por haber una mayor apertura de las estomas (Restrepo, 2009; citado por Villalobos,2013).

2.13.2 Frecuencia de aplicación de biol

La fertilización foliar, así como la aplicación de riego deben realizarse por las tardes, debido a que las intensidades de los rayos solares provocan la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas que impiden una asimilación efectiva de nutrientes (Paye, 2011; citado por Mamani, 2014).

2.13.3 Concentraciones de biol

Según Martín 2007, mencionado por Mamani (2014), indica que el biol no presenta olores y reduce la existencia de moscas; también indica que puede ser usada como fertilizante foliar en una concentración de 25% de biol con un 75% de agua (relación 1:3).

2.13.4 Absorción de los abonos orgánicos por la planta

Rodríguez (1989), mencionado por Copari (2015), nos indica que los factores que influyen en la absorción foliar son principalmente la temperatura, a medida que aumenta la temperatura por ejemplo entre 20 a 26° C. la cutícula se ablanda y el agua es más fluida aumentándose entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada. Después de los 28° C. comienza a producirse el secado superficial disminuyendo la absorción de la solución.

El mismo autor menciona que cuando aumenta la humedad relativa ambiental la permanencia de las gotas de solución en la superficie foliar es mayor aumentando la probabilidad de su absorción. Las hojas de mayor juventud tienen mayor probabilidad de absorción que las viejas. También influyen las características químicas en la solución aplicada, por ejemplo, se difunden a nivel foliar en mayor grado, los fosfatos y citratos de potasio, que los cloruros y nitratos. El factor luz es importante para una

óptima fotosíntesis, en consecuencia, abra una energía disponible para la absorción activa de los nutrientes.

La efectividad de la fertilización foliar en gran medida de la calidad absorbida del elemento a través de la superficie (siendo importante la composición química de las hojas) y de su traslado por los conductos floemáticos, requerido en gasto de energía metabólica. Estos elementos nutritivos deben atravesar la cutícula, las paredes (primarias y secundarias) y a membrana plasmática hasta llegar al interior de la hoja (Rodríguez, 1989; citado por Clavijo, 2017).

Estos atraviesan la cutícula penetrando a la hoja a través de la célula de la epidermis por unas finas estructuras microscópicas, que se extiende desde la superficie interna de la cutícula hasta la membrana citoplasmática a través de las paredes celulares de la epidermis (Armas, 1988; citado por Kama, 2017).

2.13.5 Ventajas de biol como fertilizante

Según Vargas (2014), es una fuente orgánica de Fito reguladores en pequeñas cantidades capaces de promover las actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas.

Mamani P, et al (2017), señalan las ventajas que tiene el biol como fertilizante orgánico son:

-) Promueve la actividad fisiológica y estimula el crecimiento y el desarrollo de las plantas.
-) Aumenta el rendimiento y mejora la calidad de los productos.
-) Mejorar el vigor del cultivo lo cual ayuda a soportar con mayor eficacia el ataque de las plagas y enfermedades.
-) Promueve la recuperación del cultivo luego de un daño de heladas o granizadas.
-) Es un producto orgánico porque solo requiere de insumos naturales para su elaboración.
-) Al ser un producto natural su aplicación es fácil y no necesita protección.

2.14. Carpas solares

Van Rijckeghem, mencionado por Mendoza (2011), manifiesta que la carpa solar es un ambiente apropiado para el cultivo de verduras, de cierta altura donde una persona puede caminar dentro, y se combate de manera eficiente y económica el frío del altiplano; existe varios modelos como doble agua, media agua, túnel, etc.

Según FAO (2012), nos permite controlar el ambiente interno modificando el clima y creando las condiciones para el desarrollo de los cultivos en cualquier época del año, cosechas en menor tiempo donde facilita el control de plagas y enfermedades del cultivo.

2.14.1. Importancia de los ambientes atemperados en el altiplano boliviano

Los ambientes atemperados tienen un papel principal de elevar las temperaturas, en particular las temperaturas mínimas y luchar así contra el riesgo de las heladas. La elevación de la temperatura ambiental durante el día, así como la humedad, permite además un desarrollo más rápido del cultivo y una producción mayor. Los ambientes atemperados constituyen una alternativa al problema de la producción en el altiplano y a la excesiva presión sobre la tierra. También constituye una tecnología apropiada por sus características de uso de mano de obra directa intensiva, de uso fácil y de costos relativamente bajos, puesto que se busca el uso de materiales locales Avilés mencionado por Mendoza (2011).

El objetivo principal es de los ambientes atemperados en el altiplano es el de permitir la disponibilidad permanente de hortalizas frescas, que vayan a mejorar la dieta de la población. Añade que las características de los ambientes atemperados es aprovechar fundamentalmente la energía solar (Hartman,1990; citado por Gutiérrez, 2005).

2.14.2. Carpa modelo dos aguas

Según Quispe (2014), nos menciona que se trata de una de las estructuras más antiguas, muy usados en nuestro país. La pendiente del techo es variable según la radiación y pluviometría (variando normalmente entre 15 y 35°). Las dimensiones del

ancho varían entre 6 y 12m (incluso mayores), por largo variable. Las alturas de los laterales varían entre 2,0-2,5m y la de cumbrera 3,0-3,5m (también se construyen más bajos que los señalados, pero no son recomendables).

2.14.3. Factores físicos ambientales

2.14.3.1. Orientación

FAO (2012), el invernadero debe tener una orientación de este a oeste en su parte longitudinal para que tenga mayor tiempo de exposición al sol el techo debe tener caída al norte y la puerta se coloca a lado donde exista menor cantidad de viento.

Es muy importante situar la carpa solar donde se capte la mayor concentración de luz, y cerca de una fuente de agua (pozos, riachuelo, etc.) en cuanto al suelo, elegir con preferencia terrenos planos; lugares desprotegidos donde no exista árboles que puedan proyectar sombras a la carpa solar (Flores y Bernart, 1996; citado por Nuñez, 2016).

2.14.3.2. Humedad relativa

Hartmann citado por Quispe (2014), afirma que la mayoría de las plantas se desarrollan bien en ambientes donde la humedad relativa fluctúa entre 30 y 70%, debajo del 30% las hojas y tallos se marchitan, en humedad por encima de 70%, la incidencia de enfermedades es un serio problema.

La mayoría de las plantas desarrollan en un medio ambiente de humedad relativa del aire que oscila entre los 30 – 70 %, una baja humedad relativa en las plantas provoca marchites y por un excesivo invita a la proliferación de plagas y enfermedades (Flores, 1996; mencionado por Marino, 2017).

Serrano (1979), citado por Blanco 2013), menciona que la humedad relativa de la atmósfera del invernadero interviene en la transpiración, en el crecimiento de los tejidos, en la fecundación de las flores y en el desarrollo de las enfermedades criptogámicas.

2.14.3.3. Luminosidad

La luminosidad interviene en la fotosíntesis y el en fotoperiodo que es la influencia que tiene la duración del día solar en la floración de los vegetales, también el fototropismo, en el crecimiento de los tejidos, en la floración y en la maduración de los frutos (Serrano,1979; mencionado por Rocha, 2014).

La luminosidad interviene en la fotosíntesis y en el fotoperiodismo (influencia que tiene la duración del día solar en la floración de los vegetales); también el fototropismo en el crecimiento de los tejidos, en la floración y en la maduración de los frutos (Serrano 1979, citado por Blanco, 2013).

2.14.3.4. Temperatura y ventilación

Todas las plantas par buen desarrollo precisan de una óptima temperatura que oxila entre 5 – 25°C, una baja temperatura ocasiona un estrés en el crecimiento y finalmente la marchitez total de la planta, por el contrario, si hubiera excesiva temperatura crecerán débiles y lánguidas sin frutos para obtener excelente rendimiento es necesario planificar los cultivos de acuerdo a las épocas mencionado por Laura (2013).

Las temperaturas influyen en las funciones vitales vegetales siguientes, transpiración, respiración y fructificación. Las temperaturas máximas y mínimas que soportan la mayoría de los vegetales están comprendidas entre 0 y 70 °C, fuera de estos límites casi todos los vegetales mueren o quedan en estado de vida latente (Serrano, 1979; citado por Rocha, 2014).

La ventilación en los invernaderos es importante para los resultados del cultivo ya que gracias a la ventilación sale el aire caliente hacia afuera atreves de las aberturas donde puede estar controlada en forma manual.

En efecto, un aumentó en la ventilación bajará la temperatura y generalmente también la humedad relativa a no ser qué el aire exterior este sumamente húmedo mencionado por Marino (2017).

Una mala ventilación puede traer consigo situaciones ambientales no adecuadas para el cultivo, que puede reflejarse en una dinámica de mayor crecimiento longitudinal y debilidad de las plantas, así como también la proliferación de plagas y enfermedades (Flores,1996; citado por Núñez, 2016).

2.15. Sistemas de siembra en hortalizas

2.15.1. Siembra directa

Blanco (2013), se hace directamente sobre la parcela. Así se siembran: acelga, rabanito, pepino, arveja, habas, beterraga, nabo, zanahoria, y espinacas. Al momento de la siembra se marca el surco y se riega, se agrega abono compuesto y se siembra (la profundidad del tamaño de la semilla), tapamos la semilla con abono y apisonamos suavemente. Cubrimos con tierra y regamos con lluvia fina (se recomienda el uso de la regadera).

Según Toledo (2003), señala que la siembra directa requiere una preparación minuciosa del terreno el cual debe quedar suficientemente mullido para que la semilla sea ubicada a la profundidad requerida (1-2 cm) y adecuadamente cubierta. Es indispensable también una buena nivelación de terreno, para la distribución uniforme de la semilla.

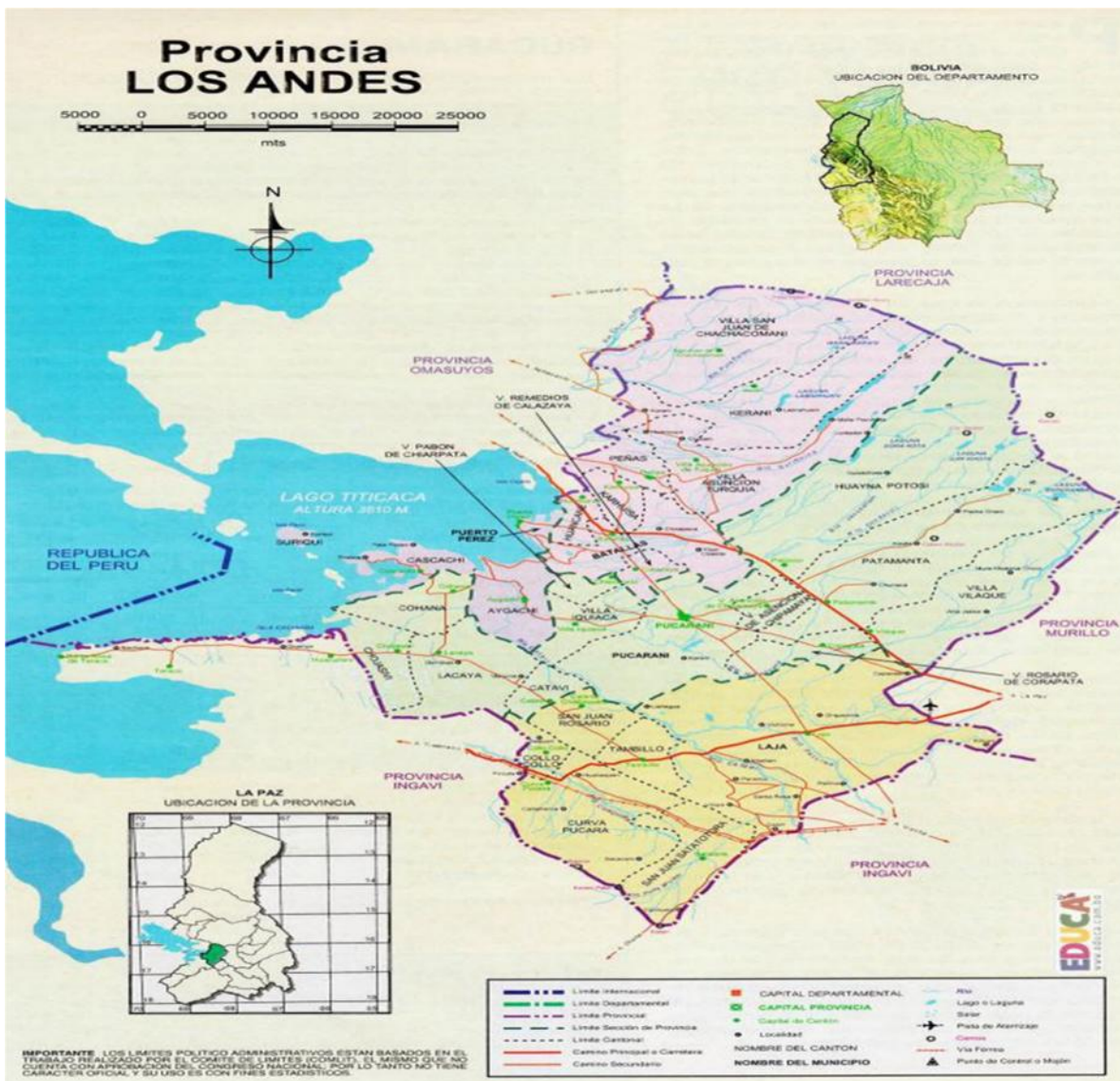
2.15.2. Siembra en almacigueras

Mendoza (2011), indica que las almacigueras son utilizadas para germinar semillas y acelerar el desarrollo de algunos cultivos durante la primera etapa de su crecimiento (lechuga, repollo, coliflor, brócoli, tomate, etc.). posteriormente las plántulas son trasplantadas a campo abierto o a un ambiente atemperado, según las características del cultivo, para que allí se desarrolle hasta la cosecha.

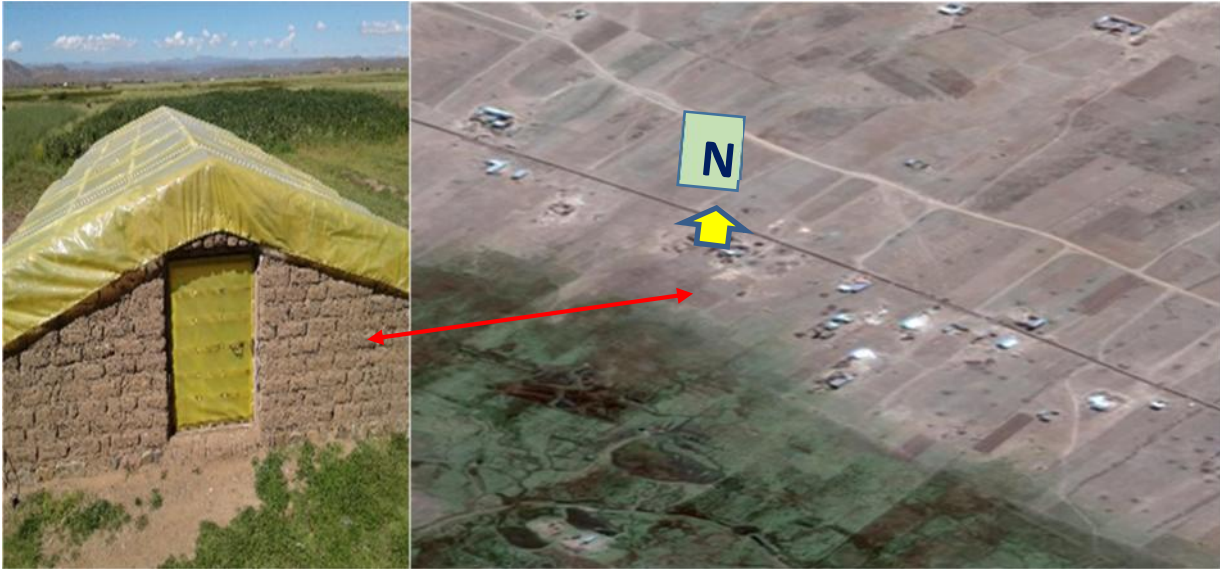
3. LOCALIZACION

3.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en el municipio de Pucarani primera sección de la provincia Los Andes está ubicado al oeste de departamento de La Paz, que tiene una extensión 1658 km a una distancia respecto de la ciudad de La Paz de 55 km se encuentra a 16°38'96,15" latitud Sur y 68°42'48,50" longitud Oeste, la altitud promedio es de 3820 m.s.n.m.



Fuente: EDUCA (s/a). Recuperado de <http://www.educa.com.bo.provincia-los-andes-mapa>
Figura 1. Ubicación geográfica: Departamento de La Paz - Provincia Los Andes



Fuente: Google Earth, 2019

Figura 2. Ubicación geográfica del trabajo

3.2. Características Climáticas

Se caracteriza por ser una zona fría con un promedio de 7.5 °C las temperaturas más frías se presentan en el periodo de mayo - agosto con un promedio de hasta -10 °C las temperaturas más elevadas entre agosto y diciembre con temperaturas hasta 19.7 °C y una precipitación pluvial promedio es de 576 mm/año, registrándose un nivel mayor de precipitación Diciembre, enero y febrero.

3.3. Suelo

La región del municipio de Pucarani presenta, por la complejidad de su topografía, características físicas de textura variables como suelos de textura arenosa poco profundas, franco arenoso a arcillosa moderadamente profundas y suelos pedregosos. Tiene suelos profundos y franco arenosos.

3.4. Vegetación

La vegetación se caracteriza por tener especies del lugar poaceas perennes, especies arbóreas tales como pino (*Pinus radiata*), kishuaras (*Buddleia coriacea*) y keñuas (*Polilepis incana*), sauce (*Salix alba*) ...etc. y entre las especies nativas se tiene chiji

(*Poa annua*), chilligua (*Festuca dolichophylla*), ovillo (*Dactylis glomerata*), crespillo (*Calamagrostis vicunaru*), Sikuya (*Stipa ichu*).. etc.

3.5. Actividad agrícola

Esta zona cuenta con los cultivos agrícolas anuales como ser papa (*Solanum sp.*), quinua (*Chenopodium quinoa*), avena (*Avena sativa*), haba (*Vicia faba*), oca (*Oxalis tuberosa*) y papalisa (*Ullucus tuberosus*).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Material vegetativo

En el presente trabajo de investigación se utilizó dos variedades de brócoli de la especie híbrido que se adquirió en la semillera del mercado Rodríguez, del departamento de La Paz, las cuales fueron seleccionados de acuerdo a su buena productividad y adaptabilidad que se detallan a continuación:

Cuadro 4. Descripción de la variedad de Castle dome

variedad Castle dome	
Adaptabilidad	Zonas frías y templadas
Germinación	98%
Ciclo	Altamente precoz
Cabeza	Convexa, compacta y granulometría fina y media de color verde
Planta	Altura mediana
Suelos	Textura ligera
Ph	5.5 a 6.8
Inicio de la cosecha	60 a 75 días después del trasplante

Fuente: En base a Seminis (2004-2018) y Luna (2017)

Cuadro 5. Descripción de la variedad de Legasy

Variedad de Legasy	
Adaptabilidad	Zonas frías y templadas
Germinación	97%
Ciclo	Altamente precoz
Cabeza	Compacta con granos medianos a pequeños de color grisáceo
Planta	Altura mediana
Suelos	Textura ligera
Ph	5.5 a 6.8
Inicio de la cosecha	85 a 90 días después del trasplante

Fuente: En base a Seminis (2004-2018) y Luna (2017)

4.1.2 Material biológico

- Estiércol fresco de bovino
- Agua de pozo (sin presencia de cloro)
- Alfalfa del lugar
- Leche
- Chancaca
- Tripas de pescado

4.1.3 Material de campo

- Picota
- Chonta
- Azadón
- Estacas
- Rastrillo
- Carretilla
- Pala
- Envases plásticos
- Balde
- Pala
- Marbetes
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Manguera 3 m.
- Cinta métrica
- Turril
- Botella plástica 2 l
- Mochila aspersor 20 l

4.1.4 Material de gabinete

- Computadora portatil
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de registro
- Regla
- Lapicero
- Papel de escritorio
- Calculadora científica

4.1.5 Material de laboratorio

- Balanza de precisión
- Vernier
- Termómetro de máxima y mínima

4.2 Métodos

4.2.1 Procedimiento Experimental

4.2.1.1 Ambiente atemperado

Para llevar a cabo el trabajo de campo de esta investigación se efectuó la inspección del sitio y la verificación de los elementos necesarios (agua, infraestructura, acceso al sitio, entre otros) el trabajo de campo se realizó en un ambiente atemperado el modelo es de dos aguas, las paredes laterales y frontales son de adobe, la cubierta del techo era de agrofilm, consta de ventanas ventiladoras y una puerta el ambiente era adecuado para la producción.

4.2.1.2 Elaboración de Biol

Para realizar el trabajo de investigación se preparó envase a estiércol de bovino del lugar tomando la relación 1:2 (1 kg de estiércol en 2 litros de agua) recomendado por Ramos y Avalos (2003) mencionado por Quispe (2014). Para la elaboración del Biol se prepara en un turril de plástico de 50 litros donde se acomoda en una esquina de carpa solar para fermentación por el tiempo de tres meses siguiendo los siguientes pasos:

Primero se disolvió en 25 litros de agua 12.5 kg de estiércol fresco de bovino, luego disolver en 5 litros de agua 1 litro de leche y 1 litro de melaza, alfa alfa picada, 1 kilo de tripas de pescado, después agregaremos en el turril plástico de 50 litros y se completara el volumen total del recipiente hasta los 48 litros de su capacidad luego disolverlo completamente y tapar herméticamente el recipiente para que no existe ninguna fuga o entrada de aire el inicio de la fermentación del Biol.

Esta preparación del biol se realizó antes de la siembra del cultivo de brócoli para su respectiva aplicación en el cultivo.

4.2.1.3 Preparación del sustrato para la almaciguera

Para obtener buen prendimiento de plantines debemos tener muy bien preparado nuestro sustrato, se sigue el siguiente proceso primero se utiliza 3 partes de tierra del lugar, segundo 2 partes de estiércol de ovino y 4 partes de arena fina extraída del lugar. Luego de procedió a desinfectar el sustrato con 10 litros de agua hervida para eliminar la presencia de patógenos.

4.2.1.4 Almacigado

El almacigado de las dos variedades de brócoli se realizó en dos cajas de madera de 40 x 60 centímetros al voleo a una profundidad de 3 a 4 milímetros tapándola superficialmente con un pedazo de madera, posteriormente se regó cuidadosamente día por medio.



Figura 3. Porcentaje de emergencia en almacigo de las dos Variedades de cultivo de brócoli

4.2.1.5 Preparación del terreno

Se realizó la limpieza del terreno de todo residuo vegetal para realizar la remoción de suelo, posterior a ello se procedió al nivelado del suelo para evitar el encharcamiento de agua. También se realizó la división de la unidad experimental.



Figura 4. Preparación del terreno y nivelación para el cultivo de las dos variedades de brócoli

4.2.1.6 Muestra del suelo

Antes de la siembra se tomó muestras del suelo de la carpa solar al azar empleando el método zigzag, para su respectivo análisis físico-químico del suelo, donde se tomó 10 submuestras, fueron bien mezclados y homogenizados formando una sola muestra compuesta posteriormente mediante el método cuarteo se obtuvo la muestra representativa aproximadamente de 1 kg.

4.2.1.7 Trasplante

A los 30 días las plántulas ya tenían de 3 a 4 hojas verdaderas se tomaron para su respectivo trasplante las plántulas más vigorosas en lo cual se realizó los hoyos de 10 centímetros aproximadamente con mucho cuidado para no romper la raíz las plantulas con la ayuda de una madera se introdujo cada uno de los plantines hasta el nudo sin dañar la raíz cuidadosamente a una distancia de 30 centímetros entre plantas y entre surcos. El trasplante se realizó al atardecer cuando el ambiente esta óptimo para el trasplante.



Figura 5. Trasplante a terreno definitivo del cultivo de brócoli

4.2.1.8 Aplicación del Biol y toma de datos

La aplicación de biol se realizó con una mochila aspersora de 20 litros vía foliar mojando bien el follaje de la planta a diferentes concentraciones como ser: 0%, 25%, 50% y al 75% de biol, en las diferentes unidades experimentales. A partir del día 15 después del trasplante con un intervalo de cada 15 días realizando un total de 4 aplicaciones.

Para la toma de datos se realizó cada 15 un día antes de la aplicación del biol.

4.2.1.9 Labores culturales

4.2.1.9.1 Abonado

El abonado se realizó aplicando las diferentes concentraciones de biol al 0 – 25 -50 - 75 % en el follaje de las plantas para evitar el empobrecimiento de nutrientes del suelo.



Figura 6. Aplicación de abono foliar en el cultivo de brócoli

4.2.1.9.2 Reposición

La reposición se realizó a los 7 días después del trasplante para reemplazar los plantines muertas.

4.2.1.9.3 Aporque

se realizó el aporque en el ciclo del cultivo con el fin de tener una buena aireación de la raíz por la compactación del suelo que se tenía por las diferentes actividades y para evitar que las raíces queden a la vista.

4.2.1.9.4 Riego

En el almacigado el riego fue cuidadosamente aplicado día por medio, en el trasplante también se aplicó el riego día por medio hasta el prendimiento y luego de esta fase la frecuencia de riego fue 2 veces a la semana de acuerdo a la capacidad de campo riego por inundación.



Figura 7. Riego por inundación en las parcelas experimentales del cultivo de brócoli

4.2.1.9.5 Control de malezas

Con el fin de evitar la competencia que pueda tener las malezas con el cultivo ya sea de nutrientes, agua y luz, como también para evitar las plagas hospederas que viven en ellas se realizó el desmalezado cada 15 días hasta el momento de la cosecha.

4.2.1.10 Cosecha

Leñado (2009), mencionado por Gómez (2012), las pellas de los brócolis son seleccionados por tamaño y grado de compactación de la cabeza o inflorescencia.

Según Valadez (1993), menciona que para la cosecha del brócoli se utiliza dos indicadores físicos: tiempo y el diámetro y/o firmeza de la parte comestible.

Tiempo, cuando tenga una edad de 7^a a 75 días (ya sea en verano o en otoño) se efectúa el primer corte.

Diámetro y firmeza, cuando la parte comestible está llegando a su etapa de corte o cosecha, la cabeza principal puede alcanzar un diámetro de 25 a 35 cm, y esta debe estar lo más firme y compacta posible.

Las pellas fueron cosechadas cuando estaban formadas, compactas y presentaban un color verde azulado y muy brillante. El corte de la pella se realizó en horas de la

mañana para evitar la deshidratación del producto y de forma manual con un cuchillo 10 a 15 centímetros antes de la cabeza comercial o pella.



Figura 8. Cosecha de las pellas de las dos variedades de brócoli

4.2.1.11 Tratamientos fitosanitarios

No se realizó ningún tratamiento fitosanitario; se encontró pulgón aislado de la planta no se presentó.

4.2.2 Diseño Experimental

El diseño que se utilizó para la distribución de unidades experimentales he interpretación de los datos es el diseño completamente al azar en un arreglo bifactorial Calzada (1990).

4.2.2.1 Análisis estadístico

Se realizó el análisis estadístico en el paquete InfoStat que sirve para la obtención de estadísticas inferenciales y gráficas para el análisis experimental.

Se realizó el análisis de varianza de todas las variables mencionadas, la comparación de medias mediante la prueba de Duncan al 5%, asimismo se determinó la regresión y correlación lineal entre los días de desarrollo con la atura de planta.

4.2.2.2 Modelo lineal

$$Y_{IJK} = \mu + B_j + \alpha_k + B_{j.k} + E_{I_i}$$

Dónde:

Y_{IJK} = Observación cualquiera.

μ = Media poblacional

B_j = Efecto del j - ésimo nivel de variedades de brócoli

α_k = Efecto de k - ésimo niveles de Biol

$B_{j.k}$ = Efecto del j - esimo nivel de variedades, con el k - esimo nivel niveles de Biol (interacción A*B)

E_{I_i} =Error experimental

Fuente: Calzada (1990)

4.2.2.3 Tratamientos

Factor A (variedades) V_1 = Castle dome V_2 = Legasy

Factor B (Niveles de Biol) N_0 =0% N_1 =25% N_2 =50% N_3 =75%

Las que contaron con 3 repeticiones, precisando 24 unidades experimentales las combinaciones de los tratamientos interactuados resultan en 8 tratamientos, que se presentan en lo siguiente:

T1= $V_1 N_0$ variedad de castle dome al 0% Biol

T2= $V_1 N_1$ variedad de castle dome al 25% Biol

T3= $V_1 N_2$ variedad de castle dome al 50% Biol

T4= $V_1 N_3$ variedad de castle dome al 75% Biol

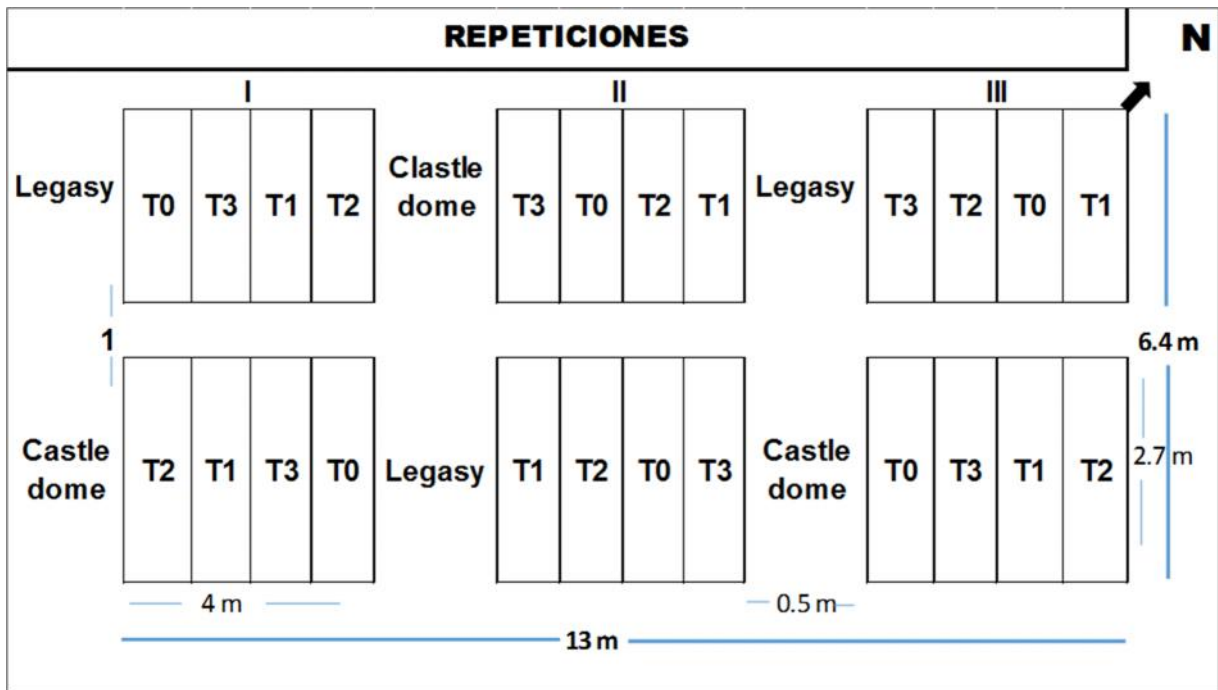
T5= $V_2 N_0$ variedad legasy al 0% Biol

T6= $V_2 N_1$ variedad legasy al 25% Biol

T7= $V_2 N_2$ variedad legasy al 50% Biol

T8= $V_2 N_3$ variedad legasy al 75% Biol

4.2.2.4 Croquis del experimento



4.2.3 Variables de respuesta del brócoli

Para los parámetros de las variables de respuesta se evaluaron a partir de los 15 días después del trasplante cada dos semanas hasta la cosecha para cumplir con los objetivos planteados tomando en cuenta las siguientes variables:

a) Porcentaje de plantas emergidas

Se contabilizó el número total de plantas emergidas en la primera semana y luego en la segunda semana en (%).

Donde se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de plantas emergidas} = \frac{\text{numero de plantas emergidas}}{n^{\circ} \text{ de semillas}} * 100$$



Figura 9. Porcentaje de emergencia de las dos variedades de cultivo de brócoli

b) Altura de planta

La altura de la planta es la distancia más corta entre el límite más alto del tejido fotosintético principales de esa planta (excluyendo las inflorescencias) y el nivel del suelo.

Se realizó la medición de la longitud a partir del tallo de la base del suelo hasta una altura promedio de las ultimas hojas de las plantas muestreadas (cm).



Figura 10. Altura de planta del cultivo de brócoli

c) Número de hojas por planta

Se procedió a contar el número de hojas de las plantas muestreadas desde que se observa las hojas verdaderas durante todo el experimento en las unidades experimentales porque es una variable muy importante para evaluar el efecto del biofertilizante.



Figura 11. Numero de hojas por planta del cultivo de brócoli

d) Diámetro del tallo

Para esta evaluación se realizó la medición del tallo con la ayuda del calibrador vernier a una altura de 2 cm a partir de la base del cuello de la planta donde se midió cada una de las plantas muestreadas en (cm).



Figura 12. Diámetro de tallo de la planta de cultivo de brócoli

e) Diámetro de las pellas

Para la medición del diámetro de las pellas se empleó el calibrador vernier se midió nada más las plantas muestreadas de la unidad experimental (cm).



Figura 13. Diámetro de pella de la planta del cultivo de brócoli

f) Días de la cosecha

Se contó el número de días desde el trasplante hasta el día de la cosecha del cultivo del brócoli.

g) Peso promedio de las pellas

Cada una de las pellas se pesó en una balanza electrónica en el momento de la cosecha se tomaron las plantas muestreadas (g)



Figura 14. Peso promedio de pella del cultivo de brocoli

h) Rendimiento de pellas

Se determinó al pesar las pellas de plantas muestreadas más de 2 a 4 hojas tiernas después de la cosecha la unidad que se utilizó es g/m^2 en el cual lo transformamos en kg/ha.



Figura 15. Rendimiento de pella del cultivo de brócoli

4.2.4 Análisis económico

a) Beneficio bruto

El beneficio bruto es la cantidad de dinero que nos genera la producción sin descontar los gastos que se realizó en todo el proceso de producción la fórmula que se uso es:

$$IB = R * PV$$

IB = Ingreso bruto

R = Rentabilidad

PV = Precio de venta

b) Relación beneficio neto

Para obtener el beneficio neto fue restado el ingreso bruto, menos el costo de producción a lo largo del ciclo para ello usamos la fórmula:

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

BN = Beneficio neto

IB = Ingreso neto

CP = Costo de producción

c) Relación beneficio/costo

Es la capacidad de generar rentabilidad en lo cual se puede recomendar al agricultor cual es el mejor tratamiento en el estudio que realizo para mejorar sus ingresos económicos como también se decir es análisis de los costos parciales.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El presente trabajo de investigación se realizó para establecer el efecto de las cuatro concentraciones de biol en la producción de dos variedades de brócoli, es decir, encontrar la concentración apropiada y la variedad adecuada con la cual se pueda obtener mayor rendimiento.

5.1 Comportamiento de la temperatura en el ambiente

Las variaciones de temperatura durante el experimento dentro del ambiente atemperado, para cada mes, ya sea tanto máximas como mínimas se indica en el Cuadro 6, muestran las fluctuaciones. Estas temperaturas se registraron con un termómetro de máximas y mínimas, en cual estaba ubicadas al centro del ambiente protegido.

Cuadro 6. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ciclo del cultivo

Temperatura °C	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Maxima	30.55	28.03	28.19	27.78
Minima	9.85	8.44	6.86	2.85
Media	20.21	18.23	17.52	15.33

En la Figura 16, se observa que la temperatura máxima alcanzó en el mes de marzo con 30.55 °C, la temperatura mínima más bajo llegó a registrar durante el mes de junio con 2.85 °C, a lo largo del ciclo del cultivo de brócoli.

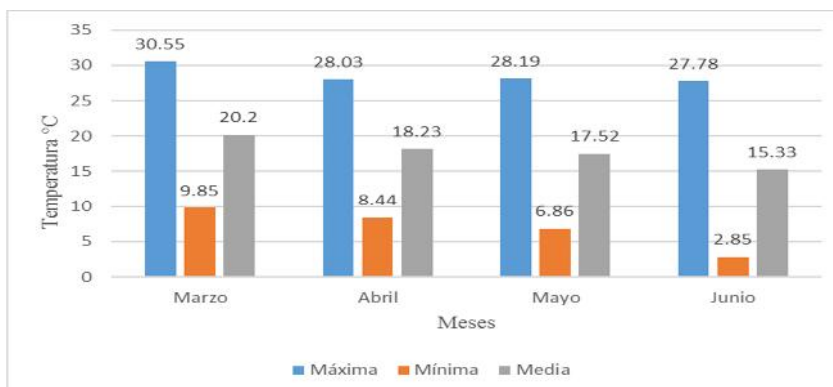


Figura 16. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ciclo del cultivo

Luna (2017), señala que según la teoría y la práctica de campo el brócoli durante su fase de desarrollo necesita una temperatura promedio de 16°C, se verifico mediante la toma de datos a diario donde se tiene las temperaturas máximas, mínimas y medias de las cuales se encontró una temperatura promedio de 17.8°C lo cual nos asegura que el ambiente fue adecuado para el cultivo de brócoli.

5.2. Porcentaje de emergencia (%)

En el porcentaje de emergencia la variedad Legasy alcanzo 97%, frente a la variedad Castle dome con 98%, se obtuvo los datos a los 15 días después de la siembra con la siguiente formula:

$$\% \text{ de plantas emergidas} = \frac{\text{numero de plantas emergidas}}{n^{\circ} \text{ de semillas}} * 100$$

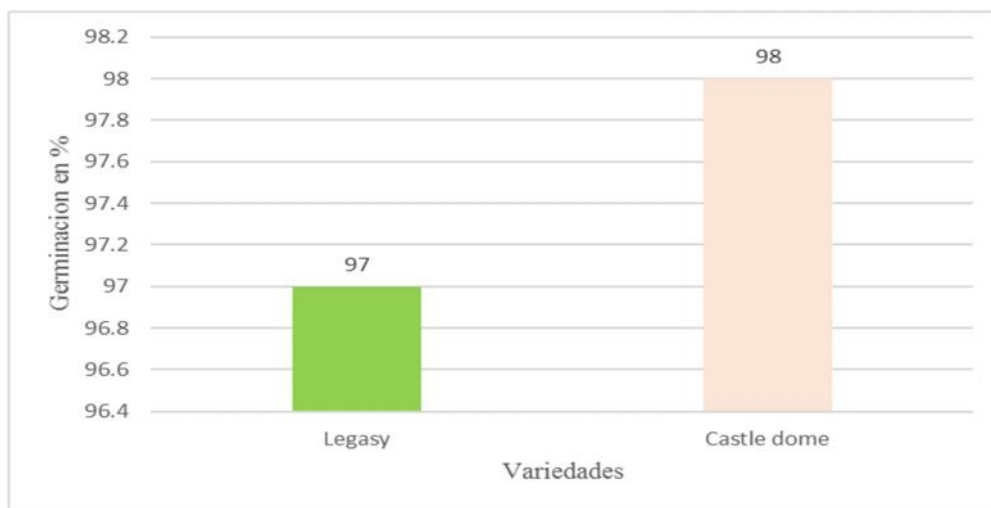


Figura 17. Promedio de porcentaje de emergencia en las dos variedades

En la Figura 17, se muestra los datos comparando según Seminis (2012), a lo que indica el 99 % de germinación, de las dos variedades Legasy y la variedad Castle dome, las dos variedades llegaron a alcanzar el mismo % de germinación.

Luna (2017), menciona que obtuvo un promedio de germinación al 96% en la variedad Legasy, los datos obtenidos en el trabajo son similares.

5.3 Altura de planta

Los resultados que se observa en el Cuadro 7, muestra el análisis de varianza para la variable altura de planta, con respecto al coeficiente de variación y se obtuvo un valor de 8.98%, cuyo resultado demuestra que se realizó un buen manejo de las unidades experimentales porque se encuentran dentro de los rangos de aceptación.

Cuadro 7. Análisis de varianza para altura de planta de brócoli

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de L.	Cuadrados medios	F	p-valor
Variedades	604.01	1	604.01	14	0.0017**
Biol	71.27	3	23.76	0.6	0.6489 NS
Variedades*Biol	92.01	3	30.67	0.7	0.5527 NS
Error	678.51	16	42.41		
Total	1445.8	23			

Descripción: C.V. = 8.98%, ns = no significativo, * = significativo, ** = altamente Significativo

En el Cuadro anterior se puede observar, que no existe diferencias significativas con el factor B (Biol), al igual que la interacción de variedades de brócoli y biol, lo que da entender que el biol no tuvo influencias en la altura de planta de las variedades y la interacción muestra que cada factor es independiente.

Al contrario, existen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en el desarrollo de la altura de planta, dentro del factor A (variedades).

Para constatar los anteriores resultados estadísticos el Cuadro 8, presenta la prueba de Duncan al 5 % para altura de la planta entre las variedades.

Cuadro 8. Prueba de Duncan del efecto de las variedades sobre la altura de planta.

Variedad	Promedio (altura de planta)	Prueba de Duncan 5%
Legasy	77.57	a
Castle dome	67.53	b

El Cuadro 8 y la Figura 18, estadísticamente indica que existe diferencias significativas entre las variedades, donde la variedad Legasy obtuvo un mayor desarrollo con una media de 77.57 cm, esto debido a las características genéticas que permitió que asimilara la absorción de los nutrientes frente a la variedad Castle dome con 67.53 cm en altura de planta.

Luna (2017) registro en promedio una altura de 52.23 cm en la variedad Legasy, atribuye las características genéticas siendo esta con mayor altura a comparación a la variedad UG2111 que midió 45.10 cm dentro de las tres densidades de plantación. En el presente estudio ocurrió un crecimiento similar.

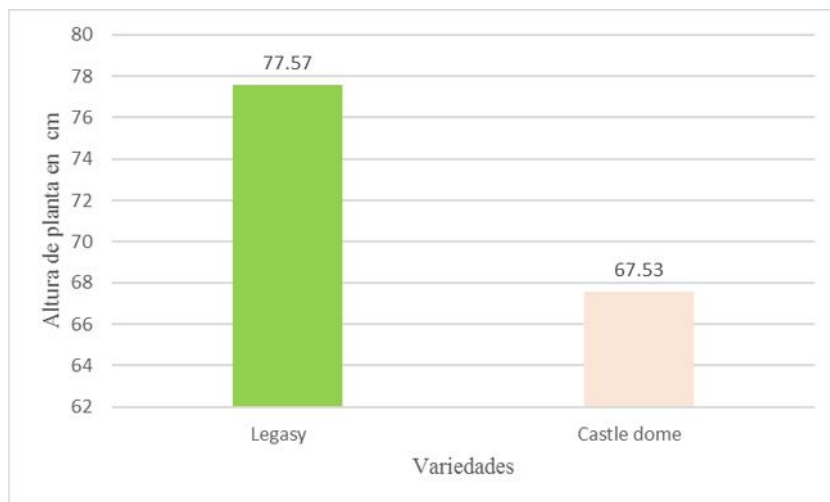


Figura 18. Promedio de altura de planta en las variedades

Esto probablemente se deba a la época de siembra, temperatura y humedad; al respecto Mamani y Rondo (2004), mencionado por Quispe (2014), afirma que la característica en el crecimiento en altura de planta está determinada por el carácter

genético de cada variedad y las características ambientales, sustrato y la nutrición que se les proporciona a las plantas.

Cuadro 9. Promedios de concentraciones de biol sobre la altura de la planta de brócoli

Biol	Medias (cm)	Error experimental
50	75.47	2.66
75	72.01	2.66
25	71.73	2.66
0	71.02	2.66

En el Cuadro 9, muestra los promedios de altura de planta en las concentraciones de biol, donde la concentración al 50 % obtuvo 75.47 cm, la concentración al 75 %, obtuvo 72.00 cm, la concentración al 25 %, obtuvo 71.73 cm y la concentración al 0 % obtuvo 71.00 cm.

El análisis de regresión lineal entre la altura de planta en función de los días de desarrollo es altamente significativo ($p < 0.01$) la variedad de Castle dome con un coeficiente de correlación de (0.85), como puede observarse en el Cuadro 10 y la Figura 19. Esta relación ($y = 13.24 + 0.7x$) nos indica que existe un incremento en la altura de planta de 0.7 cm por cada día que transcurre.

Cuadro 10. Regresión y correlación lineal de días de desarrollo y altura de planta en las dos variedades de Brócoli

Variable Dependiente Altura de Planta (Y)	Variable Independiente Biol (X)	Ecuación de Regresión $Y = a + bx$	Coefficiente de Correlación	Signifi.
Variedad Castle dome	día	$y = 13.24 + 0.7x$	0.85	**
Variedad Legasy	día	$y = 21.01 + 0.65x$	0.84	**

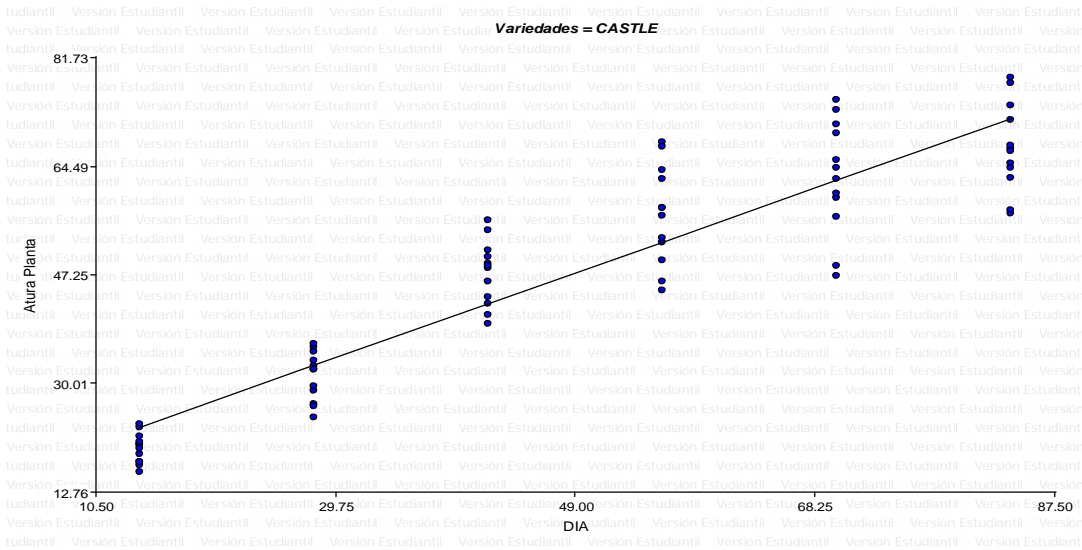


Figura 19. Pendiente ajustada entre días y altura de planta para la variedad de Castle dome

El análisis de regresión lineal de la altura de planta en función de los días de desarrollo es altamente significativo ($P < 0.01$), en la variedad Legacy con un coeficiente de correlación (0.84), como puede observarse en la Cuadro 10 y la Figura 20, esta relación ($y = 21.01 + 0.65x$) nos indica que existe un incremento de 0.65 cm en altura de planta por cada día transcurrido.

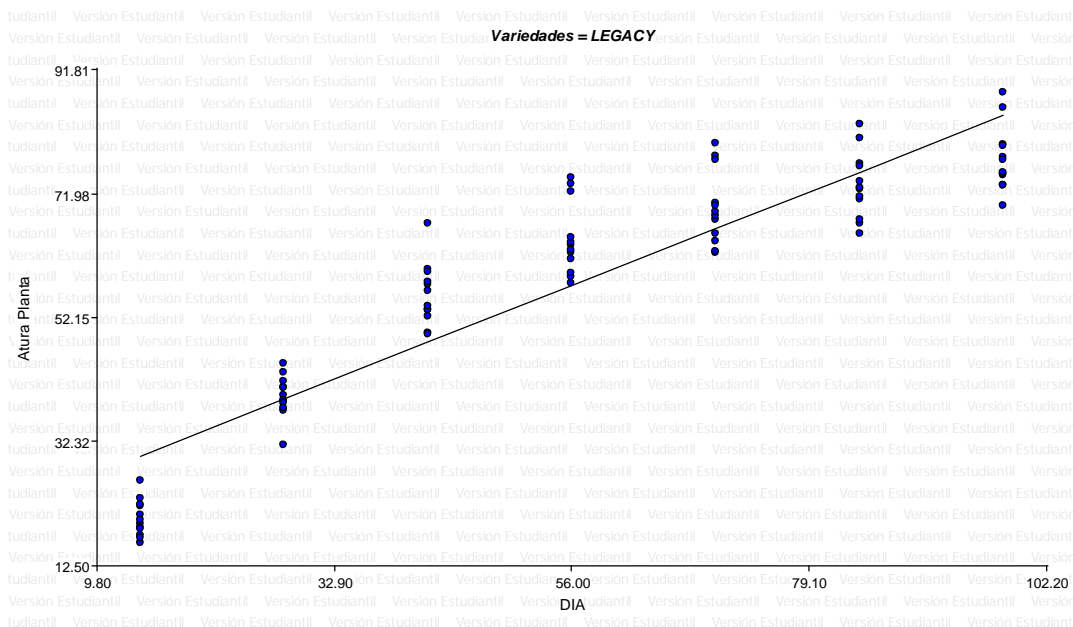


Figura 20. Pendiente ajustada entre días y altura de planta para la variedad Legacy

5.4 Numero de hojas por planta

El Cuadro 11, muestra el análisis de varianza de la variable de número de hojas por planta, donde se observa que existe diferencias significativas en cuanto a variedades. Mientras que en las concentraciones de biol no influyeron en cantidad de hojas encontradas por planta porque mostraron resultados similares. Tampoco existe diferencias significativas entre la interacción variedades por biol, por lo tanto, las diferentes concentraciones por variedades utilizadas no tuvieron efecto directo en el número de hojas por planta debido a que ambos factores son independientes.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el numero de hojas por planta

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p-valor
Variedades	1.35	1	1.35	5.11	0.0381 *
Biol	1.61	3	0.53	2.02	0.1519 ns
Variedades*Biol	1.53	3	0.51	1.93	0.1661 ns
Error	4.24	16	0.27		
Total	8.73	23			

Descripción: C.V. = 3.17 %, ns = no significativo, * = significativo, ** = altamente Significativo

El coeficiente de variación del ensayo en el número hojas por planta tiene un valor de 3.17 % cuyo resultado se demuestra que se realizó un buen manejo de las unidades experimentales lo cual está dentro del rango aceptado.

Cuadro 12. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el número de hojas por planta.

Variedades	Medias	Error Experimental	Prueba de Duncan 5%
Legasy	16.47	0.15	a
Castle dome	15.99	0.15	b

El Cuadro 12 y la Figura 21, muestra que la prueba de Duncan al 5%, para las dos variedades, que estadísticamente la variedad influye en el número de hojas por planta donde la variedad Legasy es superior con 16.47 número de hojas por planta frente a la variedad Castle dome obtuvo 15.99 número de hojas por planta.

Por otro lado, el trabajo realizado por Mamani (2014), sobre efecto de las tres densidades de siembra del cultivo de brócoli, indica que no encontró diferencias significativas porque obtuvo un promedio de 19 hojas para la variedad Pirata y 20 hojas para la variedad Di Cicco hasta el momento de la cosecha, este resultado se deba a las características genéticas de cada variedad y también al afecto de las distancias de siembra y los datos que se obtuvo son similares.

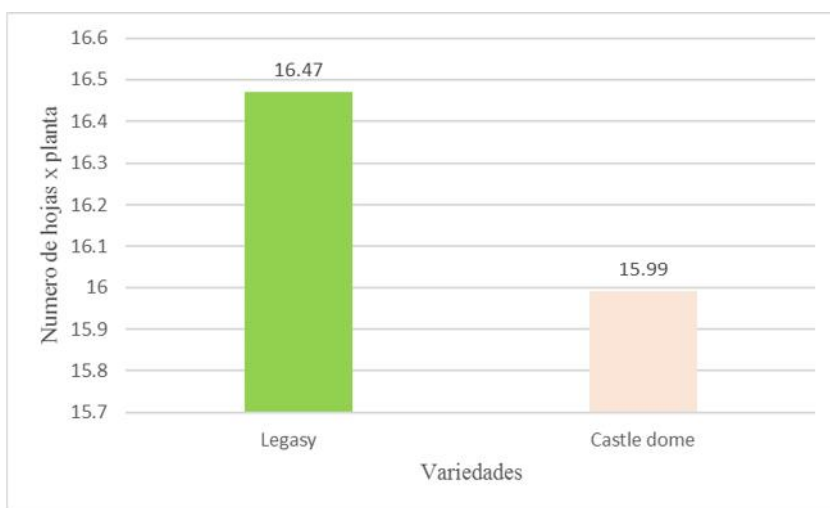


Figura 21. Promedio de número de hojas en variedades

En el Cuadro 13, muestra los promedios de concentraciones de biol aplicadas al cultivo, no influye en la variable número de hojas por planta.

Cuadro 13. Promedio de las concentraciones de biol sobre el número de hojas por planta.

Biol	Medias	Error experimental
50	16.65	0.21
25	16.22	0.21
75	16.08	0.21
0	15.97	0.21

En el cuadro anterior muestran los promedios de número de hojas por planta en las concentraciones de biol, donde la concentración al 50 % obtuvo 16.65 cm, la concentración al 25 % obtuvo 16.22 cm, la concentración al 75% obtuvo 16.08 cm y la concentración 0% obtuvo 15.97 cm.

Copari (2015), indica que no encontró diferencias significativas para las diferentes variedades de brócoli y las concentraciones de biol, por lo que se entiende que a cualquier concentración de biol y con cualquier variedad ya sea De Cicco o Calabrese, estadísticamente las alturas de plantas son iguales.

5.5 Diámetro de tallo

El Cuadro 14, muestra el análisis de varianza de la variable de diámetro de tallo, donde se observa que no existe diferencias significativas en cuanto a las variedades esto indica que las repeticiones de los diferentes tratamientos mostraron resultados similares. En la variable las diferentes concentraciones de biol no influyeron en el diámetro del tallo por planta. Tampoco existe diferencias significativas entre la interacción variedades por biol, por lo tanto, las diferentes concentraciones por variedad utilizadas no tuvieron efecto directo en el diámetro de tallo por planta debido a que ambos factores son independientes.

Cuadro 14. Análisis de varianza para el diámetro de tallo por planta

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p-valor
Variedades	2.22	1	2.22	2.95	0.1051 ns
Biol	5.05	3	1.68	2.24	0.1231 ns
Variedades*Biol	5.52	3	1.84	2.45	0.1015 ns

Descripción: C.V. = 5.50 %, ns = no significativo, * = significativo, ** = altamente significativo

El coeficiente de variación es 5.50 % indicando que los datos son homogéneos y altamente confiables, según los rangos permitidos para pruebas de laboratorio y

pruebas de investigación en campo, es calificado como bueno porque se encuentra por debajo del para metro recomendado $CV < 30\%$ (Ochoa, 2009, mencionado por Nina, 2019)

Cuadro 15. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre el Número de hojas por planta.

Variedades	Medias	Error experimental	Prueba de duncan al 5%
Legasy	1.61	0.25	A
Castle dome	1.55	0.25	A

El Cuadro 15, muestra que la prueba de Duncan al 5%, para las dos variedades de cultivo de brócoli no influye en el diámetro de tallo donde la variedad Legasy obtuvo 1,61 cm diámetro de tallo por planta frente a la variedad Castle dome obtuvo 1.55 cm diámetro de tallo por planta.

Mamani (2014), registro en la variedad Pirata un diámetro de tallo, con un promedio igual a 2,31 cm, frente a la variedad Di Cicco con una media igual a 1,80 cm esta diferencia se debe a las características genéticas de las variedades utilizadas en el experimento.

El Cuadro 16, muestra los promedios de diámetro de tallo en la concentración de biol donde las concentraciones al 75 % y 50% obtuvieron 1.61 cm, mientras las concentraciones al 25% y 0% 1.50 cm.

Cuadro 16. Promedios de concentración de biol sobre el diámetro de planta

Biol	Medias (cm)	Error experimental
75	1.61	0.35
50	1.62	0.35
25	1.51	0.35
0	1.50	0.35

5.6 Diámetro pella

El Cuadro 17, muestra el análisis de varianza correspondiente para la variable diámetro pella, se puede observar que las variedades de brócoli presentan diferencias significativas y para el factor (B) en las concentraciones de biol presenta una alta significancia. Para la interacción de variedades por biol no mostro diferencias significativas lo que indica que cada factor es independiente en sus funciones dentro de la planta, en lo se refiere a la variable de diámetro de pella.

El coeficiente de variación es 11.69 % indica que está dentro de los parámetros de confiabilidad para los trabajos de los ensayos donde aplican diseños experimentales.

Cuadro 17. Análisis de varianza para el diámetro de pella por planta

Frecuencia de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Variedades	912.17	1	912.17	4.92	0.0414 *
Biol	4069.51	3	1356.50	7.31	0.0026 **
Variedades*Biol	758.28	3	252.76	1.36	0.2900 ns
Error	2968.85	16	185.55		
Total	8708.81	23			

Descripción: C.V. = 11.69 %, ns = no significativo, * = significativo, ** = altamente Significativo

El Cuadro 18, muestra la prueba de Duncan al 5%, para diámetro de pella entre las variedades que estadísticamente mostro diferencias significativas esto indica que las variedades utilizadas tienen diferencias en desarrollo de pella.

Cuadro 18. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre diámetro de pella por planta.

Variedades	Medias (cm)	Error experimental	Prueba de Duncan 5%
Castle dome	12.21	3.93	a
Legacy	11.37	3.93	b

En la Figura 22, indica claramente que la variedad Castle dome alcanzo mayor desarrollo de pella con 12.21 cm, frente a la variedad Legasy con 11.37 cm, esto debido a sus características genéticas de cada variedad.

Al respecto Luna (2017), menciona en su trabajo de investigación que el diámetro de inflorescencia de la variedad Legasy presenta un promedio igual a 13.4 cm en relación a la variedad de UG 2111 que obtuvo un promedio de 10.2 cm tal promedio rectifica que la variedad Legasy presento un mejor carácter genético y adaptabilidad al ambiente atemperado.

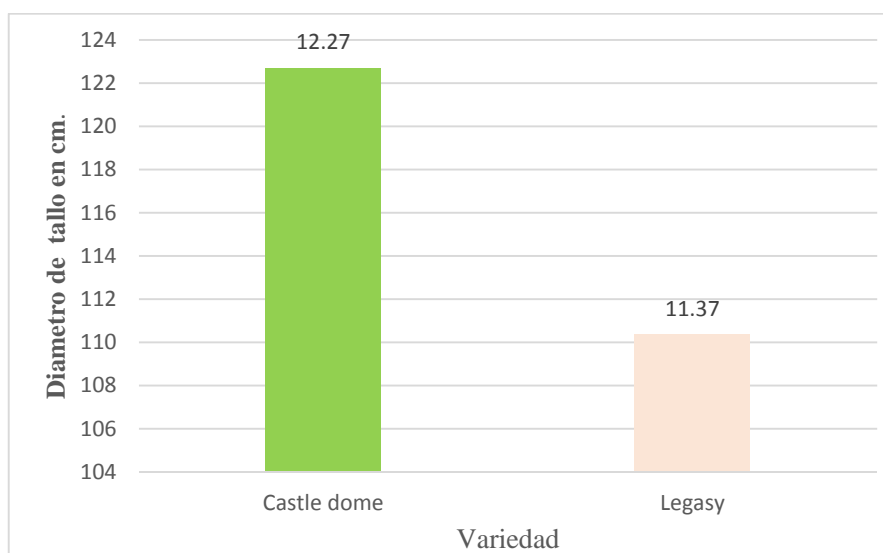


Figura 22. Promedio de diámetro de pella en las variedades

Copari (2015), indica que obtuvo un promedio en los tratamientos de la variedad De Cicco de 12,1 cm, mientras en la variedad Calabrese 12,5 cm los datos de los resultados que se obtiene en el cuadro 18 y la Figura 22 son similares.

Según Rondo (2004), mencionado por Quispe (2014), infiere que la diferencia obtenida en diámetro de pella de las variedades se atribuye a la precocidad, factores de carácter genético y a la temperatura.

El Cuadro 19 y la Figura 23, muestra los resultados con la prueba de Duncan al 5%, para el factor (B), concentraciones de biol donde es altamente significativo en el cual la concentración de biol al 50% es superior estadísticamente con 13.81 cm, frente a la

concentración de biol al 25% que alcanzo 11.45 cm, la concentración de biol 75% que obtuvo 10.92 cm y la concentración de biol al 0% que alcanzó 10.4. cm.

Cuadro 19. Prueba de Duncan del efecto de las concentraciones de biol sobre el diámetro de pella por planta

Biol	Medias (cm)	Error Experimental	Prueba de Duncan 5%
50	13.81	5.56	a
25	11.45	5.56	b
75	10.92	5.56	b
0	10.41	5.56	b

Copari (2015), obtuvo el resultado entre las diferentes concentraciones de biol donde muestra lo siguiente para la c1 13 cm, c2 12,1 cm, c3 12,3 cm y para la c4 11,8 cm.

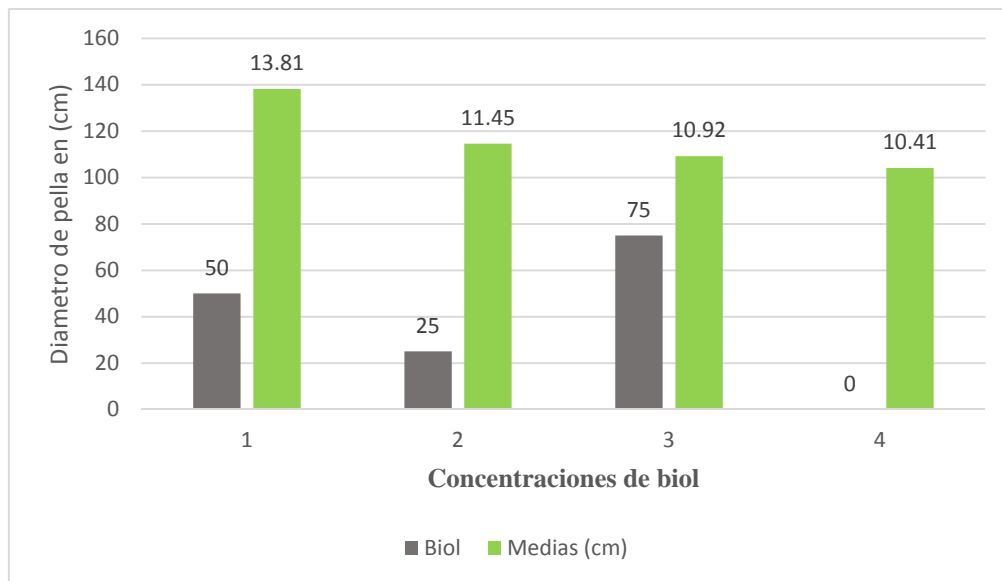


Figura 23. Promedio de concentraciones de biol sobre el diámetro de pella en las variedades de brócoli

5.7 Días de la cosecha

En las diferentes unidades experimentales, indica que la variedad Castle dome fue la que se desarrolló en el menor tiempo asimismo se observó que tenía la pella bien

compacta al momento de la cosecha en la Figura 24, muestra que obtuvo el mayor rendimiento frente a la variedad Legasy que desarrolló en más tiempo con pellas de menor diámetro, pero compacta.

Luna (2017), nos menciona que en su trabajo de investigación de la variedad Legasy fue 109 días relacionando con el presente trabajo se asemeja a unos días de diferencia, también nos menciona que la variedad de Legasy se adapta muy bien al ambiente atemperado.

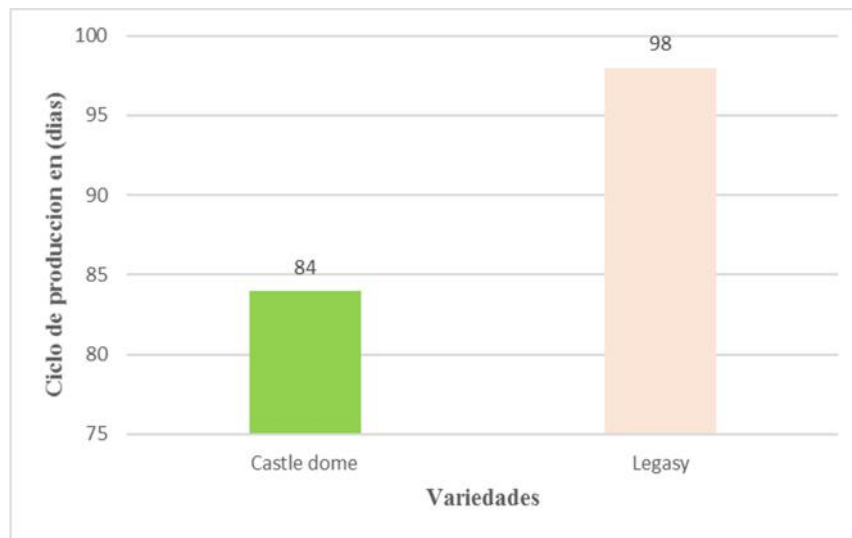


Figura 24. Días transcurridos hasta la cosecha de las dos variedades de Brócoli

En la Figura 24, se observa la comparación entre las dos variedades, de días transcurridos hasta el momento de la cosecha donde existe una diferencia evidente de los días del desarrollo en las dos variedades como Castel dome con 84 días frente a Legasy con 98 días de diferencia, aclarar que se contó los días desde el momento de trasplante hasta el día de la cosecha.

Según Valadez (1993), indica que el intervalo desde la plantación hasta la cosecha es de 113 a 120 días lo cual a comparación del trabajo de investigación no son tan similares debido a las características genéticas.

5.8 Peso promedio de las pellas por planta

El Cuadro 20, muestra en el análisis de varianza en la variable peso promedio de las pellas, en el factor variedades muestra un resultado significativo, como también el factor biol, muestra una alta significancia y para la interacción entre variedades por biol se puede apreciar que no existe diferencias significativas.

El coeficiente de variación es 23.43 % los resultados están dentro de los parámetros de confiabilidad.

Cuadro 20. Análisis de varianza para Peso promedio de las pellas por planta

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p-valor
Variedades	8283.15	1	8283.15	5.93	0.0270 *
Biol	22425.79	3	7475.26	5.35	0.0096 **
Variedades*Biol	8044.95	3	2681.65	1.92	0.1673 ns
Error	22365.63	16	1397.85		
Total	61119.53	23			

Descripción: C.V. = 23.43 %, ns = no significativo, * = significativo, ** = altamente significativo

En Cuadro 21, indica que la prueba de Duncan al 5%, para las dos variedades fueron significativos en el peso promedio de las pellas donde la variedad Castle dome tiene un peso de pella superior frente a la variedad Legacy.

Cuadro 21. Prueba de Duncan del efecto de la variedad sobre peso promedio de las pellas por planta.

Variedades	Medias peso (gr)	Error Experimental	Prueba de Duncan 5%
Castle dome	178.14	10.79	a
Legacy	140.99	10.79	b

En el Cuadro 21 y la Figura 25, claramente se observa que el promedio de peso de pella de la variedad Castle dome obtuvo un peso de 178.14 g a comparación frente a Legasy con 140.99 g que mostro un menor rendimiento.

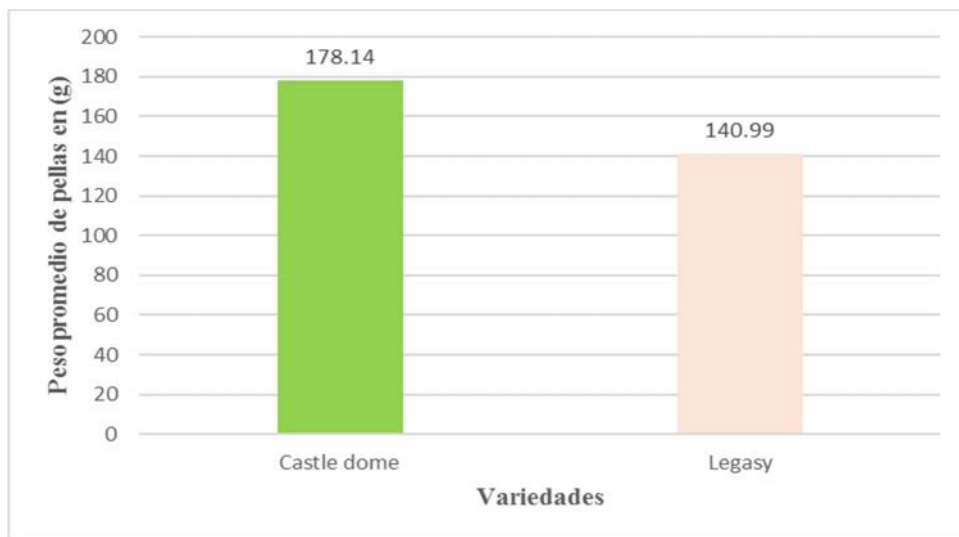


Figura 25. Promedio peso de las pellas en las variedades

Mamani (2014), indica que encontró un promedio para la variedad Pirata igual a 273.87 gramos frente a la variedad Di Cicco de 105.78 gramos o asume a las características genéticas de la variedad.

Copari (2015), en su investigación indica que encontró diferencias entre variedades (peso promedio de variedad De Cicco 79 gramos y peso promedio variedad Calabrese 97,4 gramos), esto debido a la variabilidad genética de las dos semillas y en absorción de nutrientes.

El Cuadro 22 y la Figura 26, muestra los resultados con la prueba de Duncan al 5% para el factor concentración de biol con diferencias significativas, donde se aplicó la concentración al 50% de biol obtuvo 209.60 g, la concentración al 25% de biol obtuvo 155.33 g, la concentración de biol al 75% obtuvo 145.82 g y la concentración de biol al 0% obtuvo 127g.

Cuadro 22. Prueba de Duncan del efecto de las concentraciones de biol sobre Peso promedio de pellas por planta.

Biol	Medias (g)	Error Experimental	Prueba de Duncan 5%
50	209.60	15.26	a
25	155.33	15.26	b
75	145.82	15.26	b
0	127.51	15.26	b

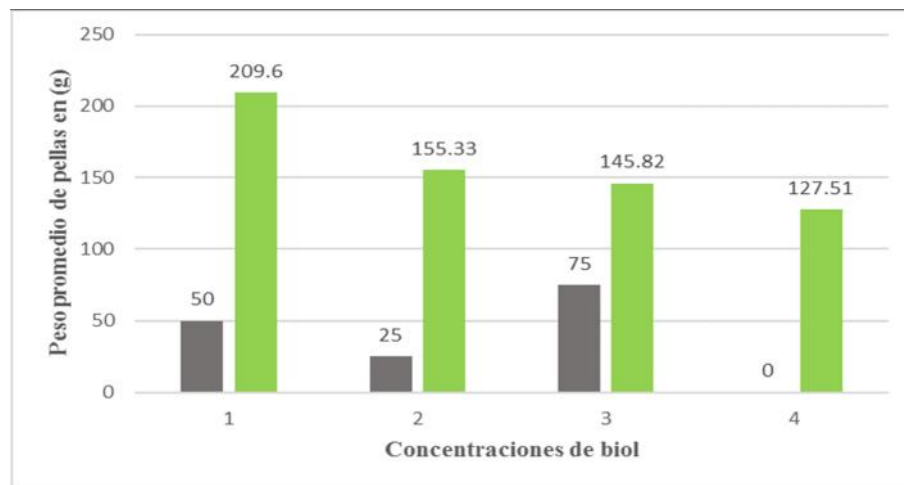


Figura 26. Promedio de concentraciones de biol en el peso de las pellas en las variedades

5.9 Rendimiento de pellas

En la Figura 27, muestra que el tratamiento con mayores rendimientos es la variedad Castle dome que obtuvo 26060 kg/ha y la variedad de Legasy con 19240 kg/ha, los demás tratamientos se encuentran de bajo de este rango esto se deba a las características genéticas, comportamiento en las diferentes parcelas de cada una de las variedades y la que obtuvo un menor rendimiento fue a variedad Legasy con un 11340 kg/ha.



Figura 27. Rendimiento de pellas por variedades

Según Martínez (2006), mencionado por Copari (2014), en el estudio realizado sobre la aplicación de abonos líquidos aplicados vía foliar en el cultivo de brócoli, encontró diferencias significativas entre bloques y tratamientos, hallando promedios de 10500 kg/ha como mayor rendimiento y 9500 kg/ha como el de menor rendimiento en la variedad Banzai tardío, teniendo similares resultados en sus repeticiones.

Los rendimientos del brócoli hallados en la investigación por Mamani (2014), refleja, que la variedad Pirata presentó un promedio mayor, igual a 17395 kg/ha respecto a la variedad Di Cicco que obtuvo 10987 kg/ha, entonces podríamos decir que los rendimientos son similares a estas variedades.

De acuerdo a Luna (2017), en su investigación sobre la evaluación de las variedades de brócoli en tres densidades de plantación obtuvo los resultados de la densidad 1 (17 planta /m²) 26850 kg/ha, densidad 2 (11 planta /m²) 19880 kg/ha y la densidad 3 (8 planta /m²) 15280 kg/ha, la variación de los resultados en comparación se deba a las características genéticas y el comportamiento en las unidades experimentales.

5.10 Análisis económico

Para el análisis económico se realizó los costos parciales de los distintos tratamientos, los cuales se realizaron en base a los rendimientos promedios de las dosis de biol en las dos variedades de brócoli, tomando en cuenta el precio por peso de pella de la ciudad en el mercado.

5.10.1 Beneficio bruto

El Cuadro 23, muestra el análisis económico con una relación beneficio costo en todos los tratamientos para el beneficio bruto se realizó un ajuste de rendimiento al total del peso de pella restándole un 5 %, con el fin de reducir la sobreestimación del ensayo, el que alcanzo mayor ingreso bruto fue la variedad Castle dome con el tratamiento 3 al 50% de biol con 163 bs y el que menor beneficio mostro fue la variedad Legasy con la concentración al 75% con 71 bs y la variedad Castle dome con la concentración al 0% de biol con 89 bs.

Cuadro 23. Ingreso bruto por tratamiento

Tratamiento	Tratamiento	Rendimiento	Rendimiento	Precio de	Ingreso	
Variedades	Biol	(gr)	-5% en (kg)	venta (1 kg)	Bruto (Bs.)	
Castle dome	0%	T1	11731	11.145	8	89
	25%	T2	14487	13.763	8	110
	50%	T3	21396	20.328	8	163
	75%	T4	14185	13.476	8	108
Legasy	0%	T5	11169	10.612	8	85
	25%	T6	13152	12.495	8	100
	50%	T7	15800	15.01	8	120
	75%	T8	9313	8.848	8	71
TOTAL			111233	105.677	8	846

Descripción: Concentraciones; Trat. Comb. = Tratamientos Combinados; Rendimientos; Precio=gr y Ingreso bruto=Bs

Según Copari (2015), en su investigación evaluación del efecto de diferentes concentraciones de biol en dos variedades del cultivo de brócoli bajo el sistema de riego por goteo, indica que el tratamiento con mayor beneficio bruto es el tratamiento 5 perteneciente a la variedad Calabrese, con un ingreso de 11683 bs por ha, mientras que el tratamiento 4, que pertenece a la variedad De Cicco tiene el ingreso bruto más bajo con 6735 bs por ha.

Toledo (2006), nos menciona, en su trabajo sobre aplicación de diferentes densidades de brócoli, obtuvo como máximo ingreso bruto de 37800 bs por ha y de 26640 bs por ha como mínimo ingreso.

5.10.2 Relación beneficio neto

El Cuadro 24, muestra el análisis económico del ingreso bruto, costo de producción y ingreso neto expresado en bolivianos por tratamiento: donde la variedad Castle dome fue la que presento mayor ingreso neto con la concentración al 50% de biol con 77 bs y la variedad Legasy con la concentración al 50% de biol con 34 bs y el menor ingreso mostro fue la variedad Castle dome al 0% de biol con 9 bs, la variedad Legasy al 0% de biol con 5 bs y nos dio un valor negativo al 75% de biol con - 8 bs que es perdida.

Cuadro 24. Ingreso neto por tratamiento

Tratamiento	Tratamiento	Ingreso	Costo de	Ingreso	
Variedades	Biol	Bruto (Bs.)	Producción (Bs.)	Neto (Bs)	
Castle dome	0%	T1	89	80	9
	25%	T2	110	83	27
	50%	T3	163	86	77
	75%	T4	108	89	19
Legasy	0%	T5	85	80	5
	25%	T6	100	83	17
	50%	T7	120	86	34
	75%	T8	71	89	-8
TOTAL		846	676	180	

Descripción: Concentraciones; Trat. Comb. = Tratamientos; Ingreso bruto; Costo de producción. = Bs y Ingreso neto = Bs

Según Quispe (2014), en su investigación realizada en determinar el efecto de la aplicación de biol a diferentes dosis en dos variedades de coliflor obtiene los siguientes resultados el tratamiento ($T_7=V_2D_2$) es el que tuvo la mejor rentabilidad con 218284.17 Bs/ha, seguido por $T_6=V_2D_1$ con 214657.51 Bs/ha, y la rentabilidad más baja se obtuvo en el tratamiento ($T_4=V_1D_3$) el cual tiene 91350.84 Bs/ha, esta diferencia es debido a que la variedad Súper snowball es de porte mediano en cuanto se refiere al diámetro de pella, el cual posiblemente afecto al rendimiento.

5.10.3 Relación beneficio/costo

El Cuadro 25, muestra el análisis económico en relación beneficio/costo donde es la cantidad de dinero que retorna por cada unidad monetaria invertida durante el periodo. En el análisis beneficio/costo los tratamientos muestran un resultado positivo donde se observa que el tratamiento 3, es el que mayor beneficio obtuvo de todo el experimento, con una relación de beneficio/costo de 1.9 bs, esto significa que por cada 1 bs invertido en la producción vamos a ganar 0.9 bs, lo que significa que es rentable para el agricultor, el T2 de la misma variedad Castle dome con 1.3 bs que nos generara 0.3 bs, el tratamiento T4 y T6 con 1.2 que generan 0.2 bs se comportan de igual manera, T1 con 1.1 bs tendremos un beneficio de 0.1 bs que es rentable y de la variedad Legasy, el T7 con un valor de 1.4 que nos genera 0.4 bs y el que menor beneficio obtuvo es el T5 con un valor de 1 bs esto significa sin utilidad y por último el T8 con un valor de 0.7 bs que no es rentable para el agricultor.

Dónde:

B/C Ψ 1 es rentable

B/C X1 sin utilidad

B/C Φ 1 no es rentable

Cuadro 25. Beneficio / costo por tratamiento

Tratamiento	Tratamiento	Ingreso	Costo de	Beneficio/Costo
Variedades Biol		Bruto (Bs.)	Producción (Bs.)	(Bs.)
	0% T1	89	80	1.1
Castle dome	25% T2	110	83	1.3
	50% T3	163	86	1.9
	75% T4	108	89	1.2
	0% T5	85	80	1
Legasy	25% T6	100	83	1.2
	50% T7	120	86	1.4
	75% T8	71	89	0.7
TOTAL		846	676	9.8

Descripción: Concentraciones; Trat. Comb. = Tratamientos; Ingreso bruto; Costo de producción = Bs y Beneficio / costo=Bs.

En el estudio de rentabilidad sobre la evaluación de tres densidades de siembra en dos variedades de brócoli Mamani (2014), determino que el tratamiento 5

(densidad 2, variedad Pirata) se presentó como la más rentable con un valor igual a 1,79 Bs/m², lo que indica que por cada unidad monetaria invertida existe un beneficio de 0,79 Bs. seguido del tratamiento 6 (densidad 3, variedad Pirata) con un beneficio igual a 0,77 Bs, el tratamiento 1 (densidad 1, variedad Di Cicco) registró una relación beneficio costo igual a cero bolivianos entonces los datos que obtenemos son similares de nuestras variedades de estudio.

6. CONCLUSIONES

En el porcentaje de plantas emergidas la variedad Castle dome alcanzó 98% frente a la variedad Legasy con 97%.

La mayor altura de planta reportó la variedad Legasy con 77.57 cm, en comparación a la variedad Castle dome con 67.53 cm. De acuerdo al análisis de regresión lineal entre la altura de planta en función a los días de desarrollo, la variedad Castle dome tiene un incremento de 0.7 cm por día y la variedad Legasy 0.65 cm por día.

En el número de hojas por planta la variedad Legasy obtuvo 16 hojas frente a la variedad Castel dome con 15 hojas.

Con respecto al diámetro de tallo no existe diferencias significativas entre variedades, concentración de Biol y en la interacción variedades por biol esto indica que las repeticiones de los diferentes tratamientos mostraron resultados similares por lo tanto no tuvieron efecto directo en el diámetro de tallo.

La variedad Castle dome alcanzó un diámetro de pella de 12.21 cm siendo significativo, frente a la variedad Legasy con 11.37 cm; en Biol el tratamiento dosis al 50% obtuvo mayor diámetro de pella con 13.81 cm, la dosis al 25% obtuvo 11.45 cm, la dosis 75% obtuvo 10.97 cm y la dosis al 0% obtuvo un menor diámetro 10.41 cm.

Para la variable de respuesta días transcurridos hasta la cosecha, la variedad Castle dome se desarrolló en el menor tiempo con 84 días, y la variedad Legasy con 98 días de desarrollo con pellas de menor diámetro, pero también bien compacta.

En cuanto al peso promedio de pellas la variedad Castle dome obtuvo un peso de 178.14 g en comparación a la variedad Legasy con un peso de 140.99 g. Para el factor concentraciones de Biol existe alta significancia la concentración al 50% obtuvo un mayor rendimiento con 209.60 g, la concentración al 25% obtuvo 155.33 g, la concentración al 75% obtuvo 145.82 g y la concentración al 0% obtuvo un menor rendimiento 127 g.

Con respecto al rendimiento de pella la variedad Castle dome alcanzó un mayor rendimiento 26060 kg/ha en comparación a la variedad Legasy con 19240 kg/ha.

En el análisis beneficio bruto observamos que el tratamiento con mayor beneficio bruto es el T3, al 50% de biol con un ingreso bruto de 163 bs por tratamiento.

En el análisis de beneficio neto la que presento buena rentabilidad es el tratamiento T3, la variedad Castle dome con 77 bs y el tratamiento T3 de la variedad Legasy con 34 bs y la que menor beneficio neto obtuvo es el T8, con un valor de 8 bs.

En la relación B/C de los tratamientos Variedad por Biol, se obtuvo mayores beneficios en el tratamiento T₃(V₁N₂), con B/C = 1.9 y los T₁ (V₁N₀), T₂ (V₁N₁), T₄ (V₂N₃), T₆ (V₂N₁) y T₇ (V₂N₂), con valores de B/C = 1.1 a 1.4 respectivamente; el menor beneficio económico obtenido fue con los tratamientos T₅ (V₂N₀) con un valor a 1 bs sin utilidad y T₈ (V₂N₃) con un valor de 0.7 sin rentabilidad.

7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis y evaluación del trabajo de investigación establecen las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda utilizar la concentración de biol al 50%, esto porque se logró un buen resultado en el rendimiento de las pellas de brócoli.
- Se recomienda cultivar la variedad Castle dome por su alto rendimiento.
- Realizar estudios con otras variedades en el comportamiento productivo de este cultivo.
- Se sugiere realizar estudio de mercado del cultivo de brócoli de estas variedades ya que tiene un buen rendimiento en pella, contiene altos valores nutritivos y es una buena alternativa para su producción.
- Se recomienda realizar un análisis de calidad de estas variedades, ya que no existe una información clara en nuestro país.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Arana, S. 2011. Manual de elaboración de biol. Primera edición. Cusco solución práctica 2011.lima-peru. 9 p.
- Avalos, Ticona. F.G. 2008. Evaluación de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris Var. Cicla L.*) bajo dosis de abonamiento con biol porcino en carpa solar. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.
- Basantes, Valverde. E. 2009. Elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleraceae Var.Legacy*). Tesis de Grado. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de Agronomía. Riobamba- Ecuador. 115 p.
- Bastidas Quintana M.E. (2015). Importancia de la producción y exportación de brócoli de la provincia de Cotopaxi: estrategias de comercialización hacia los mercados no tradicionales años 2010-2014.Trabajo de Dirigido. Universidad Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas. Guayaquil – Ecuador. 80p
- Blanco, Chura. A. 2017. Efecto de tres niveles de abonamiento orgánico líquido aeróbico (AOLA) bajo riego por goteo en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*). Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad Agronomía. La Paz– Bolivia. 63 p.
- Blanco, Yapu. J. 2013. Determinación de la calidad de estiércol de vicuña en dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo ambiente protegido en Patacamaya. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 96 p.
- Blanco, W. 2013. Manual producción de hortalizas en carpa solar. Agricultura urbana en el alto.
- Calzada, J. 1990. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial jurídica. Tercera edición. Lima – Perú.

- Clavijo, Pari. E.J. 2017. Adaptabilidad de la espinaca de mar (*Hippophae rhamnoides L.*), bajo riego por goteo con la aplicación de diferentes niveles de biol – bovino en la Estación experimental Choquenaira- Viacha. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.pag.102 p.
- Condori, C.Y.2010. Efecto de la fertilización foliar en el cultivo de dos variedades de brócoli, bajo diferentes concentraciones en el altiplano central. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.
- Copari Yujra. A. 2015. Evaluación del efecto de diferentes concentraciones de biol en dos variedades de cultivo brócoli (*Brassica Oleracea*. Var.Italica) bajo sistema de riego por goteo en carpa solar. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 105 p.
- Coello, Bonilla G.F.2005.Evaluacion de cuatro productos orgánicos en el combate de plagas y enfermedades para la producción de brócoli (*Brassica Oleracea*, vr. *Italica*) en Yaruqui. Escuela Politécnico del Ejercito. Facultad de Ciencias Agropecuarias Sangolqui. 152 p.
- Cosmo, Cerno. R. 2015. Tecnología de producción de brócoli. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Quito-Ecuador.57 p.
- Estrada, Paredes. J.J. 2012. Guía para la construcción de invernaderos o Fito toldos, FAO –BOLIVIA. 84 p.
- Espinal, Soria. G.C.2009.Efecto de biol como fertilizante foliar en la producción de lechuga suiza (*valerianella locusta L.*) con diferentes concentraciones en ambiente atemperado en el municipio de Tiwanaku – La Paz. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 90 p.
- El brócoli contiene más nutrientes que cualquier otro vegetal. (2010, 11 de marzo. La Paz. 1p disponible en <http://www.lapatria línea.com/index.php/somos->

noticia.html%3Ft%3Ddel-dia-de-la-mujer-boliviana%26%20nota%3D44370?t=el-br%C3%B3coli-contiene-mas-nutrientes-que-cualquier-otro-vegetal¬a=20659.

FONCODES. Fondo de cooperación para el desarrollo social. 2014. Producción y uso de los abonos orgánicos: biol, compost y humus. Manual técnico. Perú .6-46 pp.

Gómez, Espinoza. G.2012. Efecto agronómico de dos variedades de brócoli (*Brassica oleraceae* L.) con la interacción de dos densidades poblacionales de lombriz californiana (*Eisenia foetida*). Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.149 p.

Gutiérrez, C.Z.F.2005. Cultivares de brócoli (*Brassica oleraceae* var. *Italica*) en diferentes distancias de trasplante en época de invierno bajo ambiente atemperado. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.35p.

Guanopatin, C.M.R.2012. Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa*). Trabajo de Investigación. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Agronómica. Cevallos – Ecuador.9p

Hernández, Hernández. E.2013. El cultivo de brócoli (*Brassica oleraceae* itálica) para Exportación al Norte de Estado de Guanajuato. Tesis de Grado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, Mexico.129 p.

Herbas, J.M.A. s/a. Guía de cultivo de hortalizas. Proyecto educativo invernaderos escolares.

INIA. Instituto Nacional de Investigación Agraria – INIA. Ministerio de Agricultura. 2008. Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agrobiodiversidad.7-producción y uso del biol. Agripina roldan Chaves. Primera edición. Lima - Perú. 11 p.

IICA (instituto interamericano de cooperación para la agricultura), 2015. Manual orgánico sólido (compost) y líquido (biol). Paraguay. 12p

- Jaramillo, J., Aguilar, P., Valencia, C., Saldarriaga, A., Martinez, A., Forero, C., Arguello, O., Franco, G. 2016. Modelo tecnológico para el cultivo de brócoli *Brassica oleracea* L.Var.Italica, en el departamento de Antioquia-Colombia. 24 - 27 p.
- Jiménez, C.E.V.2011, A aplicación de biol y fertilizante químico en la rehabilitación de praderas, Aloag-Pichincha Escuela Politécnico del Ejercito. Facultad de Ciencias Agropecuarias.Sangolqui.8 p.
- Kama, Serna. A.2017. aplicación del biol bovino en cultivos de haba (*vicia faba* L.) bajo riego por goteo en la Estacion Experimental de Choquenaira. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 95 p.
- Laura, Laura D.S.2013.La seguridad alimentaria de familias de la comunidad de Sojata perteneciente a la provincia Los Andes, se mejora por la diversificación en a la producción de hortalizas bajo sistema atemperado. Trabajo Dirigido. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.17p.74p.
- Luna, Quispe.E.I.2017.Evaluacion de dos variedades de brócoli (*Brassica oleraceae*) bajo tres densidades de plantación en ambiente atemperado en la estación experimental de cota – cota. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía La Paz-Bolivia.125p.
- Mamani, Rojas. V.P.2014. Evaluación de tres densidades de siembra en dos variedades de brócoli (*Brassica oleraceae*) en ambiente atemperado en el centro experimental de cota cota. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 118 p.
- Mamani, V.J.C.2010. Diseño y construcción de invernaderos con temperatura ambiente y humedad del suelo controlados, aplicado al cultivo de tomate en Callapa – La Paz”. Trabajo Dirigido. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia

- Mamani, Mamani T. 2014. Efecto de biol en cultivo asociado de rabano (*Raphanus sativus L.*) y lechuga suiza (*Valerianella locusta*), en ambiente atemperado de cota cota – la paz. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 150p.
- Mamani, P. Chávez, E. & Ortuño, N. 2017. El Biol biofertilizante casero para la producción ecológica de cultivos. Fundación PROINPA. 3p.
- Martínez, Rojas R. 2004. El cultivo de brócoli (*Brassica oleraceae var. Italica*) en el norte de Guanajuato. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Guanajuato.
- Martínez, Orihuela S.T. 2006. Evaluación de abono líquido en el manejo ecológico del cultivo de brócoli (*Brassica oleraceae L. var. Italica*). Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 25 y 111p.
- Marino, Perez J. 2017. Efecto de concentración y frecuencia de aplicación de biol en el cultivo de rábano chino (*Raphanus sativus L. Var. longipinnatus*) en la estación experimental de Cota Cota – la paz. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. Pag. 18-16. 132p.
- Mendoza, Mamani N. 2011. Implementación de un sistema productiva en lechuga (*Lactuca sativa*), bajo la aplicación de abonos orgánicos en ambientes atemperados en la granja el surco (Calamarca-La Paz). Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 12p. 76p.
- Núñez, Velasco C.A. 2016. Evaluación de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla L.*), con tres niveles de fertilización foliar (vigor top) en ambiente protegido. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 22-33 pp. 105p.

- Padilla, Aruhiza V. 2013. Efecto del biol como fertilizante foliar a diferentes niveles en la producción del cultivo de frutilla (*fragaria x annanasa*), en el centro experimental de Cota Cota. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.120p.
- PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE PUCARANI. 2007. Departamental de fortalecimiento. Disponible en <http://autonomías.gobernacionlapaz.com>
- Quino, Vargas R. 2016. Efecto de dos concentraciones de biol en cuatro fases fenológicas del cultivo de cebada (*Hordeum vulgare L.*) en el altiplano norte. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.130p.
- Quispe, Perez S. 2014. Determinar el efecto de la aplicación de biol a diferentes dosis en dos variedades de coliflor (*Brassica oleracea L. var botrytis l.*) bajo ambientes atemperados. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.112p.
- Quisberth, Paucara. I. M. 2014. Producción orgánica de brócoli (*brassica oleracea l. var. híbrido centenario*) en la comunidad de san pedro de la loma – Coroico, como apoyo a la seguridad alimentaria local. Tesis de Grado. Universidad mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz- Bolivia. 106 p.
- Rosero, Bustos A.M.2015. Evaluación a la adaptabilidad de cuatro variedades de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) en el centro experimental San Francisco Cantón Huaca-Cachi. Tesis de Grado. Universidad Politécnica de Estatal de Carchi. Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales. Tulcán – Ecuador. 11 p.
- Rocha, Orellana J.P. 2014. Evaluación agronómica de dos variedades de espinaca (*Spinaces oleracea L.*), con dos abonos orgánicos en carpa solar en Chicani-La Paz. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.20p.126p.

Santoyo, J.J.A. & Martínez, A.C.O. 2011. Tecnología de producción de brócoli. Rosario, Sinaloa, México.16 p.

Seminis.(2004-2018).BayerGroup, Recuperado de <https://seminis-las.com/producto/legacy/325>

Toledo, Yupanqui R.J.2012. Evaluación agronómica en variedades de brócoli (*Brassica oleracea L.*) bajo abonos orgánicos y densidades de trasplante. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.98p.

Toledo, H J. 2003. Cultivo de Brócoli. Instituto Nacional de Investigacion Agraria, INIA. Lima-Peru. 58p.

Valadez, López A. 1993. Producción de hortalizas. Primera edición. México D. F. Editorial Limusa.

Vargas, F. 2014. Uso de biofertilizantes provenientes de los biodigestores “biosol y biol”

Villalobos, Torrez R.M. 2013. Efecto de biol en el cultivo de liliium (*Lilium sp*) bajo carpa solar. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.141p.

ANEXOS

Anexo 1. Datos de temperaturas máximas °C promedio de 2017 en la zona de estudio

Dias	Marzo		Abril		Mayo		Junio	
	Maxima	Minima	Maxima	Minima	Maxima	Minima	Maxima	Minima
1			17.46	17.4	19.1	19	16.44	16.42
2			21.9	21.56	18.9	18.8	17.74	17.67
3			15.6	15.5	15.54	15.23	17.5	17.4
4			16.3	16.2	15.65	15.6	16.95	16.93
5			15.7	15.7	14.6	14.5	16.92	16.9
6			20.9	20.8	14.56	14.4	16.5	16.4
7			20.8	20.8	22.56	21	15.91	15.9
8			20.2	20.1	17.83	17.76	15.72	15.66
9			20.06	20.05	12.8	12.7	16.23	16.23
10			19.36	19.26	15.06	15.7	12.1	11.78
11			13.43	13.42	15.46	15.38	16.3	16.06
12			15.23	15.22	13.16	13.15	16.33	16.32
13			20.06	19.96	15.04	15	15.44	15.46
14			18.76	18.05	14.16	14.16	16.43	16.43
15			17.26	17.03	16.1	16	14.5	14.43
16			21.26	21.23	13.5	13.4	16.23	16.22
17			13.66	13.65	18.23	18.21	15.9	15.8
18			15.22	15.21	18.6	18.5	15.63	15.62
19			14.86	14.7	17.7	17.6		
20			13.4	13.35	11.2	11.3		
21			18.8	18.8	13.4	13.2		
22			17.56	17.56	14.9	14.8		
23			22.33	22.33	14.5	14.4		
24			21.16	21.15	15.6	15.5		
25			19.67	19.67	14.34	14.23		
26	21.06	21.06	21.04	21.02	18.95	18.87		
27	10.02	18.6	18.03	18.01	19.45	19.42		
28	23.16	22.9	17.66	17.4	19.21	19.01		
29	20.3	21.1	19.97	19.7	18.62	18.6		
30	21.3	21.2	19.4	19.3	18.4	18.4		
31	21.3	21.06			18.23	18.21		
Promedios	19.523	20.987	18.235	18.138	16.302	16.19	16.043	15.979

Anexos 2. Datos brutos del presente trabajo

VARIABLES DE RESPUESTA											
No.	Promedio	Semana	Día	Variedades	Biol	Repet.	Atura Planta	nº de hojas por planta	Diametro tallo	Diametro pella	Peso pella
1	promedio	2	14	LEGACY	0	1	17.3	6	2.9		
2	promedio	2	14	LEGACY	0	2	19.3	5.9	3.5		
3	promedio	2	14	LEGACY	0	3	20.6	6.4	3.6		
4	promedio	2	14	LEGACY	25	1	26.2	6.2	5.3		
5	promedio	2	14	LEGACY	25	2	16.1	6.1	3.2		
6	promedio	2	14	LEGACY	25	3	22	6.4	3.9		
7	promedio	2	14	LEGACY	50	1	22.3	6.1	5.2		
8	promedio	2	14	LEGACY	50	2	17	6.3	3.3		
9	promedio	2	14	LEGACY	50	3	18.5	6.1	3.5		
10	promedio	2	14	LEGACY	75	1	23.2	5.8	3.1		
11	promedio	2	14	LEGACY	75	2	18.4	5.7	3.7		
12	promedio	2	14	LEGACY	75	3	19.9	5.8	3.1		
13	promedio	2	14	CASTLE	0	1	20.2	5.4	4.5		
14	promedio	2	14	CASTLE	0	2	20.4	5.4	4.2		
15	promedio	2	14	CASTLE	0	3	17	4.7	3.5		
16	promedio	2	14	CASTLE	25	1	17.6	4.9	4.1		
17	promedio	2	14	CASTLE	25	2	21.6	5.4	3.7		
18	promedio	2	14	CASTLE	25	3	15.9	4.5	3.6		
19	promedio	2	14	CASTLE	50	1	23	5.2	4.3		
20	promedio	2	14	CASTLE	50	2	20.8	4.9	3.9		
21	promedio	2	14	CASTLE	50	3	18.8	4.7	3.5		
22	promedio	2	14	CASTLE	75	1	19.6	5.1	3.9		
23	promedio	2	14	CASTLE	75	2	23.6	5.3	5.5		
24	promedio	2	14	CASTLE	75	3	17.6	5.2	3.6		
1	promedio	4	28	LEGACY	0	1	42	7.2	7		
2	promedio	4	28	LEGACY	0	2	39.7	7.1	5.8		
3	promedio	4	28	LEGACY	0	3	38.7	6.8	5.9		
4	promedio	4	28	LEGACY	25	1	40.9	7.5	6.9		
5	promedio	4	28	LEGACY	25	2	44.9	7.2	6.6		
6	promedio	4	28	LEGACY	25	3	40.9	6.8	6.6		
7	promedio	4	28	LEGACY	50	1	43.4	7.1	6.7		
8	promedio	4	28	LEGACY	50	2	38.9	7.5	7.5		
9	promedio	4	28	LEGACY	50	3	31.9	6.9	6.8		
10	promedio	4	28	LEGACY	75	1	38.5	7.8	7.3		
11	promedio	4	28	LEGACY	75	2	37.3	7.3	7.4		
12	promedio	4	28	LEGACY	75	3	37.8	8.1	7.3		
13	promedio	4	28	CASTLE	0	1	33.6	8	7.9		
14	promedio	4	28	CASTLE	0	2	28.9	7.5	6.9		
15	promedio	4	28	CASTLE	0	3	26.7	7.1	6.3		
16	promedio	4	28	CASTLE	25	1	29.5	7.3	6.2		
17	promedio	4	28	CASTLE	25	2	35.8	8.2	7.5		
18	promedio	4	28	CASTLE	25	3	26.4	7.2	6.6		

19	promedio	4	28	CASTLE	50	1	35	7.7	7.5		
20	promedio	4	28	CASTLE	50	2	32.8	7.6	7.2		
21	promedio	4	28	CASTLE	50	3	32.3	7.7	7		
22	promedio	4	28	CASTLE	75	1	32.2	7.6	7.2		
23	promedio	4	28	CASTLE	75	2	36.3	7.6	7.7		
24	promedio	4	28	CASTLE	75	3	24.6	7	6.7		
1	promedio	6	42	LEGACY	0	1	67.2	11.7	11.5		
2	promedio	6	42	LEGACY	0	2	57.5	11.1	12		
3	promedio	6	42	LEGACY	0	3	52.4	11.8	11.8		
4	promedio	6	42	LEGACY	25	1	59.9	12.8	12.9		
5	promedio	6	42	LEGACY	25	2	59.5	13	12.5		
6	promedio	6	42	LEGACY	25	3	53.4	12.8	12.3		
7	promedio	6	42	LEGACY	50	1	53.4	13	12.4		
8	promedio	6	42	LEGACY	50	2	57.9	12.9	12.6		
9	promedio	6	42	LEGACY	50	3	53.9	12.6	12.2		
10	promedio	6	42	LEGACY	75	1	56.5	13.2	13.3		
11	promedio	6	42	LEGACY	75	2	49.7	12.7	13.2		
12	promedio	6	42	LEGACY	75	3	49.6	12.8	12.7		
13	promedio	6	42	CASTLE	0	1	51.2	12.2	12.1		
14	promedio	6	42	CASTLE	0	2	48.3	12.4	12.4		
15	promedio	6	42	CASTLE	0	3	40.9	12	11.5		
16	promedio	6	42	CASTLE	25	1	54.3	12.7	12.2		
17	promedio	6	42	CASTLE	25	2	46.2	12.9	12.5		
18	promedio	6	42	CASTLE	25	3	39.4	12.2	12.6		
19	promedio	6	42	CASTLE	50	1	55.9	13.8	12.3		
20	promedio	6	42	CASTLE	50	2	49.1	13.8	12.5		
21	promedio	6	42	CASTLE	50	3	50	13.2	12.3		
22	promedio	6	42	CASTLE	75	1	48.7	12.5	11.8		
23	promedio	6	42	CASTLE	75	2	42.7	12.6	11.7		
24	promedio	6	42	CASTLE	75	3	43.7	12.1	12.4		
1	promedio	8	56	LEGACY	0	1	73.6	14.3	14.9		
2	promedio	8	56	LEGACY	0	2	63.8	13.7	12.9		
3	promedio	8	56	LEGACY	0	3	57.7	15.1	14.4		
4	promedio	8	56	LEGACY	25	1	74.5	14.8	14.1		
5	promedio	8	56	LEGACY	25	2	64.1	14.6	13.6		
6	promedio	8	56	LEGACY	25	3	58.6	14.2	13.3		
7	promedio	8	56	LEGACY	50	1	62.5	15	14.4		
8	promedio	8	56	LEGACY	50	2	63	14.9	14.4		
9	promedio	8	56	LEGACY	50	3	64.9	15.6	14.7		
10	promedio	8	56	LEGACY	75	1	72.3	15.1	14.4		
11	promedio	8	56	LEGACY	75	2	59.3	15.1	14.3		
12	promedio	8	56	LEGACY	75	3	61.6	14.8	14		
13	promedio	8	56	CASTLE	0	1	57.9	15.2	14.3	56.2	
14	promedio	8	56	CASTLE	0	2	57.8	14.6	13.5	30	
15	promedio	8	56	CASTLE	0	3	46.2	14.1	13.4	25	

16	promedio	8	56	CASTLE	25	1	68.3	15.8	14.8	30.4	
17	promedio	8	56	CASTLE	25	2	52.3	14.5	14.2	56.4	
18	promedio	8	56	CASTLE	25	3	44.7	14.1	14.1	28	
19	promedio	8	56	CASTLE	50	1	67.5	15.9	15.4	48.6	
20	promedio	8	56	CASTLE	50	2	53.1	15.3	14.8	67.9	
21	promedio	8	56	CASTLE	50	3	62.5	16	14.7	39.8	
22	promedio	8	56	CASTLE	75	1	63.9	14.9	13.8	39.7	
23	promedio	8	56	CASTLE	75	2	56.6	15	14.1	59	
24	promedio	8	56	CASTLE	75	3	49.5	14	13.7	25.6	
1	promedio	10	70	LEGACY	0	1	80	15.9	16.7	20.7	
2	promedio	10	70	LEGACY	0	2	67.8	15.8	14.5	17.9	
3	promedio	10	70	LEGACY	0	3	62.6	14.7	14	16.8	
4	promedio	10	70	LEGACY	25	1	78	17	15.7	31.8	
5	promedio	10	70	LEGACY	25	2	70.4	16.2	15.2	42	
6	promedio	10	70	LEGACY	25	3	64.3	15	14.1	21.2	
7	promedio	10	70	LEGACY	50	1	68.4	15.8	14.8	20.2	
8	promedio	10	70	LEGACY	50	2	69	16.9	16	30.6	
9	promedio	10	70	LEGACY	50	3	70.1	16.6	15.5	25.8	
10	promedio	10	70	LEGACY	75	1	77.3	15.9	14.5	28.5	
11	promedio	10	70	LEGACY	75	2	62.8	15.9	14.3	22.3	
12	promedio	10	70	LEGACY	75	3	65.5	16.1	15.4	22.3	
13	promedio	10	70	CASTLE	0	1	65.5	15.1	14.5	123.4	
14	promedio	10	70	CASTLE	0	2	62.4	14.6	13.7	93.9	191.05
15	promedio	10	70	CASTLE	0	3	48.6	14.4	13.7	78.2	149.5
16	promedio	10	70	CASTLE	25	1	75.1	16.6	16	60.6	
17	promedio	10	70	CASTLE	25	2	59.4	15.3	14.4	109.8	301.5
18	promedio	10	70	CASTLE	25	3	47.1	14.4	13.7	80.6	
19	promedio	10	70	CASTLE	50	1	73.4	16.7	15.8	126.4	396.35
20	promedio	10	70	CASTLE	50	2	64.3	15.3	14.7	147.5	208.51
21	promedio	10	70	CASTLE	50	3	71.1	16.8	15.4	146.3	302.84
22	promedio	10	70	CASTLE	75	1	69.7	16.1	14.6	90	507.85
23	promedio	10	70	CASTLE	75	2	60.1	14.6	13.8	115.3	260.43
24	promedio	10	70	CASTLE	75	3	56.5	15.2	14.4	93.8	128.4
1	promedio	12	84	LEGACY	0	1	83.1	16.7	16.8	63.7	
2	promedio	12	84	LEGACY	0	2	71	15.7	14.7	50.8	62.85
3	promedio	12	84	LEGACY	0	3	67.3	15	14.5	36.4	58.4
4	promedio	12	84	LEGACY	25	1	76.7	15.8	14.9	67.2	262
5	promedio	12	84	LEGACY	25	2	72.6	15.4	14.2	74.6	176.6
6	promedio	12	84	LEGACY	25	3	71.5	15.7	14.9	41.9	
7	promedio	12	84	LEGACY	50	1	76.3	15.9	14.4	53.1	
8	promedio	12	84	LEGACY	50	2	72.8	15.4	14.6	79.9	76.9
9	promedio	12	84	LEGACY	50	3	74	16	15.2	75.7	173.9
10	promedio	12	84	LEGACY	75	1	80.8	16.6	15.8	60.3	
11	promedio	12	84	LEGACY	75	2	65.5	16.3	15.4	55.4	98
12	promedio	12	84	LEGACY	75	3	67.9	15.9	14.7	53.7	

13	promedio	12	84	CASTLE	0	1	67.3	15.7	15.3	137.4	163.47
14	promedio	12	84	CASTLE	0	2	66.8	15.2	14.4	93.06	116.55
15	promedio	12	84	CASTLE	0	3	57	15.2	14.4	98	106.53
16	promedio	12	84	CASTLE	25	1	77.6	17	16.8	105.4	137.19
17	promedio	12	84	CASTLE	25	2	62.7	16	15.3	133.7	213.73
18	promedio	12	84	CASTLE	25	3	57.5	15.3	14.5	107.7	123.41
19	promedio	12	84	CASTLE	50	1	78.6	17.1	18.2	154.7	302.36
20	promedio	12	84	CASTLE	50	2	67.8	16.3	15.5	151.5	199.52
21	promedio	12	84	CASTLE	50	3	74.2	16.8	15.6	154.9	265.66
22	promedio	12	84	CASTLE	75	1	71.8	16.3	15.7	98.3	193.29
23	promedio	12	84	CASTLE	75	2	64.9	15.1	14.7	127.6	187.35
24	promedio	12	84	CASTLE	75	3	64.2	15.9	15.1	110.1	128.63
1	promedio	14	98	LEGACY	0	1	88.2	16.6	15.6	115.8	179.91
2	promedio	14	98	LEGACY	0	2	73.4	16.4	15.4	91.9	105.52
3	promedio	14	98	LEGACY	0	3	73.3	16.7	15.4	88.7	93.06
4	promedio	14	98	LEGACY	25	1	79.9	16.2	15	122.8	186.34
5	promedio	14	98	LEGACY	25	2	77.8	16.4	16.4	115.5	155.53
6	promedio	14	98	LEGACY	25	3	74.9	16.4	15.6	102.2	115.75
7	promedio	14	98	LEGACY	50	1	79.7	17.5	16.9	114.1	142.16
8	promedio	14	98	LEGACY	50	2	75.2	16.3	15.6	132.5	182.06
9	promedio	14	98	LEGACY	50	3	77.3	15.9	15.2	121.3	165.82
10	promedio	14	98	LEGACY	75	1	85.8	16.6	17.9	107.7	128.54
11	promedio	14	98	LEGACY	75	2	70	16.2	17.3	109.2	120.62
12	promedio	14	98	LEGACY	75	3	75.3	16.4	16.5	102.7	116.51

Anexo 3. Resultados del InfoStat

Nueva tabla : 06/11/2018 - 03:01:01 p.m. - [Versión : 22/09/2014]

Análisis de la varianza

Atura Planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Atura Planta	24	0.53	0.33	8.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	767.29	7	109.61	2.58	0.0549
Variedades	604.01	1	604.01	14.24	0.0017**
Biol	71.27	3	23.76	0.56	0.6489 ns
Variedades*Biol	92.01	3	30.67	0.72	0.5527 ns
Error	678.51	16	42.41		
Total	1445.80	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 42.4071 gl: 16

Variedades	Medias	n	E.E.	
LEGACY	77.57	12	1.88	A
CASTLE	67.53	12	1.88	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 42.4071 gl: 16

Biol	Medias	n	E.E.	
50.00	75.47	6	2.66	A
75.00	72.00	6	2.66	A
25.00	71.73	6	2.66	A
0.00	71.00	6	2.66	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 42.4071 gl: 16

Variedades	Biol	Medias	n	E.E.	
LEGACY	0.00	78.30	3	3.76	A
LEGACY	25.00	77.53	3	3.76	A
LEGACY	50.00	77.40	3	3.76	A
LEGACY	75.00	77.03	3	3.76	A
CASTLE	50.00	73.53	3	3.76	A B
CASTLE	75.00	66.97	3	3.76	A B
CASTLE	25.00	65.93	3	3.76	A B
CASTLE	0.00	63.70	3	3.76	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

n° de hojas por planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
n° de hojas por planta	24	0.51	0.30	3.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.49	7	0.64	2.42	0.0679
Variedades	1.35	1	1.35	5.11	0.0381 *
Biol	1.60	3	0.53	2.02	0.1519 ns
Variedades*Biol	1.53	3	0.51	1.93	0.1661 ns
Error	4.24	16	0.27		
Total	8.73	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2650 gl: 16

Variedades	Medias	n	E.E.
LEGACY	16.47	12	0.15 A
CASTLE	15.99	12	0.15 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.2650 gl: 16

Biol	Medias	n	E.E.
50.00	16.65	6	0.21 A
25.00	16.22	6	0.21 A B
75.00	16.08	6	0.21 A B
0.00	15.97	6	0.21 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.2650 gl: 16

Variedades	Biol	Medias	n	E.E.
CASTLE	50.00	16.73	3	0.30 A
LEGACY	0.00	16.57	3	0.30 A
LEGACY	50.00	16.57	3	0.30 A
LEGACY	75.00	16.40	3	0.30 A
LEGACY	25.00	16.33	3	0.30 A
CASTLE	25.00	16.10	3	0.30 A B
CASTLE	75.00	15.77	3	0.30 A B
CASTLE	0.00	15.37	3	0.30 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**diametro tallo**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
diametro tallo	24	0.52	0.30	5.50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.80	7	1.83	2.43	0.0671
Variedades	2.22	1	2.22	2.95	0.1051 ns
Biol	5.05	3	1.68	2.24	0.1231 ns
Variedades*Biol	5.52	3	1.84	2.45	0.1015 ns
Error	12.04	16	0.75		
Total	24.84	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.7525 gl: 16

Variedades	Medias	n	E.E.
LEGACY	16.07	12	0.25 A
CASTLE	15.46	12	0.25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.7525 gl: 16

Biol	Medias	n	E.E.
75.00	16.20	6	0.35 A
50.00	16.17	6	0.35 A
25.00	15.60	6	0.35 A
0.00	15.08	6	0.35 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.7525 gl: 16

Variedades	Biol	Medias	n	E.E.
LEGACY	75.00	17.23	3	0.50 A
CASTLE	50.00	16.43	3	0.50 A B
LEGACY	50.00	15.90	3	0.50 A B C
LEGACY	25.00	15.67	3	0.50 A B C
CASTLE	25.00	15.53	3	0.50 B C
LEGACY	0.00	15.47	3	0.50 B C
CASTLE	75.00	15.17	3	0.50 B C
CASTLE	0.00	14.70	3	0.50 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**diametro pella**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
diametro pella	24	0.66	0.51	11.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5739.96	7	819.99	4.42	0.0066
Variedades	912.17	1	912.17	4.92	0.0414 *
Biol	4069.51	3	1356.50	7.31	0.0026 **
Variedades*Biol	758.28	3	252.76	1.36	0.2900 ns
Error	2968.85	16	185.55		
Total	8708.81	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 185.5529 gl: 16

Variedades	Medias	n	E.E.
CASTLE	122.70	12	3.93 A
LEGACY	110.37	12	3.93 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 185.5529 gl: 16

Biol	Medias	n	E.E.
50.00	138.17	6	5.56 A
25.00	114.55	6	5.56 B
75.00	109.27	6	5.56 B
0.00	104.14	6	5.56 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 185.5529 gl: 16

Variedades	Biol	Medias	n	E.E.	
CASTLE	50.00	153.70	3	7.86	A
LEGACY	50.00	122.63	3	7.86	B
CASTLE	25.00	115.60	3	7.86	B
LEGACY	25.00	113.50	3	7.86	B
CASTLE	75.00	112.00	3	7.86	B
CASTLE	0.00	109.49	3	7.86	B
LEGACY	75.00	106.53	3	7.86	B
LEGACY	0.00	98.80	3	7.86	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**peso pella**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
peso pella	24	0.63	0.47	23.43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38753.90	7	5536.27	3.96	0.0107
Variedades	8283.15	1	8283.15	5.93	0.0270 *
Biol	22425.79	3	7475.26	5.35	0.0096 **
Variedades*Biol	8044.95	3	2681.65	1.92	0.1673 ns
Error	22365.63	16	1397.85		
Total	61119.53	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1397.8519 gl: 16

Variedades	Medias	n	E.E.	
CASTLE	178.14	12	10.79	A
LEGACY	140.99	12	10.79	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 1397.8519 gl: 16

Biol	Medias	n	E.E.	
50.00	209.60	6	15.26	A
25.00	155.33	6	15.26	B
75.00	145.82	6	15.26	B
0.00	127.51	6	15.26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 1397.8519 gl: 16

Variedades	Biol	Medias	n	E.E.	
CASTLE	50.00	255.85	3	21.59	A
CASTLE	75.00	169.76	3	21.59	B
LEGACY	50.00	163.35	3	21.59	B
CASTLE	25.00	158.11	3	21.59	B
LEGACY	25.00	152.54	3	21.59	B
CASTLE	0.00	128.85	3	21.59	B
LEGACY	0.00	126.16	3	21.59	B
LEGACY	75.00	121.89	3	21.59	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 4. Costo de elaboración de biol

ITEM	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Sub Total (Bs)	Total (Bs)
Contrucción de biodigestor					
Turril plástico (50 l)	Pza.	1	30	30	
Nylon	M	1	3.5	3.5	
Manguera	M	1	3	3	36.5
Insumos para la elaboración de biol					
Estiércol bovino	Kg	12		5	
Alfalfa			5	5	
Tripas de pescado	Kg	1	2	2	
Leche	l.	medio litro	1.5	1.5	
chancaca	g	50	3	3	16.5
Costo variable					
Mano de obra	Jomal	cuarto	15	15	15
Total					68

Calculo del precio de biol

$$P \quad d \quad b = \frac{\text{Costo de producción de biol (Bs)}}{\text{Cantidad de biol producido (litro)}}$$

$$P \quad d \quad b = \frac{68 \text{ (Bs)}}{45 \text{ (litros)}}$$

$$P \quad d \quad b = 1.5 \text{ Bs/l}$$

Anexo 5. Costo de producción de Brócoli (81 M²)

Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Total (Bs)
Insumos				
Castle dow	g	1	2	2
Legasy	g	1	2	2
Hilo	Ovillo	2	3	6
Biol	litro	24	1.5	36
Manejo de cultivo				
Almácigo	jornal	medio	30	30
Remosion de suelo	jornal	1	60	60
Nivelado	jornal	medio	30	30
Surcado	jornal	medio	30	30
Transplante	jornal	1	60	60
Refallado	jornal	cuarto	15	15
Labores culturales				
Riego	jornal	2	60	120
Deshierbe	jornal	medio	30	30
Aporque	jornal	medio	30	30
Aplicación de biol	jornal	medio	30	30
Cosecha				
Recolección	jornal	cuarto	15	15
Selección	jornal	medio	30	30
Pesado	jornal	1	60	60
				586
Costos Fijos				
Picota	pieza	1	35	35
Chontilla	pieza	1	30	30
Rastrillo	pieza	1	25	25
Total costos fijos				90
Costo total				676

Anexo 6. Costos parciales por tratamiento

DETALLE	TRATAMIENTO							
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
	V ₁ N ₀	V ₁ N ₁	V ₁ N ₂	V ₁ N ₃	V ₁ N ₀	V ₂ N ₁	V ₂ N ₂	V ₂ N ₃
Costo Variable								
Castle dome	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0
Legasy	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5
Hilo	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Biol	0	3	6	9	0	3	6	9
Manejo de cultivo								
Almácigo	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
Remoción de suelo	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Nivelado	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
Surcado	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
Transplante	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Refallado	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87
Labores culturales								
Riego	15	15	15	15	15	15	15	15
Deshierbe	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
Aporque	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
Aplicación de biol	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
Cosecha								
Recolección	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87
Selección	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
Pesado	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Costos Fijos								
Picota	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37
Chontilla	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
Rastrillo	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12
Costo total de prod.	79.93	82.93	85.93	88.93	79.93	82.93	85.93	88.93
Beneficio Bruto (Bs/m²)	89	110	163	108	85	100	120	71
Beneficio Neto (Bs/m²)	9	27	77	19	5	17	34	-8
Relación B/C	1.1	1.3	1.9	1.2	1	1.2	1.4	0.7

Anexo 7 Análisis Físico Químico de Suelos



MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : *LOURDES SABINA CONDORI CONDORI*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia: LOS ANDES
Municipio: PUCARANI

NO SOLICITUD: *200 / 2016*
FECHA DE RECEPCION : *24 / Noviembre / 2016*
FECHA DE ENTREGA : *27 / Diciembre / 2016*

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO - Lugar Kallutaca*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
907-01 /2016	T E X T U R A	ARENA	35	%	Hidrómetro de Bouyoucos
907-02 /2016		ARCILLA	31	%	Hidrómetro de Bouyoucos
907-03 /2016		LIMO	34	%	Hidrómetro de Bouyoucos
907-04 /2016		CLASE TEXTURAL	FY	-	Hidrómetro de Bouyoucos
907-05 /2016		GRAVA	0,0	%	Gravimetría
907-06 /2016	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
907-07 /2016	pH en agua 1:5	6,88	-	Potenciometría	
907-08 /2016	pH en KCl 1:5	6,66	-	Potenciometría	
907-09 /2016	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,189	dS/m	Conductancia	
907-10 /2016	C A C I D M O E B N I O S	Acidez de cambio (Al + H)	0,07	meq/100 g	Volumetría
907-11 /2016		Calcio	5,71	meq/100 g	Absorción atómica
907-12 /2016		Magnesio	1,52	meq/100 g	Absorción atómica
907-13 /2016		Sodio	0,28	meq/100 g	Emisión atómica
907-14 /2016		Potasio	1,81	meq/100 g	Emisión atómica
907-15 /2016	Suma de Bases	9,32	meq/100 g	Suma de bases	
907-16 /2016	Capacidad de Intercambio Catiónico	9,40	meq/100 g	Volumetría	
907-17 /2016	% de Saturación	99,2	%	Cálculo numérico	
907-18 /2016	Materia orgánica	3,74	%	Walkley Black	
907-19 /2016	Nitrógeno total	0,23	%	Kjeldahl	
907-20 /2016	Fósforo asimilable	94,00	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.