

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS DOSIS DE ABONO ORGÁNICO DE EQUINO
DESCOMPUESTO, SOBRE DOS VARIEDADES DE BROCOLI (*Brassica oleracea L.*)
EN AMBIENTE ATEMPERADO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA

Evelin Caceres Yucra

LA PAZ – BOLIVIA

2019

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS DOSIS DE ABONO ORGÁNICO DE EQUINO DESCOMPUESTO, SOBRE DOS VARIEDADES DE BROCOLI (*Brassica oleracea* L.) EN AMBIENTE ATEMPERADO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA

Tesis de Grado presentado como requisito parcial para optar el Título de Ingeniero Agrónomo

EVELIN CACERES YUCRA

Asesores:

Ph. D. Ing. Eduardo Chilón Camacho

Ing. Freddy Carlos Mena Herrera

Tribunal Examinador:

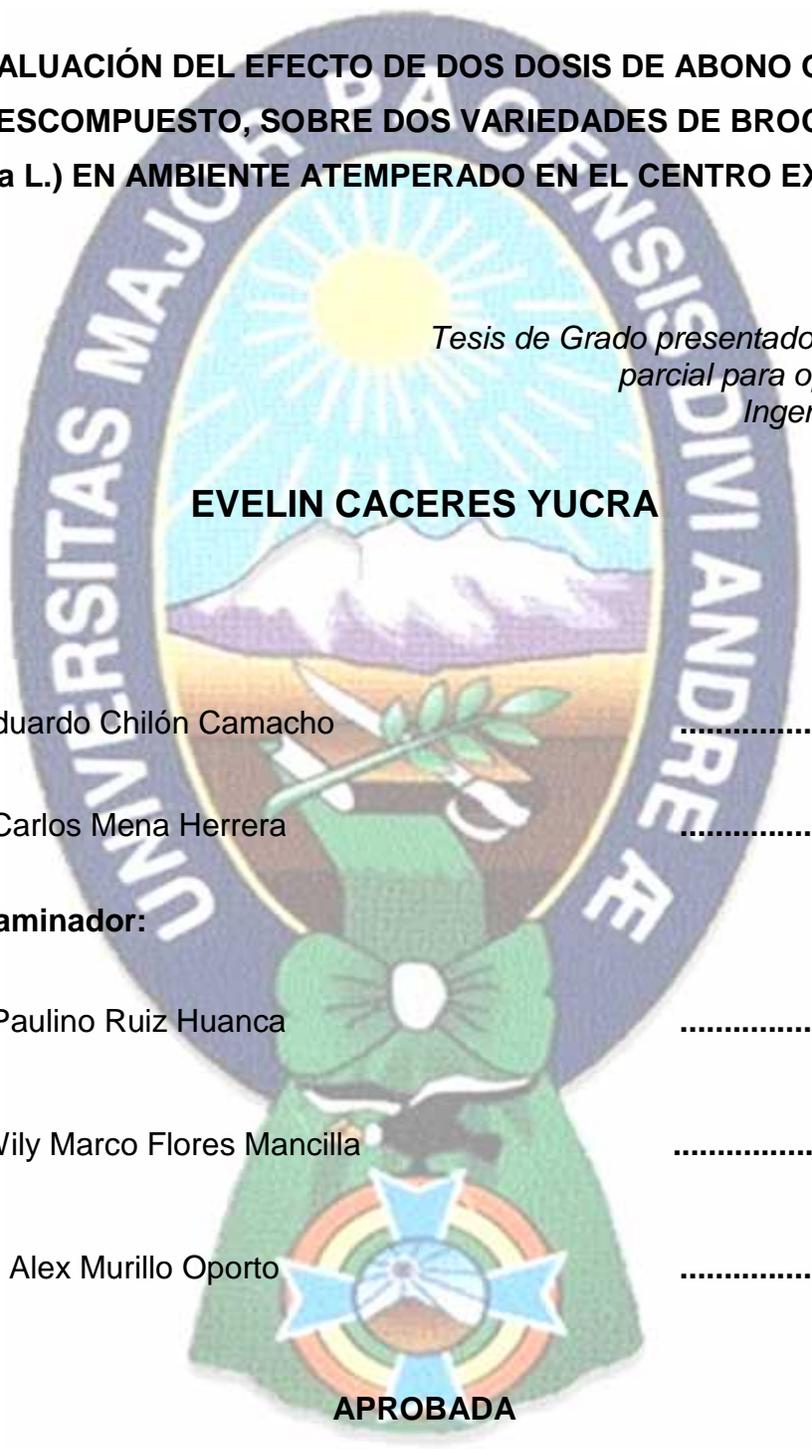
Ing. M. Sc. Paulino Ruiz Huanca

Ing. M. Sc. Wily Marco Flores Mancilla

Ing. Williams Alex Murillo Oporto

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador



DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia, a mis padres Daniel y Abner por su gran ayuda para seguir adelante, a mis hermanos Nataly, Daniel y Jhetsel por sus ánimos a seguir luchando por la vida.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo agradecer a Dios por sus bendiciones y darme fuerzas para terminar la carrera.

Agradezco el apoyo al proyecto Helping Hans por ayudarme tanto económica mente como espiritual sin su ayuda no hubiera terminado el estudio.

A mis asesores Ing. M. Sc. Eduardo Chilón Camacho y Ing. Freddy Carlos Mena Herrera, por las recomendaciones y apoyo que me brindaron para culminar la elaboración del documento final.

A mis revisores Ing. Paulino Ruiz Huanca, Ing. Wily Marco Flores Mancilla y Ing. Williams Alex Murillo Oporto por las observaciones y sugerencias para mejorar el documento final.

A mis ti@s Elsa, Ruth, Ludmila, y Wilberth y Victor por creer en mí y desearme todo lo mejor para que siga adelante.

A mis primos Wilson, Reynaldo, Camila, Abdías, y Nélica por tener su apoyo incondicional y darme consejos de la vida en el estudio.

A mi compañero de campo, estudio y viajes Franz Mendoza por su amistad paciencia, apoyo y cariño por creer en mi para no rendirme en el largo camino de estudio.

A la casa de estudio de la Carrera Ingeniería Agronómica, a los docentes por su conocimiento brindado.

A todos mis compañeros de estudio y campo Sara, Escarleth, Deysi y anahi por a verme apoyado en la tesis.

A mis compañeros de estudio Raul, Jael , Ovidio, Daniel, Miguel, mollo, choco Yolanda, lola Monica, Prima, Tania, y Celinda, por hacer mis días más placenteros en la universidad

A mi abuelo que en paz descanse por creer en mí y sentirse orgulloso.

RESUMEN

Actualmente en Bolivia el brócoli ha seguido la misma tendencia de aumento en el consumo, realizándose investigaciones y mejoras en la planta de brócoli, los avances científicos han mejorado la producción. El cultivo de esta hortaliza se ha convertido en un negocio rentable. Es por eso que se planteó como objetivo general evaluar el efecto de dos dosis de abono orgánico de equino sobre variedades de brócoli en ambiente atemperado, mientras los objetivos específicos evaluar el efecto de dos dosis de abono orgánico de equino sobre variedades de brócoli en ambiente atemperado, identificar la dosis apropiada de abono orgánico de equino y realizar un análisis económico. El trabajo experimental se realizó en la Estación Experimental de Cota Cota, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en la zona de Cota Cota. Para realizar el experimento se hizo una recolección del abono orgánico el 22 de noviembre del 2015, posterior la descomposición se realiza en dos porciones alcanzando una altura de 2 m aplicando 3 litros de activador biológico (chicha de maíz) y dos litros de agua, luego de la descomposición del estiércol de equino, se procedió a realizar un análisis del abono orgánico y del suelo. En la platabanda se hizo la remoción del suelo a una profundidad de $\frac{1}{2}$ metro, se tomó datos cada 15 días y aplicando el criterio de efecto de borde y se cosechó cuando las pellas se encontraban cerradas. El diseño experimental utilizado en el presente estudio fue un diseño de bloques completamente al azar con arreglo bifactorial, con 6 tratamientos y 3 repeticiones, teniendo 18 unidades experimentales teniendo Factor A = variedades de brócoli (A1 = Di Cicco, A2 = Itálica); Factor B = Niveles de abono Orgánico (B1 = 4,62 kg/m², B2 = 2,20 kg/m²; B3 = 0 kg/m²). Los resultados obtenidos fueron el tratamiento con el mayor desarrollo fue el T1 correspondiente a la variedad Di Cicco de la dosis Alta (4,62 kg de abono orgánico), posteriormente se tiene al T3 de la variedad Itálica y de la misma dosis, para el número de hojas de la misma manera los tratamientos se repiten obteniendo 15,7 y 15 hojas en promedio. De la misma manera el diámetro se repite los mismos tratamientos como los más altos encontrando 3,5 cm y 3,1 cm, el diámetro de inflorescencia con 12,35 cm correspondiente a la variedad Di Cicco

del Nivel Alto, seguido y muy a la par al tratamiento T3 con 12,11 cm de la variedad itálica, El peso de la pella nos dio el T1 y T3 como los más altos con 432,77 y 398,35 (g). el rendimiento de pella con 3,86 kg/m² y 3,59 kg/m² del T1 y T3. Y finalmente, con el análisis de costos se obtiene que el T1 y T3 tienen los beneficio/costos más altos con 3,1 y 3 respectivamente. Se concluye, que la variedad no influyó en casi nada durante toda la investigación, mientras la dosis fue altamente significativa para todas las variables y se recomienda realizar un estudio parecido con variedades híbridas y dosis más altas para evaluar mejor las diferencias y manejar correctamente la carpa ya que un mal manejo puede hacer variar la temperatura y ocasionan un desarrollo muy apresurado del cultivo y no bien desarrollado.

SUMMARY

Currently in Bolivia broccoli has followed the same trend of increased consumption, conducting research and improvements in the broccoli plant, scientific advances have improved production. The cultivation of this vegetable has become a profitable business. That is why the general objective is to evaluate the effect of two doses of equine organic fertilizer on broccoli varieties in a temperate environment, while the specific objectives to evaluate the effect of two doses of equine organic fertilizer on broccoli varieties in a temperate environment, identify the appropriate dose of equine organic fertilizer and perform an economic analysis. The experimental work was carried out in the Cota Cota Experimental Station, belonging to the Faculty of Agronomy of the Universidad Mayor de San Andrés, located in the Cota Cota area. To carry out the experiment, an organic compost was collected on November 22, 2015, after which the decomposition was carried out in two portions reaching a height of 2 m, applying 3 liters of biological activator (corn chicha) and two liters of water, then from the decomposition of equine manure, an analysis of the organic fertilizer and the soil was carried out. In the platform the soil was removed at a depth of ½ meter, data was taken every 15 days and applying the criterion of edge effect and was harvested when the pellets were closed. The experimental design used in the present study was a completely randomized block design with a bifactorial arrangement with 6 treatments and 3

repetitions, having 18 experimental units having Factor A = varieties of broccoli (A1 = Di Cicco, A2 = Italic); Factor B = Levels of Organic fertilizer (B1 = 4.62 kg / m², B2 = 2.20 kg / m², B3 = 0 kg / m²). The results obtained were the treatment with the highest development was the T1 corresponding to the Di Cicco variety of the High dose (4.62 kg of organic fertilizer), later it has the T3 of the Itálica variety and of the same dose, for the number of leaves in the same way the treatments are repeated obtaining 15,7 and 15 leaves on average. In the same way the diameter is repeated the same treatments as the highest ones finding 3.5 cm and 3.1 cm, the diameter of inflorescence with 12,35 cm corresponding to the Di Cicco variety of the High Level, followed and very at the same time to the treatment T3 with 12.11 cm of the variety italic, the weight of the pellet gave us the T1 and T3 as the highest with 432,77 and 398,35 (g). the pellet yield with 3,86 kg / m² and 3,59 kg / m² of the T1 and T3. And finally, with the cost analysis it is obtained that T1 and T3 have the highest benefit / costs with 3,1 and 3 respectively. It is concluded that the variety did not influence in almost anything during the whole investigation, while the dose was highly significant for all the variables and it is recommended to carry out a similar study with hybrid varieties and higher doses to better evaluate the differences and correctly handle the carp since bad handling can change the temperature and cause a very hasty development of the crop and not well developed.

ÍNDICE1

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivo General.....	3
2.2	Objetivos Específicos	3
3.	FUNDAMENTO TEÓRICO	4
3.1	Origen del Brócoli	4
3.2	Producción de Brócoli.....	4
3.2.1	Producción de Brócoli en el Mundo	4
3.2.2	Producción de Brócoli en Bolivia	5
3.3	Descripción morfológica del Brócoli.....	5
3.4	Clasificación taxonómica	7
3.5	Variedades	7
3.6	Valor nutricional del brócoli.....	8
3.7	Particularidades del cultivo	9
3.7.1	Preparación del terreno	9
3.7.2	Tipos de siembra	9
3.7.2.1	Siembra Directa	9
3.7.2.2	Siembra Indirecta	10
3.7.3	Trasplante.....	10
3.7.4	Aporque.....	11
3.7.5	Control de malezas.....	11
3.7.6	Plagas y Enfermedades.....	11
3.7.6.1	Plagas.....	11

3.7.6.2	Enfermedades	11
3.7.7	Fitopatías.....	12
3.7.8	Cosecha	12
3.7.9	Post – Cosecha	13
3.8	Fases del cultivo	13
3.9	Requerimiento del cultivo	14
3.9.1	Clima	14
3.9.2	Temperatura.....	14
3.9.3	Suelo y Ph	15
3.9.4	Humedad.....	15
3.9.5	Agua	16
3.9.6	Luz.....	16
3.10	Producción de hortalizas orgánicas.....	16
3.10.1	Carpas solares	16
3.10.2	Condiciones ambientales de una carpa solar.....	17
3.11	Abonos orgánicos.....	18
3.11.1	Proceso de elaboración de abonos orgánicos.....	18
3.11.2	Beneficios de los abonos orgánicos	18
3.11.3	Abonos orgánicos sólidos.....	19
3.12	Evaluación económica.....	20
3.12.1	Rendimiento	20
3.12.2	Beneficio bruto.....	21
4.	LOCALIZACIÓN	23
4.1	Ubicación geográfica	23

4.1.1	Clima	24
4.1.2	Vegetación y pecuaria	24
4.1.3	Suelo	24
5.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
5.1	Materiales	25
5.1.1	Material Biológico	25
5.1.2	Material de campo	25
5.1.3	Material de gabinete	25
5.2	Metodología	25
5.2.1	Procedimiento experimental	25
5.2.1.1	Recolección del abono	25
5.2.1.2	Descomposición del estiércol de equino.....	25
5.2.1.3	Análisis de los abonos orgánicos	26
5.2.1.4	Remoción del suelo e incorporación del abono orgánico	26
5.2.1.5	Siembra	26
5.2.1.6	Labores culturales	26
5.2.1.7	Toma de datos.....	26
5.2.1.8	Cosecha	26
5.2.2	Diseño experimental	27
5.2.3	Interacción entre los factores.....	27
5.2.4	Modelo Aditivo lineal.....	27
5.2.5	Variables agronómicas	28
5.2.5.1	Altura de planta	28
5.2.5.2	Número de Hojas.....	28

5.2.5.3	Diámetro de tallo	28
5.2.5.4	Diámetro de la inflorescencia	29
5.2.5.5	Peso de la pella	29
5.2.5.6	Rendimiento del cultivo.....	29
5.2.5.7	Evaluación del compost de equino	29
5.2.5.8	Análisis económico.....	29
6.	RESULTADOS Y DISCUCIONES	30
6.1	Parámetros ambientales de temperatura.....	30
6.2	VARIABLES agronómicas	31
6.2.1	Altura de planta	31
6.2.2	Número de hojas	34
6.2.3	Diámetro de tallo	37
6.2.4	Diámetro de la inflorescencia	40
6.2.5	Peso de la Pella.....	43
6.2.6	Rendimiento de pella.....	45
7.	CONCLUSIONES.....	50
8.	RECOMENCIONES	52
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	53
	ANEXOS	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Interacción de los Factores	27
Cuadro 2. Análisis de varianza de la altura de planta (cm).....	32
Cuadro 3. Prueba de Duncan para la altura de planta (cm) para la dosis de abono orgánico.....	32
Cuadro 4. Contrastes ortogonales de la altura de planta para la dosis de abono orgánico.....	33
Cuadro 5. Análisis de varianza de la altura de planta (cm).....	35
Cuadro 6. Prueba de Duncan para Numero de Hojas de la dosis de abono orgánico.....	35
Cuadro 7. Contrastes ortogonales de la altura de planta para la dosis de abono orgánico.....	36
Cuadro 8. Análisis de varianza de diámetro de tallo (cm).....	38
Cuadro 9. Prueba de Duncan para diámetro de tallo de la variedad	38
Cuadro 10. Prueba de Duncan para diámetro de tallo de la dosis de abono orgánico.....	39
Cuadro 11. Contrastes ortogonales de la altura de planta para la dosis de abono orgánico.....	39
Cuadro 12. Análisis de varianza de diámetro de Inflorescencia (cm)	41
Cuadro 13. Prueba de Duncan para diámetro de Inflorescencia de la dosis de abono orgánico.....	41
Cuadro 14. Contrastes ortogonales del diámetro de Inflorescencia para la dosis de abono orgánico.....	42
Cuadro 15. Análisis de varianza para peso de pella (g)	44
Cuadro 16. Prueba de Duncan para peso de pella de la dosis de abono orgánico.....	44

Cuadro 17. Contrastes ortogonales del peso de pella para la dosis de abono orgánico.....	45
Cuadro 18. Análisis de varianza para peso de pella (g)	46
Cuadro 19. Prueba de Duncan para peso de pella de la dosis de abono orgánico.....	47
Cuadro 20. Contrastes ortogonales del rendimiento para la dosis de abono orgánico.....	47
Cuadro 21. Beneficio costo por tratamiento	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del estudio	23
Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas.....	30
Figura 3. Desarrollo de la altura de planta durante toda la etapa de estudio	31
Figura 4. Desarrollo de la altura de planta durante toda la etapa de estudio	34
Figura 5. Desarrollo del diámetro de tallo durante toda la etapa de estudio	37
Figura 6. Diámetro de inflorescencia (cm) por tratamiento	40
Figura 7. Peso de Pella (g) por tratamiento	43
Figura 8. Rendimiento de los tratamientos (kg/ha)	46
Figura 9. Ganancia en bolivianos por cada boliviano invertido	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Recolección de las heces de equino y preparación del compost	58
Anexo 2. Aplicación del método de la parafina.....	60
Anexo 3. Toma de datos de las variables agronómicas del cultivo	61
Anexo 4. Medición del tallo y pella con uso del vernier	62
Anexo 5. Toma de datos de las hojas del brócoli, cosecha y pesado de las pellas	63

Anexo 6. Etiqueto, embolsado y para la venta del brócoli	64
Anexo 7. Calculo del NPK y dosis por tratamiento	65
Anexo 8. Análisis de muestras de abono orgánico de equino y suelo.....	68
Anexo 9. Análisis del costo y rendimiento por tratamiento	70
Anexo 10. Tabla de análisis de costos por uso de carpa solar.....	72

ÍNDICE DE FORMULAS

Fórmula 1) Beneficio/Costo	21
Fórmula 2) Beneficio Bruto.....	21
Fórmula 3) Beneficio Neto.....	222
Fórmula 4) Modelo Aditivo Lineal	28

1. INTRODUCCIÓN

El brócoli (*Brassica oleracea* L.) es una hortaliza que se consume desde hace muchos años en países europeos y en Estados Unidos. Actualmente en Bolivia este producto ha seguido la misma tendencia de aumento en el consumo.

Es una hortaliza que contiene cantidades significantes de nutrientes, vitaminas, proteínas y sales minerales de gran importancia para la salud y en nuestro medio, el cultivo se realiza a campo abierto y en medios protegidos, en los últimos años se ha intensificado por los frutos del cambio climático que está generando falta de lluvias, heladas y sequías, que se constituye en una problemática para la producción de esta hortalizas, por lo que es importante estudiarlas considerablemente otras alternativas para adaptarnos al cambio climático que amenaza la seguridad y soberanía alimentaria. Algunas alternativas se relacionan con: El mejoramiento de eficiencia del riego, el manejo de ambientes controlados, la implementación de las variedades resistentes, la aplicación eficiente de abonos orgánicos para mejorar la productividad de esta hortaliza y otras.

En el contexto internacional, el cultivo de este vegetal aumento rápidamente, México es uno de los principales países exportadores de hortalizas frescas y congeladas hacia EE.UU. El excedente de demanda de esta hortaliza que reporta norte américo, Europa y Asia es una oportunidad de mercado.

Actualmente se han realizado investigaciones y mejoras en la planta de brócoli, los avances científicos han mejorado la producción. El cultivo de esta hortaliza se ha convertido en un negocio rentable. En nuestros días una hectárea de brócoli alcanza a obtener una productividad de 15 toneladas.

Dada la importancia que tiene la producción y el consumo de las hortalizas en todo el mundo, Bolivia al poseer los diferentes estratos o pisos ecológicos agrícolas, tiene la capacidad de producir gran cantidad de hortalizas de buena calidad, para el consumo interno y externo, dentro de este marco el Brócoli (*Brassica oleácea* L.) es una de las hortalizas que ha tomado un impulso considerable sobre todo para la exportación

Además, el cultivo de esta hortaliza, se prevé que en los próximos 50 años será necesario un incremento sin precedentes en la producción agrícola para satisfacer la gran demanda de la población mundial. El cultivo de brócoli en Bolivia requiere de diferentes dosis de abonos orgánicos, disminuyendo el uso de fertilizantes químicos, por lo que es imperativa la búsqueda de nuevos métodos de producción orgánica, que sean social y económicamente sustentables para proteger el entorno. Además, la reducción del uso de fertilizantes químicos sintéticos (fuentes inorgánicas) va a contribuir en la reducción de la contaminación del aire y agua.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de dos dosis de abono orgánico de equino sobre variedades de brócoli en ambiente atemperado.

2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de dos dosis de abono orgánico de equino en el comportamiento agronómico de dos variedades de brócoli: Di Cicco e itálica.
- Identificar la dosis apropiada de abono orgánico de equino y que tenga un efecto sobre el rendimiento de dos variedades de Brócoli.
- Realizar el análisis económico de la investigación.

3. FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1 Origen del Brócoli

El centro de origen más probable, es el área noreste del mediterráneo y luego fue introducido a Italia antes del Imperio Romano y posteriormente a otros países de Europa Occidental. La introducción a Inglaterra habría ocurrido después del 1700 y de allí habría sido llevado al este de los Estados Unidos, país en que las primeras descripciones datan de inicio del siglo XIX (1806) (Ogden, 1992).

Cásseres (1980) y García (1954) denotan, las hortalizas del grupo de las crucíferas tienen un ancestro común en el repollo original; una planta silvestre que quizá llega del Mediterráneo o del Asia Menor a las peñas calcáreas de Inglaterra, o a las costas de Dinamarca (Shoemaker); así como también, a Francia y España, su origen es muy antiguo, pues hay referencias históricas sobre su cultivo antes de la Era Cristiana en Italia, Malta y Egipto.

3.2 Producción de Brócoli

3.2.1 Producción de Brócoli en el Mundo

Según datos de la Organización de Agricultura y Alimentos (FAO, 2015) el total de las exportaciones de broccoli en el año 2015 fueron: 946700 Toneladas Métricas (TM). Los principales países exportadores de brócoli son: España (240.610 TM), Francia con un 19,26% (182.390 TM), China con 13,92% (131.860 TM) y Estados Unidos con 8,95% (84.800 TM). España tiene la mayor participación del mercado mundial con un 25,40%.

Por otro lado, los datos de la FAO del total de las importaciones mundiales reportadas en el año 2015 fueron: 662.130,000 TM. Los principales importadores son: Reino Unido (18%), Alemania (9,44%) y Canadá (9,20%). Según datos de la FAO casi un 62% de las importaciones mundiales de brócoli y coliflor son de EU. Los países que destacan son: Reino Unido (29%), Alemania (15%) y Francia (9,12%).

Y de acuerdo a la asociación guatemalteca de exportadores (AGEXPORT,2016). En Guatemala, la exportación de brócoli y coliflor tuvo su mayor nivel en el año

2015 exportando más de 23.000 TM anuales equivalentes a casi 8.000,000 US\$. Sin embargo, en el 2004 que a pesar que en volumen que se exportó con respecto al año 2002 fue menor (menos de 21000 TM anuales), el precio fue mucho mayor llegando a casi los 12.000,000 US\$. En los últimos años las exportaciones tanto en valores como en volumen han descendido.

3.2.2 Producción de Brócoli en Bolivia

Datos del Servicio Departamental Agropecuario de Santa Cruz (Sedacruz, 2017), 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 11.314,29 kg ha⁻¹, durante el 2015 y 2016, el precio por unidad es de 5 a 8 bs/unidad.

También, Mamani (2014) menciona en una investigación de tesis de grado que obtuvo rendimientos de 17.394,3 kg ha⁻¹. Un año más tarde. Otro estudio por parte de Copari (2015) en una investigación de tesis de grado de la carrera de ingeniería agronómica UMSA, obtuvo 2.500 kg ha⁻¹. Y un costo de venta de 9.424 Bs/ha.

3.3 Descripción morfológica del Brócoli

El brócoli es una planta erecta, herbácea, alógama y anual por lo que no necesita un periodo de vernalización o de baja temperatura para emitir el vástago floral (Krarup, 1992).

- a) **Raíz:** El brócoli presenta un sistema radicular pivotante (axonomorfa), leñoso y poco profundizador, alcanzando hasta 80 cm de profundidad en el perfil del suelo. Las raíces secundarias, terciarias y raicillas se concentran mayoritariamente en los primeros 40 a 60 cm de profundidad (Krarup, 1992). Esta hortaliza de raíz pivotante puede llegar a penetrar hasta 1,20 m de profundidad. Es una planta erecta con 60 a 90 cm de altura (Maroto, 1995).
- b) **Tallo:** Desarrolla un tallo principal relativamente grueso, de diámetro entre 2 a 6 cm. Y de largo de 20 a 50 cm de longitud, constituyéndose en un tallo acaule. Según Rueda (2001) acaule es un tallo muy corto con nudos y entrenudos casi juntos, formando una roseta de hojas. El tallo termina en una inflorescencia

principal, excepto por algunas inflorescencias secundarias en los nudos superiores, no presenta ramificaciones (Krarup, 1992).

- c) **Hojas:** Las hojas son de tamaño grande, pudiendo alcanzar hasta más de 50 cm. de longitud y 30 cm. de ancho, las mismas varían en número de 15 a 30, según el cultivar. Presentan un pecíolo más desarrollado que la coliflor y repollo, alcanzado hasta un tercio de la longitud total de la hoja, estando el resto constituido por una lámina que generalmente es lobulada. La superficie foliar está recubierta por ceras epicuticulares que dificultan el mojamiento y causan el escurrimiento del agua (Krarup, 1992).

Los brócolis de pella tienen algunas diferencias morfológicas con las coliflores, como son las hojas más estrechas y más erguidas con peciolo generalmente desnudos o con formas estipuladas, limbos frecuentemente más ondulados; así como las nervaduras más marcadas y blancas (Sobrino, 1989). El brócoli es una planta similar a la coliflor, aunque las hojas son más estrechas y más erguidas, con peciolo generalmente desnudos, limbos normalmente con los bordes más ondulados; así como nervaduras más marcadas y blancas (Maroto, 1995).

- d) **Inflorescencia:** A diferencia de varios tipos de coliflor, se conforma de primordios florales o flores inmaduras, dispuestas en un corimbo principal o primario en el extremo superior del tallo o en ramificaciones de las yemas auxiliares. Rueda (2001), indica que un corimbo es una inflorescencia en la cual las flores se unen al pedúnculo en forma alternada, pero todas llegan a un mismo nivel de altura. Los corimbos son de color variable según el cultivar, yendo desde verde claro a color púrpura y mantienen una estructura compacta durante poco tiempo, hasta el momento en que se acelera la elongación de los pedúnculos y se produce la maduración de las flores (Krarup, 1992). El brócoli tiene algunas diferencias morfológicas con las coliflores, como son las pellas claras ligeramente menores de tamaño, superficie más granulada (Sobrino, 1989).
- e) **Flor:** Las flores son perfectas, actinomorfas, con cuatro pétalos libres, amarillos, dispuestos en forma de cruz (Crucíferas). A pesar de tener flores

perfectas, debido a problemas de autoincompatibilidad, el brócoli presenta polinización cruzada, la misma que es realizada por insectos, principalmente abejas y moscas (Krarup, 1992). Después de la polinización, la germinación del polen y fertilización de los óvulos, se inicia el desarrollo del fruto propiamente dicho.

- f) **Fruto:** El fruto comprende una silicua, la cual contiene, generalmente, más de diez semillas en su interior las cuales al momento de su madurez (dehiscencia) son liberadas al medio ambiente. Las semillas son redondas, de color pardo oscuro a rojizo y de tamaño pequeño, cerca de 2 mm de diámetro. El número de semillas por gramo fluctúa entre 250 a 350, dependiendo del cultivar y factores de producción (Krarup, 1992). Casseres (1980), indica que las flores del brócoli son pequeñas, en forma de cruz de color amarillo y el fruto es una silicua de valvas ligeramente convexas con un solo nervio longitudinal. Produce abundantes semillas redondas y de color rosáceo. El fruto es una silicua de color verde oscuro que mide 3 a 4 cm, y contiene semillas de 2 a 3 mm de diámetro (Maroto, 1995).

3.4 Clasificación taxonómica

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

Reino: vegetal
Clase: Angiospermae
Subclase: Dicotyledonae
Orden: Roedales
Familia: Cruciferaeae
Género: Brassica
Especie: Oleracea
Variedad: Itálica o Di Ciccco
Nombre común: brócoli, bróculi, brécol.

3.5 Variedades

Existen variedades desde un grano muy apretado hasta tipos que lo tienen muy suelto, pasando por las formas intermedias. Teniendo en cuenta el ciclo de

formación de la pella desde siembra a madurez, se dividen también las variedades en tempranas, de media estación y tardías. Las variedades tempranas se siembran a finales de junio, en clima continental y se recolectan durante los meses de octubre, noviembre y diciembre.

De acuerdo a ABCAGRO (s.f.) las variedades más conocidas son:

- a) Admiral: variedad de ciclo medio. 80-85 días de trasplanta a la cosecha.
- b) Coaster: ciclo medio-largo. 80-85 días desde trasplante a recolección.
- c) Corvet: variedad precoz. 90-95 días desde la siembra. Resistente a Peronosporabrassicae.
- d) De cicco: Planta compacta que produce cabezas medianas de unos 10 a 12 centímetros de diámetro, de un color verde oscuro, produce muchas cabezas laterales.
- e) Shogum: ciclo semi tardío. Tolerante a Peronosporabrassicae.
- f) Marisa: muy precoz. 55-60 días desde el trasplante a la recolección.
- g) Calabrese: de ciclo precoz, se desarrolla bien climas templados de 18- a 24C.
- h) Itálica: Esta planta posee abundantes cabezas florales carnosas comestibles de color verde, puestas en forma de árbol, sobre ramas que nacen de un grueso tallo, el cual no es comestible. La gran masa de cabezuelas está rodeada de hojas. Es muy parecido a su pariente cercano, la coliflor, pero es de color verde.

3.6 Valor nutricional del brócoli

El brócoli es una de las hortalizas de mayor valor nutritivo que se conocen, ya que posee un amplio número de nutrientes esenciales para nuestra dieta. El consumo de brócoli aporta a nuestro organismo gran variedad de vitaminas, como vitamina C, B1, B2, B3 y B6, pero sobre todo aporta una gran cantidad de vitamina A.

No es solo en el aporte de vitamínico lo que destaca del consumo de Brócoli, sino que además esta hortaliza contiene calcio, ácido fólico, así como una amplia gama de minerales y antioxidantes que benefician de manera muy positiva el buen funcionamiento de nuestro organismo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valor nutricional del brócoli en 100 gr.

	cosido	crudo
Valor energético	31 kcal (129 kJ)	61 kcal (257 kJ)
Proteínas	3,1 g	6,2 g
Hidratos de carbono	2,4 g	4,8 g
Azúcares	1,5 g	3 g
Fibra alimentaria	3 g	6 g
Sodio (Sal)	0,02 g (0,05 g)	0,04 g (0,10 g)
Vitamina C	31 mg (39% CDR**)	62 mg (77% CDR**)

3.7 Particularidades del cultivo

3.7.1 Preparación del terreno

En el cultivo de brócoli, es muy importante la preparación del terreno. Todo esto depende del lote que está destinado a la siembra procurando prepararlo con la debida anticipación. Con el propósito de obtener una capa de suelo suelta con una profundidad de 25-30 cm, constando de labores como arada, rastra y surcado (Vallejo, 2013).

3.7.2 Tipos de siembra

3.7.2.1 Siembra Directa

En caso de siembra directa, para asegurar la emergencia se colocará por golpe más de dos semillas, suponga que colocará tres (razón por la cual no consideramos el % de germinación) para un posterior raleo de plántulas (Porco y Terrazas, 2009).

Krarup (1992) sostiene, en la siembra directa se requiere realizar una buena preparación del suelo, que permita la ubicación y cobertura uniforme de la semilla (2mm), que debe quedar entre 1 y 2 cm de profundidad. Con este método se utiliza entre 700 a 1000 g/ha de semilla y la necesidad de una sembradora adecuada, requiere de un sistema de riego que permita mantener húmeda la zona superficial del suelo.

3.7.2.2 Siembra Indirecta

- a) Siembra en almacigo o semillero. - La semilla se debe cubrir ligeramente con una capa de tierra de 1-1,5 cm y dar riegos frecuentes para conseguir una planta desarrolla dentro de 45-55 días. La germinación tiene lugar aproximadamente 5 días después de la siembra. En general, la cantidad de semilla necesaria para una hectárea de plantación es de 250 a 300 gramos, en función del marco de plantación y de la variedad que se utilice (Anónimo, 2012).

Siendo este método el más utilizado debido al ahorro de semilla y al fácil control de las plántulas al ser trasplantadas. Si el semillero está muy espeso es conveniente aclararlo para que la planta se desarrolle de forma vigorosa y evitar el ahilamiento.

Sánchez (2004) indica, en un gramo de semilla se encuentra 250 semillas de brócoli y el periodo de tiempo transcurrido entre fases es de 10 días desde la siembra hasta la germinación, 20 a 22 días desde la germinación hasta el trasplante y 75 días desde el trasplante hasta la cosecha.

En general la cantidad de semilla necesaria para una hectárea de plantación es de 250 a 300 gramos, en función del marco de plantación y variedad que se plante (Galeón, 2012).

- b) Siembra en Bandejas. - Se lo realiza en bandejas plásticas con cavidades que permiten el posterior trasplante con un cubo de suelo pudiendo utilizar maquinaria para el establecimiento definitivo de las plantas; junto al sistema de semillero o almacigo ambos requieren prácticas similares (Krarup, 1992).

3.7.3 Trasplante

Para que las plántulas estén listas para ir a campo, deben de cumplir con estas características: tamaño, 15 a 20 cm; y de 6 a 8 hojas verdaderas, en marcos de plantación de 0,80-1 m entre líneas y 0,40-0,80 m entre plantas (Santoyo & Martínez, 2011).

3.7.4 Aporque

Este se realiza a los 60 días del trasplante, con la finalidad de que las plantas tengan mayor estabilidad y un mejor desarrollo de su ciclo fenológico.

3.7.5 Control de malezas

Basantes (2009) explica, el periodo crítico de interferencia de las malezas está dado desde los 30 a los 60 días, luego de este tiempo la planta de brócoli supera a sus competidores en fenología y sistema radicular impidiéndoles su desarrollo normal.

3.7.6 Plagas y Enfermedades

3.7.6.1 Plagas

- a) **Polilla de las crucíferas (*Plutellaxylostella*):** La larva penetra en las hojas realizando pequeñas galerías, luego sale y se alimenta del follaje dejando pequeños orificios irregulares.
- b) **Minador de hojas (*Liriomyzatrifolii*):** Los daños los produce la larva de esta pequeña mosca, de color amarillo y negro. Labrando galerías en las hojas, dentro de las cuales hacen la muda larvaria y la ninfosis. No produce daño en tallos y frutos.
- c) **Mosca de la col (*Chorthophillabraceae*):** Su ovoposición lo realiza en la base de los tallos, en los que las larvas desarrollan galerías.
- d) **Oruga de la col (*Pierisbrassicae*):** Son orugas son de color verde grisáceo con puntos negros y bandas amarillas, debido a su gran voracidad producen graves daños en las hojas, sobre las que se agrupan destruyéndolas en su totalidad, excepto los nervios, ocasionando que el producto no sea comerciable.

3.7.6.2 Enfermedades

- a) **Alternaria (*Alternariabrassicae*):** Se observa manchas negras de un cm de diámetro, con anillos concéntricos más fuerte de color, ocasionando daños al nacer los cotiledones y en las primeras hojas.

- b) **Hernia o potra de la col (*Plasmodiophora brassicae*):** Ataca a las raíces que se ven afectadas por protuberancias. Como consecuencia del atrofiamiento que sufren los vasos conductores, la parte aérea no desarrolla bien y las hojas se marchitan en los momentos de más sequedad en el ambiente para volver a recuperarse más tarde cuando aumenta la humedad.
- c) **Mancha angular (*Mycosphaerella brassicicola*):** En las hojas viejas se forman unas manchas circulares que pueden alcanzar 2 cm de diámetro, de color oscuro y aspecto acorchado.
- d) **Mildiu (*Peronospora brassicae*):** Por el haz se presentan pequeñas manchas de color amarillo y forma angulosa, en consecuencia, por el envés se forma una especie de pelusilla de color blanco grisáceo. Puede atacar a la planta desde su germinación, haciéndolo con mayor virulencia en los cotiledones que llegan a desprenderse.

3.7.7 Fitopatías

- a) **Tallo hueco:** Es una cavidad en la parte central del tallo de la base de la inflorescencia. La superficie de corte en el pedúnculo tiende a volverse parda. El desarrollo de esta fisiopatía depende del cultivar y de las condiciones durante la producción.
- b) **Amarillamiento de las inflorescencias:** Su amarillamiento puede deberse a excesiva madurez en la cosecha o senescencia de las inflorescencias, temperaturas altas de almacenamiento y/o contacto con el etileno, a esto no debe confundirse con el "amarillamiento marginal".
- c) **Granos pardos en la superficie del cogollo:** Se observa que ciertas áreas de las inflorescencias no se desarrollan correctamente, mueren y se tornan pardas, puede ser ocasionado por un desequilibrio nutricional de la planta (Vallejo, 2013).

3.7.8 Cosecha

La planta se encuentra en el momento óptimo de cosecha cuando los botones están cerrados, crecen de manera homogénea y tienen color verde, verde grisáceo o verde azulado y brillante. La cabeza principal puede llegar a medir entre

7,5 y 1,5 cm de diámetro con pesos hasta de 500 gramos, con un promedio, pero con una media de 300 gramos en plena madurez, mientras que las laterales llegan a medir entre 2.5 y 7.5 cm de diámetro con un peso promedio de 30 gr. El rendimiento por hectárea puede oscilar entre 20 y 30 toneladas por hectárea y está en función del lugar de cultivo, la variedad y el manejo agronómico que se le dé al cultivo (Angelfire, 2001).

La cosecha se realiza en forma manual utilizando un cuchillo con dientes aserrados, cortando la cabeza con una parte de la base de su tallo de entre 5 –7 cm. de altura. Las pellas cosechadas se lavan y se colocan en gavetas en lugares frescos posteriores a su venta (ECOagricultor, 2013).

3.7.9 Post – Cosecha

Después de la recolección las inflorescencias se deben mantener bajo condiciones de alta humedad y baja temperatura debido a la alta tasa de respiración que reduce notablemente la vida útil del producto. Por tanto, para mantener su calidad, debe ser pre enfriado lo más pronto posible después de la recolección. Para mantener la calidad de cosecha se pueden sumergir las cabezas en agua bien fría mezclada con hielo o colocar escarcha de hielo sobre las canastillas. Se debe almacenar a 0°C de temperatura y a una humedad relativa entre 90 y 95 % (Angelfire, 2001).

3.8 Fases del cultivo

Según (ABCagro, 2006) en el desarrollo del brócoli se pueden considerar las siguientes fases de crecimiento, inducción floral, formación de pella y floración.

- a) Fase de crecimiento:** Durante esta etapa la planta desarrolla solamente hojas.
- b) Fase de inducción floral:** La planta después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas inicia la formación de la flor; al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento.
- c) Fase de formación de pella:** La planta en la yema terminal desarrolla una pella y, al mismo tiempo, en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la

fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal.

- d) Fase de floración:** Los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud, con apertura de las flores. En la fructificación se forman los frutos (silicuas) y semillas.

3.9 Requerimiento del cultivo

3.9.1 Clima

Zamora (2016) menciona, el brócoli se adapta mejor a temperaturas promedio de 16 °C (60 °F). El rango óptimo está entre 15 y 25 °C (59 y 77 °F). También, soporta temperaturas bajas hasta de -2 °C siempre y cuando no se haya formado aún la inflorescencia. La semilla germina en 7 días a temperaturas entre 7 y 35 °C (45 a 95 °F). A muy altas temperaturas, las plantas desarrollan tamaño pequeño, cabezas deformes o cabezas normales, pero de color púrpura ocasionando una baja en calidad.

Desde el punto de vista técnico el Brócoli es considerado un cultivo de estación fría por lo que requiere de climas fríos, templados y relativamente secos, tolera heladas suaves. La mayoría de los cultivares usados en la actualidad no requieren de un período de vernalización sin embargo algunos cultivares tardíos en Europa necesitan estar expuestas a temperaturas inferiores a 10 °C, por varios días, para formar inflorescencias (Krarup, 1992).

3.9.2 Temperatura

Wettstein (1994) indica, el rango de temperatura para la germinación es de 5 a 28 °C, pudiendo llegar a emerger a los 8 y 3 días respectivamente. Las temperaturas ambientales para su desarrollo son de 15 a 25 °C, pudiendo llegar a emerger a los 8 y 3 días respectivamente. Las temperaturas ambientales para su desarrollo son de 15 a 25 °C, siendo una óptima de 17 grados centígrados. A temperaturas de 0 °C y mayores de 30 °C, puede detener su desarrollo.

La temperatura mínima para su crecimiento es de 5 °C., siendo el óptimo entre 15 y 18 °C. En el otro extremo temperaturas sobre los 24 °C. por periodos

prolongados causan aberturas de flores acelerada, elongación de los corimbos y otros problemas (Krarup, 1992). Por otra parte, Ospina (1995) reporta, se siembran en altitudes entre 1.600 a 2.600 con temperaturas promedio de 15 a 20 °C y Vigliola (1986) señala, las temperaturas de crecimiento son las siguientes: Optima de 16-18 °C, mínima de 3 °C y máxima de 44 grados centígrados.

3.9.3 Suelo y Ph

Las hortalizas como el repollo *Brassica oleraceavar*, *Capitata*L, la coliflor *Brassica oleraceavar*. *Botritys*L y el brócoli *Brassica oleraceavar*. *Italica* L, son exigentes en N, P y K (Jaramillo y Díaz, 2006). La FHIA (2004) menciona que para producir 23 t de brócoli el cultivo extrae 68 kg N ha⁻¹, 23 kg P ha⁻¹ y 56 kg K ha⁻¹. Así mismo Lestrangle et al., (2003), manifiestan que las aplicaciones de P pueden variar entre 56 y 280 kg P₂O₅ ha y las de N entre 112 y 224 kg por hectárea.

Ramírez (1995) sostiene, el brócoli necesita más nitrógeno al desarrollar las yemas laterales después de cortar la cabeza principal. El brócoli también requiere de 60 kg de N, 20 kg de P y 50 kg de K.

También Zamora (2016) indica, el cultivo de brócoli se adapta mejor a suelos con buen drenaje, aunque puede desarrollarse en un amplio rango de texturas de suelos. Aceptables rendimientos han sido reportados en suelos arenosos y hasta arcillo limosos. Cuando se siembre en suelos arcillo limosos, será necesario preparar bien el terreno con y una buena cama el objetivo de que la siembra directa sea efectiva. El brócoli es ligeramente tolerante a suelos ácidos (6 a 6,8 de pH).

3.9.4 Humedad

Para el desarrollo vegetativo requiere una humedad relativa del 80% con una mínima de 60%. El brócoli se puede cultivar de manera adecuada en zonas comprendidas entre los 2200 y 2800 m.s.n.m. (Anónimo, 2012).

3.9.5 Agua

El brócoli es una planta mesófito y, por lo mismo, requiere una disponibilidad de agua de buena calidad (sin elementos tóxicos, bajo contenido salino, etc.), de manera de evitar situaciones de estrés hídrico (Krarup, 1992).

Albiacet *al.* (1998) citado por Vera y Vilaña (2004) sostienen, el requerimiento de agua del brócoli depende del tipo de riego que se está utilizando, manifiesta de manera general que, por inundación, el brócoli necesita aproximadamente 1286 m³/ha y en riego localizado 858 m³/ha para llegar a capacidad de campo.

3.9.6 Luz

El brócoli es una especie de fotoperiodo neutro, es decir la inducción y la diferenciación floral no son afectadas por la luz. Condiciones extremas de luminosidad pueden limitar el crecimiento y algunas características de las plantas, sin embargo, en la mayoría de las situaciones agrícolas, la luz no es un limitante para su cultivo (Krarup, 1992).

Lozada (2005) citado por Vera y Vilaña (2004) mencionan, la cantidad de horas luz dentro del brócoli depende de la variedad con la que se esté trabajando, hay variedades muy susceptibles y otras como la variedad Legacy que soporta una máxima de 16 horas luz por día, si supera esta cantidad se pueden tener fuertes problemas con la pella.

3.10 Producción de hortalizas orgánicas

Lo más relevante que existe dentro de la ciencia agrícola es la innovación de la producción de cultivos con manejos químicos a la producción de cultivos netamente con manejos orgánicos. Las hortalizas orgánicas son aquellas que se producen sin el uso de pesticidas químicos, inclusive, se suprime el fertilizante químico y todo producto tóxico capaz de dañar y contaminar el medio ambiente y la salud humana (De Paz, 2002).

3.10.1 Carpas solares

La carpa solar es una construcción más sofisticada que la de los otros ambientes atemperados. Su tamaño es mayor y permite la producción de cultivos más

delicados. La producción de hortalizas en las carpas solares puede realizarse durante todo el año. También se puede almacenar algunos cultivos en cajones dentro de las carpas para su posterior trasplante a la intemperie. Esta versatilidad hace que su uso sea más aceptado y popular que otros tipos de ambientes atemperados (Hartmann, 1990).

3.10.2 Condiciones ambientales de una carpa solar

Son las características ideales que deberían presentar en general las carpas solares, para su mejor funcionamiento.

- a) **Iluminación.** - un ambiente atemperado debe captar la máxima radiación solar posible y procurar que esta llegue al terreno de cultivo. Las plantas responden a parte visible de los rayos solares y buscan paralelamente la luminosidad.
- b) **Temperatura.** - la temperatura interior de un ambiente protegido depende en gran parte del efecto invernadero. Este se crea por la radiación solar que llega a la construcción y por la impermeabilidad de los materiales de recubrimiento que evitan la irradiación calorífica. Todos los procesos fisiológicos de la planta como absorción de minerales, crecimiento de las hojas tallos, flores frutos dependen de la temperatura que afecta directamente en la velocidad de crecimiento de la planta.
- c) **Humedad.** - la humedad relativa atmosférica de un ambiente atemperado está directamente relacionada con la cantidad de agua existente en el suelo. La temperatura a su vez, afecta considerablemente en el grado hidrométrico; este puede variar considerablemente entre el día y la noche o entre un día soleado y nublado.
- d) **Dióxido de carbónico (CO₂).** - La atmosfera de un ambiente atemperado está compuesto de humedad, Dióxido de carbónico y otros gases que son indispensables para el crecimiento de las plantas, las que necesitan por lo menos 0.03 % de CO₂ en el aire para desarrollarse normalmente.
- e) **Ventilación.** -El intercambio de aire entre el interior de un ambiente atemperado y atmosfera exterior es fundamental para incorporar anhídrido carbónico, controlar la temperatura, la humedad relativa y mesclar el aire.

3.11 Abonos orgánicos

Son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Esta clase de abonos no solo aportan al suelo materiales nutritivos, sino que actúa favorablemente a la estructura del suelo. Así mismo, aportan nutrientes y modifican la población de los microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de raíces de las plantas (Sánchez, 2003).

3.11.1 Proceso de elaboración de abonos orgánicos

Alexander (1994), describe que ciertos procesos afectan la mineralización de materiales orgánicos agregados al suelo, la velocidad a la cual un determinado sustrato se oxida, depende de su composición química y de las condiciones físicas y químicas del medio ambiente circundante. La temperatura, suministro de oxígeno, humedad, pH, nutrientes inorgánicos y la relación C/N de los restos vegetales, son las principales influencias ambientales.

Según Fuentes (1983), el proceso de descomposición de la materia orgánica, se lleva a cabo por microorganismos (con desprendimiento de calor), que toman su energía de esta y se descomponen. Estos microorganismos tienen la necesidad de nitrógeno para formar su propia proteína que utilizan del proceso de descomposición de la propia materia orgánica.

El mismo autor menciona, para la elaboración de los abonos orgánicos compuestos existen dos procesos, el anaeróbico (sin presencia de oxígeno), y el proceso de fermentación aeróbica (en presencia de oxígeno), en ambos casos intervienen microorganismos especializados y que llegan a transformar el estiércol y materia orgánica en abonos altamente asimilables.

3.11.2 Beneficios de los abonos orgánicos

Para Aguilar (2011), los principales beneficios del uso de abonos orgánicos son:

a) Los suelos conservan la humedad y amortiguan los cambios de temperatura.

- b) Mejoran la permeabilidad de los suelos y su bioestructura.
- c) Favorecen la colonización de los suelos por la macro y micro vida.
- d) Funcionan como una fuente constante de fertilizantes de liberación neta y acción residual prolongada, no sólo de macro elementos, sino también de micro elementos.
- e) Aumenta la eficiencia de absorción nutricional por las plantas al tener mayor desarrollo masivo del sistema radical.
- f) Las plantas cultivadas son vigorosas, no se enferman fácilmente, porque están naturalmente protegidas por el equilibrio nutricional, inherente a la presencia de hormonas, vitaminas y enzimas vegetales en función de la constante actividad fisiológica.
- g) Estimula el ciclo vegetativo de las plantas. Al ser suelos oscuros favorece a la germinación rápida de la semilla.

3.11.3 Abonos orgánicos sólidos

Existen una gran variedad de abonos orgánicos sólidos como por ejemplo el compost, el bocachi, el estiércol de cualquier animal, los abonos verdes, el humus de lombriz y otros abonos que son derivados de estos.

CEDECO (2005) indica, el compost es el resultado del proceso de descomposición de diferentes clases de materiales orgánicos (restos de cosecha, excrementos de animales y otros residuos), realizados por microorganismos y macro organismos en presencia de aire (oxígeno y otros gases).

También Chilón (2015) menciona, el Compost es un abono orgánico pre-humificado, resultante de la descomposición y transformación biológica aeróbica, de los residuos orgánicos de origen vegetal (rastros de cosechas y malezas) y residuos de origen animal (estiércol fresco y/o almacenado), con la aplicación de ceniza y un manejo apropiado de la humedad y la aireación, con volteos adecuados para facilitar el trabajo de los microorganismos. El producto final es un compost rico en nutrientes, vitaminas, hormonas y sustancias mucilaginosas que son asimilados paulatinamente por las plantas, lo que garantiza buenas cosechas, y el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

El mismo autor nos menciona, el compostaje alto andino como una técnica de elaboración de compost, en ambientes altoandinos cercanos a los 4.000 m, con la utilización de materiales locales rastrojos de cosecha, paja de cereales, estiércol de animales del lugar, ceniza de fogón, con el manejo adecuado de la humedad, aireación y la aplicación de activadores biológicos. El modo de elaboración del compost de alto relieve, es encima de la superficie del suelo, con el cuidado que en época de intenso frío se proteja a la pila de compost con una cubierta de plástico o paja por períodos de tiempo cortos. Este proceso del compostaje altoandino presenta cuatro fases o momentos de diferente duración y comportamiento termodinámico, una fase inicial de corta duración, seguido de una fase muy activa con altos valores de temperatura, luego una fase de maduración de mayor duración con disminución gradual de la temperatura, y la fase terminal del compostaje (Chilon, E. 2010; Ramírez, R. 2012).

Suasaca, Camapaza, Huanacuni (2009) reiteran, se denomina humus de lombriz a los excrementos de las lombrices. Estos seres especializados en transformar los productos orgánicos, producen un abono de mayor calidad, debido a cualidades físicas, químicas y biológicas del suelo transformado.

Por otra parte, Osac (2011) indica, el uso de estiércol en la producción tiene un gran aumento de fuentes externas de nitrógeno orgánico los cuales ayudan al aumento de los rendimientos, también generar un incremento en la producción de biomasa con concentraciones de N mayores, presentándose un IC promedio de nitrógeno de 70 %.

3.12 Evaluación económica

3.12.1 Rendimiento

El concepto de rendimiento se refiere a la producción o la cantidad que se ha obtenido en el tiempo y espacio, es expresada generalmente en volumen obtenido por unidad de superficie, como toneladas por hectárea (Ortiz, 1992; citado por Choque, 2005).

3.12.2 Beneficio bruto

Alvarez y Chang (1990) citado por Choque (2005), señala que el ingreso o beneficio de la producción resulta de la multiplicación de la cantidad producida de un bien por su precio de venta, el resultado obtenido de esta manera se denomina beneficio bruto (BB) o ingreso bruto. 3.12.3 Beneficio neto (BN) El beneficio neto o ingreso neto, el cual es la ganancia obtenida de la actividad o proyecto realizado y está dado por el beneficio bruto (BB) menos los costos totales variables (CT) de producción; que son los capitales que varían cada gestión agrícola.

a) Costos totales variables (CT)

Es la adición de todos los costos variables de capital como semilla, estiércol, transporte, yunta, mano de obra y otros.

b) Relación beneficio/costo (B/C)

Mokate (1998) citado por Choque (2005), menciona que la relación beneficio/costo (B/C) muestra la cantidad de dinero actualizado que recibirá el proyecto por cada unidad monetaria invertida. Se estima dividiendo el beneficio bruto (BB) entre el costo total (CT), donde: Beneficio/Costo.

$$\boxed{B/C = \frac{TCV}{BN}} \dots\dots\dots 1)$$

Donde:

B/C= Beneficio Costo

TCV = Total de costos variables

BN = Beneficio Neto

$$\boxed{BB = R * P} \dots\dots\dots 2)$$

Donde:

BB = Beneficio Bruto

R = Rendimiento

P = Precio

$$\boxed{BN = BB - TCV} \dots\dots\dots 3)$$

Donde:

BN = Beneficio Neto

BB = Beneficio Bruto^{1º}

TCV = Total de costos variables

4. LOCALIZACIÓN

4.1 Ubicación geográfica

El trabajo experimental se realizó en la Estación Experimental de Cota Cota, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en la zona de Cota Cota, provincia Murillo del departamento de La Paz. Se encuentra a 15 km del centro de la ciudad, con Latitud Sur de $16^{\circ}32'04''$, Longitud Oeste $68^{\circ}03'44''$, a una altitud de 3.445 m.s.n.m. (Figura 1).

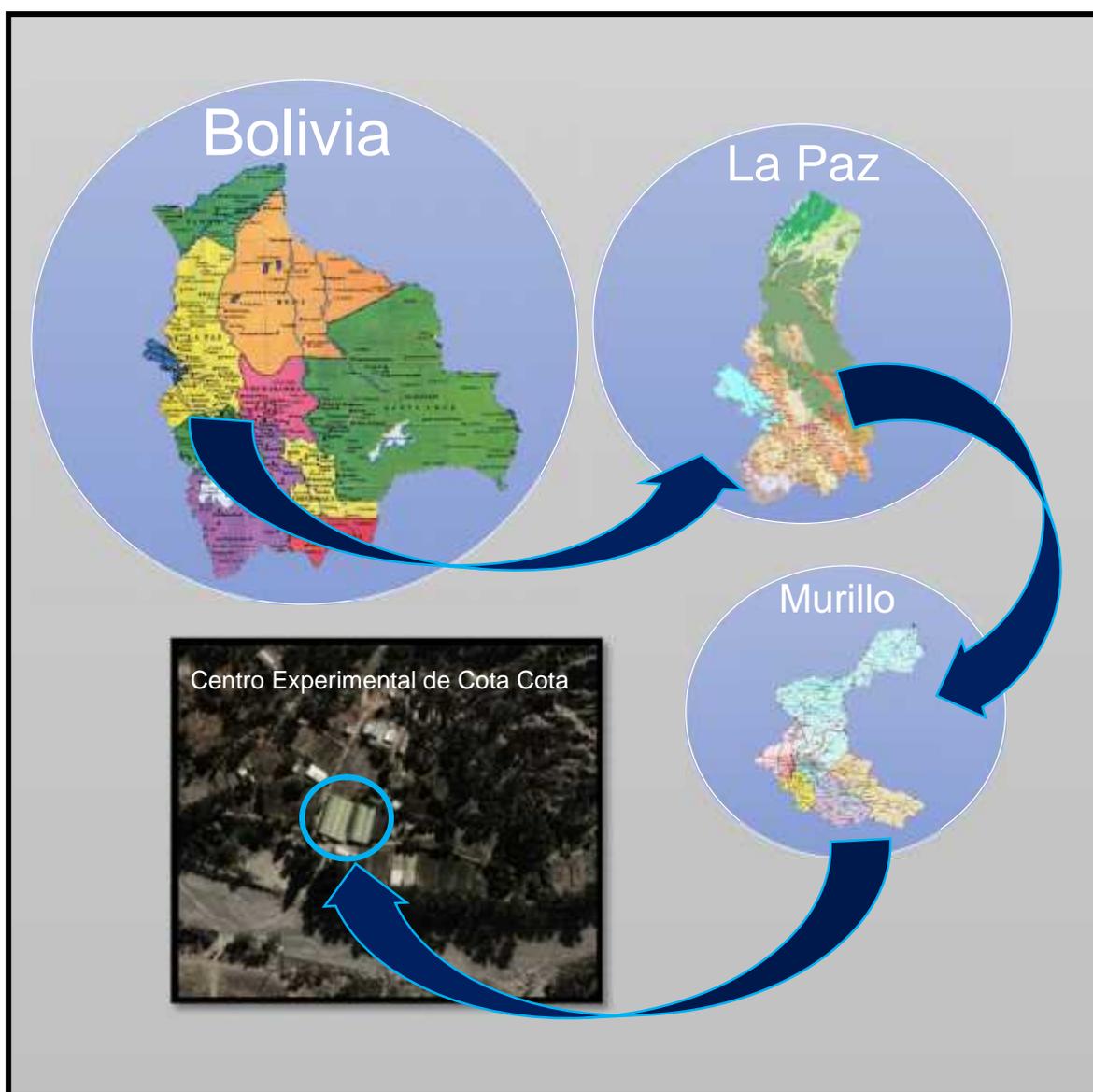


Figura 1. Ubicación geográfica del estudio

4.1.1 Clima

La Estación Experimental de Cota Cota presenta un clima templado, la temperatura máxima promedio es de 21.5 °C, la temperatura media oscila entre 11.5 °C, la temperatura mínima promedio es -0.6 °C.

4.1.2 Vegetación y pecuaria

La comprende árboles como ser eucalipto, pinos, ciprés, entre los arbustos acacia, retama, chilca entre otros. La Estación Experimental se dedica a la producción agrícola, pecuaria y apicultura. La producción agrícola se realiza a campo abierto mediante la rotación de cultivos y comprende: maíz, papa, haba, arveja, cebolla entre otros. En ambiente protegido (invernaderos) la producción es hortofrutícola: frutilla, pepinillo, tomate, lechuga y otros de acuerdo a los trabajos de investigación que se desarrollen. La producción pecuaria comprende la crianza y manejo de aves (gallinas ponedoras), porcinos, cuye cultura y camélidos.

4.1.3 Suelo

Presenta un piso ecológico donde predomina el suelo de tipo coluvial de textura que va desde arcilloso, franco, franco arcillo y arcillo limoso, con bastante presencia de grava en algunos sectores, así mismo presenta un pH de 7,8 apto para los cultivos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Material Biológico

Para el presente trabajo se utilizó semilla certificada de brócoli (*Brassica oleracea* L.) de las variedades Di Cicco e Itálica.

5.1.2 Material de campo

Para campo se utilizó: Estiércol de equino, una pala, picota, rastrillo, el termómetro para tomar la temperatura del ambiente, estacas y cordones para delimitar la parcela experimental y sus respectivas unidades experimentales, marbetes para identificar las muestras, cámara fotográfica, libreta de campo, vernier digital, balanza, registros para el seguimiento del estudio.

5.1.3 Material de gabinete

Los materiales utilizados en el proceso de estudio fueron: Computadora, laptop, cámara fotográfica, cuaderno de notas, calculadora, impresora y material de escritorio en general.

5.2 Metodología

5.2.1 Procedimiento experimental

5.2.1.1 Recolección del abono

Se comenzó la investigación desde el 22 de noviembre del 2015 recogiendo las heces de equino del sector cercano al edificio de la Facultad de Humanidades, logrando recolectar 82,15 kg.

5.2.1.2 Descomposición del estiércol de equino

El método utilizado para la elaboración fue según Chión (2013) donde la descomposición se realiza en dos porciones alcanzando una altura de 2 m aplicando 3 litros de activador biológico (chicha de maíz), posteriormente se hizo el volteado cada 15 días durante 45 días, además se midió la temperatura gradualmente, también se hacía el regado del mismo con 2 litros de agua.

5.2.1.3 Análisis de los abonos orgánicos

Luego de la descomposición del estiércol de equino, se procedió a realizar un análisis del abono orgánico y del suelo para determinar la dosis necesaria de aplicación del abono orgánico por tipo de suelo y tipo de cultivo.

5.2.1.4 Remoción del suelo e incorporación del abono orgánico

La remoción del suelo se hizo a una profundidad de $\frac{1}{2}$ metro con platabandas a 0,85 m de distancia. El abonado se hizo con 4.62 kg para la dosis alta y 2,20 kg para la dosis media.

5.2.1.5 Siembra

Previo a la siembra se regó un día antes el terreno a capacidad de campo, posteriormente se hizo la siembra directamente por golpe de 3 semillas obteniendo una germinación del 98%.

5.2.1.6 Labores culturales

Se realizó un control de malezas exhaustivo durante todo el desarrollo de la investigación, también se hizo un control fitosanitario, el riego se realizó tres semanas seguidas cada día, pasado ese tiempo solo se regó cada 2 días por media hora.

5.2.1.7 Toma de datos

Se tomaron datos cada 15 días y aplicando el criterio de efecto de borde, puesto que al lado se encontraba otro cultivo, se seleccionó muestras al azar de la parte central de cada unidad experimental de acuerdo a la densidad de siembra, de las cuales se registraron, las respectivas medidas consideradas en las variables de respuesta que fueron planteados al inicio.

5.2.1.8 Cosecha

Se cosechó cuando las pellas se encontraban cerradas, presentaban un color verde azulado muy brillante, de manera homogénea se cosechó con el número de hojas necesarias para su protección.

La recolección se realizó en horas de la mañana para evitar la deshidratación del producto y de forma manual, utilizando un cuchillo domestico se realizó el corte desde el cuello de la raíz, y un segundo corte de unos 10 a 15 cm antes de la cabeza comercial denominada pella.

5.2.2 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en el presente estudio fue un Diseño de Bloques al azar con arreglo en Parcelas Divididas, con 6 tratamientos y 3 repeticiones, teniendo 18 unidades experimentales, los resultados fueron sometidos un análisis de varianza y su comparación de medias entre tratamientos y variedades mediante una prueba de Duncan (Arteaga, 2016).

5.2.3 Interacción entre los factores

Factor A = variedades de brócoli (A1 = Di Cicco, A2 = Itálica)

Factor B = Niveles de abono Orgánico (B1 = 4,62 kg/m², B2 = 2,20 kg/m²; B3 = 0 kg/m²)

Cuadro 2. Interacción de los Factores

Tratamientos	FA	FB
T1	Di Cicco	Alto
T2	Di Cicco	Medio
T3	Itálica	Alto
T4	Itálica	Medio
T5	Di Cicco	Bajo
T6	Itálica	Bajo

(FA=Factor variedad, FB=Factor Dosis)

5.2.4 Modelo Aditivo lineal

El modelo lineal aditivo para Diseño de Bloques al Azar con arreglo en parcelas divididas está dado por (Calzada, 1982):

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \epsilon_{ik} + \gamma_j + \alpha\gamma_{ij} + \epsilon_{ijk} \dots\dots\dots 4)$$

- Y_{ijk} = Una observación
- μ = Media poblacional
- β_k = Efecto del k-ésimobloque
- α_i = Efecto del i-ésimo nivel de variedad
- ϵ_{ik} = Error experimental de la parcela mayor (Ea)
- γ_j = efecto del j-ésimo nivel de abono orgánico
- $\alpha\gamma_{ij}$ = Interacción del i-ésimo del nivel A con el j-ésimo nivel del factor B
- ϵ_{ijk} = Error experimental de la parcela menor (Eb)

5.2.5 Variables agronómicas

5.2.5.1 Altura de planta

A objeto de determinar la altura que alcanzaron las plantas en la fase de madurez fisiológica de las pellas del brócoli, se tomaron 5 plantas al azar en cada unidad experimental para su evaluación, se evaluó esta variable tomando en cuenta desde la base del tallo hasta el ápice superior en forma recta en cada unidad experimental con la ayuda de una cinta métrica, en cada planta muestra elegida.

5.2.5.2 Número de Hojas

Para la determinación del número de hojas se realizó un conteo manual de las plantas membretadas durante todas fechas establecidas de medición. Sólo se utilizó un cuaderno y cámara fotográfica.

5.2.5.3 Diámetro de tallo

Es posible evaluar los efectos de los tratamientos en el cultivo de brócoli, midiendo el diámetro de tallo, para ello también fue evaluado en las 5 plantas elegidas en cada unidad experimental, desde el trasplante hasta la cosecha, para medir esta variable se utilizó un calibrador o vernier.

5.2.5.4 Diámetro de la inflorescencia

Se midió el diámetro de la inflorescencia de los diferentes tratamientos elegidos en cada unidad experimental, un día antes de la cosecha, para ver si existen diferencias entre tratamientos, con la ayuda de un calibrador vernier.

5.2.5.5 Peso de la pella

Con la ayuda de una balanza analítica se pesó todas las pellas de los tratamientos el día de la cosecha y posterior mente se los dividió en 5 grupos para posterior sacar un promedio de los mismos.

5.2.5.6 Rendimiento del cultivo

Se cuantificaron y pesaron los frutos de las unidades experimentales en los meses de cosechas, para esto se utilizó una balanza analítica y bolsas para su empaquetado para su venta.

5.2.5.7 Evaluación del compost de equino

Para la evaluación del compost de equino se tomó muestras del mismo y del suelo para el análisis de (pH, CE y elementos NPK) al inicio y final una vez cosechado todo, las muestras fueron analizadas por el Instituto de ecología (Laboratorio de Calidad Ambiental).

5.2.5.8 Análisis económico

Para el análisis económico se tomó en cuenta el rendimiento de todos los tratamientos individualmente, teniendo además como dato la venta de los mismos por un precio igual. Posteriormente se analizó todos costos unitarios del producto vendido y totales de los materiales utilizados durante la experimentación incluyendo el alquiler del invernadero y usos de servicios básicos (Agua y Luz).

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Parámetros ambientales de temperatura

El comportamiento de la temperatura dentro del invernadero durante toda la fase del estudio fue tomado al mismo tiempo que se tomó las variables agronómicas, las mismas se registraron desde el 3 de junio hasta el 2 de agosto del 2017 (Figura 2).

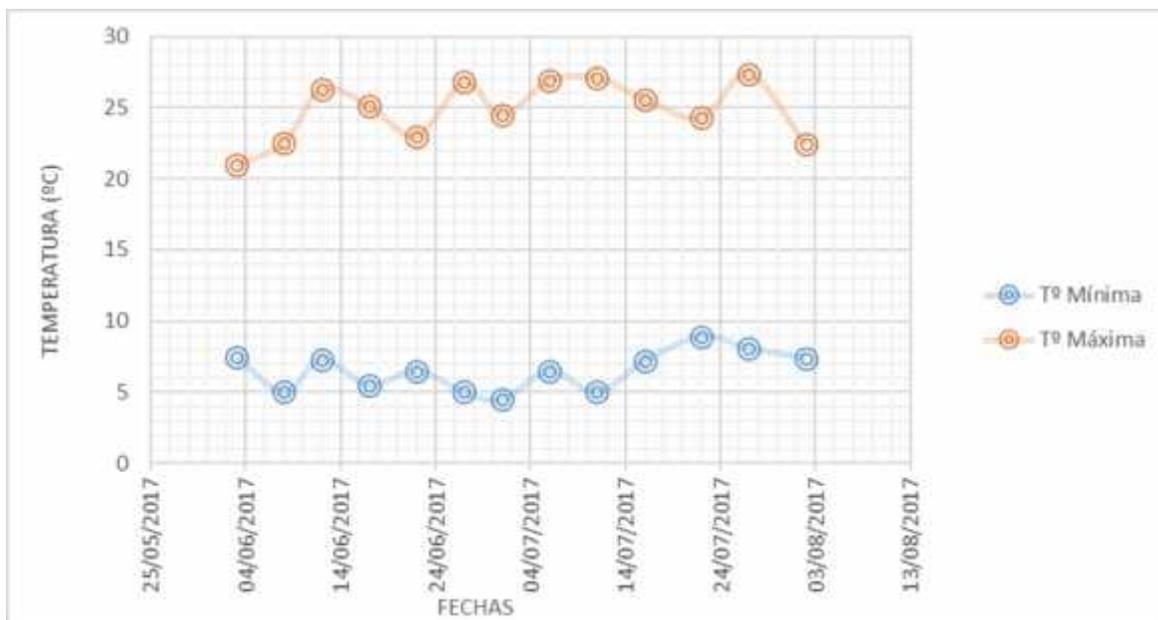


Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas (Elaboración Propia)

Es importante destacar que en la etapa de crecimiento la temperatura óptima para el buen desarrollo del brócoli tiene estar entre 16°C a 30 °C y para todo el cultivo en general entre 4 °C mínimo y 35 °C máximo (Mendoza, 1996), y los datos registrados se encuentran dentro de los márgenes permisibles mínimos y máximos para un buen crecimiento. Por otra parte, las temperaturas no se dieron muy elevadas debido al buen control de las mismas.

Otros autores como Casseres (1980) mencionan, la temperatura óptima para el correcto desarrollo del cultivo es de 6 a 30°C, por lo que la temperatura registrada de igual forma se encuentra en el permisible

6.2 Variables agronómicas

6.2.1 Altura de planta

El desarrollo de las plantas durante toda la fase de experimentación fue el más óptimo, el tratamiento con el mayor desarrollo fue el T1 correspondiente a la variedad Di Cicco de la dosis Alta (4,62 kg de abono orgánico), posteriormente se tiene al T3 de la variedad Itálica y de la misma dosis. Por otro lado, los tratamientos con el menos desarrollo fueron el T5 y T6 una de la variedad Di Cicco y el otro itálica, pero ambos correspondientes al nivel bajo sin abono orgánico (Figura 3).

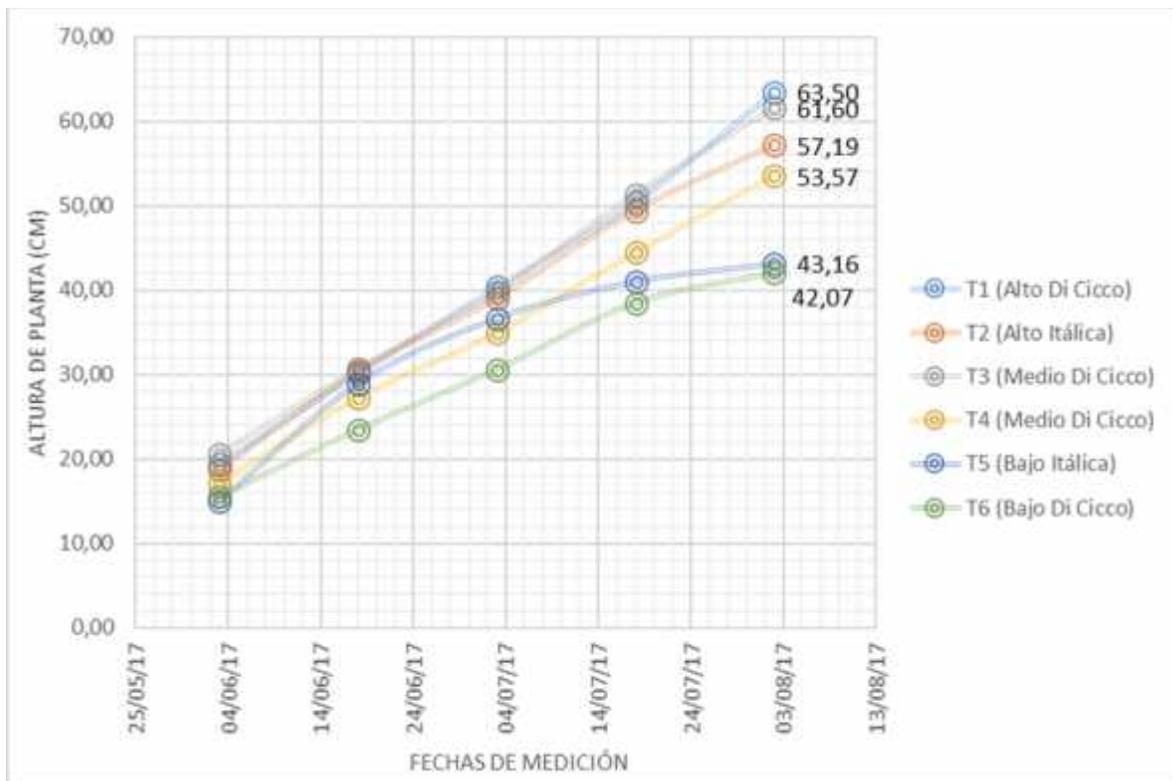


Figura 3. Desarrollo de la altura de planta durante toda la etapa de estudio

El mayor desarrollo del cultivo se dio entre el 4 y el 24 de julio registrando las alturas más prominentes en todos los tratamientos a excepción del T5 el cual pudo ser afectado el golpe de sol directo ocasionando una estabilidad y no así un desarrollo progresivo de su tamaño.

Mediante un análisis de varianza se interpreta que no existen diferencias significativas (N.S.) en dos de las fuentes de variabilidad, caso contrario con respecto a la dosis se encuentra una diferencia altamente significativa (**) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza de la altura de planta (cm)

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor	
Variedad	21,78	1	21,78	4,35	0,0637	(NS)
Dosis	1223,3	2	611,65	122,09	<0,0001	(**)
Bloque	150,91	2	75,45			
Variedad*Dosis	4,99	2	2,5	0,5	0,622	(NS)
Error	50,1	10	5,01			
Total	1451,08	17				

(NS = No significativo, ** = Altamente significativo)

CV = 4,18%

Por otro lado, el coeficiente de variación fue de 4,18 lo que se interpreta que existió un correcto manejo de las unidades experimentales durante toda la fase de estudio. Además, al tener la variable dosis como Altamente se realiza la prueba de Duncan donde encontramos que todas dosis son diferentes, teniendo a dosis alta (4,62 kg/m² de abono) con una media del 62,55 cm y la media más baja se da con la dosis baja sin abono con 42,62 cm (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de Duncan para la altura de planta (cm) para la dosis de abono orgánico

Dosis	Medias	N	E.E.	
Alto	62,55	6	0,91	A
Medio	55,38	6	0,91	B
Bajo	42,62	6	0,91	C

(A, B y C letras de diferenciación, Alto= 4,62 kg/m²; Medio=2,20 kg/m²; Bajo= 0 kg. Medias = Promedio entre dosis de abono orgánico. EE = Error experimental)

Al tener una diferencia tan alta entre las dosis se realiza para prueba de contrastes ortogonales, donde se corrobora que cada dosis es diferente totalmente entre ellas al tener un p-valor = <0,0001 en todos los casos.

Cuadro 5. Contrastes ortogonales de la altura de planta para la dosis de abono orgánico

Interacción	Contraste	SC	GL	CM	F	p-valor	
Constrate1	27,1	734,59	1	734,59	146,63	<0,0001	(**)
Constraste2	-12,76	488,71	1	488,71	97,55	<0,0001	(**)
Total		1223,3	2	611,65	122,09	<0,0001	(**)

(** = Altamente significativo)

El hecho que no hubiera significancia en el factor variedad, se debió a las características genéticas y también se debió a las distancias de siembra, las que fueron adecuadas, además las condiciones dentro de la carpa solar como; la temperatura y el riego homogéneos de los diferentes tratamientos, observándose así un normal desarrollo durante todo su crecimiento. Esto es corroborado por Ruiz (1993) señalando que, a una alta población, significa unos efectos competitivos entre plantas, nutrientes y espacio físico, concluyendo que esta competencia se refleja en el tamaño de la planta.

Otros estudios revelan datos algo semejante como Gutiérrez (2005) en su investigación registra en promedio una altura de 58,90 cm en altura de planta, la que atribuye a las características de cuidado y a las densidades de siembra, ya que a una densidad de 30x30 cm, la altura de planta fue de 58,90 cm, en comparación a las variedades Green Storn y Montecristo con 61,30 y 53,70 cm de altura respectivamente. También un estudio realizado por Mamani (2014) encuentra que la variedad Di Cicco con 88,98 cm en promedio obtuvo una altura casi igual, con respecto de la variedad Pirata que obtuvo en promedio 80,99 cm.

6.2.2 Número de hojas

El conteo de hojas durante toda la fase de desarrollo se hizo durante 5 oportunidades donde al final de estudio se obtuvo la mayor cantidad de hojas por parte del T3 y T1 correspondiente a la variedad Itálica y Di Cicco ambos con el nivel alto (4,62 kg de abono). Los tratamientos con menor desarrollo y/o aumento de hojas fueron el T5 y T6 de igual forma de la variedad Itálica y el otro Di Cicco pero los mismos tenían el nivel 0 (sin abono orgánico) (Figura 4).

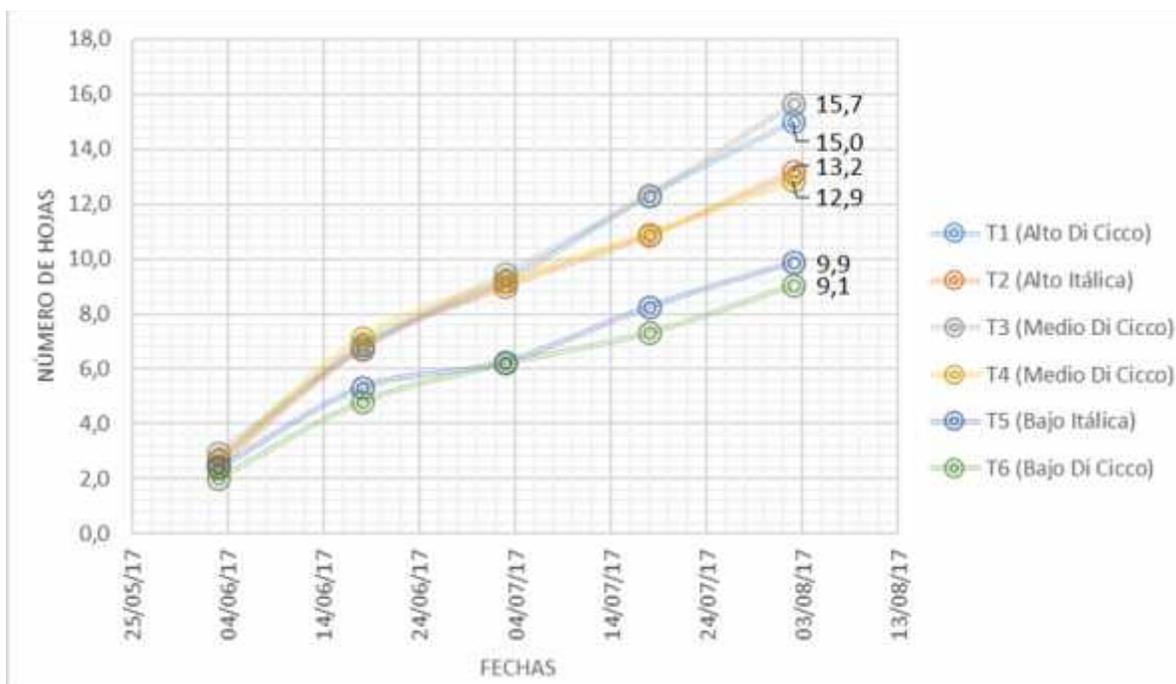


Figura 4. Desarrollo de la altura de planta durante toda la etapa de estudio

En la figura 4 se puede observar que la cantidad de hojas fue aumentando paulatinamente y más aún en las fechas antes de la cosecha, ya desde el 16 de julio el crecimiento fue de mayor intensidad hasta el 3 del mismo mes.

Mediante un análisis de varianza se interpreta que no existen diferencias significativas (N.S.) en dos de las fuentes de variabilidad (Variedad e interacción), caso contrario con respecto a la dosis se encuentra una diferencia altamente significativa (**) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza de la altura de planta (cm)

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR		
Variedad	0,11	1	0,11	0,04	0,8513	0,04	(NS)
Dosis	104,86	2	52,43	17,81	0,0005	17,81	(**)
Bloque	32,75	2	16,38				
Variedad*Dosis	1,68	2	0,84	0,29	0,7571	0,29	(NS)
Error	29,44	10	2,94				
Total	168,84	17					

(NS = No significativo, ** = Altamente significativo)

CV = 7,6%

También, el coeficiente de variación fue de 7,6% lo que se interpreta que existió un correcto manejo de las unidades experimentales durante toda la fase de estudio. Además, al tener la variable dosis como Altamente significativa se realiza la prueba de Duncan donde encontramos que todas dosis son diferentes, teniendo a dosis alta (4,62 kg/m² de abono) con una media de 15 hojas y la media más baja se da con la dosis baja sin abono con 9 hojas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Prueba de Duncan para Numero de Hojas de la dosis de abono orgánico

Dosis	Medias	n	E.E.	Duncan (5%)
Alto	15,33	6	0,7	A
Medio	13,03	6	0,7	B
Bajo	9,47	6	0,7	C

(A, B y C letras de diferenciación, Alto= 4,62 kg; Medio=2,20 kg; Bajo= 0 kg. Medias = Promedio entre dosis de abono orgánico. EE = Error experimental)

Al tener una diferencia tan alta entre las dosis se realiza para prueba de contrastes ortogonales, donde se corrobora que cada dosis es diferente totalmente entre ellas al tener un p-valor de 0,0008 y 0,0048 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Contrastes ortogonales de la altura de planta para la dosis de abono orgánico

Interacción	Contraste	SC	GL	CM	F	p-valor	
Contraste1	8,17	66,69	1	66,69	22,66	0,0008	(**)
Contraste2	-3,57	38,16	1	38,16	12,97	0,0048	(**)
Total		104,86	2	52,43	17,81	0,0005	

(** = Altamente significativo)

En el cuadro 8 se observa que mediante el análisis de contrastes ortogonales nos muestra que existe una diferencia altamente significativa para todas las comparaciones ya que los valores de p-valor son (0,0008, 0,0048, 0,0005) y los mismo son menores a 0,05 demostrando su alta significancia.

Es importante tener en cuenta que Barrios (1979) señala, dependiendo de la superficie de contacto que tenga las plantas estas tienen influencia en el desarrollo fisiológico en la planta mostrando una carencia con la falta de desarrollo y acelerando su ciclo vegetativo con la formación prematura, en el presente trabajo no se observó diferencias entre las densidades de siembra ni tampoco entre las dos variedades debido a que en el ambiente existía un manejo homogéneo de las unidades experimentales, en el riego principalmente, esta afirmación se puede corroborar con el coeficiente de variación

Por otra parte, Galeón (2012) menciona, en la horticultura intensiva, es necesario determinar la presión poblacional adecuada de cada cultivar y área geográfica, para poder realizar un manejo adecuado del cultivo y tener rendimientos con buena calidad de producto.

Estudios en la Facultad de Agronomía como Blanco (2017) obtiene un promedio entre 12 a 16 hojas por planta en la variedad Itálica con tres diferentes abonos orgánicos en la provincia Aroma. Otro dato muy parecido a lo obtenido es Copari (2015) el cual encontró valores de 13 y 15 hojas por plantas en la variedad Itálica y Pirata aplicando diferentes concentraciones de biol.

En un estudio realizado por Gutiérrez (2005) observa que la variedad Di Cicco en tres densidades de trasplante alcanzó a tener en promedio 13 hojas por planta, al momento de la cosecha, por lo que una vez más, se puede corroborar que la cantidad de hojas por planta está determinada por las características genéticas de cada variedad y no así por la densidad de siembra.

6.2.3 Diámetro de tallo

La medición del diámetro de tallo fue con ayuda un vernier y se obtuvo que el mayor desarrollo se dio en el tratamiento T1 y T3 correspondiente a la variedad Di Cicco e Itálica con el nivel Alto (4,62 kg/m² de abono) con un diámetro de 3,5 y 3,1 (cm) en promedio, mientras los valores más bajos se registraron en el T5 y T6 de la misma forma eran de las variedades Di Cicco e Itálica con 2,1 y 1,9 (cm) correspondiente al nivel bajo sin abono orgánico (Figura 5).

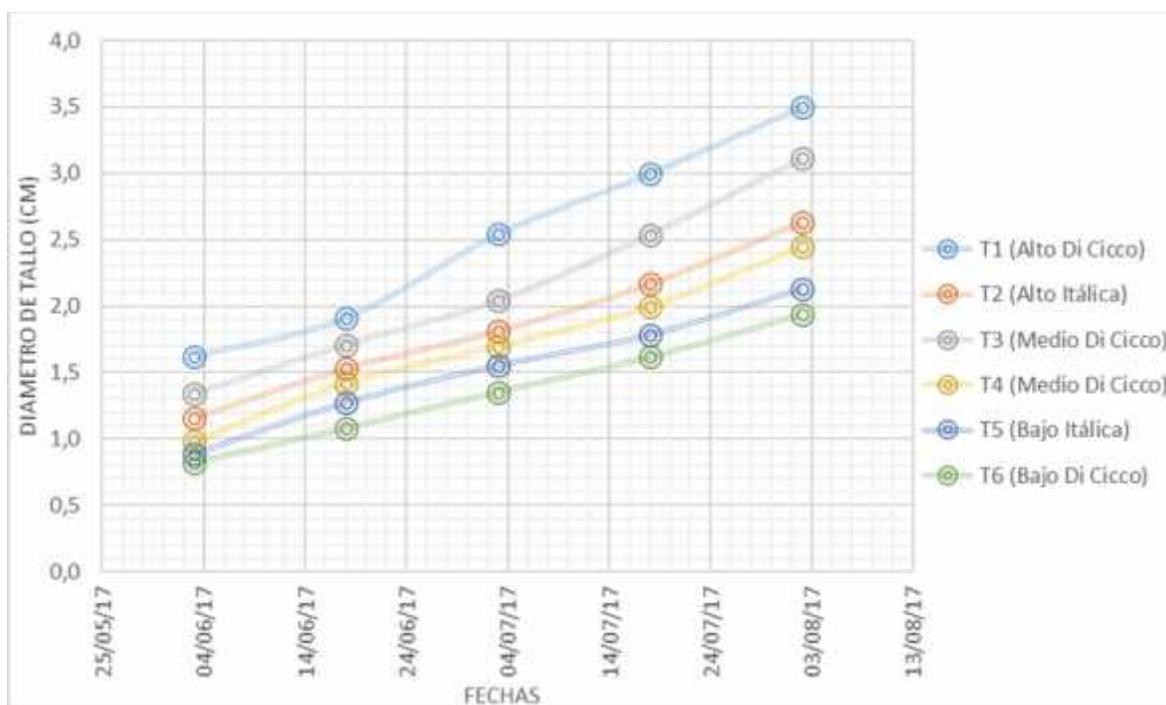


Figura 5. Desarrollo del diámetro de tallo durante toda la etapa de estudio

En la figura 5 se puede observar que el diámetro de tallo fue aumentando paulatinamente y más aún en las fechas antes de la cosecha, ya desde el 4 de julio el crecimiento fue de mayor intensidad hasta el 3 del mismo mes, muy en especial el T1 el cual mostro el mejor desarrollo.

Mediante un análisis de varianza se interpreta que no existen diferencias significativas (N.S.) en una de las fuentes de variabilidad (interacción), caso contrario con respecto a la variedad y a la dosis se encuentra una diferencia significativa (*) y altamente significativa (**) respectivamente (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza de diámetro de tallo (cm)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Variedad	0,3	1	0,3	6,44	0,0294	(*)
Dosis	4,91	2	2,46	53,21	<0,0001	(**)
Bloque	2,07	2	1,03			
Variedad*Dosis	0,04	2	0,02	0,43	0,6616	(NS)
Error	0,46	10	0,05			
Total	7,78	17				

(NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo)

CV = 8,18%

Otro dato importante fue el coeficiente de variación con 8.18% lo que se interpreta que existió un correcto manejo de las unidades experimentales durante toda la fase de estudio. Por otra parte, al tener una diferencia significativa en variedad y en la variable dosis altamente significativa se realiza la prueba de Duncan donde encontramos que la variedad y la dosis son diferentes (Cuadro 10).

Cuadro 10. Prueba de Duncan para diámetro de tallo de la variedad

Variedad	Medias	N	E.E.	Duncan (5%)
Di Cicco	2,76	9	0,07	A
Itálica	2,5	9	0,07	B

(A y B letras de diferenciación, Medias = Promedio entre dosis de abono orgánico. EE = Error experimental)

En el cuadro X se tiene que la variedad Di Cicco tiene una media de 2,76 representado por la letra A, mientras la Itálica con un valor medio de 2,5

representado por B, y es necesario saber que a pesar de poseer valores casi similares no son estadísticamente iguales (Cuadro 11).

Cuadro 11. Prueba de Duncan para diámetro de tallo de la dosis de abono orgánico

Dosis	Medias	N	E.E.	
Alto	3,31	6	0,09	A
Medio	2,54	6	0,09	B
Bajo	2,04	6	0,09	C

(A, B y C letras de diferenciación, Alto= 4,62 kg; Medio=2,20 kg; Bajo= 0 kg. Medias = Promedio entre dosis de abono orgánico en cm. EE = Error experimental)

Para el caso del cuadro x la media más alta es para el Nivel Alto (78,5 kg) de abono orgánico correspondiente a la letra A y esto es corroborado por el gran crecimiento que se dio para esta dosis sin importar la variedad (Cuadro 12).

Cuadro 12. Contrastes ortogonales de la altura de planta para la dosis de abono orgánico

Interacción	Contraste	SC	GL	CM	F	p-valor	
Contraste1	2,04	4,15	1	4,15	89,96	<0,0001	(**)
Contraste2	-0,5	0,76	1	0,76	16,46	0,0023	(*)
Total		4,91	2	2,46	53,21	<0,0001	(**)

(* = Significativo, ** = Altamente Significativo)

En el cuadro 11 se tiene el análisis de contrastes ortogonales que nos muestra la existencia de una diferencia altamente significativa para todas las comparaciones ya que los valores de p-valor son (0,0001, 0,0023 y 0,0001) y los mismos son menores a 0,05 demostrando su alta significancia.

En estudios semejantes encontramos a autores como Limachi (2011) que reportó una media de 2,74 cm en diámetro de tallo en la variedad Itálica, este valor es un

poco por debajo del encontrado, debido a que este autor trabajó con un tipo de abono líquido, lo cual no se aplicó en el presente estudio. También, Blanco (2015) reportó un valor 3,2 y 3,4 cm en diámetro de tallo en la variedad Itálica es valor es muy cercano debido a que aplicó abonos orgánicos líquidos.

Mientras Ruiz (1993) atribuye la diferencia a una alta población lo cual significa un efecto competitivo entre plantas por: luz, agua, nutrientes y espacio físico, concluyendo que esta competencia se refleja en el tamaño de la planta.

Por otro lado, Mendoza (1999) refleja, resultados diferenciados de altura de planta, por causa de las diferentes densidades de plantación, donde obtuvo la mayor altura por efecto de una dosis alta de estiércol y una densidad alta de plantación.

6.2.4 Diámetro de la inflorescencia

El diámetro de la inflorescencia se registró al T1 como el con mayor desarrollo con 12,35 cm correspondiente a la variedad Di Cicco del Nivel Alto, seguido y muy a la par al tratamiento T3 con 12,11 cm de la variedad itálica, pero del mismo nivel que el anterior tratamiento. Luego los tratamientos con el menor desarrollo son el T5 y T6 de la variedad Di Cicco e Itálica correspondientes al nivel bajo (Figura 6).

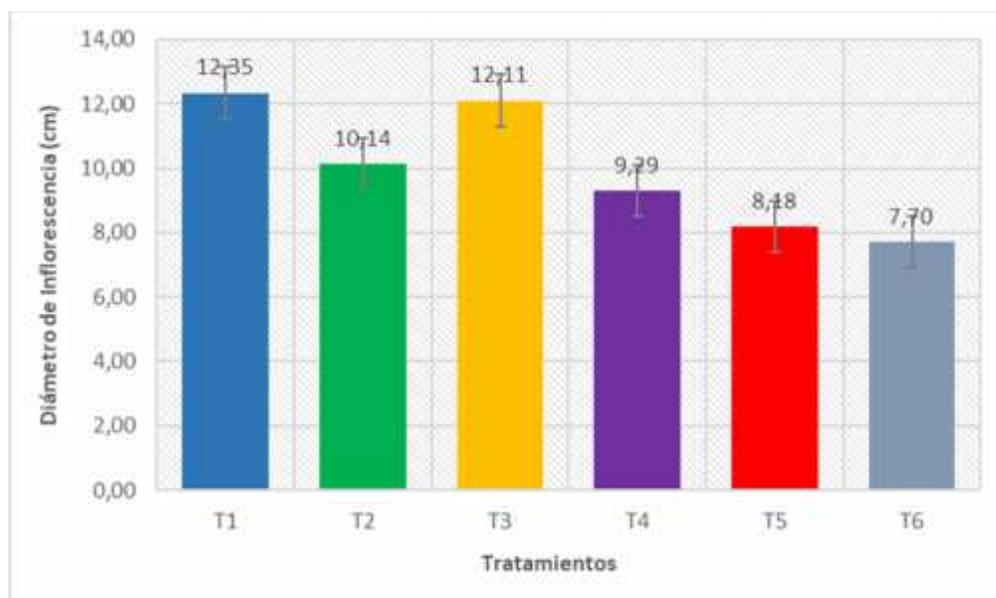


Figura 6. Diámetro de inflorescencia (cm) por tratamiento

Mediante un análisis de varianza se interpreta que no existen diferencias significativas (N.S.) en dos de las fuentes de variabilidad, caso contrario con respecto a la dosis que se encuentra una diferencia altamente significativa (**) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis de varianza de diámetro de Inflorescencia (cm)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Variedad	1,23	1	1,23	1,8	0,2096	(NS)
Dosis	55,66	2	27,83	40,68	<0,0001	(**)
Bloque	25,12	2	12,56			
Variedad*Dosis	0,28	2	0,14	0,21	0,8171	(NS)
Error	6,84	10	0,68			
Total	89,14	17				

(NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo)

CV = 8,3%

También, el coeficiente de variación fue de 8,3% lo que se interpreta que existió un correcto manejo de las unidades experimentales durante toda la fase de estudio. Además, al tener la variable dosis como Altamente significativa se realiza la prueba de Duncan donde encontramos que todas dosis son diferentes, teniendo a dosis alta (4,62 kg de abono) con una media de 12,23 cm y la media más baja se da con la dosis baja sin abono con 7,94 cm (Cuadro 14).

Cuadro 14. Prueba de Duncan para diámetro de Inflorescencia de la dosis de abono orgánico

Dosis	Medias	n	E.E.	
Alto	12,23	6	0,34	A
Medio	9,72	6	0,34	B
Bajo	7,94	6	0,34	C

(A, B y C letras de diferenciación, Alto= 4,62 kg; Medio=2,20 kg; Bajo= 0 kg. Medias = Promedio entre dosis de abono orgánico en cm. EE = Error experimental)

El tener una diferencia tan alta entre las dosis se realiza para prueba de contrastes ortogonales, donde se corrobora que cada dosis es diferente totalmente entre ellas al tener un p-valor = <0,0001 y 0,004.

Cuadro 15. Contrastes ortogonales del diámetro de Inflorescencia para la dosis de abono orgánico

Interacción	Contraste	SC	GL	CM	F	p-valor
Contraste1	6,8	46,18	1	46,18	67,5	<0,0001 (**)
Contraste2	-1,78	9,48	1	9,48	13,86	0,004 (**)
Total		55,66	2	27,83	40,68	<0.0001 (**)

(* = Significativo, ** = Altamente Significativo)

Al respecto de las variedades Gutiérrez (2005) menciona en su trabajo de investigación, que el diámetro de la inflorescencia con media general de 13,95 cm en la variedad y Di Cicco con 14,35 cm lo cual atribuye a que no importa si la variedad es diferentes, tal promedio rectifica que en el presente trabajo la variedad Dicco e Itálica presentan un desarrollo igual también esto es condicionado por las condiciones del ambiente atemperado y otras dadas de similar manera.

Por otro lado, se puede observar en todos los datos que el abono orgánico en un nivel alto probablemente influyó en la formación diametral de la inflorescencia, la cual está estrechamente relacionada con la altura de planta.

En otros estudios como Limachi (2011) encuentra en su investigación, una media de 12,11 cm de diámetro en la variedad Itálica y 11,73 cm de diámetro en la variedad Centenario. Y este mostro un similar comportamiento en la misma variedad mencionada, esto debido a las características genéticas del cultivo las cuales se manifiestan a través del desarrollo del diámetro de inflorescencia y la adaptabilidad o no en ambientes atemperados además del manejo homogéneo y adecuado que recibieron durante el ensayo.

Por otro parte, Gutiérrez (2005) en la estación experimental de Cota Cota encontró valores en la variedad Di Cicco de 12 cm en promedio, mostrando un comportamiento muy parecido al estudio realizado. Y Mamani (2014) encuentra en la misma variedad

valores entre 10,5 y 12,8 cm en promedio, lo cual nos demuestra que los valores obtenidos se encuentran muy similares a los estudiados.

6.2.5 Peso de la Pella

El peso de la pella nos dio el T1 y T3 como los más altos con 432,77 y 398,35 (g) todos correspondientes al Nivel alto (78,5 kg) de abono orgánico de las variedades Di Cicco e Itálica. Los pesos más bajos se dieron entre los tratamientos 5 y 6 con valores de 150,38 y 130,71 (g) ambos del nivel bajo de las dos variedades (Figura 7).

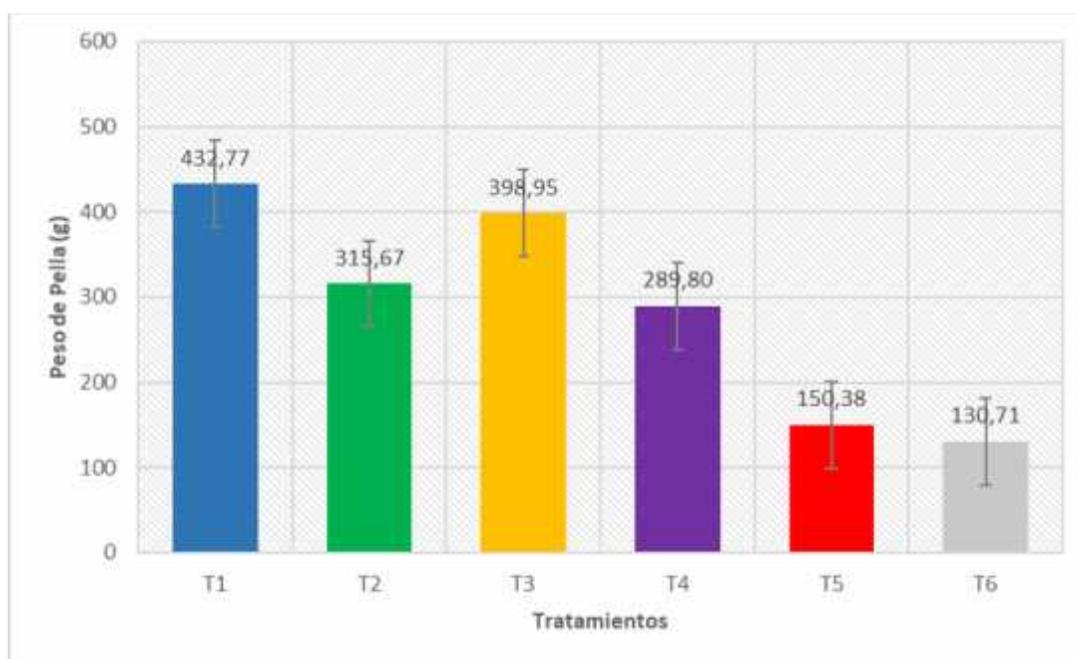


Figura 7. Peso de Pella (g) por tratamiento

Mediante un análisis de varianza se interpreta que no existen diferencias significativas (N.S.) en dos de las fuentes de variabilidad, caso contrario con respecto a la dosis, se encuentra una diferencia altamente significativa (**) (Cuadro 16).

Cuadro 16. Análisis de varianza para peso de pella (g)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Variedad	3.149,27	1	3.149,27	1,31	0,2791	(NS)
Dosis	22.9809,29	2	11.4904,65	47,8	<0,0001	(**)
Bloque	26.783,86	2	13.391,93			
Variedad*Dosis	150,81	2	75,4	0,03	0,9692	(NS)
Error	24.040,48	10	2.404,05			
Total	28.3933,7	17				

(NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo)

CV = 7,12%

Por otro lado, el coeficiente de variación fue de 7,12% lo que significa que existió un correcto manejo de las unidades experimentales durante toda la fase de estudio. También, al tener la variable dosis como Altamente significativa se realiza la prueba de Duncan donde encontramos que todas dosis son diferentes, teniendo a dosis alta (4,62 kg/m² de abono) con una media de 415,86 g y la media más baja se da con la dosis baja sin abono con 140,54 g (Cuadro 17).

Cuadro 17. Prueba de Duncan para peso de pella de la dosis de abono orgánico

Dosis	Medias	n	E.E.	
Alto	415,86	6	20,02	A
Medio	302,74	6	20,02	B
Bajo	140,54	6	20,02	C

(A, B y C letras de diferenciación, Alto= 4,62 kg; Medio=2,20 kg; Bajo= 0 kg. Medias = Promedio entre dosis de abono orgánico en g. EE = Error experimental)

El tener una diferencia tan alta entre las dosis, se realiza la prueba de contrastes ortogonales, donde se corrobora que cada dosis es diferente totalmente entre ellas al tener un p-valor = <0,0001 y 0,004.

Cuadro 18. Contrastes ortogonales del peso de pella para la dosis de abono orgánico

Dosis	Contraste	SC	GL	CM	F	p-valor
Contraste1	388,44	150889,26	1	150889,26	62,76	<0,0001 (**)
Contraste2	-162,19	78920,03	1	78920,03	32,83	0,0002 (**)
Total		229809,29	2	114904,65	47,8	<0,0001

(* = Significativo, ** = Altamente Significativo)

Al respecto Condori (2010), encontró promedios del peso de la pella de un 179,21g para la variedad Montecristo y 164,06g para la variedad Dalmira, gracias al efecto de los Fito estimulantes, por otro lado, Mamani (2014) encontró promedio similar para la variedad Di Cicco de 105,78 g y Puenayan et. al (2009), en un estudio realizado en Colombia obtuvo resultados de fertilización orgánica un promedio de 350g.

6.2.6 Rendimiento de pella

El rendimiento de pella más alto registrado fue en el T1 (Variedad Di Cicco) y T3 (Variedad Itálica) correspondientes ambos al Nivel Alto con 3,86 kg/m² y 3,59 kg/m² (38.949,60 kg/ha y 35.905.74 kg/ha) y los más bajos registrados son el T5 (Variedad Itálica) y T6 (Variedad Di Cicco) de los niveles que no tenían abono orgánico con un rendimiento de 1,35 kg/m² y 1,17 kg/m² (13.534.44 kg/ha y 11.736.48 kg/ha) (Figura 8).

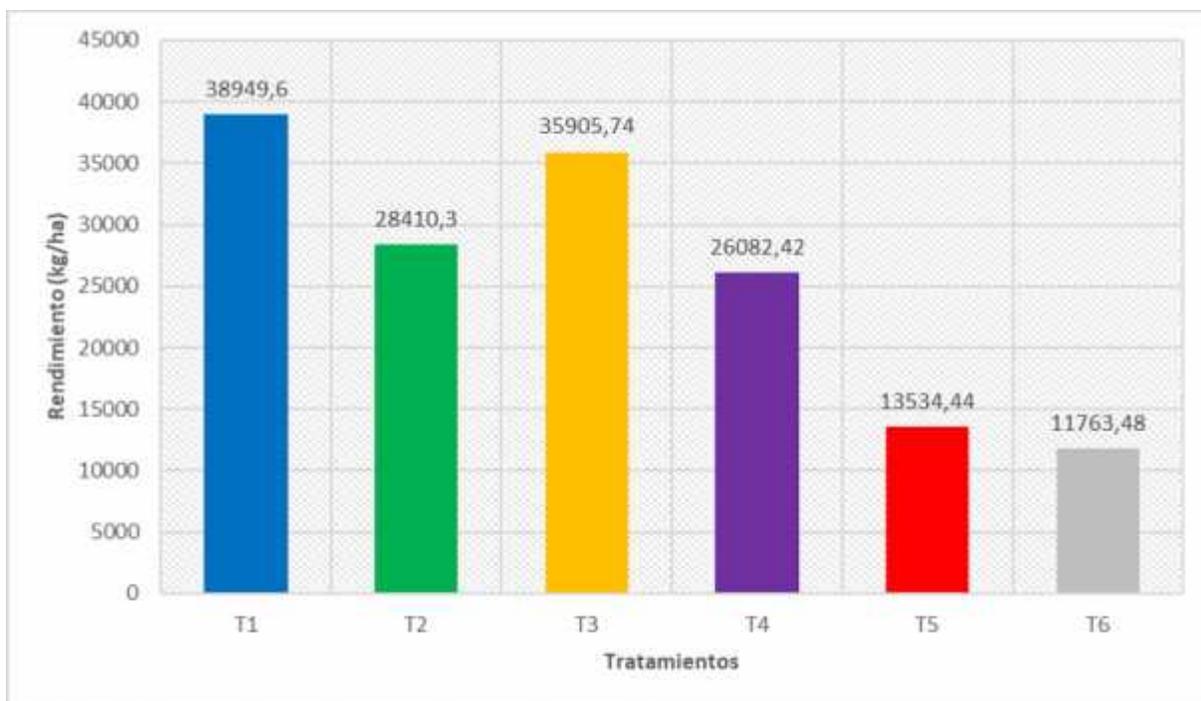


Figura 8. Rendimiento de los tratamientos (kg/ha)

Mediante un análisis de varianza se interpreta que no existen diferencias significativas (N.S.) en dos de las fuentes de variabilidad, caso contrario con respecto a la dosis, se encuentra una diferencia altamente significativa (**) (Cuadro 19).

Cuadro 19. Análisis de varianza para peso de pella (g)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Variedad	25509081.7	1	25509081.7	1,31	0,2791	(NS)
Dosis	1861455259	2	930727629	47,8	<0,0001	(**)
Bloque	216949229	2	108474614			
Variedad*Dosis	1221530,83	2	610765.41	0,03	0,9692	(NS)
Error	194727876	10	19472787,6			
Total	2299862976	17				

(NS = No significativo, * = Significativo, ** = Altamente significativo)

CV = 9,2%

Por otro parte, el coeficiente de variación fue de 9,2% lo que significa que existió un correcto manejo de las unidades experimentales durante toda la fase de estudio. También, al tener la variable dosis como Altamente significativa se realiza la prueba de Duncan donde encontramos que todas dosis son diferentes, teniendo a dosis alta (4,62 kg de abono) con una media de 37.427,67 kg/ha y la media más baja se da con la dosis baja sin abono con 12.648,96 kg/ha (Cuadro 20).

Cuadro 20. Prueba de Duncan para peso de pella de la dosis de abono orgánico

Dosis	Medias	n	E.E.	
Alto	37427.67	6	1801.52	A
Medio	27246.36	6	1801.52	B
Bajo	12648.96	6	1801.52	C

(A, B y C letras de diferenciación, Alto= 4,62 kg; Medio=2,20 kg; Bajo= 0 kg. Medias = Promedio entre dosis de abono orgánico en g. EE = Error experimental)

El tener una diferencia tan alta entre las dosis, se realiza la prueba de contrastes ortogonales, donde se corrobora que cada dosis es diferente totalmente entre ellas al tener un p-valor = <0,0001 y 0,004.

Cuadro 21. Contrastes ortogonales del rendimiento para la dosis de abono orgánico

Dosis	E.E.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Contraste1	4412.8	1222202998	1	1222202998	6,76	<0,0001	(**)
Contraste2	2547.73	639252260	1	639252260	32,83	0,0002	(**)
Total		1861455259	2	930727629	47,8	<0,0001	

(* = Significativo, ** = Altamente Significativo)

Agricultura Urbana (2010), indica que las producciones varían según se trate de brócolis ahijados o de pella. Pero pueden estimarse unos rendimientos normales

entre 15.000 y 25.000 kg/ha. Mendoza (1996) reporta, un rendimiento de 22.180 kg/ha en la variedad Itálica, siendo este el tratamiento de mejor resultado registrado, argumentando el efecto directo de la densidad de siembra. En comparación de este trabajo se registró 17.395 kg/ha en rendimiento, debido a que no se aplicó ningún tipo de abono al cultivo como lo hizo en su estudio el autor mencionado.

Limachi (2011), registró 17.234 kg/ha de rendimiento en la variedad Itálica y en la variedad Centenario un promedio igual a 15.573 kg/ha, atribuyendo este comportamiento a las características del abono incorporado. Al respecto Vallejos (2013), obtuvo rendimientos similares con fertilización de abonos orgánicos en una evaluación de variedades de brócoli con rendimientos de 11.000 kg/ha a 16.111 kg/ha. Para el caso de los testigos valores similares fueron hallados por Mamani (2014), donde encontró rendimientos de variedad Di Cicco igual a 10.987 kg/ha.

En el análisis de costo se determina que el tratamiento T1 y T3 tienen los beneficio/costos más altos con 3,1 y 3 respectivamente y el beneficio/costo más bajo es registró para el T5 y T6 correspondientes al nivel bajo par ambas variedades con un beneficio/costo de 1,4 en ambas situaciones (Cuadro 22).

Cuadro 22. Beneficio costo por tratamiento

Tratamiento	Variedad	Nivel	BN	TCV	B/C
T1	Di Cicco	Alto	515,1	1391,6	1,8
T2	Di Cicco	Medio	500,4	1042,65	1,3
T3	Itálica	Alto	445,8	1337,2	1,7
T4	Itálica	Medio	421,5	1006,70	1,5
T5	Di Cicco	Bajo	395	593	1,1
T6	Itálica	Bajo	395	593	1,1

(BN = Beneficio Neto; TCV=Total de costo variable; B/C=Beneficio costo)

En el análisis de rentabilidad se determina que el tratamiento T1 y T3 son los más rentables para el experimento teniendo una ganancia de Bs. 0.80 y 0.70 respectivamente y la ganancia más baja es registrada para el T5 y T6 correspondientes al nivel bajo par ambas variedades con una ganancia por cada boliviano invertido de Bs. 0,10 (Figura 9).

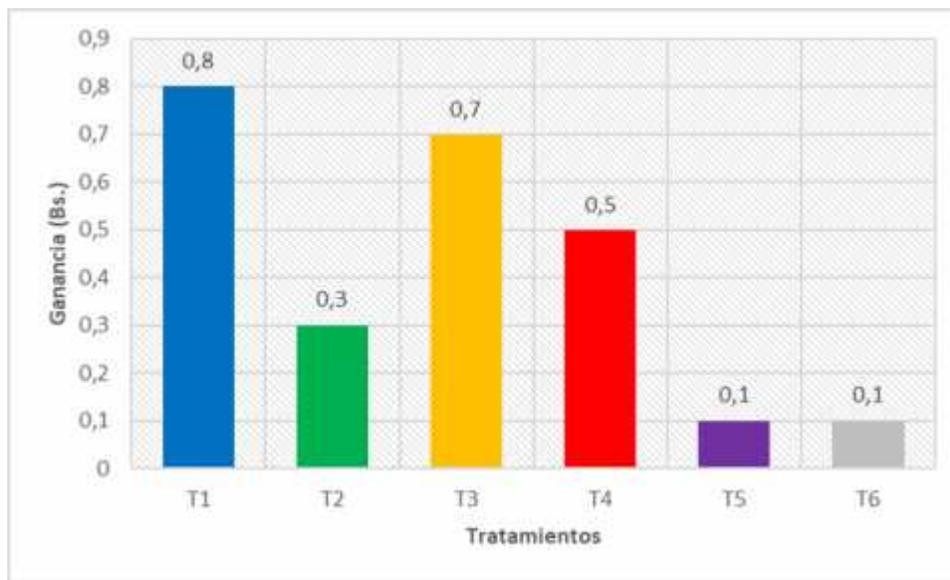


Figura 9. Ganancia en bolivianos por cada boliviano invertido

Según Toledo (2006) en su trabajo sobre aplicación de 3 diferentes abonos orgánicos (ovino, camélido y bovino) de Brócoli, obtuvo como máximo ingreso neto de 13,700 bs, y de 12600 bs como mínimo ingreso. Mientras Callisaya (2000) obtuvo, beneficios brutos de máximo de 3.900 bs con una aplicación de 100 kg/ha de roca fosfórica y como mínimo de -5.629 bs, con 500 kg/ha de roca fosfórica, siendo este último el que causó una pérdida económica.

7. CONCLUSIONES

- Se concluye que las temperaturas registradas fueron las más óptimas durante todo el desarrollo de la investigación registrando temperaturas de entre 16 y 30 °C esto gracias al buen manejo del invernadero.
- Con respecto a altura de planta el que mostro mayor desarrollo fue el T1 y T3 de la dosis Alta 4.62 kg con una altura de 63.5 y 61.6 (cm) respectivamente. Y los crecimientos más bajos se dieron en el T5 y T6 correspondientes a la dosis de 0 kg de abono orgánico con un tamaño de 42.07 y 43.16 (cm) respectivamente. Por otro lado, mediante un análisis de varianza se obtiene que la dosis es altamente significativa y el coeficiente de variación es 4.18% lo cual significa que existió un excelente manejo de las unidades experimentales.
- El número de hojas mostró un excelente desarrollo en espacio y tiempo durante todo el estudio, los valores más altos se repitieron para el T1 y T3 con un promedio de 15 hojas. Mientras el análisis de varianza dio que la dosis es altamente significativa y además tiene un coeficiente de variación de 7,6 el cual indica que existió un excelente manejo de las unidades experimentales.
- Mientras el diámetro del tallo fue de la misma forma teniendo al T1 y T3 como los tratamientos con mayor desarrollo teniendo diámetros promedios de 3,5 y 3,1 (cm) respectivamente. Y el desarrollo del diámetro excelente, en el análisis de varianza se obtuvo que la dosis fue altamente significativa y el coeficiente de variación 8.18%. También se obtiene que la variedad Di Cicco y Itálica son diferentes genéticamente con respecto al diámetro de tallo y con la dosis de la misma manera se obtuvo una alta significancia.
- El diámetro de la inflorescencia se obtuvo que el T1 y T3 son los tratamientos con mayor desarrollo con 12,35 y 12,11 cm respectivamente. Además, con un análisis de varianza se obtiene que la dosis es altamente significativa con un coeficiente de variación de 8,3%.
- Para el peso de pella de la misma forma se obtiene que el T1 y T3 muestran los mejores pesos con 432,77 y 398,35 (kg) para ambas variedades. Mediante el análisis de varianza se obtiene que la dosis es altamente significativa y tienen un coeficiente de variación de 7.12%.

- El rendimiento de la misma forma que los anteriores se obtiene que el T1 y T3 muestran los mejores rendimientos con 38949,60 y 35905,74 (kg/ha) y los más bajos son los T5 y T6 correspondientes a las dosis de 0 kg de abono orgánico. Y con el análisis de varianza se obtiene que la dosis es altamente significativa, con un coeficiente de variación de 9,2%
- El análisis de costo nos muestra que el beneficio/costo y ganancia se tiene al T1 y T3 como los mejores ya que por cada boliviano invertido se gana Bs. 2.10 y 2.
- Finalmente, concluimos que la variedad no influencio en casi nada durante toda la investigación, mientras la dosis fue altamente significativa para todas las variables.

8. RECOMENCIONES

- Se recomienda realizar un estudio parecido con variedades híbridas y dosis más altas para evaluar mejor las diferencias.
- También verificar y anotar bien las épocas y fases fenológicas del cultivo en diferentes estaciones.
- Al mismo tiempo se recomienda siembre hacer un control fitosanitario tanto para el cultivo como para la infraestructura ya que un mal manejo puede ocasionar la aparición de diversas plagas como babosas.
- Otra recomendación importante es realizar investigaciones sobre cultivos asociados de brócoli y otras hortalizas de hojas o raíz para que la absorción de nutrientes del suelo sea equilibrada, aplicando también distintos fertilizantes orgánicos o en forma de bio fertilizantes líquidos porque los mismos son más efectivos y mejor absorbidos por las hojas.
- Se recomienda también comprar semillas certificadas y no así de lugares clandestinos, ya que los mismo pueden ocasionar problemas serios en a la hora de la germinación sin contar que las semillas pueden traer enfermedades.
- Se debe realizar también un deshoje cuando supere las 10 hojas existentes a que las hojas debilitan el tallo ocasionando que caiga al suelo y baje su tamaño esto va relacionado con el rendimiento.
- El riego tiene que ser siempre de acuerdo a su requerimiento, un riego escaso o en exceso puede causar diferentes deficiencias e incluso la muerte de la planta.
- Para un mejor desarrollo de la peya es importante realizar podas superiores e inferiores durante todo el ciclo.
- A la hora de diseñar y armar las platabandas es importante tener en cuenta la altura ya que puede causar un escape de sustrato o agua, incluso puede causar la podredumbre de la raíz.
- Por otra parte, también se recomienda manejar correctamente la carpa ya que un mal manejo puede hacer variar la temperatura y ocasionan un desarrollo muy apresurado del cultivo y no bien desarrollado.

9. BIBLIOGRAFÍA

Aviles, D., 1992. Producción de hortalizas bajo diferentes condiciones micro climáticas en el Altiplano. Tesis Lic. Ing. Agr. Cochabamba, BO.

Barahona, M. Manual Hortícola, Primera edición, Sangolquí, Ecuador, 24 p.

Barrios, J., 1979. In.: "Evaluación de Yacimientos de fosfatos GEOBOL. pp. 1-10.

Buena Salud, 2011. Enciclopedia coleccionable. Bolivia. N° 34. pp. 8-9.

Callisaya, R., 2000. Evaluación de la roca fosfórica como fertilizante natural en el cultivo de Brócoli en ambientes atemperados. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. 26 p.

Casseres, E., 1980. Producción de hortalizas. Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura (IICA). San José- Costa Rica. 387 p.

Cronquist, A. Takhtasa, A. Y Zimmermann, W., 1996. OnTheHigneTaxa. Of Embryobinta. New York, EU.

Dias, F., 1993. Defensa contra heladas en los invernaderos. Memorias de construcción y manejo de invernaderos. La Paz, BO.

Galeón, 2012. (en línea). Consultado 23 de noviembre 2012. Disponible en www.agriculturaurbana.galeon.com./productos1359686.html

Gutiérrez, Z., 2005. Cultivares de brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica*) en diferentes distancias de trasplante en época de invierno bajo ambiente atemperado. Tesis Ing. Agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. pp. 34 – 66.

Hartmann, F., 1990. Invernaderos y Ambientes Controlados. Editorial Fades. 1ra Edición. La Paz, Bolivia. 131 p.

Herbas, R., 1981. Manual de Fitopatología, Oruro – Bolivia. Editorial Universitaria. pp. 349 – 353.

Hidalgo, C. 2000. Manejo integrado de semilleros de Brassicaceaes. Primer seminario internacional de Brassicaceaes Quito. Ecuador. FEDETA. 35 p.

Holle, M. Y Montes, A., 1985. Manual de Enseñanza Práctica de Producción De Hortalizas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Ediciones IICA. 1ra Edición. San José, CR.

Japón, J., 1986. Cultivo del Brócoli y de la Col de Bruselas. Ediciones Rivadeneira SA. 1ra Edición. Madrid, ES. pp 11-15.

Kohl, 1991. Diagnostico a los Sistemas de Cultivos Protegidos en el Altiplano. Editorial Centro de Información para el Desarrollo Rural. La Paz, BO. pp 11-16.

Krarup, C. 1992. Seminario sobre la producción de Brócoli. Quito, Ecuador. PROEXANT- AGRIDEC/ CHEMONICS. 25 p.

Krarup, C.; Alvarez, X., 1997. Requerimientos y variedades de brócoli para la industria del congelado. Agroeconómico V.44. pp. 20-27.

Lázaro, E y Ibizia, B., 1982. Compendio de la Flora Española, Madrid – España. V.2, 134 p.

Limachi, F., 2011. Evaluación de dos variedades de brócoli (*Brassicaoleracea*) bajo tres densidades de plantación, en sustrato sólido (HIDROPONICO), en ambiente atemperado en el municipio de el Alto. Tesis Ing. Agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. pp. 42–62.

Lorente, M. B., 1993. Biblioteca de la Agricultura. Editorial Emegs. Barcelona, ES.

Maroto, J., 1995. Horticultura Herbácea Especial. Editorial Mundi Prensa. 4ta Edición. Madrid, ES. 131 p.

Mendoza, J., 1996. Densidades de plantación y abonamiento orgánico en Brócoli (*Brassicaoleraceavar. Itálica*) bajo carpa solar. Tesis Ing. Agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. pp. 48 – 83.

Mortensen, E y Bullard, E., 1986. Horticultura Tropical y Subtropical. Editorial Pax – México. 84 p.

Nuez, F.; Gómez, C.; Fernandea, P.; Solar, S. Y Valcarcel, V., 1999. Colección de Semillas de Coliflor y Brócoli. Editorial Mundi Prensa. Madrid, ES. pp. 13-15.

Ochoa, R., 2007. Diseños Experimentales. Facultad de agronomía. UMSA. La Paz Bolivia. 297 p.

Ospina. M., 1995. Enciclopedia Agropecuaria Terranova (Producción Agrícola 2), Santa Fe de Bogotá – Colombia. Editorial Terranova Ltda. pp. 306 – 307.

Perrín, et al., 1995. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT.DF México. pp. 1-74.

Porco, F y Terrazas, J., 2009. Horticultura Aplicaciones Prácticas. Facultad de agronomía. UMSA. La Paz Bolivia. 172 p.

Ramírez, J., 1995. Incidencia de la Densidad de Siembra y Fitoreguladores en la Calidad y Rendimiento de Brócoli (*Brassicaoleracea* Var. *Itálica*) en el Valle Central de Cochabamba. Tesis Ing. Agr. Cochabamba – Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Agronomía. pp. 5 – 78.

Rueda, D. 2001. Botánica Sistemática Curso interactivo, Primera Edición, Quito - Ecuador, 140 p.

Ruiz, T., 1993. Manual de horticultura. Facultad de agronomía. UMSA. La Paz Bolivia. pp. 12-41.

Ruiz, T., 2007. Texto guía Materia Terapéutica Vegetal. Facultad de agronomía. UMSA. La Paz Bolivia. 177 p.

Sánchez, C., 2004. Hidroponía, Colección Granja Negocios, Lima – Perú. Edición Ripalme. 134 p.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, BO), 2007. Datos Climáticos. La Paz, Bolivia. s.p.

s/a, 2012. (en línea). Consultado 23 de noviembre 2012 El Cultivo del Brócoli. Disponible en: www.infoagro.html

s/a, 2012. (en línea). Consultado 23 de septiembre 2012. Disponible en www.angelfire.com/ia2/ingenieria_agricola/brocoli.htm

Sobrino, E. – Sobrino, V.E., 1989. Tratado de Horticultura Herbácea, Barcelona – España. Editorial Aedos. pp. 41 – 61.

Solonosotras, 2012. (en línea). Consultado 23 de noviembre 2012. Disponible en www.solonosotras.com/archivo/04/sal-alim-110900.html

Terrazas, 1990. Manual para la educación agropecuaria, suelo y fertilización. Editorial Trillas. pp. 51-60.

Valadez, A., 1993. Producción de Hortalizas, México, Editorial LIMUSA. pp. 45 – 55.

Vallejos, L., 1995. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuario Boletín Técnico N°3 nuevas variedades de Brócoli para los valles de Cochabamba.

Vera, C y Vilaña, I., 2004. Efecto de la aplicación alternada de fungicidas, fosfonatos y evergreen, en el control del pie negro (*Phomalingam*) y otras enfermedades en brócoli (*Brassicaoleraceavar. itálica*). Tesis Ing. Agrop. Sangolquí – Ecuador. Escuela Politecnica del Ejercito Facultad de Ciencias Agropecuarias I.A.S.A. 229 p.

Vigliola, M., 1986. Manual de horticultura., S.A. Buenos Aires, Argentina. Editorial Hemisferio sur. pp. 19 – 72.

Villarroel, J., 1998. Manual para interpretación de análisis de suelos. Santa Cruz Bolivia. 81 p.

ANEXOS

Anexo 1. Recolección de las heces de equino y preparación del compost



Recolección de heces de equino



Preparación de la cama para descomposición



Cenisa y chicha de maiz para la descomposición



Incorporación de cenisa y chicha de maiz



Tapado del abono con abrofil con su respectivo ventilador

Anexo 2. Aplicación del método de la parafina



Incorporación en la mufla



Derritiendo vela para la parafina



Anexo 3. Toma de datos de las variables agronómicas del cultivo

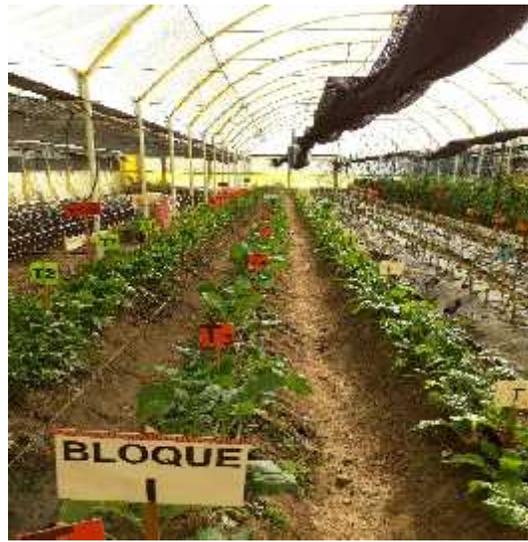


Medición del brócoli con cinta métrica



Medición de las hojas y altura de planta con la utilización de un flexómetro

Anexo 4. Medición del tallo y pella con uso del vernier



Toma de datos



Tamaño de raíz



Anexo 5. Toma de datos de las hojas del brócoli, cosecha y pesado de las pellas



Corte y recolección de hojas



Medición de tallo de la pella



Peso de la pella

Anexo 6. Etiqueto, embolsado y para la venta del brócoli



Medicion de la cabeza de la pella



recoleccion de datos



Embolsado y pesado para su venta

Anexo 7. Calculo del NPK y dosis por tratamiento

Peso de capa arable

$$PCA = 1,5 \frac{Tn}{m^3} * 0,40 m * 24 m^2 Tn \text{ de Suelo /Platabanda}$$

$$PCA = 14,4 Tn S /platabanda$$

Calculo del nitrógeno

$$14,4 kg * \frac{0,31}{100} \% = 44,64 kg NT \text{ (Nitrogeno total)}$$

Coefficiente de mineralización (valle 3 – 5%)

$$44,64 kg * \frac{4}{100} \% = 1,78 kg N/año$$

Ciclo del cultivo

$$1,78 kg N * \frac{4}{12} meses = 0,59 kg N/ciclo$$

Calculo del fosforo

$$119 kg P * \frac{14400 kg S}{1000000 Kg S} = 1,71 kg P \text{ disponible}$$

$$1,71 kg P \text{ disponible} * 2,29 = 3,92 kg P_2O_5$$

Calculo del Potasio

$$0,96 \frac{meq K}{kg} * \frac{0,039 g K}{1 meq K} = 0,037 \frac{g K}{100 g S}$$

$$0,037 Tn K * \frac{14,4 Tn S}{100 Tn S} = 5,33 Kg K/platabanda$$

Oferta

$$N = 0,59 \text{ kg N disponible} \quad 40\% \quad 0,23 \text{ Kg N Disp}$$

$$N = 3,92 \text{ kg N disponible} \quad 20\% \quad 0,78 \text{ Kg } P_2O_5 \text{ Disp}$$

$$N = 3,22 \text{ kg N disponible} \quad 40\% \quad 1,29 \text{ Kg } K_2O \text{ Disp}$$

Calculo de la dosis

$$\%MS = 70\%$$

$$\%Corg = 35,38\%$$

$$\%Ni = 1,8\%$$

$$5,43 \text{ kg N} * \frac{0,60 \text{ kg}}{1000 \text{ kg EE}} = 110,49 \text{ kg EE}/24m^2$$

Estiércol de equino

$$40,7 \text{ g} * \frac{30,2 \text{ gr}}{700} = 74,20 \text{ mss}$$

Porcentaje de humedad

$$40,7 - 30,2 = 10,5 \text{ g (25,79\% de humedad)}$$

Para

$$148,6 \text{ g} - 22,6 \text{ g} = 126 \text{ g más del suelo Seco}$$

Densidad aparente

$$Dap = \frac{126}{125} = 1,008$$

$$4,6 * \frac{1,7 \text{ gr}}{1,008} = 7,85 \text{ kg}/24m^2$$

$$7,85 \frac{kg}{m^2} * \frac{1}{2} = 3,91 kg/24m^2$$

Dosis alta

$$7,85 \frac{kg}{has} = 4,62 kg/m^2$$

Dosis media

$$3,91 \frac{kg}{has} = 2,20 kg/m^2$$

Anexo 8. Análisis de muestras de abono orgánico de equino y suelo

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: MO 02/17

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO EN COMPOST MO 01/17

Solicitante:	Tesista: Caceres Yucra Evelin
Dirección del cliente:	Centro Experimental de Cota Cota C/30
Procedencia de la muestra:	La Paz
	Provincia: Murillo
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Carra Furrarjes
Responsable del muestreo:	Univ. Caceres Yucra Evelin
Fecha de muestreo:	09 de marzo de 2017
Hora de muestreo:	10:38
Fecha de recepción de la muestra:	09 de marzo de 2017
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 09 al 27 de marzo, 2017
Caracterización de la muestra:	Compost - Materia orgánica
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	3 - 1
Código original:	C.Y.E./A

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C.Y.E./A
Fósforo total	Método calcinación/ASPT 91	mgP/kg	0,40	3380
Materia Orgánica	Calcinación	%	5,0	61
Nitrógeno total	ASPT-88	%	0,0030	1,6
Potasio total	Microwave Reaction System/EPA 258.1	mg/kg	8,0	8139

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Marzo 27 de 2017

S.S.: Arch
JCH/LCA


Ing. Jaime Chirchero Paniagua
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S05/17

Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMBA
Solicitante:	Testista: Cáceres Yucra Evelin
Dirección del cliente:	Calle 30 de Cota Cota - Centro Experimental de Cota Cota
Procedencia de la muestra:	La Paz - Centro Experimental de Cota Cota
	Provincia: Murillo
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Carpa - Testistas
Responsable del muestreo:	Univ. Cáceres Yucra Evelin
Fecha de muestreo:	09 de marzo de 2017
Hora de muestreo:	10:38
Fecha de recepción de la muestra:	09 de marzo de 2017
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 09 al 29 de marzo, 2017
Caracterización de la muestra:	Suelo
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	5-1
Código original de muestra:	C.Y.E/S

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C.Y.E/S
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,6
pH KCl	ISRIC 4		1 - 4	6,4
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	548
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	5,7
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	119
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,96
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,31

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
 - Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
 * La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, marzo 30 de 2017




 Ing. Jaime Chircheró Paniagua
 Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



LCA - 04/01/08
 JChirch



INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S05/17

Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMIA - UMBA
Solicitante:	Tejada, Cáceres Yvira Evelyn
Direccional cliente:	Calle 30 de Cota Cota - Centro Experimental de Cota Cota
Procedencia de la muestra:	La Paz - Centro Experimental de Cota Cota
	Provincia: Murillo
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Carpa - Teñetas
Responsable del muestreo:	Univ. Cáceres Yvira Evelyn
Fecha de muestreo:	12 de noviembre 2017
Hora de muestreo:	18:15
Fecha de recepción de la muestra:	12 de noviembre de 2017
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 12 al 15 de noviembre 2017
Caracterización de la muestra:	Sueta
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Busa plástica
Código LCA:	S-1
Código original de muestra:	C.Y.E/S

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C.Y.E/S
pH agua	ISRIC 4		1 - 4	0.4
pH HCl	ISRIC 4		1 - 4	6.0
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	512
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	5,0
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P mg/kg-1	12	110
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmol/kg	0,0011	2,00
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,010	0,25

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
 - Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASPT)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
 * La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, marzo 30 de 2017



Jaime Chilcheres Panigado
 Ing. Jaime Chilcheres Panigado
 Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



LCA - Informe
 01/01/16

Anexo 9. Análisis del costo y rendimiento por tratamiento

Variedad	Dosis	Bloque	Pella	Precio	kg/ha
Di Cicco	Alto	1	524,6	5	47.214
Di Cicco	Alto	2	434,78	5	39.130,2
Di Cicco	Alto	3	338,94	5	30.504,6
Di Cicco	Medio	1	366,5	4	32.985
Di Cicco	Medio	2	294,96	4	26.546,4
Di Cicco	Medio	3	285,55	4	25.699,5
Di Cicco	Bajo	1	212,108	3	19.089,72
Di Cicco	Bajo	2	124,5	3	11.205
Di Cicco	Bajo	3	114,54	3	10.308,6
Itálica	Alto	1	376,178	5	33.856,02
Itálica	Alto	2	489	5	44.010
Itálica	Alto	3	331,68	5	29.851,2
Itálica	Medio	1	317,308	4	28.557,72
Itálica	Medio	2	282,666	4	25.439,94
Itálica	Medio	3	269,44	4	24.249,6
Itálica	Bajo	1	209,784	3	18.880,56
Itálica	Bajo	2	82,682	3	7.441,38
Itálica	Bajo	3	99,65	3	8.968,5

Anexo 10. Tabla de análisis de costos por uso de carpa solar

Insumos	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Alquiler	mes	6	3.2	19.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	
Luz	Hr	169.5	0.4	67.8	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	
Agua	m3	30	1.18	35.4	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	
Semillas	Onza	1	20	20	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	
Fungicida	Lt	1	33.6	33.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	
Estiercol de Equino	Kg	134	0.2	26.8	10.05	3.35	10.05	3.35	0	0	
Chicha de maiz	Lt	3	15	45	11.2	11.2	11.2	11.2	0	0	
Insecticida	Lt	1	33.6	33.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	
Material de Trabajo											
Tutores	Pieza	50	0.39	19.8	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	
Atomizador	Pieza	1	6.6	6.6	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
Herramientas agrícolas	Pieza	3	13.4	40.2	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	
Mochila aspersor	Pieza	1	13.2	13.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	
Termómetro	Pieza	1	40.2	40.2	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	
Implementos de riego	Pieza	30	5	150	25	25	25	25	25	25	
Mano de obra	Jornal	1	30	30	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	
Poda	Jornal	1	30	30	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	
Remoción del suelo	Jornal	2	30	60	10	10	10	10	10	10	
Labores culturales	Jornal	5	30	150	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	
Control fitosanitario	Jornal	2	30	60	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	
Cosecha	Jornal	2	30	60	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	
SUBTOTAL					147.85	141.15	147.85	141.15	126.6	126.6	831.2
IMPREVISTO 10%					14.785	14.115	14.785	14.115	12.66	12.66	83.12
TOTAL					162.635	155.265	162.635	155.265	139.26	139.26	914.32

Anexo 11. Tablas de datos de las variables agronómicas

03/06/2017		18/06/2017	03/07/2017	18/07/2017	02/08/2017	
	ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA	ALTURA	
BLOQUE I						
T1	M1	18	34	45	56	68
	M2	20	33	39	48	57,8
	M3	22	36	45	56,5	67,3
	M4	21	30	39	49,8	68
	M5	27	39	49	58,9	69,8
T2	M1	18	29	40	47	62,3
	M2	22	35	45,2	55,9	68,2
	M3	20	28,7	37,9	48,2	63
	M4	23	33,6	42,2	54,8	66,9
	M5	25	36,5	35	47,2	59,9
T3	M1	26	36,8	47,1	57,3	66,3
	M2	22	33,2	45,2	56,3	65,3
	M3	21	32,3	41,3	52,9	61,6
	M4	21	30,2	33,6	45,2	59,3
	M5	19	29,3	39,6	49,3	58,3
T4	M1	16	25,5	35,6	46,3	56,3
	M2	16	29	36,9	45,3	55,3
	M3	18	27,8	35,3	42,3	63,2
	M4	16	25,3	32,6	45,3	58,6
	M5	16	29,3	33,6	49,3	57
T5	M1	13	27,5	32,5	38	42
	M2	15	33,8	41	44	46
	M3	13	27,5	37	42	45
	M4	14	33,4	38,2	42,5	47
	M5	15	35	42	44	46
T6	M1	18	30	35,8	44,2	49,3
	M2	13	26,5	34,9	43,2	47,4
	M3	17	30	37,6	45	50,3
	M4	14	25	29,8	42	45
	M5	16	24,8	27,6	39,6	46
BLOQUE II						
T1	M1	17	25,9	36,3	45,6	57,9
	M2	19	29	38,6	46,3	67,3
	M3	18	28,5	37,6	46,3	60,3
	M4	19	27,9	38,9	49,6	65,3
	M5	20	22,6	38	47,6	63,2

T2	M1	15	27	38	47	57
	M2	18	27,5	35,6	49,3	56,3
	M3	16	34	45	55	56,9
	M4	19	28	39,6	50	55,1
	M5	22	33,5	41,3	54,6	50
T3	M1	17	29,6	36,2	46,5	59,6
	M2	23	34,6	45,2	56,3	64,9
	M3	18	27,3	34,9	48,9	59,6
	M4	25	35,3	45,3	57,8	64,3
	M5	20	28,6	38,9	59,6	62,3
T4	M1	17	27,6	38,2	48,6	58,6
	M2	17	26,9	34,9	50,1	59,6
	M3	19	27,8	36,5	46,8	54,3
	M4	20	29,6	36,5	48,6	58,6
	M5	14	26,5	29	35	41,3
T5	M1	13	27	33	36,8	39,9
	M2	15	34	42	45,2	47
	M3	14	28	36,5	42,5	46
	M4	14	34	38,3	43,6	41,6
	M5	15	35	42	43,2	46
T6	M1	15	26	35,2	43	45,3
	M2	19	21,3	31,6	36	38
	M3	16	20	30,1	36,5	40,2
	M4	16	19,6	29,6	36,5	40,2
	M5	16	18,6	27,6	42,3	39,1
BLOQUE III						
T1	M1	18	29,3	39	48	58,6
	M2	18	27,6	38,5	51,2	62,3
	M3	19	28	41,2	56,3	66,3
	M4	18	33,2	42,3	51,3	63,2
	M5	19	28,6	38,6	45,3	57,2
T2	M1	15	27,3	36,2	45,3	50,3
	M2	17	29,9	37,9	47,8	57,8
	M3	18	28	38,2	48,6	53,2
	M4	17	33	41,2	49,6	52,3
	M5	18	25,3	32,5	41,3	48,6
T3	M1	19	25,3	32	45,3	57,8
	M2	19	28,6	36,3	46,3	58,7
	M3	20	31,2	42,3	52,3	67,8
	M4	20	28,6	39,6	48,3	59,6
	M5	19	29,6	39,5	48,5	58,6

T4	M1	19	28,6	38,6	48,6	55,6
	M2	17	26,3	33,6	42,1	52,3
	M3	18	27,6	39	43	46,3
	M4	16	25	33,1	39,6	44,5
	M5	19	27	31,5	36	42,1
T5	M1	18	26,3	33	37,3	40,1
	M2	16	22,3	42,3	43,6	42,3
	M3	16	26	36,5	42,8	42,3
	M4	16	25	33,2	36,5	39,1
	M5	16	19,3	22,3	33,6	37,1
T6	M1	15	19,3	23,5	29,6	33,3
	M2	14	22	32	36,5	39,6
	M3	16	24,3	28,9	35,2	36,9
	M4	15	19,6	22,1	28,6	33,2
	M5	15	26	33	39,6	47,3

03/06/2017		18/06/2017	03/07/2017	18/07/2017	02/08/2017
	# DE HOJAS	# DE HOJAS	# DE HOJAS	# DE HOJAS	
BLOQUE I					
T1	M1	4	10	13	17
	M2	3	8	11	14
	M3	3	7	10	13
	M4	2	7	12	15
	M5	3	7	10	13
T2	M1	2	8	12	12
	M2	4	9	13	16
	M3	4	8	11	14
	M4	3	9	10	12
	M5	3	7	11	13
T3	M1	3	7	9	12
	M2	2	7	13	16
	M3	4	7	11	14
	M4	4	8	12	14
	M5	3	6	9	13
T4	M1	2	7	10	12
	M2	3	7	10	12

	M3	2	7	9	11	13
	M4	3	7	9	12	15
	M5	3	8	9	11	14
T5	M1	2	3	6	8	9
	M2	3	9	9	11	12
	M3	3	9	9	10	10
	M4	2	4	7	10	12
	M5	3	4	5	7	9
T6	M1	2	7	7	8	11
	M2	2	6	7	8	12
	M3	2	6	8	9	12
	M4	2	5	6	7	9
	M5	2	6	8	10	11
BLOQUE II						
T1	M1	2	6	7	10	12
	M2	3	5	7	9	10
	M3	3	7	10	14	15
	M4	2	6	7	12	14
	M5	3	6	7	8	9
T2	M1	2	6	8	10	13
	M2	3	5	7	9	11
	M3	2	7	8	11	14
	M4	2	5	8	10	13
	M5	2	5	6	7	9
T3	M1	4	8	9	12	17
	M2	3	5	8	10	14
	M3	3	7	11	14	17
	M4	4	9	13	17	19
	M5	4	7	9	14	18
T4	M1	3	10	10	11	12
	M2	2	5	8	10	12
	M3	4	8	11	12	12
	M4	2	5	7	9	11
	M5	3	6	8	11	14
T5	M1	2	6	7	10	11

	M2	3	8	7	8	11
	M3	2	6	8	10	12
	M4	3	8	6	8	11
	M5	2	6	4	8	11
T6	M1	2	7	8	9	10
	M2	2	4	6	6	7
	M3	2	3	4	5	6
	M4	2	4	7	8	9
	M5	2	4	6	7	8
BLOQUE III						
T1	M1	2	7	10	14	17
	M2	2	6	8	11	15
	M3	2	6	9	13	16
	M4	3	7	8	11	15
	M5	3	8	9	11	17
T2	M1	2	6	9	11	12
	M2	2	6	8	9	10
	M3	2	8	9	10	12
	M4	2	6	7	9	11
	M5	2	6	8	10	12
T3	M1	2	7	8	10	11
	M2	2	6	8	10	13
	M3	2	6	8	10	14
	M4	2	6	8	10	11
	M5	2	5	6	9	11
T4	M1	2	7	9	10	12
	M2	2	7	11	12	14
	M3	3	6	9	11	13
	M4	3	9	9	10	11
	M5	3	8	9	10	11
T5	M1	2	2	4	6	8
	M2	3	2	6	8	9
	M3	2	4	4	6	8
	M4	2	3	5	6	7
	M5	2	6	7	8	8

T6	M1	2	3	4	5	6
	M2	2	3	5	7	8
	M3	2	5	6	7	8
	M4	2	3	4	6	9
	M5	2	6	7	8	10

03/06/2017		18/06/2017	03/07/2017	18/07/2017	02/08/2017	
		Diámetro tallo				
BLOQUE I						
T1 =	M1	1,7	2,3	3,6	4,2	4,7
	M2	1,8	1,9	2,6	3,6	4,2
	M3	1,6	1,9	2,6	3,6	4,6
	M4	1,9	2,6	2,8	3,2	3,7
	M5	1,8	1,9	2,5	2,9	3,9
T2 /	M1	1	1,2	1,4	1,8	2,4
	M2	1	1,4	1,6	1,8	2,5
	M3	1,2	2	2,3	3,6	3,8
	M4	1,6	1,8	2,6	2,7	3,4
	M5	1	1,4	1,6	1,8	2,6
T3=	M1	2,1	2,5	2,6	2,8	3,45
	M2	1,6	1,8	2,1	2,95	3,6
	M3	1,7	2,2	2,8	3,4	4,12
	M4	1	1,3	1,8	2,6	2,9
	M5	1,3	1,9	2,3	2,8	4,2
T4/	M1	1,23	1,45	1,65	2,65	3,12
	M2	1,65	2,14	2,45	3,1	3,4
	M3	1,1	1,9	2,15	2,78	3,12
	M4	1,2	1,6	1,9	2,1	3,1
	M5	0,8	1,3	1,6	1,8	2,5
T5 0	M1	1	1,2	1,4	1,6	2,1
	M2	0,9	1	1,3	1,5	1,78
	M3	1,6	1,9	2,3	2,6	2,8
	M4	1,1	1,6	1,8	2,1	2,9
	M5	0,9	1,2	1,4	1,6	2,3
T6 0	M1	1,3	2,1	2,4	2,6	2,9
	M2	1	1,3	1,6	1,84	2
	M3	0,9	1,1	1,9	2,1	2,12
	M4	1	1,2	1,4	1,5	2,1

	M5	1,2	1,6	2	2,1	2,2
BLOQUE II						
T1	M1	1,6	1,8	2,2	2,8	3,1
	M2	1,5	1,75	2,3	2,6	3,23
	M3	1,9	2,3	2,9	3,1	3,6
	M4	1,6	1,75	2,33	2,8	3,4
	M5	1,5	1,82	2,45	2,8	3,2
T2	M1	1,6	2,1	2,85	3,1	3,2
	M2	1	1,2	1,4	1,8	2,5
	M3	1,3	1,9	2,2	2,6	3
	M4	1	1,4	1,65	1,92	2,6
	M5	1,2	1,6	1,8	1,8	2,6
T3	M1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6
	M2	1,5	1,7	2,2	2,7	3,2
	M3	1,2	1,8	2,3	3,4	3,6
	M4	1,2	1,8	2,1	2,6	3,2
	M5	1,6	1,8	2,3	2,7	2,9
T4	M1	1	1,2	1,6	1,8	2,2
	M2	0,9	1	1,2	1,45	2
	M3	0,8	1,2	1,4	1,65	1,75
	M4	0,8	1,5	1,7	1,8	2,4
	M5	0,9	1,22	1,41	1,52	2,3
T5	M1	1	1,2	1,5	1,8	2,2
	M2	1	1,2	1,3	1,6	1,9
	M3	0,7	1,2	1,6	2	2,3
	M4	0,7	1,3	1,5	1,7	2
	M5	0,8	1,2	1,4	1,8	2,1
T6	M1	0,6	0,8	1,1	1,2	1,4
	M2	0,5	0,8	1,1	1,4	1,75
	M3	0,6	0,7	0,9	1,2	1,8
	M4	0,7	1	1,1	1,6	2
	M5	0,8	0,9	1,1	1,4	1,8
BLOQUE III						
T1	M1	1,4	1,6	2,2	2,8	3,1
	M2	1,5	1,75	2,6	2,8	3,1
	M3	1,6	1,8	2,3	2,6	2,8
	M4	1,5	1,7	2,3	2,4	2,9
	M5	1,4	1,8	2,45	2,8	3
T2	M1	1	1,2	1,6	1,9	2
	M2	1	1,4	1,4	1,8	2,2
	M3	1,2	1,6	1,7	2,1	2,1

	M4	1,3	1,6	1,6	1,9	2,5
	M5	1	1,2	1,5	1,9	2,1
T3	M1	1,2	1,4	1,6	1,96	2,21
	M2	1	1,4	1,6	1,9	2,4
	M3	1,3	1,65	1,98	2,3	3,1
	M4	1,1	1,4	1,65	1,92	3
	M5	1	1,4	1,4	1,85	2,2
T4	M1	1	1,5	1,6	1,8	2,4
	M2	0,7	1,3	1,7	1,8	2,1
	M3	0,9	1,3	1,9	2	2,2
	M4	0,8	1,2	1,4	1,8	2
	M5	1	1,5	1,8	1,9	2,1
T5	M1	0,6	1,2	1,5	1,7	2,12
	M2	0,7	1	1,6	1,7	1,95
	M3	0,7	1,4	1,7	1,8	2,1
	M4	0,8	1,2	1,5	1,6	2
	M5	0,8	1,3	1,5	1,7	1,45
T6	M1	0,6	0,8	0,9	1,3	1,8
	M2	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6
	M3	0,8	1	1,2	1,4	1,95
	M4	0,75	0,9	1,1	1,6	1,85
	M5	0,8	1,1	1,3	1,6	1,82

diámetro de la inflorescencia 02/08/2017				peso de la pella 02/08/2017			
		Diámetro	promedio			peso	Promedio
BLOQUE I				BLOQUE I			
T1	M1	13,9		T1	M1	498	
	M2	15,6			M2	596	
	M3	12,9			M3	485	
	M4	13,6			M4	596	
	M5	14,9	14,18		M5	448	524,6
T2	M1	11,9		T2	M1	360	
	M2	12,8			M2	305,65	
	M3	10,9			M3	409,65	
	M4	10,4			M4	352,2	
	M5	9,9	11,18		M5	405	366,5
T3	M1	12,7		T3	M1	395,12	

	M2	12,6			M2	415,6	
	M3	14,8			M3	312,6	
	M4	12,6			M4	388,12	
	M5	13,5	13,24		M5	369,45	376,18
T4	M1	11,9		T4	M1	375,6	
	M2	12,1			M2	345,64	
	M3	10,3			M3	278,6	
	M4	10,1			M4	312,6	
	M5	10,6	11		M5	274,1	317,31
T5	M1	9,9		T5	M1	265	
	M2	10,8			M2	245,12	
	M3	10,9			M3	231,1	
	M4	8,9			M4	145,32	
	M5	9,9	10,08		M5	174	212,11
T6	M1	9,6		T6	M1	212,3	
	M2	8,5			M2	200,12	
	M3	9,9			M3	295,6	
	M4	8,3			M4	165,3	
	M5	9,8	9,22		M5	175,6	209,78
BLOQUE II				BLOQUE II			
T1	M1	12,7		T1	M1	436,5	
	M2	12,8			M2	457,3	
	M3	12			M3	432,2	
	M4	11,6			M4	402,3	
	M5	10,9	12		M5	445,6	434,78
T2	M1	10,1		T2	M1	296,4	
	M2	11,23			M2	322,3	
	M3	11,2			M3	365,2	
	M4	8,1			M4	245,3	
	M5	9,9	10,106		M5	245,6	294,96
T3	M1	13,5		T3	M1	495,6	
	M2	11,9			M2	478,9	
	M3	12,6			M3	456,3	
	M4	11,9			M4	487,9	
	M5	14,6	12,9		M5	526,3	489
T4	M1	10		T4	M1	225,6	

	M2	10,2			M2	278,6	
	M3	9,2			M3	321,23	
	M4	9			M4	285,6	
	M5	8,5	9,38		M5	302,3	282,67
T5	M1	9,1		T5	M1	210,3	
	M2	9			M2	100,3	
	M3	8,2			M3	125,3	
	M4	7,1			M4	86,3	
	M5	8	8,28		M5	100,3	124,5
T6	M1	7		T6	M1	100,6	
	M2	6,2			M2	68,6	
	M3	5,2			M3	99,31	
	M4	6			M4	75,6	
	M5	6,2	6,12		M5	69,3	82,682
BLOQUE III				BLOQUE III			
T1	M1	9,3		T1	M1	312,3	
	M2	11,9			M2	356,2	
	M3	11,3			M3	495,6	
	M4	12,2			M4	265,3	
	M5	9,6	10,86		M5	265,3	338,94
T2	M1	10,1		T2	M1	356,25	
	M2	9			M2	389,6	
	M3	9,2			M3	225,6	
	M4	9,2			M4	256,3	
	M5	8,2	9,14		M5	200	285,55
T3	M1	11,2		T3	M1	395,6	
	M2	11			M2	412,6	
	M3	10,1			M3	165,3	
	M4	9			M4	298,6	
	M5	9,6	10,18		M5	386,3	331,68
T4	M1	7,1		T4	M1	256,8	
	M2	8,1			M2	301,2	
	M3	9,1			M3	245,3	
	M4	7,1			M4	265,3	
	M5	6,1	7,5		M5	278,6	269,44
T5	M1	7,2		T5	M1	86,6	

	M2	7,1			M2	75,6	
	M3	6,1			M3	201,3	
	M4	5,2			M4	108,9	
	M5	5,3	6,18		M5	100,3	114,54
T6	M1	8,2		T6	M1	126,3	
	M2	8,6			M2	85,6	
	M3	7,2			M3	96,3	
	M4	7,2			M4	115,45	
	M5	7,6	7,76		M5	74,6	99,65