

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
AGRONOMIA**



**“FERTILIZACION QUIMICA Y APLICACIÓN DE COMPOST A BASE DE
RESIDUOS DE CAMAL, EN EL RENDIMIENTO DE BROCOLI (*Brassica
oleracea L.* Variedad Itálica), A 2,750 m.s.n.m. CANAAN –
AYACUCHO.”**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERA AGRONOMA

Presentado por:

CYNTHIA PRADO ESCRIBA

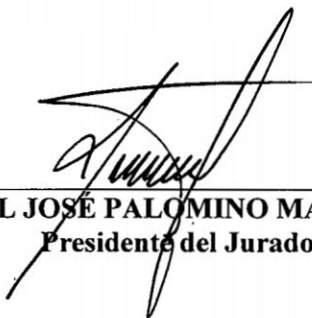
AYACUCHO – PERU

2012

Tesis
Ag 1034
Pra

“FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y APLICACIÓN DE COMPOST A BASE DE RESIDUOS DE CAMAL, EN EL RENDIMIENTO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L. Variedad Itálica) A 2,750 m.s.n.m. CANAÁN – AYACUCHO”

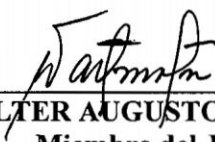
Recomendado : 16 de marzo de 2012
Aprobado : 23 de marzo de 2012



DR. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Presidente del Jurado



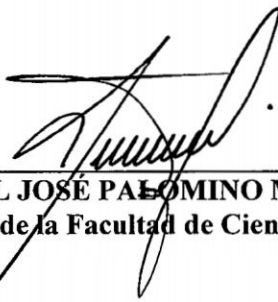
ING. JUAN BENJAMÍN GIRÓN MOLINA
Miembro del Jurado



ING. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Miembro del Jurado



M.Sc. ALEX LÁZARO TINEO BERMÚDEZ
Miembro del Jurado



DR. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

Mi eterno agradecimiento a Dios.
Mi eterna gratitud a mi madre
Victoria y a mi hermana Elcida,
por su admirable entrega,
dedicación y amor, quienes
confían en mí y supieron
conducirme por el camino
correcto hacia el logro de mis
metas.

Con mucho cariño a mi sobrino
Luis Adolfo, a mis tíos: Pelagia,
Mario, Felicitas, Maura y Erasmo.

AGRADECIMIENTOS

- A mi alma mater, La Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, especialmente a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, Institución que imparte conocimientos formando profesionales capaces de impulsar el desarrollo y el progreso de nuestra región y del país.
- Al Ing. Juan Benjamín Girón Molina por su orientación, enseñanza, apoyo incondicional en todo momento y haberme entregado sus conocimientos, como asesor de esta tesis, por ser un gran maestro que me supo otorgar lo mejor de sus conocimientos en mis años de estudio, por ser guía para lograr la sistematización de este trabajo.
- A los ingenieros docentes: M. Sc. Raúl José Palomino Marcatoma, Walter Augusto Mateu Mateo, M. Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez e Ing. Yuri Gálvez Gaztelú, quienes contribuyeron para que se haga realidad el presente trabajo.
- En general a todos mis maestros por haberme entregado dedicadamente lo mejor de sus conocimientos y contribuciones y así engrandecer mi espíritu y vocación agronómica.
- En especial a mi familia y amigos que me apoyaron directa e indirectamente en la culminación de este trabajo.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I: REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
1.1 Origen y Distribución del brócoli.....	3
1.2 Características e importancia del cultivo de brócoli.....	4
1.3 Requerimiento del cultivo.....	11
1.4 Manejo agronómico.....	4
1.5 Nutrientes esenciales para la planta.....	31
1.6 Antecedentes	40
CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS.....	42
2.1 Ubicación del terreno.....	42
2.2 Características climáticas.....	44
2.3 Material vegetal.....	47
2.4 Factores en estudio.....	47
2.5 Tratamientos.....	47
2.6 Descripción del campo experimental.....	49
2.7 Diseño experimental.....	51
2.8 Instalación y conducción del experimento.....	52
2.9 Caracteres Evaluados en la Cosecha	56
2.9.1 De la Planta.....	56
2.9.2 De la Inflorescencia.....	57
2.9.3 Rendimiento de las Inflorescencias.....	57

CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSION.....	58
3.1 Caracteres de Planta.....	58
3.1.1 De la Biomasa Total.....	58
3.1.2 Del Número de Hojas del Brócoli en la Cosecha.....	64
3.1.3 De la Altura de planta.....	70
3.2Caracteres de Inflorescencia.....	73
3.2.1 De la Altura Polar de la inflorescencia del Brócoli.....	73
3.2.2 Del Diámetro Ecuatorial de la inflorescencia del brócoli.....	78
3.3 Rendimiento Total de Inflorescencias.....	85
3.4 Merito Económico de los Tratamientos.....	93
CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	96
4.1 Conclusiones.....	96
4.2 Recomendaciones.....	99
RESUMEN.....	100
BIBLIOGRAFIA.....	102
ANEXO.....	108

INTRODUCCION

El brócoli, es una crucífera nativa de Asia Occidental y de las costas del Mediterráneo en Europa; se desarrolló a partir de un repollo salvaje, que mediante procesos genéticos realizados desde 1920 en los Estados Unidos, se transformó en el que hoy conocemos.

El cultivo y consumo del brócoli data del imperio romano. El incremento significativo de su producción a escala mundial se ha realizado recién durante estos últimos años, sobre la base del conocimiento de su calidad nutritiva y organoléptica.

Los mayores problemas en la actualidad que preocupa a la población mundial es el desabastecimiento de alimentos, por el incremento demográfico acelerado y frente a esta realidad, surge la necesidad de realizar trabajos de investigación orientados a incrementar la producción y productividad de los cultivos, con bajos costos de producción y de alta rentabilidad.

El brócoli una de las hortalizas, constituye parte importante en la alimentación humana, pertenece al cuarto grupo esencial de alimentos; se le conoce como "la joya de la corona en nutrición", y su valor nutritivo

radica principalmente en vitaminas, minerales, que sirven en el normal desarrollo del ser humano.

En la mayoría de las áreas agrícolas del departamento de Ayacucho, los suelos son pobres en materia orgánica y de baja fertilidad, las mismas que se traducen en bajos rendimientos, tanto en cantidad como en calidad alimenticia.

El contenido de nutrientes y materia orgánica disponibles en el suelo son cada vez más reducidos, debido a la extracción de los cultivos y la erosión; reportando bajos rendimientos en la producción, para restablecer dichos nutrientes es necesario adicionar macro elementos y micro elementos al suelo más cuando se trata de mejorar la parte física del suelo utilizando materia orgánica entre ellos el compost.

La utilización de compost, tienen un papel muy importante en el suelo ya sea como regulador de los procesos químicos, en las características físicas y es el centro de todas las actividades biológicas en el mismo, incluyendo la micro flora bacteriana.

Por las consideraciones expuestas, se planteó el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

1. Determinar el mejor nivel de fertilización inorgánico y orgánico en los caracteres de planta e inflorescencia de brócoli.
2. Determinar el mejor nivel de fertilización inorgánico y orgánico en el rendimiento del brócoli.
3. Estudiar el mérito económico de los tratamientos.

CAPITULO I

REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCION DEL BROCOLI:

Las hortalizas de este grupo, tienen ancestro común el repollo original desde su Centro de Origen más probable, el área Nor –Este del Mediterráneo o del Asia Menor (desde Grecia hasta Siria), fue introducida a Italia antes del imperio romano y posteriormente a otros países de Europa Occidental. La introducción a Inglaterra habría ocurrido después de 1700 y de allí habría sido llevado al Este de Estados Unidos, países en que las primeras descripciones datan de inicios del siglo XIX (1806). En este país, el cultivo creció de manera significativa después de la introducción a la zona Oeste, principalmente California hasta llegar a una cifra estimada de mas de 50,000 hectáreas cultivadas que han transformado a los Estados

Unidos como el primer productor del Brócoli en el mundo (Casseres, 1971; Maroto, 1986; Krarup, 1992).

1.2 CARACTERÍSTICAS E IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE BRÓCOLI:

1.2.1. Taxonomía del Cultivo de Brócoli:

REINO	:	Vegetal
DIVISIÓN	:	Fanerógamas
SUB DIVISIÓN	:	Angiospermas
CLASE	:	Dicotiledóneas
ORDEN	:	Rhoedales
FAMILIA	:	Crucíferas
TRIBU	:	Brassica
SUB TRIBU	:	Brassicinae
GÉNERO	:	Brassica
ESPECIE	:	<i>Brassica oleracea L.</i>
VARIEDAD	:	Italica
NOMBRE COMÚM	:	“Brócole”, “Brócoli”, “Bróculi”, “Brocol”.

(Fuente: Tsunoda, 1980; Dufault, 1988)

1.2.2. Composición Nutritiva del Brócoli:

El brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso de producto comestible. Su aporte de vitaminas C, B₂, y la vitamina A es elevado; además suministra cantidades significativas de minerales.

Cuadro N° 01: Composición nutritiva de 100g. de parte comestible de brócoli:

Componente	Brócoli Crudo		Brócoli Cocido	
	Contenido	Unidad	Contenido	Unidad
Agua	91.00	%	90.00	%
Carbohidratos	5.30	g	5.56	g
Proteínas	2.65	g	2.78	g
lípidos	0.66	g	0.56	g
Calcio	47.68	mg	113.89	mg
Fósforo	66.23	mg	47.68	mg
Hierro	0.86	mg	1.17	mg
potasio	325.17	mg	162.78	mg
Sodio	27.15	mg	11.11	mg
Vitamina A (valor)	1543.05	ut	1411.11	ut
Tiamina	0.07	mg	0.08	mg
Riboflavina	0.12	mg	0.21	mg
Niacina	0.66	mg	0.78	mg
Acido ascórbico	93.38	mg	67.78	mg
Valor energético	26.49	Cal	27.78	cal

Fuente: adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988. Citado por CBrócoli Fisiología htm. 2003.

1.2.3 Morfología de la Planta:

Sistema Radicular:

Presenta una raíz pivotante, leñosa y poco profundizada. Como la mayoría de las crucíferas se considera de arraigamiento superficial, con raíces que alcanzan hasta los 80 cm de profundidad en el perfil del suelo. Las raíces secundarias, terciarias y raicillas se encuentran mayoritariamente en los primeros 40 – 60 cm de profundidad en especial cuando se destruye la raíz primaria, como ocurre casi siempre al realizar el cultivo por almacigo y transplante. (Krarup, 1992).

Tallo:

La planta desarrolla un tallo principal y relativamente grueso (diámetro varía entre 2- 6 cm) y corto (20 – 50 cm de longitud), sobre el cual se disponen las hojas entre nudos cortos. El tallo termina en una inflorescencia principal y, excepto por algunas inflorescencias secundarias en los nudos superiores, no presentan ramificaciones (Krarup, 1992).

Hojas:

Las hojas, de tamaño grande, de hasta más de 50cm. de longitud y 30 cm de ancho, varían en número, de 15 a 30 hojas, según el cultivar.

Las hojas suelen ser de color verde oscuro, rizadas, festoneadas con ligerísimas espículas, presentando un limbo hendido, que es la base de la hoja. Estas hojas presentan un pecíolo más desarrollado que la

coliflor y el repollo, cuya superficie foliar esta recubierta de ceras epicuticulares que dificultan el mojamiento y causan el escurrimiento del agua (Maroto, 1986, Krarup, 1992).

Inflorescencia:

Las inflorescencias del brócoli, están constituidas por primordios florales dispuestos en un corimbo principal o primario, en el extremo superior del tallo, o en ramificación de las yemas axilares. Los corimbos son de color variable según el cultivar, desde verde claro a púrpura, y mantienen una estructura compacta durante poco tiempo, hasta que se acelera la elongación de los pedúnculos y la maduración de las flores. Las inflorescencias son yemas hipertrofiadas llamada cabeza principal, y que aparecen en forma paulatina y escalonada tras el corte del cogollo principal (Bolea 1982, Maroto 1986 y Krarup 1992).

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

Semilla:

Después de la polinización, germina el polen y se fertilizan los óvulos, iniciándose el desarrollo del fruto, este fruto es una silicua que

contiene, generalmente más de 10 semillas en su interior y que al momento de su madurez deshice al medio. 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 (Cáceres 1971, Maroto 1986 y Krarup 1992).

1.2.4 Fisiología del Brócoli:

El brócoli es un planta mesofítica, cuyo origen están ubicados en una región sub húmeda temperada; hace suponer que esta especie requiere de condiciones moderadas de temperatura, Al igual que una adecuada disponibilidad de agua, humedad relativa media a alta y luminosidad moderada del ambiente para su normal desarrollo (Krarup 1992).

La fisiología del crecimiento según Herve y Rahn citado por Maroto (1986).

A. Fase Juvenil:

Se inicia con la germinación y se caracteriza a lo largo de este y se caracteriza por que a lo largo de este estadio, la planta solo forma hoja. La maduración de este periodo varia con las variedades que se trate, también influyen las condiciones físicas del suelo, principalmente, en la humedad, en la nascencia del brócoli.

B. Fase De Inducción Floral:

En este estadio, la planta recibe por acción de las bajas temperaturas, la aptitud para reproducirse y la capacidad de formar un cogollo de yemas hipertrofiadas. Aunque durante esta fase, la planta continua formando hojas, por lo que aparentemente no experimenta cambios morfológicos especiales, pero internamente sufre una serie de cambios fisiológicos profundos que las hacen capaces de formar órganos reproductivos.

En la inducción floral el aspecto más importante es, sin lugar a dudas el papel que juegan las bajas temperaturas vernalizantes, aunque otros factores a condicionar son: la edad de la planta, el tipo de variedad, etc.

La duración del periodo vernalizador puede acortarse si las temperaturas son bajas y alargarse en caso contrario.

Existe una correlación muy marcada entre el número de hojas formadas y la producción de cogollos, por esta razón es muy importante ajustarse a las fechas de siembra a la variedad de que se trate, para que el periodo de inducción floral se produzca cuando la planta posea un número suficiente de hojas.

C. Fase de Formación de Cogollos:

En esta fase la mayor parte de sustancias de reserva elaboradas por las hojas. Son movilizadas hacia el meristemo de crecimiento apical del cogollo apretado de la inflorescencia.

En esta multiplicación no se observa dominancia apical de la inflorescencia ni elongación alguna de los pedúnculos. La temperatura juega un papel muy importante en el crecimiento del cogollo, observándose que no hay crecimiento a un nivel muy bajo de 2 °C – 3 °C, mientras que un aumento de temperatura de 3 °C – 5 °C, puede traducirse en incremento de la producción en un 80%. Otros factores que poseen cierta incidencia en esta fase son:

- ❖ El cultivar.
- ❖ Las labores de cultivo, por ejemplo, la siembra permite un acogollamiento más precoz. Si las plantas sufren un periodo bajas temperaturas, se observa una variabilidad en el peso y tamaño de las hojas, lo que es importante para una recolección mecanizada.
- ❖ La fertilización nitrogenada en forma nítrica puede tener un efecto muy marcado en el acogollamiento.

D. Fase de Floración:

Las ramificaciones pre - florales del cogollo inician un incremento en longitud, lo que ocasiona en primer lugar una descomposición de la pella, que pierde su firmeza y comienza a amarillarse. El alargamiento se produce principalmente en las ramificaciones periféricas y posteriormente se diferencian internamente los pétalos, sépalos, estambre y carpelos; y finalmente las flores se abren al exterior.

En el desarrollo de esta fase poseen una gran influencia dos factores del clima la temperatura y humedad.

E. Polinización y Fructificación:

La polinización es cruzada y entomófila. Los estigmas están maduros antes de la abertura de la flor, mientras que los estambres no suelten el polen hasta que se ha producido la floración. En cultivos precoces, las flores son auto fértiles (pudiendo haber autogamia), mientras que en las variedades de ciclo largo son normalmente auto incompatible.

Esta variabilidad en el comportamiento es debido a la existencia en la especie de un sistema de auto incompatibilidad polínica controlado por una serie alélica de efectos graduales, es decir, genes de auto incompatibilidad “fuertes”, “débiles” y “auto fértiles”.

1.3 REQUERIMIENTO DEL CULTIVO:

1.3.1 Suelo:

En cuanto al suelo puede ser desde arenoso hasta orgánico, y aun hasta suelos pesados. En todo caso, el suelo debe retener humedad y a los suelos ligeros o arenosos se les debe proporcionar agua, con mayor frecuencia.

Esta especie, al igual que la mayoría de las plantas cultivadas, se desarrolla en forma óptima en suelos sin limitaciones, con óptimas

características físicas (topografía plana, textura media, perfil profundo, bien drenados, sin pedregosidad, etc.), y químicas (pH neutro, baja salinidad, alta fertilidad, alto contenido de materia orgánica, etc). (según Richards 1954, Maas 1984, citado por Váldez 1994), el brócoli en cuanto a su pH se clasifica como ligeramente tolerante a la acidez, siendo su rango de 6.0 – 6.8 y medianamente tolerante a la salinidad (4 mmho/cm o 2560 ppm).

Los coliflores y brócolis son plantas medianamente resistentes a la salinidad del suelo, pudiendo englobarse en el mismo grupo que el tomate, lechuga, el melón, etc. (Maroto, 1986).

1.3.2 Agua:

Es constituyente básico del protoplasma de las células. Contiene casi el 95% del peso total de los frutos y órganos en actividad vegetativa, los hidratos de carbono, proteínas, ácidos nucleídos que forman el protoplasma y están hidratados en su estado, participan en gran número de reacciones químicas en los organismos vivos básicamente en la fotosíntesis, siendo responsables de:

- ✓ Mantenimiento de las turgencias de las células y por lo tanto de toda la planta.
- ✓ Medio de transporte de las sustancias nutritivas, desde la raíz a las hojas y desde estas a los órganos de utilización y reserva.

El brócoli es una planta mesofítica, por lo mismo, requiere una disponibilidad adecuada de agua y buena calidad (bajo tenor salino, sin elementos tóxicos, etc.), de manera que permita evitar situaciones de estrés hídrico, para lograr los más altos potenciales de rendimiento físico de un producto de alta calidad y baja fibrociencia, lo que también se ve favorecido por una humedad relativa media a alta. (Krarup 1992).

1.3.3 Luz:

La especie es de fotoperiodo neutro, condiciones extremas de luminosidad altas o bajas pueden llegar a limitar el crecimiento y desarrollo de la planta (Krarup, 1992).

La inducción y diferenciación floral y formación de la cabeza ocurre independientemente de la duración del día o fotoperiodo. Excelentes resultados en lo referente a la calidad y cantidad del producto, se logran en condiciones de baja luminosidad, como los prevalecientes durante invierno en la costa central (Toledo, 1995).

1.3.4 Temperatura:

El rango de temperatura para germinación es de 5° C a 28° C, pudiendo llegar a emerger a los 8 y 3 días respectivamente. Las temperaturas ambientales para su desarrollo son de 15° C a 25° C, siendo la óptima de 17° C; a temperaturas de 0° C y mayores de 30° C puede detener su desarrollo. Su crecimiento es muy rápido a temperaturas altas

durante su desarrollo de la inflorescencia, siendo necesario cosecharlo a tiempo para evitar la apertura de las yemas florales. (Valdez, 1994).

La calidad de la inflorescencia es mejor cuando la madurez ocurre en una temperatura promedio mensual de 15° C aproximadamente; si la temperatura es mayor a los rangos óptimos, el proceso de maduración se retrasa produciendo cabezas disparejas, menos compactas y descoloridas; incluso el sabor es mas fuerte que el brócoli de maduración normal. (Jijón, 2002).

1.4 MANEJO AGRONOMICO:

1.4.1 Época de Siembra:

Los requerimientos ambientales de brócoli, si bien no son tan extremos como otras crucíferas, tiene un efecto importante sobre los rendimientos y calidad del producto, especialmente la temperatura. En regiones templadas, de estaciones marcadas, la selección de la época de siembra resulta crucial para el éxito de la producción y económico del cultivo.

En las plantas que se ven sometidas a temperaturas progresivamente mas bajas, especialmente en la etapa de crecimiento de las inflorescencias resultan de un incremento de días desde siembra a inicios de cosecha y en una disminución de peso de la inflorescencia primaria. Esto se traduce en rendimientos unitarios marcados distintos que pueden significar el éxito o fracaso económico del cultivo.la

experiencia indica que siembras tempranas en verano, que maduran con temperaturas ambientales altas, tienen menos producción y problemas fisiológicos como “flores pardas”. En contraste, las siembras en épocas frías, de invierno a inicios de primavera y que se desarrollan con regímenes de temperaturas en aumento, parece ser aun mas exigencias en términos del momento de la siembra y requieren cultivares adaptados para funcionar en estas condiciones (Chuchón, 1999).

De acuerdo a la época: para otoño – invierno se utiliza el cultivar Green Duke, en el cual son mas uniformes las cosechas para las temperaturas frescas, y para primavera – verano se aplica el cultivar Gem que se manifiesta de manera precoz y con cosechas des uniformes debido a las altas temperaturas (Valdez, 1994).

1.4.2 Preparación del Terreno:

En términos generales, se efectúa en primer lugar una labor profunda de vertedera o subsolado, para favorecer la evacuación del agua de riego, principalmente en suelos de textura pesada, y continuación se dan sendas labores superficiales, aunque sin abusar excesivamente de ellas.

El terreno ha de trabajarse para dejar la superficie libre de terrones y la suficientemente, pero no tanto que dificulte la plantación (Hume et al, 1972).

1.4.3 Siembra:

En lo referente a la siembra, el brócoli puede sembrarse en forma directa o indirecta (trasplante). La siembra directa se refiere a la utilización de sembradora de precisión, lo cual consume en promedio de 2.0 a 2.5 lb.ha⁻¹ de semilla. La siembra indirecta, está relacionada a la utilización de almácigos, ya sea a campo abierto o bajo condiciones de invernadero; en este método se utiliza charolas de polietileno de 200 a 338 cavidades. Cuando la actividad se realiza a campo abierto se ocupa pequeñas superficies plantas para una hectárea comercial (65 000 plantas).

La siembra indirecta brinda muchas ventajas al productor desde el punto de vista económico; ya que se ahorra semilla, agua, deshierbos, insecticidas, etc., y el trasplante puede efectuarse cuando las plántulas tienen cuatro hojas verdaderas, lo que generalmente ocurre en un lapso de 28 a 35 días (Valdez, 1994).

Según Abad et al (1995), referente a las propiedades que en mayor medida caracterizan a un sustrato de un almacigo, en cuanto su aptitud para la germinación, el enraizamiento y el desarrollo de plantas, son las siguientes:

Propiedades físicas:

- ✓ Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- ✓ Suficiente suministro de aire.

- ✓ Distribución del tamaño de las partículas que posibilite las dos condiciones precedentes.
- ✓ Baja densidad aparente.
- ✓ Elevada porosidad.
- ✓ Estructura estable que impida la contracción en hinchazón.

Propiedades químicas:

- ✓ Baja o suficiente capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertilización se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- ✓ Suficiente nivel de nutrientes asimilables, a no ser que desee contar con un sustrato inerte.
- ✓ Baja salinidad.
- ✓ Elevada capacidad tampón y de mantener constante el pH.
- ✓ Mínima velocidad de descomposición.

Otras propiedades:

- ✓ Libres de semillas de malas hierbas, nematodos, hongos, otros patógenos y sustancias fitotóxicos.
- ✓ Reproductibilidad y disponibilidad.
- ✓ Bajo costo.
- ✓ Fácil de mezclar.
- ✓ Fácil de desinfectar y estable frente a los procesos de desinfección.
- ✓ Resistencia a cambios extremos físicos, químicos y ambientales.

La cantidad de semilla es variable según las variedades, aunque como término medio pueden utilizarse entre 1.5 a 3 g.m⁻².

Durante el tiempo que dura esta fase de semillero, los riesgos deben ser muy frecuentes, puesto que nos encontramos en pleno verano y la evapotranspiración es muy intensa. Como otras hortalizas, a veces los semilleros se hacen utilizando bandeja rellenas de macetitas con turba, cubos de turba prensada, etc., para hacer el trasplante y conseguir más uniformidad. Sobre todo, en plantaciones de pleno verano (Maroto, 1986).

1.4.4 Extracción y Transplante:

La practica del transplante debe realizarse en intima asociación con la extracción de plantas, de manera de que el suelo del terreno definitivo debe estar preparado, surcado y regado un día antes, para evitar tener las plantas fuera del suelo. Los surcos estarán trazados a la distancia deseada para disponer sobre ellos una o dos hileras de plantas de acuerdo a la población que se desea. Los transplantadores ubican las plantas intactas sobre la línea de humedad en los surcos que tienen agua corriendo, a las distancias pre determinadas, cuidando de no doblar raíces al enterrarlas y presionando al suelo para que la planta quede bien conectada. Es recomendable justo antes del transplante, hacer una desinfección de raíces (Chuchón, 1999).

El trasplante que se hace a raíz desnuda, suele efectuarse cuando las plantas poseen 5 ó 6 hojas y una altura entre 15 y 20 cm, lo que ocurre aproximadamente cuando han transcurrido treinta y cinco días tras la siembra. El número de plantas útiles que puede corregirse es de 250 – 350 plantas/m² (Maroto, 1986).

Antes de levantar las plantas del semillero es conveniente practicar un examen detenido del mismo y rechazar las plantas que se separen de las características generales. Esta tarea así mismo como la selección de las plantas debe ser confiada a un operario experto. Las plantas se seleccionan según tamaño, siendo rechazadas todas las plántulas enfermas o defectuosas (Hume et al, 1972).

1.4.5 Población:

En general para una misma variedad, un marco de plantaciones mas estrecho redundara en un diámetro de pella floral mas pequeño (Maroto, 1986).

En cuanto a la densidad de población, en brócoli se obtienen densidades comerciales de 40 000 a 60 000 plantas por hectárea, aunque experimentalmente se puede obtener de hasta 150 000 plantas por hectárea (Palevitch, y Kraus citado por Valdez, 1994).

En densidades comerciales se pueden utilizar distancias entre surcos de 0.66 a 0.77m. a una sola hilera, y de 0.92 a 1.00m. de doble hilera, teniéndose para esta ultima, una densidad de 25 a 30cm. entre

hilera. Así mismo, tanto para hilera sencilla como para doble se recomienda una distancia entre plantas de 33 cm. (Valdez, 1994).

El conocimiento de las variedades es imprescindible para lograr la mayor productividad en el cultivo del brócoli. La mayor distancia entre plantas produce mayor número de tallos huecos, con la consiguiente mayor actividad patogénica y posible decoloración del florete (Shattuck, et al, 1986). Varios autores citados por este último mencionan que la presencia de tallo hueco se disminuye cuando se reduce el espaciamiento entre plantas.

1.4.6 Riego:

Los riegos deben ser ligeros y frecuentes al inicio del cultivo, distanciados y pesados; luego del cambio se surco (Delgado de la Flor et, al., 1988). Si hay deficiencia de agua durante la época de desarrollo, los rendimientos serán reducidos. Cuando se riega después de un prolongado periodo seco, es posible que las cabezas revienten por la repentina absorción de agua (Casseres, 1971). Es necesario asegurar la humedad en el desarrollo de la inflorescencia y evitar exceso de humedad y desecamiento (Instituto Rural Valle Grande 1994). La falta de humedad reducirá el tamaño de la inflorescencia, retrasara la maduración y disminuirá la calidad del producto (Krarup, 1992).

1.4.7 Abonamiento:

Un adecuado abonamiento de nutrientes es indispensable para lograr una buena cosecha de calidad exportable. En tal sentido, la determinación más conveniente para el cultivo debe basarse en un análisis de suelo.

Así mismo es necesario conocer la cantidad de nutrientes que extrae este cultivo para poder fertilizar en forma adecuada. Se reporta la extracción de nutrientes del brócoli a continuación:

Cuadro N° 2: Extracción de N-P-K por el cultivo de brócoli, cultivar "Medium late 423".

Parte de la Planta	Peso Fresco T.ha ⁻¹	Peso Seco T.ha ⁻¹	N kg.ha ⁻¹	P kg.ha ⁻¹	K kg.ha ⁻¹
Hojas	72.2	8.8	373	12	335
Tallos	37.1	3.5	110	5	202
Inflorescencia	32.3	3.2	57	4	147
Raíces	6.8	1.3	19	2	39
Total	148.4	16.8	559	23	723

Fuente: Adaptado de Magnifico et, al. 1979; Toledo, 1995.

Estos valores de extracción total de nitrógeno (559 kg.ha⁻¹), fósforo (23 kg.ha⁻¹) y potasio (723 kg.ha⁻¹) son para un cultivo de brócoli con un

rendimiento de (32 300 kg.ha⁻¹). Se observa que el cultivo requiere extraer cantidades altas de nitrógeno y potasio.

En tanto que la extracción del fósforo es baja aproximadamente el 80% del total de nutrientes extraídos quedan en el campo en forma de rastrojo conformado por los restos de tallos, hojas y raíces. Este rastrojo constituye una importante fuente de materia orgánica razón por la cual debe ser incorporado al suelo mediante la aradura.

Por otro lado, Thompson (1974), reporta que, el estiércol es superior si se compara con abono químico, el nitrógeno es utilizado lentamente durante todo su desarrollo, de donde se deduce el gran beneficio de la materia orgánica, estiércol u otra sustancia nitrogenada. Los abonos nitrogenados aplicados en exceso al inicio de la plantación pueden ser poco efectivos por la lixiviación que ocurre mas adelante y en todo caso, si no hay equilibrio con otros elementos las cabezas pueden resultar suaves, por lo tanto se recomienda aplicaciones sucesivas.

Hori (1965), indica que las variedades botánicas de brassicas son grandes extractoras de nutrientes del suelo y responden a un alta tas de conversión en un espacio de tiempo relativamente corto. Para abastecer con nutrientes en cantidades adecuadas y equilibradas es necesario, entre otros factores conocer las exigencia nutricionales de cada variedad botánica de brassicas. El brócoli sigue de una forma general el crecimiento y desarrollo de la coliflor también para abastecer la formación de una buena cabeza (botones florales) existe necesidades de cierto

número de hojas bien desarrolladas, principalmente en el cultivo de mayor cabeza principal. El cultivo de brócoli extrae del suelo una cantidad alta del NPK es por ello que se requiere una fuerte fertilización dependiendo de la disponibilidad de estos nutrientes en el suelo.

En Holanda se recomienda para cultivares tempranos usar nitrógeno $220 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y en otras regiones $100 - 112 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Yamaguchi, 1983).

Según Draguer (1981), para la zona central de Chile la necesidad de lograr un crecimiento continuado y equilibrado, en contraposición a un desarrollo demasiado de las plantas se satisface suficientemente con la aplicación de $75 - 50 - 50 \text{ kg(NPK)}\cdot\text{ha}^{-1}$ antes de la plantación. Aconseja también practicar otras fertilizaciones durante el período de crecimiento, recomendando nitrógeno $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, repartidos en dos aplicaciones; la primera debe hacerse después que las plantas se han recuperado del transplante y las siguientes tres semanas antes de cosechar la cabeza central, ya que ayuda a la planta a producir grandes y numeroso brotes axilares. El nitrógeno además debe aplicarse en bandas a 10 cm de la hilera, estas cantidades lo recomienda sin necesitar un análisis previo del suelo y para un suelo franco arenoso.

Por otro lado, Ibieta (1985), encontró que el rendimiento expresado en peso y el porcentaje de cabeza de primera se encontró a medida que aumento la fertilización nitrogenada.

Según Peterson (1984), para mantener la fertilidad del suelo recomienda hacer aplicaciones anuales en cantidades de acuerdo al análisis del suelo o foliar. Las aplicaciones de N también se pueden aplicar junto con el sistema de riego. En forma anual se recomienda fertilizar este cultivar con: 100 kg. de nitrógeno, 100 a 150 Kg. de fósforo y 100 kg. de potasio por hectárea junto a la siembra.

Petosedd (1990), recomienda una fuerte aplicación de Nitrógeno ($180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) y fósforo (90 a 100 kg (P_2O_5) $\cdot \text{ha}^{-1}$), la mejor forma de aplicarlo es mezclando $\frac{1}{4}$ de N con todo el fósforo 5 – 7 días antes del transplante en forma localizada al surco y luego se tapa con el arado dejándolo incorporado, la segunda aplicación se hace después de la primera limpia, la tercera después de la segunda limpia y la cuarta se aplica después de cosechar la cabeza principal.

El repollo utiliza el Nitrógeno lentamente durante todo su desarrollo de donde se deduce el gran beneficio de la materia orgánica, estiércol u otra sustancia nitrogenada, un exceso de abono o lluvia después de un periodo seco pueden resultar en cabezas rajadas, lo que reduce el rendimiento comercial (Casseres, 1984).

Las cantidades óptimas de nitrógeno que se recomiendan para densidades de poblaciones altas, son de $112 \text{ kg(N)} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Dufault y Waters, 1985), 100 a 150 $\text{kg(N)} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Kautny, 1982), $168 \text{ kg(N)} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Hipp, 1974); pero las cantidades altas de nitrógeno también pueden alterar la calidad, como por ejemplo provocar tallo hueco en el brócoli (Cutcliffe, 1971;

Draguer, 1981; Hipp, 1974); sin embargo, esto se puede superar con un espaciamiento menor de las plantas. Según Dufault y Waters (1985), en todas las poblaciones de plantas que se evaluaron, pudieron observar que al aumentar la dosis de N de 56 a 224 kg.ha⁻¹ aumentaba linealmente el peso de la cabeza de brócoli. Así como las poblaciones de las plantas aumentaban de 24 000 a 72 000 plantas/ha⁻¹ con dosis de N de 112 a 224 kg.ha⁻¹ mantenidos constantes, el peso de la inflorescencia disminuía linealmente.

La incidencia del tallo ahuecado fue insignificante y no fue afectado por ningún tratamiento. La madurez precoz tampoco fue afectada con los tratamientos de nitrógeno ni por la densidad de plantas; aunque hubo disminución del peso del plan hubo mejores cosechas comerciales debido al aumento del número de panes.

Por otro lado, Dufault y Waters (1985), señalan que las cosechas de brócoli fueron mas altas en poblaciones de 72 000 plantas/ha⁻¹ y 224 kg(N).ha⁻¹ señalan además que es probable que dosis mas altas de N (mayores a 224 kg(N).ha⁻¹) puede aumentar el peso de la inflorescencia central a la cosecha.

En trabajos realizados por Kowlenco (1983), observó que la aplicación de N alteró significativamente en la maduración del brócoli, aplicaciones de N aumentaron el crecimiento vegetativo y el rendimiento de la cabeza, el N se acumulo más en la cabeza.

Bravo (1986), señala que el fósforo y potasio deben ser incorporados al suelo antes del trasplante. El nitrógeno debe aplicarse en dos ocasiones. La mitad de la dosis 15 – 20 días después de la primera aplicación. Aplicaciones posteriores pueden favorecer el crecimiento de las inflorescencias laterales.

El fósforo es un nutriente que comparativamente con el nitrógeno y potasio es poco absorbido por las brassicas. Como el potasio y el nitrógeno, el fósforo se transloca fácilmente en las plantas, y su deficiencia se manifiesta inicialmente en las hojas viejas, a través de una colocación rojiza es las nervaduras. La eficiencia parcial en la producción es mayor en el primer (crecimiento inicial) y segundo estadio de crecimiento (expansión de las hojas extremas). Por esta razón el fósforo debe ser siempre aplicado como abonamiento básico. La planta difícilmente conseguirá recuperarse cuando ha sido aplicado en el tercer (desarrollo de la hoja extrema y expansiva de la hoja interna) y cuarto estadio (desarrollo de las hojas internas).

El potasio es uno de los macro nutrientes mas absorbidas por las brassicas. Su eficiencia parcial en la producción es mayor en el primer estadio (crecimiento inicial) de crecimiento de la planta, seguido del segundo (expansión de las hojas externas) y tercer estadios. Las brassicas son exigentes en calcio y es uno de los elementos que cuando se encuentran en niveles deficientes, causa la mayoría de los disturbios fisiológicos en estas especies.

El calcio tiene una mayor eficiencia parcial principalmente en el segundo estadio de crecimiento, cuando hay una intensa expansión de las hojas externas y expansión de las hojas internas (Hara y Sonada, 1979).

Cunninghan (1983), indica que con el propósito de satisfacer las necesidades de micronutrientes y eliminar el exceso durante la aplicación se ofrecen una serie de fertilizantes con micronutrientes.

Kautny (1982), considera que se debe suplir las cantidades de boro, calcio y magnesio. Tanto el brócoli como la coliflor poseen altos requerimientos de boro, en cantidades superiores a 0.5 ppm en el suelo, por lo que en determinadas circunstancias pueden ser convenientes el aporte de bórax al suelo (Knott, 1967).

Draguer (1981), señala que deben obtener rendimiento satisfactorio de brócoli con menos elementos nutritivos en el suelo que otras especies de la misma categoría, tales como coliflor; sin embargo hay que enriquecer el terreno donde se realiza el transplante con el fin de dar lugar a un crecimiento rápido y sostenido. Un crecimiento lento provoca el desarrollo de cabezas pequeñas e inmaduras. Por otro lado, un crecimiento demasiado rápido resulta en tallos huecos debido a la incapacidad de la planta para utilizar el boro, esto se produce por una aplicación excesiva de nitrógeno o por un espacio demasiado amplio entre plantas.

1.4.8 Cultivares:

Un cultivar en horticultura es una variación particular de una especie botánica con características morfológicas y de otro tipo bien definidos; un cultivar en botánica es un taxón, elemento de jerarquización.

El brócoli, los cultivares hortícolas varían con relación al aporte de la planta, el tamaño y color de la cabeza principal y el grado desarrollo de los brotes laterales (Bouquet, 1950).

Es posible clasificarlos, según la época de siembra, habiendo cultivares tempranos, de media estación y tardíos (en referencia al invierno). También se suelen clasificar según el destino de la cosecha. Para el mercado en fresco, con una gran cabeza principal y para el mercado congelado, con buen desarrollo de brotes laterales (Bouquet, 1950).

La elección del cultivar del brócoli apropiado para un fin determinado es una decisión que debe tomarse sobre la base de una serie de consideraciones entre los que cabe mencionar, el tipo de uso que se les dé al producto, la precocidad, época de siembra y cosecha, características de la cabeza, resistencia a plagas, problemas fitosanitarios y/o fisiológicos (Toledo, 1995).

Los cultivares de brócoli que existen en el mercado son híbridos F1, obtenido mediante la polinización dirigida de dos líneas puras, aprovechando la incompatibilidad de gametos de dicha especie (Instituto Rural Valle Grande 1994). Los estigmas están maduros antes de la

apertura floral, mientras los estambres no sueltan el polen hasta que no haya producido la floración (Maroto, 1986).

Según Bravo (1986), estos híbridos deben reunir buenas cualidades como: Uniformidad, tanto en el aspecto fisiológico como en el fenológico (precocidad, producción homogénea, resistencia a plagas y enfermedades). Se busca que produzca una inflorescencia de calidad adecuada a las exigencias del mercado, incrementa los rendimientos y adaptabilidad a las condiciones del medio. En general los cultivares de brócoli varían en relación al aporte de la planta, tamaño y color de la pella y follaje, grado de desarrollo de los brotes laterales. Por otra parte utilizando cultivares apropiados se puede modificar parcialmente el efecto de la temperatura y la humedad relativa como factores limitantes (Holle, 1970).

Los cultivares de brócoli más conocidos son:

- Calabresse
- Italian Green
- Spronting
- Green Duke
- Pirate
- Futura
- Cruisi
- Galaxi
- Shogn

- Packman
- Green Valiant

El cultivar Pirate produce cabeza compacta de color verde medio, de forma semirredonda y en la madurez media a tardía presenta una baja intensidad del rebrotado axilar. El cultivar Packman produce una cabeza apretada y grande de color verde oscuro, de cúpula muy uniforme y tiene además un excelente desarrollo de brotes laterales. Es un cultivar de gran precocidad 50 – 60 días desde el transplante hasta la cosecha (Agroeconómico, 1991).

1.4.8 Plagas y Enfermedades:

Las principales plagas que se presentan son: larvas de lepidópteros, gusanos de tierra (noctuidos), comedores de hojas (*Plutella xilostella*), barredores de brotes (*Helulla philidiales*), áfidos (*Brevicorine Brassicae*). La enfermedad mas común es el “mildiú” (*Peronospora parasítica*), que afecta principalmente a nivel del almacigo. La mayoría de los híbridos comerciales en su desarrollo son resistentes a esta (Delgado de la Flor et. Al, 1988). El control de las plagas y enfermedades del brócoli debe realizarse observando rigurosamente la restricción vigente en los mercados internacionales respecto al uso de pesticidas. Para cada caso específico debe plantarse una estrategia de control integrado.

1.5 NUTRIENTES ESENCIALES PARA LA PLANTA:

Los nutrientes primarios, como son: nitrógeno, fósforo, potasio; por ser los primeros en ser deficientes en el suelo, debido a que las plantas usan cantidades relativamente altas de estos nutrientes.

1.5.1 Nitrógeno:

El nitrógeno es esencial para el crecimiento de la planta. Forma parte de cada célula viviente. Las plantas requieren de grandes cantidades de N para crecer normalmente (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997). Este elemento para ser absorbido por la mayoría de las plantas (excepto leguminosas), debe estar en forma diferente que la del N elemental, las formas más comúnmente asimiladas por las plantas son los iones de nitrato (NO_3) y el amonio (NH_4). La urea (NH_2CONH_2) puede ser absorbido por las plantas (Tisdale, 1985; Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997). Estudios recientes han demostrado que los cultivos usan cantidades apreciables de NH_4 , si este, está presente en el suelo (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997), el N es necesario para la síntesis para la síntesis de la clorofila que está involucrado en el proceso de la fotosíntesis (la carencia de N y en consecuencia la carencia de clorofila no permite que la planta utilice la luz solar como fuente de energía en el proceso de la fotosíntesis y la planta pierde la habilidad de ejecutar funciones esenciales como la absorción de nutrientes).

El N es un componente de las vitaminas y los sistemas de energía en la planta. Es también un componente esencial de los aminoácidos, los cuales forman proteínas, por lo tanto este elemento es directamente responsable del incremento del contenido de proteínas de las plantas. Cuando las plantas soportan deficiencias de N se vuelve raquílicas y amarillas (clorosis). Este amarillamiento se inicia en las hojas más viejas y luego se traslada a las hojas más jóvenes, a medida que la deficiencia se torna más severa, las hojas se oscurecen cada vez, hasta llegar a un color marrón donde mueren (Tisdale, 1985; Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997).

Rol de Nitrógeno:

Los componentes nitrogenados constituyen una parte importante del peso de las plantas.

El nitrógeno se encuentra en las plantas tanto en forma orgánica e inorgánica. Las plantas absorben el nitrógeno del suelo principalmente en forma de NO_3 y NH_4 y son las únicas formas inorgánicas que pueden acumularse (The Potash Phosphate Institute, 1998 y Camasca, 1994).

1.5.2 Fósforo:

El fósforo es otro elemento nutritivo mayor, sin embargo, en la mayoría de las plantas, se encuentra en menores cantidades que el nitrógeno y el potasio. Se considera generalmente que las plantas

absorben la mayoría de ese fósforo en forma de ión ortofosfato primario H_2PO_4^- y pequeñas cantidades de ión ortofosfato secundario HPO_4^- que también son absorbidos. De hecho la absorción por las raíces de las plantas de H_2PO_4^- es diez veces más rápida que la de HPO_4^- (Tisdale, 1985). El pH óptimo para la absorción del fósforo esta entre los valores 6 – 7 (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997).

Las plantas pueden utilizar otras formas de fósforo pero en menores cantidades que el ortofosfato (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997). Se ha reconocido el fósforo como un constituyente del ácido nucleídeo, fitina y fosfolípidos. Un adecuado suministro en las primeras etapas de vida de la planta es importante para el crecimiento de las partes reproductivas. También se ha asociado con la pronta madurez de los cultivos (Tisdale, 1985). Las concentraciones más altas de fósforo en plantas jóvenes se encuentran en tejidos de los puntos de crecimiento, debido a que este elemento, se mueve rápidamente de los tejidos viejos a los tejidos jóvenes, las deficiencias aparecen primero, en las partes bajas de la planta.

A medida que las plantas maduran, la mayor parte del fósforo se mueve a las semillas o al fruto (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997). Además, indica también que el fósforo desempeña un papel importante en:

- Fotosíntesis,
- Respiración

- Almacenamiento y transferencia de energía
- División y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo en la planta.
- Promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces.

De la misma manera, menciona que el fósforo mejora: la calidad de la fruta, hortalizas y granos; es vital para la formación de semilla, y está involucrado en la transferencia de características hereditarias, incrementa la eficiencia del uso del agua, etc.

Es muy importante para rendimientos más altos y calidad de los cultivos. La deficiencia de este elemento, según el Instituto de la Potasa y el Fósforo (1997); Tisdale, (1985), se observa primeramente una planta pequeña, la forma de las hojas se distorsiona. Cuando la deficiencia es severa se desarrollan aéreas muertas en la hoja, el fruto, el tallo. Las hojas viejas se afectan antes que las jóvenes. Los síntomas visuales de deficiencia, que no sean el crecimiento lento y la reducción en la producción, no son claros como los síntomas visuales de las deficiencias de N y P.

Rol de Fósforo:

El fósforo desempeña un papel directo como transportador de energía, siendo el más importante el Adenosin Trifosfato (ATP). Participa en la fotosíntesis y es constituyente de los ácidos nucleicos; de los

fosfolípidos, fosfoazúcares (The Potash Phosphate Institute, 1998 y Camasca, 1994).

1.5.3 Potasio:

El potasio es un nutriente esencial de la planta. Es uno de los tres nutrientes principales junto con el nitrógeno (N) y el fósforo (P). Los cultivos contienen aproximadamente la misma cantidad de K y N, pero más K que P. en muchos cultivos de alto rendimiento, el contenido de K excede al contenido de N (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997).

El potasio es absorbido como ion K, y se encuentra en los suelos en cantidades variables, pero la fracción cambiante o en forma asimilable para las plantas del total de potasio es generalmente pequeña (Tisdale, 1985). A diferencia del N y el P, el K no forma compuestos orgánicos en la planta. Su función principal está relacionada fundamentalmente con muchos y variados procesos metabólicos.

El potasio es vital para la fotosíntesis, cuando existe deficiencia de este elemento, la fotosíntesis se reduce y la respiración de la planta se incrementa, cuando existen deficiencias de potasio, reducen la acumulación de carbohidratos, con consecuencias adversas en el crecimiento y producción de la planta, otras funciones del potasio son:

- Esenciales para la síntesis de proteínas.
- Su importancia en la descomposición de carbohidratos, un proceso que provee de energía a la planta para su crecimiento.

- Ayuda a controlar el balance iónico.
- Es importante en la traslocación de metales, como el hierro.
- Ayuda a la planta a resistir los ataques de enfermedades.
- Es importante en la formación de la fruta.
- Mejora la resistencia de la planta a las heladas.
- Está involucrado en la activación de más de 60 sistemas enzimáticos que regulan las principales reacciones metabólicas de la planta.
- Es muy importante en la influencia que tiene este nutriente en el uso eficiente del agua.
- Ajuste de la apertura de los estomas (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997).

De acuerdo al Instituto de la Potasa y el Fósforo (1997), los síntomas de deficiencia del K, aparecen en muchas formas: uno de los síntomas más comunes de carencia de K, es el marchitamiento o quemado de los márgenes de las hojas. En la mayoría de los cultivos el quemado aparece primero en las hojas viejas, especialmente en gramíneas. En algunos cultivos, los signos de deficiencia se presentan primero en las hojas nuevas.

Así mismo menciona, que las plantas con deficiencia de K, crecen lentamente, tienen un sistema radicular mal desarrollado, los tallos son débiles. Las semillas y los frutos pequeños y deformes y las plantas tienen una baja resistencia a las enfermedades.

Rol de Potasio:

El contenido de potasio de las plantas aumenta con el metabolismo. El Na y K son los dos principales cationes metabólicos monovalentes de las plantas y el aumento de uno produce la disminución del otro.

El potasio es componente esencial para el crecimiento de las plantas posee una función catalizadora (Camasca, 1994).

1.5.4 MICROELEMENTOS:

Kautny (1982), considera que se debe suplir las cantidades de boro, calcio y magnesio. Tanto el brócoli como la coliflor poseen altos requerimientos de boro, en cantidades superiores a 0.5 ppm en el suelo, por lo que en determinadas circunstancias pueden ser convenientes el aporte de boro al suelo.

Rol de Boro:

Evita el crecimiento de tallos huecos que se pueden presentar por una excesiva aplicación de nitrógeno o por un espacio amplio entre plantas (Draguer, 1981).

1.5.5 COMPOST:

a) El Compost:

Guerrero (1993), menciona al compost, como un abono orgánico que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen vegetal y animal que han sido descompuestos bajo condiciones controladas, también se les conoce con el nombre de “tierra vegetal o mantillo”.

Ibáñez y Aguirre (1983), los animales son considerados frecuentemente una fuente secundaria de la materia orgánica, mediante sus productos de desecho y sus propios cuerpos al término de sus ciclos de vida.

Confederación Agraria Nacional (1999), indica que la naturaleza demora cientos de años en formar una pequeña porción del suelo, pero con la elaboración de compost se puede disminuir ese tiempo, en tan solo unos meses.

El Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente, define al compost como un excelente abono orgánico preparado con casi todos los restos y desperdicios de las plantas y animales, que se descomponen y se convierten en una sustancia con muchos nutrientes y es muy rica en humus.

Confederación Agraria Nacional (1999), indica las ventajas del compost en el suelo:

Mejora la estructura del suelo y su espacio poroso, incrementa la capacidad de retención del agua y nutrientes, mejora la aereación del suelo favoreciendo el suministro de oxígeno a las raíces, aumenta la actividad microbiana permitiendo transformar la materia orgánica y es un abono que no quema la planta.

b) Preparación del compost:

Gros (1971), se hacen con todos los residuos vegetales que se ponen a fermentar en montones recubiertos de tierra, con los riegos con purín o soluciones de abonos amoniacales activaran su descomposición. Cada tres o cuatro meses deberá removerse en montón a pala, dejándolo fermentar de nuevo. Hay que contar con un año para poder tener un compost bien hecho.

c) Etapas del Proceso de Compostaje:

1. Etapa Inicial:

Hay una descomposición de los compuestos solubles que ocurre durante los primeros 2 ó 3 días.

2. Etapa Termófila:

Donde hay un incremento constante de la temperatura, como resultado de la intensiva actividad biológica, puede llegar hasta un máximo aproximado de 70 u 80 °C y durar de algunas semanas a 2 ó 3 meses. En esta etapa la mala mayor parte de la celulosa es degradada.

3. Etapa de Estabilización:

Periodo en el cual la tasa de descomposición decrece y disminuye la temperatura, estabilizándose en valores próximos a los del medio ambiente; luego se produce la recolonización del compost por los organismos que no soportan el calor (hormigas, lombrices, insectos, etc.).

Rol de Abonos Orgánicos:

Camasca (1994), refiere que el estiércol puede usarse en varias formas como estiércol fresco y descompuesto, este estiércol funciona más que nada como enmiendas.

1.6 ANTECEDENTES:

Según Tudelano (2002), al evaluar el rendimiento del brócoli bajo la influencia de N-P-K en el Centro Experimental Canaán – FCA – UNSCH, encontró que los rendimientos más altos que corresponden a los tratamientos que recibieron niveles altos de nitrógeno y niveles altos y medios de fósforo, recomendando abonar con la combinación de 300 – 150 – 150 de NPK.

Según Altamirano (2002), al evaluar el rendimiento del brócoli bajo la influencia de la fertilización N-P-K en tres variedades de brócoli. En el Centro Experimental Canaán – FCA – UNSCH, encontró mayores rendimientos de inflorescencia de las variedades Calabresse, Sprouting y Green storm, con la fórmula de fertilización 300 – 105 – 45 de NPK.

Según Canales (2003), al evaluar el rendimiento del brócoli bajo el efecto de tres niveles de nitrógeno y tres distanciamientos entre plantas. En el Fundo, Hacienda San José en la ciudad de Chincha. Obtuvo el mayor rendimiento fue con la fórmula de 80Kg. de N/ha⁻¹ y un distanciamiento de 40 cm.

Según Orellana (2004), al evaluar el rendimiento del brócoli utilizando guano de isla y compost. En el Centro Experimental Canaán – FCA – UNSCH, encontró mayor rendimiento con la combinación de 5 – 25 t.ha⁻¹ de guano de isla y compost respectivamente.

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1 UBICACIÓN DEL TERRENO:

2.1.1 Ubicación:

El trabajo de investigación se condujo en el Centro Experimental Canaán, FCA - UNSCH, situado a 2Km. al Este de la ciudad de Ayacucho; en el Distrito Ayacucho, Provincia Huamanga y Región Ayacucho, a una altitud de 2750 m.s.n.m. el cual se encuentra ubicado geográficamente a **13° 09' 00"** Latitud Sur y a **74° 12' 00"** Latitud Oeste; con una pendiente de 1,5 a 5%, zona calificada ecológicamente como "Bosque Seco Montano Bajo Sub tropical" (bs – MBS) según ONERN (1976).

2.1.2 Análisis Químico del Suelo:

La determinación de las características físicas - químicas del suelo fueron se llevó al Laboratorio de suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro: 2.1: Análisis de la muestra del suelo del campo experimental de Canaán a 2750 m.s.n.m.

COMPONENTES	VALOR	INTERPRETACION
pH	7.26	Neutro
M.O	1.66	Bajo
N total (%)	0.08	Bajo
P disponible (ppm)	63.1	Muy alto
K disponible (ppm)	63.9	Bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" UNSCH - 2009.

Según Ibáñez y Aguirre (1983), se trata de un suelo ligeramente neutro, bajo en materia orgánica y nitrógeno total, muy alto en fósforo disponible y muy bajo en potasio disponible.

2.1.3 Análisis físico - químico del compost de residuos de camal:

Para la determinación de las características químicas del compost a base de residuos de camal a utilizar en el experimento, se determinó el contenido de N - P - K - S, dicho análisis se realizó en el Laboratorio de

Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Cuadro: 2.2: Análisis de la muestra del compost de residuos de camal, Ayacucho 2009.

	% HUMEDAD	% MATERIA SECA	% N	% P₂O₅	% K₂O	% SO₄
VALOR	61.9	38.8	1.21	1.25	0.5	0.88

Fuente: Laboratorio de suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” UNSCH - 2009.

2.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS:

Estación Meteorológica de Pampa del Arco – UNSCH, ubicado a 13° 08' 51" Latitud Sur y a 74° 12' 06" Latitud Oeste, a una Altitud de 2772 m.s.n.m., reportan los datos meteorológicos (cuadro 2.2.1), con lo que se elaboró el Balance Hídrico; (gráfico 2.2.1).

Cuadro N° 2.3 Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance Hídrico Correspondiente a la Campaña Agrícola 2008 - 2009, de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco de la UNSCH – Ayacucho.

AÑO	2.008												2.009												TOTAL	PROM	
	MESES	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MESES	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN			JUL
Tmáx		26,80	26,30	27,70	25,90	24,10	24,20	23,60	24,00	25,00	25,20	24,00	26,50									25,00	25,20	24,00	26,50		25,3
Tmín		7,80	10,40	10,40	10,80	11,60	11,00	11,60	9,50	6,30	4,00	5,40	5,70									8,70	4,00	5,40	5,70		8,7
Tmedia		17,30	18,35	19,05	18,35	17,85	17,60	17,60	16,75	15,65	14,60	14,70	16,10									17,00	14,60	14,70	16,10		17,0
Factor		4,80	4,96	4,80	4,96	4,96	4,64	4,96	4,80	4,96	4,80	4,80	4,96									4,96	4,80	4,80	4,96		
ETP(mm)		83,04	91,02	91,44	91,02	88,54	81,66	87,30	80,40	77,62	70,08	70,56	79,86									992,53	70,08	70,56	79,86		0,541
Precipitación (mm)		39,10	25,50	37,90	76,20	134,40	126,20	60,10	16,40	12,00	0,00	7,60	1,80									537,20	0,00	7,60	1,80		
ETP Ajust. (mm)		44,94	49,26	49,49	49,26	47,92	44,20	47,25	43,52	42,01	37,93	38,19	43,22										37,93	38,19	43,22		
Déficit (mm)		-5,84	-23,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									37,93	-	-	-		
Exceso (mm)					26,94	86,48	82,00	12,85																			

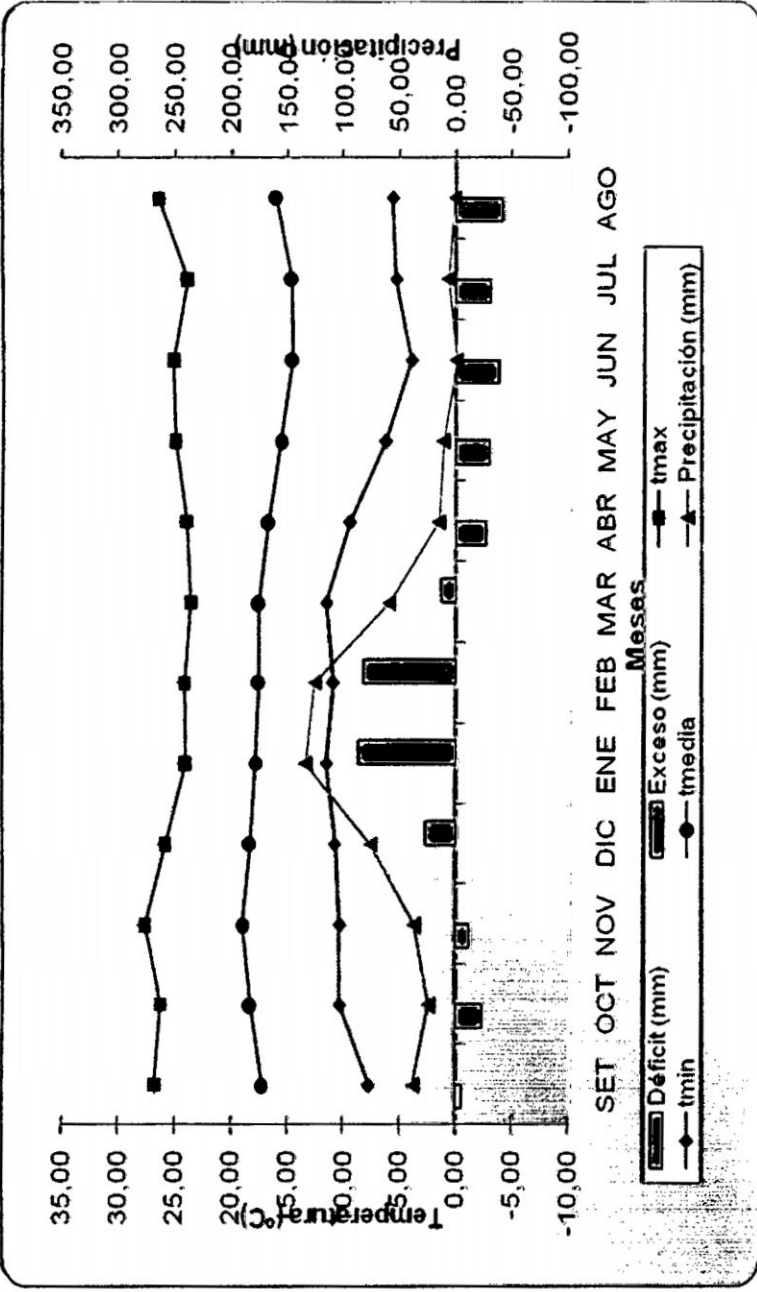


Gráfico 2.1 Balance Hídrico y Climatograma del año 2008 – 2009. Estación Meteorológica de Pampa del Arco de la UNSCH – Ayacucho.

El gráfico del balance hídrico muestra que en los meses que se instaló el cultivo hubo un déficit, lo que se compenso con los riegos.

2.3 MATERIAL VEGETAL:

Se empleó la variedad Itálica, cultivar Calabresse del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L.*), cuyas características son: plantas semi – rústico, resistente al frío, de hojas lisas de color verde oscuro, hojas cubiertas por una capa cerosa (cutina) permitiendo mayor resistencia a las temperaturas frías, de pellas tamaño mediano y verde oscuras.

2.4 FACTORES EN ESTUDIO:

Fórmulas de fertilización química (F)

f ₀	000 – 000 – 000 NPK (kg.ha ⁻¹)
f ₁	120 – 100 – 100 NPK (kg.ha ⁻¹)
f ₂	240 – 200 – 200 NPK (kg.ha ⁻¹)
f ₃	380 – 300 – 300 NPK (kg.ha ⁻¹)

Compost a base de residuos de camal (C)

c ₀	0 t.ha ⁻¹
c ₃	3 t.ha ⁻¹
c ₆	6 t.ha ⁻¹
c ₉	9 t.ha ⁻¹

2.5 TRATAMIENTOS:

De la combinación de las formulas de fertilizantes químicos y compost resultan 14 tratamientos que se estudiaron, correspondientes a 12 tratamientos factoriales (t₀₁ al t₁₂) y 2 testigos (t₁₃ y t₁₄), como se indica en el cuadro.

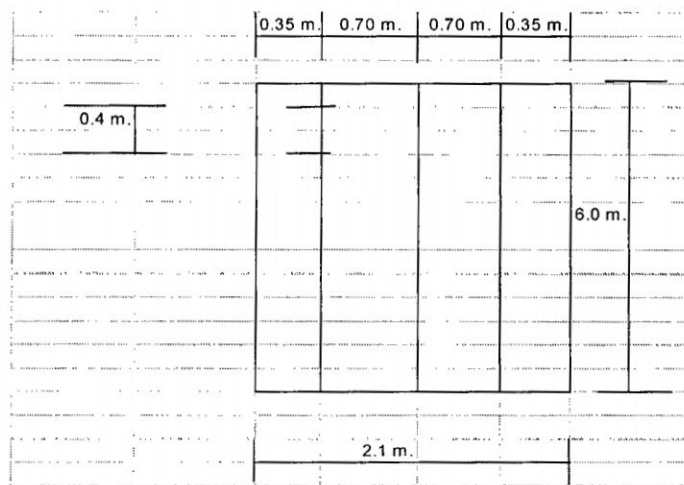
Cuadro 2.5 Tratamientos y combinaciones

TRATAMIENTO	CÓDIGO	FÓRMULA QUÍMICA (kg.ha ⁻¹)	COMPOST (t.ha ⁻¹)
t ₀₁	f ₁ C ₀	120 – 100 – 100	0
t ₀₂	f ₁ C ₃	120 – 100 – 100	3
t ₀₃	f ₁ C ₆	120 – 100 – 100	6
t ₀₄	f ₁ C ₉	120 – 100 – 100	9
t ₀₅	f ₂ C ₀	240 – 200 – 200	0
t ₀₆	f ₂ C ₃	240 – 200 – 200	3
t ₀₇	f ₂ C ₆	240 – 200 – 200	6
t ₀₈	f ₂ C ₉	240 – 200 – 200	9
t ₀₉	f ₃ C ₀	380 – 300 – 300	0
t ₁₀	f ₃ C ₃	380 – 300 – 300	3
t ₁₁	f ₃ C ₆	380 – 300 – 300	6
t ₁₂	f ₃ C ₉	380 – 300 – 300	9
t ₁₃ (testigo 1)	f ₀ C ₀	000 – 000 – 000	0
t ₁₄ (testigo 2)	f ₀ C ₆	000 – 000 – 000	6

2.6 DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL:

2.6.1 Características del Experimento:

UNIDAD EXPERIMENTAL



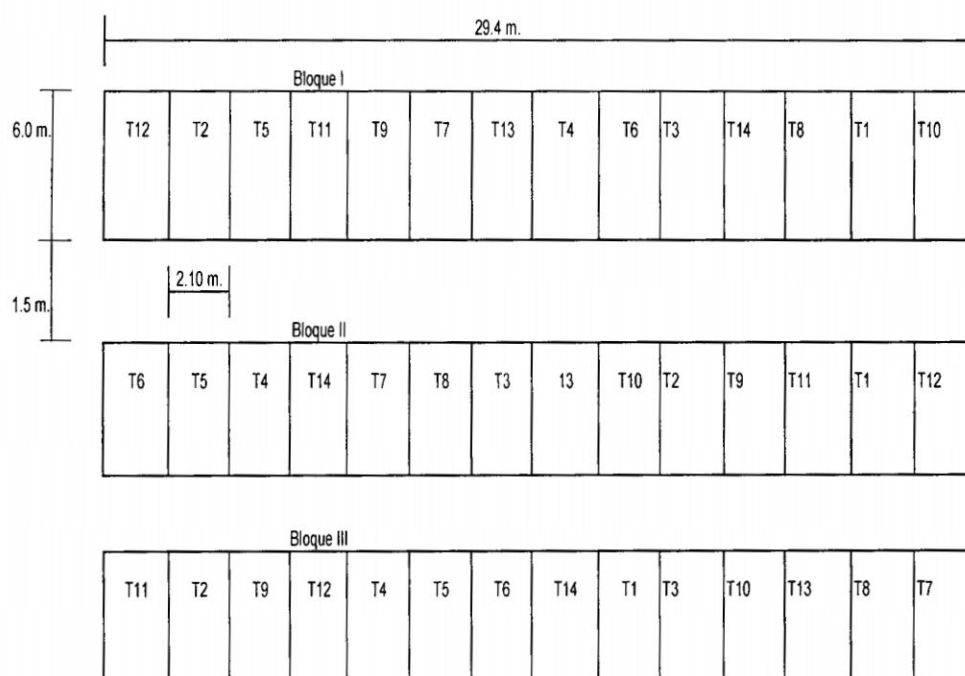
- Número de bloques : 03
- Ancho de bloques : 6.0 m.
- Largo de bloques : 29.4
- Área total del bloque : 617.4 m.

PARCELAS:

- Número de parcela por bloque : 14
- Número total de parcelas : 42
- Longitud de parcelas : 6 m.
- Ancho de parcelas : 2.1 m.

- Distanciamiento entre surcos : 0.70 m.
- Número de surcos por parcelas : 03
- Número de golpes por surco : 15
- Número de golpes por parcela : 45

2.6.2 Croquis del Campo Experimental y Randomización:



- Largo del bloque : 29.40 m
- Ancho del bloque : 6.00 m
- Área del bloque : 12.60 m²
- Número de bloques : 03
- Ancho de calle : 1.50 m

- Largo de calle : 29.40 m
- Área de las calles : 44.10 m²
- Área total del experimento : 617.40 m²
- Área neta del experimento : 529.20 m²

2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL:

Se empleó el Diseño Experimental de Bloque Completo Randomizado (DBCR), con arreglo factorial 3F x 4C + 2T (F: fertilización química; C: compost a base de residuos de camal; 2T: testigo de compost 6tn/ha; T: testigo absoluto), con 3 repeticiones o bloques.

El modelo aditivo lineal que corresponde al diseño es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + F_i + C_j + (FC)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : observaciones correspondientes a las unidades experimentales del i-ésimo nivel del factor, fertilizante químico (F), j-ésimo nivel del factor compost a base de residuos de camal (C) y k-ésimo bloque o repetición.

μ : Medida de las unidades experimentales.

B_k : Efecto del k-ésimo bloque o repetición.

F_i : Efecto del i-ésimo nivel del factor fertilizante químico (F).

- C_jP** : Efecto del j-ésimo nivel del factor compost a base de residuos de camal (C).
- (FC)_{ij}** : Efecto de interacción entre el i-ésimo nivel de factor fertilizante químico (F), con el j-ésimo nivel del factor compost a base de residuos de camal (C).
- ϵ_{ijk}** : Efecto aleatorio asociado a la observación Y_{ijk}.

2.8 INSTALACION Y CONDUCCION DEL EXPERIMENTO:

2.8.1 Prueba de Germinación:

Se realizó en el Laboratorio de suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet”, el 20 de marzo del 2009, donde se obtuvo los siguientes resultados:

- Peso de 1000 semillas : 3.20g
- Pureza : 98%
- Germinación : 96%

2.8.2 Almacigo:

Se realizó el 25 de marzo del 2009 en el Centro Experimental Canaán FCA – UNSCH, en una cama de almacigo con sustrato en la siguiente proporción de 1: 2: 1 de arena, tierra agrícola y materia orgánica (humus de lombriz) respectivamente, el cual se niveló y realizó la siembra en surcos distanciados a 10 cm. Empleando 100 g de semilla, procediendo

luego a cubrir con una capa delgada de sustrato y riego inmediato, posteriormente se realizó las labores agrícolas como son riego y deshierbo, las plántulas permanecieron en la cama de almacigo durante 57 días para el transplante.

La germinación ocurrió dentro de los 6 a 7 días con un 96%.

2.8.3 Preparación del Terreno:

La preparación del terreno se realizó el 20 de abril del 2009, realizándose la remoción del suelo con ayuda de un tractor agrícola a una profundidad de 40 cm. el 30 de abril del 2009, se realizó el gradeo con rastra de discos para roturar los terrones, posteriormente se efectuó el mullido y nivelación con el empleo de rastrillo.

2.8.4 Transplante:

El transplante se llevó a cabo a los 57 días después del almacigo una vez que las plántulas almacenaron el tamaño adecuado para el transplante, colocando 0.40 m entre plántulas y 0.70 m por surco.

2.8.5 Recalce:

Se realizó en los lugares que no llegaron a establecerse a los 06 días después del transplante, con la finalidad de mantener uniformidad en el campo experimental.

2.8.6 Abonamiento:

El compost a base de residuos de camal según los tratamientos se aplicó el 01 de mayo del 2009, como abono de fondo según los tratamientos establecidos. El abonamiento inorgánico con Urea, Superfosfato triple de calcio y Cloruro de Potasio, se aplicó una vez que las plántulas se establecieron en terreno definitivo el 05 de junio del 2009.

2.8.7 Riego:

Se realizó de acuerdo a los requerimientos del cultivo; se aplicó dos riegos por semana para asegurar el prendimiento, durante 02 semanas consecutivas, luego de acuerdo a las necesidades del cultivo (01 vez por semana), haciendo un total de 12 riegos a capacidad de campo.

Los riegos realizados antes del cambio de surco fueron ligeros, para luego realizarse riegos pesados.

2.8.8 Aporque y Deshierbo:

Se realizó 04 deshierbos (entre los meses de junio a agosto), y el aporque (cambio de surco) que se realizó a los 30 días después del transplante (20 de mayo del 2009), efectuándose manualmente con el uso del azadón, de la misma manera el cambio de surco para proporcionar mayor soltura y oxigenación en los suelos y permitir la mejor asimilación de los nutrientes por la planta.

2.8.9 Control Fitosanitario:

En la conducción del experimento se observó el ataque de:

- Diabrotica (*Diabrotica viridula*), como comedores de hojas y brotes en estado adulto
- Plutella (*Plutella xilostella*), como comedores de hojas y brotes en el estado de larva.
- Áfidos (*Brevicorine brassicae*), agente picador y chupador de hojas y brotes.

Para prevenir el ataque de grillos, se colocó cebo (melaza + insecticida + bagazo de caña), de esta manera los grillos no atacaron a la plántulas de brócoli después del trasplante.

Para el control de las plagas se aplicó Cyperclin en una dosis de 30ml/mochila de 15 litros. Esta aplicación se realizó 02 veces en la etapa de inducción floral con una repetición de 15 días, apenas se observó el daño que venía causando en el follaje y las cabezuelas florales del brócoli, siendo este procedimiento para todos los tratamientos tanto preventivo como de control.

Se tuvo la presencia de la pudrición bacteriana (*Erwinia sp*), que se controló erradicando las plantas atacadas.

2.8.10 Cosecha:

La cosecha se realizo entre el 02 al 19 de agosto del 2009 (un total de 17 días), cuando las cabezuelas lograron su máximo crecimiento y desarrollo (compacto sin apertura de flores); efectuándose con una navaja en la base de la inflorescencia.

2.9 CARACTERES EVALUADOS EN LA COSECHA:

2.9.1 De la Planta:

Biomasa total:

Se evaluó el peso de la planta en conjunto, incluidos las raíces, tallo, hojas e inflorescencia por parcela experimental. De donde se obtuvo el peso total de la planta para ser expresados en kg.

Número de hojas del brócoli en la cosecha:

Se contabilizó el número total de hojas de las plantas de brócoli de los diferentes tratamientos.

Altura de planta:

Al momento de la cosecha se tomó las medidas de altura de plantas, desde la base del tallo hasta la parte apical de la planta, obteniéndose un promedio por los cálculos.

2.9.2 De la Inflorescencia:

Altura polar de inflorescencia:

Se tomó la medida en cm. a partir de la altura del cuello de la planta hasta la parte terminal.

Diámetro ecuatorial de la inflorescencia:

Se tomó la longitud de las inflorescencias principales de cada planta por cada parcela, con ayuda de una regla, obteniéndose así un promedio.

2.9.3 Rendimiento de las Inflorescencias:

Rendimiento total:

Se ha evaluado el peso total de la inflorescencia principal de las plantas de brócoli por parcela experimental, en cada uno de los bloques o repeticiones, luego se obtuvo el promedio para ser expresados en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. CARACTERES DE PLANTA:

3.1.1. De la Biomasa Total:

Cuadro 3.1. Análisis de variancia de la biomasa total del brócoli, Canaán
(2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	2	324	162	1.4	0.253	
Tratamiento	13	5103190	392553	3512.4	<.0001	**
Fórmula (F)	2	1390613	695307	6221.3	<.0001	**
Compost (C)	3	1819492	606497	5426.7	<.0001	**
F x C	6	368573	61429	549.6	<.0001	**
Factorial vs Testigos	1	1285072	1285072	11498.3	<.0001	**
Testigo 1 vs Testigo 2	1	239440	239440	2142.4	<.0001	**
Error	26	2906	112			
Total	41	5106420				

CV (%) = 0.74

En el análisis de variancia para la biomasa total del brócoli (cuadro 3.1), no se encontró diferencia estadística significativa en la fuente de

variación bloque, se encontró diferencia estadística altamente significativa para los efectos principales de fórmulas de fertilización, niveles de compost, efectos de interacción, factorial vs testigo y entre testigos; con un coeficiente de variación de 0.74 %, por lo que se procedió al estudio combinado de ambos factores incluyendo los testigos adicionales.

Cuadro 3.2. Análisis de variancia de efectos simples de la biomasa total del brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Fórmula en C ₀	3	473514	157838	1412	<.0001	**
Fórmula en C ₃	2	419341	209671	1876	<.0001	**
Fórmula en C ₆	3	629061	209687	1876	<.0001	**
Fórmula en C ₉	2	788607	394304	3528	<.0001	**
Compost en F ₁	3	407831	135944	1216	<.0001	**
Compost en F ₂	3	245916	81972	733	<.0001	**
Compost en F ₃	3	1534318	511439	4576	<.0001	**
Compost en F ₀	1	239440	239440	2142	<.0001	**

Realizado el estudio de efectos simples de la biomasa total del brócoli (Cuadro 3.2), se encontró diferencia estadística altamente significativa entre fórmulas de fertilización en cada nivel de compost y de niveles de compost en cada fórmula de fertilización, procediéndose a realizar la prueba de contraste de Tukey en el caso de fórmulas en niveles de compost y análisis de regresión en el caso de compost en niveles de fórmula.

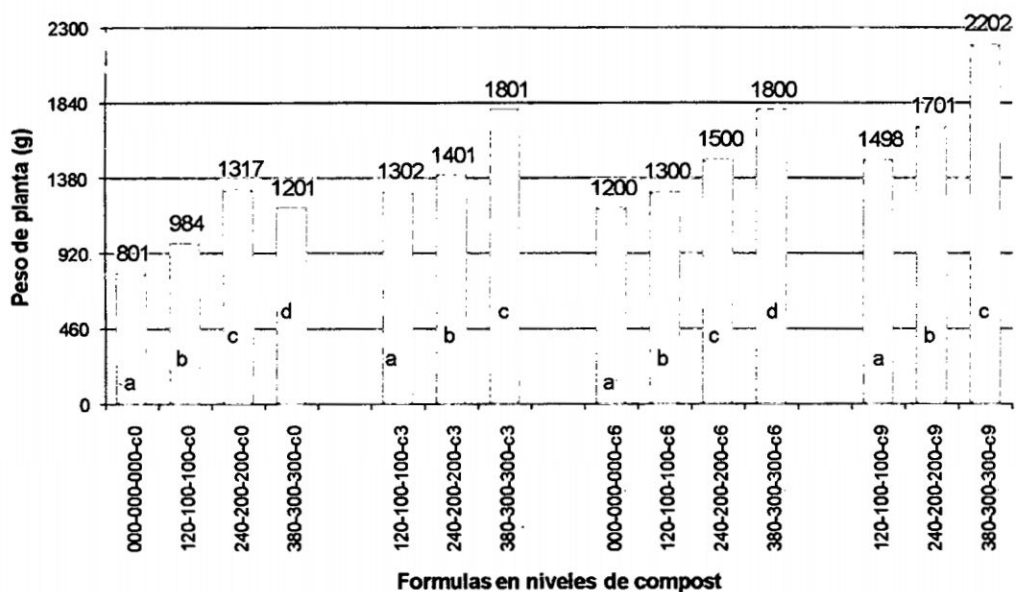


Figura 3.1. Efectos simples de fórmulas de fertilización química en cada nivel de compost de la biomasa total del brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

En todos los casos se observa que la biomasa total del brócoli se diferencia significativamente entre los niveles de fórmula en cada nivel de compost, en el caso de fórmulas en compost 0 el mayor incremento del peso de planta (1317 g) se encontró con la fórmula 240 – 200 – 200 de NPK, mientras que en el caso de fórmulas en compost 3, compost 6 y compost 9 el mayor incremento de peso de planta (1801, 1800 y 2202 g) se dio con la mayor dosis de fertilización química (380 – 300 – 300 de NPK).

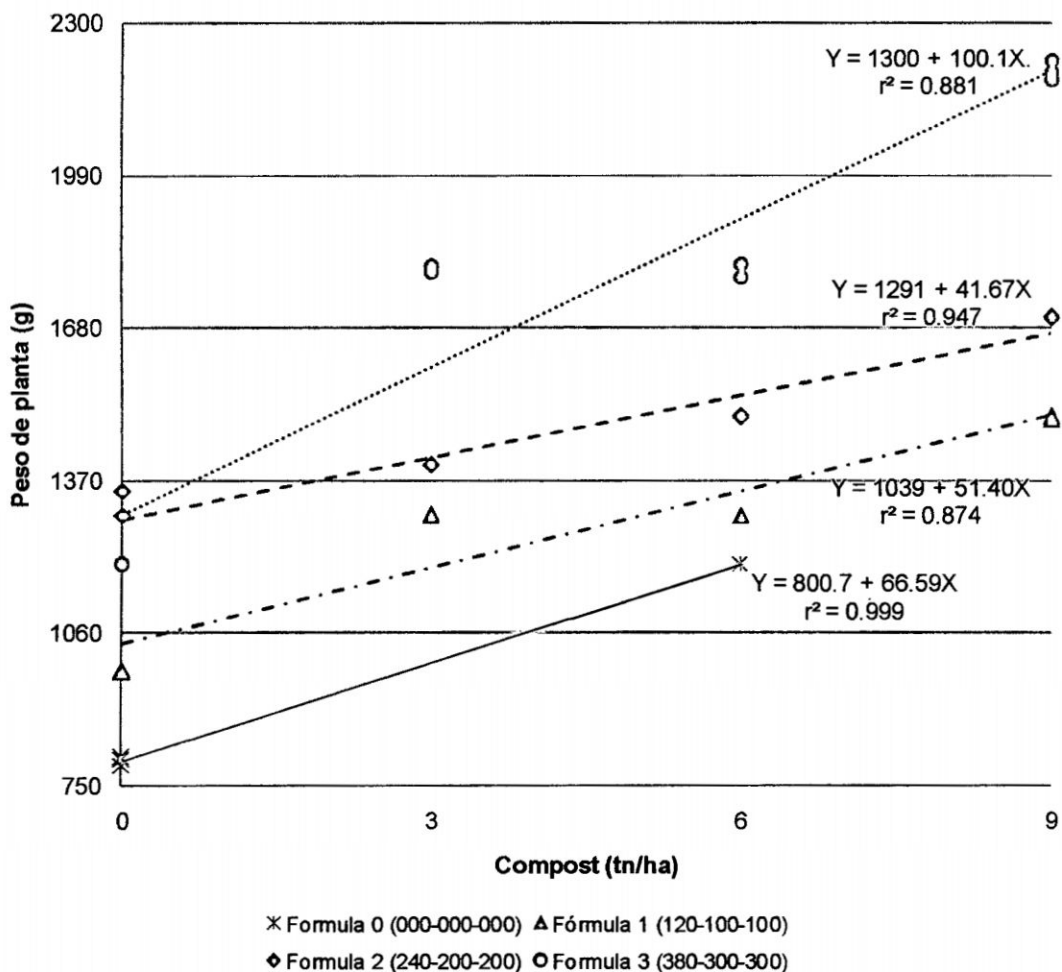


Figura 3.2. Efectos simples del compost en cada fórmula de fertilización química de la biomasa total del brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

De las regresiones lineales (figura 3.2) se puede observar que existe una relación directa de la biomasa total del brócoli debido a la adición de niveles de compost en cada fórmula de fertilización química, incluido la formula química 0, encontrándose en cada caso que a mayor cantidad de compost se incrementa la biomasa. Se puede deducir que cuando operan solamente las fórmulas químicas, es decir no se aplica compost, la biomasa de planta ajustados son: 800.7 g para la fórmula 0,

1039 g para la fórmula 1, 1291 g para la fórmula 2 y 1300 para la fórmula 3. También por la adición de 1 tonelada de compost sobre cada fórmula química el incremento de la biomasa total del brócoli en cada caso es: 66.59 g para la fórmula 0, 51.40 g para la fórmula 1, 41.67 g para la fórmula 2 y 100.1 para la fórmula 3. Es evidente que a mayores incrementos de compost sobre cada fórmula se incrementa la biomasa total. Según Ibáñez y Aguirre (1983), El compost al incorporarse como enmienda, mejora las condiciones del suelo favoreciendo el mejor uso de los nutrientes presentes.

Comparando con el trabajo realizado por Tudelano (2002), que al aplicar fertilización química (150-100-112,5 de NPK) obtuvo los mayores pesos de biomasa de 1460.0g teniéndose así los mayores pesos a niveles de medio a altos de nitrógeno; mientras que los menores pesos con ausencia de este elemento, sin embargo con el trabajo realizado se obtuvo el mayor peso de biomasa de 2202g con la fórmula de fertilización alta de 380 – 300 – 300 de NPK y 9 t de compost, que es mayor a lo encontrado por Tudelano (2002).

Cruz (1996), existe una relación directa entre el nivel de fertilización y el peso fresco, es decir que frente a un mayor nivel de fertilización, las plantas responden con un incremento en el peso fresco y que probablemente la respuesta de las plantas se deba a la aplicación de

fertilizantes nitrogenados como lo señalan los investigadores; y que los tratamientos con (380 – 300 – 300 de NPK) adicionando 9 t.ha⁻¹ de compost de residuos de camal, se obtuvo mejor respuesta con un peso de 2202 g.

La materia orgánica suministra elementos nutritivos para la mineralización de elementos químicos en particular, para la liberación de nitrógeno, fósforo, azufre y micro elementos disponibles para las plantas; asimismo, la regulación de los niveles de disponibilidad de nutrientes principales y de elementos menores mediante la formación de sustancias orgánicas que constituyen compuestos solubles como iónicos (complejos internos), con cationes de valencia variable, estas sustancias llamadas quelatos, movibles en el suelo, también son importantes en los procesos edafogénicos. Se sabe que los ácidos orgánicos del suelo influyen de manera apreciable en la solubilización y movilización de componentes inorgánicos (Fassbender 1978, citado por Cutti 2002), de ello se deduce que el incremento del peso de la planta está influenciado por una mayor absorción de los elementos solubles del suelo por efecto de la materia orgánica.

3.1.2. Del Número de Hojas del Brócoli en la Cosecha:

Cuadro 3.3. Análisis de variancia del número de hojas por planta de brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	2	0.05	0.02	0.12	0.8899	
Tratamiento	13	359.64	27.66	136.08	<.0001	**
Fórmula (F)	2	45.50	22.75	111.91	<.0001	**
Compost (C)	3	72.31	24.10	118.56	<.0001	**
F x C	6	52.94	8.82	43.40	<.0001	**
Factorial vs Testigos	1	92.89	92.89	456.93	<.0001	**
Testigo 1 vs Testigo 2	1	96.00	96.00	472.22	<.0001	**
Error	26	5.29	0.20			
Total	41	364.98				

CV (%) = 1.16

En el análisis de variancia para el número de hojas de brócoli (cuadro 3.2), no se encontró diferencia estadística significativa en la fuente de variación bloque, se encontró diferencia estadística altamente significativa para los efectos principales de fórmulas de fertilización, niveles de compost, efectos de interacción, factorial vs testigo y entre testigos; con un coeficiente de variación de 1,16 %, por lo que se procedió al estudio combinado de ambos factores incluyendo los testigos adicionales.

Cuadro 3.4. Análisis de variancia de efectos simples de fórmulas en compost y de compost en fórmulas para el número de hojas por planta de brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

FV	GI	SC	CM	Fc	Pr>Fc	
Fórmula en C ₀	3	167.00	55.67	273.82	<.0001	**
Fórmula en C ₃	2	6.89	3.44	16.94	<.0001	**
Fórmula en C ₆	3	6.25	2.08	10.25	0.0001	**
Fórmula en C ₉	2	2.67	1.33	6.56	0.0049	**
Compost en F ₁	3	115.00	38.33	188.56	<.0001	**
Compost en F ₂	3	5.33	1.78	8.74	0.0004	**
Compost en F ₃	3	4.92	1.64	8.06	0.0006	**
Compost en F ₀	1	96.00	96.00	472.22	<.0001	**

Realizado el estudio de efectos simples del peso de planta de brócoli (cuadro 3.4), se encontró diferencia estadística altamente significativa entre fórmulas de fertilización en cada nivel de compost y de niveles de compost en cada fórmula de fertilización, procediéndose a realizar la prueba de contraste de Tukey en el caso de fórmulas en niveles.

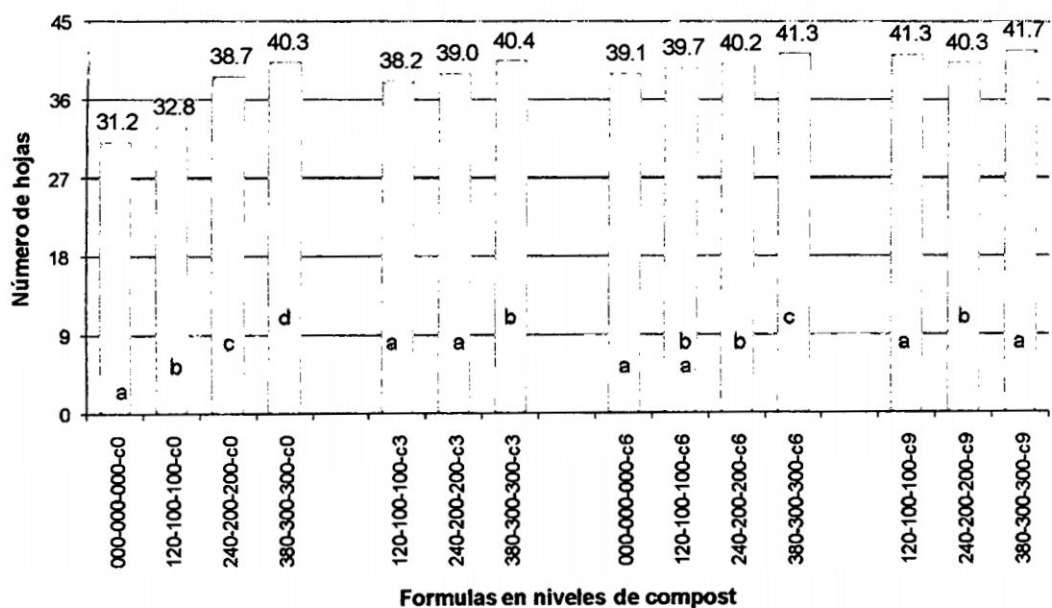


Figura 3.3. Efectos simples de fórmulas de fertilización química en cada nivel de compost en el número de hojas por planta de brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

En todos los casos se observa que el número de hojas se diferencia significativamente entre los niveles de fórmula en cada nivel de compost, en el caso de fórmulas en compost 0 el mayor incremento del número de hojas 41.7 se encontró con la fórmula 380 – 300 – 300 de NPK, mientras que en el caso de fórmulas en compost 3, compost 6 y compost 09 t.ha⁻¹ el mayor incremento del número de hojas de la planta (40.4, 41.3 y 41.7 cm) se dio con la mayor dosis de fertilización química (380 – 300 – 300 de NPK).

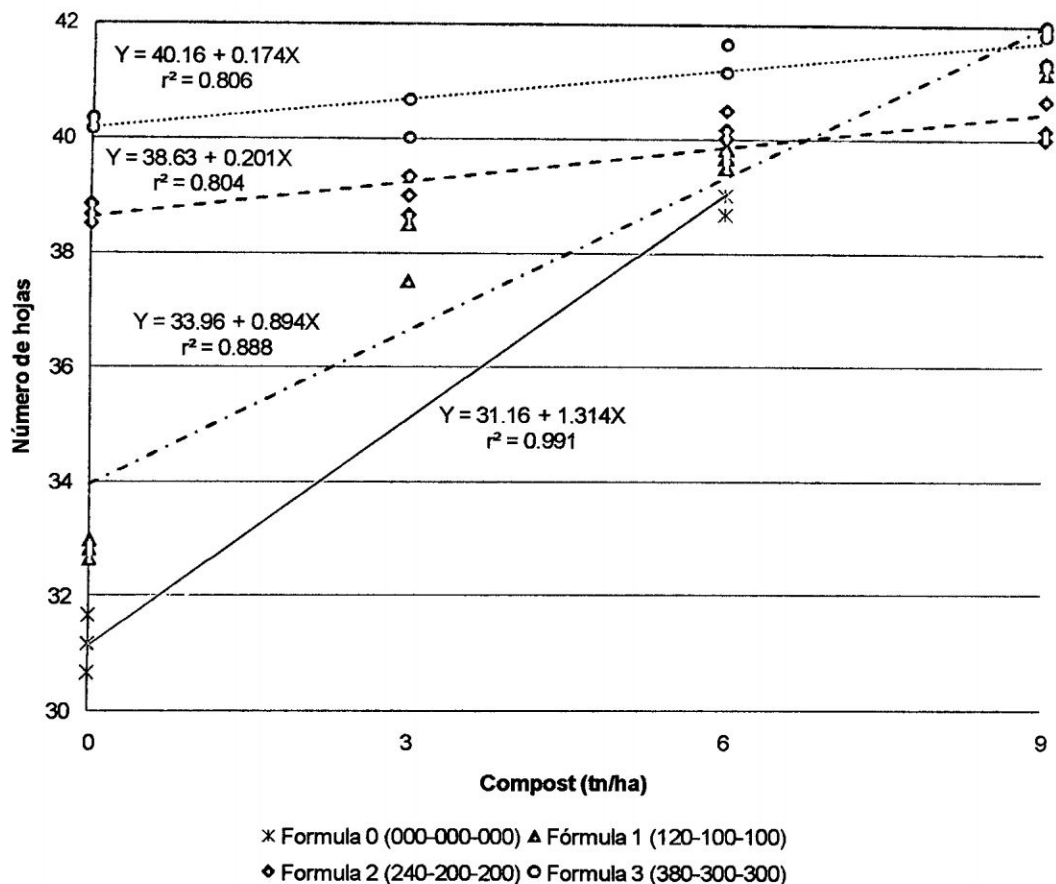


Figura 3.4. Efectos simples del compost en cada fórmula de fertilización química en el número de hojas por planta de brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

De las regresiones lineales (figura 3.4) se puede observar que existe una relación directa en el número de hojas de la planta, debido a la adición de niveles de compost en cada fórmula de fertilización química, incluido la formula química 0, encontrándose en cada caso que a mayor cantidad de compost el número de hojas se incrementa. Se puede deducir que cuando operan solamente las fórmulas químicas, es decir no se aplica compost, el número de hojas de la planta ajustados son: 31.16 para

la fórmula 33.96, para la fórmula 1. Para la fórmula 2 se tiene 38.63 y 40.16 para la fórmula 3. También por la adición de 1 tonelada de compost sobre cada fórmula química el incremento en el número de hojas de la planta en cada caso es: 1.314, para la fórmula 0, 0.894, para la fórmula 1, 0.201, para la fórmula 2 y 0.17 para la fórmula 3, lográndose los mayores incrementos cuando se opera sobre la fórmula 3 (380 – 300 – 300).

Comparado con el trabajo realizado por Altamirano (2003), menciona que la variedad Calabresse por su carácter intrínseco y la influencia de la fertilización para este parámetro evaluado superan a las otras variedades estudiadas.

Para los efectos principales fórmulas de fertilización en el parámetro número de hojas con la fórmula (200-70-30 de NPK) se obtiene el valor de 38,89 hojas en promedio, el mismo que muestra diferencia estadística con la fórmula (100-35-15 de NPK), con un número de 34,84 hojas, esta última fórmula no representa ninguna diferencia con (200-70-30 de NPK) y el testigo sin fórmula de fertilización que reportan valores de 34,66 y 32,49 hojas respectivamente, denotando la influencia de fertilización, principalmente con la mayor fórmula de fertilización (300-105-45 de NPK). Mientras que en el trabajo realizado se obtuvo 41.7 hojas como promedio con la fórmula 380 – 300 -300 de NPK y 9t.ha⁻¹ de compost, para el testigo adicional sin fertilización química con 6 t.ha⁻¹ de compost un promedio de 39.1hojas y el testigo sin ningún tipo de fertilización 31.2 hojas como promedio.

En el trabajo realizado por Chuchón (1999), para el brócoli en condiciones experimentales en el programa de Pastos al probar efectos de fertilización fosfórica con humus de lombriz encontró número de hojas que varían de 21.33 a 23.00 que se diferencia en el trabajo realizado donde se encontró promedios de 31.2 a 41.7 número de hojas.

Cruz (1996), los contenidos altos de compost hacen que el suelo posea una elevada capacidad de absorción del nitrógeno y que este se aproveche y no se pierda por volatilización, lixiviación o infiltración, manteniéndolo en forma intercambiable para la utilización por la planta, de la misma manera hace que aumente la mayor disponibilidad de los macro y micro elementos cuyo resultado se traduce en el incremento del número de hojas.

3.1.3. De la Altura de planta:

Cuadro 3.5. Análisis de variancia de la altura de planta de brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

FV	GI	SC	CM	Fc	Pr>Fc	
Bloque	2	0.018	0.009	0.04	0.3261	
Tratamiento	13	8.180	0.629	3.10	<.0001	**
Fórmula (F)	2	0.109	0.054	0.27	0.0032	**
Compost (C)	3	0.014	0.005	0.02	0.6039	
F x C	6	0.013	0.002	0.01	0.9337	
Factorial vs Testigos	1	4.669	4.669	22.96	<.0001	**
Testigo 1 vs Testigo 2	1	3.375	3.375	16.60	<.0001	**
Error	26	0.196	0.008			
Total	41	8.393				

CV (%) = 0.17

En el análisis de variancia para la altura de planta del brócoli (cuadro 3.5), no se encontró diferencia estadística significativa en la fuente de variación bloque, niveles de compost y efectos de interacción; se encontró diferencia estadística altamente significativa para los efectos principales de fórmulas de fertilización, factorial vs testigo y entre testigos; efectos de interacción, factorial vs testigo y entre testigos; con un coeficiente de variación de 0,17 %, por lo que se procedió al estudio combinado de ambos factores incluyendo los testigos adicionales.

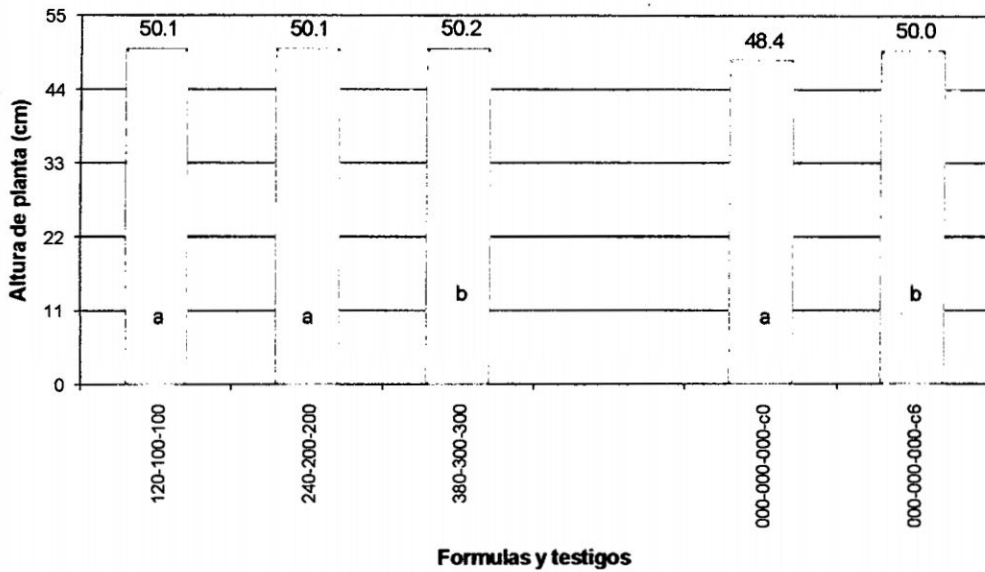


Figura 3.5. Efectos principales de fórmula de fertilización química en la altura de planta de brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

Para los casos de las dosis de fertilización química con 120–100–100 y 240–200–200 de NPK, se observa que la altura de planta tiene como promedio 50.1 cm en todos los niveles de compost, y se diferencia significativamente con la mayor dosis de fertilización química 380 – 300 – 300 con un promedio de altura de planta de 50.2 cm, también para todos sus niveles de compost. Mientras que con el nivel de compost 0 se obtuvo un promedio de 48.4 cm y con el nivel de compost 6t se obtuvo un promedio de altura de planta de 50.0 cm.

Comparado con el trabajo realizado por Tudelano (2002), las plantas de mayor altura (40.75 y 39.48 cm), logrados con los tratamientos

(300-100-75) y (300-200-150) de NPK; mientras que las plantas de menor tamaño (26.99 cm) corresponden al testigo, en el presente trabajo realizado se obtuvo un promedio de altura de planta de 50.2 cm. con una fórmula de fertilización de 380 – 300 -300 de NPK y 9t.ha⁻¹ de compost y el testigo sin fertilización un promedio de 48.4 cm.

Comparando el trabajo realizado por Altamirano (2002), la variedad Calabresse sometido a diferentes fórmulas de fertilización supera ampliamente a las demás variedades en estudio. Esta variedad con la fórmula (200-70-30 de NPK) alcanza la mayor altura de 36.04 cm, en el presente trabajo realizado, se pudo obtener un promedio de 48.4 cm a 50,2 cm de altura de planta con el testigo y una fórmula de fertilización de 380 – 300 -300 de NPK y 9t.ha⁻¹ de compost.

Comparando el trabajo realizado por Canales (2003), la influencia del distanciamiento de siembra sobre la altura de planta de brócoli se observa que la mayor altura (47.50 cm) se obtuvo con 0.50 m, en el presente trabajo se obtuvo un promedio de altura de planta de 48.4 a 50.2cm con un distanciamiento de 0.70 m.

De los resultados se puede explicar, que las mayores alturas de planta se dan a niveles altos de nitrógeno y niveles medios a altos de

fósforo y potasio. En cambio las menores alturas se observa ausencia de estos elementos como también en sus niveles bajos.

3.2. CARACTERES DE INFLORESCENCIA:

3.2.1. De la Altura Polar de la inflorescencia del Brócoli:

Cuadro 3.6. Análisis de variancia de la altura polar de inflorescencia de brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc	
Bloque	2	0.018	0.009	1.4	0.2621	
Tratamiento	13	47.544	3.657	585.6	<.0001	**
Fórmula (F)	2	0.961	0.480	76.9	<.0001	**
Compost (C)	3	2.527	0.842	134.9	<.0001	**
F x C	6	0.708	0.118	18.9	<.0001	**
Factorial vs Testigos	1	24.267	24.267	3885.5	<.0001	**
Testigo 1 vs Testigo 2	1	19.082	19.082	3055.3	<.0001	**
Error	26	0.162	0.006			
Total	41	47.724				

CV (%) = 0.48%

En el análisis de variancia para la altura polar de la inflorescencia del brócoli (cuadro 3.6), no se encontró diferencia estadística significativa en la fuente de variación bloque, se encontró diferencia estadística altamente significativa para los efectos principales de fórmulas de fertilización, niveles de compost, efectos de interacción, factorial vs testigo y entre testigos; con un coeficiente de variación de 0.48%, por lo que se procedió al estudio combinado de ambos factores incluyendo los testigos adicionales.

Cuadro 3.7. Análisis de variancia de efectos simples de la altura polar de la inflorescencia del brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc	
Fórmula en C ₀	3	29.167	9.722	1556.70	<.0001	**
Fórmula en C ₃	2	0.069	0.034	5.52	0.0101	*
Fórmula en C ₆	3	0.600	0.200	32.02	<.0001	**
Fórmula en C ₉	2	0.109	0.054	8.72	0.0013	**
Compost en F ₁	3	2.229	0.743	118.98	<.0001	**
Compost en F ₂	3	0.836	0.279	44.61	<.0001	**
Compost en F ₃	3	0.170	0.057	9.07	0.0003	**
Compost en F ₀	1	19.082	19.082	3055.30	<.0001	**

Realizado el estudio de efectos simples de la altura polar de la inflorescencia del brócoli (cuadro 3.7), se encontró diferencia estadística altamente significativa entre fórmulas de fertilización en cada nivel de compost y de niveles de compost en cada fórmula de fertilización, procediéndose a realizar la prueba de contraste de Tukey en el caso de fórmulas en niveles.

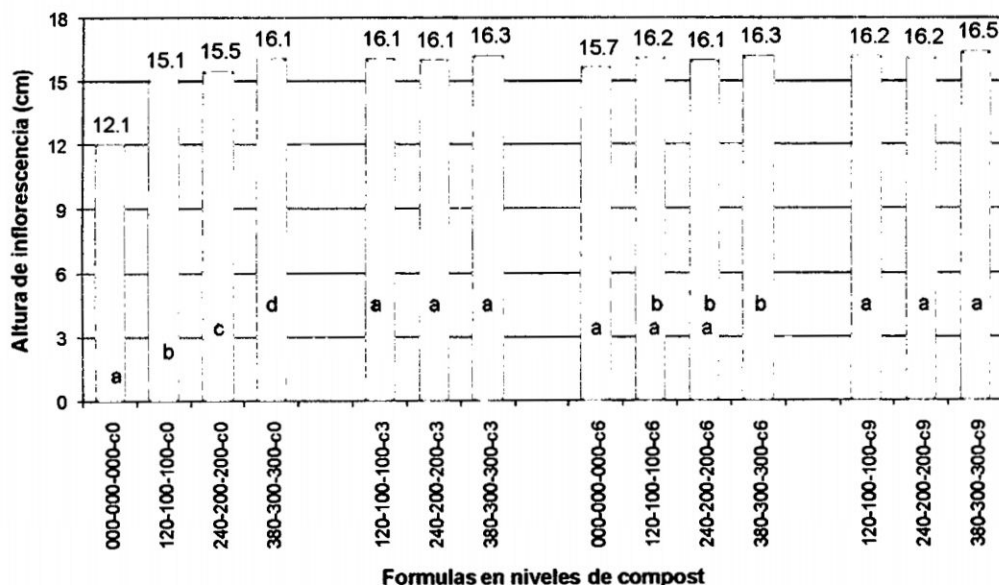


Figura 3.6. Efectos simples de fórmulas de fertilización química en cada nivel de compost en la altura polar de la inflorescencia del brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

En todos los casos se observa que la altura polar de la inflorescencia se diferencia significativamente entre los niveles de fórmula en cada nivel de compost, en el caso de fórmulas en compost 0 el mayor incremento de la altura de inflorescencia (16.1 cm) se encontró con la fórmula 380 – 300 – 300 de NPK, mientras que en el caso de fórmulas en compost 3, compost 6 el mayor incremento de altura de inflorescencia (16.3cm) y con las formulas en compost 9 el mayor incremento de la altura de inflorescencia (16.5cm) se dieron con la mayor dosis de fertilización química (380 – 300 – 300).

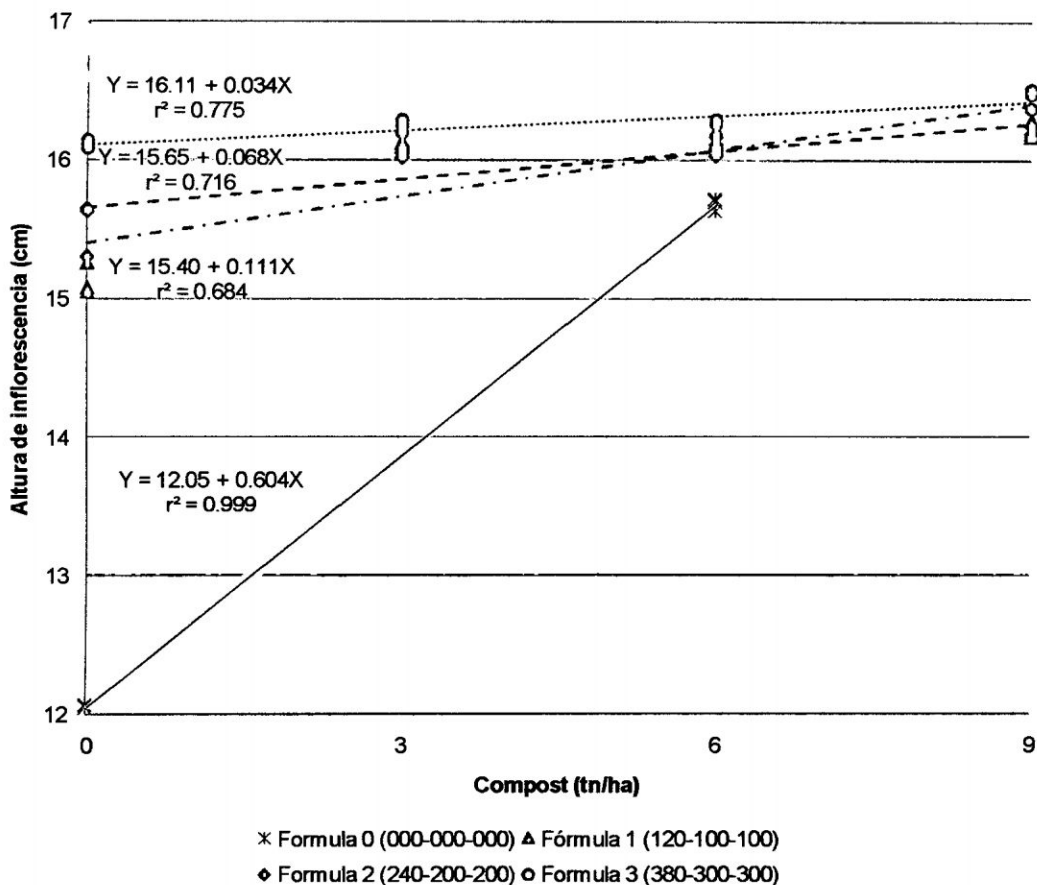


Figura 3.7. Efectos simples del compost en cada fórmula de fertilización química en la altura polar de la inflorescencia del brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

De las regresiones lineales (figura 3.7) se puede observar que existe una relación directa en la altura polar de la inflorescencia del brócoli debido a la adición de niveles de compost en cada fórmula de fertilización química, incluyendo la formula química 0, encontrándose en cada caso que a mayor cantidad de compost la altura polar de la inflorescencia se incrementa. Se puede deducir que cuando operan solamente las fórmulas químicas, es decir no se aplica compost, los pesos de planta ajustados

son: 12.05 cm para la fórmula 0, 15.40cm para la fórmula 1, 15.65cm para la fórmula 2 y 16.11cm para la fórmula 3. También por la adición de 1 tonelada de compost sobre cada fórmula química el incremento de altura de la inflorescencia en cada caso es: 0.604 cm para la fórmula 0, 0.111 cm. para la fórmula 1, 0.068cm para la fórmula 2 y 0.034cm. para la fórmula 3. Es evidente que a mayores incrementos de compost sobre cada fórmula se incrementa la altura polar de inflorescencia, lográndose los mayores incrementos cuando se opera sobre la fórmula 3 (380 – 300 – 300 de NPK).

Comparando el trabajo realizado por Altamirano (2002), las variedades Sprouting y Green Storm son las que presentan los mayores valores de altura de inflorescencia de 10,6 y 10,00cm respectivamente, sin que exista entre ellos diferencia estadística. Sin embargo estas dos variedades superan estadísticamente a la variedad Calabresse que reporta un valor de 8,09cm. En el presente trabajo realizado se obtuvo un promedio de 12.1 a 16.5cm de altura polar de inflorescencia con el testigo y una fórmula de abonamiento de 380 – 300 – 300 de NPK y 9t.ha⁻¹ de compost.

Comparando el trabajo realizado por Tudelano (2002), el tratamiento que reporta mayor altura de inflorescencia fue el de 300-200-150 de NPK, con una altura promedio de 12.27; mientras que las

inflorescencia de menor altura se da con el tratamiento de 00-200-150 de NPK con altura de inflorescencia de 7.79, en el presente trabajo realizado se obtuvo una altura polar de la inflorescencia promedio de 12.1 a 16.5cm, con el testigo y una fórmula de abonamiento de 380 – 300 – 300 de NPK y 9t.ha⁻¹ de compost.

3.2.2. Del Diámetro Ecuatorial de la inflorescencia del brócoli:

Cuadro 3.8. Análisis de variancia del diámetro ecuatorial de la inflorescencia del brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho – 2009.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc	
Bloque	2	0.013	0.007	0.7	0.522	
Tratamiento	13	153.251	11.789	1178.9	<.0001	**
Fórmula (F)	2	4.857	2.429	242.9	<.0001	**
Compost (C)	3	28.784	9.595	959.5	<.0001	**
F x C	6	1.147	0.191	19.1	<.0001	**
Factorial vs Testigos	1	72.536	72.536	7253.6	<.0001	**
Testigo 1 vs Testigo 2	1	45.927	45.927	4592.7	<.0001	**
Error	26	0.260	0.010			
Total	41	153.525				

CV (%) = 0.74%

En el análisis de variancia para el diámetro ecuatorial de la inflorescencia del brócoli (cuadro 3.8), no se encontró diferencia estadística significativa en la fuente de variación bloque, se encontró diferencia estadística altamente significativa para los efectos principales de fórmulas de fertilización, niveles de compost, efectos de interacción, factorial vs testigo y entre testigos; con un coeficiente de variación de

0.74%, por lo que se procedió al estudio combinado de ambos factores incluyendo los testigos adicionales.

Cuadro 3.9. Análisis de variancia de efectos simples del diámetro ecuatorial de la inflorescencia de brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc	
Fórmula en C ₀	3	69.69	23.23	2323	<.0001	**
Fórmula en C ₃	2	1.68	0.84	84	<.0001	**
Fórmula en C ₆	3	5.28	1.76	176	<.0001	**
Fórmula en C ₉	2	1.42	0.71	71	<.0001	**
Compost en F ₁	3	8.62	2.87	287	<.0001	**
Compost en F ₂	3	12.31	4.10	410	<.0001	**
Compost en F ₃	3	9.01	3.00	300	<.0001	**
Compost en F ₀	1	45.93	45.93	4593	<.0001	**

Realizado el estudio de efectos simples del diámetro de la inflorescencia del brócoli (cuadro 3.9), se encontró diferencia estadística altamente significativa entre fórmulas de fertilización en cada nivel de compost y de niveles de compost en cada fórmula de fertilización, procediéndose a realizar la prueba de contraste de Tukey en el caso de fórmulas en niveles.

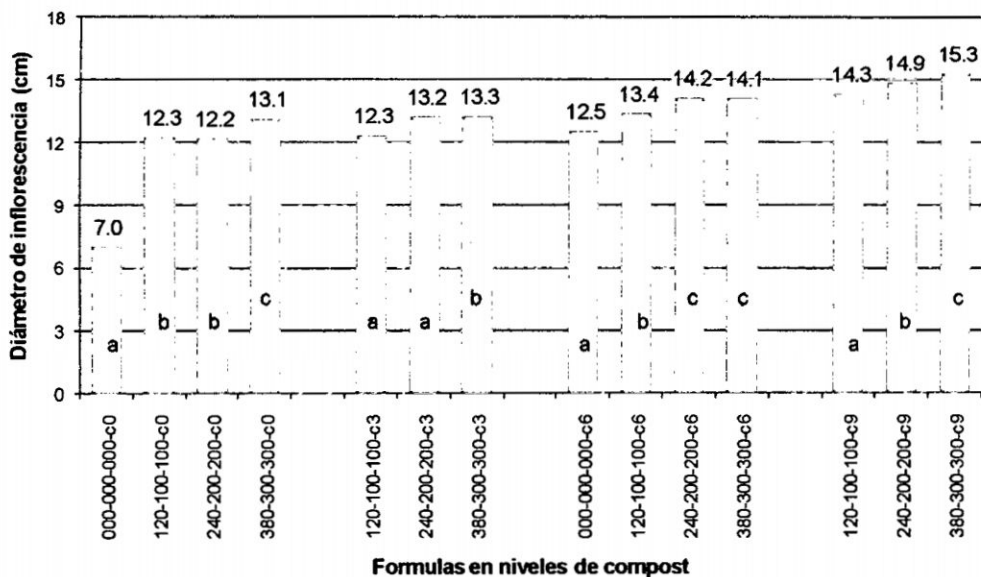


Figura 3.8. Efectos simples de fórmulas de fertilización química en cada nivel de compost en el diámetro de inflorescencia de brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

En todos los casos se observa que el diámetro ecuatorial de la inflorescencia de brócoli, se diferencia significativamente entre los niveles de fórmula en cada nivel de compost, en el caso de fórmulas en compost 0 el mayor incremento de la línea ecuatorial de la inflorescencia (13.1 cm) se encontró con la fórmula 380 – 300 – 300 de NPK, mientras que en el caso de fórmulas en compost 3, compost 6 y compost 9 el mayor incremento de la altura de inflorescencia (13.3, 14.1 y 15.3 cm) se dieron con la mayor dosis de fertilización química (380 – 300 – 300).

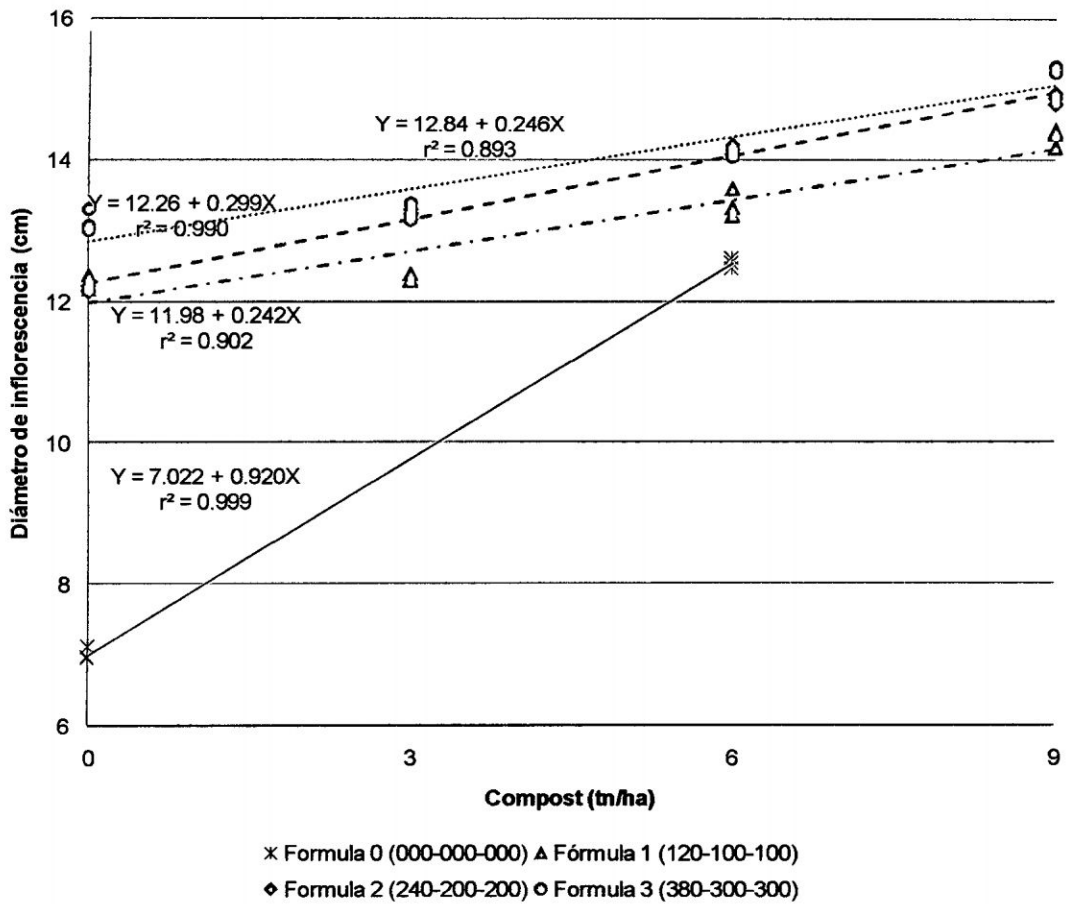


Figura 3.9. Efectos simples del compost en cada fórmula de fertilización química en el diámetro ecuatorial de la inflorescencia de brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

De las regresiones lineales (figura 3.9) se puede observar que existe una relación directa del diámetro ecuatorial de inflorescencia de brócoli debido a la adición de niveles de compost en cada fórmula de fertilización química, incluido la formula química 0, encontrándose en cada caso que a mayor cantidad de compost el diámetro ecuatorial de la inflorescencia se incrementa. Se puede deducir que cuando operan solamente las fórmulas químicas, es decir no se aplica compost, los pesos

de planta ajustados son: 7.022cm para la fórmula 0, 11.98cm para la fórmula 1, 12.26cm para la fórmula 2 y 12.84cm para la fórmula 3. También por la adición de 1 tonelada de compost sobre cada fórmula química el incremento en el diámetro ecuatorial de la inflorescencia en cada caso es: 0.920cm para la fórmula 0, 0.242cm para la fórmula 1, 0.299cm para la fórmula 2 y 0.246cm para la fórmula 3. Es evidente que a mayores incrementos de compost sobre cada fórmula se incrementa el diámetro ecuatorial de la inflorescencia, lográndose los mayores incrementos cuando se opera sobre la fórmula 3 (380 – 300 – 300 de NPK). De los resultados se observa, que a niveles altos de nitrógeno y fósforo y potasio, conjuntamente con aportaciones crecientes de compost, se ve el incrementando el diámetro ecuatorial de la inflorescencia principal; mientras que los menores diámetros se dan con ausencia de N y P principalmente.

Comparando el trabajo realizado por Tudelano (2002), se observa que el tratamiento que reportó mayor diámetro de inflorescencia fue (300-200-150 de NPK) con 15.50cm; mientras que la inflorescencia de menor diámetro fue el tratamiento testigo con 7.99cm. En el presente trabajo se obtuvo valores casi similares del diámetro ecuatorial de la inflorescencia con promedio de 7.0 a 15.3cm con el testigo y una fertilización de 380 – 300 - 300 de NPK y $9t.ha^{-1}$ de compost. Mientras que en el presente trabajo se obtuvo diámetro ecuatorial de la inflorescencia con promedio de

15.3cm. con una fertilización de 380 – 300 - 300 de NPK y 9t.ha⁻¹ de compost.

Comparando el trabajo realizado por Altamirano (2002), las variedades Sprouting y Green Storm son los que presentan un mayor diámetro de inflorescencia con 12,19 y 11,90cm respectivamente sin que entre ellos exista diferencia significativa los mismos que superan a la variedad Calabresse con 8.63cm. En el presente trabajo se obtuvo un diámetro ecuatorial de la inflorescencia con promedio de 7.0 a 15.3cm con el testigo y una fertilización de 380 – 300 - 300 de NPK y 9t.ha⁻¹ de compost.

Comparando el trabajo realizado por Chuchón (1999), en condiciones de pampa del arco, bajo formulas de abonamiento inorgánico y orgánico de 19,33 hasta 22,21cm de diámetro de la inflorescencia. En el presente trabajo se obtuvo un diámetro ecuatorial de la inflorescencia con promedio de 7.0 a 15.3cm con el testigo y una fertilización de 380 – 300 - 300 de NPK y 9t.ha⁻¹ de compost.

Comparando el trabajo realizado por Guerra (1997), para condiciones de la molina -Lima, encontró valores de 13,67 a 16,71cm de diámetro de la inflorescencia para las variedades sprouting y Green Storm. En el presente trabajo se obtuvo un diámetro ecuatorial de la

inflorescencia en el cultivar Calabresse con promedio de 15.3cm. con una fertilización de 380 – 300 - 300 de NPK y 9t.ha⁻¹ de compost.

Comparando el trabajo realizado por Orellana (2003), de los resultados obtenidos del diámetro ecuatorial se observa que los resultados promedios varían de 8,49 a 14,06cm con los tratamientos (00-00) y (5-25) de guano de isla y compost respectivamente, produciendo un incremento del diámetro ecuatorial de 39,62% con respecto al tratamiento testigo. En el presente trabajo realizado con fertilización química y adicionando compost a base de residuos de camal, se obtuvo un promedio de diámetro ecuatorial de la inflorescencia de 7.0 a 15.3cm. con el testigo y una fertilización de 380 – 300 - 300 de NPK y 9t.ha⁻¹ de compost.

3.3. RENDIMIENTO TOTAL DE INFLORESCENCIAS:

Cuadro 3.10. Análisis de variancia del rendimiento de inflorescencia de brócoli, con diferentes niveles de fertilización química y orgánica. Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc	
Bloque	2	0.001	0.0004	1.6	0.2123	
Tratamiento	13	120.403	9.2618	38100.3	<.0001	**
Fórmula (F)	2	54.125	27.0626	111328.4	<.0001	**
Compost (C)	3	20.593	6.8645	28238.7	<.0001	**
F x C	6	1.839	0.3065	1260.9	<.0001	**
Factorial vs Testigos	1	39.392	39.3918	162047.2	<.0001	**
Testigo 1 vs Testigo 2	1	4.453	4.4531	18318.8	<.0001	**
Error	26	0.006	0.0002			
Total	41	120.410				

CV = 0.20%

En el análisis de variancia para el rendimiento de inflorescencia del brócoli (cuadro 3.10), no se encontró diferencia estadística significativa en la fuente de variación bloque, se encontró diferencia estadística altamente significativa para los efectos principales de fórmulas de fertilización, niveles de compost, efectos de interacción, factorial vs testigo y entre testigos; con un coeficiente de variación de 0.20%, por lo que se procedió al estudio combinado de ambos factores incluyendo los testigos adicionales.

Cuadro 3.11. Análisis de variancia de efectos simples del rendimiento de inflorescencia de brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc	
Fórmula en C ₀	3	28.28	9.43	38780	<.0001	**
Fórmula en C ₃	2	15.52	7.76	31926	<.0001	**
Fórmula en C ₆	3	25.82	8.61	35409	<.0001	**
Fórmula en C ₉	2	12.42	6.21	25552	<.0001	**
Compost en F ₁	3	7.79	2.60	10688	<.0001	**
Compost en F ₂	3	7.44	2.48	10208	<.0001	**
Compost en F ₃	3	7.19	2.40	9864	<.0001	**
Compost en F ₀	1	4.45	4.45	18319	<.0001	**

Realizado el estudio de efectos simples del peso de planta de brócoli (cuadro 3.11), se encontró diferencia estadística altamente significativa entre fórmulas de fertilización en cada nivel de compost y de niveles de compost en cada fórmula de fertilización, procediéndose a realizar la prueba de contraste de Tukey en el caso de fórmulas en niveles.

Cuadro 3.12. Prueba de Tukey del rendimiento de inflorescencias del brócoli.

Tratamiento	Fórmula	Compost t.ha ⁻¹	Rendimiento t.ha ⁻¹	Tukey (0.05)
t12	380-300-300	9	10.011	a
t11	380-300-300	6	8.771	b
t10	380-300-300	3	8.583	c
t08	240-200-200	9	8.338	d
t07	240-200-200	6	8.220	e
t09	380-300-300	0	7.860	f
t04	120-100-100	9	7.147	g
t06	240-200-200	3	7.124	g
t05	240-200-200	0	6.440	h
t03	120-100-100	6	5.707	i
t14	000-000-000	6	5.478	j
t02	120-100-100	3	5.371	k
t01	120-100-100	0	5.031	l
t13	000-000-000	0	3.755	m

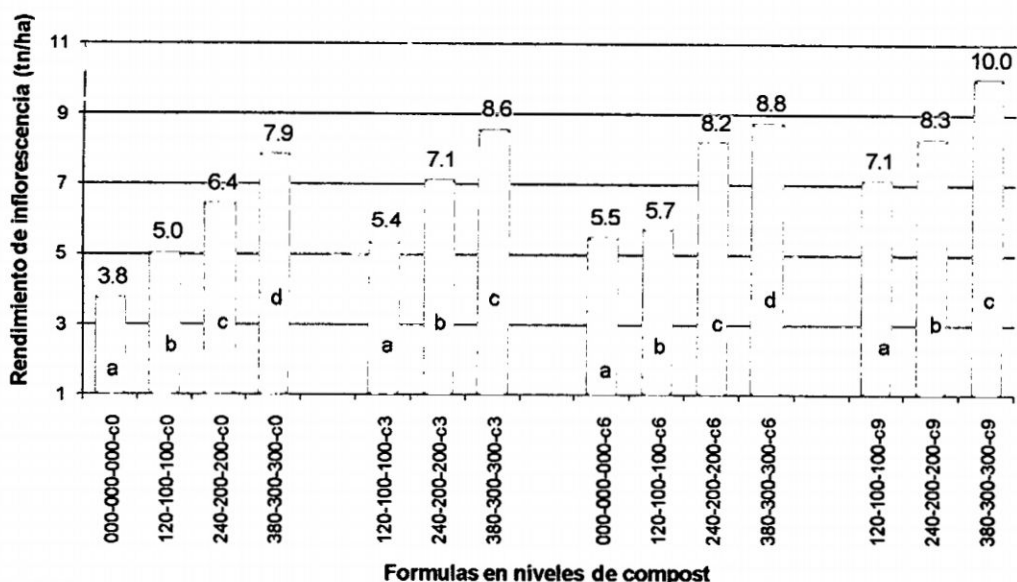


Figura 3.10. Efectos simples de fórmulas de fertilización química en cada nivel de compost en el rendimiento de inflorescencia de brócoli. Canaán 2,750 m.s.n.m. Ayacucho - 2009.

En todos los casos se observa que el rendimiento de inflorescencia se diferencia significativamente entre los niveles de fórmula en cada nivel de compost, en el caso de fórmulas en compost 0 el mayor incremento de rendimiento de inflorescencia ($7.9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) se encontró con la fórmula 380 – 300 – 300, mientras que en el caso de fórmulas en compost 3, compost 6 y compost 9, el mayor incremento de altura de inflorescencia (8.5 , 8.8 y $10.0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), se dieron con la mayor dosis de fertilización química (380 – 300 – 300 de NPK).

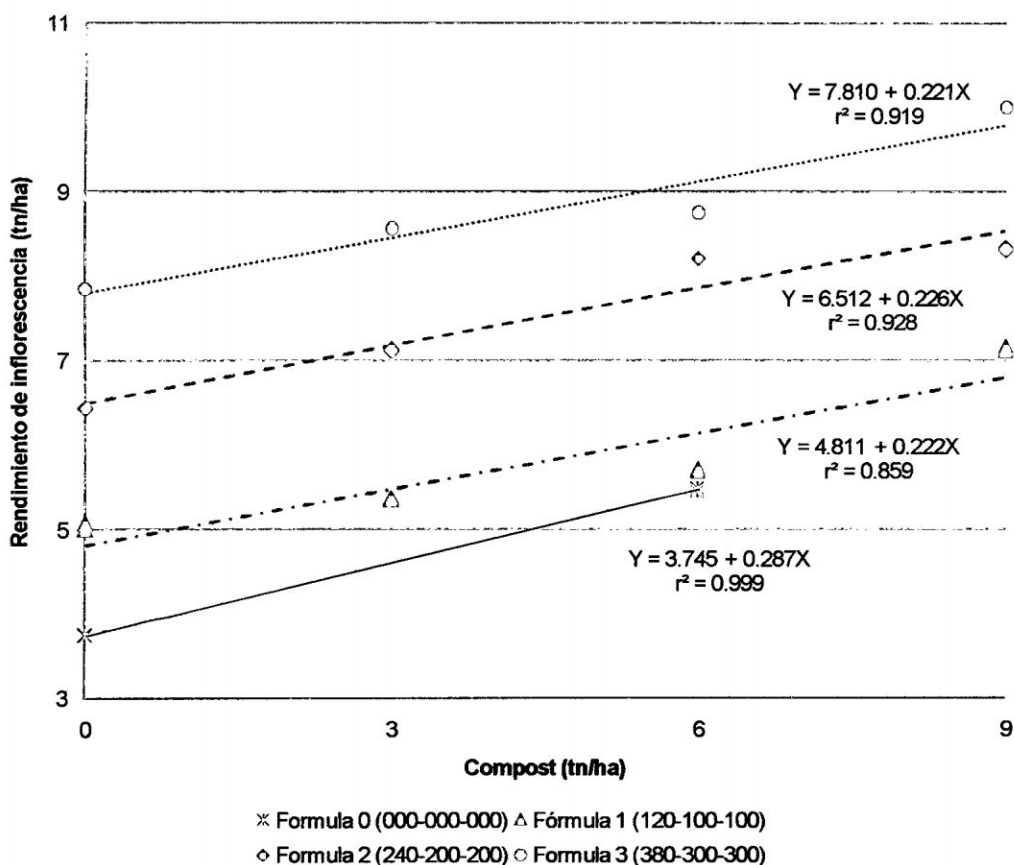


Figura 3.11. Efectos simples del compost en cada fórmula de fertilización química en el rendimiento de inflorescencia de brócoli, Canaán (2,750 m.s.n.m.) Ayacucho - 2009.

De las regresiones lineales (figura 3.11) se puede observar que existe una relación directa en el rendimiento de inflorescencia de brócoli debido a la adición de niveles de compost en cada fórmula de fertilización química, incluido la fórmula química 0, encontrándose en cada caso que a mayor cantidad de compost en el rendimiento de la inflorescencia del brócoli se incrementa. Se puede deducir que cuando operan solamente

las fórmulas químicas, es decir no se aplica compost, los pesos de planta ajustados son: 3.745 t.ha⁻¹ para la fórmula 0, 4.811 t.ha⁻¹ para la fórmula 1, 6.512 t.ha⁻¹ para la fórmula 2 y 7.810 t.ha⁻¹ para la fórmula 3. También por la adición de 1 tonelada de compost sobre cada fórmula química el incremento en el rendimiento de inflorescencia del brócoli en cada caso es: 0.287 t.ha⁻¹ para la fórmula 0, 0.222 t.ha⁻¹ para la fórmula 1, 0.226 t.ha⁻¹ para la fórmula 2 y 0.221 t.ha⁻¹ para la fórmula 3. Es evidente que a mayores incrementos de compost sobre cada fórmula se mejora la productividad del rendimiento de la inflorescencia del brócoli, lográndose los mayores incrementos cuando se opera sobre la fórmula 3 (380 – 300 – 300 de NPK).

Comparando con el trabajo realizado por Chuchón (1999), bajo condiciones de fertilizante fosfórico y nitro fosfórico con materia orgánica (humus de lombriz) encontró valores de 2,424.9 kg.ha⁻¹. En el presente trabajo realizado se obtuvo un promedio de rendimiento de 5,500 kg.ha⁻¹ con el testigo adicional con 6tn/ha de compost., y 10,000 kg.ha⁻¹ con la fórmula de 380 – 300 – 300 de KNP y 9 t.ha⁻¹ de compost, ambas fórmulas de abonamiento superan a lo encontrado por Chuchón (1999).

Comparando con el trabajo realizado Tudelano (2002), el mayor rendimiento correspondiente al tratamiento (300-200-150 de NPK) de 5,33.8 k.ha⁻¹, mientras que el rendimiento menor es de 2,693.88 k.ha⁻¹

con el testigo (00-00-00 de NPK). En el presente trabajo de $10,000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ con una fórmula de abonamiento de 380 – 300 – 300 de NPK y $9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de compost y el testigo de $3,800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, superando en el rendimiento el presente trabajo.

Comparando con el trabajo realizado Altamirano (2002), los rendimientos de la variedad Calabresse reporta rendimientos de $2,480.7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. En el presente trabajo se encontró $10,000 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ con la fórmula de abonamiento de 380 – 300 – 300 de NPK y $9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de compost, superando al experimento realizado por Altamirano (2002).

Comparando con el trabajo realizado por Canales (2003), el resultado promedio de los rendimientos, se observan entre 5,380 a 13,692 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ con los tratamientos testigo y 80 kg de N x 0.40 m entre plantas. En el presente trabajo se obtuvo rendimiento promedio de $10,000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ con la fórmula de abonamiento de 380 – 300 – 300 de NPK y $9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de compost y $3,800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ con el testigo. Esta diferencia se produce a la época de producción, ya que la formación y crecimiento de las pellas es influenciada por el clima de la estación.

Comparando con el trabajo realizado por Orellana (2004), el rendimiento entre 3,566 a $12,421 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ con los tratamientos (00-00) y (05-25) de gallinaza y compost. En el presente trabajo se obtuvo

rendimiento promedio de $10,000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ con la fórmula de abonamiento de $380 - 300 - 300$ de NPK y $9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de compost y $3,800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ con el testigo, es así que se demuestra que el incremento de materia orgánica incrementa la absorción de nutrientes por la planta reflejada en el rendimiento del cultivo.

Dufault y Waters (1985), señalan que las dosis altas de nitrógeno favorecen un mayor promedio de la inflorescencia, lo que concuerda con Ibieta (1985) quien encontró que el rendimiento expresado en peso y el porcentaje de cabeza de primera se incremento a medida que aumento la fertilización nitrogenada.

Sánchez y Loria (1974), demostraron que el abonamiento nitrogenado tiene un alto significado en la producción del cultivo de brócoli, siendo su efecto cuadrático sobre el rendimiento, en su investigación obtuvo máximos rendimientos con aplicaciones de nitrógeno en $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. La aplicación de nitrógeno $400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ atrasó la maduración, aumento el crecimiento vegetativo y produjo un desbalance con los otros nutrientes, disminuyendo así el rendimiento, pero el fósforo y potasio no afectan la producción del brócoli, por que el brócoli es muy eficiente en absorber el fósforo del suelo y las crucíferas no necesitan de mucho potasio, por lo que se recomienda aplicar poco. Sin embargo, añade que hay interacciones significativas entre los elementos mayores

por lo tanto se recomienda aplicar fósforo y potasio en pocas cantidades, pero siempre para seguridad del cultivo sus dosis deben satisfacer la demanda de la planta y armonizar simultáneamente con la exigencia del nitrógeno.

Se observa que a medida que se incrementa el compost hay un incremento del peso promedio de la inflorescencia como muestran los tratamientos (380 – 300 – 300 de NPK), adicionando 9 y 6 t.ha⁻¹ de compost a base de residuos de camal con un peso promedio de 280.10 y 245.00g respectivamente.

3.4 MÉRITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS:

El análisis económico de los tratamientos en base al rendimiento de la inflorescencia comercial que se presenta en el Cuadro 3.3.1, los mismos que han sido realizados teniendo en cuenta los costos de producción y los ingresos por ventas correspondientes, dependiendo la calidad y el peso de la inflorescencia (pella) del brócoli.

3.3.1 Cuadro de costos económicos y rentabilidad del rendimiento de la inflorescencia (pella).

TRATAMIENTOS		RDTO. Kg/Ha	PRECIO (S./kg)	INGRESO POR VENTAS (S.)	COSTO DE PRODUCC. (S.)	UTILIDAD (S.)	RENTAB. (%)
FORMULAS	COMPOST t/ha						
T 1	0	5000,0	1,00	5000,00	3776,9	1223,10	32,38%
T 2	3	5400,0	1,30	7020,00	4676,9	2343,10	50,10%
T 3	6	5700,0	1,50	8550,00	5576,4	2973,60	53,32%
T 4	9	7100,0	2,00	14200,00	6476,4	7723,60	119,26%
T 5	0	6400,0	1,50	9600,00	5185,9	4414,10	85,12%
T 6	3	7100,0	1,80	12780,00	6085,9	6694,10	109,99%
T 7	6	8200,0	2,00	16400,00	6985,9	9414,10	134,76%
T 8	9	8300,0	2,50	20750,00	7885,9	12864,10	163,13%
T 9	0	7900,0	1,80	14220,00	5749,9	8470,10	147,31%
T 10	3	8600,0	2,00	17200,00	6649,9	10550,10	158,65%
T 11	6	8800,0	2,50	22000,00	7549,9	14450,10	191,39%
T 12	9	10000,0	3,00	30000,00	8449,9	21550,10	255,03%
T 13	0	3800,0	0,50	1900,00	1400	500,00	35,71%
T 14	6	5500,0	1,00	5500,00	2300	3200,00	139,13%

El cuadro muestra la mayor utilidad que se obtuvo fue con el tratamiento que recibió la fertilización inorgánica de 380 – 300 - 300 de NPK y 9.0 t.ha⁻¹ de compost de residuos de camal en el que nos arroja una rentabilidad de 255,03 %.

Seguido por lo tratamiento que recibió la fertilización inorgánica de de 280 – 200 – 200 de NPK y 9.0 t.ha⁻¹ de compost de residuos de camal en el que nos arroja una rentabilidad de 163,13 %.

El tratamiento que recibió la fertilización inorgánica de de 120 – 100 – 100 de NPK y 9.0 t.ha⁻¹ de compost de residuos de camal en el que nos arroja una rentabilidad de 119,26 %.

Mientras que el testigo adicional con 6.0 t.ha⁻¹ de compost de residuos de camal arroja una rentabilidad de 139,17%, superando al testigo que no tuvo fertilización alguna con 35,71%.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES:

1. La respuesta en la precocidad por efecto de los tratamientos en el brócoli variedad Calabresse no ha mostrado diferencia, cosechándose a los 147 días después del trasplante
2. El máximo peso de la planta se obtiene con la fertilización de 380 – 300 – 300 de NPK con 9.0 t.ha⁻¹ de compost con un promedio por planta de 2202 g, el testigo adicional de 6 t.ha⁻¹ de compost se obtiene un promedio de 1200g y el testigo absoluto con 801g.
3. Existe una respuesta en el número de hojas por planta a la aplicación de las fórmulas de fertilización y el abonamiento orgánico con compost a base de residuos de camal, 380 – 300 – 300 de NPK con 9.0 t.ha⁻¹ de compost con un promedio por planta de 41.7 hojas, con el testigo adicional de 6 t.ha⁻¹ de compost se

obtiene un promedio de 39.1 hojas y el testigo absoluto con 31.2 hojas.

4. La máxima altura de planta se obtuvo con la fórmula 380 – 300 – 300 de NPK con 9.0 t.ha⁻¹ de compost con un promedio por planta de 50.2cm, con el testigo adicional de 6 t.ha⁻¹ de compost se obtiene un promedio de 50.0cm. y el testigo absoluto con 48.4cm.
5. Existe una respuesta en la altura de la inflorescencia en los tratamientos donde se incrementa el compost. Obteniéndose los máximos promedios con la fórmula 380 – 300 – 300 de NPK con 9.0 t.ha⁻¹ de compost con un promedio de altura de inflorescencia de 16.5cm, con el testigo adicional de 6 t.ha⁻¹ de compost se obtiene un promedio de 15.7cm y el testigo absoluto con 12.1cm.
6. En forma general se puede indicar que el diámetro de la inflorescencia está influenciada por la fertilización orgánica e inorgánica, obteniéndose así con la fórmula 380 – 300 – 300 de NPK mas 9.0 t.ha⁻¹ de compost un promedio de diámetro ecuatorial de inflorescencia de 15.3cm, con el testigo adicional de 6 t.ha⁻¹ de compost se obtiene un promedio de 12.5cm y el testigo absoluto con 7.0cm.
7. Existe una respuesta a la fertilización orgánica e inorgánica en el peso de la inflorescencia, con la fórmula de fertilización 380 – 300 – 300 de NPK y 9 t.ha⁻¹ de compost se obtiene mayor peso

promedio de la inflorescencia con 280.30g, superando a todos los tratamientos.

8. Existe una gran respuesta a la fertilización inorgánica y el abonamiento orgánico en sus diferentes niveles, la fórmula de fertilización de 380 – 300 – 300 de NPK y 9.0t.ha⁻¹ de compost es el que muestra un mayor rendimiento de pellas de brócoli con 10.0t.ha⁻¹, el testigo adicional con 6.0 t.ha⁻¹ un rendimiento de pellas de brócoli con 5.5t.ha⁻¹ y el testigo que no recibió ningún tipo de abonamiento arroja un rendimiento de 3.8t.ha⁻¹ de pellas de brócoli.

9. El tratamiento con la mayor rentabilidad fue el que tuvo la fórmula de abonamiento alta con 380 – 300 – 300 de NPK y 9.0 t.ha⁻¹ de compost de residuos de camal con una rentabilidad de 255.03%. El testigo adicional con 6.0 t/ha⁻¹ de compost de residuos de camal reporta una rentabilidad del 139.13%, superando al tratamiento con abonamiento de 120 – 100 – 100 de NPK y 9 t.ha⁻¹ de compost de residuos de camal que tiene una rentabilidad de 119.26% y al testigo que no tuvo fertilización alguna con 35.71%.

4.2 RECOMENDACIONES:

1. En base a la categoría de la inflorescencia y el merito económico se recomienda la fertilización alta con el mayor nivel de compost, 9.0 t.ha^{-1} .
2. Realizar ensayos similares en diferentes épocas de instalación del cultivo y a diferentes altitudes en la región, para obtener resultados promedios del rendimiento kg.ha^{-1} .
3. Recomendar el estudio de factores como la densidad de siembra e introducir nuevas variedades.
4. Realizar pruebas de fertilización en donde acompañen a todos los tratamientos cantidades de materia orgánica diferentes a los ya estudiados con el fin de comparar su efecto benéfico en los rendimientos.

RESUMEN

Bajo las condiciones de Canaán a 2,750 msnm se condujo el experimento de fertilización orgánica e inorgánica en la producción de brócoli, se evaluó la respuesta de la productividad de la inflorescencia comercial, en un experimento factorial de 3 F x 4 N. Se estudio las fórmulas de fertilizaciones, f_1 bajo: 120 – 100 – 100 de NPK, f_2 medio: 240 – 200 – 200 de NPK y una f_3 alto: 380 – 300 – 300 de NPK, como segundo factor el abonamiento orgánico de compost de residuos de camal con los niveles de 0.0, 3.0, 6.0 y 9.0 t.ha⁻¹. Se adicionó al experimento dos tratamientos adicionales el primero sin abonamiento ni fertilización, el segundo con 6.0 t.ha⁻¹ de compost de residuos de camal. El experimento tuvo como objetivos: Determinar el mejor nivel de abonamiento inorgánico y orgánico en los caracteres de planta e inflorescencia de brócoli; Determinar el mejor nivel de abonamiento inorgánico y orgánico en el rendimiento del brócoli y Estudiar el merito económico de los tratamientos. La cosecha de las pellas de brócoli fue escalonada, se obtuvo respuesta a la fertilización orgánica e inorgánica en la categoría y productividad de las pellas de brócoli. Las conclusiones fueron: el diámetro ecuatorial de la inflorescencia está influenciada por la fertilización orgánica e inorgánica. La fórmula de fertilización de 380 – 300 -300 de NPK, supera ligeramente a la fórmula media y baja con el nivel alto de compost obteniendo diámetros de 15.3, 14.9 y 14.3cm

respectivamente; existe una respuesta a la fertilización orgánica e inorgánica en el peso de la inflorescencia, esto se observa que con la alta fórmula de fertilización y el nivel alto del compost se obtiene una mayor respuesta en el peso promedio de la pella que es de 280.30g, superando a todos los tratamientos. En el rendimiento, existe una gran respuesta a la fertilización inorgánica y el abonamiento orgánico en sus diferentes niveles, el testigo con 6.0 t.ha⁻¹ de compost supera estadísticamente al testigo. La fertilización de 380 – 300 -300 de NPK y 9.0 t.ha⁻¹ de compost presenta mayor productividad de pellas de brócoli con 10.0 t.ha⁻¹ y con la mayor rentabilidad de 255.03 %.

BIBLIOGRAFIA

1. **ABAD, M; NOGUERA, P Y NOGUERA, V. 1995.** Turba para semilleros, II Jornadas sobre semillas y semillero hortícola Edic. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
2. **AGROECONOMICO. 1991.** Manejo de Cosecha y Post - cosecha de principales Productos Hortícolas. Lima – Perú.
3. **ALTAMIRANO, S. 2002.** Influencia de la Fertilización N – P – K en tres variedades de Brócoli, Ayacucho a 2750 m.s.n.m. Tesis Ing. Agronomo – UNSCH –Ayacucho.
4. **BOUQUET A. G. 1950.** Sprontig broccol. Estension bulletin 704. Oregon State College.
5. **BRAVO, A. 1986.** Monografias Horticolas. Pontificia Univercidad Catolica de Chile. Corfo Brocoli. Santiago - Chile.
6. **CBROCOLI FISILOGIA, 2003.** <http://www.cbrocoli.com/>.
7. **CAMASCA, V. A. 1994.** Horticultura Práctica. Consejo Nacional De Ciencias Y Tecnología. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho.
8. **CANALES, R. 2003.** Efecto de Tres Niveles de Nitrógeno y Tres Distanciamientos Entre Plantas en el Rendimiento del Brocoli (*Brassica oleracea* Variedad Itálica – Cultivar Pirate), Tesis Ing. Agrónomo – UNSCH –Ayacucho.

9. **CASSERES, G. 1997.** Producción de hortalizas. 2da Edición IICA. San José de Costa Rica.
10. **CHUCHON, Q. 1999.** Efecto de la Fertilización Fosfórica y Nitro potásica con Humuz de Lombriz y Riego de Alta Frecuencia en el Rendimiento del Brócoli. Tesis Ing. Agrónomo – UNSCH – Ayacucho.
11. **CONFEDERACION NACIONAL AGRARIA, 1999.** El Compost. Manual Técnico, Lima Perú.
12. **CUNNINGHAM H. G. 1983.** Tendencia en el uso de Macro nutrientes. Micronutrientes en Agricultura. Martudet del Giordano P.P. y Lindsay N.L. Primera Edicion A.G.T.
13. **CUTCLIFFE, A. 1971.** Effects of plant population, nitrogen and harvest date on yield and maturity f. single – harvested broccoli.
14. **CRUZ, R. 1996.** Efecto de la Fertilización NPK y de micro nutrientes en el rendimiento del brócoli cv. Packman Tesis Ing. Agrónomo – UNALM –Lima.
15. **DELGADO DE LA FLOR, B. F. et. al. 1998.** Cultivos Hortícolas. Datos Básicos. CONCYTEC. Lima – Perú.
16. **DRAGUER, I. 1981.** El Cultivo de Brócoli. Una hortaliza nueva en el mercado chileno. Revista “El Campesino” N° 112 Chile.
17. **DUFAULT R. J. 1988.** Nitrogen and phosphorus requirements for greenhouse broccoli production hortsciencie.

18. **DUFAULT R. J. y WATERS. 1985** Interaction of Nitrogen Fertility and Plant Population on Transplanted Brócoli and Colifowers. Year. Hort Science 20.
19. **FRANCO, A; ESTEBAN, C. y RODRIGUEZ, C. 1993.** Effects of salinity on various growth stages of muskmelon cv. Revigal. Journal of Horticultural Science.
20. **GUERRA, M. 1997.** Efecto del Momento y Dosis de Fertilización Nitrogenada, con y sin Materia Orgánica en el cultivo de brócoli. Tesis Ing. Agrónomo – UNSCH –Ayacucho.
21. **GUERRERO, J. 1993.** Abonos orgánicos – tecnología para el manejo ecológico del suelo red de acción en alternativas al uso de agroquímicos – R.A.A.A. Lima.
22. **GROS, A. 1971.** Abonos guía de práctica de la fertilización. Edic. Mundi Prensa, Madrid España.
23. **HARA, T y Y. SONODA. 1979.** The role of macronutrients for cabbage – head formation. I. contribution to cabbage head formation of Nitrogen, phosphorus or potassium supply of different growth stages. Soil science and plant nutrition. Tokio.
24. **HIPP, W. 1974.** Influence of nitrogen and maturity rate on hollow stem of brócoli. HortScience.
25. **HIPP, W. 1972.** Influence of nitrogen and maturity rate on hollow stem of brócoli. HortScience.
26. **HOLLE, 1970.** Descripción de algunos cultivares oleiricos.

Programa Académico de Agronomía. Departamento de Horticultura. UNALM. Lima – Perú.

27. **HORI, Y. 1965.** Técnica de Cultivo e adubacao de hortalizas Tokio, Editora Nipón Ryuan Co.
28. **HUME et. al. 1972.** Producción Comercial de Coliflores, Coles Bruselas y otros cultivos a fines, Ed. ACRIBIA, Zaragoza – España.
29. **IBAÑEZ, R; y AGUIRRE, G. 1983.** Manual de Fertilidad de Suelos – UNSCH – Ayacucho.
30. **IBIETA, S., J. E. 1985.** Efectos de la Densidad de Población Nitrogenada sobre la Producción de Brócoli. Tesis Ing. Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento Ciencia Vegetal. Santiago de Chile.
31. **INFOAGRO, 2002.** Manejo integrado del brócoli, <http://www.infoagro.com/>.
32. **INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FÓSFORO, 1991.** Manual Internacional de Fertilidad se suelos 1ra Edic. USA.
33. **INSTITUTO RURAL VALLE GRANDE. 1994,** Datos Breves Sobre Hortalizas Lima – Perú.
34. **JIJON, C. 2002.** Producción de Hortalizas – Brócoli. CORPEI 2002.
35. **KAUTNY, F. 1982.** Erfahrungen mit brócoli. Gemuse (R.F.A.)
36. **KNOTT J. DEANAN J. 1967.** Vegetable Production in Southwest Asia University of Philipinen. College of Agriculture Philipinen.

- 37. KOWALENCO, C. 1983.** "Brocoli Responds to Nitrogen Application".
In: Research Review. Resumen Hort Abts. Vol 54.
- 38. KRARUP, C. 1992.** Seminario Sobre la Producción de Brócoli.
AGRIDEC. Quito – Ecuador.
- 39. MAROTO, J. 1986.** Horticultura Herbácea Especial. Edición Mundi
Prensa. Quinta Edición. México.
- 40. ORELLANA, C. 2004.** Producción Orgánica del Brócoli (*Brassica oleracea L. variedad itálica*), con riego por goteo, a 2,760 m.s.n.m.
Canaán – Ayacucho. Tesis M. Sc Ing. Agrónomo – UNSCH –
Ayacucho.
- 41. PERTERSON, 1984.** Comercial cole crops production brócoli
brussels sprouts, cabbage, cauliflowers.
- 42. PETOSED, 1990.** Cultivo del Brócoli flash Report. Santiago de
Chile.
- 43. SANCHEZ, C. y LORIA, W. 1974.** Nitrógeno, Fósforo y Potasio
para la Producción de Brócoli en Alajuela. Universidad de Costa
Rica.
Boletín Técnico Vol. 07.
- 44. TAMARO, D. 1960.** Manual de Horticultura. Edición Gustavo Pili
S.A. Quinta Edición. Barcelona – España.

45. **THE POTASH PHOSPHATE INSTITUTE. 1988.** Manual de fertilidad de suelos. Foundation for Agronomic Research. Georgi USA.
46. **THOMPSON L., M. 1974.** Suelo y su Fertilidad. 3ra. Edición – Edit. Reverté.
47. **TISDALE, S. L. 1985.** Fertilidad de Suelos y Fertilizantes 3ra Ed. México. UTEHA.
48. **TOLEDO, J. 1993.** Manejo Post Cosecha de Brócoli Departamento de Horticultura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
49. **TSUNODA S., K. HINATA, GOMEZ-CAMPO 1980.** Brassica crops and willdalliu, Japan Scientific Society Press.
50. **TUDELANO, 2002.** Influencia del N,P, y K en el Comportamiento Agronómico del Brócoli (*Brassica oleracea* Variedad Itálica) en Canaán - 2750 m.s.n.m. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo – UNSCH –Ayacucho.
51. **VALDEZ, L. 1994.** Producción de Hortalizas. 4ta edición. Ed. LIMUSA.
52. **YAMAGUCHI, M. 1983.** Crucifers in Word vegetable AVI Publishing Co. Wesport, Conecticut.

ANEXO

PARAMETROS DE PRECOCIDAD:

CUADRO A1: PARAMETROS DE PRECOCIDAD:

TRATAMIENTOS	ALMACIGO NDDS	PRENDIMIENTO NDDT	INICIO DE INFFLORESCENCIA NDDT	COSECHA			
				1	2	3	4
T1 : F1 + 0C	57	62	90 - 102	128	132	140	147
T2 : F1 + 3C	57	62	91 - 100	128	135	140	147
T3 : F1 + 6C	57	61	90 - 100	130	137	142	147
T4 : F1 + 9C	57	61	91 - 100	130	137	142	147
T5 : F2 + 0C	57	61	92 - 100	130	137	142	147
T6 : F2 + 3C	57	61	93 - 100	130	137	142	147
T7 : F2 + 6C	57	61	94 - 100	130	137	142	147
T8 : F2 + 9C	57	61	95 - 100	130	137	142	147
T9 : F3 + 0C	57	61	96 - 100	130	137	142	147
T10 : F3 + 3C	57	61	97 - 100	130	137	142	147
T11 : F3 + 6C	57	61	98 - 100	130	137	142	147
T12 : F3 + 9C	57	61	99 - 100	130	137	142	147
T13 : Testigo sin fertilización	57	63	85 - 100	125	130	135	-
T14 : 6 TM/ ha de compost de residuos de camal.	57	61	90 - 102	130	137	145	147

Como se muestra en el cuadro 01, que más es el efecto ambiental del suelo y de las plántulas al momento del transplante, en la precocidad.

CARACTERES DE LA PLANTA:

CUADRO A2: PESO DE BIOMASA TOTAL (gr)

BLOQUE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	983,2	1298,8	1300,4	1500,3	1300,2	1400,4	1498,6	1700,8	1200,0	1805,0	1808,3	2200,0	790,2	1200,3
II	984,4	1302,1	1300,2	1493,4	1300,3	1400,3	1499,5	1701,4	1201,8	1791,8	1808,3	2183,3	803,5	1200,2
III	982,5	1303,6	1300,5	1500,2	1350,0	1401,1	1500,5	1700,8	1200,0	1805,8	1783,3	2223,3	808,5	1200,3
Σ	2950,1	3904,5	3901,1	4493,9	3950,5	4201,8	4498,6	5103,0	3601,8	5402,6	5399,9	6606,6	2402,2	3600,8
Promedio	983,4	1301,5	1300,4	1498,0	1316,8	1400,6	1499,5	1701,0	1200,6	1800,9	1800,0	2202,2	800,7	1200,3

CUADRO A3: NUMERO DE HOJAS DE LA PLANTA DE BROCOLI.

BLOQUE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	32,8	38,5	39,8	41,6	38,6	39,3	40,1	40,0	40,1	40,6	41,1	41,8	31,6	39,0
II	33,0	38,5	39,6	41,3	38,5	39,0	40,5	40,6	40,3	40,0	41,1	41,3	30,6	38,6
III	32,6	37,5	39,5	41,3	38,8	38,6	40,0	40,1	40,3	40,4	41,6	42,0	31,1	39,5
Σ	98,4	114,5	118,9	124,2	115,9	116,9	120,6	120,7	120,7	121,0	123,8	125,1	93,3	117,1
Promedio	32,8	38,2	39,6	41,4	38,6	39,0	40,2	40,2	40,2	40,3	41,3	41,7	31,1	39,0

CUADRO A4: ALTURA DE PLANTA (Cm)

BLOQUE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	50,0	50,2	50,1	50,1	50,0	50,1	50,1	50,2	50,2	50,2	50,2	50,3	48,5	50,0
II	50,1	50,1	50,1	50,2	50,2	50,3	50,2	50,2	50,3	50,3	50,3	50,2	48,4	50,0
III	50,0	49,9	49,9	50,2	50,2	50,1	50,2	50,1	50,2	50,2	50,3	50,3	48,5	50,0
Σ	150,1	150,2	150,1	150,5	150,4	150,5	150,5	150,5	150,7	150,7	150,8	150,8	145,4	150,0
Promedio	50,0	50,1	50,0	50,2	50,1	50,2	50,2	50,1	50,2	50,2	50,3	50,3	48,5	50,0

CARACTERES DE LA INFLORESCENCIA:

CUADRO A5: ALTURA POLAR DE LA INFLORESCENCIA (Cm)

BLOQUE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	15,1	16,1	16,2	16,3	15,7	16,1	16,1	16,2	16,1	16,3	16,3	16,5	12,1	15,7
II	15,1	16,1	16,1	16,2	15,3	16,0	16,1	16,3	16,1	16,3	16,2	16,5	12,1	15,7
III	15,3	16,1	16,1	16,2	15,6	16,1	16,0	16,2	16,2	16,2	16,3	16,4	12,1	15,6
Σ	45,5	48,3	48,4	48,7	46,6	48,2	48,2	48,7	48,4	48,8	48,8	49,4	36,3	47,0
Promedio	15,2	16,1	16,1	16,2	15,5	16,1	16,1	16,2	16,1	16,3	16,3	16,5	12,1	15,7

CUADRO A6: DIAMETRO ECUATORIAL DE LA INFLORESCENCIA (Cm)

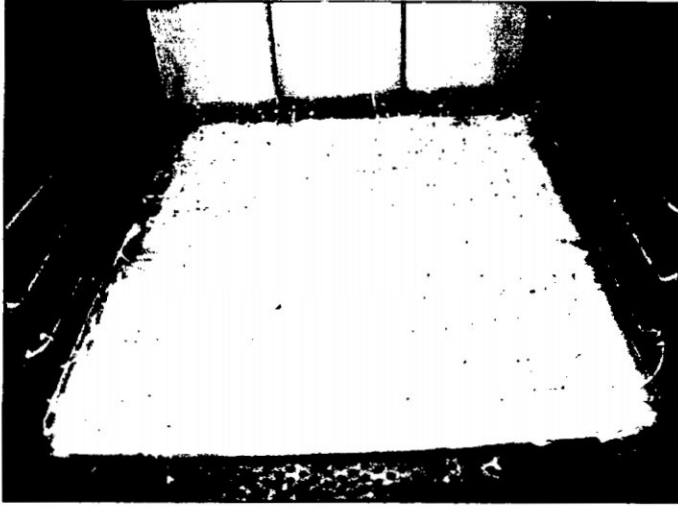
BLOQUE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	12,2	12,3	13,6	14,4	12,2	13,2	14,1	14,9	13,3	13,4	14,1	15,3	7,0	12,6
II	12,2	12,4	13,3	14,2	12,2	13,3	14,2	14,8	13,1	13,2	14,2	15,3	7,1	12,5
III	12,4	12,3	13,2	14,4	12,2	13,2	14,2	15,0	13,0	13,2	14,2	15,3	7,0	12,6
Σ	36,8	37,0	40,1	43,0	36,6	39,7	42,5	44,7	39,4	39,8	42,5	45,9	21,1	37,7
Promedio	12,3	12,3	13,4	14,3	12,2	13,2	14,2	14,9	13,1	13,3	14,2	15,3	7,0	12,6

RENDIMIENTO DE LA INFLORESCENCIA:

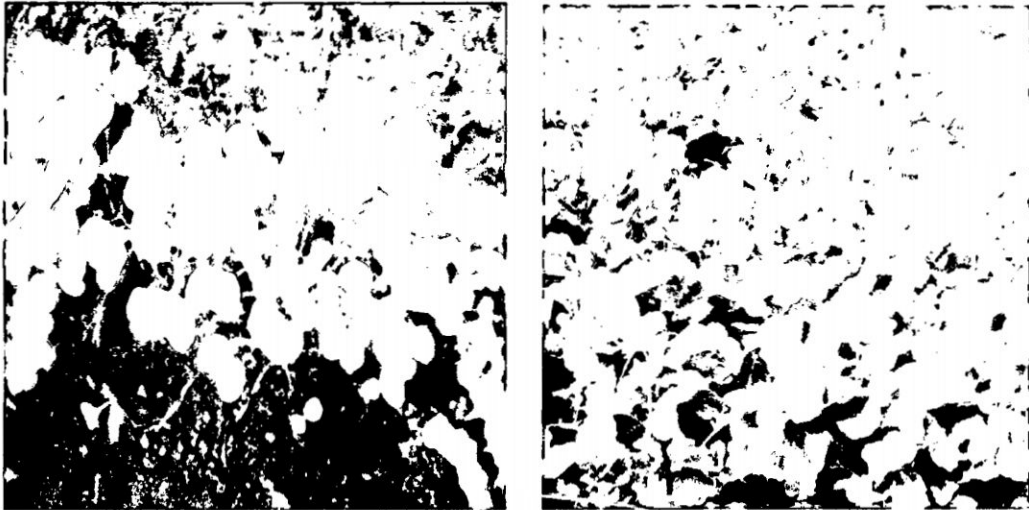
CUADRO A7: PESO PROMEDIO DE INFLORESCENCIA (Gr)

BLOQUE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	140,2	150,2	159,9	200,8	180,3	198,8	230,2	233,6	220,2	240,3	245,4	280,3	105,2	152,9
II	140,2	150,0	159,4	199,5	180,3	199,4	230,2	233,9	220,0	240,2	245,8	280,2	104,9	153,6
III	140,2	150,9	160,0	200,1	180,4	199,3	230,1	232,9	220,1	240,5	245,6	280,6	105,3	153,9
Σ	420,6	451,1	479,3	600,4	541,0	597,5	690,5	700,4	660,3	721,0	736,8	841,1	315,4	460,4
Promedio	140,2	150,4	159,8	200,1	180,3	199,2	230,2	233,5	220,1	240,3	245,6	280,4	105,1	153,5

FOTOGRAFIAS



Fotografía 01. Prueba de germinación en laboratorio.



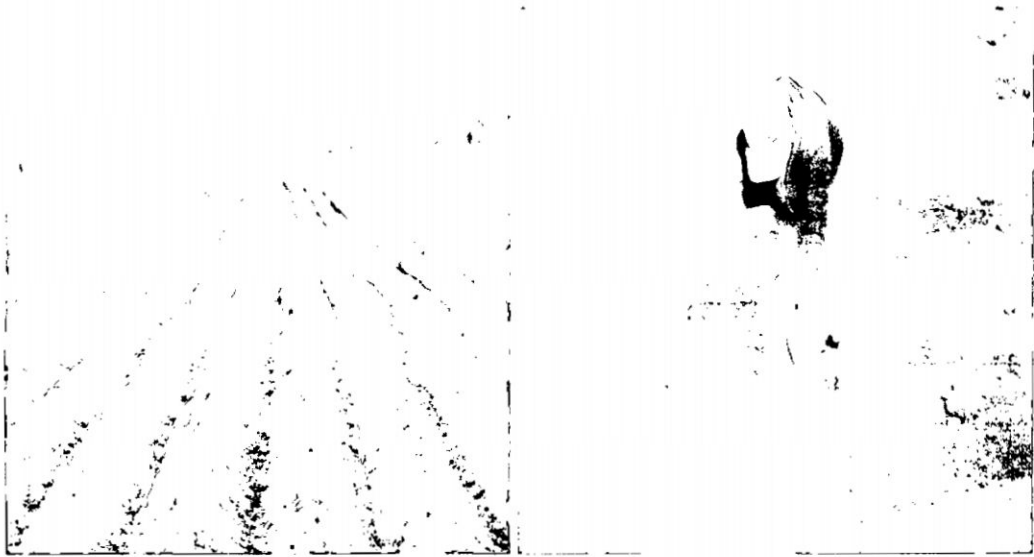
Fotografías 02 y 03. Plántulas de brócoli en la cama de almácigo.



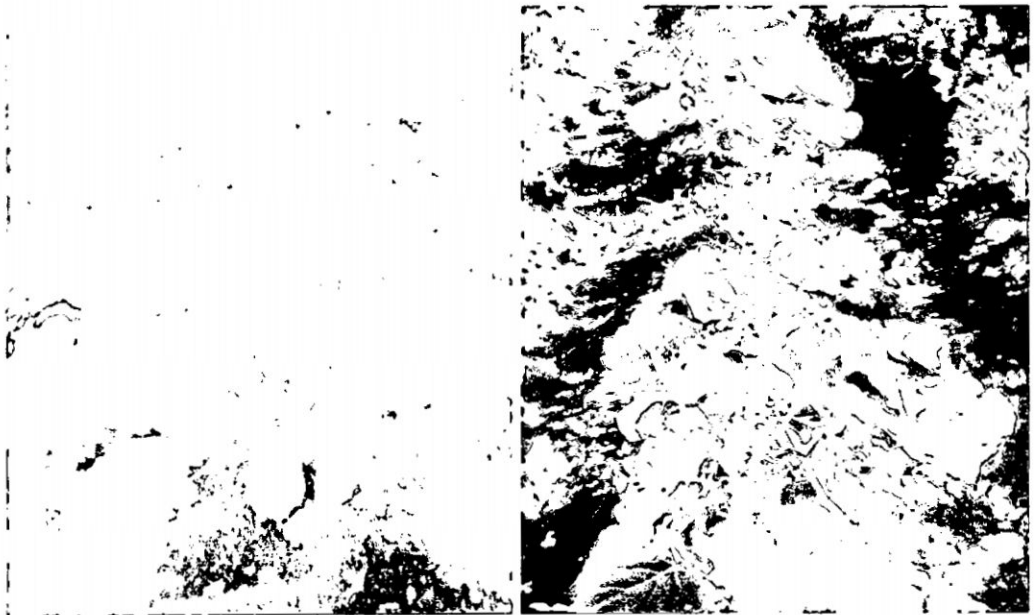
Fotografía 04. Extracción de compost de residuos de camal.



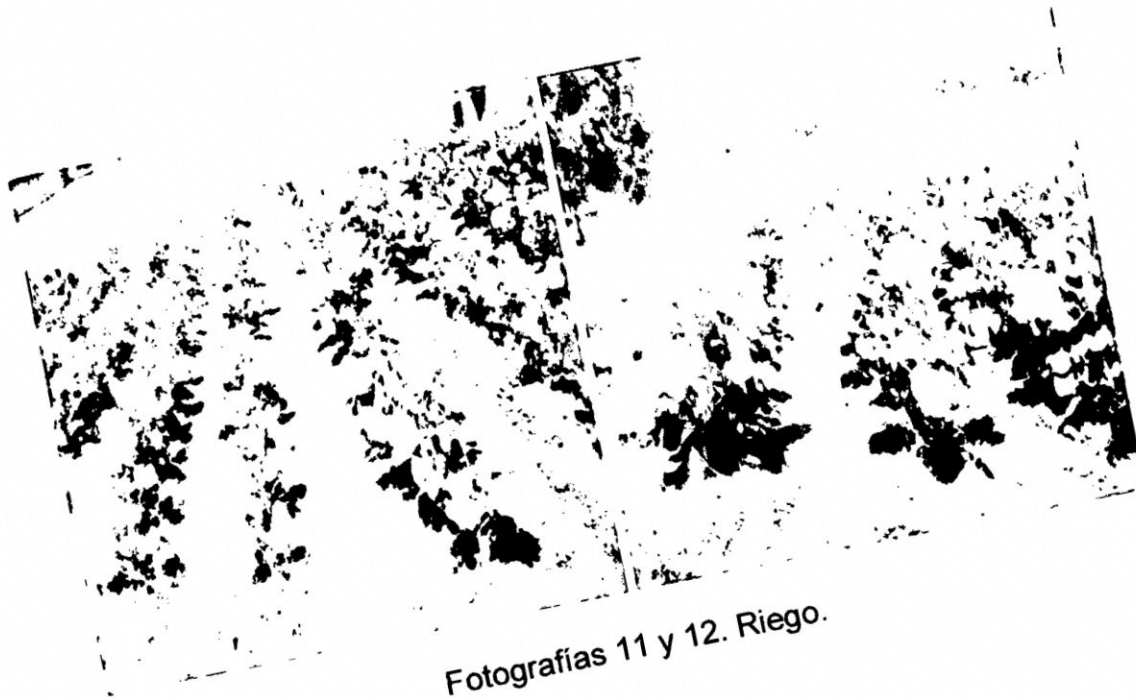
Fotografías 05 y 06. Preparación y surcado del terreno.



Fotografías 07 y 08. Surcos y demarcacion de los bloques.



Fotografías 09 y 10. Plantas de brócoli en campo definitivo.



Fotografías 11 y 12. Riego.



Fotografía 13. Deshierbo.



Fotografías 15, 16 y 17. Pellas listas para cosechar.



Fotografía 19. Peso de la biomasa total.



Fotografía 20. Evaluacion de altura de planta



Fotografía 21. Altura polar de la inflorescencia.



Fotografía 22. Peso de la inflorescencia.