

**“EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE FERTILIZANTES DE
LIBERACIÓN CONTROLADA (CRF) EN EL CULTIVO DE
BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica*)”**

MÓNICA MARIBEL UBIDIA VALENCIA

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERA AGRÓNOMA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



AMBATO - ECUADOR

2014

La suscrita, MÓNICA MARIBEL UBIDIA VALENCIA, portadora de cédula de identidad número: 0503171910, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA (CRF) EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica*)” es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

MÓNICA MARIBEL UBIDIA VALENCIA

DERECHO DE AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.

MÓNICA MARIBEL UBIDIA VALENCIA

Fecha:

“EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA (CRF) EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica*)”

REVISADO POR:

Ing. Agr. Mg. Giovanni Velástegui E.
TUTOR

Ing. Agr. Mg. Fidel Rodríguez A.
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

Ing. Agr. Mg. Hernán Zurita V.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Juan Carlos Aldás

Ing. Agr. Mg. Fidel Rodríguez A.

DEDICATORIA

A dios, que me ha dado la sabiduría y la determinación de cumplir una meta, a mi madre quien me dio la vida y ha estado en cada momento, dándome su apoyo incondicional, enseñándome el significado de la constancia, los valores, la dedicación y calidad humana que cada individuo posee.

A la vida por permitirme conocer a personas extraordinarias a lo largo de este camino, por tener la oportunidad de superarme y poder retribuir a la sociedad todo lo que me ha concedido.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios con todo mi corazón por permitirme cumplir mis metas y propósitos con su bendición.

Luego a mi madre por aportar con su comprensión, a mis amistades por apoyarme moral y espiritualmente, en especial a mis profesores de mi querida universidad, porque cada consejo y llamada de atención me han servido como parte de mi educación.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica, por haberme acogido en sus aulas y darme la oportunidad de seguir mis estudios.

Al Ing. Agr. Mg. Giovanni Velástegui E., por ser la guía en este trabajo, ya que gracias a sus conocimientos ha ido encaminando esta tesis en cada una de sus fases. Al Ing. Mg. Fidel Rodríguez A., quien aportó con sus conocimientos en la parte estadística y al Ing. Mg. Jaime Avalos R., quien fue el encargado de guiar con sus conocimientos este trabajo en la parte de Redacción Técnica.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO 1	01
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	01
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	01
1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA	01
1.3. JUSTIFICACIÓN	02
1.4. OBJETIVOS	03
1.4.1. Objetivo general	03
1.4.2. Objetivos específicos	03
CAPÍTULO 2	04
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	04
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	04
2.2. MARCO CONCEPTUAL	05
2.2.1. El cultivo de brócoli	05
2.2.1.1. Generalidades	05
2.2.1.2. Requerimientos del cultivo	06
2.2.1.3. Manejo del cultivo	08
2.2.2. Fertilizantes de liberación controlada (CRF)	16
2.2.2.1. Generalidades	16
2.2.2.2. Modo de acción de los fertilizantes de liberación controlada	17
2.2.2.3. Composición.....	17
2.3. HIPÓTESIS	17
2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	18
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	18
CAPÍTULO 3	19
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO	19
3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	19
3.4. FACTOR EN ESTUDIO	20
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	20
3.6. TRATAMIENTOS	21

	Pág.
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO	21
3.8. DATOS TOMADOS	23
3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	24
CAPÍTULO 4	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN	27
4.1.1. Altura de planta a los 45, 60, 75 y 90 días	27
4.1.2. Número de hojas a los 45, 60, 75 y 90 días	34
4.1.3. Días a la cosecha	39
4.1.4. Peso de la pella	40
4.1.5. Diámetro ecuatorial de la pella	45
4.1.6. Rendimiento	48
4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN	53
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	55
CAPÍTULO 5	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
5.1. CONCLUSIONES	56
5.2. RECOMENDACIONES	57
CAPÍTULO 6	58
PROPUESTA	58
6.1. TÍTULO	58
6.2. FUNDAMENTACIÓN	58
6.3. OBJETIVOS	58
6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	58
6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN	59
BIBLIOGRAFÍA	61
APÉNDICE	65

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	18
CUADRO 2. TRATAMIENTOS	21
CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE PLANTA A LOS 45, 60, 75 Y 90 DÍAS	28
CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 75 Y 90 DÍAS	29
CUADRO 5. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR CONCENTRACIONES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 75 Y 90 DÍAS	29
CUADRO 6. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS	31
CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN CONCENTRACIONES POR DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 45 Y 90 DÍAS	33
CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA NÚMERO DE HOJAS A LOS 45, 60, 75 Y 90 DÍAS	35
CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS A LOS 75 Y 90 DÍAS	36
CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR CONCENTRACIONES EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS A LOS 75 DÍAS	36
CUADRO 11. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS A LOS 90 DÍAS	38
CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DÍAS A LA COSECHA	40
CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PESO DE LA PELLA	41

	Pág.
CUADRO 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA	41
CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR CONCENTRACIONES EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA...	42
CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA...	43
CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA	45
CUADRO 18. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA	46
CUADRO 19. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA	47
CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO	49
CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA T RATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	49
CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR CONCENTRACIONES EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	50
CUADRO 23. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	51
CUADRO 24. COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	53
CUADRO 25. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	54
CUADRO 26. BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	54
CUADRO 27. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS	55
CUADRO 28. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. Árbol de problemas	01
FIGURA 2. Regresión lineal para concentraciones en porcentaje de mezcla de CRF, versus altura de planta a los 75 días	30
FIGURA 3. Regresión lineal para concentraciones en porcentaje de mezcla de CRF, versus altura de planta a los 90 días	31
FIGURA 4. Regresión lineal para dosis de aplicación, versus altura de planta a los 90 días	32
FIGURA 5. Regresión lineal para concentraciones en porcentaje de mezcla de CRF, versus número de hojas a los 75 días	37
FIGURA 6. Regresión lineal para dosis de aplicación, versus número de hojas a los 90 días	38
FIGURA 7. Regresión lineal para concentraciones en porcentaje de mezcla de CRF, versus peso de la pella	43
FIGURA 8. Regresión lineal para dosis de aplicación, versus peso de la pella	44
FIGURA 9. Regresión lineal para dosis de aplicación, versus diámetro ecuatorial de la pella	47
FIGURA 10. Regresión lineal para concentraciones en porcentaje de mezcla de CRF, versus rendimiento	51
FIGURA 11. Regresión lineal para dosis de aplicación, versus rendimiento	52

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se llevó a cabo en la propiedad de Nintanga S.A. proyecto Rejas, ubicado en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi. Las coordenadas geográficas son: 1° 01' 48" de latitud Sur y 78° 41' 17" de longitud Oeste, a la altitud de 2 983 m.s.n.m, con el propósito de: evaluar tres concentraciones de fertilizante de liberación controlada (50% de mezcla de CRF C1, 65% de mezcla de CRF C2 y 80% de mezcla de CRF C3), con una aplicación durante todo el ciclo del cultivo y determinar la dosis adecuada de fertilizante de liberación controlada (600 kg/ha D1, 800 kg/ha D2 y 1000 kg/ha D3), para incrementar el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica), híbrido Domador; a más de, analizar económicamente los tratamientos.

Los tratamientos fueron nueve que recibieron fertilización y un testigo absoluto, sin fertilización. Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), en arreglo factorial de $3 * 3 + 1$, con cuatro repeticiones. Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, factores en estudio e interacción; y, polinomios ortogonales con calculo de regresión y correlación para los factores concentraciones y dosis de aplicación. El análisis económico de los tratamientos se realizó siguiendo la metodología utilizada por Perrin et al. (1988), con el cálculo de la tasa marginal de retorno.

Con la aplicación de fertilización de liberación controlada en la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), se obtuvieron los mejores resultados, con el mayor crecimiento y desarrollo de las plantas y el mejor desarrollo de las pellas, por lo que es el que mejor influenció, dotando de los nutrientes necesarios durante la etapa de crecimiento activo, por lo que se alcanzó la mayor altura de planta a los 75 días (39,11 cm) y a los 90 días (47,39 cm), como también mejor número de hojas a los 75 días (14,13 hojas) y el mejor crecimiento y desarrollo de las pellas, obteniéndose en éstos tratamientos pellas de mayor peso (370,56 g), consecuentemente se alcanzaron los mejores rendimientos (14,20 t/ha).

Con respecto a dosis de aplicación del fertilizante de liberación controlada, con la utilización de la dosis de 1000 kg/ha (D3), se obtuvieron los mejores resultados, provocando mayor crecimiento en altura de planta a los 90 días (48,63 cm), mejor número de hojas a los 90 días (17,03 hojas), por lo que las pellas se desarrollaron mejor, con mayor peso (360,37 g) y mayor diámetro ecuatorial (13,70 cm), obteniéndose consecuentemente mejores rendimientos (13,65 t/ha); por lo que es la dosis adecuada para mejorar las condiciones de desarrollo, dotando a las plantas de los nutrientes necesarios durante todo el ciclo vegetativo. La dosis de 800 kg/ha (D2), se destacó principalmente con el segundo mejor número de hojas a los 90 días (16,93 hojas).

Del análisis económico se deduce que, el tratamiento C3D3 (concentración 80% de mezcla de CRF, dosis de 1000 kg/ha), registro la mayor tasa marginal de retorno de 155,0%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desconocimiento de las ventajas de la aplicación de fertilizantes de liberación controlada (CRF), limita el rendimiento en el cultivo de brócoli, que se realiza en el proyecto Rejas, propiedad de Nintanganga S.A. ubicado en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.

1.2 ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA

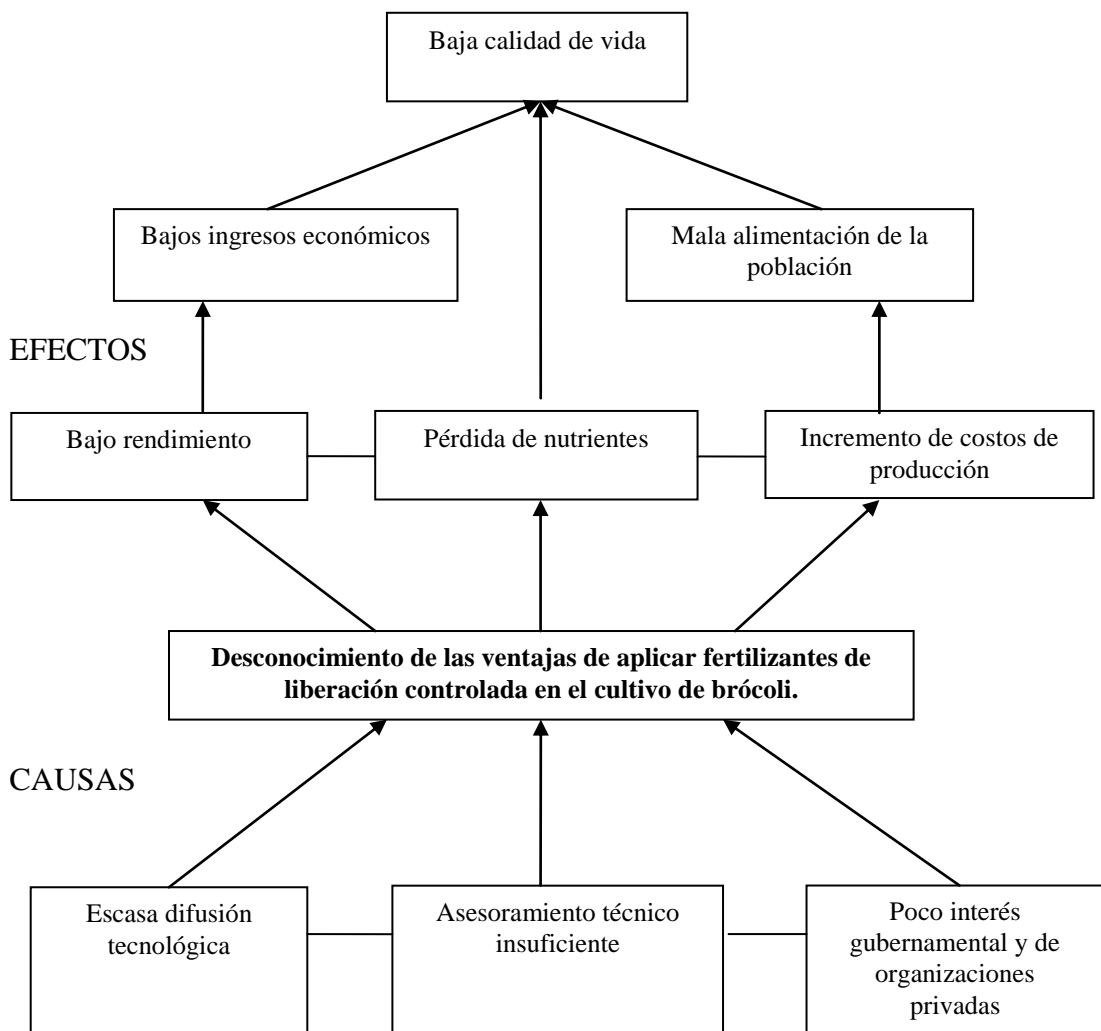


FIGURA 1. Árbol de problemas

Fuente: la autora

Existen diversas formas de alimentar y proporcionar nutrientes a las plantas en desarrollo. La industria de fertilizantes proporciona en la actualidad distintos tipos: desde los solubles que pueden ser utilizados en fertirrigación y nutrición foliar, hasta los no solubles conocidos también como “compuestos”, que normalmente vienen en forma de gránulos y que son esparcidos en la capa superior del suelo, con el objeto de liberar fertilizantes en forma lenta y liberar nitrógeno en forma gradual (Scotts, 2008).

Es un hecho bien conocido, a través de la realización de ensayos y experiencias de campo, que algunos de los nutrientes provistos a través de la fertilización se pierden dando como resultado una disminución en la efectividad de la fertilización. El nitrógeno es expuesto a lixiviación y volatilización, el fósforo se precipita como una molécula no soluble que reacciona con otros componentes existentes en el suelo y el potasio es adsorbido por las partículas de arcilla perdiéndose su disponibilidad (Blaylock, 2003).

1.3. JUSTIFICACIÓN

La producción y exportación de brócoli se ha incrementado en los últimos años, constituyéndose así como uno de los más importantes dentro de los productos no tradicionales de exportación ecuatoriana. Siendo el brócoli una fuente de vitaminas y minerales, a más de los hidratos de carbono, proteína y grasa, su consumo es de gran importancia en la alimentación diaria de niños, jóvenes y adultos. Sus posibles usos medicinales, por el alto contenido de ácido fólico en hojas e inflorescencia se utilizan para el control del cáncer. La actividad brocolera se ha incrementado en los últimos años, convirtiéndose así en una importante fuente de empleo y generación de divisas. Se conoce que los nutrientes provistos a través de los fertilizantes se pierden disminuyendo la efectividad de la fertilización, en tal virtud es fundamental que se realice una adecuada fertilización para asegurar una producción de calidad (Proexant, 1992).

Una alternativa, es la utilización de fertilizantes de liberación controlada (CRF), los mismos que están basados en la tecnología de recubrimiento con polímeros mientras que la tecnología de liberación lenta está principalmente basada en un compuesto molecular constituido por dos partes: una parte soluble que es la urea y una segunda parte que crea una molécula final que es no soluble y que se va rompiendo lentamente para ir liberando el nitrógeno (Blaylock, 2003).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Establecer el uso de fertilizantes de liberación controlada (CRF) dentro de la producción de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*), para mejorar el aporte efectivo de nutrientes.

1.4.2. Objetivos específicos

Evaluar la efectividad de los fertilizantes de liberación controlada con una aplicación durante todo el ciclo del cultivo.

Fijar la dosis adecuada de fertilizante de liberación controlada para incrementar el rendimiento del cultivo de brócoli.

Determinar la eficiencia económica de los tratamientos.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Gonzales et al. (2007), realizaron la investigación sobre “Síntesis y comportamiento de un material polimérico aplicado como recubrimiento en un fertilizante de liberación controlada (CRF) en el cultivo de gladiolo (*Gladiolus* spp. Var rosado)” y obtuvieron las siguientes conclusiones: los resultados agronómicos demostraron la superioridad del fertilizante obtenido (F-II) con respecto a la fertilización tradicional para el cultivo de gladiolo con lo cual se garantiza la seguridad agronómica en cada producción, al disminuir el número de aplicaciones y por consiguiente los gastos en mano de obra que se requieren con el fertilizante convencional, produciendo un ahorro económico. Se comprobó que con el fertilizante micro encapsulado (F-II) se logra reducir las pérdidas de nitrógeno, lo cual podría traer consigo que los nitratos puedan almacenarse en el humus en descomposición o desaparecer del suelo por lixiviación, siendo arrastrados a los ríos y los lagos, provocando su contaminación.

Oliet et al. (1999), presentan los resultados de la aplicación de tres dosis de los fertilizantes de liberación lenta recubiertos OSMOCOTE 9-13-18 (1,5; 3,25 y 5 g/l) y OSMOCOTE 16-8-9 (3,25; 5 y 7 g/l) en la producción de planta de *Pinus halepensis*. Su incorporación al sustrato, aunque incrementa considerablemente en ciertos tratamientos la salinidad de la solución, no afecta a la germinación ni a la supervivencia. La concentración en lixiviados de N y P durante el cultivo respondió significativa y positivamente a los aportes, no sucediendo lo mismo con el K. La concentración en parte aérea de N, P y K al final del cultivo se correlacionó positivamente con las cantidades aportadas, aunque más débilmente para el K. Con el desarrollo aéreo de la planta tan sólo el N produjo una respuesta correlacionada positivamente. OSMOCOTE 9-13-18 resultó deficiente en su proporción relativa de nitrógeno y OSMOCOTE 16-8-9 lo fue en la proporción de potasio por dilución. La eficiencia en la utilización de los nutrientes fue decreciente con la dosis aportada.

Haifa (2008), presenta los resultados obtenidos de la investigación realizada en cebolla de verdeo en Alemania diciendo que: un terreno de plantas tratadas con Multicote Agri fue comparado con otro terreno tratado con la práctica tradicional (Tratamiento de control). Los terrenos tenían las siguientes medidas: 79 metros de largo por 1 m de ancho, por lo tanto había 126,6 terrenos/hectárea. El precio recibido por bandeja se estima en 4,251 US\$. El tratamiento de control rindió 140 bandejas por terreno, mientras que el tratamiento con Multicote Agri rindió 162 bandejas por terreno.

Haifa (2008), presenta los resultados obtenidos de la investigación realizada en maíz en Francia diciendo que: aplicación reducida en un 20% de nitrógeno, en forma de urea, da como resultado una reducción de un 4,6% en el rendimiento (Tratamiento B). No hubo cambio en el comportamiento cuando la segunda aplicación fue en forma de Sulfo-DMPP(ENTEC), cuyo objetivo es mejorar la absorción de nitrógeno (tratamiento C). Cuando se aplicó la misma tasa reducida de nitrógeno en forma de CoteNTM, mediante dos aplicaciones, se registró un rendimiento 5,9% más alto (Tratamiento D). Este rendimiento fue todavía 1% superior respecto a la referencia comercial (tratamiento A) que era un 24% superior en nitrógeno.

Bustos et al. (2008), probaron diferentes tratamientos de fertilización con Osmocote® en tres especies, las plantas de mayor biomasa resultaron aquellas de *N. nervosa*. Para la dosis menor fueron un 29% superior a *N. dombeyi* y un 73% superior a *E. cordifolia*; para la intermedia fueron 108 y 130% superiores, respectivamente; para la dosis alta fueron 79 y 104% superiores. *N. dombeyi* fue superior en biomasa que *E. cordifolia* para las dosis baja y alta, pero inferior en el caso de la dosis intermedia.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. El cultivo de brócoli

2.2.1.1. Generalidades

Medina et al. (2006), manifiesta que el cultivo de esta hortaliza en el Ecuador se ha desarrollado especialmente durante la época de los 90 y

los presentes años de este milenio, especialmente en el cambio en los patrones de consumo de la población mundial con mayores niveles de ingreso. Estos cambios se han dirigido hacia alimentos que aseguren calidad, salud, protección medioambiental, seguridad laboral. Esta realidad ha favorecido al brócoli como producto, ya que a este se le atribuye un sin número de virtudes en lo referente a salud y nutrición, protección contra enfermedades, que son altamente apreciadas por el consumidor.

Según Luna (2009), los rendimientos varían de una provincia a otra debido a las diferentes condiciones de clima, suelo así como el nivel tecnológico empleado en el cultivo. El rendimiento promedio a nivel nacional según estadísticas del III Censo Nacional Agropecuario es de 14,6 t/ha, obteniéndose los mejores rendimientos en cultivos tecnificados como es el caso de la provincia de Cotopaxi en donde son considerados aspectos como riego, semillas y variedades, llegando a alcanzar 25 t/ha. En el Ecuador el costo estimado en la producción de una hectárea de brócoli con un rendimiento entre 11 y 17 t/ha es de 2 200 dólares, teniendo un costo por kg entre 0,13 y 0,20 dólares.

Proexant (1992), indica que el brócoli es una planta anual generalmente de mayor tamaño que la coliflor y repollo; esta hortaliza es originaria del Mediterráneo y Asia Menor. Las hojas tienen entre 40-50 cm de largo, pinatisectas y largamente pecioladas. Los tallos florales son carnosos y gruesos; emergen de las axilas foliares formando inflorescencia, generalmente una central de mayor tamaño y luego otras laterales. El primordio floral consiste en yemas normales unidas en racimos no cubiertos con hojas. En el brócoli se forma una cabeza principal y otras laterales de un color verde oscuro, no tan compactas, sobre un tallo floral menos corto y en estado de desarrollo más avanzado. La parte comestible está formada por las yemas florales, el tallo y alguna porción de las hojas.

2.2.1.2. Requerimientos del cultivo

2.2.1.2.1. Clima

Proexant (1992), señala que se desarrolla adecuadamente en lugares templados y fríos, cuya humedad relativa óptima sea del 80% y mínima del 70%; se adapta en altitudes que van de los 2200 hasta 3000

m.s.n.m. La inflorescencia es mejor cuando madura en temporadas de frío; ejemplo cuando la temperatura esté cercana a 15°C, si la temperatura es alta, se produce un retraso en la maduración; las cabezas son disparejas, menos compactas y descoloridas.

Ecuaquímica (2010), dice que la temperatura óptima para el cultivo de brócoli es de 13-15°C y su humedad relativa no puede ser menor al 70% y se espera un 80% como condición ideal; se adapta a alturas entre 2600-3000 metros sobre el nivel del mar.

Sakata (2010), indica que se adapta mejor en un clima templado frío, para su óptimo desarrollo requiere temperaturas de 8-20°C y un fotoperiodo de 11 a 13 horas luz y humedad relativa de intermedia a baja.

2.2.1.2.2. Suelo

Proexant (1992), manifiesta que deben ser profundos de buen drenaje, deben tener la capacidad necesaria para retener el agua y los nutrientes. Los suelos francos son los más adecuados para las hortalizas, los suelos deben tener un alto porcentaje de materia orgánica; cuando carecen de ésta, hay problemas en el desarrollo radicular de la planta, así como la compactación de los suelos lo que da como resultado sistemas radiculares deficientes, mala aireación y bajos rendimientos. El mejor pH para el cultivo de brócoli es entre 6,0 y 6,8.

Galeón (2010), indica que, todas las crucíferas prefieren suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, estando el óptimo de pH entre 6,5 y 7,0. Requiere suelos de textura media. Soporta mal la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego. En el caso de variedades tempranas pueden emplearse suelos ligeros y son más adecuados los fuertes para las variedades tardías. Es conveniente que el suelo esté en un estado perfecto de humedad de tempero.

El mismo autor señala que, el tipo y calidad de suelo en donde se va a producir comercialmente, debe tener un pH entre 5,5 y 7,0, el

pH del agua debe oscilar entre 5,5 a 6,5, la CIC su mejor rango debe ser de 4 a 5 meq/100 y la CE su mejor rango es menor de 2,0 mmhos.

2.2.1.2.3. Agua

Proexant (1992), determina que la cantidad de agua requerida esta en relación directa con las condiciones climáticas imperantes en las zonas de cultivo. La concentración de sales no debe ser superior a 2 g/l y dentro de dicha cantidad no debe haber más de 0,6 g de cloruros y 0,3 g de sulfatos. El brócoli al igual que la mayoría de hortalizas tiene altos requerimientos de agua y necesita un abastecimiento regular para alcanzar su desarrollo, requiere de una humedad relativa óptima de 80% y mínima de 70%.

Abcagro, (2002), indica que el riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad, pero sí en estado de tempero.

2.2.1.3. Manejo del cultivo

2.2.1.3.1. Selección y preparación del semillero

Proexant (1992), manifiesta que el lugar donde se va a establecer el semillero, es importante considerar la condiciones físicas y químicas del suelo, siendo mejores aquellos que presentan buen drenaje, adecuada aireación y una textura franco a franco-arenoso, con alto contenido de materia orgánica y un pH de 6,2. Es necesario disponer de agua; el semillero debe estar protegido de vientos fuertes y recibir sol para facilitar la germinación, además hay que considerar establecer el semillero cerca del cultivo para facilitar la movilización de las plantas y manejo de las mismas.

2.2.1.3.2. Preparación del suelo

Proexant (1992), indica que la preparación se realiza según la clase de terreno, gradiente, cultivo anterior, etc. Por lo común, es necesario una labor de arada de 20-40 cm de profundidad y dos pases de rastra; es

importante una ligera nivelación, pues las acumulaciones de agua perjudican al cultivo.

Galeón (2010), manifiesta que se dará una labor de subsolador a unos 50 cm, seguido de una de vertedera de 40 cm. Posteriormente se darán unas labores complementarias de grada o cultivador, para dejar de este modo el suelo bien mullido. Se realizarán caballones separados entre sí de 0,8 a 1 m, según el desarrollo de la variedad que se va a cultivar. Los cultivos precedentes de los brócolis más recomendados son: patatas, cebollas, tomates, melones, maíz, etc. Deben evitarse las rotaciones con otras crucíferas como rábanos, repollos, nabos, etc.

2.2.1.3.3. Siembra

Proexant (1992), indica que en semilleros se marca los surcos con un molde metálico de 1 m de ancho, el cual posee hendiduras cada 0,08 m, el que al presionar sobre las platabandas deja impresos 12 surcos de una profundidad de 0,01 a 0,005 m.

El mismo autor señala que, la siembra en semillero se la realiza a chorro continuo, se tapa ligeramente con una capa de tierra de no más de 0,01 m de espesor, posteriormente se cubre con paja de paramo o tamo.

MAG (2010), manifiesta que el brócoli se propaga por semilla. Para establecer una hectárea, se hace un semillero de aproximadamente 150 m² y se utilizan entre 250 y 300 gramos de semilla. El trasplante se hace cuando las plántulas han desarrollado entre tres y cuatro hojas verdaderas, lo que ocurre aproximadamente treinta días después de la siembra; si las plantas se trasplantan más desarrolladas, pueden haber serias pérdidas en el rendimiento, ya que muchas plantas no formarán cabezas. La siembra se puede hacer en lomillos distanciados 40 cm y entre plantas 40 cm, o bien en eras de 0,75 cm de ancho y 1 m entre centros, en las que se siembran dos hileras separadas 30 cm y entre plantas 25 cm.

2.2.1.3.4. Trasplante

Proexant (1992), indica que las plantas son trasladadas desde el semillero al sitio definitivo en jabs plásticas. Las plantas están listas para el trasplante a la quinta y sexta semana, cuando han alcanzado una altura de 12 a 15 cm, la época de trasplante es decisiva para que la planta no sufra estrés y cambios fisiológicos en su desarrollo. La distancia de trasplante depende de la variedad, pero oscilan entre: entre surcos 0,70-0,80 m y entre plantas 0,40-0,50 m.

Galeón (2010), manifiesta que la planta tiene que ser vigorosa y estar bien desarrollada, con 18-20 cm de altura y 6-8 hojas definitivas, lo que tiene lugar a los 50 días de la siembra. Se deberán eliminar las plantas débiles y las que tengan la yema terminal abortada, particularmente importante en las variedades de pella. Normalmente se emplean unas densidades de 12 000-30 000 plantas/ha, que en marcos de plantación sería 0,80-1 m entre líneas y 0,40-0,80 m entre plantas.

2.2.1.3.5. Riego

Galeón (2010), indica que el riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad, pero sí en estado de tempero.

Sakata (2010), manifiesta que los riegos deben de ser ligeros y frecuentes de tal manera que las plantas no sufran stress por exceso o falta de agua, la etapa crítica que es a los 50-65 días después del trasplante, es importante mantener la humedad constante. En riego por goteo se recomienda regar cada cinco días.

Proexant (1992), dice que los requerimientos de agua dependen de las condiciones de clima y especialmente del suelo. El brócoli para su desarrollo necesita un mínimo de 0,6 litros por segundo por cada ciclo y la

humedad del suelo debe mantenerse en un 80% sobre el punto de marchitez permanente y nunca bajar del 60%.

2.2.1.3.6. Fertilización

Sakata (2010), indica que el cultivo necesita de N (nitrógeno) en 3 ó 4 aplicaciones lo más recomendable son tres, aplicar 25% en la preparación de base, 40% en el inicio de mayor crecimiento que es de los 35 a 55 días después del trasplante y 35% restante en la formación de cabeza. El P (fósforo) es requerido durante todo el ciclo de cultivo, su etapa estratégica es en el inicio de botoneo ya que la inflorescencia demanda en gran medida este elemento, por lo tanto se recomienda utilizar fósforo de alta asimilación en las etapas de desarrollo de inflorescencia como 8-24-00.

Sakata (2010), indica que el calcio es muy importante para lograr mayor firmeza de cabezas y se recomienda su uso a partir de los 40 días. El boro es muy importante su uso a razón de 8 a 10 unidades para evitar problemas de tallo hueco y oxidación prematura de tallos problema que perjudica la calidad de cabezas y mermas en el porcentaje de grado 1 y su ausencia puede ocasionar también desarrollo de enfermedades bacterianas en tallos.

MAG (2010), manifiesta que se han observado buenos resultados con la aplicación de 12 g de fertilizante fórmula 10-30-10 en el trasplante y 10 gramos de nitrato de amonio a cada planta, treinta días después del trasplante. Se recomienda la aplicación de fertilizante foliar, principalmente de los elementos boro, magnesio, azufre.

Abcagro (2010), cita que el brócoli es exigente en potasio y también lo es en boro; en suelos que el magnesio sea escaso conviene hacer aportación de este elemento. En suelos demasiado ácidos conviene utilizar abonos alcalinos para elevar un poco el pH con el fin de evitar el desarrollo de la enfermedad denominada “Hernia de la col”

2.2.1.3.7. Deshierbas o aporques

MAG (2010), manifiesta que el combate de las malezas se hace en forma manual. Cuando se hace la deshierba se aprovecha para realizar la fertilización nitrogenada y la aporca, treinta días después del trasplante. En terrenos donde el problema son las gramíneas, se han observado buenos resultados con el herbicida fluazifop-butil, en la dosis recomendada comercialmente.

Sakata (2010), dice que la escarda, deshierbes y aporques son prácticas que se realizan de dos a tres veces en todo el ciclo del cultivo la primera se realiza a las tres semanas después de la plantación y la segunda a la séptima semana después de la plantación y es alternativa otra dependiendo el grado de madurez del cultivo.

2.2.1.3.8. Plagas

Gusano trozador (*Agrotis* sp.). Proexant (1992), manifiesta que es una larva pequeña que corta las plantas en el tallo, se controla químicamente utilizando clorpirifos y piretroides.

Pulgón (*Aphis* sp.). Proexant (1992), dice que son insectos chupadores que se agrupan en colonias en el envés de las hojas, generalmente se desarrollan en época seca y caliente, se controla químicamente utilizando piretroides, fosphamidon. Dar humedad ambiental para disminuir infestaciones.

Mínador (*Plutella* sp.). Proexant (1992), señala que causa perforaciones en el limbo foliar, se controla químicamente con dimethoate, productos sistémicos; se recomienda dar controles preventivos.

Polilla (*Plutella xylostella*). MAG (2010), indica que esta plaga ha adquirido resistencia a la mayoría de los insecticidas que se utilizan en las zonas de siembra, situación que se agrava cuando el cultivo está destinado a la

exportación, ya que el mercado consumidor internacional permite una cantidad máxima de 1% de cabezas con *plutella*.

Falsa potra (*Centhorynchus pleurostigma*). Abcagro (2002), indica que los daños se detectan en las raíces y son causados por un escarabajo de color negro de unos 4 mm de longitud. Para el tratamiento se recomienda un insecticida órgano fosforado.

Oruga de la col (*Pieris brassicae*). Abcagro (2002), manifiesta que son mariposas blancas con manchas negras. Las orugas son las que producen los daños. El tratamiento debe hacerse al eclosionar los huevos con Carbaril, Endosulfan, Malation o Piretroides.

2.2.1.3.9. Enfermedades

Pudrición bacteriana (*Erwinia, Pseudomonas*). Galeón (2010), indica que hay varias bacterias causantes de pudriciones blandas que pueden reducir la vida del brócoli.

Alternaria (*Alternaria brassicae*). Abcagro (2002), indica que los primeros síntomas se pueden observar al nacer en los cotiledones y en las primeras hojas. Se forman unas manchas negras de un cm de diámetro, con anillos concéntricos más fuerte de color.

Hernia o potra de la col (*Plasmodiophora brassicae*). Abcagro (2002), dice que la enfermedad ataca a las raíces que se ven afectadas de grandes abultamientos o protuberancias. Como consecuencia del atrofiamiento que sufren los vasos conductores, la parte aérea no desarrolla bien y las hojas se marchitan en los momentos de más sequedad en el ambiente para volver a recuperarse más tarde cuando aumenta la humedad.

Mancha angular (*Mycosphaerella brassicicola*). Abcagro (2002), manifiesta que en las hojas viejas se forman unas manchas circulares que pueden alcanzar 2 cm de diámetro, de color oscuro y aspecto

acorchado. Tratamientos preventivos con Oxiclورو de cobre, Mancoceb, Propineb, etc. Emplear semillas exentas de la enfermedad y tratar las semillas.

Mildiu (*Peronospora brassicae*). Abcagro (2002), dice que por el haz se forman pequeñas manchas de color amarillo y forma angulosa. En correspondencia con esas manchas, por el envés se forma una especie de pelusilla de color blanco grisáceo. Puede atacarse desde el principio del nacimiento de la planta, haciéndolo con mayor virulencia en los cotiledones que llegan a desprenderse. Tratamientos al observarse los primeros síntomas con Maneb, Oxiclورو de cobre, Metalaxil o Propineb.

Rizoctonia (*Rhizoctonia solani*). Abcagro, (2002), indica que acusa en deformaciones que se originan en la parte superior de la raíz y cuello contiguo al tallo; la enfermedad puede producir la muerte de la planta. Conviene desinfectar el suelo. Prolongar el mayor tiempo posible la repetición de cultivos de Crucíferas. Tratamientos dirigidos a la base de la planta con alguno de los siguientes productos: Dazomet, Netam-sodio, Quintoceno.

2.2.1.3.10. Cosecha

MAG (2010), manifiesta que el número de días a cosecha, varía según el cultivar y el sitio de siembra, entre los cincuenta y cinco y los sesenta y cinco días, después del trasplante. La cosecha se inicia cuando las inflorescencias han logrado un buen desarrollo, diámetro mayor de 13 cm y antes de que los botones florales se abran.

Galeón (2010), indica que el brócoli de buena calidad debe tener las inflorescencias cerradas y de color verde oscuro brillante, compacta (firme a la presión de la mano) y el tallo bien cortado y de la longitud requerida.

Inta (2000), dice que la primera recolección se realiza para cosechar la pella principal. Mediante cuchillo se corta el pedúnculo que sostiene la pella. Al romperse la dominancia apical, se produce en la planta de

brócoli un crecimiento secundario, que es comercial según la técnica de cultivo, las condiciones ambientales y el híbrido

2.2.1.3.11. Post cosecha

Ecuaquímica (2010). manifiesta que para procesar el brócoli se debe seguir los siguientes pasos: recepción de la materia prima, control de calidad, preparación de floretes, clasificación, peso por calibre, lavado, precocido, enfriado, congelado IQF, inspección, empaque y almacenamiento.

CORPEI (2005), dice que las tendencias en los empaques requeridos por la industria de alimentos IQF invitan a la inversión en la provisión de empaques, con las últimas tecnologías de impresión y empaque. Estas inversiones serían amortizadas mediante la provisión no sólo a la industria frutas y hortalizas IQF, sino en general a las industrias de alimentos y de no alimentos, que requieran empaques pequeños, baratos, llamativos y que conserven y protejan mejor el producto.

Cassola, Peralta y Pfister, (2000), indican que el 70% del brócoli congelado de exportación se empaca a granel en fundas de polietileno, las que a su vez se colocan en cajas de cartón corrugado de 10 kg. El 30% restante se exporta en empaques listos para el consumo final en fundas de 2,5 kg; según las exigencias del cliente. Este tipo de empaque se coloca en cajas de cartón de 10 kg. El empaque se realiza en cajas de cartón corrugado de 10 kilos, en floretes (diámetro y largo del corte) de diversas dimensiones: 20-40, 15-30 mm.

Agrofrio (2010), manifiesta que la congelación rápida de manera individual IQF (Individual Quick Freezing) es un proceso en el cual los cristales de hielo que se forman dentro de las células de los tejidos sean de tamaño muy pequeño. De esta manera se evita que las paredes celulares que conforman los tejidos vegetales se rompan. Por lo tanto al descongelar el producto no hay derrame de fluidos celulares, lo cual garantiza una textura, valor nutritivo y sabor igual al de un producto recién cosechado.

2.2.2. Fertilizantes de liberación controlada (CRF)

2.2.2.1. Generalidades

Melgar (2005), manifiesta que en los últimos 40 años, la industria de fertilizantes ha realizado importantes avances en la mejora tecnológica de los fertilizantes, con la finalidad de mejorar su eficiencia de uso, es decir, proveer niveles óptimos de nutrientes que satisfagan las necesidades de las plantas de cultivo. Los esfuerzos tecnológico industriales, para aumentar la eficiencia agronómica de los fertilizantes se han centrado principalmente en el nitrógeno (N) por tres razones principales: es el factor de manejo más importante en los rendimientos a escala global, el de menor eficiencia relativa (entre el 30 y el 50%) y por la necesidad de sostener el rendimiento sin poner en riesgo la calidad del ambiente.

Blaylock (2003), dice que una tecnología en uso, bien conocida principalmente por la industria de los viveros, es la de liberación controlada. Los fertilizantes de liberación controlada, conocidos también como CRF, están basados en la tecnología de recubrimiento con polímeros mientras que la tecnología de liberación lenta está principalmente basada en un compuesto molecular constituido por dos partes: una parte soluble que es la urea y una segunda parte que crea una molécula final que es no soluble y que se va rompiendo lentamente para ir liberando el nitrógeno. En este sector podemos encontrar al formaldehído de urea, la urea metileno IBDU, etc.

Scotts (2009), indica que los productores que usan fertilizantes híbridos (CRF) como Agrocote se han beneficiado de la reducción en dosis de fertilización y reducción en la frecuencia de aplicación. Se ha alcanzado una reducción de la dosis de fertilización de entre 25% a 50% según el cultivo, clima y suelo, lo que permite que cada inversión en fertilizante sea más eficiente y se reduzca el riesgo de lixiviación, escorrentía o volatilización. Al reducir el número de viajes al campo para aplicar fertilizantes, los productores también ahorran en los costos de combustible y mano de obra.

2.2.2.2. Modo de acción de los fertilizantes de liberación controlada

Compo expert (2010), indica que la liberación de nutrientes contenidos en el gránulo ocurre en función de la temperatura, con temperaturas más altas aumenta la liberación y con temperaturas más bajas se ralentiza, de esta forma se consigue una liberación según la actividad metabólica de las plantas. El agua penetra a través de los microporos de la cubierta disuelve los nutrientes formando una solución concentrada y se inicia la liberación controlada de nutrientes.

2.2.2.3. Composición

Scotts (2009), indica que las mezclas de Agrocote BLENs están diseñadas a partir de información proporcionada por agricultores e investigadores, las formulas son hechas por mezcladores certificados con el objetivo de mantener los costos ajustados al presupuesto del productor. Agrocote BLEN contiene al menos un 40% de fertilizante de liberación controlada y el resto está conformado por fertilizantes convencionales. Esta combinación suministra nutrientes de rápida solubilidad con una nutrición controlada y constante a largo plazo. Agrocote está conformado por 2 tecnologías: nutrientes recubiertos con polímero y azufre y Nutrientes recubiertos con resina. El núcleo de los gránulos contiene componentes solubles o sustratos como urea, cloruro de potasio (KCL), sulfato de potasio o fosfato monoamonico (MAP), dicho núcleo está recubierto con dos capas, una capa interna de azufre y una doble capa externa de polímeros. La mezcla física de Brócoli Blend es:

KCl (0-0-60)	61%
MAP (11-52-0), nitrato de amonio (34-0-0) y úrea (46-0-0)	39%

2.3. HIPÓTESIS

¿La aplicación de fertilizantes de liberación controlada en el cultivo de brócoli incrementa el rendimiento?

2.4. VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS

2.4.1. Variables independientes

Concentraciones de fertilizante de liberación controlada: 50%, 65% y 80% de mezcla de CRF. Dosis: 600, 800 y 1000 kg/ha.

2.4.2. Variables dependientes

Rendimiento de brócoli cuantificado por las siguientes variables: crecimiento en altura de la planta, número de hojas, días a la cosecha, peso de la pella, diámetro ecuatorial de la pella y rendimiento en general.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de variables para los factores en estudio se muestra en el cuadro 1.

CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Conceptos	Categorías	Indicadores	Indices
<u>Variable independiente</u>				
Concentraciones	Proporción entre los fertilizantes de libre liberación y los fertilizantes de liberación controlada que contiene el producto.	Mezcla de CRF	50%	Crecimiento y producción
		Mezcla de CRF	65%	Crecimiento y producción
		Mezcla de CRF	80%	Crecimiento y producción
Dosis de aplicación	Cantidad de fertilizante aplicado a la planta	Dosis	600	kg/ha
			800	kg/ha
			1000	kg/ha
<u>Variable dependiente</u>				
Crecimiento, desarrollo y producción de pellas	Desarrollo de las plantas y producción de pellas por unidad de superficie.	Altura de planta	Crecimiento	cm
		Número de hojas	Crecimiento	número
		Días a la cosecha	Tiempo	días
		Peso de la pella	Peso	g
		Diámetro ecuatorial de la pella	Producción	cm
Rendimiento	Peso de pellas por unidad de superficie	t/ha		

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación es cuali-cuantitativo, pues se evaluó el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como la calidad de las pellas y rendimiento.

La investigación presentó una modalidad mixta debido a que se realizó el trabajo en el campo tras un previo sustento en la investigación bibliográfica y documental.

Este trabajo es de tipo exploratorio y explicativo pues trata de conocer la concentración y la dosis de aplicación adecuada, para mejorar la producción y productividad del cultivo; además, se trata de encontrar una explicación técnica de los resultados obtenidos.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la propiedad de Nintangá S.A. proyecto Rejas, ubicado en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi. Las coordenadas geográficas son: 1° 01' 48" de latitud Sur y 78° 41' 17" de longitud Oeste, a la altitud de 2 983 m.s.n.m (Datos tomados con el GPS, Sistema de Posicionamiento Global).

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.3.1. Clima

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2002), manifiesta que, de acuerdo a los registros meteorológicos, la temperatura media diaria de esta zona es de 13,2°C, con una precipitación anual de 380 mm (Estación Meteorológica del Colegio Simón Rodríguez).

3.3.2. Suelo

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2002), indica que los suelos de esta zona son franco arenosos, con una textura suelta, con 42% de arena, 46% de limo y 12% de arcilla, la profundidad de estos suelos es mayor de 95 cm.

3.3.3. Agua

El agua para ser utilizada en el riego proviene de Cochabamba, la propiedad cuenta con un tanque reservorio.

3.3.4. Zona de vida

Según la clasificación ecológica de Holdridge (1982), la zona en la cual se desarrolló el estudio corresponde a la formación bosque seco-Montano Bajo (bs-MB), en transición con estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB).

3.4. FACTOR EN ESTUDIO

3.4.1. Concentraciones

50% de mezcla de CRF (50% de fertilizante con recubrimiento y 50% sin recubrimiento)	C1
65% de mezcla de CRF (65% de fertilizante con recubrimiento y 35% sin recubrimiento)	C2
80% de mezcla de CRF (80% de fertilizante con recubrimiento y 20% sin recubrimiento)	C3

3.4.2. Dosis de aplicación

600 kg/ha (58 kg/ha N - 62 kg/ha P ₂ O ₅ - 220 kg/ha K ₂ O)	D1
800 kg/ha (78 kg/ha N - 83 kg/ha P ₂ O ₅ - 293 kg/ha K ₂ O)	D2
1000 kg/ha (97 kg/ha N - 104 kg/ha P ₂ O ₅ - 366 kg/ha K ₂ O)	D3

3.4.3. Testigo

Sin aplicación de fertilizante.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), en arreglo factorial de $3 * 3 + 1$, con cuatro repeticiones.

3.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron 10, nueve que recibieron fertilización y un testigo absoluto, como se detalla en el cuadro 2.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Concentraciones (%)	Dosis (kg/ha)
1	C1D1	50	600
2	C1D2	50	800
3	C1D3	50	1000
4	C2D1	65	600
5	C2D2	65	800
6	C2D3	65	1000
7	C3D1	80	600
8	C3D2	80	800
9	C3D3	80	1000
10	T		

3.6.1. Análisis

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, factores en estudio e interacción; y, polinomios ortogonales con calculo de regresión y correlación para los factores concentraciones y dosis de aplicación.

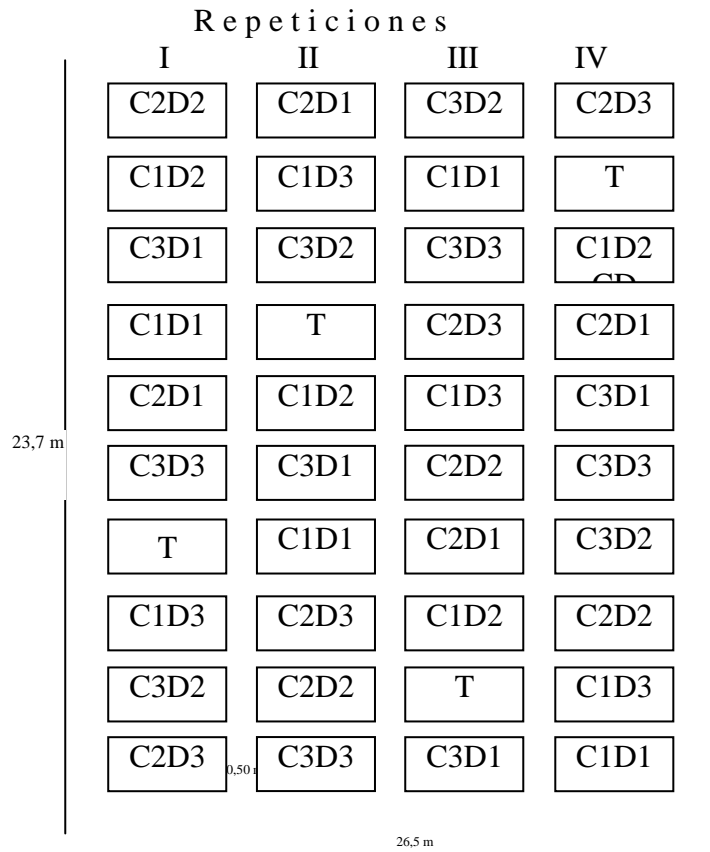
El análisis económico de los tratamientos se realizó siguiendo la metodología utilizada por Perrin et al. (1988), con el cálculo de la tasa marginal de retorno.

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

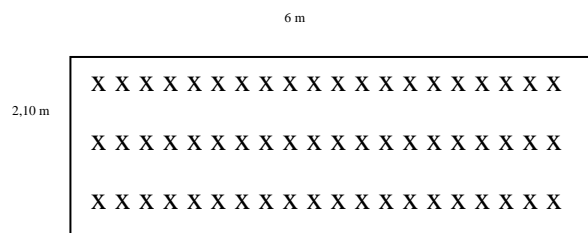
Número de tratamientos:	10
Número total de parcelas:	40
Largo de la parcela:	6 m

Ancho de la parcela:	2,1 m
Área por parcela:	12,6 m ²
Superficie total de las parcelas:	504 m ²
Número de plantas/parcela:	60
Número de plantas en el ensayo:	2 400
Número de plantas/parcela neta:	18
Número de plantas a evaluar:	10
Distancia entre hileras:	0,70 m
Distancia entre plantas:	0,30 m
Área total del ensayo:	628,05 m ²
Área total de parcelas:	504,0 m ²
Área de caminos:	124,05 m ²

3.7.1. Esquema de la disposición del ensayo



Características de una parcela



3.8. DATOS TOMADOS

3.8.1. Altura de la planta

Se midió con cinta métrica la altura de planta, desde el cuello de la planta a nivel del suelo, hasta el ápice de la hoja más alta, a 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta. Se efectuaron cuatro lecturas: a los 45, 60, 75 y 90 días del trasplante.

3.8.2. Número de hojas

Se contabilizó el número de hojas por planta, a 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta, efectuando lecturas a los 45, 60, 75 y 90 días del trasplante.

3.8.3. Días a la cosecha

Se contabilizaron los días transcurridos desde el trasplante, hasta cuando el 50% de las plantas de la parcela neta presentaron pellas en estado de madurez comercial.

3.8.4. Peso de la pella

Al final del ensayo, se pesaron las pellas de 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta, utilizando una balanza.

3.8.5. Diámetro ecuatorial de la pella

Al momento de la cosecha, con ayuda de un calibrador pie de rey, se midió el diámetro ecuatorial de 10 pellas tomadas al azar de la parcela neta.

3.8.6. Rendimiento

El rendimiento correspondió al peso del total de pellas cosechadas por parcela. Los valores se expresaron en toneladas por hectárea.

3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se hizo mecánicamente, mediante un arado y rastrado, para seguidamente surcar, dejando la última pasada en el sentido en que se formaran los surcos.

3.9.2. Trazado de parcelas

Se dividió el terreno en las parcelas utilizando flexómetro, estacas y combo, con las dimensiones de 6 m de largo y 2,10 m de ancho, con caminos entre parcelas de 0,30 m y entre bloques de 0,50 m.

3.9.3. Decontaminación del suelo

La decontaminación del suelo se efectuó con Lorsvan (Clorpirifos + Cipermetrina) en dosis de 1,5 cc/l. El Lorsvan se aplicó cinco días antes del trasplante, para controlar gusanos trozadores.

3.9.4. Instalación del sistema de riego

Se instaló el sistema de riego por aspersión, para dotar de la humedad necesaria al cultivo.

3.9.5. Fertilización

La fertilización se realizó una sola vez, durante todo el ciclo de cultivo, aplicando un día antes del trasplante. Se colocó el fertilizante Brócoli Blend con su debido porcentaje y dosis en cada parcela, él mismo que fue tapado luego de aplicarlo.

3.9.6. Adquisición de plántulas

Las plántulas de brócoli, híbrido Domador, fueron proporcionadas por la Compañía productora de brócoli Nintanga SA, provenientes de los viveros productores de plántulas, cuyos tallos eran de color marrón, diámetro de 2 a 3 mm y con 2-3 hojas verdaderas.

3.9.7. Trasplante

El trasplante se realizó al día siguiente de la aplicación del fertilizante, en horas de la mañana a las distancias de 0,70 m entre surcos y a 0,30 m entre plantas.

3.9.8. Riegos

Los riegos se efectuaron según las recomendaciones de Nintanga SA, mediante el método por aspersión, suministrando al cultivo entre 600 y 700 mm de agua en todo el ciclo. La frecuencia de riego fue de cada 8 días.

3.9.9. Deshierbas

Para el control de malezas se utilizó medios químicos y manuales. El control químico se efectuó siete días antes del trasplante con Goal (Oxifluorfeb) en dosis de 1 l/ha. El control manual se realizó a los 45 días con azadón, Durante la deshierba se colocó tierra alrededor de la planta, es decir un medio aporque.

3.9.10. Controles fitosanitarios

La primera aplicación fitosanitaria se efectuó a los 75 días del trasplante, para controlar la presencia de pulgón (*Aphidae*), utilizando Malathion 57 EC, en dosis de 500 cc/200 l. La segunda aplicación se hizo a los 75 días del trasplante, para controlar gusanos de la hoja, utilizando Basudin (Diazinon), en dosis de 150 cc/200 l.

3.9.11. Cosecha

Se realizó la cosecha manualmente, utilizando un cuchillo, cuando las pellas estaban desarrolladas en tamaño, compactas y no presentaban apertura de los botones florales. Seguidamente se cortó el pedúnculo que sostiene la pella.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. Altura de planta a los 45, 60, 75 y 90 días

Los valores correspondientes al crecimiento en altura de planta a los 45, 60, 75 y 90 días, para cada tratamiento, se muestran en los anexos 1, 2, 3 y 4, respectivamente, con alturas promedios de 13,81 cm a los 45 días, 23,11 cm a los 60 días, 35,93 cm a los 75 días y 45,13 cm a los 90 días. El análisis de variancia para las cuatro lecturas (cuadro 3), reportó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos a los 75 y 90 días. El factor concentraciones registró diferencias a nivel de 1% a los 75 días y a nivel del 5% a los 90 días, con tendencia lineal a estos mismos niveles. El factor dosis de aplicación reportó significación a nivel del 1% a los 90 días, con tendencia lineal altamente significativa. La interacción concentraciones por dosis fue significativa en las lecturas a los 45 y 90 días; mientras que el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 5% a los 45 días y a nivel del 1% a los 75 y 90 días. Los coeficientes de variación fueron de 4,23%, 4,62%, 10,28% y 6,62%, para cada lectura, en su orden, cuyas magnitudes confieren alta confiabilidad a los resultados presentados.

Ejecutando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la altura de planta a los 75 y 90 días, se establecieron dos rangos de significación a los 75 días y cuatro rangos a los 90 días (cuadro 4). La mayor altura de planta se observó en el tratamiento C3D3 (concentración 80% de mezcla de CRF, dosis de 1000 kg/ha), con promedio de 39,63 cm a los 75 días y 50,38 cm a los 90 días, ubicados en el primer rango, seguidos de varios tratamientos que compartieron el primer rango a los 75 días, con promedios que van desde 39,28 cm hasta 38,23 cm; y, del tratamiento C3D2 (concentración 80% de mezcla de CRF, dosis de 800 kg/ha) a los 90 días, con promedio de 49,93 cm. La menor altura de planta, reportó el tratamiento testigo, con el menor promedio de 28,63 cm a los 75 días y 36,18 cm a los 90 días, ubicados en el último rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE PLANTA A LOS 45, 60, 75 Y 90 DÍAS

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios y valor de F							
		A los 45 días		A los 60 días		A los 75 días		A los 90 días	
Repeticiones	3	0,397	1,17 ns	3,288	2,88 ns	14,927	4,09 ns	10,830	1,21 ns
Tratamientos	9	0,746	2,19 ns	2,477	2,17 ns	50,291	3,689 **	89,218	9,99 **
Concentraciones (C)	3	0,186	0,55 ns	1,367	1,20 ns	81,367	5,97 **	34,330	3,85 *
Tendencia lineal	1					159,650	11,71 **	61,120	6,85 *
Tendencia cuadrática	1					3,083	0,23 ns	7,540	0,85 ns
Dosis (D)	3	0,528	1,55 ns	2,821	2,47 ns	19,560	1,43 ns	142,904	16,02 **
Tendencia lineal	1							248,970	27,90 **
Tendencia cuadrática	1							36,837	4,13 ns
C x D	9	0,838	2,46 *	2,017	1,77 ns	3,479	0,26 ns	23,122	2,59 *
Testigo versus resto	1	1,936	5,69 *	0,851	0,75 ns	236,844	17,37 **	356,011	39,90 **
Error experimental	27	0,340		1,142		13,633		8,923	
Total	39								
Coef. de var. (%) =		4,23%		4,62%		10,28%		6,62%	

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 75 Y 90 DÍAS

Tratamientos		Promedios (cm) y rangos			
No.	Símbolo	A los 75 días		A los 90 días	
9	C3D3	39,63	a	50,38	a
8	C3D2	39,28	a	49,93	a
7	C3D1	38,43	a	41,88	bcd
6	C2D3	38,23	a	47,48	ab
5	C2D2	36,85	ab	46,85	ab
3	C1D3	36,48	ab	48,03	ab
4	C2D1	36,38	ab	45,98	ab
2	C1D2	33,43	ab	45,88	abc
1	C1D1	31,95	ab	38,70	bcd
10	T	28,63	b	36,18	d

Examinando el factor concentraciones de fertilizantes de liberación controlada, en la altura de planta a los 75 y 90 días, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 5). La mayor altura de planta experimentaron los tratamientos que recibieron aplicación de fertilización con la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), al ubicarse en el primer rango, con promedios de 39,11 cm a los 75 días y 47,39 cm a los 90 días; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación con la concentración de 50% de mezcla de CRF (C1), experimentaron menor crecimiento en altura de planta, con promedios de 33,95 cm a los 75 días y 44,20 cm a los 90 días, ubicados en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 5. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR CONCENTRACIONES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 75 Y 90 DÍAS

Concentraciones de CRF	Promedios (cm) y rangos			
	A los 75 días		A los 90 días	
80% de mezcla de CRF (C3)	39,11	a	47,39	a
65% de mezcla de CRF (C2)	37,15	ab	46,77	ab
50% de mezcla de CRF (C1)	33,95	b	44,20	b

La figura 2, representa la regresión lineal entre concentraciones de fertilizante de liberación controlada versus el crecimiento en altura de planta a los 75 días, en donde la tendencia lineal positiva de la recta indica que, a mayor porcentaje de mezcla de CRF, las plantas respondieron mejor al crecimiento en altura, detectando los mejores resultados con aplicación de fertilización con la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), con correlación lineal significativa de 0,51.

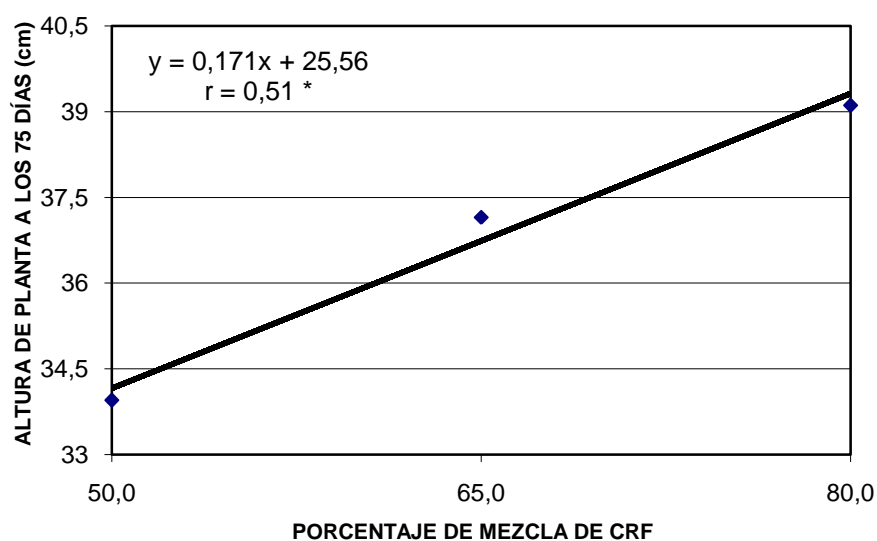


FIGURA 2. Regresión lineal para concentraciones en porcentaje de mezcla de CRF, versus altura de planta a los 75 días

Mediante la figura 3, se representa la regresión lineal entre concentraciones de fertilizante de liberación controlada versus el crecimiento en altura de planta a los 90 días, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, significa que, a mayor porcentaje de mezcla de CRF, las plantas encontraron mejores condiciones de desarrollo, detectando los mejores resultados con aplicación de fertilización con la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), con correlación lineal significativa de 0,30.

En cuanto al factor dosis de aplicación del fertilizante de liberación controlada, al evaluar el crecimiento en altura de planta a los 90 días, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 6). El mayor crecimiento en altura de planta experimentaron

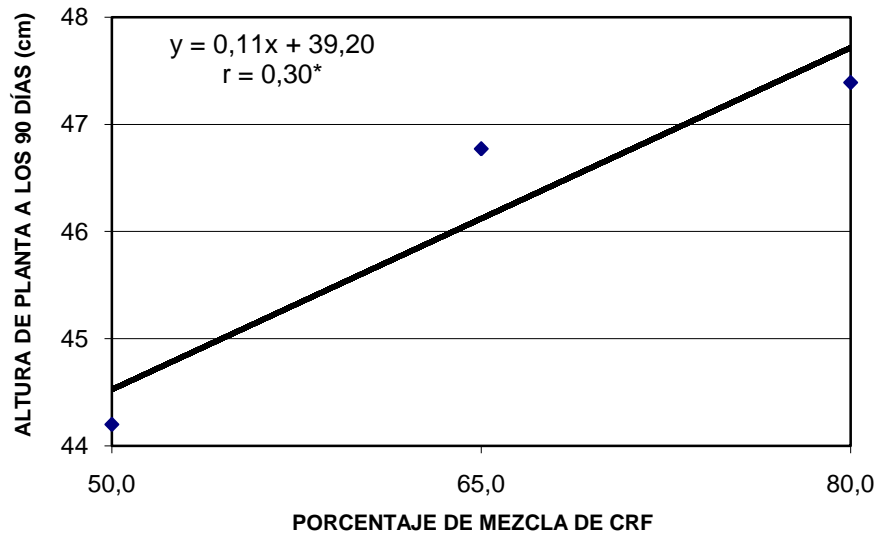


FIGURA 3. Regresión lineal para concentraciones en porcentaje de mezcla de CRF, versus altura de planta a los 90 días

los tratamientos que recibieron aplicación de fertilización con la dosis de 1000 kg/ha (D3), al ubicarse en el primer rango, con promedio de 48,63 cm, seguido de los tratamientos de la dosis de 800 kg/ha (D2), que compartieron el primer rango, con promedio de 47,55 cm; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación con la dosis de 600 kg/ha (D1), reportaron plantas con menor crecimiento en altura, al ubicarse en el segundo rango, con promedio de 42,18 cm.

CUADRO 6. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS

Dosis de aplicación	Promedio (cm)	Rango
1 000 kg/ha (D3)	48,63	a
800 kg/ha (D2)	47,55	a
600 kg/ha (D1)	42,18	b

La figura 4, ilustra la regresión lineal entre dosis de fertilizante de liberación controlada versus altura de planta a los 90 días, demostrando la tendencia lineal positiva de la recta, que a mayores dosis de fertilizante, las plantas se desarrollaron mejor, incrementando el crecimiento en altura de planta, especialmente con aplicación de fertilización en la dosis de 1000 kg/ha, con correlación lineal significativa de 0,59.

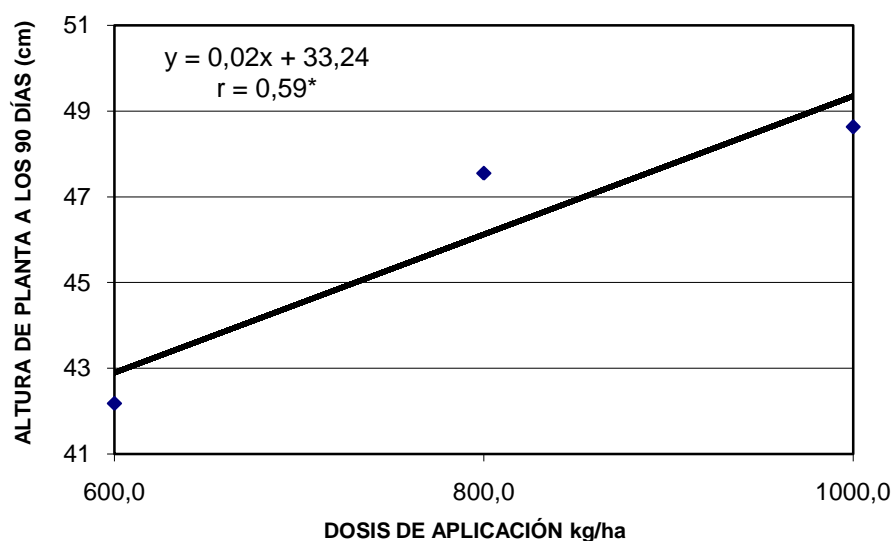


FIGURA 4. Regresión lineal para dosis de aplicación, versus altura de planta a los 90 días

En cuanto a la interacción concentraciones por dosis de aplicación, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, en la altura de planta a los 45 y 90 días, se registraron dos rangos de significación a los 45 días y tres rangos a los 90 días (cuadro 7). A los 45 días, la altura de planta fue mayor en la interacción C3D2 (concentración 80% de mezcla de CRF, dosis de 800 kg/ha), con promedio de 14,28 cm, mientras que a los 90 días, la altura fue mayor en la interacción C3D3 (concentración 80% de mezcla de CRF, dosis de 1000 kg/ha), con promedio de 50,38 cm, seguidos de varias interacciones que compartieron el primer rango con rangos inferiores. La menor altura de planta, reportó la interacción C1D3 (concentración 50% de mezcla de CRF, dosis de 1000 kg/ha) a los 45 días, con promedio de 13,15 cm y la interacción C1D1 (concentración 50% de mezcla de CRF, dosis de 600 kg/ha) a los 90 días, con promedio de 38,70 cm, ubicados en el último rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN
CONCENTRACIONES POR DOSIS EN LA VARIABLE
ALTURA DE PLANTA A LOS 45 Y 90 DÍAS**

C x D	Promedios (cm) y rangos			
	A los 45 días		A los 90 días	
C3D2	14,28	a	49,93	a
C2D3	14,23	ab	47,48	ab
C2D2	14,20	ab	46,85	ab
C1D1	14,18	ab	38,70	c
C1D2	13,90	ab	45,88	abc
C3D3	13,88	ab	50,38	a
C3D1	13,65	ab	41,88	bc
C2D1	13,50	ab	45,98	abc
C1D3	13,15	b	48,03	ab

Evaluando los resultados, del crecimiento en altura de planta, se puede deducir que, la aplicación de varias concentraciones de fertilizante de liberación controlada, en tres dosis, favorecieron este crecimiento, por cuanto, en general, los tratamientos que recibieron aplicación, presentaron mayor altura de planta, que lo obtenido en el testigo, en el cual no se aplicó. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de fertilización con la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), con el cual, la altura de planta se incrementó en promedio de 5,16 cm a los 75 días y 3,19 cm a los 90 días, que lo observado en los tratamientos de la concentración de 50% de mezcla de CRF (C1). Igualmente, con la aplicación del fertilizante en la dosis de 1000 kg/ha (D3), se consiguieron los mejores resultados, superando la altura de planta en promedio de 6,45 a los 90 días, a lo obtenido en los tratamientos de la dosis de 600 kg/ha (D1), por lo que se puede inferir que, la aplicación de Brócoli Blend como aporte de fertilizantes de liberación controlada, en concentración del 80% de mezcla de CRF, en dosis de 1000 kg/ha, es el tratamiento apropiado, para obtener plantas de brócoli más vigorosas y desarrolladas. Es posible que haya sucedido lo manifestado por Blaylock (2003), que los fertilizantes de liberación controlada, conocidos también como CRF, están basados en la tecnología de recubrimiento con polímeros mientras que la tecnología de liberación lenta está principalmente basada en un compuesto molecular constituido por dos partes: una parte soluble que es la urea y una segunda parte que crea una molécula final que es no soluble y que se va rompiendo lentamente para ir liberando el nitrógeno. En este

sector podemos encontrar al formaldehído de urea, la urea metileno IBDU, etc, cuya liberación, permitió una mejor disponibilidad de los nutrientes durante la etapa de crecimiento activo, por lo que se obtuvieron plantas de mejor crecimiento en altura, especialmente con la concentración del 80% de mezcla de CRF, en dosis de 1000 kg/ha.

4.1.2. Número de hojas a los 45, 60, 75 y 90 días

Mediante los anexos 5, 6, 7 y 8, se indican los valores del número de hojas por planta a los 45, 60, 75 y 90 días, para cada tratamiento, respectivamente, con promedios de 7,27 hojas a los 45 días, 9,53 hojas a los 60 días, 13,45 hojas a los 75 días y 16,46 hojas a los 90 días. Según el análisis de variancia para las cuatro lecturas (cuadro 8), se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos a los 75 y 90 días. El factor concentraciones registró diferencias a nivel de 1% a los 75 días, con tendencia lineal a este mismo nivel. El factor dosis de aplicación reportó significación a nivel del 1% a los 90 días, con tendencia lineal altamente significativa. La interacción entre los dos factores fue no significativa, mientras que el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1% a los 75 y 90 días. Los coeficientes de variación fueron de 8,27%, 4,81%, 5,84% y 4,21%, para cada lectura, en su orden, cuyas magnitudes confieren alta confiabilidad a los resultados obtenidos.

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el número de hojas por planta a los 75 y 90 días del trasplante, se detectaron dos rangos de significación en las dos lecturas (cuadro 9). A los 75 días, el mayor número de hojas se observó en el tratamiento C2D3 (concentración 65% de mezcla de CRF, dosis de 1000 kg/ha), con promedio de 14,40 hojas, ubicado en el primer rango, seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango, con promedios que van desde 14,28 hojas hasta 13,68 hojas. A los 90 días, el mayor número de hojas reportó el tratamiento C2D2 (concentración 65% de mezcla de CRF, dosis de 800 kg/ha), con promedio de 17,48 hojas, ubicado en el primer rango, seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango, con promedios que van desde 17,35 hojas hasta 16,73 hojas. El menor número de hojas por planta, reportó el tratamiento testigo, con el menor promedio de 11,75 hojas los 75 días y 14,93 hojas a los 90 días, ubicados en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANCIAS PARA NÚMERO DE HOJAS A LOS 45, 60, 75 Y 90 DÍAS

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios y valor de F							
		A los 45 días		A los 60 días		A los 75 días		A los 90 días	
Repeticiones	3	0,054	0,15 ns	0,601	2,87 ns	0,361	0,59 ns	0,156	0,33 ns
Tratamientos	9	0,084	0,23 ns	0,117	0,56 ns	2,645	4,29 **	2,530	5,27 **
Concentraciones (C)	3	0,021	0,06 ns	0,048	0,23 ns	2,903	4,71 **	0,773	1,61 ns
Tendencia lineal	1					5,802	9,41 **		
Tendencia cuadrática	1					0,005	0,01 ns		
Dosis (D)	3	0,034	0,09 ns	0,047	0,22 ns	1,651	2,48 ns	4,440	9,23 **
Tendencia lineal	1							7,260	15,11 **
Tendencia cuadrática	1						s	1,620	3,37 ns
C x D	9	0,154	0,43 ns	0,131	0,62 ns	0,435	0,71 ns	0,460	0,96 ns
Testigo versus resto	1	0,032	0,09 ns	0,336	1,60 ns	12,882	20,88 **	10,506	21,87 **
Error experimental	27	0,361		0,210		0,617		0,481	
Total	39								
Coef. de var. (%) =		8,27%		4,81%		5,84%		4,21%	

ns = no significativo

** = significativo al 1%

CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS A LOS 75 Y 90 DÍAS

Tratamientos		Promedios y rangos			
No.	Símbolo	A los 75 días		A los 90 días	
6	C2D3	14,40	a	17,35	a
9	C3D3	14,28	a	17,23	a
8	C3D2	14,08	a	16,60	ab
7	C3D1	14,03	a	15,93	ab
5	C2D2	13,68	a	17,48	a
3	C1D3	13,35	ab	16,53	ab
2	C1D2	13,20	ab	16,73	a
4	C2D1	12,90	ab	15,90	ab
1	C1D1	12,88	ab	15,98	ab
10	T	11,75	b	14,93	b

En relación al factor concentraciones de fertilizantes de liberación controlada, en el número de hojas por planta a los 75 días, según la prueba de significación de Tukey al 5%, se registraron dos rangos de significación (cuadro 10). El mayor número de hojas por planta, desarrollaron los tratamientos que recibieron aplicación de fertilización con la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), al ubicarse en el primer rango, con promedio de 14,13 hojas; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación con la concentración de 50% de mezcla de CRF (C1), desarrollaron menor número de hojas por planta, con promedio de 13,14 hojas, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR CONCENTRACIONES EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS A LOS 75 DÍAS

Concentraciones de CRF	Promedio	Rango
80% de mezcla de CRF (C3)	14,13	a
65% de mezcla de CRF (C2)	13,66	ab
50% de mezcla de CRF (C1)	13,14	b

Gráficamente, mediante la figura 5, se ilustra la regresión lineal entre concentraciones de fertilizante de liberación controlada versus el número de hojas

por planta a los 75 días, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, muestra que, a mayor porcentaje de mezcla de CRF, las plantas se desarrollaron mejor, encontrándose los mejores resultados con aplicación de fertilización con la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), con correlación lineal significativa de 0,45.

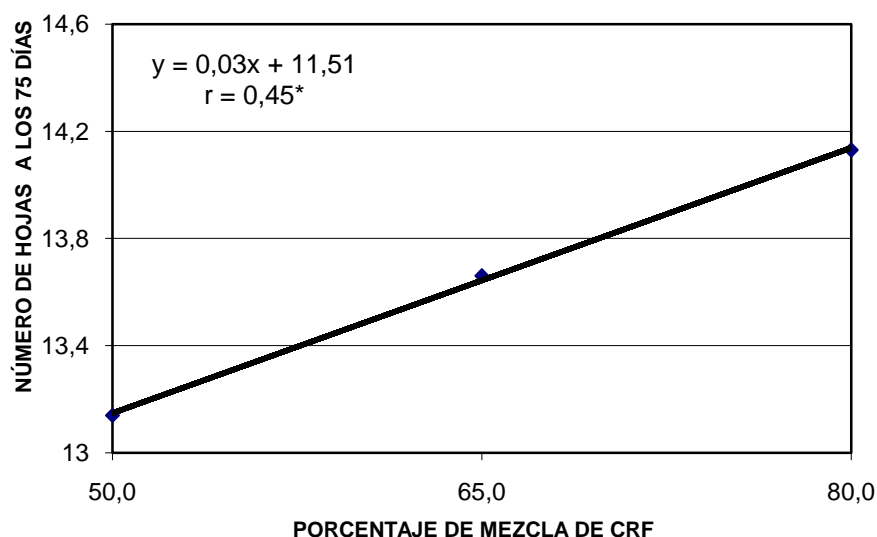


FIGURA 5. Regresión lineal para concentraciones en porcentaje de mezcla de CRF, versus número de hojas a los 75 días

En referencia al factor dosis de aplicación del fertilizante de liberación controlada, en la evaluación del número de hojas por planta a los 90 días, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, se establecieron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 11). Mayor número de hojas por planta, se observó en los tratamientos que recibieron aplicación de fertilización con la dosis de 1000 kg/ha (D3), al ubicarse en el primer rango, con promedio de 17,03 hojas, seguido de los tratamientos de la dosis de 800 kg/ha (D2), que compartieron el primer rango, con promedio de 16,93 hojas; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación con la dosis de 600 kg/ha (D1), reportaron plantas con menor número de hojas, al ubicarse en el segundo rango, con promedio de 15,93 hojas.

CUADRO 11. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS A LOS 90 DÍAS

Dosis de aplicación	Promedio	Rango
1 000 kg/ha (D3)	17,03	a
800 kg/ha (D2)	16,93	a
600 kg/ha (D1)	15,93	b

Mediante la figura 6, se representa la regresión lineal entre dosis de fertilizante de liberación controlada, versus número de hojas a los 90 días, demostrando la tendencia lineal positiva de la recta, que a mayores dosis de fertilizante, las plantas se desarrollaron mejor, incrementando el crecimiento en altura de planta, especialmente con aplicación de fertilización en la dosis de 1000 kg/ha, con correlación lineal significativa de 0,54.

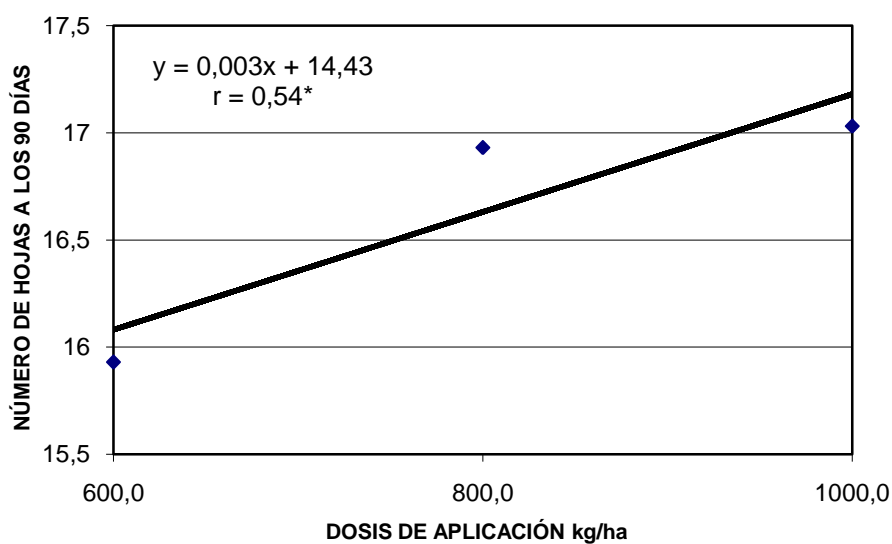


FIGURA 6. Regresión lineal para dosis de aplicación, versus número de hojas a los 90 días

Los resultados obtenidos del número de hojas por planta, permiten deducir que, la aplicación de concentraciones de fertilizante de liberación controlada,

en tres dosis, influenciaron en esta variable, debido a que, en general, los tratamientos que recibieron fertilización, presentaron mayor número de hojas por planta, que lo obtenido en el testigo, el cual no recibió. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de fertilización con la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), con el cual, el número de hojas por planta se incrementó, superando en promedio de 0,99 hojas a los 75 días, que lo observado en los tratamientos de la concentración de 50% de mezcla de CRF (C1). Igualmente, con la aplicación del fertilizante en la dosis de 1000 kg/ha (D3), se consiguieron los mejores resultados, superando el número de hojas por planta en promedio de 1,10 hojas a los 90 días, a lo obtenido en los tratamientos de la dosis de 600 kg/ha (D1); lo que permite inferir que, la aplicación de Brócoli Blend como aporte de fertilizantes de liberación controlada, en concentración del 80% de mezcla de CRF, en dosis de 1000 kg/ha, es el tratamiento adecuado para provocar mejor crecimiento y desarrollo de las plantas, obteniéndose mayor número de hojas por planta. Según Compo expert (2010), la liberación de nutrientes contenidos en el gránulo ocurre en función de la temperatura, con temperaturas más altas aumenta la liberación y con temperaturas más bajas se ralentiza, de esta forma se consigue una liberación según la actividad metabólica de las plantas. El agua penetra a través de los microporos de la cubierta disuelve los nutrientes formando una solución concentrada y se inicia la liberación controlada de nutrientes, lo que permitió la disponibilidad de nutrientes, durante la etapa de crecimiento de las plantas, consiguiéndose mayor número de hojas, especialmente con la concentración del 80% de mezcla de CRF, en dosis de 1000 kg/ha.

4.1.3. Días a la cosecha

El anexo 9, presenta los valores de los días a la cosecha, para cada tratamiento, cuyo promedio general fue de 102,20 días. Aplicando el análisis de variancia (cuadro 12), no se detectaron diferencias significativas para tratamientos. El factor concentraciones registró ausencia de significación, como también el factor dosis de aplicación y la interacción entre los dos factores. El testigo no se diferenció del resto de tratamientos. El coeficiente de variación fue de 3,95%, valor que confiere alta confiabilidad en la validez de éstos resultados.

CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DÍAS A LA COSECHA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	0,000	0,000	0,00 ns
Tratamientos	9	29,400	3,267	0,20 ns
Concentraciones (C)	3	2,722	1,361	0,08 ns
Dosis (D)	3	19,056	9,528	0,58 ns
C x D	9	5,444	1,361	0,08 ns
Testigo versus resto	1	2,178	2,178	0,13 ns
Error experimental	27	441,000	16,333	
Total	39	470,400		

Coeficiente de variación: 3,95%

ns = no significativo

Observando los resultados de la evaluación de los días a la cosecha, se deduce que, la aplicación de concentraciones de fertilizante de liberación controlada, en tres dosis, en el cultivo de brócoli, híbrido Domador, no produjeron diferencias significativas en este tiempo, por cuanto, en general, los tratamientos que recibieron fertilización, presentaron prácticamente el mismo tiempo a la cosecha que el testigo, el cual no recibió fertilización. Es probable que, el fertilizante de liberación controlada, cause mayor efecto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, como en el crecimiento de las pellas y no refleje significativamente efecto alguno acortando los días a la cosecha, como lo sucedido en el ensayo, en donde todos los tratamientos presentaron una duración del ciclo similar.

4.1.4. Peso de la pella

En el anexo 10, se registran los valores del peso de la pella, para cada tratamiento, cuyo peso promedio general fue de 324,73 g. Aplicando el análisis de variancia (cuadro 13), se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor concentraciones registró diferencias a nivel de 1%, con tendencia lineal a este mismo nivel. El factor dosis de aplicación reportó significación a nivel del 1%, con tendencia lineal altamente significativa. La interacción entre los dos factores fue no significativa; en tanto que el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 14,50%, cuya magnitud es aceptable para conferir validez a los resultados.

CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PESO DE LA PELLA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	12396,445	4132,148	1,86 ns
Tratamientos	9	88138,512	9793,168	4,42 **
Concentraciones (C)	3	29108,336	14554,168	6,56 **
Tendencia lineal	1	28635,042	28635,042	12,91 **
Tendencia cuadrática	1	473,294	473,294	0,21 ns
Dosis (D)	3	21615,254	10807,627	4,87 **
Tendencia lineal	1	21081,154	21081,154	9,51 **
Tendencia cuadrática	1	534,100	534,100	0,24 ns
C x D	9	10007,953	2501,988	1,13 ns
Testigo versus resto	1	27406,970	27406,970	12,36 **
Error experimental	27	59881,683	2217,840	
Total	39	160416,640		

Coefficiente de variación: 14,50%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el peso de la pella, se registraron tres rangos de significación (cuadro 14). El mayor peso de las pellas se obtuvo en el tratamiento C3D3 (concentración 80% de mezcla de CRF, dosis de 1000 kg/ha), con promedio de 387,73 g, ubicado en el primer rango, seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores. El menor peso de la pella, se observó en el testigo, con el menor promedio de 246,20 g, ubicado en el tercer rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA

Tratamientos		Promedio (g)	Rango
No.	Símbolo		
9	C3D3	387,73	a
6	C2D3	371,23	ab
8	C3D2	369,45	ab
7	C3D1	354,50	abc
5	C2D2	351,03	abc
3	C1D3	322,15	abc
2	C1D2	296,23	abc
1	C1D1	286,05	abc
4	C2D1	262,73	bc
10	T	246,20	c

Para el factor concentraciones de fertilizantes de liberación controlada, en la evaluación del peso de la pella, aplicando la prueba de significación

de Tukey al 5%, se establecieron dos rangos de significación (cuadro 15). Las pellas reportaron mayor peso, en los tratamientos que recibieron aplicación de fertilización con la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), con promedio de 370,56 g, al ubicarse en el primer rango; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación con la concentración de 50% de mezcla de CRF (C1), desarrollaron pellas de menor peso, con promedio de 301,48 g, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en al prueba.

CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR CONCENTRACIONES EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA

Concentraciones de CRF	Promedio (g)	Rango
80% de mezcla de CRF (C3)	370,56	a
65% de mezcla de CRF (C2)	328,33	ab
50% de mezcla de CRF (C1)	301,48	b

La figura 7, ilustra la regresión lineal entre concentraciones de fertilizante de liberación controlada versus el peso de la pella, demostrando la tendencia lineal positiva de la recta, que a mayor porcentaje de mezcla de CRF, las plantas se desarrollaron mejor, incrementando el peso de las pellas, especialmente con aplicación de fertilización con la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), con correlación lineal significativa de 0,47.

Examinando el factor dosis de aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el peso de la pella, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 16). Las pellas de mayor peso, se obtuvieron en los tratamientos que recibieron aplicación de fertilización con la dosis de 1000 kg/ha (D3), al ubicarse en el primer rango, con promedio de 360,37 g; seguido de los tratamientos de la dosis de 800 kg/ha (D2), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedio de 338,90 g; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de fertilización con la dosis de 600 kg/ha (D1), reportaron

plantas con pellas de menor peso, al ubicarse en el segundo rango, con promedio de 301,09 g.

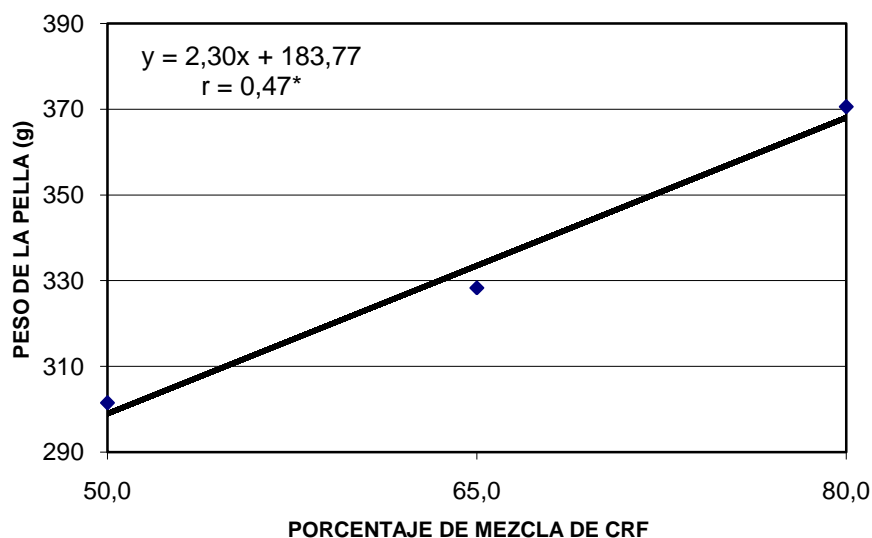


FIGURA 7. Regresión lineal para concentraciones en porcentaje de mezcla de CRF, versus peso de la pella

CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA

Dosis de aplicación	Promedio (g)	Rango
1 000 kg/ha (D3)	360,37	a
800 kg/ha (D2)	338,90	ab
600 kg/ha (D1)	301,09	b

Gráficamente, mediante la figura 8, se muestra la regresión lineal entre dosis de fertilizante de liberación controlada, versus el peso de la pella, indicando la tendencia lineal positiva de la recta, que a mayores dosis de fertilizante, las plantas respondieron mejor, incrementando el crecimiento y desarrollo, y obteniéndose consecuentemente pellas de mayor peso, ubicando los mejores resultados con aplicación de fertilización en la dosis de 1000 kg/ha, con correlación lineal significativa de 0,40.

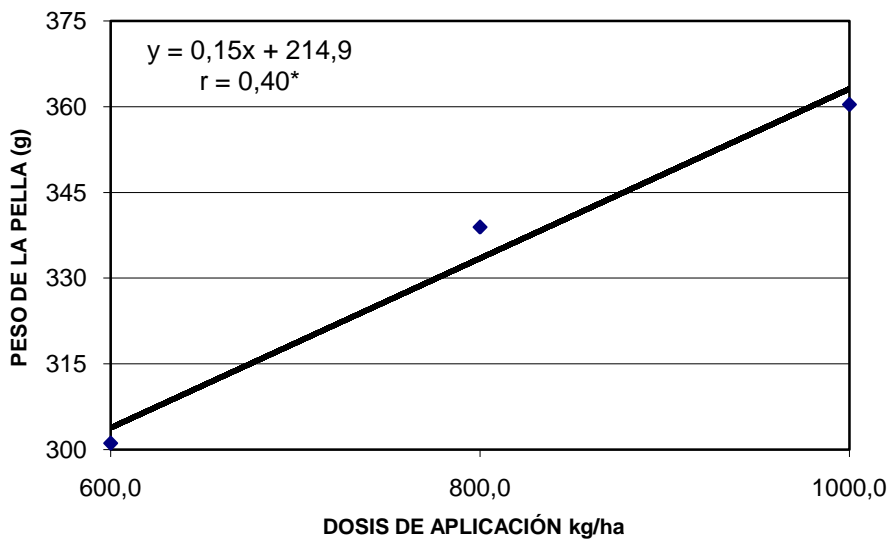


FIGURA 8. Regresión lineal para dosis de aplicación, versus peso de la pella

La evaluación estadística del peso de la pella, permiten informar que, la aplicación de concentraciones de fertilizante de liberación controlada, en tres dosis, favorecieron el crecimiento y desarrollo de las pellas, por cuanto, en general, los tratamientos que recibieron fertilización, presentaron pellas de mejor peso, que lo observado en el testigo, el cual no recibió fertilización. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de fertilización con la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), con el cual, el peso de la pella se incrementó, superando en promedio de 69,08 g, que lo observado en los tratamientos de la concentración de 50% de mezcla de CRF (C1). Así mismo, con la aplicación del fertilizante en la dosis de 1000 kg/ha (D3), se consiguieron los mejores resultados, superando el peso de la pella en promedio de 59,28 g, a los tratamientos de la dosis de 600 kg/ha (D1); por lo que es posible confirmar que, la aplicación de Brócoli Blend como aporte de fertilizantes de liberación controlada, en concentración del 80% de mezcla de CRF, en dosis de 1000 kg/ha, es el tratamiento adecuado para provocar mejor crecimiento y desarrollo de las plantas, obteniéndose pellas mejor desarrolladas, con mayor peso, lo que incrementa los rendimientos. Es probable que haya sucedido lo manifestado por Scotts (2009), que la mezcla de fertilizante de liberación controlada y fertilizantes convencionales, suministra nutrientes de rápida solubilidad con una nutrición controlada y constante a largo plazo, al disponer de nutrientes recubiertos

con polímero y azufre y nutrientes recubiertos con resina. El núcleo de los gránulos contiene componentes solubles o substratos como urea, cloruro de potasio (KCL), sulfato de potasio (SOP) o fosfato monoamónico (MAP), dicho núcleo está recubierto con dos capas, una capa interna de azufre y una doble capa externa de polímeros, lo que favoreció el mejor crecimiento y desarrollo de las plantas, obteniéndose pellas de mayor tamaño y de mejor peso.

4.1.5. Diámetro ecuatorial de la pella

Los valores correspondientes al crecimiento en diámetro ecuatorial de la pella, se detallan en el anexo 11, cuyo diámetro promedio general fue de 13,08 cm. Realizando el análisis de variancia (cuadro 17), se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor concentraciones no registró significación. El factor dosis de aplicación reportó significación a nivel del 1%, con tendencia lineal altamente significativa. La interacción entre los dos factores fue no significativa; en tanto que el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 5,01%, valor que confiere alta confiabilidad a los resultados que se presentan.

CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	3	4,473	1,491	3,47 *
Tratamientos	9	14,880	1,653	3,85 **
Concentraciones (C)	3	1,002	0,501	1,17 ns
Dosis (D)	3	4,862	2,431	5,65 **
Tendencia lineal	1	4,682	4,682	10,90 **
Tendencia cuadrática	1	0,180	0,180	0,42 ns
C x D	9	2,617	0,654	1,52 ns
Testigo versus resto	1	6,400	6,400	14,89 **
Error experimental	27	11,602	0,430	
Total	39	30,955		

Coeficiente de variación: 5,01%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el diámetro ecuatorial de la pella, estableció tres rangos de significación (cuadro 18). El mayor diámetro ecuatorial de las pellas presentó el tratamiento C3D3 (concentración 80% de mezcla de CRF, dosis de 1000 kg/ha), con promedio de 14,33 cm, ubicado en el primer rango, seguidos de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores. El menor diámetro ecuatorial de la pella se observó en el testigo, con el menor promedio de 11,88 cm, ubicado en el tercer rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 18. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
9	C3D3	14,33	a
6	C2D3	13,58	ab
5	C2D2	13,45	abc
3	C1D3	13,20	abc
7	C3D1	13,00	abc
2	C1D2	12,98	abc
8	C3D2	12,90	abc
1	C1D1	12,83	abc
4	C2D1	12,63	bc
10	T	11,88	c

Evaluando el factor dosis de aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el crecimiento en diámetro ecuatorial de la pella, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, se detectaron dos rangos de significación (cuadro 19). El mayor diámetro ecuatorial de la pella se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de fertilización con la dosis de 1000 kg/ha (D3), al ubicarse en el primer rango, con promedio de 13,70 cm, seguido de los tratamientos de la dosis de 800 kg/ha (D2), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedio de 13,11 cm; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de fertilización con la dosis de 600 kg/ha (D1), reportaron plantas con pellas de menor diámetro, al ubicarse en el segundo rango, con promedio de 12,82 cm.

CUADRO 19. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA

Dosis de aplicación	Promedio (cm)	Rango
1 000 kg/ha (D3)	13,70	a
800 kg/ha (D2)	13,11	ab
600 kg/ha (D1)	12,82	b

La ilustración de la figura 9, indica la regresión lineal entre dosis de fertilizante de liberación controlada, versus el diámetro ecuatorial de la pella, indicando la tendencia lineal positiva de la recta, que a mayores dosis de fertilizante, las plantas respondieron mejor, incrementando el crecimiento y desarrollo, obteniéndose consecuentemente pellas de mayor diámetro ecuatorial, encontrando los mejores resultados con aplicación de fertilización en la dosis de 1000 kg/ha, con correlación lineal significativa de 0,44.

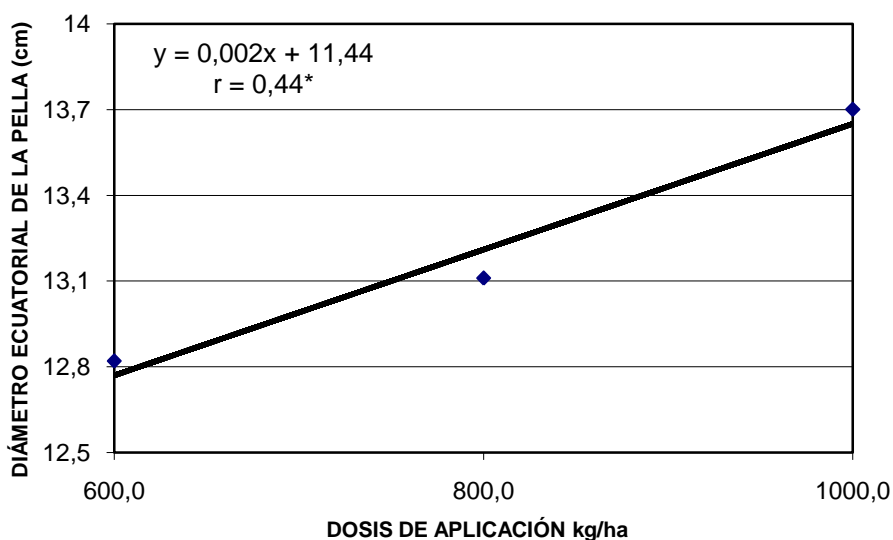


FIGURA 9. Regresión lineal para dosis de aplicación, versus diámetro ecuatorial de la pella

De la evaluación estadística del diámetro ecuatorial de la pella, es posible informar que, la aplicación de concentraciones de fertilizante de liberación controlada, en tres dosis, en el cultivo de brócoli, variedad Domador, incrementaron el crecimiento de las pellas, por cuanto, en general, los tratamientos que recibieron fertilización, presentaron mayor diámetro ecuatorial de la pella, que lo observado en el testigo, el cual no recibió fertilización. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación del fertilizante en la dosis de 1000 kg/ha (D3), superando el diámetro en promedio de 0,88 cm, que los tratamientos de la dosis de 600 kg/ha (D1); por lo que es posible inferir que, la aplicación de Brócoli Blend como fertilización de liberación controlada en el cultivo de brócoli, en concentración del 80% de mezcla de CRF, en dosis de 1000 kg/ha, es el tratamiento apropiado para provocar mejor crecimiento y desarrollo de las pellas, consiguiéndose mayor crecimiento en diámetro ecuatorial. Posiblemente sucedió lo citado por Inia (2013), que los fertilizantes de liberación lenta, mantienen de forma continua y uniforme una concentración moderada de nutrientes en el suelo, ya que la planta absorbe la gran mayoría de lo que el fertilizante suministra, por lo que puede utilizarse sin riesgos de daños por salinidad. Permiten mantener niveles aceptables de nutrientes en épocas lluviosas, son relativamente independientes de la calidad del agua para desarrollar su mecanismo de liberación, características que influenciaron el mejor crecimiento y desarrollo de las plantas, obteniéndose consecuentemente pellas de mejor tamaño.

4.1.6. Rendimiento

El rendimiento para cada tratamiento en estudio, se reporta en el anexo 12, cuyo rendimiento promedio general fue de 12,23 t/ha. Ejecutando el análisis de variancia (cuadro 20), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor concentraciones registró diferencias a nivel de 1%, con tendencia lineal a este mismo nivel. El factor dosis de aplicación reportó significación a nivel del 1%, con tendencia lineal altamente significativa. La interacción entre los dos factores fue no significativa; en tanto que el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 15,57%, el cual confiere alta confiabilidad en la validez de los resultados.

CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	17,750	5,917	1,63 ns
Tratamientos	9	145,234	16,137	4,45 **
Concentraciones (C)	3	53,823	26,912	7,43 **
Tendencia lineal	1	52,688	52,688	14,54 **
Tendencia cuadrática	1	1,135	1,135	0,31 ns
Dosis (D)	3	33,852	16,926	4,67 **
Tendencia lineal	1	32,854	32,854	9,07 **
Tendencia cuadrática	1	0,999	0,999	0,28 ns
C x D	9	9,918	2,480	0,68 ns
Testigo versus resto	1	47,640	47,640	13,15 **
Error experimental	27	97,847	3,624	
Total	39	260,831		

Coefficiente de variación: 15,57%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el rendimiento, se establecieron tres rangos de significación (cuadro 21). El mayor rendimiento se observó en el tratamiento C3D3 (concentración 80% de mezcla de CRF, dosis de 1000 kg/ha), con promedio de 15,02 t/ha, ubicado en el primer rango, seguidos de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores. El menor rendimiento reportó el tratamiento testigo, con el menor promedio de 8,96 t/ha, ubicado en el último rango y lugar en la prueba.

CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Tratamientos		Promedio	Rango
No.	Símbolo	(t/ha)	
9	C3D3	15,02	a
8	C3D2	14,08	ab
6	C2D3	13,89	ab
7	C3D1	13,50	abc
5	C2D2	13,12	abc
3	C1D3	12,02	abc
2	C1D2	11,29	abc
1	C1D1	10,40	abc
4	C2D1	10,01	bc
10	T	8,96	c

Analizando el factor concentraciones de fertilizantes de liberación controlada, en la evaluación del rendimiento, la prueba de significación de Tukey al

5%, detectó dos rangos de significación (cuadro 22). El mayor rendimiento se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de fertilización con la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), con promedio de 14,20 t/ha, ubicado en el primer rango; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación con la concentración de 50% de mezcla de CRF (C1), reportaron el menor rendimiento, con promedio de 11,24 t/ha, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR CONCENTRACIONES EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Concentraciones de CRF	Promedio (t/ha)	Rango
80% de mezcla de CRF (C3)	14,20	a
65% de mezcla de CRF (C2)	12,34	ab
50% de mezcla de CRF (C1)	11,24	b

Gráficamente, mediante la figura 10, se ilustra la regresión lineal entre concentraciones de fertilizante de liberación controlada versus el rendimiento, demostrando la tendencia lineal positiva de la recta, que a mayor porcentaje de mezcla de CRF, las plantas se desarrollaron mejor, incrementando los niveles de rendimientos, especialmente con aplicación de fertilización con la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), con correlación lineal significativa de 0,50.

En relación al factor dosis de aplicación del fertilizante de liberación controlada, en la evaluación del rendimiento, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 23). El mayor rendimiento se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de fertilización con la dosis de 1000 kg/ha (D3), al ubicarse en el primer rango, con promedio de 13,65 t/ha; seguido de los tratamientos de la dosis de 800 kg/ha (D2), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedio de 12,83 t/ha; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de fertilización con la dosis de 600 kg/ha (D1), reportaron el menor rendimiento, al ubicarse en el segundo rango, con promedio de 11,31 t/ha.

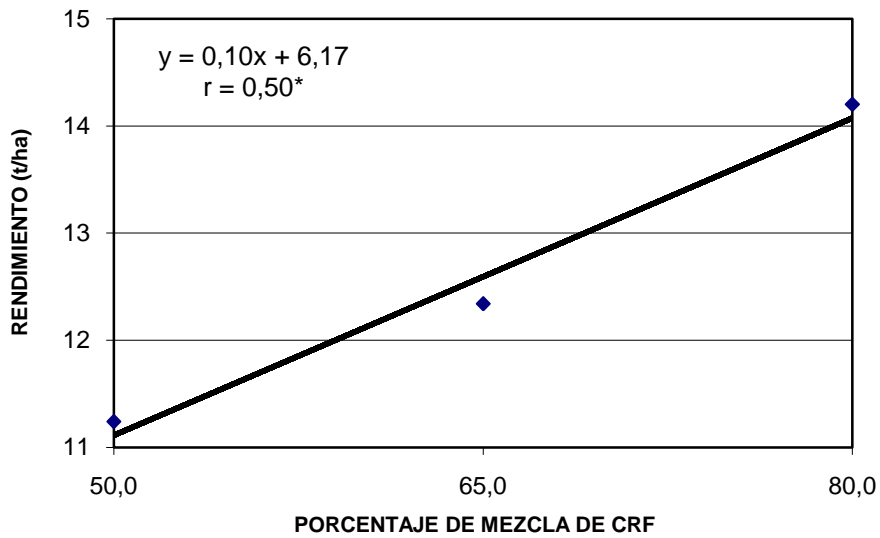


FIGURA 10. Regresión lineal para concentraciones en porcentaje de mezcla de CRF, versus rendimiento

CUADRO 23. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Dosis de aplicación	Promedio (t/ha)	Rango
1 000 kg/ha (D3)	13,65	a
800 kg/ha (D2)	12,83	ab
600 kg/ha (D1)	11,31	b

Mediante la ilustración de la figura 11, se representa la regresión lineal entre dosis de fertilizante de liberación controlada, versus el rendimiento, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, indica que, que a mayores dosis de fertilizante, las plantas incrementaron el crecimiento y desarrollo, obteniéndose consecuentemente pellas de mejor calidad, lo que mejoró los rendimientos, encontrando los mejores resultados con aplicación de fertilización en la dosis de 1000 kg/ha, con correlación lineal significativa de 0,39.

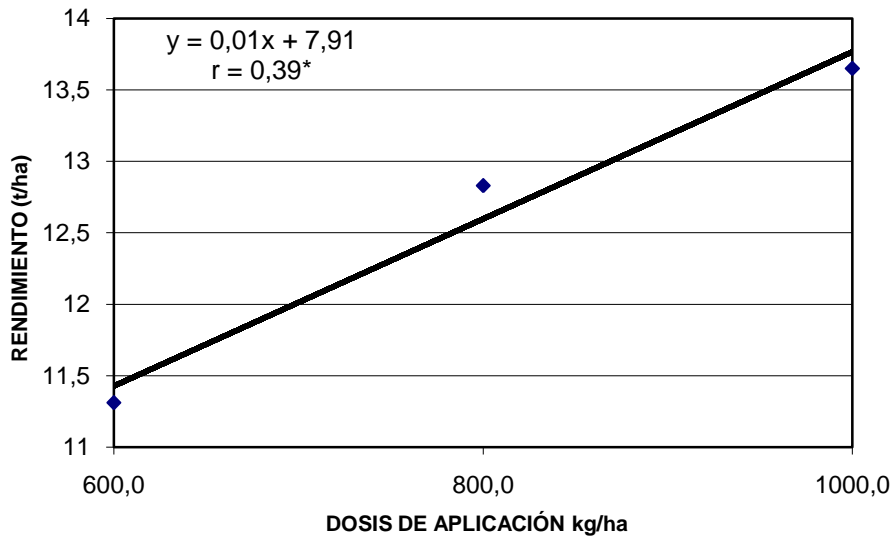


FIGURA 11. Regresión lineal para dosis de aplicación, versus rendimiento

Analizando los resultados de la evaluación estadística del rendimiento, es posible afirmar que, la aplicación de concentraciones de fertilizante de liberación controlada, en tres dosis, en el cultivo de brócoli, variedad Domador, incrementaron los rendimientos del cultivo, por cuanto, en general, los tratamientos que recibieron fertilización, presentaron mayores rendimientos que lo observado en el testigo, el cual no recibió fertilización. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de fertilización con la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), con el cual, el rendimiento se incrementó, superando en promedio de 2,96 t/ha, que lo observado en los tratamientos de la concentración de 50% de mezcla de CRF (C1). Igualmente, con la aplicación del fertilizante en la dosis de 1000 kg/ha (D3), se consiguieron los mejores resultados, superando el rendimiento en promedio de 2,34 t/ha, que los tratamientos de la dosis de 600 kg/ha (D1); lo que permite inferir que, la aplicación de Brócoli Blend como fertilización de liberación controlada en el cultivo de brócoli, en concentración del 80% de mezcla de CRF, en dosis de 1000 kg/ha, es la concentración y la dosis apropiado para conseguir mejor crecimiento y desarrollo de las pellas, consecuentemente para obtener mayores rendimientos. Según Inia (2013), los fertilizantes de liberación controlada ahorran cantidades notables de producto, ya que, por definición, liberan pequeñas dosis de nutrientes en la solución, por lo que, aun en el caso de fuertes riegos o lluvias, se lava solo una pequeña proporción, por lo que existe ahorro de fertilizante debido a bajas pérdidas en los drenajes. Así mismo,

garantiza una menor contaminación del medio, por lo que las plantas se beneficiaron de los fertilizantes, obteniéndose mejores rendimientos.

4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN

Para el análisis económico de los tratamientos, en la aplicación de tres concentraciones en tres dosis de fertilizante de liberación controlada (CRF) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*), híbrido **Domador**, en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, se siguió la metodología propuesta por Perrin *et al* (1988), para lo cual se determinaron los costos variables del ensayo por tratamiento (cuadro 24). La variación de los costos está dada básicamente por las distintas concentraciones de fertilizante y por la diversa cantidad de producto aplicado de acuerdo a cada dosis de aplicación por tratamiento. Los costos de producción se detallan en tres rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de la aplicación del fertilizante en el cultivo.

CUADRO 24. COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Mano de obra \$	Materiales \$	Aplicación de fertilizante \$	Costo total \$
C1D1	2,22	0,02	2,67	4,91
C1D2	2,22	0,02	3,47	5,71
C1D3	2,22	0,02	4,27	6,51
C2D1	2,22	0,02	2,77	5,01
C2D2	2,22	0,02	3,60	5,84
C2D3	2,22	0,02	4,43	6,67
C3D1	2,22	0,02	2,87	5,11
C3D2	2,22	0,02	3,73	5,97
C3D3	2,22	0,02	4,59	6,83
T	0,00	0,00	0,00	0,00

El cuadro 25, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se efectuó de acuerdo al peso de pellas cosechadas en la parcela total, en las cuatro repeticiones, considerando el precio de un kilogramo de producto en \$ 0,50, para la época en que se sacó a la venta.

En base a los costos variables y los ingresos por tratamiento, se calcularon los beneficios netos (cuadro 26), destacándose el tratamiento C3D3 (concentración 80% de mezcla de CRF, dosis de 1000 kg/ha), con el mayor beneficio neto \$ 39,70.

CUADRO 25. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Rendimiento (kg/tratam.)	Precio de 1 kg de producto \$	Ingreso total \$
C1D1	68,65	0,50	34,33
C1D2	71,09	0,50	35,55
C1D3	77,32	0,50	38,66
C2D1	63,05	0,50	31,53
C2D2	84,25	0,50	42,12
C2D3	89,09	0,50	44,55
C3D1	85,08	0,50	42,54
C3D2	88,67	0,50	44,33
C3D3	93,05	0,50	46,53
T	59,09	0,50	29,54

CUADRO 26. BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamientos	Ingreso Total	Costo total	Beneficio neto
C1D1	34,33	4,91	29,41
C1D2	35,55	5,71	29,84
C1D3	38,66	6,51	32,15
C2D1	31,53	5,01	26,52
C2D2	42,12	5,84	36,28
C2D3	44,55	6,67	37,88
C3D1	42,54	5,11	37,43
C3D2	44,33	5,97	38,36
C3D3	46,53	6,83	39,70
T	29,54	0,00	29,54

Para el análisis de dominancia de tratamientos (cuadro 27), se ordenaron los datos en forma descendente en base a beneficios netos. Se calificaron los tratamientos no dominados aquellos que presentaron el mayor beneficio neto y el menor costo variable, siendo los restantes tratamientos dominados.

Los tratamientos no dominados se sometieron al cálculo de beneficio neto marginal y costo variable marginal, calculándose la tasa marginal de retorno (cuadro 28). El tratamiento C3D3 (concentración 80% de mezcla de CRF, dosis de 1000 kg/ha), registro la mayor tasa marginal de retorno de 155,0%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

CUADRO 27. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS

Tratamientos	Beneficio neto (\$)	Costo total (\$)
C3D3	39,70	6,83 *
C3D2	38,36	5,97 *
C2D3	37,88	6,67 -
C3D1	37,43	5,11 *
C2D2	36,28	5,84 -
C1D3	32,15	6,51 -
C1D2	29,84	5,71 -
T	29,54	0,00 *
C1D1	29,41	4,91 -
C2D1	26,52	5,01 -

- Tratamientos dominados

* Tratamientos no dominados

CUADRO 28. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS

Tratamientos	Beneficio neto (\$)	Costo total (\$)	Beneficio neto marginal	Costo total marginal	Tasa marginal de retorno (%)
C3D3	39,70	6,83	1,33	0,86	155,00
C3D2	38,36	5,97	0,93	0,86	108,14
C3D1	37,43	5,11	7,88	5,11	154,27
T	29,54	0,00			

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos de la aplicación de tres concentraciones en tres dosis de fertilizante de liberación controlada (CRF) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*), híbrido **Domador**, en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, permiten aceptar la hipótesis, por, cuanto, con la utilización de la concentración del 80% de mezcla de CRF, en dosis de 1000 kg/ha, se obtuvieron los mejores rendimientos, superando significativamente al testigo, a más de obtenerse mejor crecimiento y desarrollo de las plantas, con pellas de mayor tamaño. Mezcla física de Brócoli Blend KCl (0-0-60) 61% y MAP (11-52-0), nitrato de amonio (34-0-0) y úrea (46-0-0) 39%.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Con la aplicación de fertilización de liberación controlada en la concentración de 80% de mezcla de CRF (C3), se obtuvieron los mejores resultados, con el mayor crecimiento y desarrollo de las plantas y el mejor desarrollo de las pellas, por lo que es el que mejor influenció, dotando de los nutrientes necesarios durante la etapa de crecimiento activo, por lo que se alcanzó la mayor altura de planta a los 75 días (39,11 cm) y a los 90 días (47,39 cm), mejor número de hojas a los 75 días (14,13 hojas), como también en el crecimiento y desarrollo de las pellas, obteniéndose en éstos tratamientos pellas de mayor peso (370,56 g), consecuentemente se alcanzaron los mejores rendimientos (14,20 t/ha).

Con respecto a dosis de aplicación del fertilizante de liberación controlada, con la utilización de la dosis de 1000 kg/ha (D3), se obtuvieron los mejores resultados, provocando mayor crecimiento en altura de planta a los 90 días (48,63 cm), mejor número de hojas a los 90 días (17,03 hojas), por lo que las pellas se desarrollaron mejor, con mayor peso (360,37 g) y mayor diámetro ecuatorial (13,70 cm), obteniéndose consecuentemente mejores rendimientos (13,65 t/ha); por lo que es la dosis adecuada para mejorar las condiciones de desarrollo, dotando a las plantas de los nutrientes necesarios durante todo el ciclo vegetativo. La dosis de 800 kg/ha (D2), se destacó principalmente con el segundo mejor número de hojas a los 90 días (16,93 hojas).

En relación a la interacción de los dos factores en estudio, se comprobó que, con la interacción C3D2 (concentración 80% de mezcla de CRF, dosis de 800 kg/ha), se obtuvo el mayor crecimiento en altura de planta a los 45 días (14,28 cm), y el segundo mejor crecimiento en altura de planta a los 90 días (49,93 cm); mientras que, con la interacción C3D3 (concentración 80% de mezcla de CRF, dosis de 1000 kg/ha), se obtuvo el mejor desarrollo en altura de planta a los 90 días (50,38 cm); siendo el tratamiento que mejores resultados reportó, tanto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, como en el desarrollo de las pellas.

En referencia al testigo, al no recibir aplicación de fertilización, el crecimiento y desarrollo de las plantas siempre fue el menor, por lo que la calidad de las pellas se ubicaron en el último rango en las pruebas, reportando, así mismo, los rendimientos más bajos; lo que justifica la utilización del fertilizante de liberación controlada.

Del análisis económico se deduce que, el tratamiento C3D3 (concentración 80% de mezcla de CRF, dosis de 1000 kg/ha), registro la mayor tasa marginal de retorno de 155,0%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

5.2. RECOMENDACIONES

Para obtener plantas de brócoli vigorosas, mejor desarrolladas, con pellas de mayor diámetro ecuatorial, e incrementar el peso, aplicar al cultivo fertilización de liberación controlada, en concentración de 80% de mezcla de CRF, en dosis de 1000 kg/ha, por cuanto fue el tratamiento que mejores resultados reportó, en la mayoría de variables analizadas, obteniéndose los más altos rendimientos, dotando a las plantas de nutrientes durante todo el ciclo de cultivo.

Efectuar ensayos combinando la aplicación de fertilizantes de liberación controlada, con la incorporación de dosis de materia orgánica, de diferentes fuentes, que permitan evaluar el comportamiento del cultivo y elevar los niveles de producción y productividad.

Investigar los rendimientos del cultivo, frente a la aplicación de fertilizantes de liberación controlada, mediante fertirrigación, con la utilización de varias dosis de macro y micro elementos, con el objeto de completar el manejo tecnológico del cultivo y dotar de nuevas alternativas de fertilización al productor de brócoli del centro del país.

CAPÍTULO 6

PROPUESTA

6.1. TÍTULO

Aplicación de fertilizantes de liberación controlada (CRF), en concentración de 80% de mezcla de CRF, dosis de 1000 kg/ha, en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica), híbrido Domador.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

Siendo el cultivo de brócoli uno de los alimentos más indispensables en la alimentación de la población y la base económica de los agricultores, el mismo se ha visto afectado por la mala utilización de fertilizantes esto hace que los cultivos disminuyan considerablemente el rendimiento por hectárea y la calidad del pella, dando como resultado pérdidas en la economías de los productores (Ecofroz, 1998).

Pérdidas por la calidad del cultivo suelen superar el 50%. En crucíferas, el análisis de la disponibilidad de nutrientes y el correspondiente ajuste de las relaciones y dosificación de los componentes se siguen considerando una extravagancia científica, mientras que la agricultura moderna ha comenzado ya a utilizar conceptos como análisis normalizados de nutrientes, fertilización, composición y dosificación óptimas, ciclos del nitrógeno y del carbono y recirculación de nutrientes (Chávez, 2001).

6.3. OBJETIVOS

Aplicar fertilizantes de liberación controlada (CRF), en concentración de 80% de mezcla de CRF en dosis de 1000 kg/ha, en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica), en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.

6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El brócoli se ha convertido en un producto indispensable en la mesa familiar ya que es la hortaliza de mayor consumo en fresco del país, debido a su riqueza que contiene cantidades grandes de vitamina C y caroteno beta que son importantes como

antioxidantes. En los últimos años constituye uno de los renglones más importantes dentro de la exportación hortícola del Ecuador, de igual manera es un producto indispensable para la economía de aquellos agricultores que lo producen (Chávez, 2001).

Existen diversas formas de alimentar y proporcionar nutrientes a las plantas en desarrollo. La industria de fertilizantes proporciona en la actualidad distintos tipos: desde los solubles que pueden ser utilizados en fertirrigación y nutrición foliar, hasta los no solubles conocidos también como “compuestos”, que normalmente vienen en forma de gránulos y que son esparcidos en la capa superior del suelo, con el objeto de liberar fertilizantes en forma lenta y liberar nitrógeno en forma gradual (Scotts, 2008).

6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN

6.5.1. Preparación del suelo

Se procederá a preparar el suelo, mediante una arada, rastrada y surcada, dejando la última pasada en el sentido en que se formaran los surcos.

6.5.2. Decontaminación del suelo

La decontaminación del suelo se efectuará con Lorsvan (Clorpirifos + Cipermetrina) en dosis de 1,5 cc/l. El Lorsvan se aplicará cinco días antes del trasplante, para controlar gusanos trozadores.

6.5.3. Instalación del sistema de riego

Se empleará el sistema de riego por aspersión.

6.5.4. Fertilización

La fertilización se realizará un día antes del trasplante, incorporando el fertilizante Brócoli Blend en concentración de 80% de mezcla de CRF, en dosis de 1000 kg/ha..

6.5.5. Adquisición de plántulas

Las plántulas de brócoli se adquirirán en la Compañía productora de brócoli Nintang SA, provenientes de los viveros de plántulas, con tallos color marrón, diámetro de 2 a 3 mm y con 2 a 3 hojas verdaderas.

6.5.6. Trasplante

El trasplante se realizará al día siguiente a la aplicación del fertilizante, en horas de la mañana a una distancia de 70 cm entre surcos y a 30 cm entre plantas.

6.5.7. Riegos

Los riegos se efectuarán mediante aspersión, con la frecuencia de riego de cada 8 días.

6.5.8. Deshierbas

Para el control de malezas se utilizará medios manuales y químicos, el control manual se realizará a los 45 días del trasplante con un azadón, durante las deshierbas se colocará tierra alrededor de la planta, es decir un medio aporque. El control químico se hará siete días antes del trasplante con Goal (Oxifluorfeb) en dosis de 1 l/ha.

6.5.9. Controles fitosanitarios

Se efectuarán controles fitosanitarios para mantener al cultivo libre de enfermedades y plagas, utilizando productos ecológicos, para no afectar al medio ambiente.

6.5.10. Cosecha

Se realizará la cosecha manualmente utilizando un cuchillo cuando las pellas estén desarrolladas en tamaño, sean compactas y no exista apertura de los botones florales.

BIBLIOGRAFÍA

Abcagro. 2002. El cultivo de brócoli. En línea. Consultado el 20 de mayo del 2010. Disponible en: <http://www.abcagro.com/hortalizas/brocoli.asp>.

Agrofrio. 2010. Congelación IQF. En línea. Consultado el 15 de junio del 2010. Disponible en: <http://agrofrio.tripod.com/Esp/iqf.htm>.

Blaylock, A. 2003. Controled release fertilizer: reserarch sumary 2000-2002. Agrium U.S.Inc.Denver, Co.

Bustos, F.; González, M.; Donoso, P.; Gerding, V.; Donoso, C.; Escobar, B. 2008. Efectos de distintas dosis de fertilizante de liberación controlada (osmocote ®) en el desarrollo de plantas de culgüe, raulí y ulmo. En línea. Consultado el 06 de mayo del 2010. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0717-9200200800-0200008&script=sci_arttext.

Cassola, A.; Peralta, G.; Pfister, E. 2000. Desarrollo del mercado de cultivos orgánicos en el Ecuador con la producción de brócoli. En línea. Espol. Consultado el 16 de mayo del 2010. Disponible en: <http://www.dspare.espol.edu.ec/bitstream/123456789/368/1/666.pdf>.

Chávez, F. 2001. El cultivo del brócoli. Curso internacional de producción de hortalizas para la exportación. Quito, Ec, Proexant. 7 p.

Compo expert. 2010. Fertilizante de liberación controlada para plantaciones nuevas y viveros. En línea. Consultado el 11 de mayo del 2010. Disponible en: http://p112117.typo3server.info/fileadmin/user_upload/compo_expert/cl/pictures/2010BasacoteFyV.pdf.

Corporación de promoción de exportaciones e inversiones (CORPEI). 2005. Resumen de estudio: subsector frutas y hortalizas IQF. En línea. Consultado el 15 de junio del 2010. Disponible en: <http://www.corpei.org/archivos/file/Ecuador->

%20Invest/RESUMEN%20SUBSECTOR%20FRUTAS%20Y%20VEGETALES%20IQF.pdf

Ecofroz. 1998. Cultivo de brócoli, requerimientos ambientales. Quito, Ec. 6 p.

Ecuaquímica. 2010. El cultivo de brócoli. En línea. Consultado el 16 de mayo del 2010. Disponible en: http://www.ecuaquimica.com/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=999999999&lang=es.

Galeón. 2010. Cultivo de brócoli. En línea. Consultado el 20 de mayo del 2010. Disponible en: <http://agriculturaurbana.galeon.com/productos1359686.html>.

González, M.; Hernández, M.; Dupeirón, D.; Rieumont, J.; Rodríguez, C.; Cuesta, E.; Sardiña, C. 2007. Síntesis y comportamiento de un material polimérico aplicado como recubrimiento en un fertilizante de liberación controlada. En línea. Cuba. Consultado el 05 de junio del 2010. Disponible en: <http://www.ehu.es/reviber-pol/pdf/SIP07/gonzalez.pdf>.

Haifa. 2008. Un enfoque innovador en fertilización de cultivos de campo abierto basado en el uso de tecnología de liberación controlada. En línea. Consultado el 10 de mayo del 2010. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/EnfoqueInnovadorCultivosCampoAbierto.pdf>.

Holdrige, L.R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. del inglés Humberto Jiménez. San José, C.R., IICA. 261 p.

Inia. 2013. Fertilizantes de liberación controlada. En línea. Consultado el 14 de Agosto del 2013. Disponible en: http://www.inia.es/gcontrec/pub/12.OLIET_104-7984454982.pdf.

Inta. 2000. El brócoli y su potencial: hortalizas top de tercer milenio. En línea. Consultado el 15 de junio del 2010. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/nf_011.htm.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2002. Informe anual. Programa de maíz. Estación Experimental Santa Catalina. Quito. p. 1-2.

Luna, C. 2009. Estudio de caracterización física, química y nutricional de dos diferentes ecotipos de brócoli (*Brassica oleracea* L.) cultivados en Ecuador, como un aporte para la elaboración de una norma técnica por parte del INEN. En línea. Consultado el 26 de Octubre del 2013. Disponible en http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5400/1/38184_1.pdf.

MAG. 2010. Brócoli. En línea. Consultado el 01 de junio del 2010. Disponible en: http://www.mag-go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-brocoli.pdf.

Medina, N.; Maldonado, L.; Naranjo, H. 2006. Implantación de un programa de buenas prácticas agrícolas para el mejoramiento de la calidad e inocuidad del brócoli en Ecuador (estudio de caso). Imagen corporativa SESA. Quito, Ecuador. 122 p.

Melgar, R. 2005. Taller internacional de fertilizantes de eficiencia mejorada. En línea. Alemania. Consultado el 19 de mayo del 2010. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Nuevos%20Productos%20Fertilizantes.asp>.

Oliet, J.; Segura, M.L.; Martin, F.; Blanco, E.; Serrada, R.; López, M.; Artero, F. 1999. Los fertilizantes de liberación controlada lenta aplicados a la producción de planta forestal de vivero: efecto de dosis y formulaciones sobre calidad de *Arus halepensis mille*. En línea. Consultado el 10 de mayo del 2010. Disponible en: <http://recyt.fecyt.es/index-php/IA/article/viewFile/2742/2110>.

Perrin, R.; Winkelmann, D.; Moscardi, E.; Anderson, J. 1988. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 53 p.

Proexant. 1992. Nuevos productos de exportación: manual del brócoli. Graficas naranjo. Quito, Ecuador. 122 p.

Sakata. 2010. Manejo del brócoli. En línea. México. Consultado el 01 de junio del 2010. Disponible en: <http://www.sakata.com.mx/paginas/ptbrocoli.htm>.

Scotts. 2008. Ensayos de colaboración con el intagra. En línea. Consultado el 10 de mayo del 2010. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/72/081/72081.pdf>.

Scotts. 2008. Tecnología de fertilizantes de liberación lenta. En línea. Consultado el 10 de mayo del 2010. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/72/081/72081.pdf>.

Scotts. 2008. Tecnología poly-s para su abonado de cobertera. En línea. Consultado el 10 de mayo del /2010. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/72/081/72081.pdf>.

Scotts. 2009. Agrocote @blens. En línea. Consultado el 15 de mayo del 2010. Disponible en: <http://es.scottspro.piodsr.com/p-gina-de-agrocote-blens>.

APÉNDICE

ANEXO 1. ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	C1D1	14,70	14,70	14,50	12,80	56,70	14,18
2	C1D2	13,90	13,70	13,10	14,90	55,60	13,90
3	C1D3	12,90	13,10	13,00	13,60	52,60	13,15
4	C2D1	13,20	13,30	13,80	13,70	54,00	13,50
5	C2D2	14,70	13,80	13,80	14,50	56,80	14,20
6	C2D3	13,90	13,70	15,20	14,10	56,90	14,23
7	C3D1	13,40	13,10	14,00	14,10	54,60	13,65
8	C3D2	14,90	13,30	14,00	14,90	57,10	14,28
9	C3D3	13,50	13,70	14,10	14,20	55,50	13,88
10	T	12,30	12,40	11,80	12,70	49,20	12,30

ANEXO 2. ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	C1D1	23,90	24,10	23,40	23,90	95,30	23,83
2	C1D2	24,40	23,60	20,50	22,50	91,00	22,75
3	C1D3	23,30	22,20	22,50	19,00	87,00	21,75
4	C2D1	21,70	23,70	23,20	23,00	91,60	22,90
5	C2D2	25,40	22,10	22,20	23,10	92,80	23,20
6	C2D3	23,30	25,30	23,30	23,40	95,30	23,83
7	C3D1	24,60	25,40	22,70	25,60	98,30	24,58
8	C3D2	23,10	23,50	22,70	21,70	91,00	22,75
9	C3D3	22,70	23,70	22,40	22,70	91,50	22,88
10	T	20,40	20,50	20,20	19,50	80,60	20,15

ANEXO 3. ALTURA DE PLANTA A LOS 75 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	C1D1	34,20	33,40	33,30	26,90	127,80	31,95
2	C1D2	34,90	35,80	30,30	32,70	133,70	33,43
3	C1D3	36,20	36,90	37,60	35,20	145,90	36,48
4	C2D1	43,30	32,40	33,00	36,80	145,50	36,38
5	C2D2	45,00	35,10	34,60	32,70	147,40	36,85
6	C2D3	37,60	36,20	38,90	40,20	152,90	38,23
7	C3D1	36,50	41,20	33,30	42,70	153,70	38,43
8	C3D2	35,30	47,70	35,30	38,80	157,10	39,28
9	C3D3	40,90	39,60	41,40	36,60	158,50	39,63
10	T	26,50	30,60	28,50	28,90	114,50	28,63

ANEXO 4. ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	C1D1	40,20	39,40	42,30	32,90	154,80	38,70
2	C1D2	48,30	45,40	43,00	46,80	183,50	45,88
3	C1D3	45,30	52,70	45,30	48,80	192,10	48,03
4	C2D1	44,20	46,90	47,60	45,20	183,90	45,98
5	C2D2	55,00	45,10	44,60	42,70	187,40	46,85
6	C2D3	47,60	49,20	43,90	49,20	189,90	47,48
7	C3D1	44,90	41,80	40,30	40,50	167,50	41,88
8	C3D2	47,50	52,20	47,30	52,70	199,70	49,93
9	C3D3	51,90	50,60	51,40	47,60	201,50	50,38
10	T	36,50	35,70	37,50	35,00	144,70	36,18

ANEXO 5. NÚMERO DE HOJAS A LOS 45 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	C1D1	7,10	8,10	7,10	6,10	28,40	7,10
2	C1D2	7,40	7,30	7,30	7,20	29,20	7,30
3	C1D3	6,50	7,50	7,50	7,50	29,00	7,25
4	C2D1	7,90	6,90	6,90	6,90	28,60	7,15
5	C2D2	7,90	7,60	7,10	7,60	30,20	7,55
6	C2D3	7,30	6,30	7,60	7,60	28,80	7,20
7	C3D1	7,50	7,80	6,60	7,80	29,70	7,43
8	C3D2	6,10	7,60	7,10	7,60	28,40	7,10
9	C3D3	6,20	7,20	7,70	7,80	28,90	7,23
10	T	6,70	7,00	6,90	6,80	27,40	6,85

ANEXO 6. NÚMERO DE HOJAS A LOS 60 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	C1D1	9,60	9,60	9,40	9,50	38,10	9,53
2	C1D2	9,80	9,80	9,20	9,20	38,00	9,50
3	C1D3	9,90	9,30	9,40	8,70	37,30	9,33
4	C2D1	9,10	9,60	9,60	9,00	37,30	9,33
5	C2D2	9,20	9,30	9,80	9,80	38,10	9,53
6	C2D3	9,50	9,40	9,90	9,40	38,20	9,55
7	C3D1	10,50	9,80	9,50	9,50	39,30	9,83
8	C3D2	9,60	9,10	9,50	9,60	37,80	9,45
9	C3D3	9,70	9,20	9,70	9,10	37,70	9,43
10	T	8,90	8,70	8,80	8,80	35,20	8,80

ANEXO 7. NÚMERO DE HOJAS A LOS 75 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	C1D1	13,20	12,30	12,80	13,20	51,50	12,88
2	C1D2	14,00	12,90	12,30	13,60	52,80	13,20
3	C1D3	13,90	13,00	13,60	12,90	53,40	13,35
4	C2D1	11,20	13,90	13,40	13,10	51,60	12,90
5	C2D2	15,00	13,10	14,00	12,60	54,70	13,68
6	C2D3	14,50	13,60	14,10	15,40	57,60	14,40
7	C3D1	14,50	14,20	13,20	14,20	56,10	14,03
8	C3D2	14,20	14,90	14,10	13,10	56,30	14,08
9	C3D3	14,70	15,20	14,20	13,00	57,10	14,28
10	T	11,80	11,70	12,10	11,40	47,00	11,75

ANEXO 8. NÚMERO DE HOJAS A LOS 90 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	C1D1	16,10	15,30	16,60	15,90	63,90	15,98
2	C1D2	17,00	16,00	15,30	18,60	66,90	16,73
3	C1D3	16,90	16,50	16,60	16,10	66,10	16,53
4	C2D1	14,30	16,70	16,50	16,10	63,60	15,90
5	C2D2	18,00	17,10	17,20	17,60	69,90	17,48
6	C2D3	17,50	17,00	17,20	17,70	69,40	17,35
7	C3D1	15,50	16,10	16,20	15,90	63,70	15,93
8	C3D2	17,20	16,40	16,20	16,60	66,40	16,60
9	C3D3	17,70	17,00	17,20	17,00	68,90	17,23
10	T	14,80	14,90	15,50	14,50	59,70	14,93

ANEXO 9. DÍAS A LA COSECHA

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	C1D1	98,00	98,00	105,00	105,00	406,00	101,50
2	C1D2	105,00	105,00	105,00	98,00	413,00	103,25
3	C1D3	98,00	105,00	98,00	105,00	406,00	101,50
4	C2D1	98,00	105,00	98,00	105,00	406,00	101,50
5	C2D2	105,00	105,00	98,00	105,00	413,00	103,25
6	C2D3	105,00	98,00	105,00	98,00	406,00	101,50
7	C3D1	105,00	98,00	105,00	105,00	413,00	103,25
8	C3D2	105,00	105,00	105,00	98,00	413,00	103,25
9	C3D3	105,00	98,00	105,00	98,00	406,00	101,50
10	T	98,00	105,00	98,00	105,00	406,00	101,50

ANEXO 10. PESO DE LA PELLA (g)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	C1D1	289,30	292,30	243,50	319,10	1144,20	286,05
2	C1D2	277,10	250,30	394,00	263,50	1184,90	296,23
3	C1D3	268,30	338,10	293,90	388,30	1288,60	322,15
4	C2D1	261,20	285,80	269,80	234,10	1050,90	262,73
5	C2D2	285,10	485,70	358,00	275,30	1404,10	351,03
6	C2D3	363,20	449,10	309,20	363,40	1484,90	371,23
7	C3D1	319,10	399,40	344,50	355,00	1418,00	354,50
8	C3D2	332,00	412,00	372,80	361,00	1477,80	369,45
9	C3D3	393,10	389,40	393,20	375,20	1550,90	387,73
10	T	242,50	218,20	262,40	261,70	984,80	246,20

ANEXO 11. DIÁMETRO ECATORIAL DE LA PELLAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	C1D1	12,10	12,50	13,10	13,60	51,30	12,83
2	C1D2	12,80	12,50	14,00	12,60	51,90	12,98
3	C1D3	12,60	14,10	12,70	13,40	52,80	13,20
4	C2D1	10,40	13,50	13,40	13,20	50,50	12,63
5	C2D2	13,30	13,90	13,70	12,90	53,80	13,45
6	C2D3	13,30	13,90	13,50	13,60	54,30	13,58
7	C3D1	12,80	13,40	11,90	13,90	52,00	13,00
8	C3D2	13,10	13,00	12,20	13,30	51,60	12,90
9	C3D3	13,70	14,90	13,90	14,80	57,30	14,33
10	T	11,40	12,10	11,80	12,20	47,50	11,88

ANEXO 12. RENDIMIENTO (t/ha)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	C1D1	10,02	10,14	10,28	11,16	41,60	10,40
2	C1D2	10,56	11,54	15,01	8,04	45,15	11,29
3	C1D3	7,22	12,88	13,20	14,79	48,09	12,02
4	C2D1	9,95	9,89	11,28	8,92	40,04	10,01
5	C2D2	11,86	18,50	11,64	10,49	52,49	13,12
6	C2D3	13,84	15,11	11,78	14,84	55,57	13,89
7	C3D1	12,16	15,22	13,12	13,52	54,02	13,50
8	C3D2	13,65	14,70	14,20	13,75	56,30	14,08
9	C3D3	14,98	14,83	15,98	14,29	60,08	15,02
10	T	9,24	8,31	9,10	9,17	35,82	8,96