

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



**JAIME BOLÍVAR LÓPEZ CAMINO**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**  
**ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE PRESENTADO COMO**  
**REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**“EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS PARA INCREMENTAR EL**  
**RENDIMIENTO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea L.var. itálica*) MEDIANTE LA**  
**RETENCIÓN DE HUMEDAD EN EL SUELO”**

**CEVALLOS – ECUADOR**

**2012**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La responsabilidad de este trabajo de investigación, corresponde exclusivamente a:  
Jaime Bolívar López Camino, y el Patrimonio Intelectual de la misma a la Universidad

Técnica de Ambato

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a white background. The signature is written over a horizontal dotted line. The signature appears to be 'Jaime Bolívar López Camino'.

**Jaime Bolívar López Camino**

**EGRESADO**

## **DERECHO DE AUTOR**

Al presentar esta tesis 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.



A photograph of a handwritten signature in blue ink on a white background. The signature reads 'Jaime Bolívar López Camino'. Below the signature is a horizontal dotted line.

**JAIME BOLÍVAR LÓPEZ CAMINO**

**17 Julio del 2012**

**“EVALUACIÓN DE DOS POLÍMEROS PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea L.var. itálica*) MEDIANTE LA RETENCION DE HUMEDAD EN EL SUELO.”**

REVISADO POR:

.....  
**Ing. Mg. ALBERTO GUTIÉRREZ**  
**TUTOR**

.....  
**Ing. Mg. LUCIANO VALLE**  
**BIOMETRISTA**

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE CALIFICACIÓN

**Ing. M.Sc. JULIO BENITEZ**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**FECHA**

**Ing. Mg. LUCIANO VALLE**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Ing. Mg. NELLY CHERRES**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser el eje de mi vida y darme la valentía para soñar.

A mi padres Blanca y Jaime por darme la mejor herencia de la vida “El Estudio” con su dedicación y sacrificio en el día a día.

A mis Hermanos: Fernando y Alexandra por brindarme su confianza y apoyo incondicional.

A mis sobrinos: Maricela, Gissela, María Fernanda y Edison por hacer de las pequeñas cosas un recuerdo valioso y llenar mi vida de alegría.

A mis amigos: por estar siempre cuando más los necesitó.

Gracias a todos de todo corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Técnica de Ambato y en forma especial a la Facultad de Ingeniería Agronómica, por acogerme en sus aulas para culminar mi carrera profesional y ser útil a la sociedad.

Un agradecimiento sincero y profundo a todos los profesores de la Facultad de Agronomía y en forma muy especial al Ing. Mg. Alberto Gutiérrez, Ing. Mg. Luciano Valle y al Ing. Mg. Pedro Sánchez, que con sus acertadas sugerencias permitieron desarrollar y llevar a un feliz término el presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	II
DERECHO DE AUTOR.....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	V
ÍNDICE DE CUADROS.....	XII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XV
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVII
SUMMARY.....	XIX
CAPÍTULO.....	1
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 PROBLEMA.....	1
1.2 ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA.....	1-2
1.3 DELIMITACIÓN.....	2
1.3.1 Delimitación Temporal.....	2
1.3.2 Delimitación Experimental.....	2
1.3.3 Unidad Experimental.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	3-4
1.5 OBJETIVOS.....	4
1.5.1. General.....	4

1.5.2. Específicos.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS.....	5
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5-6
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	6
2.2.1. Polímeros.....	6-7
2.2.1.1 Soil Fix IR.....	7-8
2.2.1.2. Alcosorb Pearl .....	8
2.2.2. Cultivo de brócoli ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>itálica</i> ).....	9
2.2.2.1. Generalidades.....	9
2.2.2.1.1. Taxonomía.....	9
2.2.2.1.2. Descripción botánica.....	10-11
2.2.2.2. Requerimientos del cultivo.....	11
2.2.2.2.1. Suelo.....	11
2.2.2.2.2. Agua.....	11
2.2.2.2.3. Temperatura.....	12
2.2.2.2.4. Luminosidad.....	12
2.2.2.2.5. Híbridos.....	12
2.2.2.3. Manejo del cultivo.....	13
2.2.2.3.1. Plagas y Enfermedades .....	13
a) Gusano Trozador ( <i>Agrotis</i> sp.).....	13
b) Pulgón ( <i>Aphis</i> sp.).....	13
c) Minador ( <i>Plutela xylostella</i> ).....	13
d) Gusano Barrenador ( <i>Hylemya brassicae</i> ).....	13
e) Mal de Almacigo ( <i>Phytium Fusarium, Rhizoctonia</i> ).....	14



f) Mildiú ( <i>Peronospora</i> sp.).....	14
g) <i>Alternaria</i> ( <i>Alternaria brassicae</i> ).....	14
h) <i>Plasmodiophora brassicae</i> .....	14
2.2.2.3.2. Cosecha.....	14-15
2.2.2.3.3. Poscosecha.....	15
2.2.2.3.4. Costos de Producción.....	15-16
2.2.2.3.5. Rendimiento.....	16
2.3. HIPÓTESIS.....	17
2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	17
2.4.1. Variable Independiente.....	17
2.4.2. Variable Dependiente.....	17
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	18
CAPÍTULO III.....	19
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	19
3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	19
3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	19
3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.....	19
3.3.1. Clima.....	19
3.3.2. Suelo.....	20
3.3.3. Agua.....	20
3.4. FACTORES DE ESTUDIO.....	20
3.4.1. Producto (P) Polímeros.....	20
3.4.2. Dosis.....	20
3.4.3. Frecuencias.....	21
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	21

3.6. TRATAMIENTOS.....	21-22
3.7. ESQUEMA DE CAMPO.....	22
3.7.1. Memoria Técnica.....	22
3.7.2. Croquis del Ensayo.....	23
3.8. MANEJO DEL ENSAYO.....	24
3.8.1. Preparación de la cubierta plástica.....	24
3.8.2. Preparación de los recipientes.....	24
3.8.3. Aplicación de los polímeros.....	24
3.8.4. Trasplante.....	24-25
3.8.5. Riego.....	25-27
3.8.6. Método de riego.....	27
3.8.7. deshierbas y aporque.....	27
3.8.8. Controles Fitosanitarios.....	27
3.9. DATOS RECOLECTADOS.....	28
3.9.1. Altura de la planta.....	28
3.9.2. Diámetro de la pella.....	28
3.9.3. Rendimiento.....	28
3.9.4. Volumen de agua durante el ciclo.....	28
3.9.5. Volumen de la raíz.....	29
3.10. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA.....	29
3.9.1. Análisis de información: estadístico, crítico.....	29
3.10.2. Verificación de hipótesis.....	30
CAPÍTULO IV.....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1 RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN.....	31

4.1.1. Altura de la planta.....	31-46
4.1.2. Diámetro de la pella.....	46-58
4.1.3. Rendimiento.....	58-65
4.1.4. Volumen total de agua.....	65-71
4.1.5. Volumen de la raíz.....	71-78
CAPÍTULO V.....	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
5.1. Conclusiones.....	79-80
5.2. Recomendaciones.....	80
CAPÍTULO VI.....	81
PROPUESTA.....	81
6.1. TÍTULO.....	81
6.2. FUNDAMENTACIÓN (MARCO CONCEPTUAL).....	81-82
6.3. OBJETIVO.....	82
6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	82-83
6.5. IMPLEMENTACIÓN/PLAN DE ACCIÓN.....	83
6.5.1. Preparación del suelo.....	83
6.5.2. Densidad de siembra.....	84
6.5.3. Aplicación de polímeros al trasplante.....	84
6.5.4. Trasplante.....	84
6.5.5. Riegos.....	84-86
6.5.6. Deshierbas y aporques.....	87
6.5.7. Controles fitosanitarios.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	88-89
ANEXOS.....	90-98

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
CUADRO 1. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA, A LOS 30,60 Y 90 DÍAS.	32
CUADRO 2. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS, EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DÍAS.	33
CUADRO 3. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA FRECUENCIA DE RIEGO EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DÍAS.	34
CUADRO 4. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS.	36
CUADRO 5. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS.	38
CUADRO 6. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS.	39
CUADRO 7. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE PRODUCTO * FRECUENCIA EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS	40
CUADRO 8. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE PRODUCTO * DOSIS * FRECUENCIA EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS.	42
CUADRO 9. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS.	43
CUADRO 10. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE DOSIS * FRECUENCIA EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS.	45
CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE	47

DIÁMETRO DE LA PELLA, A LOS 60 Y 90 DÍAS.

CUADRO 12. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 60 DÍAS.	48
CUADRO 13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA DOSIS EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 60 DÍAS.	49
CUADRO 14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA FRECUENCIA EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 60 DÍAS	50
CUADRO 15. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE DOSIS * FRECUENCIA EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 60 DÍAS	52
CUADRO 16. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE PRODUCTO * DOSIS * FRECUENCIA EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 90 DÍAS.	53
CUADRO 17. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA DOSIS EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 90 DÍAS.	54
CUADRO 18. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA FRECUENCIA EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 90 DÍAS.	55
CUADRO 19. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE DOSIS * FRECUENCIA EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 90 DÍAS	57
CUADRO 20. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO A LOS 105 DÍAS.	58
CUADRO 21. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO.	59
CUADRO 22. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA DOSIS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO.	60
CUADRO 23. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA	61

## LA FRECUENCIA EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

CUADRO 24. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE PRODUCTO * FRECUENCIA EN LA VARIABLE RENDIMIENTO.	62
CUADRO 25. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE DOSIS * FRECUENCIA EN LA VARIABLE RENDIMIENTO.	64
CUADRO 26. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE VOLUMEN TOTAL DE AGUA.	65
CUADRO 27. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE VOLUMEN TOTAL DE AGUA..	66
CUADRO 28. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL PRODUCTO EN LA VARIABLE VOLUMEN TOTAL DE AGUA.	67
CUADRO 29. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA FRECUENCIA EN LA VARIABLE VOLUMEN TOTAL DE AGUA.	68
CUADRO 30. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE PRODUCTO * FRECUENCIA EN LA VARIABLE VOLUMEN TOTAL DE AGUA.	69
CUADRO 31. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE DOSIS * FRECUENCIA EN LA VARIABLE VOLUMEN TOTAL DE AGUA.	70
CUADRO 32. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE VOLUMEN DE LA RAÍZ A LOS 105 DÍAS.	72
CUADRO 33. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE VOLUMEN DE LA RAIZ.	70
CUADRO 34. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA DOSIS EN LA VARIABLE VOLUMEN DE LA RAIZ.	74
CUADRO 35. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA FRECUENCIA EN LA VARIABLE VOLUMEN DE LA RAIZ.	75
CUADRO 36. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE PRODUCTO * DOSIS EN LA VARIABLE	76

## INDICE DE ILUSTRACIONES

	<b>Pág.</b>
Fig. 1. Comparación para los tratamientos, en la variable altura de planta a los 30 días.	34
Fig. 2. Comparación para la frecuencia de riego, en la variable altura de planta a los 30 días.	35
Fig. 3. Comparación para los tratamientos, en la variable altura de planta a los 60 días.	37
Fig. 4. Comparación para los tratamientos, en la variable altura de planta a los 90 días.	39
Fig. 5. Comparación de dosis, en la variable altura de planta a los 60 días.	40
Fig. 6. Comparación para interacción de producto * frecuencia, en la variable altura de planta a los 60 días.	41
Fig. 7. Comparación para interacción de producto * dosis * frecuencia, en la variable altura de planta a los 90 días.	43
Fig. 8. Comparación para dosis, en la variable altura de planta a los 90 días.	44
Fig. 9. Comparación para interacción de dosis * frecuencia, en la variable altura de planta a los 90 días.	45
Fig. 10. Comparación para tratamientos, en la variable diámetro de la pella a los 60 días.	49
Fig. 11. Comparación para dosis, en la variable diámetro de la pella a los 60 días.	50
Fig. 12. Comparación para frecuencia de riego, en la variable diámetro de la pella a los 60 días.	51
Fig. 13. Comparación para interacción de dosis * frecuencia, en la variable diámetro de la pella a los 60 días.	52

Fig. 14. Comparación para interacción de producto * dosis * frecuencia, en la variable diámetro de la pella a los 90 días.	54
Fig. 15. Comparación para dosis, en la variable diámetro de la pella a los 90 días.	55
Fig. 16. Comparación para frecuencia, en la variable diámetro de la pella a los 90 días.	56
Fig. 17. Comparación para interacción de dosis * frecuencia, en la variable diámetro de pella a los 90 días.	57
Fig. 18. Comparación para tratamientos, en la variable rendimiento.	60
Fig. 19. Comparación para dosis, en la variable rendimiento.	61
Fig. 20. Comparación para frecuencia, en la variable rendimiento.	62
Fig. 21. Comparación para interacción de producto * frecuencia, en la variable rendimiento.	63
Fig. 22. Comparación para interacción de dosis * frecuencia, en la variable rendimiento.	64
Fig. 23. Comparación para tratamientos, en la variable volumen total de agua	67
Fig. 24. Comparación para producto, en la variable volumen total de agua	68
Fig. 25. Comparación para frecuencia, en la variable volumen total de agua.	69
Fig. 26. Comparación para interacción de producto * frecuencia, en la variable volumen total de agua.	70
Fig. 27. Comparación para dosis * frecuencia, en la variable volumen total de agua.	71
Fig. 28. Comparación para tratamientos, en la variable volumen de la raíz	74
Fig. 29. Comparación para dosis, en la variable volumen de la raíz	75
Fig. 30. Comparación para frecuencia, en la variable volumen de la raíz	76
Fig. 31. Comparación para interacción producto * dosis, en la variable volumen de la raíz	77



## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se realizó en la Granja Experimental Docente Querochaca, de la Facultad de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Técnica de Ambato ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, cuyas coordenadas geográficas son  $01^{\circ} 22' 20''$  de latitud Sur y  $78^{\circ} 36' 22''$  de longitud Oeste.

La investigación se basó en la “Evaluación de dos polímeros para incrementar el rendimiento de brócoli (*brassica oleracea l.var. itálica*) mediante la retención de humedad en el suelo.” con los siguientes productos P1= Soilfix IR , P2 = Alcosorb Pearl; Dosis: D1=0,25g/m<sup>2</sup>, D2= 0,50g/m<sup>2</sup>, D3= 0,75g/m<sup>2</sup> para Soilfix IR y D1=1,50g/m<sup>2</sup>, D2= 2,00g/m<sup>2</sup>, D3= 2,50g/m<sup>2</sup> para Alcosorb Pearl y con Frecuencias (desde el trasplante hasta la cosecha): F1, F2, F3; cada 7 días, 10 días y 13 días, respectivamente. El número de unidades experimentales fue de 63 las mismas que se repartieron en 18 tratamientos más 3 testigos con 3 repeticiones. Se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al azar.

Al evaluar las diferentes Dosis y Frecuencias de aplicación de los dos productos (Soilfix IR y Alcosorb Pearl) y tres testigos evaluados, se obtuvo que los tratamientos son estadísticamente diferentes por lo que podemos decir que el tratamiento P2D3F1, obtuvo el primer lugar en la mejor altura de planta a los 90 días (51,33cm), diámetro de

pella (16,22cm) a los 90 días, rendimiento 0,86Kg/tratamiento, volumen de agua 10,87lts, volumen de la raíz 0,043lts siendo este el mejor tratamiento para la retención de agua en el suelo para el cultivo de brócoli. Los testigos en cambio siempre presentaron bajos promedios lo que les ubicó en los últimos lugares dependiendo de las variables.

De los resultados obtenidos estadísticamente se concluye que el tratamiento P2D3F1 se debe utilizar en el cultivo de Brócoli como una alternativa para incrementar la retención de humedad en el suelo.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. PROBLEMA

Gran parte del agua que se usa para riego por cualquier método de riego en suelos franco arenosos no es aprovechada eficazmente por las plantas, especialmente de brócoli (*Brassica oleracea L.var. itálica*), pues estos suelos permiten que el agua filtre rápidamente lo que provoca la ineficiencia y poco aprovechamiento del agua.

### 1.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Vásquez (1992), indica que la textura del suelo está determinada por la conformación granulométrica o composición mecánica del suelo e indica la proporción que existe entre las diferentes fracciones granulométricas como: arena, limo y arcilla. La textura del suelo determina tanto la capacidad de retención del agua de riego, así como la cantidad de agua aplicable al suelo con su correspondiente frecuencia de riego.

Padilla (1999), manifiesta que la estructura se refiere a la naturaleza y grado de agregación de las partículas del suelo. Una propiedad importante de la estructura del suelo es la capacidad que tienen los gránulos de retener su forma cuando se humedecen y de permitir el paso de agua a través del suelo. A esta propiedad se lo denomina estabilidad estructural.

Encarta (2009), dice que los suelos con un porcentaje elevado de arena suelen ser incapaces de almacenar agua suficiente como para permitir el buen crecimiento de las plantas y pierden grandes cantidades de minerales nutrientes por lixiviación hacia el subsuelo. El mismo autor menciona que, el agua disponible en un suelo dado tiene un

efecto importante en la productividad del terreno para su uso agrícola. Tanto en estado líquido como gaseoso, el agua ocupa cerca de un cuarto del volumen del suelo productivo. La cantidad de agua retenida depende del tamaño y de la disposición de los poros en el terreno. En suelos arenosos, el agua tiende a drenarse hacia abajo por la acción de la gravedad, dejando un pequeño remanente. Las grandes o pequeñas pérdidas de agua que se producen en el riego, pueden solucionarse con la utilización de los Polímeros que permiten retener mayor tiempo la humedad en el suelo y mejorar las condiciones físicas del suelo.

### **1.3. DELIMITACION**

#### **1.3.1. Delimitación Temporal**

Esta investigación se realizó desde la fecha de aprobación del proyecto, hasta que se cumplan la totalidad de los trabajos propuestos y posterior redacción y presentación de los resultados, el cual se detalla en los informes anexos.

#### **1.3.2. Delimitación Espacial.**

Este ensayo se realizó en la Granja Experimental Docente Querochaca, de la Facultad de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Técnica de Ambato ubicada en el Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua.

#### **1.3.3. Unidad Experimental**

Recipientes plásticos con capacidad de 4 litros.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

Ciba, (2007), dice que es bien conocido desde hace muchos años los aglomerados del suelo deben su estabilidad, en parte, a la presencia de materiales poliméricos naturales que se unen al suelo. El primer polímero sintético creado para mejorar la estructura del suelo y aumentar el crecimiento de los cultivos fue introducido en 1951. Los resultados de incorporar polímeros al suelo fueron espectaculares, pero las dosis requeridas hicieron su uso antieconómico.

El mismo autor señala que, los polímeros para uso agrícola primeramente se los utilizó para la estabilización del suelo y la prevención de la formación de costra. Estos polímeros estabilizadores de suelo fueron utilizados por primera vez en métodos de riego; inicialmente, se usaron para evitar la erosión e incrementar la infiltración de agua en riego por surcos.

Medina (2006), manifiesta que el Ecuador como muchos países latinoamericanos ha estado involucrado durante los últimos quince años en un proceso que busca la diversificación de su producción agroindustrial con la finalidad de aprovechar las oportunidades que los mercados internacionales ofrecen. La diversificación permite disminuir la vulnerabilidad de la economía nacional ante las fluctuaciones en los mercados de los productos tradicionales de exportación.

Según el III Censo Agropecuario (2000), la producción de brócoli ha mostrado un fuerte dinamismo en los últimos años, constituyéndose como un producto bandera dentro de los no tradicionales de exportación muestra que la superficie cosechada de brócoli en el país fue de 3 359 Has, alcanzando una producción total de 50 mil toneladas, aproximadamente, con un rendimiento promedio de 14,6 TM. (Toneladas métricas) por hectárea. En la actualidad se estima que debido al crecimiento del sector, la superficie sembrada asciende a 5.000 Ha.

ECOFROZ (2007), indica que el crecimiento del cultivo comercial de brócoli en Ecuador se inició en 1990, cuando se empezaron a exportar pequeñas cantidades de este producto congelado, bajo el sistema IQF (Individual Quick Frozen). Actualmente, esta hortaliza es considerada como el segundo producto no tradicional de exportación. A pesar de los grandes avances realizados, el brócoli sigue siendo un “diamante en bruto”, ya que gracias a sus propiedades nutritivas que ayudan a mejorar la salud es un producto que se ha puesto de moda en el mercado mundial.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. General**

Incrementar el rendimiento del cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea L. var. itálica*) con la incorporación de dos polímeros al suelo.

### **1.5.2. Específicos**

Determinar el polímero, la dosis y la frecuencia que mejora el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L. var. itálica*).

Determinar el beneficio costo de implementar polímeros al suelo para incrementar el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L. var. itálica*).

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS**

#### **2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Nissen y San Martin (2004), manifiestan que, en un ensayo realizado con la finalidad de estudiar el efecto de diferentes tratamientos hídricos sobre la producción de lechuga. Se utilizó un acondicionador de suelo (poliacrilamidas), aplicado a la raíz de la plántula al momento del trasplante, al suelo previo al trasplante o a la raíz-suelo en forma conjunta, comparando estos tratamientos con trasplante a raíz desnuda. Los parámetros analizados fueron: porcentaje de plantas establecidas, diámetro de la planta, número de hojas/planta, peso de la planta completa, peso aéreo, peso radical y días desde el trasplante a la cosecha. Todas las mediciones se realizaron al momento de la cosecha. No hubo diferencias en porcentaje de plantas establecidas. En el diámetro, los mayores valores se obtuvieron cuando se aplicó poliacrilamidas al suelo y a la raíz-suelo. En número de hojas, la mayor cantidad de hojas se presentó cuando se aplicó poliacrilamidas al suelo y a la raíz-suelo. En relación a los pesos promedio de las plantas, tanto aéreo, completo y radicular, se encontró diferencia significativa para el factor poliacrilamidas; los mayores pesos se obtuvieron al aplicar este producto al suelo y a la raíz-suelo. Para el peso radicular se encontró diferencia significativa para la interacción, y el tratamiento poliacrilamidas aplicado al suelo originó el mayor peso. Con poliacrilamidas aplicado al suelo y a la raíz - suelo, el ciclo vegetativo de la planta en promedio fue más corto que el testigo (trasplante a raíz desnuda).

Iida y Shock (2009), han demostrado que la poliacrilamida, comúnmente conocida como PAM, puede reducir significativamente la pérdida de suelo por las agua de riego; a través de los años, esta erosión puede resultar en una pérdida significativa de suelo en los campos agrícolas. En esta investigación se comprobó que surcos tratados con 1,12Kg/Ha de PAM, perdieron 3,18Kg/Ha de suelo en un solo riego, mientras los surcos sin tratamiento perdieron 146,19Kg/Ha.

Salestrom (2001), menciona que, en una aplicación controlada, una instalación de mezcla polimérica de cinco años en un campo de alfalfa ha demostrado durante cinco años que un campo tratado produce aproximadamente un 35% más de heno, utilizando un 50% menos de agua y un 50% menos de fertilizante que un campo adyacente que no se ha tratado.

Miramontes; Arroyo y Morales (1997) realizaron un estudio sobre el uso de poliacrilamida para incrementar la disponibilidad de agua en suelos. Se usó la poliacrilamida en tres tipos de suelos y se investigó la profundidad óptima para la ubicación de la poliacrilamida. Se encontró que la profundidad óptima, en terrenos arenosos, fue de 25cm. También se observaron importantes efectos sobre la altura de las plantas de frijol de treinta días de edad. Después de 45 días aparecieron mayores efectos en los tres tipos de suelos, pero no se observó variación en la profundidad óptima. Para las plantas cultivadas en los suelos tratados se requirió solamente 11% (1.8 lit.) de agua requerida para las plantas cultivadas en los suelos no tratados, para alcanzar la etapa de floración.

## **2.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Polímeros**

Castaño (1998), señala que desde el punto de vista científico, los polímeros son macromoléculas, es decir, moléculas formadas por miles (y hasta millones) de unidades elementales, conocidas como monómeros. Si, por ejemplo, tomamos como monómero la estructura molecular del etileno (gas natural producto de la industria petroquímica) y lo repetimos “n” veces, tendremos el famoso Polietileno (PE), con el que se fabrican desde bolsas del supermercado hasta películas (“films”) para usos agrícolas.



Hermida (2008), menciona que los polímeros son moléculas de gran tamaño, constituidas por “eslabones” orgánicos denominados monómeros, unidos mediante enlaces covalentes. Los eslabones están formados fundamentalmente por átomos de carbono y pueden poseer grupos laterales o radicales con uno o más átomos. Estas moléculas orgánicas son las que constituyen los materiales plásticos que conocemos y también los tejidos de los seres vivos (piel, músculos, tela de araña, seda, etc.).

Iida y Shock (2009), mencionan que, la PAM es un polímero sintético que se disuelve en el agua. Está compuesto de moléculas de acrilamida. La PAM ayuda en la formación de agregados del suelo, así provocando la sedimentación e impidiendo que las partículas de suelo sean arrastradas por el agua. La PAM previene la pérdida de suelo y mejora la infiltración del agua; se ha demostrado que puede reducir en un 90 o 95% la erosión cuando se aplica al agua de riego.

#### **2.2.1.1. Soilfix IR**

Ciba, (2007), señala que es un polímero soluble, con alto peso molecular. Hay dos mecanismos por lo que Soilfix estabiliza el suelo. Primero, se puede unir a los aglomerados del suelo, proporcionando estabilidad estructural; segundo, reduce la disgregación de aglomerados y mantiene una estructura abierta que permitirá que se infiltre el agua. Si los aglomerados se disgregarán, el polímero floculará cualquier partícula de arcilla en suspensión y la depositará.

El mismo autor indica que, Soilfix IR es un producto granulado conteniendo un 90 % de PAM (Poliacrilamida), utilizado para evitar la formación de costra y en cultivos con riego por superficie para mejorar la infiltración de agua y controlar la erosión del suelo. El efecto de Soilfix IR radica en que mejorara el porcentaje de germinación en suelos con mala estructura. Para una mayor eficacia, el producto debe ser aplicado en bandas directamente sobre las líneas de siembra.

Entre los beneficios que tiene la aplicación de Soilfix IR, están: a) Genera un distanciamiento entre los turnos de riego generando economías de 15 a 30% del volumen de agua necesario para el riego durante el ciclo de cultivo; b) La aplicación de Soilfix aumenta y extiende la capacidad de retención de agua en el suelo próximo a la zona radicular, evitando pérdidas de nutrientes y proporcionando ahorro de agua; c) Mejora la estructura del suelo: mantiene la agregación de las partículas del suelo, mejora la aireación y permeabilidad; d) Preserva la micro-estructura del suelo y la infiltración del agua.

Agrosuma (2012), nos habla sobre la dosificación:

<b>Nivel de Problemática</b>	SoilFix® IR (90%)	Precio
<b>Media</b>	2-4 Kg./ha	7,60 USD/KG.
<b>Alta</b>	4-8 Kg./ha	7,60 USD/KG.

#### **2.2.1.2. Alcosorb Pearl**

Ciba (2007), menciona que Alcosorb Pearl es un polímero sintético absorbente, ayuda en el manejo del agua mejorando las propiedades retentivas del sustrato. Ayuda en el trasplante y desarrollo de las plantas para evitar situaciones de estrés, provocando un mayor crecimiento como consecuencia de la disponibilidad de agua mientras las raíces se establecen. Además se utiliza incorporando en compost, sustratos de cultivos, entre otros, manejándose una dosificación de 5 a 10 kg por hectárea, con un precio comercial de 8,95 uds.

Entre los beneficios que tiene la aplicación de Alcosorb Pearl es: a) Disminución del stress hídrico en el transporte y trasplante de mudas: mantiene las raíces y radículas con humedad suficiente evitando su deshidratación; b) Disminución en la mortalidad de mudas: uniformidad en la irrigación; c) Aumento en la capacidad de retención de agua de sustratos: evita el resecaamiento.

## **2.2.2. Cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L. var itálica*)**

### **2.2.2.1. Generalidades**

Según Limongelli (1979), el brócoli es una planta anual generalmente de mayor tamaño que la coliflor y el repollo. A diferencia de la coliflor, 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 un estado de desarrollo más avanzado. La parte comestible está formada por las yemas florales, el tallo y alguna porción de las hojas.

Medina (2006), manifiesta que el brócoli es una especie originaria de una región sub – húmeda – temperada que realiza fotosíntesis a través del ciclo de los ácidos carboxílicos, por lo que se deduce que está adaptada para funcionar óptimamente en condiciones de temperaturas moderadas, con agua fácilmente disponible, una humedad relativa media a alta y luminosidad moderada.

#### **2.2.2.1.1. Taxonomía**

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Capparales
Familia:	Brassicaceae
Género:	Brassica
Especie:	Oleracea
Nombre Científico:	<i>Brassica oleracea</i>

### 2.2.2.1.2. Descripción botánica

Oñate (1992), manifiesta que las raíces alcanzan hasta 0,80m de profundidad en el perfil del suelo. Las raíces secundarias, terciarias y raicillas se concentran mayoritariamente en los primeros 0,40 - 0,60m de profundidad, especialmente cuando se destruye la raíz primaria, como ocurre casi siempre al realizar el cultivo por almácigo y trasplante. El brócoli desarrolla un tallo principal relativamente grueso (diámetro variable entre 0,02 – 0,06m) y corto (0,20 – 0,50m de longitud), sobre el cual se disponen las hojas en internudos cortos. El tallo termina en una inflorescencia principal y excepto por ciertas ramificaciones secundarias en los nudos superiores, no presentan ramificaciones.

Las hojas de gran tamaño (0,50m de longitud y 0,30m de ancho) varían de número según la variedad. Estas hojas presentan un pecíolo que alcanza hasta un tercio de longitud total de la hoja, estando el resto constituido por una lámina generalmente lobulada. La superficie foliar está recubierta de ceras epicuticulares que dificultan la retención o absorción de agua y causan el escurrimiento de la misma. (Medina, 2006)

El mismo autor indica que, la inflorescencia está formada por primordios florales o flores inmaduras, dispuestas en un corimbo principal o primario, en el extremo superior del tallo, o en ramificaciones de las yemas axilares. Los corimbos son de color variante (desde verde claro hasta púrpura) mantienen una estructura compacta durante poco tiempo, hasta que se acelera la elongación de los pedúnculos y la maduración de las flores. Esta especie presenta polinización cruzada, la que es realizada por insectos.

También indica que, después de la polinización, germinación del polen y fertilización de los óvulos, se inicia el desarrollo del fruto. Este fruto es una silicua que contienen más de diez semillas en su interior y que al momento de su

madurez las libera al medio. Las semillas son redondas de color pardo o rojizo y pequeñas (0,02m de diámetro).

### **2.2.2.2. Requerimientos del Cultivo**

#### 2.2.2.2.1. Suelo

INIAP (2006), manifiesta que el suelo ideal es escaso, por ello la especie puede ser producida de manera económica en suelos de características inferiores, adecuadamente manejadas. Los limitantes más serios serían el pH (entre 6,0 y 7,6), la salinidad (óptimo inferior a 2,8 mmho/cm) y las condiciones físicas.

PROEXANT (2000), señala que los suelos destinados a la producción hortícola deben ser profundos, francos, alto contenido de materia orgánica debido a que su carencia ocasiona problemas en el desarrollo radicular, así como la compactación del suelo dando como resultado sistemas radiculares deficientes, mala aireación y bajos rendimientos.

#### 2.2.2.2.2. Agua

PROEXANT (2000), dice que el brócoli es una planta mesófito por lo que requiere una disponibilidad adecuada de agua de buena calidad (contenido de sales inferior a 2g/l, no más de 0,6g de cloruros y 0,3g de sulfatos), con el fin de evitar condiciones de estrés hídrico, logrando así mayores rendimientos posibles de un producto de calidad y baja fibrosidad.

#### 2.2.2.2.3. Temperatura

Es un cultivo de estación fría, la mínima temperatura para el crecimiento es de 5°C, siendo el óptimo entre 15°C y 18°C. La planta tolera heladas suaves, pero al estar la inflorescencia presente se produce congelación y pardeamiento de las flores. En cambio si las temperaturas son superiores a 24°C por períodos prolongados causan elongación de los corimbos, acelerada abertura de las flores y otros problemas. (Fernández, 2009).

#### 2.2.2.2.4. Luminosidad

Krarup (1992), indica que, los fenómenos de inducción y diferenciación floral tampoco son afectados por la luz, la especie es de foto período neutro. Condiciones extremas de luminosidad, altas o bajas pueden limitar el crecimiento y algunas características de las plantas.

#### 2.2.2.2.5. Híbridos

PROEXANT (2000), señala que las variedades existentes de brócoli son híbridos, lo que implica que se desarrollan genéticamente en laboratorios y que las plantas no producen semillas. Las variedades se clasifican, según su ciclo (entre 50 y 150 días), en tempranas, medias y tardías. Las diferencias radican en el color, tamaño de la planta y de la inflorescencia, en el grado de desarrollo de los brotes laterales, en su adaptabilidad a diversos climas y suelos, y en sus características genéticas. Entre los diferentes híbridos de brócoli están: Legacy, Marathon, Shogum, Sultán, Pinnacle, Zeus, Premium Crop, Greenbelt, Arcadia, Itálica, de Cicco, Green medium, Atlante, Medium late, Future, Green Duke, Skiff, Crusier.

### 2.2.2.3. Manejo del cultivo

#### 2.2.2.3.1. Plagas y Enfermedades

ECOFROZ (2007), menciona que las principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo de brócoli en nuestro medio son:

a) Gusano Trozador (*Agrotis sp.*), es una pequeña larva que corta las plantas en el tallo. Para el control químico se utiliza organofosforados y piretroides.

b) Pulgón (*Aphis sp.*), son insectos chupadores agrupados por colonias en el revés de las hojas. La humedad ambiental resulta efectiva en la disminución de la infestación. Se controla químicamente con piretroides y organofosforados.

c) Minador (*Plutela xylostella*), es un lepidóptero que causa perforaciones en el limbo foliar. Se puede utilizar para su control insecticidas biológicos como por ejemplo *Bacillus thuringiensis*. Se elimina químicamente con piretroides y organofosforados.

d) Gusano Barrenador (*Hylemya brassicae*), perteneciente al orden Díptera. Es importante realizar una buena preparación del terreno para minimizar el ataque de esta plaga. Para el control químico se utiliza organofosforados.

e) Mal de Almacigo (*Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*), provoca el marchitamiento de las plántulas, se puede controlar por medio de la desinfección del suelo y el control biológico o químicamente con benomyl.

f) Mildiú (*Peronospora sp.*), se localiza en la parte inferior de las hojas como pequeñas manchas descoloridas y se desarrolla durante épocas de lluvia. Se puede controlar a través del manejo de humedad relativa o con químicos como maneb y metalaxil.

g) Alternaria (*Alternaria brassicae*), afecta las plántulas y se transmite por semilla luego de la cosecha. Se puede utilizar medidas preventivas, tales como la eliminación de hojas secas. Para el control se utiliza clorotalonil y metalaxil.

h) *Plasmodiophora brassicae*, es una de las enfermedades más comunes en el brócoli. Aunque se han hecho experimentos por años, no se ha encontrado nada para combatirlo. Se recomienda rotar con alcachofa, trigo, avena o maíz. No rotar con cultivos de la misma familia.

#### 2.2.2.3.2. Cosecha

ECOFROZ (2007), dice que la época de cosecha del brócoli es cuando la inflorescencia está completamente formada, esto es a partir de los 70 a 85 días desde el trasplante, con un período de cosecha de 12 días. 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 longitud requerida.



Agripac (2004), menciona que la cosecha se realiza entre los 90 y 105 días luego del trasplante. La recolección de las pellas se realiza manualmente con cuchillos comunes y en gavetas plásticas para evitar el maltrato.

#### 2.2.2.3.3. Poscosecha

ECOFROZ (2007), afirma que con el almacenamiento a 0°C y con una humedad relativa mayor al 95 % dura de 21 a 28 días, mientras que si se almacena a 5°C el tiempo de duración del producto se reduce a tan solo 5 días. Puede existir daño por congelación si se agrega sal al hielo-agua o cuando el brócoli sin hielo se almacena a una temperatura inferior a -1°C la parte dañada es verde oscura y traslúcida, pudiendo tornarse parda y susceptible a la pudrición bacteriana.

#### 2.2.2.3.4. Costos de Producción

MAGAP (2012), El costo total para producir una hectárea de brócoli en el año 2012 fue de USD 2,453. Este valor está relacionado con la utilización de un sistema tecnificado de siembra, con variedades denominadas ‘legacy o avenger’, cuya densidad es de 54,000 plantas/hectárea. En la estructura de costos, el 29.23% se lo dirige a la fertilización, ya que el cultivo requiere una gran cantidad de potasio, el 28.53% va destinado para la siembra (incluye los platines y la mano de obra). El 23.64% se lo destina a la cosecha, el 7.01% se ocupa en las labores culturales y el 11.59% restante, está encaminado para la preparación del terreno, control de insectos y el control de enfermedades. El cultivo de brócoli demanda de una gran cantidad de mano de obra en varias actividades del proceso de producción, es así que el 26.90% del costo total es destinado a la mano de obra, ya que para la producción se requiere de 55 jornales por hectárea, siendo uno de los cultivos de mayor uso de mano de obra.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PRODUCCION</b>
	<b>COSTO USD/HA</b>
Preparación del terreno	100
Siembra	700
Fertilización	717
Labores culturales	172
Control de Insectos	92,5
Control de Enfermedades	91,7
Cosecha	580
<b>Costo Total</b>	<b>2453,20</b>
Rendimiento tm/hac	19,24
Costo por kg.	0,13

#### 2.2.2.3.5. Rendimiento

MAGAP (2012), En Ecuador la superficie cosechada de brócoli en el año 2012 alcanzó las 3,639 hectáreas, distribuidas en ocho provincias, con una producción total de 70,000 toneladas y un rendimiento de 19.24 tm/ha. Las provincias de Cotopaxi y Pichincha registran la mayor cantidad de superficie cosechada de brócoli, ocupando el 82.00% de la superficie total nacional. Cotopaxi es la provincia con mayor producción (51,350 toneladas) y con un rendimiento de 28.22 tm/ha. Pichincha es la segunda provincia en importancia, con una producción de 11,791 toneladas y un rendimiento de 10.13 tm/ha. Las condiciones agroclimáticas de estas dos provincias son privilegiadas, puesto que favorecen para la producción de este cultivo, que en su gran mayoría está destinado para la exportación. El 18.00% restante de la superficie total cosechada a nivel nacional, está distribuido en seis provincias, que principalmente, destinan su producción al mercado local.

## **2.3. HIPÓTESIS**

¿La aplicación de los polímeros Soilfix IR y Alcosorb Pearl, al suelo incrementa el rendimiento en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L. var. itálica*)?

## **2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

### **2.4.1. Variable Independiente**

Polímero Soilfix IR

Polímero Alcosorb Pearl

### **2.4.2. Variable dependiente**

Altura de la planta

Diámetro de la pella

Rendimiento

Volumen de agua durante el ciclo

Volumen de la raíz

## 2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

<b>VARIABLES</b>	<b>Parámetro Operacional</b>	<b>Indicadores para medición</b>
<b>Independiente</b>		
Dosis de Soilfix IR	0,25 g/m <sup>2</sup>	Altura de la planta Diámetro de la pella Rendimiento Volumen de agua durante el ciclo Volumen de la raíz
	0,5 g/m <sup>2</sup>	
	0,75 g/m <sup>2</sup>	
Dosis de Alcosorb Pearl	1,5 g/m <sup>2</sup>	Altura de la planta Diámetro de la pella Rendimiento Volumen de agua durante el ciclo Volumen de la raíz
	2,0 g/m <sup>2</sup>	
	2,5 g/m <sup>2</sup>	
<b>Dependiente</b>		
Altura de la planta	Regla graduada	centímetros.
Diámetro de la pella	Calibrador Vernier	centímetros.
Rendimiento	Balanza semianalítica	Kilogramos
Volumen de agua	Vaso de precipitación	Litros
Volumen de la raíz	Método volumétrico	Litros

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Este trabajo de investigación se caracteriza por: enfoque cuali-cuantitativo; modalidad de campo con apoyo de revisión bibliografía – documental, con diseño experimental de acuerdo a los factores de estudio; y, el tipo de investigación es explicativa porque se hace inferencia en base a los resultados y análisis, explicados en base a otras investigaciones.

#### **3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO**

El ensayo se realizó en la Granja Experimental Docente Querochaca, de la Facultad de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Técnica de Ambato ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, cuyas coordenadas geográficas son 01° 22' 20'' de latitud Sur y 78° 36' 22'' de longitud Oeste (Instituto Geográfico Militar, 1991).

#### **3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR**

##### **3.3.1. Clima**

De acuerdo con la información registrada en la Estación Meteorológica de la Granja Experimental Docente Querochada del año 2004 al 2008 las medias son: Temperatura media anual de 12,8 °C, precipitación media anual de 561,3 mm, Humedad relativa media anual del 75%, Evaporación suma anual de 1342,1, Heliofania de 1753,9 horas/año, Velocidad media diaria del viento es de 3,8 m/s.

### **3.3.2. Suelo**

Fernandez (2009), menciona que los suelos de esta zona están clasificados como Typic Vitrandepts que se caracteriza por la presencia de materiales amorfos y ceniza volcánica, predomina la textura franco arenoso.

### **3.3.3. Agua**

Hurtado (2000), señala que la fuente de agua utilizada en la Granja Experimental Docente Querochaca es el Canal Ambato – Huachi – Pelileo con un pH de 7,78; en cuanto a la turbiedad expresada en NTU se presenta valores de 3,4.

## **3.4. FACTORES EN ESTUDIO**

### **3.4.1. Producto (P) Polímeros**

P<sub>1</sub>, Soilfix IR

P<sub>2</sub>, Alcosorb Pearl

### **3.4.2. Dosis (D)**

	Soilfix IR (g/m <sup>2</sup> )	Alcosorb Pearl (g/m <sup>2</sup> )
D <sub>1</sub>	0,25	1,5
D <sub>2</sub>	0,50	2,0
D <sub>3</sub>	0,75	2,5

### 3.4.3. Frecuencias

	Frecuencia de riego (días)
F1	7
F2	10
F3	13

### 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el Diseño de Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial de 2 x 3 x 3+ 3, con 3 repeticiones.

### 3.6. TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS		INTERPRETACIÓN
Número	Símbolo	Producto / Dosis / Frecuencia
1	P <sub>1</sub> D <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	Soilfix IR / 0,25g / 7 días
2	P <sub>1</sub> D <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	Soilfix IR / 0,25g / 10 días
3	P <sub>1</sub> D <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	Soilfix IR / 0,25g / 13 días
4	P <sub>1</sub> D <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	Soilfix IR / 0,5g / 7 días
5	P <sub>1</sub> D <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	Soilfix IR / 0,5g / 10 días
6	P <sub>1</sub> D <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	Soilfix IR / 0,5g / 13 días
7	P <sub>1</sub> D <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	Soilfix IR / 0,75g / 7 días
8	P <sub>1</sub> D <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	Soilfix IR / 0,75g / 10 días
9	P <sub>1</sub> D <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	Soilfix IR / 0,75g / 13 días
10	P <sub>2</sub> D <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	Alcosorb Pearl / 1,5g / 7 días
11	P <sub>2</sub> D <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	Alcosorb Pearl / 1,5g / 10 días
12	P <sub>2</sub> D <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	Alcosorb Pearl / 1,5g / 13 días

13	P <sub>2</sub> D <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	Alcosorb Pearl / 2,0g / 7 días
14	P <sub>2</sub> D <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	Alcosorb Pearl / 2,0g / 10 días
15	P <sub>2</sub> D <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	Alcosorb Pearl / 2,0g / 13 días
16	P <sub>2</sub> D <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	Alcosorb Pearl / 2,5g / 7 días
17	P <sub>2</sub> D <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	Alcosorb Pearl / 2,5g / 10 días
18	P <sub>2</sub> D <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	Alcosorb Pearl / 2,5g / 13 días
19	T <sub>1</sub>	Sin polímeros, frecuencia de riego de 7 días
20	T <sub>2</sub>	Sin polímeros, frecuencia de riego de 10 días
21	T <sub>3</sub>	Sin polímeros, frecuencia de riego de 13 días

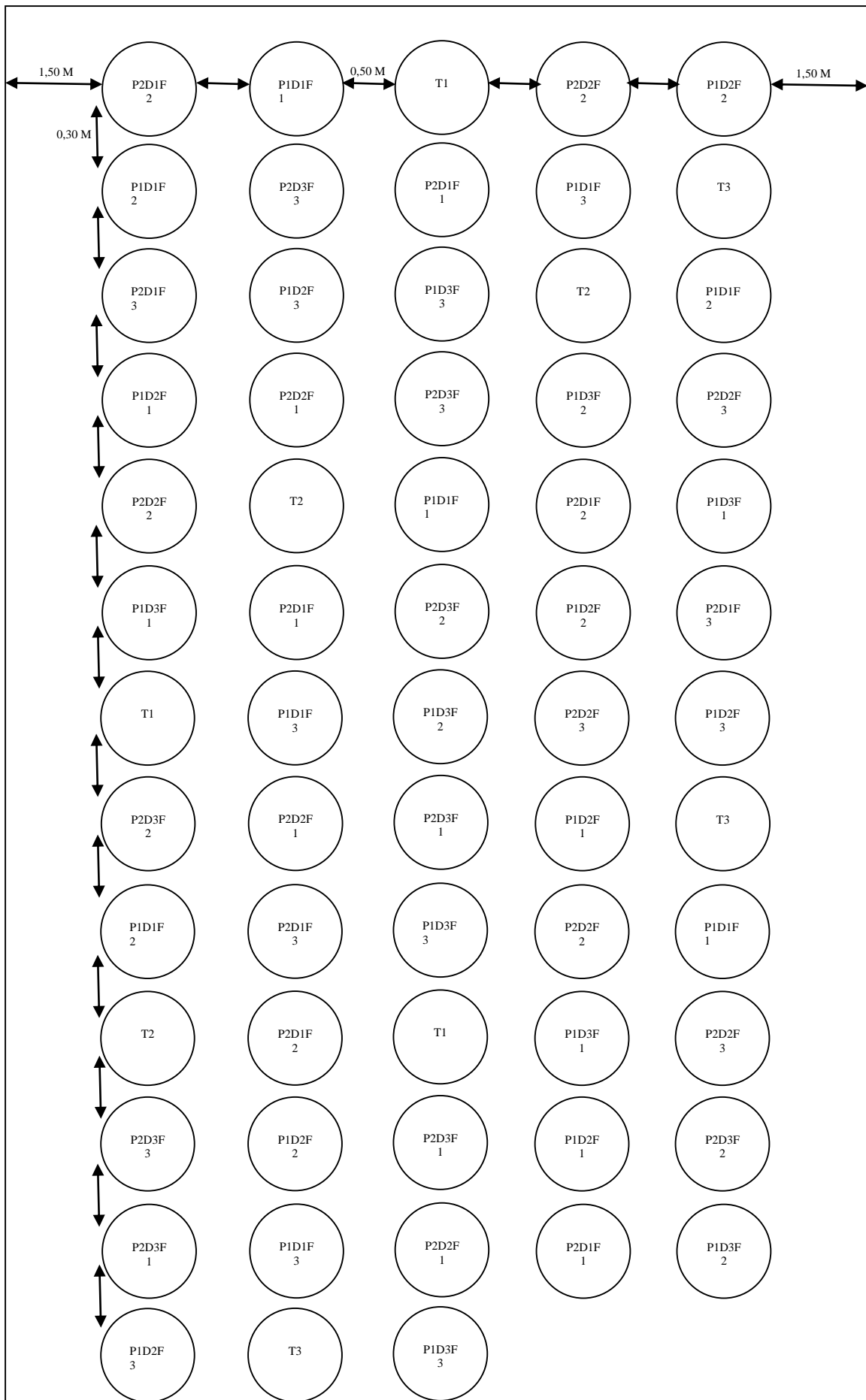
### 3.7. ESQUEMA DE CAMPO

#### 3.7.1. Memoria Técnica

Número de unidades experimentales:	63
Largo de la parcela:	6,81 m
Ancho de la parcela:	5,85 m
Diámetro del recipiente:	0,17 m
Área total del ensayo:	39,84 m <sup>2</sup>
Área de caminos:	38,39 m <sup>2</sup>
Área del recipiente:	0,023 m <sup>2</sup>
Altura del recipiente:	0,24 m
Diámetro del recipiente	0,14 m
Volumen del recipiente:	0,015 m <sup>3</sup>
Distancia entre recipientes:	0,30 m
Distancia de caminos:	0,50 m
Número de plantas por recipiente:	1
Número de plantas total del ensayo:	63
Número de plantas a evaluar:	63



### 3.7.2. Croquis del Ensayo de Campo Bajo Cubierta



## **3.8. MANEJO DEL ENSAYO**

### **3.8.1. Preparación de la cubierta plástica**

El lugar del ensayo se cubrió con plástico para evitar que la precipitación del agua incrementa la humedad en las unidades experimentales utilizados para sembrar las plantas de brócoli.

### **3.8.2. Preparación de los recipientes**

En los recipientes plásticos se colocó tierra de la Granja Experimental Docente Querochaca, de la Facultad de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua, de textura franco arenoso, se etiquetaron los recipientes con los tratamientos respectivos.

### **3.8.3. Aplicación de los polímeros**

Una vez llenado los recipientes con suelo se aplicaron los polímeros de Soilfix (polvo), Alcosorb Pearl (granulado), de acuerdo a las dosis propuestas en el primer riego, calculadas mediante la fórmula de lámina bruta para el volumen del recipiente (0,27 litros).

### **3.8.4. Trasplante**

Antes de realizar el trasplante se colocó fertilizante químico 10-30-10 a 0.10Kg por tratamiento, luego se trasplantaron las plántulas de brócoli con tres hojas

verdaderas de un mes de edad, se realizó fumigación preventiva con Phos-Al 80% WP (25gr./25ltrs) y Piryclor (25cc/25litr), para evitar el ataque de plagas y enfermedades.

### 3.8.5. Riegos

Los riegos se calcularon con la siguiente fórmula:

$$Ln = \frac{CC - PMP}{100} \times \frac{Pea}{PW} \times Hz$$

Y con una eficiencia de riego del 90%, por ser riego manual que se hizo con un envase aforado a partir del segundo riego se aplicaron las fórmulas:

$$Ln = \frac{CC - Ph}{100} \times \frac{Pea}{PW} \times Hz$$

$$Lb = \frac{Ln}{Efr}$$

Donde:

Ln = Lamina neta

CC = Capacidad de campo

PMP = Punto de marchitez permanente

Ph = Humedad que no provoca desordenes fisiológicos

Hz = Profundidad radicular

Pea = Peso específico aparente

Pw = Peso específico del agua 1.0 gr/ cm

Lb = Lamina bruta

Efr = Eficiencia de riego.

Calculado el primer riego con la siguiente fórmula:

$$Ln = \frac{CC - PMP}{100} \times \frac{Pea}{Pw} \times Hz$$

$$Ln = \frac{14 - 6}{100} \times \frac{1.50}{1} \times 30cm$$

$$Ln = 3.6cm = 36mm$$

$$Lb = \frac{Ln}{Efr}$$

$$Lb = \frac{36.00mm}{0.90}$$

$$Lb = 40.00 \frac{l}{m^2}$$

Lb para 0.023m<sup>2</sup> de área del recipiente es 0,92 litros

El segundo y los siguientes riegos se calcularon con la siguiente fórmula:

$$Ln = \frac{CC - Ph}{100} \times \frac{Pea}{Pw} \times Hz$$

$$Ln = \frac{14 - 6,88}{100} \times \frac{1.50}{1} \times 10cm$$

$$Ln = 1,068cm = 10,68mm$$

$$Lb = \frac{10,68}{0,90} \quad Lb = 11,86 \frac{l}{m^2}$$

$$CR = \frac{CC + PMP}{2}$$

$$Ph = (CC - PMP) \times CR + PMP$$

$$Ph = (14 - 6) \times 0,10 + 6 \quad CR = \frac{(14 + 6)}{2}$$

$$Ph = 6,88 \quad CR = 10$$

Lb para 0,023m<sup>2</sup> de área del recipiente es 0,27 litros

Para calcular los 14, 13 y 9 riegos restantes de acuerdo a la frecuencia de riego se cambió la variable Hz (profundidad radicular), la cual se obtuvo en base a los 2/3 de la parte aérea de la planta para cada frecuencia de riego.

### **3.8.6. Método de riego**

Para el riego manual se utilizó una regadera, con cantidad de agua en base a la fórmula de lámina bruta, regando 14 veces en la frecuencia de 7 días, 13 veces en la frecuencia de 10 días, y 9 veces en la frecuencia de 13 días.

### **3.8.7. Deshierbas y aporques**

Se realizó tres deshierbas según se presentó las necesidades del cultivo.

### **3.8.8. Controles fitosanitarios y fertilización**

Se realizó dos fumigación; a los 12 días la primera con Karate Zeon 25cc. / 25ltrs. y Agrofix 25cc. / 25ltrs. pues se presentó alternaría, y a los 60 días la segunda con Evergreen 25cc. / 25ltrs, Karate Zeon 25cc. / 25ltrs, Cymoxapac 25gr. / 25ltrs, Ultrasol 18-18-18 múltiple 0,25kg. / 25 litros para evitar el ataque severo de plagas o enfermedades.

### **3.9. DATOS RECOLECTADOS**

#### **3.9.1. Altura de la Planta**

Con regla graduada se midió la altura de la planta expresada en centímetros, desde la base del tallo hasta la hoja apical, para cada una de las repeticiones, efectuando lecturas a los 30, 60 y 90 días a partir del trasplante.

#### **3.9.2. Diámetro de la pella**

A los 30, 60 y 90 días de transcurrido el trasplante con calibrador Vernier se determinó el diámetro de la pella.

#### **3.9.3. Rendimiento**

El rendimiento se obtuvo pesando las pellas de las plantas cosechadas de cada tratamiento, los valores se expresaron en kg/tratamiento.

#### **3.9.4. Volumen de agua durante el ciclo**

Se registró la cantidad de agua que se regó en cada recipiente por cada tratamiento y al final del ensayo.

### **3.9.5. Volumen de la raíz**

Al final del ciclo del cultivo se determinó el volumen de las raíces, mediante el método volumétrico.

## **3.10. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA**

### **3.9.1. Análisis de información: estadístico, crítico**

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA) de acuerdo con el diseño experimental indicado anteriormente, se realizó las pruebas de significación de Tukey al 5%, para la comparación de medias de cada tratamiento porque hubo diferencias estadísticas en todas las variables, para dosis y frecuencias de aplicación se utilizaron Polinomios Ortogonales. Adjunto presento el esquema de ADEVA que se siguió.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>
Total	63
Tratamientos	(20)
Polímeros (P)	1
Dosis (D)	2
Frecuencia	2
PxDxF	4
Testigo vs Resto	11
Repeticiones	2
Error Experimental	40

### **3.10.2. Verificación de hipótesis**

La hipótesis se verificó en base al análisis estadístico de la información obtenida en altura de la planta, diámetro de la pella, rendimiento, volumen de la raíz y volumen de agua durante el ciclo; por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa ya que las variables estudiadas en todos los tratamientos (con polímeros) incluido los testigos (sin polímeros) son estadísticamente diferentes.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

##### 4.1.1. Altura de planta

Los valores correspondientes a altura de planta a los 30, 60 y 90 días, se registran en el anexo 1, 2 y 3 respectivamente. En el análisis de varianza (cuadro 1) se observa significación estadística al 1% y 5% a los 30 días para tratamientos, frecuencia, dosis\*frecuencia, testigo 1 vs resto, testigo 3 vs resto; a los 60 días para tratamientos, dosis, frecuencia, producto\*frecuencia, dosis\*frecuencia, Testigo 3 vs resto y a los 90 días para tratamientos, dosis, producto\*frecuencia, dosis\*frecuencia; testigo 3 vs resto, con un coeficiente de variación para los 30, 60 y 90 días de 19,59%, 34,11% y 35,16%, el promedio general fue de 4,89%; 5,00% y 5,46% respectivamente; con respecto a los polinomios ortogonales se ve una tendencia lineal en la dosis a los 30 días, 60 y 90 días; mientras que la frecuencia no demuestra tendencia.

**CUADRO 1. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA, A LOS 30,60 Y 90 DÍAS.**

F.V.	gl	CM			F		
		30	60	90	30	60	90
REPETICIONES	2	1,12	5,30	6,80	0,94NS	1,62NS	1,64NS
TRATAMIENTOS	20	2,97	7,85	9,23	2,49**	2,40**	2,22*
PRODUCTO	1	0,02	6,40	4,66	0,02NS	1,95NS	1,12NS
DOSIS	2	1,83	14,89	15,28	1,54NS	4,55**	3,68*
LINEAL	1	3,43	29,78	30,54	2,88NS	9,10**	7,36**
CUADRATICA	1	0,22	0,01	0,01	0,18NS	0,003NS	0,0024NS
FRECUENCIA	2	6,85	10,46	11,10	5,76**	3,20NS	2,67NS
LINEAL	1	7,83	10,68	10,21	6,58*		
CUADRATICA	1	5,88	10,24	11,99	4,94*		
PRODUCTO*DOSIS	2	2,36	0,05	0,51	1,98NS	0,02NS	0,12NS
PRODUCTO*FRECUENCIA	2	1,52	11,69	12,75	1,27NS	3,57*	3,07NS
DOSIS*FRECUENCIA	4	2,90	0,92	13,97	2,44NS	0,28NS	3,37*
PRODUCTO*DOSIS*FREC.	4	2,22	1,29	1,66	1,87NS	0,39NS	0,40NS
T1 VS RESTO	1	6,67	5,09	5,50	5,60*	1,56NS	1,33NS
T2 VS RESTO	1	0,22	5,86	7,17	0,18NS	1,79NS	1,73NS
T3 VS RESTO	1	7,69	23,33	28,58	6,46*	7,14*	6,89*
Error	40	1,19	3,27	4,15			
Total	62						

Coef de va. 30 días: 19,59 %

60 días: 34,11 %

90 días: 35,16 %

\*\* = Significación al 1%

\* = Significación al 5%

NS = No significativo

Con respecto al tratamiento, en la evaluación de altura de planta a los 30 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 2), se registró dos rangos de significación. La mayor altura de planta en el tratamiento P1D3F1, con un promedio de 5,91cm, ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que el tratamiento P2D1F3, al ubicarse en el último lugar de la prueba con un promedio de 2,04cm.

**CUADRO 2. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS, EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DÍAS**

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>	
P1D3F1	5,91	A	
P2D2F1	5,83	A	
P2D3F2	5,83	A	
P2D1F2	5,74	A	
P2D1F1	5,71	A	
P1D3F2	5,69	A	
P1D1F1	5,51	A	
P2D2F2	5,32	A	B
P1D1F2	5,13	A	B
P1D3F3	5,13	A	B
P1D2F2	5,03	A	B
P2D3F3	5,03	A	B
P2D2F3	4,75	A	B
T2	4,72	A	B
P1D2F3	4,58	A	B
P2D3F1	4,49	A	B
P1D1F3	4,23	A	B
P1D2F1	3,89	A	B
T1	3,46	A	B
T3	3,35	A	B
P2D1F3	2,04		B

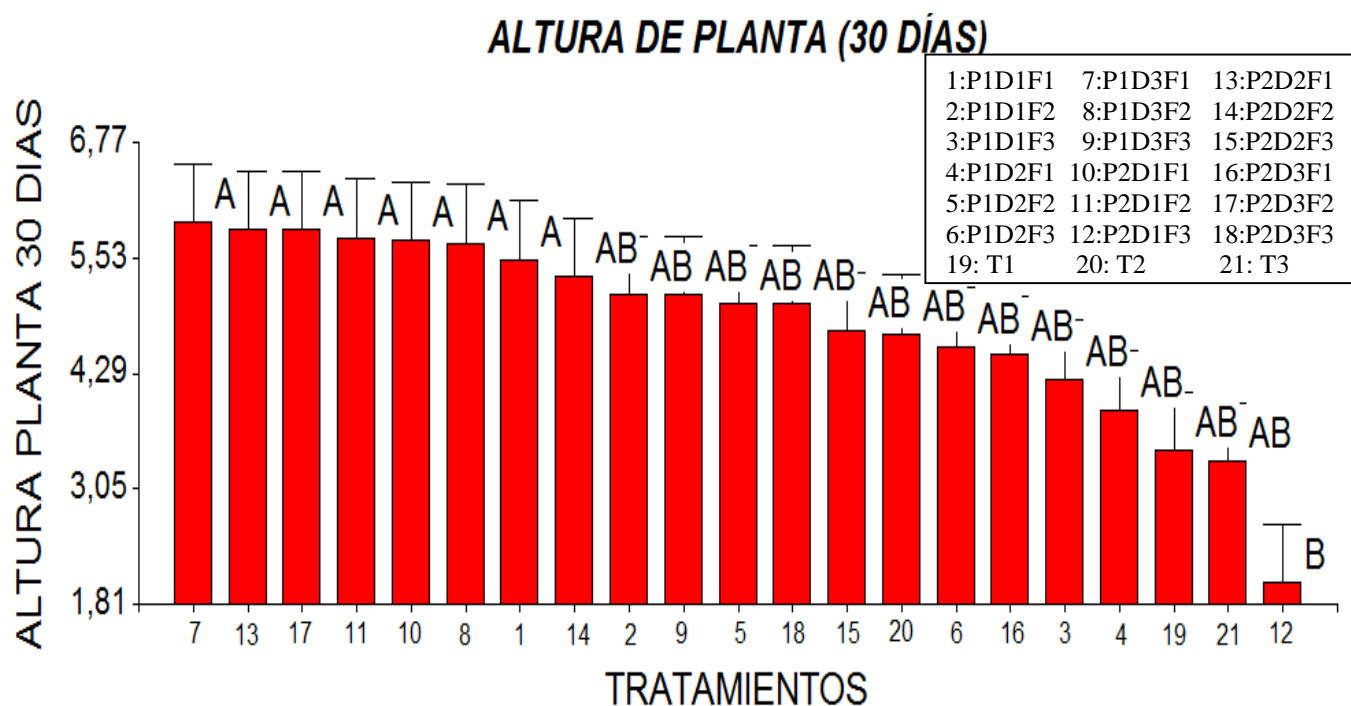


Fig. 1. Comparación para los tratamientos, en la variable altura de planta a los 30 días.

Con respecto a la frecuencia de riego, en la evaluación de altura de planta a los 30 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 3), se registró dos rangos de significación. La mayor altura de planta en la frecuencia de riego se registró a los 10 días, con un promedio de 5,46cm, ocupando el primer rango; la frecuencia de riego a los 13 días, se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 4,29cm

**CUADRO 3. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA FRECUENCIA DE RIEGO EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DÍAS**

Frecuencia de riego	Promedio	Rango
10 días	5,46	A
7 días	5,23	A
13 días	4,29	B

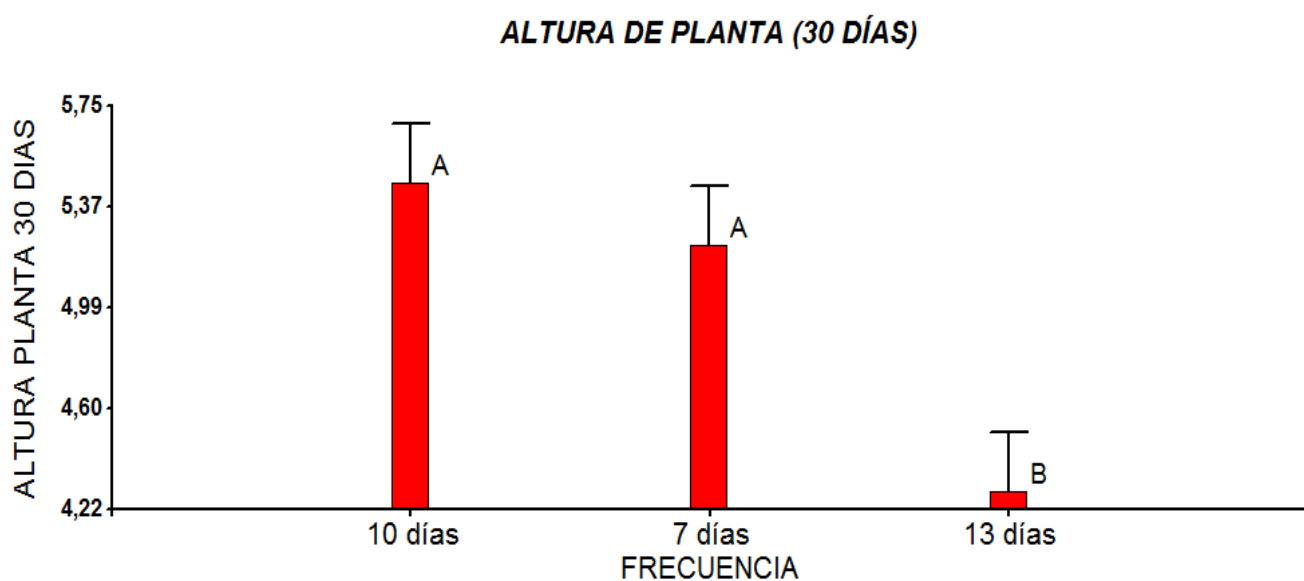


Fig. 2. Comparación para frecuencia de riego, en la variable altura de planta a los 30 días.

Con respecto a los tratamientos, en la evaluación de altura de planta a los 60 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 4), se registró dos rangos de significación. La mayor altura de planta en el tratamiento P2D3F2, con un promedio de 6,66cm, ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que el tratamiento P2D1F3, al ubicarse en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,00cm

**CUADRO 4. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS**

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
P2D3F2	6,66	A
P2D3F1	6,63	A
P2D1F2	6,51	A B
P1D3F2	6,50	A B
P2D2F1	6,48	A B
P2D1F1	6,40	A B
P1D3F3	6,29	A B
P2D3F3	6,27	A B
P2D2F2	6,24	A B
P1D2F3	5,94	A B
P1D1F2	5,13	A B
P1D3F1	4,65	A B
P1D1F1	4,47	A B
P1D1F1	4,39	A B
P2D2F3	4,31	A B
P1D2F2	4,25	A B
T1	3,93	A B
T2	3,83	A B
P1D1F3	2,67	A B
T3	2,40	A B
P2D1F3	1,00	B

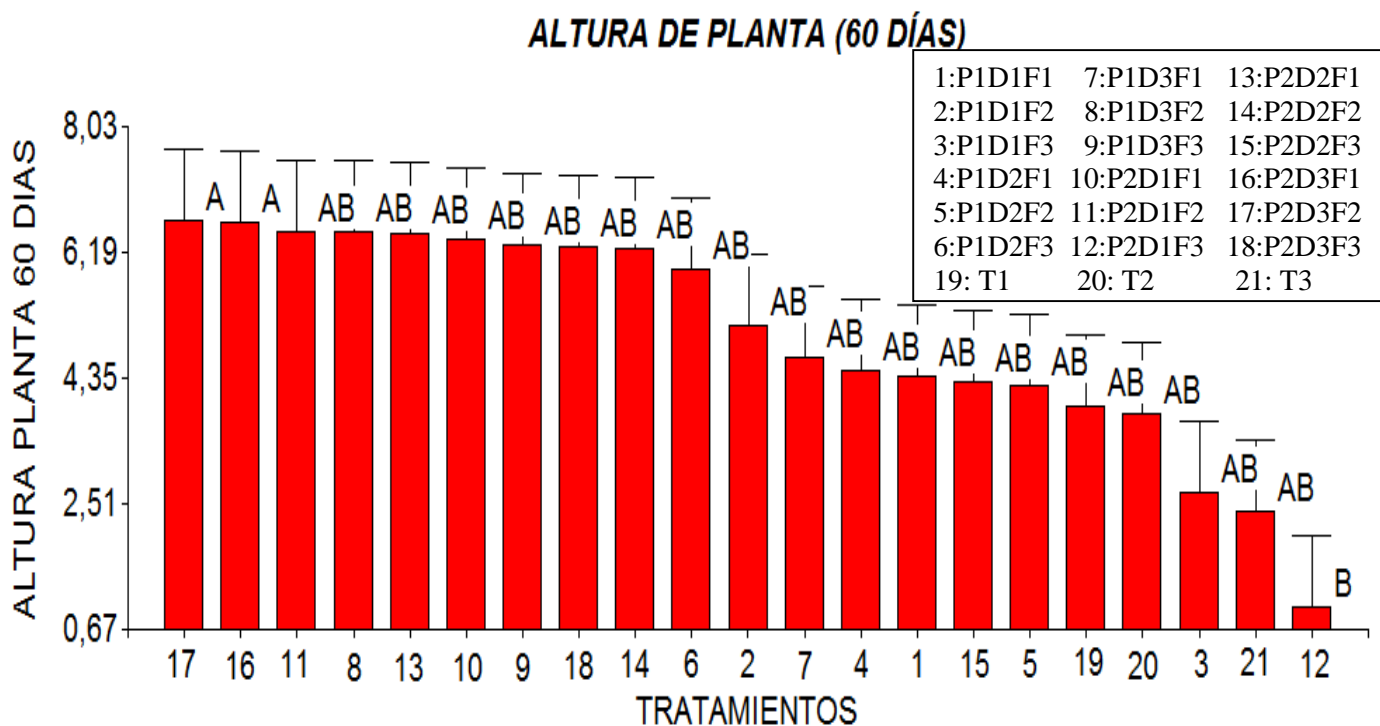


Fig. 3. Comparación para tratamientos, en la variable altura de planta a los 60 días.

Con respecto al factor tratamientos, en la evaluación de altura de planta a los 60 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 5), se registró un rango de significación. La mayor altura de planta 7,23 cm (P2D3F1) y 1,00 cm (P2D1F3), ubicándose así en el último lugar de la prueba.

**CUADRO 5. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGO</b>
P2D3F1	7,23	A
P2D3F3	7,07	A
P2D3F2	7,00	A
P2D1F1	6,95	A
P1D3F2	6,91	A
P2D2F1	6,91	A
P2D1F2	6,83	A
P1D3F3	6,78	A
P1D2F3	6,73	A
P2D2F2	6,61	A
P1D1F2	6,43	A
P1D3F1	4,98	A
P1D2F1	4,86	A
P2D2F3	4,80	A
P1D1F1	4,78	A
P1D2F2	4,73	A
T1	4,36	A
T2	4,16	A
P1D1F3	2,93	A
T3	2,58	A
P2D1F3	1,00	A



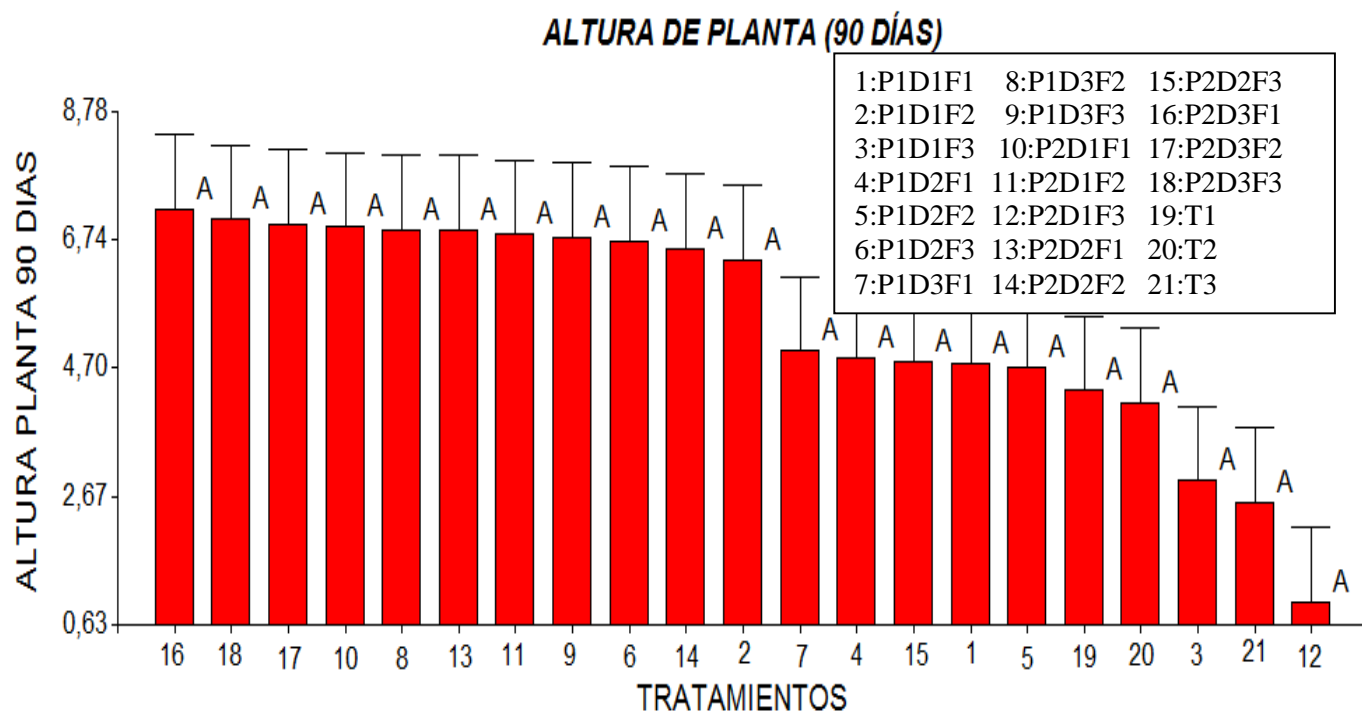


Fig.4 Comparación para tratamientos, en la variable altura de planta a los 90 días.

Con respecto a la dosis, en la evaluación de altura de planta a los 90 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 6), se registró dos rangos de significación. La mayor altura de planta con las dosis 0,75g/m<sup>2</sup> (Soilfix IR) y 2,50g/m<sup>2</sup> (Alcosorb Pearl), con un promedio de 6,17cm, en cambio las dosis 0,25g/m<sup>2</sup> (Soilfix IR) y 1,50g/m<sup>2</sup> (Alcosorb Pearl) se ubicaron en el último lugar de la prueba con un promedio de 4,35cm

**CUADRO 6. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS**

Dosis	Promedio	Rango
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	6,17	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	5,28	A B
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	4,35	B

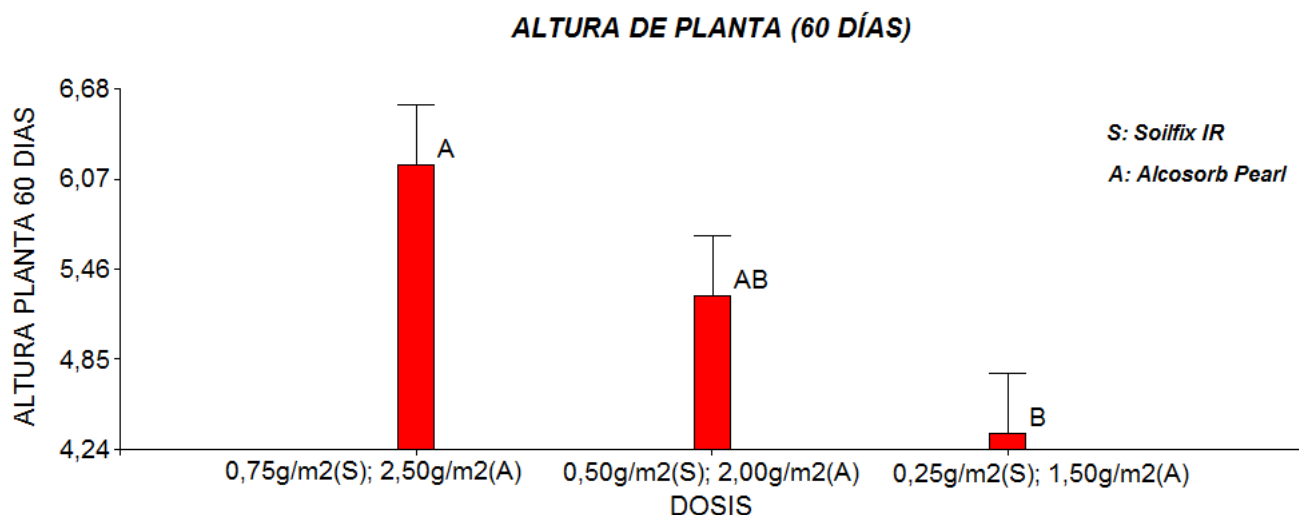


Fig. 5. Comparación de dosis, en la variable altura de planta a los 60 días.

Con respecto a la interacción de producto \* frecuencia, en la evaluación de altura de planta a los 60 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 7), se registró dos rangos de significación. La mayor altura de planta se registró con Alcosorb Pearl aplicado a una frecuencia de riego de 7 días, con un promedio de 6,50cm, ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que Alcosorb Pearl aplicado cada 13 días, se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 3,86cm

**CUADRO 7. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE PRODUCTO \* FRECUENCIA EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS**

Producto	Frecuencia	Promedio	Rango
ALCOSORB PEARL	7 DIAS	6,50	A
ALCOSORB PEARL	10 DIAS	6,47	A
SOILFIX IR	10 DIAS	5,29	A B
SOILFIX IR	13 DIAS	4,97	A B
SOILFIX IR	7 DIAS	4,50	A B
ALCOSORB PEARL	13 DIAS	3,86	B

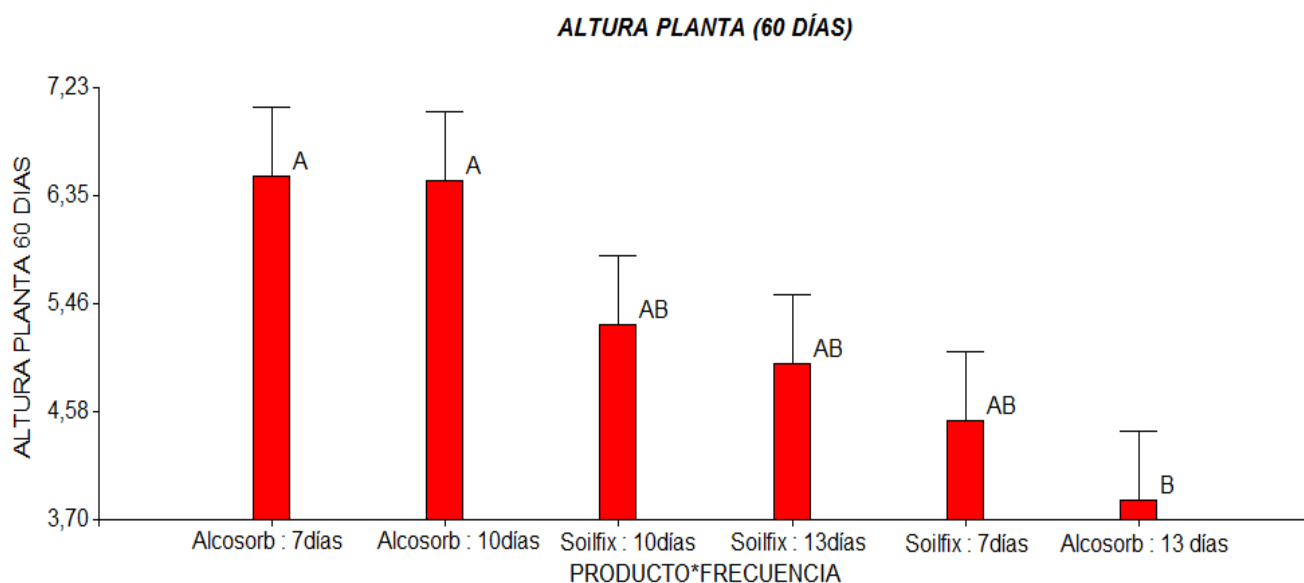


Fig. 6. Comparación para interacción de producto \* frecuencia, en la variable altura de planta a los 60 días.

Con respecto a la interacción de producto \* dosis \* frecuencia, en la evaluación de altura de planta a los 60 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 8), se registró dos rangos de significación. La mayor altura de planta en el tratamiento P2D3F1, con un promedio de 7,23cm, ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que el tratamiento P2D1F3, al ubicarse en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,00cm

**CUADRO 8. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE PRODUCTO \* DOSIS \* FRECUENCIA EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS**

<b>Producto</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Dosis</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
ALCOSORB PEARL	13 DIAS	1,50	7,23	A
ALCOSORB PEARL	13 DIAS	2,50	7,07	A
ALCOSORB PEARL	13 DIAS	2,00	7,00	A
ALCOSORB PEARL	7 DIAS	1,50	6,95	A
SOILFIX	13 DIAS	0,50	6,91	A
ALCOSORB PEARL	10 DIAS	1,50	6,91	A
ALCOSORB PEARL	7 DIAS	2,00	6,83	A B
SOILFIX	13 DIAS	0,75	6,78	A B
SOILFIX	10 DIAS	0,75	6,73	A B
ALCOSORB PEARL	10 DIAS	2,00	6,61	A B
SOILFIX	7 DIAS	0,50	6,43	A B
SOILFIX	13 DIAS	0,25	4,98	A B
SOILFIX	10 DIAS	0,25	4,86	A B
ALCOSORB PEARL	10 DIAS	2,50	4,80	A B
SOILFIX	7 DIAS	0,25	4,78	A B
SOILFIX	10 DIAS	0,50	4,73	A B
SOILFIX	7 DIAS	0,75	2,93	A B
ALCOSORB PEARL	7 DIAS	2,50	1,00	B

1:P1D1F1	7:P1D3F1	13:P2D2F1
2:P1D1F2	8:P1D3F2	14:P2D2F2
3:P1D1F3	9:P1D3F3	15:P2D2F3
4:P1D2F1	10:P2D1F1	16:P2D3F1
5:P1D2F2	11:P2D1F2	17:P2D3F2
6:P1D2F3	12:P2D1F3	18:P2D3F3
19: T1	20: T2	21: T3

### ALTURA DE PLANTA (90 DÍAS)

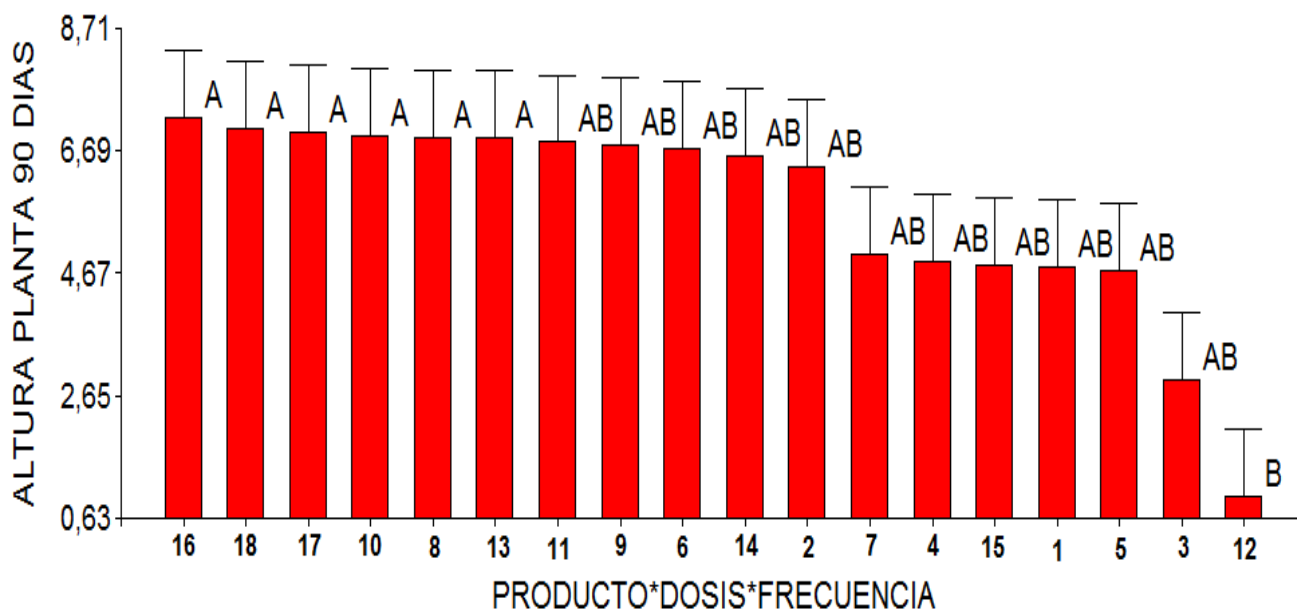


Fig. 7. Comparación para interacción de producto \* dosis \* frecuencia, en la variable altura de planta a los 90 días.

Con respecto a la dosis, en la evaluación de altura de planta a los 90 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 9), se registró dos rangos de significación. La mayor altura de planta en las dosis  $0,75\text{g/m}^2$  (Soilfix IR) y  $2,50\text{g/m}^2$  (Alcosorb Pearl), con un promedio de  $6,66\text{cm}$ , ocupando el primer rango; las dosis  $0,25\text{ g/m}^2$  (Soilfix IR) y  $1,50\text{ g/m}^2$  (Alcosorb Pearl) al ubicarse en el último lugar de la prueba con un promedio de  $4,82\text{cm}$

#### CUADRO 9. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS

Dosis	Promedio	Rango
$0,75\text{g/m}^2$ (Soilfix IR); $2,50\text{g/m}^2$ (Alcosorb Pearl)	6,66	A
$0,50\text{g/m}^2$ (Soilfix IR); $2,00\text{g/m}^2$ (Alcosorb Pearl)	5,77	A B
$0,25\text{g/m}^2$ (Soilfix IR); $1,50\text{g/m}^2$ (Alcosorb Pearl)	4,82	B

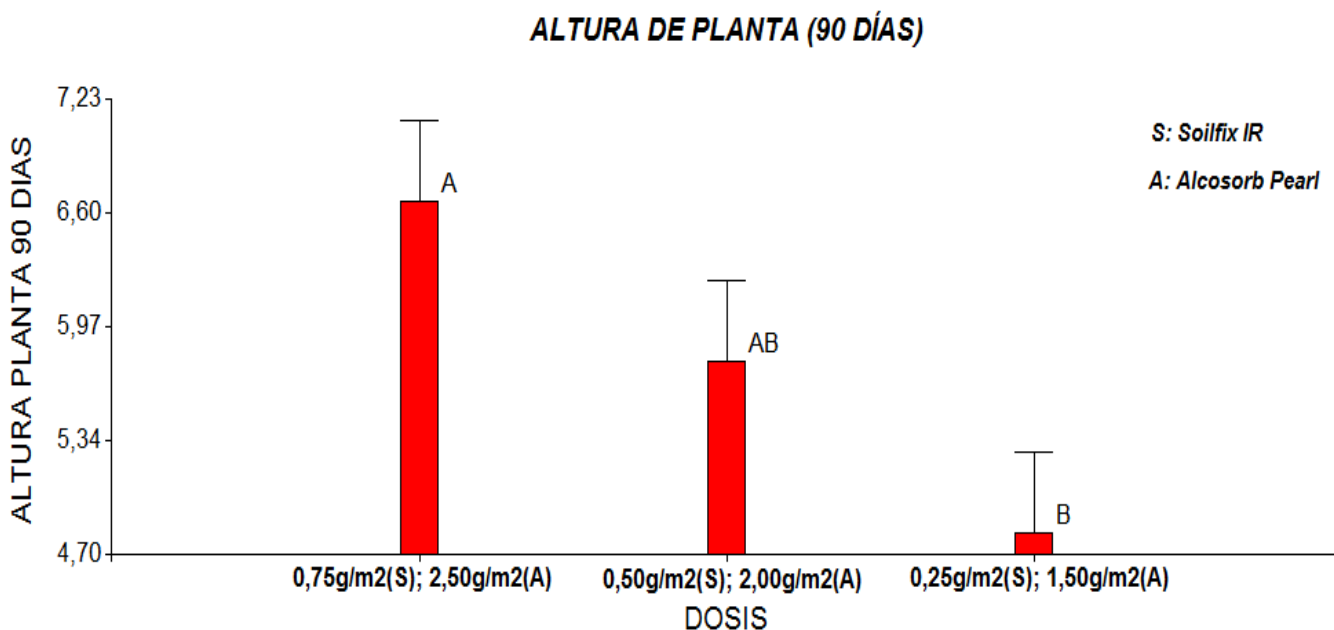


Fig. 8. Comparación para dosis, en la variable altura de planta a los 90 días.

Con respecto a la interacción de dosis \* frecuencia, en la evaluación de altura de planta a los 90 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 10), se registró dos rangos de significación. La mayor altura de planta se registró con las dosis 0,75g/m<sup>2</sup> (Soilfix IR), 2,50g/m<sup>2</sup> (Alcosorb Pearl) y frecuencia de 10 días, con un promedio de 6,95cm, ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que las dosis 0,25g/m<sup>2</sup> (Soilfix IR), 1,50g/m<sup>2</sup> (Alcosorb Pearl) y frecuencia de 13 días, se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,96cm

**CUADRO 10. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE DOSIS \* FRECUENCIA EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS**

Dosis	Frecuencia	Promedio	Rango
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	6,95	A
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	6,93	A
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	6,63	A
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	6,11	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	5,88	A
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	5,87	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	5,77	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	5,67	A
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	1,96	B

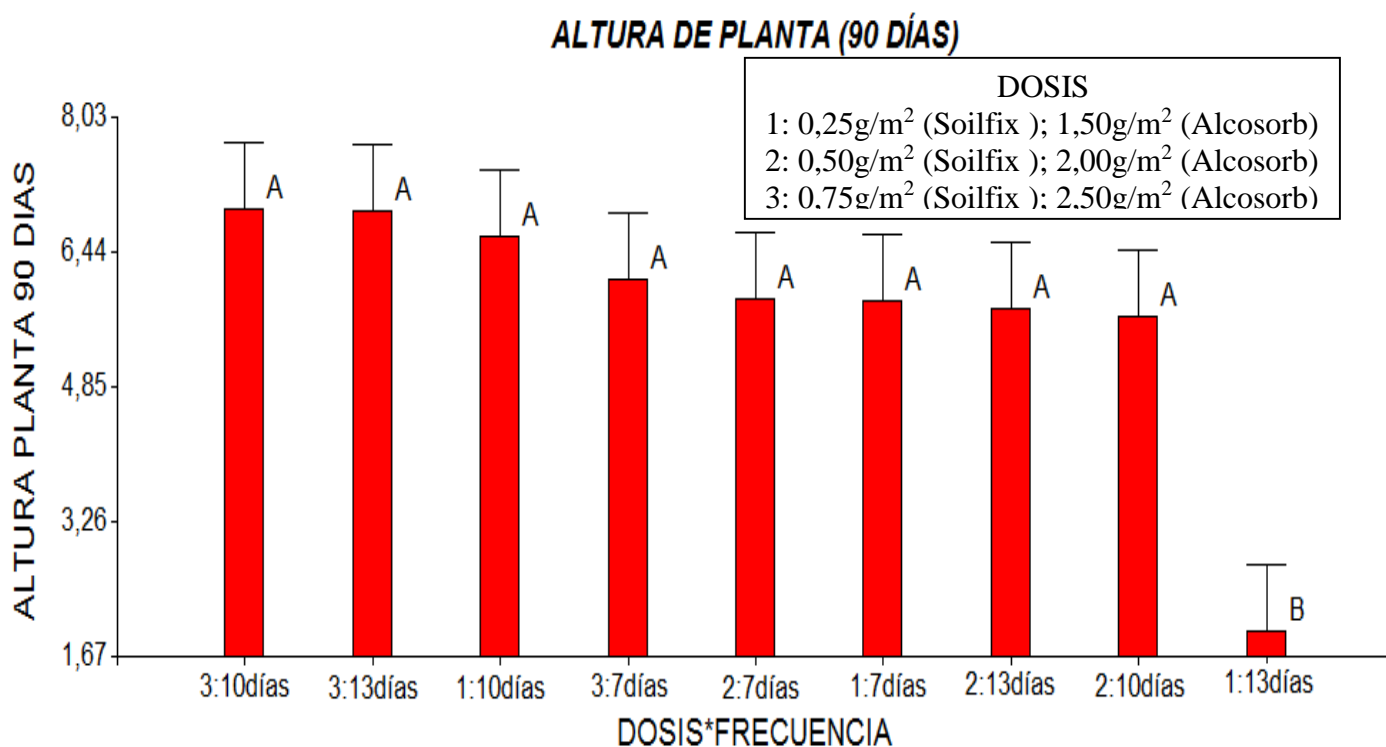


Fig. 9. Comparación para interacción de dosis \* frecuencia, en la variable altura de planta a los 90 días.

Los suelos francos arenosos son ligeros de buen drenaje interno y aunque tiene baja capacidad de retención de agua con la ayuda de los polímeros aplicados: Soilfix en dosis de 2,50g/m<sup>2</sup> cada 10 y 7 días dando una altura de 6,66 y 7,23cm respectivamente, el mismo que aumenta y extiende la capacidad de retención de agua en el suelo próximo a la zona radicular, evitando pérdidas de nutrientes y proporcionando ahorro de agua; mejora la estructura del suelo: mantiene la agregación de las partículas del suelo, mejora la aireación y permeabilidad; preserva la micro-estructura del suelo y la infiltración del agua, y Alcosorb Pearl en dosis de 0,75g/m<sup>2</sup> aplicado cada 7 días dando una altura de 5,91cm, ayuda en el manejo del agua mejorando las propiedades retentivas del sustrato. Ayuda en el trasplante y desarrollo de las plantas para evitar situaciones de estrés, provocando un mayor crecimiento como consecuencia de la disponibilidad de agua mientras las raíces se establecen.

#### **4.1.2. Diámetro de la pella**

Los valores correspondientes a diámetro de la pella a los 60 y 90 días, se registran en el anexo 4, y 5 respectivamente. En el análisis de varianza (cuadro 11) se observa significación estadística al 1% y 5% a los 60 y 90 días para tratamientos, dosis, frecuencia, dosis\*frecuencia, testigo 3 vs resto, con un coeficiente de variación para los 60 y 90 días de 23,62 % y 30,08 %, el promedio general es de 2,38% y 3,29% respectivamente, con respecto a los polinomios ortogonales se ve una tendencia lineal en la dosis a los 60 y 90 días; mientras que la frecuencia no demuestra tendencia.



**CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE LA PELLA, A LOS 60 Y 90 DÍAS.**

F.V.	gl	CM		F	
		60	90	60	90
REPETICIONES	2	0,50	1,91	1,43NS	1,75NS
TRATAMIENTOS	20	0,95	2,45	2,71**	2,25*
PRODUCTO	1	0,61	1,22	1,74NS	1,12NS
DOSIS	2	2,22	3,69	6,34**	3,39*
LINEAL	1	4,43	7,35	12,65**	6,74*
CUADRATICA	1	0,02	0,02	0,06NS	0,02NS
FRECUENCIA	2	1,57	3,63	4,49*	3,33*
LINEAL	1	1,92	3,03	5,46*	2,78NS
CUADRATICA	1	1,21	4,24	3,46NS	3,89NS
PRODUCTO*DOSIS	2	0,13	0,19	0,37NS	0,17NS
PRODUCTO*FRECUENCIA	2	0,49	3,01	1,40NS	2,76NS
DOSIS*FRECUENCIA	4	1,01	3,59	2,89*	3,29**
PRODUCTO*DOSIS*FREC.	4	0,25	0,42	0,71NS	0,39NS
T1 VS RESTO	1	0,75	1,10	2,14NS	1,01NS
T2 VS RESTO	1	0,96	1,68	2,74NS	1,54NS
T3 VS RESTO	1	3,19	8,67	9,11**	7,95**
Error	40	0,35	1,09		
Total	62				

Coef. Va. 60 días: 23,62 %

90 días: 30,08 %

\*\* = Significación al 1%

\* = Significación al 5%

NS = No significativo

Con respecto a los tratamientos, en la evaluación de diámetro de la pella a los 60 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 12), se registró dos rangos de significación. El mayor diámetro de la pella registró el tratamiento P2D3F3, con un promedio de 3,08cm, ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que el tratamiento P2D1F3, al ubicarse en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,00cm

**CUADRO 12. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 60 DÍAS**

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>	
P2D3F3	3,08	A	
P2D3F1	3,01	A	
P2D3F2	2,96	A	
P2D2F1	2,88	A	
P1D3F2	2,88	A	
P2D2F2	2,76	A	B
P2D1F2	2,74	A	B
P2D1F1	2,73	A	B
P1D3F1	2,61	A	B
P1D1F2	2,61	A	B
P1D2	2,56	A	B
P1D3F3	2,55	A	B
P1D1F1	2,27	A	B
P1D2F2	2,24	A	B
P1D2F1	2,17	A	B
P2D2F3	2,17	A	B
T1	1,97	A	B
T2	1,91	A	B
P1D1F3	1,54	A	B
T3	1,43	A	B
P2D1F3	1,00		B

### DIAMETRO DE LA PELLA (60 DÍAS)

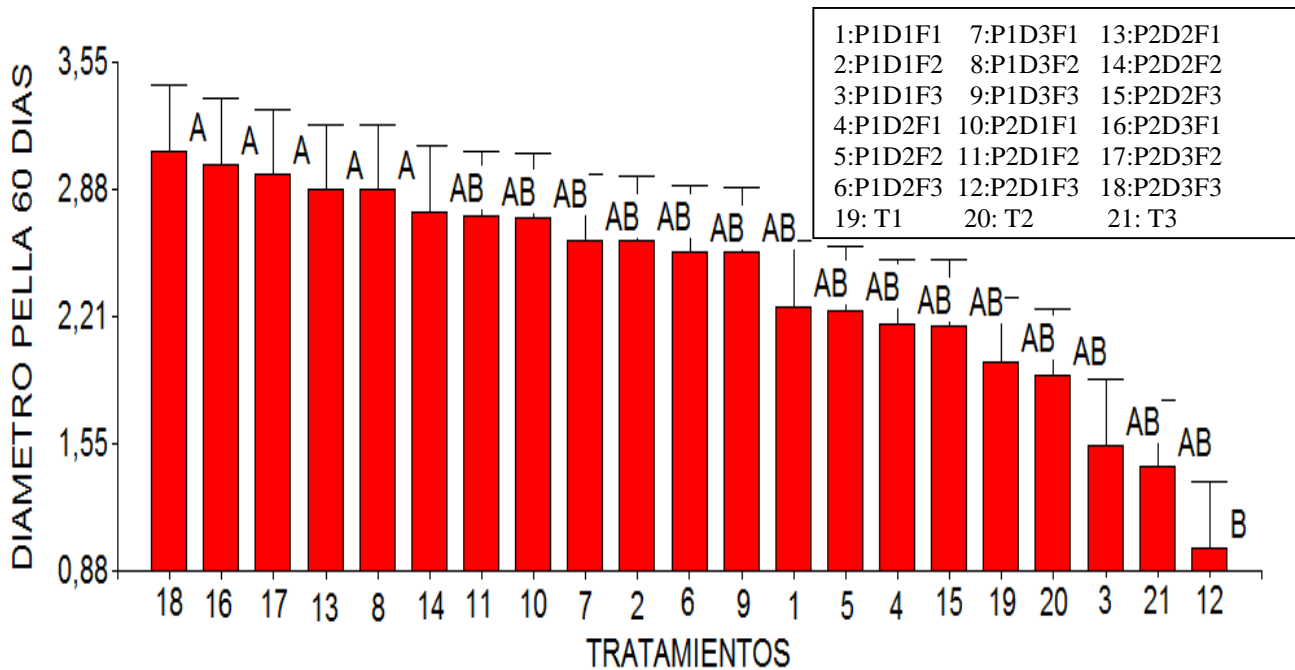


Fig. 10. Comparación para tratamientos, en la variable diámetro de la pella a los 60 días.

Con respecto a la dosis, en la evaluación de diámetro de la pella a los 60 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 13), se registró dos rangos de significación. El mayor diámetro de la pella registraron las dosis  $0,75\text{g/m}^2$  (Soilfix IR) y  $2,50\text{g/m}^2$  (Alcosorb Pearl), con un promedio de 2,85cm, ocupando el primer rango; y las dosis  $0,25\text{g/m}^2$  (Soilfix IR) y  $1,50\text{g/m}^2$  (Alcosorb Pearl) se ubicaron en el último lugar de la prueba con un promedio de 2,15cm

### CUADRO 13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA DOSIS EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 60 DÍAS

Dosis	Promedio	Rango
$0,75\text{g/m}^2$ (Soilfix IR); $2,50\text{g/m}^2$ (Alcosorb Pearl)	2,85	A
$0,50\text{g/m}^2$ (Soilfix IR); $2,00\text{g/m}^2$ (Alcosorb Pearl)	2,46	A B
$0,25\text{g/m}^2$ (Soilfix IR); $1,50\text{g/m}^2$ (Alcosorb Pearl)	2,15	B

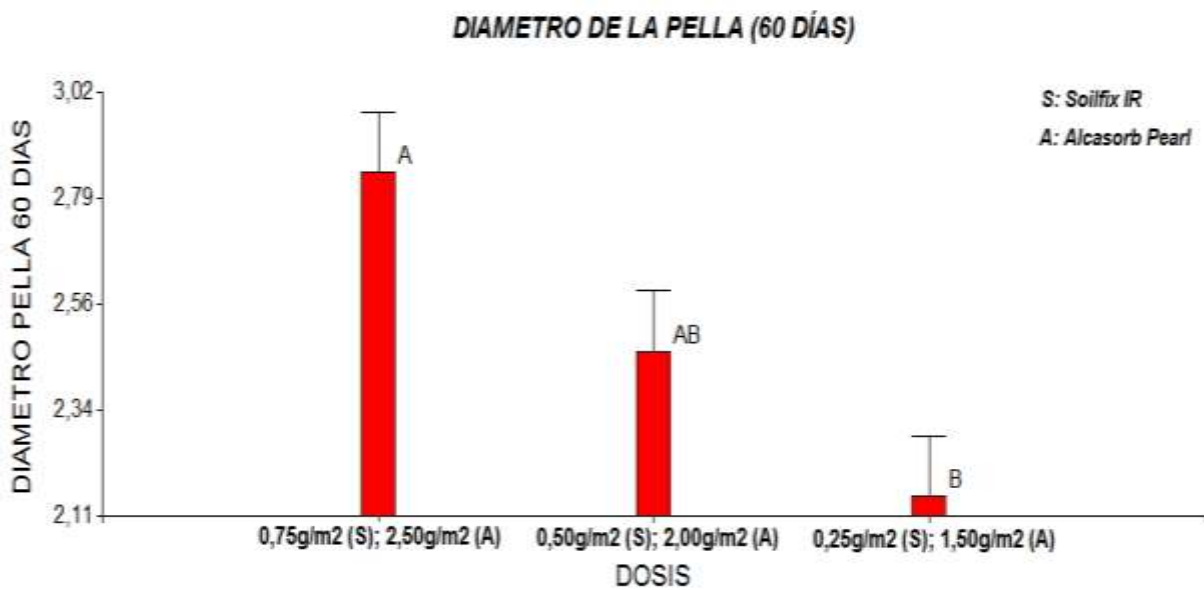


Fig. 11. Comparación para dosis, en la variable diámetro de la pella a los 60 días.

Con respecto a la frecuencia, en la evaluación de diámetro de la pella a los 60 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 14), se registró dos rangos de significación. El mayor diámetro de la pella la frecuencia de riego de 10 días, registró un promedio de 2,70cm, ocupó el primer rango; en tanto que la frecuencia de riego de 13 días, se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 2,15cm

**CUADRO 14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA FRECUENCIA EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 60 DÍAS**

Frecuencia	Promedio	Rango
10 DIAS	2,70	A
7 DIAS	2,61	A
13 DIAS	2,15	B

### DIAMETRO DE LA PELLA (60 DÍAS)

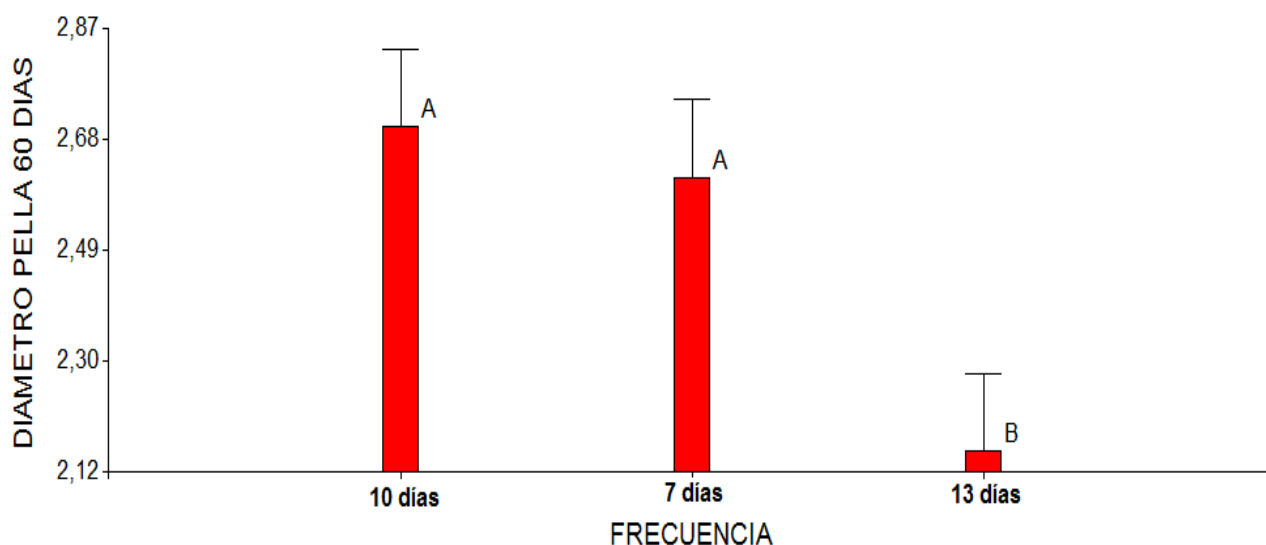


Fig. 12. Comparación para frecuencia de riego, en la variable diámetro de la pella a los 60 días.

Con respecto a la interacción de dosis \* frecuencia, en la evaluación de diámetro de pella a los 60 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 15), se registró dos rangos de significación. El mayor diámetro de pella registraron las dosis 0,75 g/m<sup>2</sup> (Soilfix IR) y 2,50g/m<sup>2</sup> (Alcosorb Pearl), con un promedio de 2,92cm, ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que las dosis 0,25 g/m<sup>2</sup> (Soilfix IR) y 1,50g/m<sup>2</sup> (Alcosorb Pearl), se ubicaron en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,27cm

**CUADRO 15. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE DOSIS \* FRECUENCIA EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 60 DÍAS**

Dosis	Frecuencia	Promedio	Rango
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	2,92	A
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	2,82	A
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	2,81	A
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	2,68	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	2,52	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	2,50	A
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	2,50	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	2,36	A
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	1,27	B

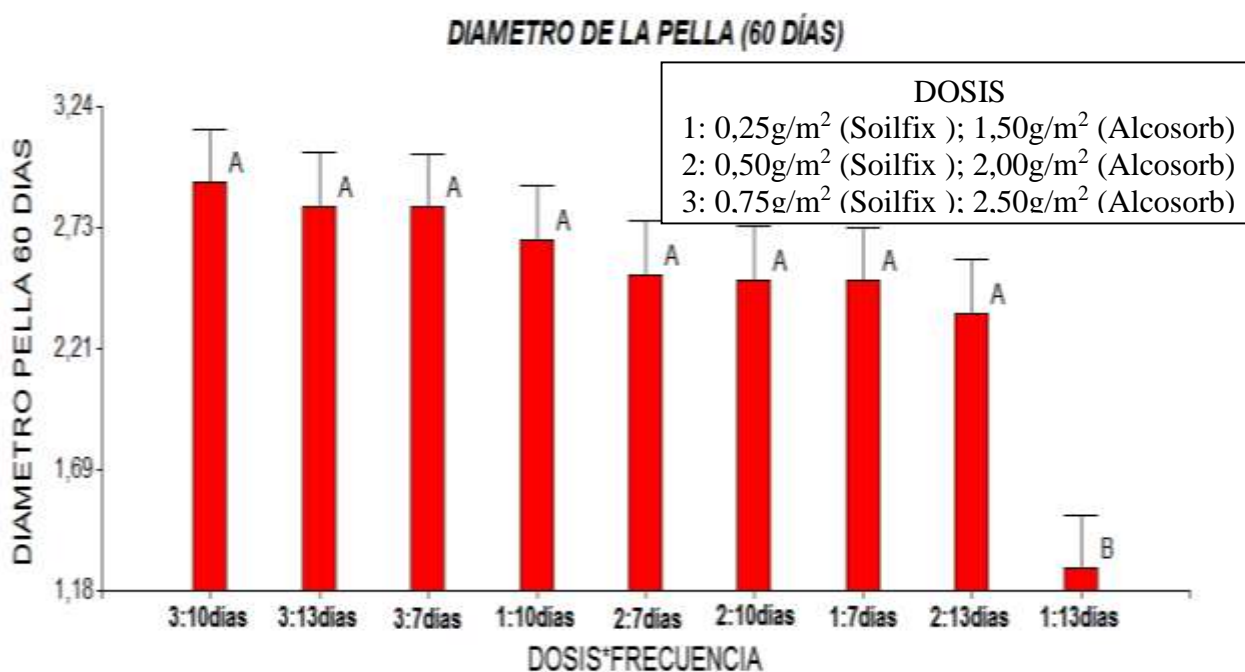


Fig. 13. Comparación para interacción de dosis \* frecuencia, en la variable diámetro de la pella a los 60 días.

Con respecto a la interacción de producto \* dosis \* frecuencia, en la evaluación de diámetro de la pella a los 60 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 16), se registró dos rangos de significación. El mayor diámetro de pella, registró el tratamiento P2D3F1, con un promedio de 4,15cm, ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que el tratamiento P2D1F3, al ubicarse en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,00cm

**CUADRO 16. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE PRODUCTO \* DOSIS \* FRECUENCIA EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 90 DÍAS**

<b>Producto</b>	<b>Dosis</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
ALCOSORB PEARL	2,50	7 DIAS	4,15	A
ALCOSORB PEARL	2,50	10 DIAS	4,13	A
ALCOSORB PEARL	2,50	13 DIAS	4,05	A
ALCOSORB PEARL	1,50	7 DIAS	4,04	A
ALCOSORB PEARL	2,00	10 DIAS	4,04	A
SOILFIX	0,75	10 DIAS	3,99	A B
ALCOSORB PEARL	1,50	10 DIAS	3,99	A B
ALCOSORB PEARL	2,00	7 DIAS	3,98	A B
SOILFIX	0,75	13 DIAS	3,91	A B
SOILFIX	0,25	10 DIAS	3,90	A B
SOILFIX	0,50	13 DIAS	3,86	A B
SOILFIX	0,75	7 DIAS	3,04	A B
SOILFIX	0,50	7 DIAS	3,02	A B
SOILFIX	0,50	10 DIAS	2,98	A B
SOILFIX	0,25	7 DIAS	2,97	A B
ALCOSORB PEARL	2,00	13 DIAS	2,95	A B
SOILFIX	0,25	13 DIAS	1,95	A B
ALCOSORB PEARL	1,50	13 DIAS	1,00	B

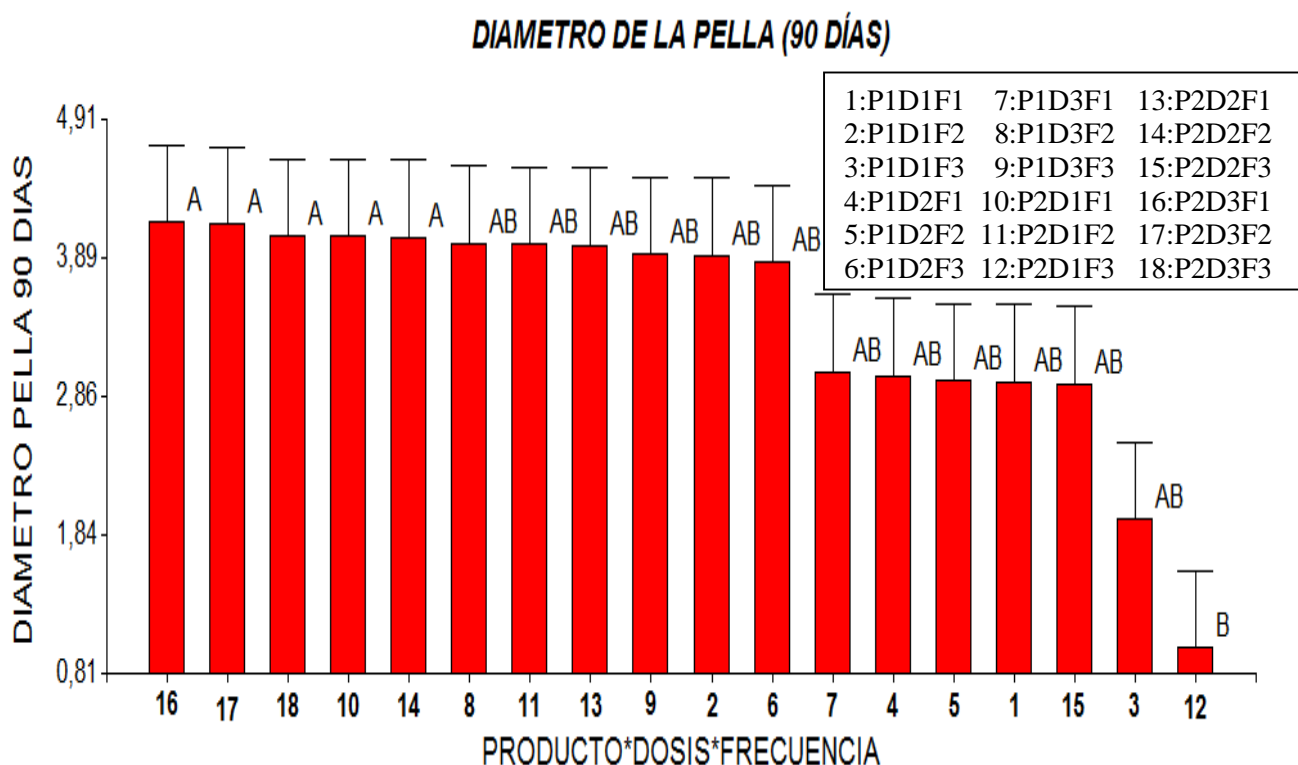


Fig. 14. Comparación para interacción de producto \* dosis \* frecuencia, en la variable diámetro de la pella a los 90 días.

Con respecto a la dosis, en la evaluación de diámetro de la pella a los 90 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 17), se registró dos rangos de significación. El mayor diámetro de la pella registraron las dosis  $0,75\text{g/m}^2$  (Soilfix IR) y  $2,50\text{g/m}^2$  (Alcosorb Pearl), con un promedio de 3,88cm, ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que las dosis  $0,25\text{g/m}^2$  (Soilfix IR) y  $1,50\text{g/m}^2$  (Alcosorb Pearl), al ubicarse en el último lugar de la prueba con un promedio de 2,98cm.

**CUADRO 17. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA DOSIS EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 90 DÍAS**

Dosis	Promedio	Rango
$0,75\text{g/m}^2$ (Soilfix IR); $2,50\text{g/m}^2$ (Alcosorb Pearl)	3,88	A
$0,50\text{g/m}^2$ (Soilfix IR); $2,00\text{g/m}^2$ (Alcosorb Pearl)	3,47	A B
$0,25\text{g/m}^2$ (Soilfix IR); $1,50\text{g/m}^2$ (Alcosorb Pearl)	2,98	B



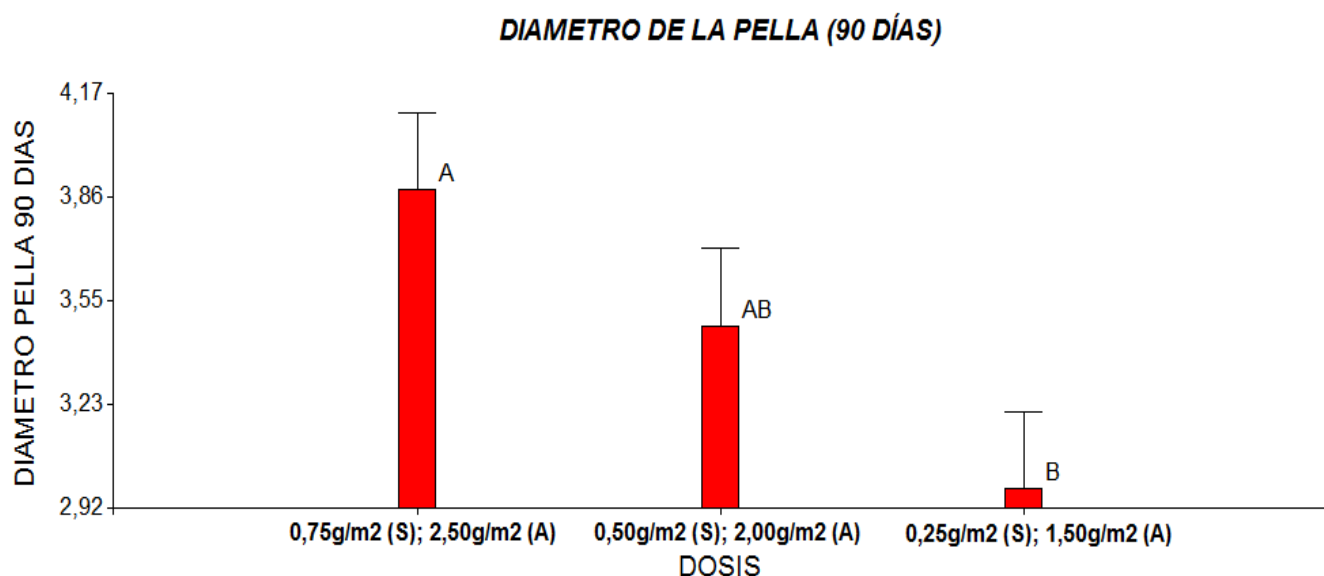


Fig. 15. Comparación para dosis, en la variable diámetro de la pella a los 90 días.

Con respecto a la frecuencia, en la evaluación de diámetro de la pella a los 90 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 18), se registró dos rangos de significación. El mayor diámetro de pella, en la frecuencia de riego de 10 días, con un promedio de 3,84cm, ocupando el primer rango; en cambio la frecuencia de 13 días se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 2,95cm

**CUADRO 18. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA FRECUENCIA EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 90 DÍAS**

Frecuencia	Promedio	Rango
10 DIAS	3,84	A
7 DIAS	3,54	A B
13 DIAS	2,95	B

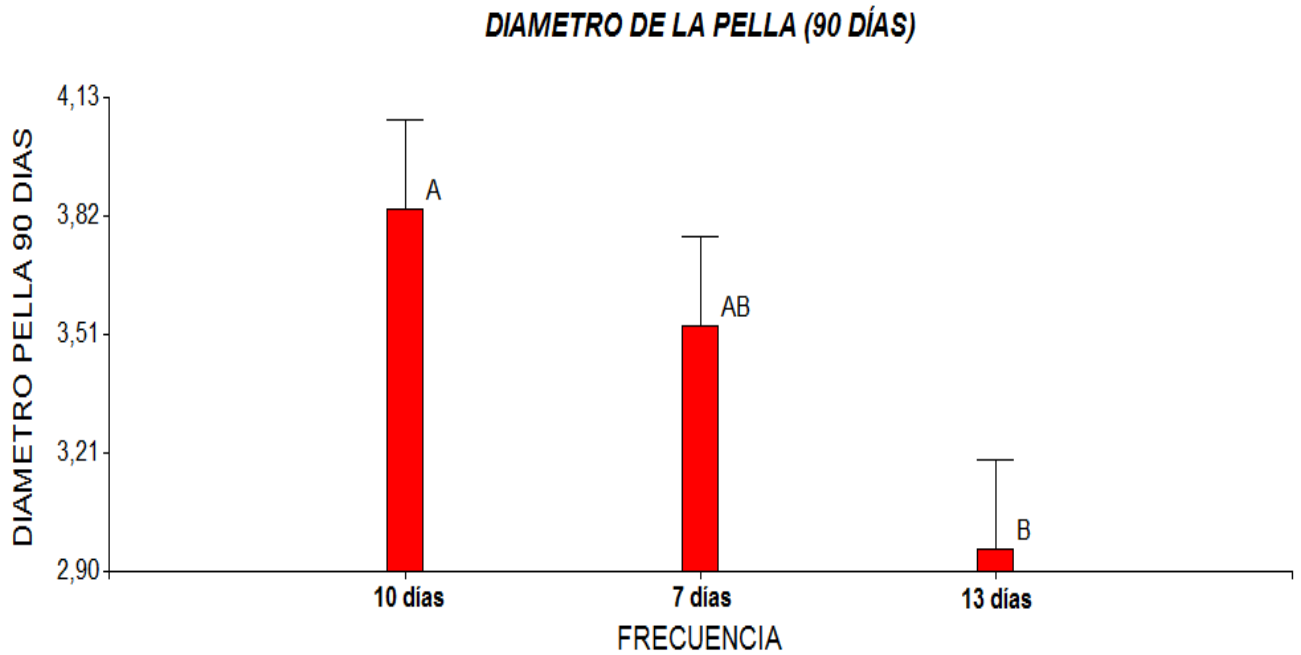


Fig. 16. Comparación para frecuencia, en la variable diámetro de la pella a los 90 días.

Con respecto a la interacción de dosis \* frecuencia, en la evaluación de diámetro de la pella a los 90 días, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 19), se registró dos rangos de significación. El mayor diámetro de pella, registraron las dosis  $0,75\text{g/m}^2$  (Soilfix IR) y  $2,50\text{g/m}^2$  (Alcosorb Pearl), y a frecuencia de 10 días, con un promedio de  $4,06\text{cm}$ , ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que con las dosis  $0,25\text{g/m}^2$  (Soilfix IR) y  $1,50\text{g/m}^2$  (Alcosorb Pearl) y a frecuencia de 13 días se ubicaron en el último lugar de la prueba con un promedio de  $1,48\text{cm}$ .

**CUADRO 19. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE DOSIS \* FRECUENCIA EN LA VARIABLE DIAMETRO DE LA PELLA A LOS 90 DÍAS**

Dosis	Frecuencia	Promedio	Rango
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	4,06	A
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	3,98	A
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	3,95	A
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	3,60	A
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	3,51	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	3,51	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	3,50	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	3,41	A
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	1,48	B

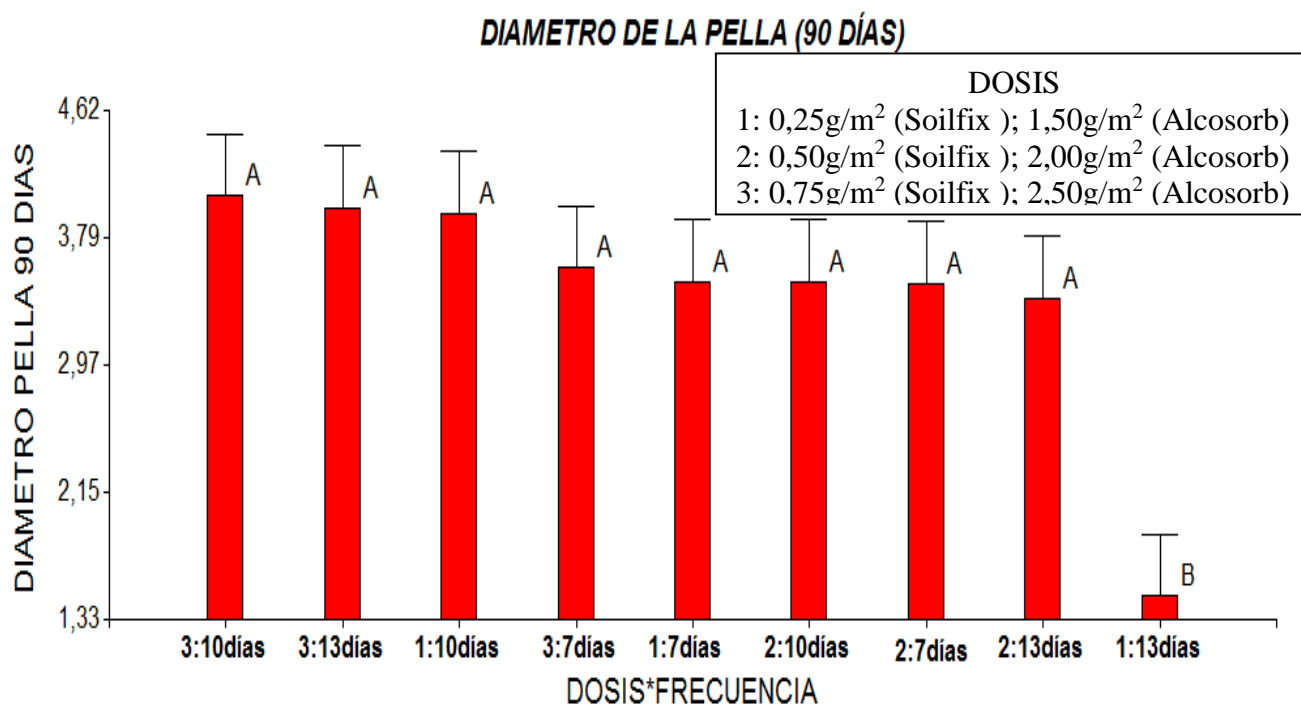


Fig. 17. Comparación para interacción de dosis \* frecuencia, en la variable diámetro de pella a los 90 días.

El tratamiento P2D3F3 a los 60 días y P2D3F1 a los 90 días presento el mejor diámetro de pella, pues Alcosorb Pearl, ayuda en el desarrollo de las plantas provocando un mayor crecimiento como consecuencia de la disponibilidad de agua.

#### 4.1.3. Rendimiento

Los valores correspondientes a rendimiento a los 105 días, se registran en el anexo 6. En el análisis de varianza (cuadro 20) se observa significación estadística al 1% y 5% a los 105 días para tratamientos, dosis, frecuencia, producto\*frecuencia, dosis\*frecuencia, testigo 3 vs resto, con un coeficiente de variación para los 105 días es de 8,40%, el promedio general es de 1,25%, con respecto a los polinomios ortogonales se ve una tendencia lineal en la dosis; mientras que la frecuencia no demuestra tendencia.

**CUADRO 20. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO A LOS 105 DÍAS**

F.V.	gl	SC	CM	F
REPETICIONES	2	0,04	0,02	2NS
TRATAMIENTOS	20	0,59	0,03	3**
PRODUCTO	1	0,02	0,02	2NS
DOSIS	2	0,11	0,06	6**
LINEAL	1	0,11	0,11	11**
CUADRATICA	1	0,00053	0,00053	0,05NS
FRECUENCIA	2	0,10	0,05	5*
LINEAL	1	0,05	0,05	5*
CUADRATICA	1	0,05	0,05	5*
PRODUCTO*DOSIS	2	0,01	0,0035	0,35NS
PRODUCTO*FRECUENCIA	2	0,07	0,04	4*
DOSIS*FRECUENCIA	4	0,14	0,04	4**
PRODUCTO*DOSIS*FRECUENCIA	4	0,02	0,01	1NS
T1 VS RESTO	1	0,01	0,01	1NS
T2 VS RESTO	1	0,02	0,02	2NS
T3 VS RESTO	1	0,09	0,09	9**
Error	40	0,50	0,01	
Total	62	1,14		

Coef de variación: 8,40%

\*\* = Significación al 1%

\* = Significación al 5%

NS = No significativo

Con respecto a los tratamientos, la evaluación de rendimiento, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 21), se registró dos rangos de significación. El mayor rendimiento en el tratamiento P2D3F2, con promedio de 1,36Kg, ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; el tratamiento P2D1F3, se ubicó en el último lugar de la prueba con promedio de 1,00Kg.

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

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>	
P2D3F2	1,36	A	
P2D3F1	1,36	A	
P1D3F2	1,33	A	B
P2D2F2	1,33	A	B
P2D2F1	1,33	A	B
P2D3F3	1,33	A	B
P2D1F1	1,32	A	B
P2D1F2	1,32	A	B
P1D3F3	1,31	A	B
P1D1F2	1,30	A	B
P1D2F3	1,29	A	B
P1D3F1	1,23	A	B
P1D2F1	1,22	A	B
P1D1F1	1,21	A	B
P2D2F3	1,20	A	B
T1	1,20	A	B
P1D2F2	1,18	A	B
T2	1,18	A	B
P1D1F3	1,10	A	B
T3	1,09	A	B
P2D1F3	1,00	B	

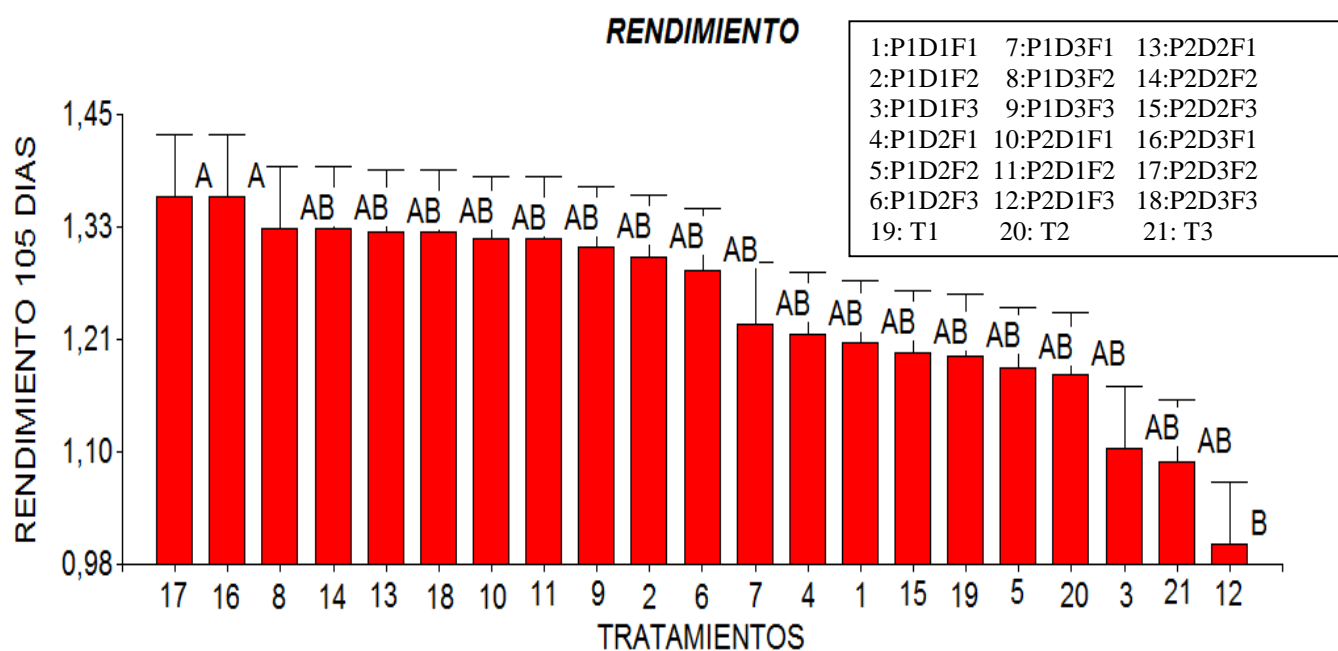


Fig. 18. Comparación para tratamientos, en la variable rendimiento

Con respecto a la dosis, en la evaluación de rendimiento, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 22), se registró dos rangos de significación. El mayor rendimiento en las dosis 0,75g/m<sup>2</sup> (Soilfix IR) y 2,50 g/m<sup>2</sup> (Alcosorb Pearl), con un promedio de 1,33Kg, ocupando el primer rango; en cambio las dosis 0,25g/m<sup>2</sup> (Soilfix IR) y 1,50 g/m<sup>2</sup> (Alcosorb Pearl), se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,21Kg

**CUADRO 22. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA DOSIS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO**

Dosis	Promedio	Rango
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	1,32	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	1,26	A B
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	1,21	B

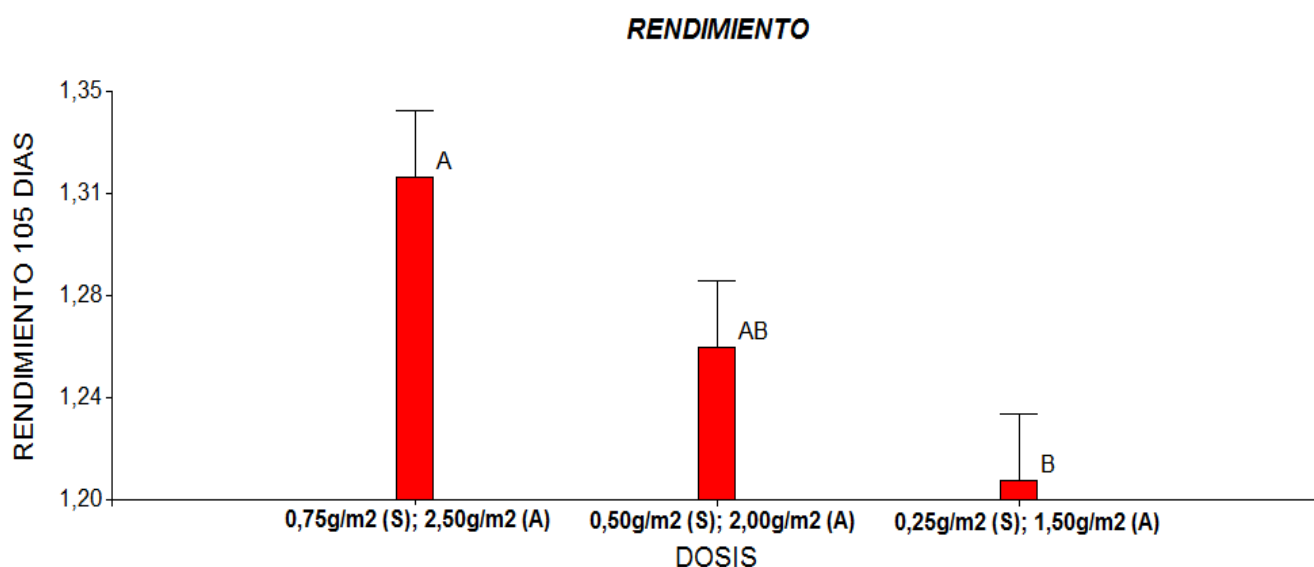


Fig. 19. Comparación para dosis, en la variable rendimiento

Con respecto a la frecuencia, en la evaluación de rendimiento, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 23), se registró dos rangos de significación. El mayor rendimiento se registró con la frecuencia de 10 días, con un promedio de 1,30Kg, ocupando el primer rango; en cambio la frecuencia de 13 días se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,20Kg.

**CUADRO 23. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA FRECUENCIA EN LA VARIABLE RENDIMIENTO**

Frecuencia	Promedio	Rango
10 días	1,30	A
7 días	1,28	A B
13 días	1,20	B

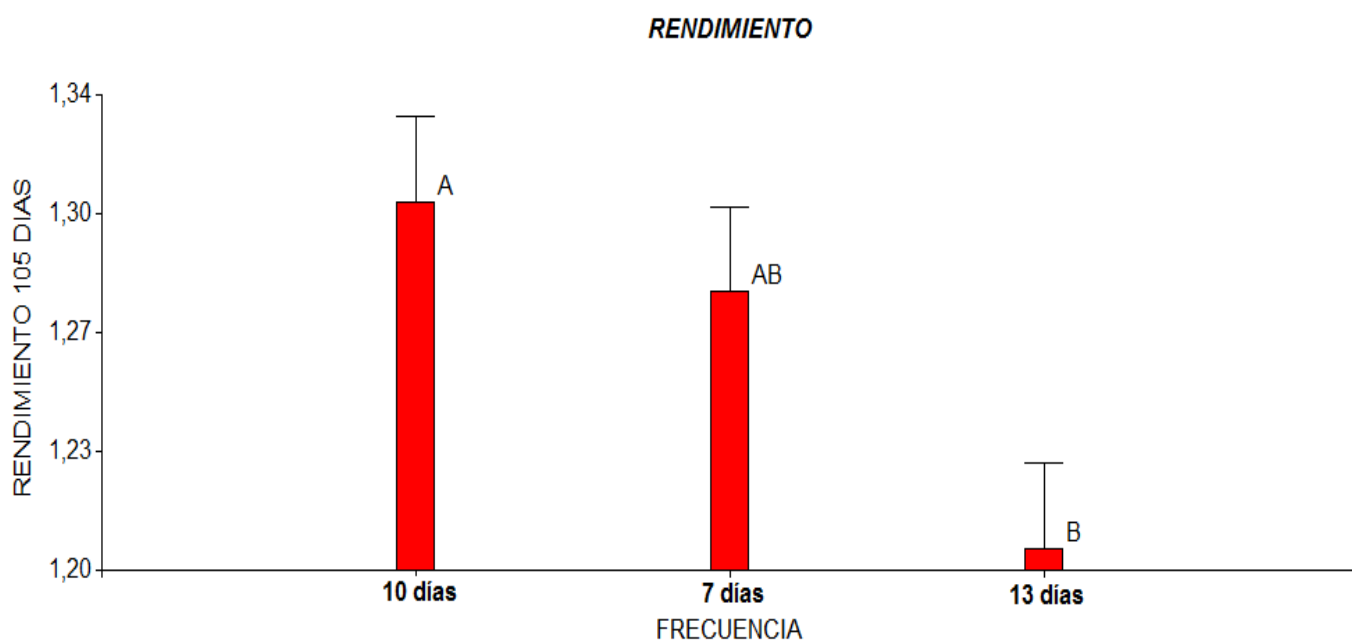


Fig. 20. Comparación para frecuencia, en la variable rendimiento.

Con respecto a la interacción de producto \* frecuencia, en la evaluación de rendimiento, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 24), se registró dos rangos de significación. El mayor rendimiento con Alcosorb Pearl a frecuencia de 10 días, con un promedio de 1,34Kg, ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que Alcosorb Pearl con frecuencia de 13 días, se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,18Kg.

**CUADRO 24. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE PRODUCTO \* FRECUENCIA EN LA VARIABLE RENDIMIENTO**

Producto	Frecuencia	Promedio	Rango
ALCOSORB PEARL	10 DIAS	1,34	A
ALCOSORB PEARL	7 DIAS	1,34	A
SOILFIX	10 DIAS	1,27	A B
SOILFIX	13 DIAS	1,23	A B
SOILFIX	7 DIAS	1,22	A B
ALCOSORB PEARL	13 DIAS	1,18	B



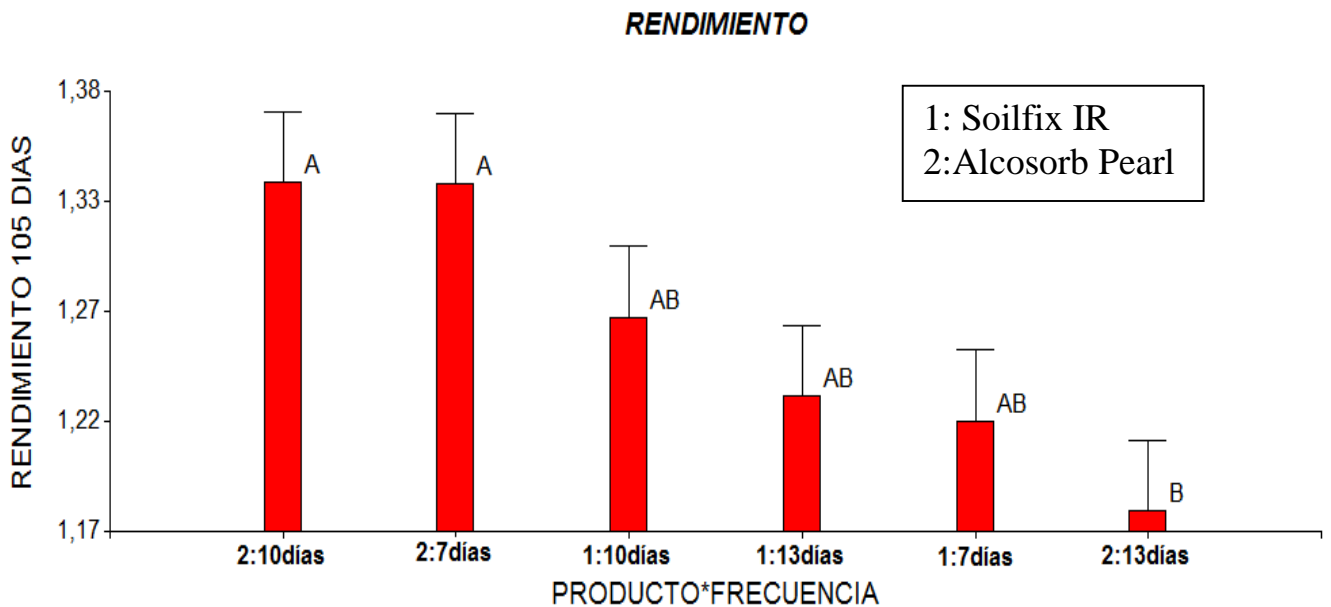


Fig. 21. Comparación para interacción de producto \* frecuencia, en la variable rendimiento

Con respecto a la interacción de dosis \* frecuencia, en la evaluación de rendimiento, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 25), se registró dos rangos de significación. El mayor rendimiento registró las dosis  $0,75\text{g/m}^2$  (Soilfix IR) y  $2,50\text{g/m}^2$  (Alcosorb Pearl), con un promedio de  $1,35\text{Kg}$ , ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que las dosis  $0,25\text{g/m}^2$  (Soilfix IR) y  $1,50\text{g/m}^2$  (Alcosorb Pearl), al ubicarse en el último lugar de la prueba con un promedio de  $1,05\text{cm}$ .

**CUADRO 25. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE DOSIS \* FRECUENCIA EN LA VARIABLE RENDIMIENTO**

Dosis	Frecuencia	Promedio	Rango
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	1,35	A
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	1,32	A
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	1,31	A
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,20g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	1,30	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	1,27	A
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	1,27	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	1,26	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	1,24	A B
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	1,05	B

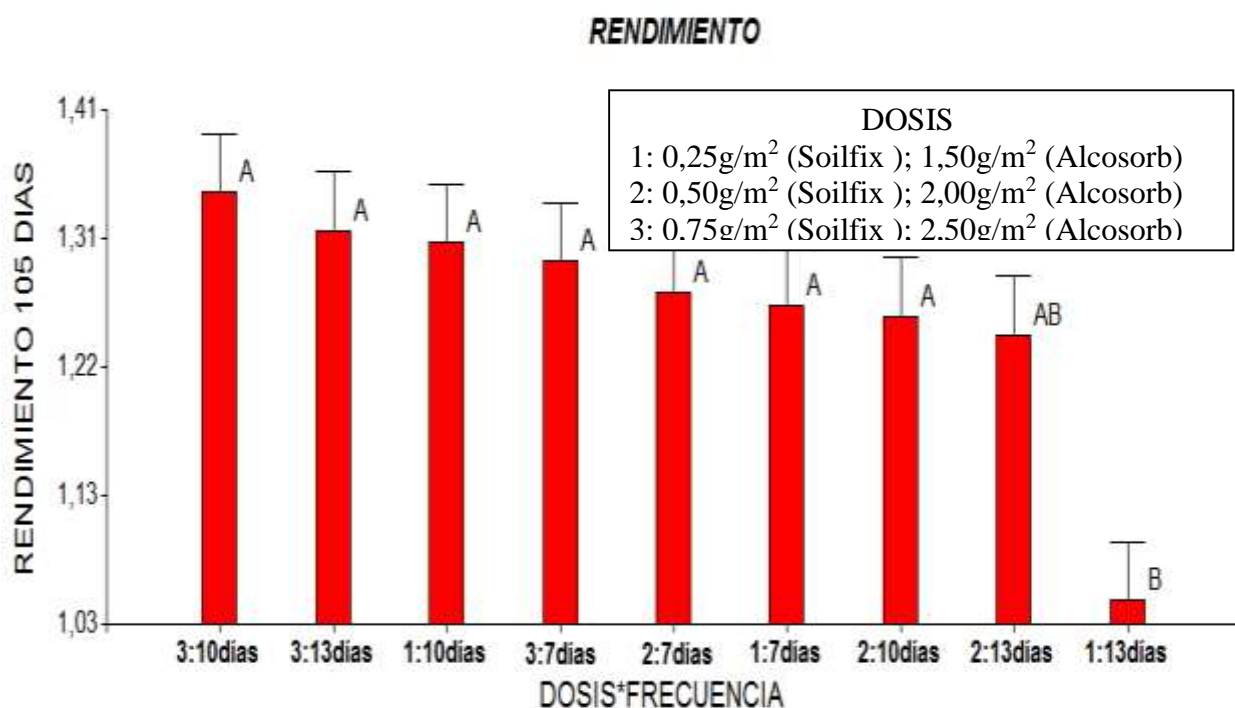


Fig. 22. Comparación para interacción de dosis \* frecuencia, en la variable rendimiento.

Los tratamientos P2D3F2 y P2D3F1 registraron 1,36, es decir que Alcosorb Pearl es un polímero sintético absorbente, ayuda en el manejo del agua mejorando las

propiedades retentivas del sustrato. Al mejorar la retención del agua también mejoran la disponibilidad de nutrientes lo que ayuda a un mayor rendimiento.

#### **4.1.4. Volumen total de agua**

Los valores correspondientes a volumen total de agua, se registran en el anexo 7. En el análisis de varianza (cuadro 26) se observa significación estadística al 1% para tratamientos, frecuencia, producto\*frecuencia, testigo 3 vs resto, y al 5% para producto, dosis \* frecuencia, con un coeficiente de variación de 32,88%, el promedio general es de 6,26%, con respecto a los polinomios ortogonales se ve una tendencia lineal en la dosis al igual que en la frecuencia

**CUADRO 26. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE VOLUMEN TOTAL DE AGUA**

F.V.	SC	gl	CM	F
REPETICIONES	5,57	2	2,78	0,58NS
TRATAMIENTOS	369,47	20	18,47	3,88**
PRODUCTO	25,96	1	25,96	5,45*
DOSIS	19,27	2	9,64	2,03NS
FRECUENCIA	143,38	2	71,69	15,06**
LINEAL	139,83	1	139,83	29,38**
CUADRATICA	3,55	1	3,55	0,75NS
PRODUCTO*DOSIS	3,73	2	1,87	0,39NS
PRODUCTO*FRECUENCIA	55,23	2	27,62	5,80**
DOSIS*FRECUENCIA	50,19	4	12,55	2,64*
PRODUCTO*DOSIS*FRECUENCIA	8,00	4	2,00	0,42NS
T1 VS RESTO	3,89	1	3,89	0,82NS
T2 VS RESTO	16,10	1	16,10	3,38NS
T3 VS RESTO	48,33	1	48,33	10,15**
Error	190,52	40	4,76	
Total	565,56	62		

Coef de Variación: 32,88%

\*\* = Significación al 1%

\* = Significación al 5%

NS = No significativo

Con respecto a los tratamientos, en la evaluación de volumen total de agua, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 27), se registró dos rangos de

significación. El mayor volumen de agua en el tratamiento P2D3F1, con un promedio de 10,87lts., ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que el tratamiento P2D1F3, al ubicarse en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,1lts.

**CUADRO 27. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE VOLUMEN TOTAL DE AGUA**

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
P2D3F1	10,87	A
P2D2F1	10,26	A
P2D1F1	10,11	A
P2D3F2	7,89	A B
P1D3F2	7,65	A B
P2D1F2	7,63	A B
P1D1F1	7,16	A B
P2D2F2	7,02	A B
P1D2F1	6,91	A B
P1D1F2	6,48	A B
P2D3F3	6,39	A B
P1D3F3	6,17	A B
P1D2F3	5,77	A B
T1	5,45	A B
P1D2F2	5,22	A B
P1D3F1	5,14	A B
P2D2F3	4,53	A B
T2	4,24	A B
P1D1F3	2,84	B
T3	2,50	B
P2D1F3	1,11	B



Fig.23. Comparación para tratamientos, en la variable volumen total de agua

Con respecto al producto, en la evaluación de volumen total de agua, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 28), se registró dos rangos de significación. El mayor volumen de agua registró Alcosorb Pearl, con un promedio de 7,31lts., ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que Soilfix IR, se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 5,93lts.

**CUADRO 28. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL PRODUCTO EN LA VARIABLE VOLUMEN TOTAL DE AGUA**

Producto	Promedio	Rango
ALCOSORB PEARL	7,31	A
SOILFIX	5,93	B

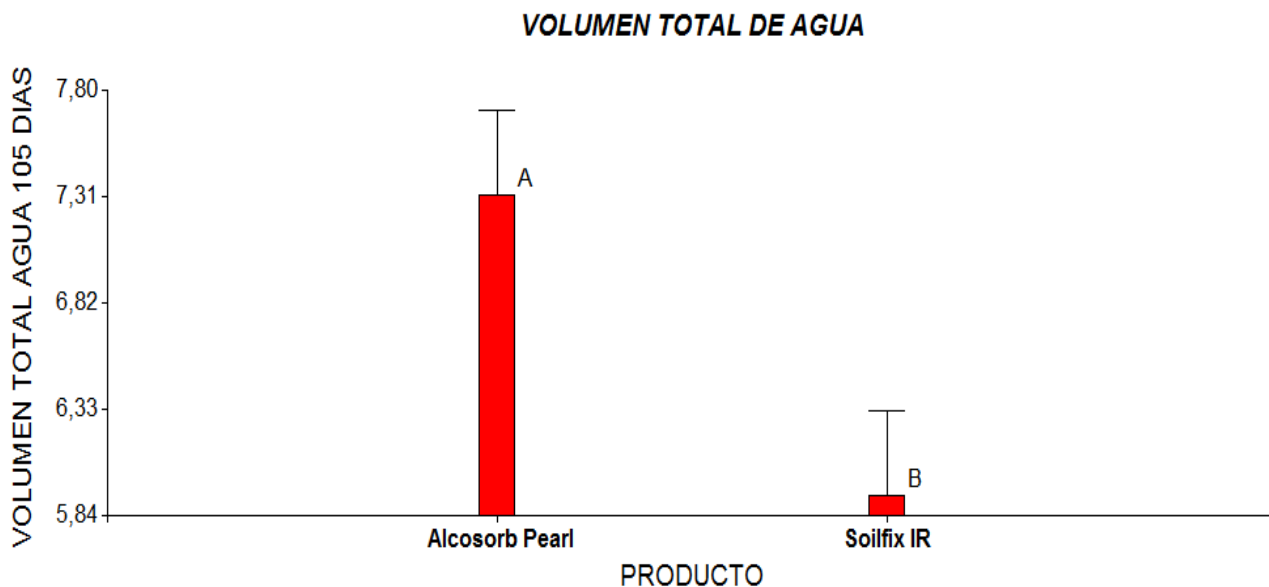


Fig. 24. Comparación para producto, en la variable volumen total de agua

Con respecto a la frecuencia, en la evaluación de volumen total de agua, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 29), se registró dos rangos de significación. EL mayor volumen total de agua registró la frecuencia de 7 días, con un promedio de 8,41lts., ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que la frecuencia de 13 días, se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 4,47lts.

**CUADRO 29. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA FRECUENCIA EN LA VARIABLE VOLUMEN TOTAL DE AGUA**

<b>Frecuencia</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
7 DIAS	8,41	A
10 DIAS	6,98	A
13 DIAS	4,47	B

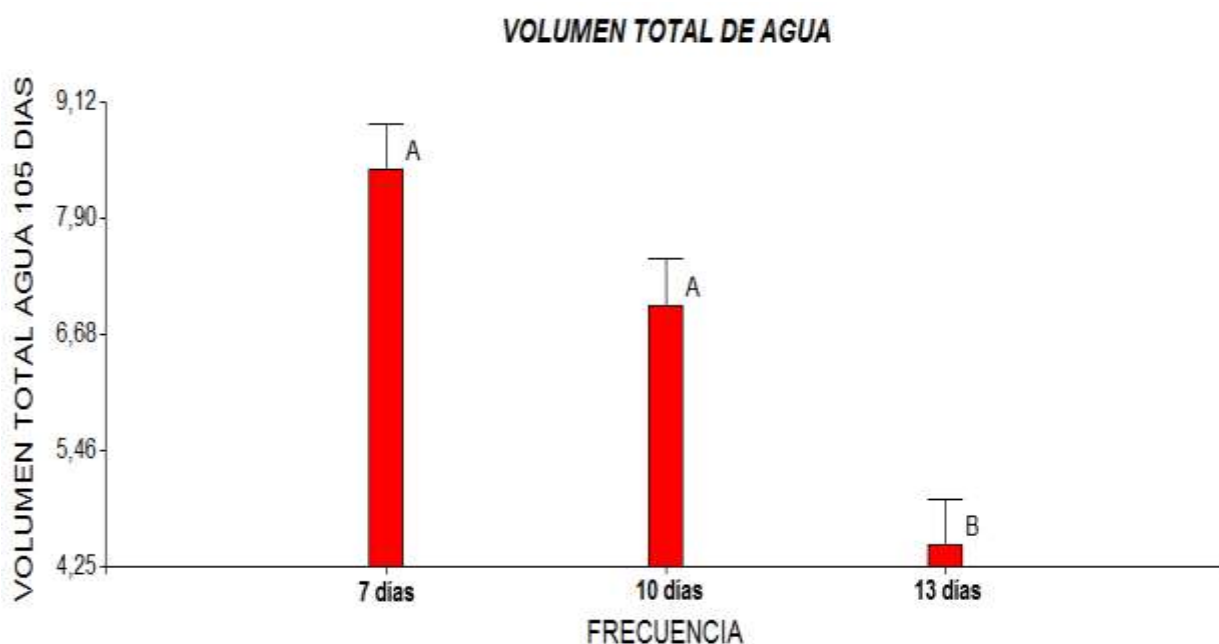


Fig. 25. Comparación para frecuencia, en la variable volumen total de agua

Con respecto a la interacción de producto \* frecuencia, en la evaluación de volumen total de agua, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 30), se registró tres rangos de significación. El mayor volumen total de agua registró Alcosorb Pearl con frecuencia de 7 días, con un promedio de 10,41lts., ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que Alcosorb Pearl con frecuencia de 13 días, se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 4,01lts.

**CUADRO 30. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE PRODUCTO \* FRECUENCIA EN LA VARIABLE VOLUMEN TOTAL DE AGUA**

Producto	Frecuencia	Promedio	Rango
ALCOSORB PEARL	7 DIAS	10,41	A
ALCOSORB PEARL	10 DIAS	7,52	A B
SOILFIX	10 DIAS	6,45	B C
SOILFIX	7 DIAS	6,41	B C
SOILFIX	13 DIAS	4,93	B C
ALCOSORB PEARL	13 DIAS	4,01	C



Fig. 26. Comparación para interacción de producto \* frecuencia, en la variable volumen total de agua.

Con respecto a la interacción de dosis \* frecuencia, en la evaluación de volumen total de agua, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 31), se registró dos rangos de significación. El mayor volumen de agua registró 0,25g/m<sup>2</sup> (Soilfix IR), 1,50g/m<sup>2</sup> (Alcosorb Pearl) y con frecuencia de 7 días, con un promedio de 8,64lts., ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que las dosis 0,25g/m<sup>2</sup> (Soilfix IR), 1,50g/m<sup>2</sup> (Alcosorb Pearl) y con frecuencia de 13 días al ubicarse en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,98lts.

**CUADRO 31. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE DOSIS \* FRECUENCIA EN LA VARIABLE VOLUMEN TOTAL DE AGUA**

Dosis	Frecuencia	Promedio	Rango
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	8,64	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	8,59	A
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	7 DIAS	8,01	A
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	7,77	A
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	7,06	A
0,75g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	6,28	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	10 DIAS	6,12	A
0,50g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 2,00g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	5,15	A B
0,25g/m <sup>2</sup> (Soilfix IR); 1,50g/m <sup>2</sup> (Alcosorb Pearl)	13 DIAS	1,98	B



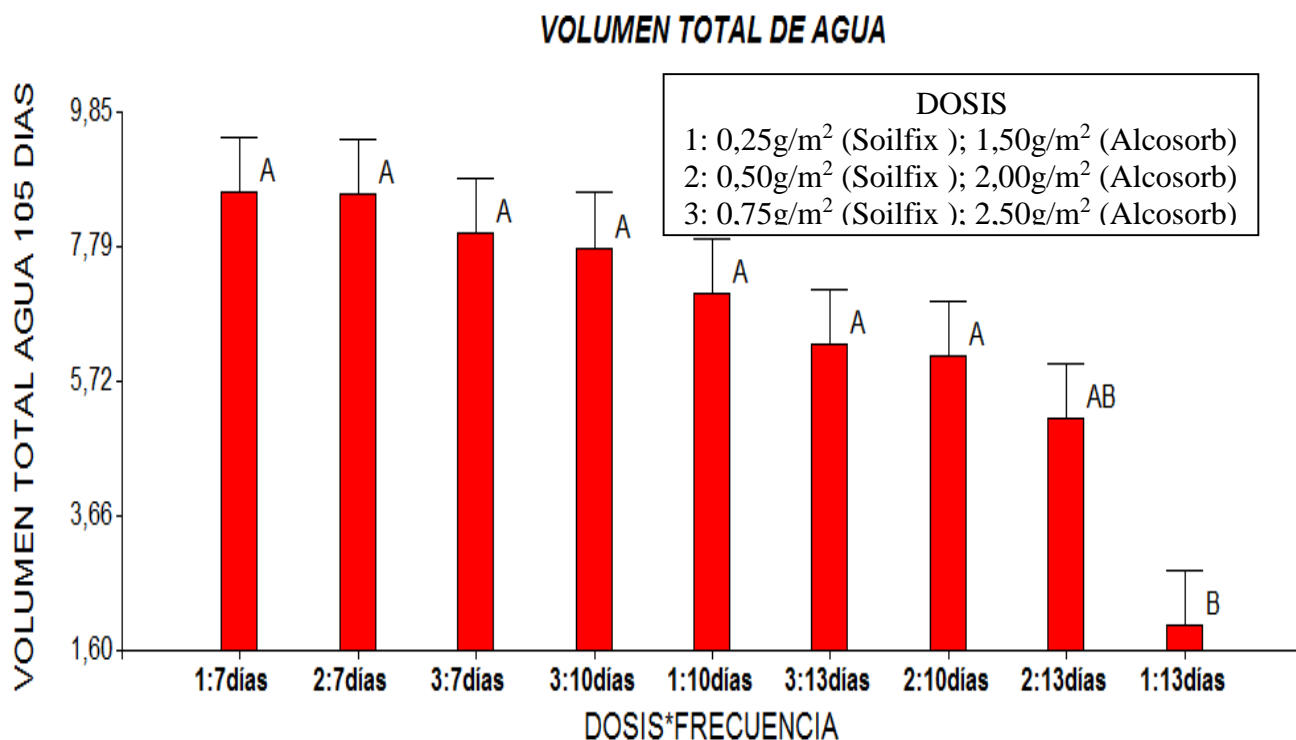


Fig. 27. Comparación para dosis \* frecuencia, en la variable volumen total de agua.

Los suelos franco arenosos a pesar de que tienen baja capacidad de retención de agua, mediante la aplicación de Alcosorb Pearl que es un polímero sintético absorbente, ayuda en el manejo del agua mejorando las propiedades retentivas del sustrato y ayudando a que el agua sea aprovechada y se halle disponible cuando la planta lo necesite, el tratamiento P2D3F1 es el tratamiento que registro 10,87 siendo este el mejor de los tratamientos.

#### **4.1.5. Volumen de la raíz**

Los valores correspondientes a volumen de raíz a los 105 días, se registran en el anexo 8. En el análisis de varianza (cuadro 32) se observa significación estadística al 1% y 5% para repeticiones, tratamientos, dosis, frecuencia, producto\*frecuencia, testigo 3 vs resto, con un coeficiente de variación de 4,34%, el promedio general es de 1,01%, con respecto a los polinomios ortogonales se ve una tendencia lineal en la dosis; mientras que la frecuencia no demuestra tendencia.

**CUADRO 32. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE VOLUMEN  
DE LA RAÍZ A LOS 105 DÍAS**

F.V.	SC	gl	CM	F
REPETICIONES	0,02	2	0,01	3,84*
TRATAMIENTOS	0,14	20	0,01	3,84**
PRODUCTO	0,00027	1	0,00027	0,10NS
DOSIS	0,02	2	0,01	3,84*
FRECUENCIA	0,02	2	0,01	3,84*
PRODUCTO*DOSIS	0,01	2	0,01	3,84*
PRODUCTO*FRECUENCIA	0,04	2	0,02	7,69**
DOSIS*FRECUENCIA	0,01	4	0,0030	1,15NS
PRODUCTO*DOSIS*FRECUENCIA	0,01	4	0,0025	0,96NS
T1 VS RESTO	0,01	1	0,01	3,84NS
T2 VS RESTO	0,01	1	0,01	3,84NS
T3 VS RESTO	0,03	1	0,03	11,53**
Error	0,10	40	0,0026	
Total	0,27	62		

Coef de variación: 4,34%

\*\* = Significación al 1%

\* = Significación al 5%

NS = No significativo

Con respecto a los tratamientos, en la evaluación de volumen de la raíz, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 33), se registró dos rangos de significación. El mayor volumen de la raíz registró el tratamiento P2D3F1, con un promedio de 1,19lts., ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que el tratamiento P2D1F3, al ubicarse en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,00lts.

**CUADRO 33. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE VOLUMEN DE LA RAIZ**

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>	
P2D3F1	1,19	A	
P2D3F2	1,19	A	
P2D2F1	1,17	A	
P2D1F1	1,17	A	
P1D3F2	1,17	A	
P2D1F2	1,17	A	
P2D2F2	1,17	A	
P2D3F3	1,17	A	
P1D3F3	1,16	A	
P1D1F3	1,15	A	B
P1D1F2	1,15	A	B
P1D2F3	1,15	A	B
P1D2F2	1,14	A	B
P1D1F1	1,13	A	B
P1D3F1	1,13	A	B
P1D2F1	1,10	A	B
P2D2F3	1,10	A	B
T2	1,09	A	B
T1	1,09	A	B
T3	1,04	A	B
P2D1F3	1,00	B	

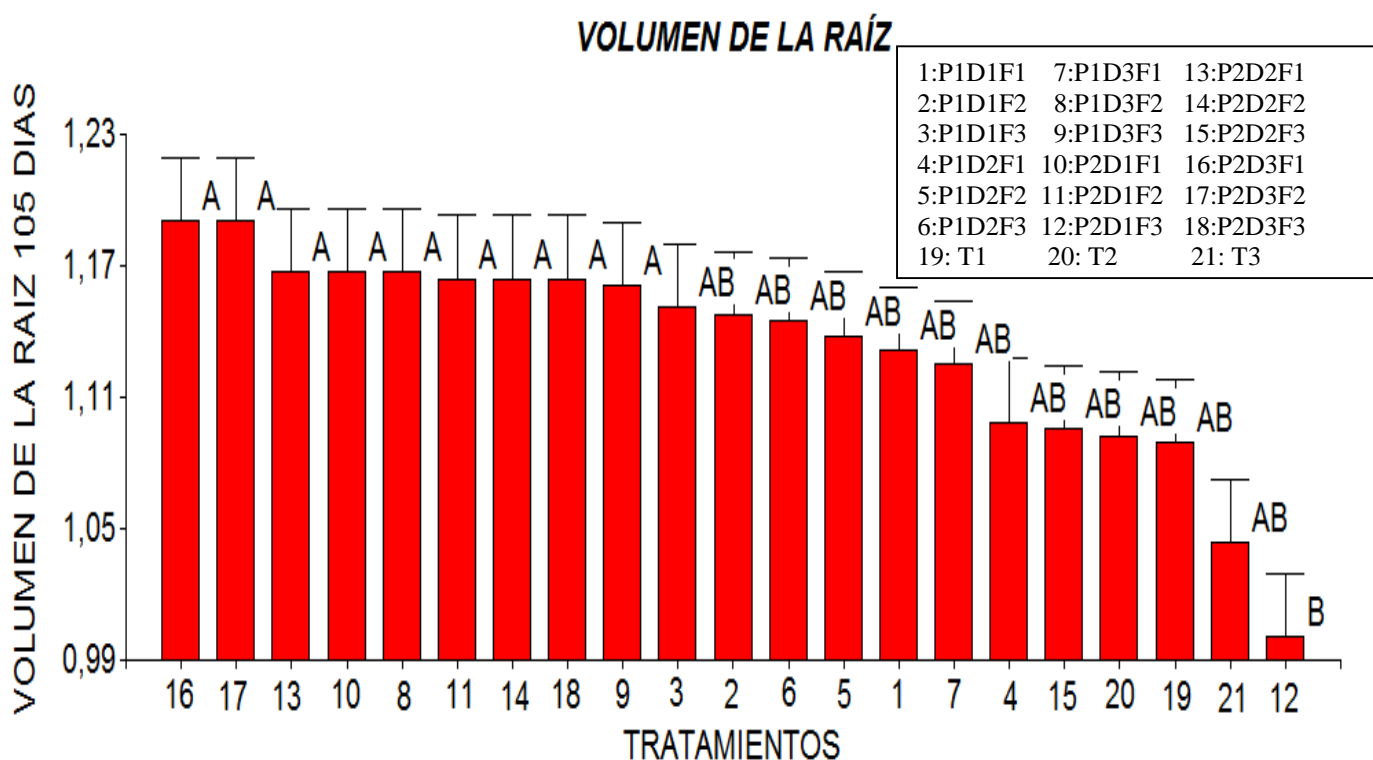


Fig. 28. Comparación para tratamientos, en la variable volumen de la raíz

Con respecto al factor dosis, en la evaluación de volumen de la raíz, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 34), se registró dos rangos de significación. El mayor volumen de la raíz registró el factor dosis  $0,75\text{g/m}^2$  (Soilfix IR);  $2,50\text{g/m}^2$  (Alcosorb Pearl), con un promedio de 1,17lts., ocupando el primer rango; mientras que el último lugar lo ocupó el factor dosis  $0,25\text{g/m}^2$  (Soilfix IR);  $1,50\text{g/m}^2$  (Alcosorb Pearl) con una media de 1,13lts

**CUADRO 34. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA DOSIS EN LA VARIABLE VOLUMEN DE LA RAIZ**

Dosis	Medias	Rango
$0,75\text{g/m}^2$ (Soilfix IR); $2,50\text{g/m}^2$ (Alcosorb Pearl)	1,17	A
$0,50\text{g/m}^2$ (Soilfix IR); $2,00\text{g/m}^2$ (Alcosorb Pearl)	1,14	A
$0,25\text{g/m}^2$ (Soilfix IR); $1,50\text{g/m}^2$ (Alcosorb Pearl)	1,13	A

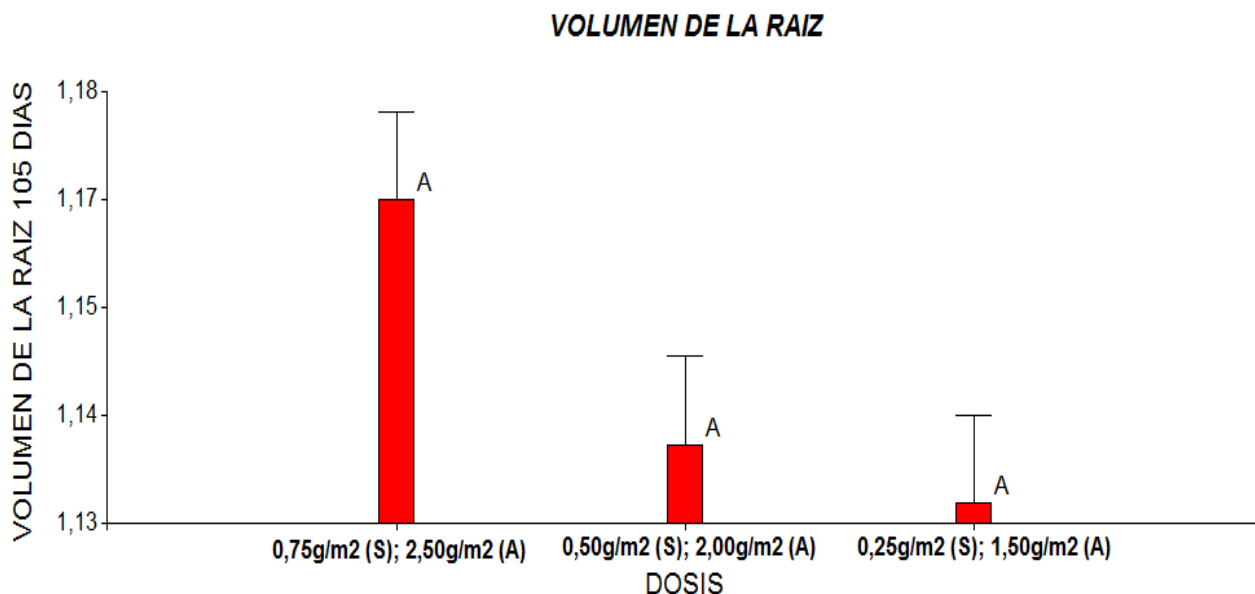


Fig. 29. Comparación para dosis, en la variable volumen de la raíz

Con respecto a la frecuencia, en la evaluación de volumen de la raíz, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 35), se registró dos rangos de significación. El mayor volumen de la raíz lo registró la frecuencia de 10 días, con un promedio de 1,6lts, ocupando el primer rango; en cambio frecuencia de 13 días se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,12lts.

**CUADRO 35. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA FRECUENCIA EN LA VARIABLE VOLUMEN DE LA RAIZ**

Frecuencia	Promedio	Rango
10 DIAS	1,16	A
7 DIAS	1,15	A B
13 DIAS	1,12	B

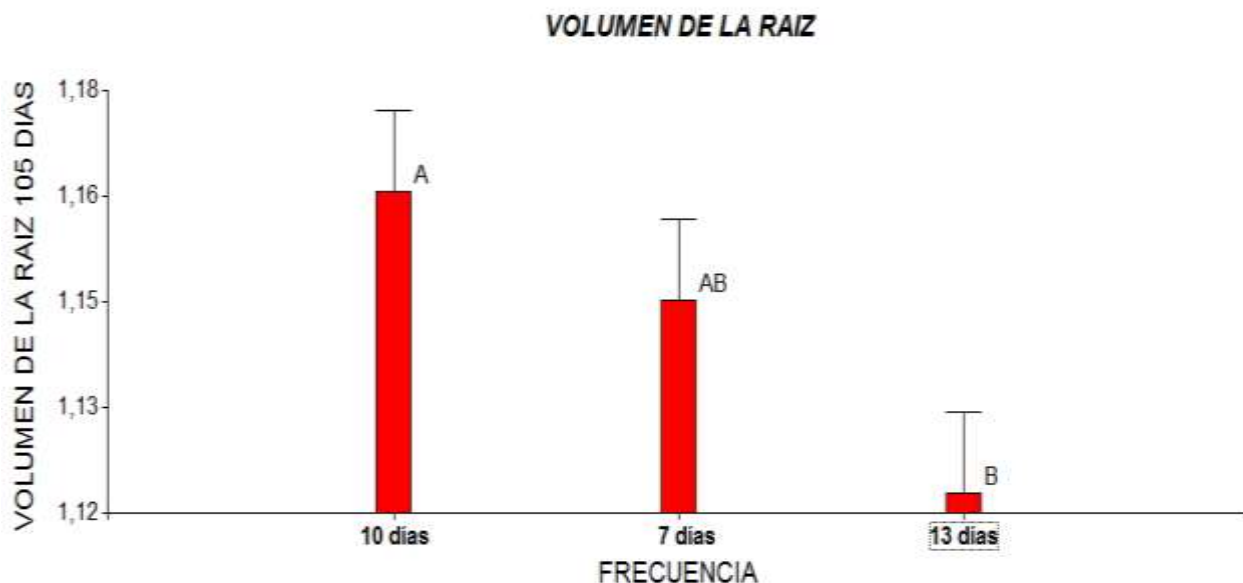


Fig. 30. Comparación para frecuencia, en la variable volumen de la raíz

Con respecto a la interacción de producto \* dosis, en la evaluación volumen de la raíz, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 36), se registró dos rangos de significación. El mayor volumen de agua lo registró Alcosorb Pearl a 2,5g/m<sup>2</sup>, con un promedio de 1,18lts., ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que Alcosorb Pearl a 1,5g/m<sup>2</sup>, se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 2,11lts.

**CUADRO 36. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE PRODUCTO \* DOSIS EN LA VARIABLE VOLUMEN DE LA RAIZ**

Producto	Dosis	Promedio	Rango
ALCOSORB PEARL	2,50	1,18	A
SOILFIX	0,75	1,15	A B
SOILFIX	0,25	1,15	A B
ALCOSORB PEARL	2,00	1,14	A B
SOILFIX	0,50	1,13	A B
ALCOSORB PEARL	1,50	1,11	B

### VOLUMEN DE LA RAIZ

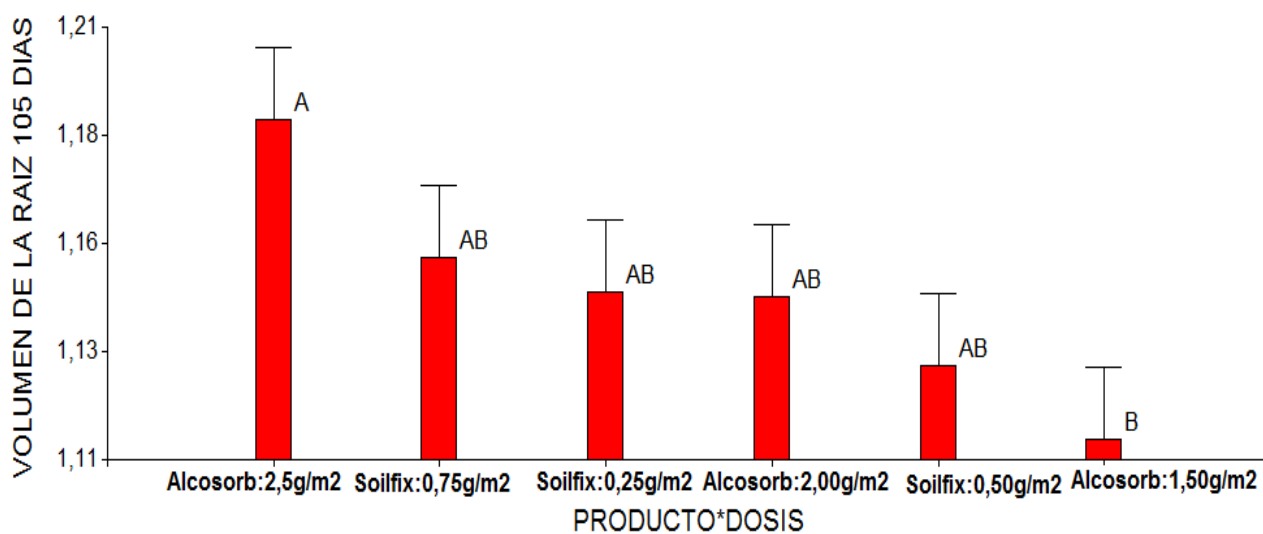


Fig. 31. Comparación para interacción producto \* dosis, en la variable volumen de la raíz

Con respecto a la interacción de producto \* frecuencia, en la evaluación de volumen de la raíz, aplicando la prueba de Tukey al 5% (cuadro 37), se registró dos rangos de significación. El mayor volumen de la raíz registró Alcosorb Pearl con frecuencia de 7 días, con un promedio de 1,18lts., ocupando el primer rango; seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que Alcosorb Pearl con frecuencia de 13 días, se ubicó en el último lugar de la prueba con un promedio de 1,09lts.

**CUADRO 37. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DE PRODUCTO \* FRECUENCIA EN LA VARIABLE VOLUMEN DE LA RAIZ**

Producto	Frecuencia	Promedio	Rango
ALCOSORB PEARL	7 DIAS	1,18	A
ALCOSORB PEARL	10 DIAS	1,18	A
SOILFIX	13 DIAS	1,15	A B
SOILFIX	10 DIAS	1,15	A B
SOILFIX	7 DIAS	1,12	A B
ALCOSORB PEARL	13 DIAS	1,09	B

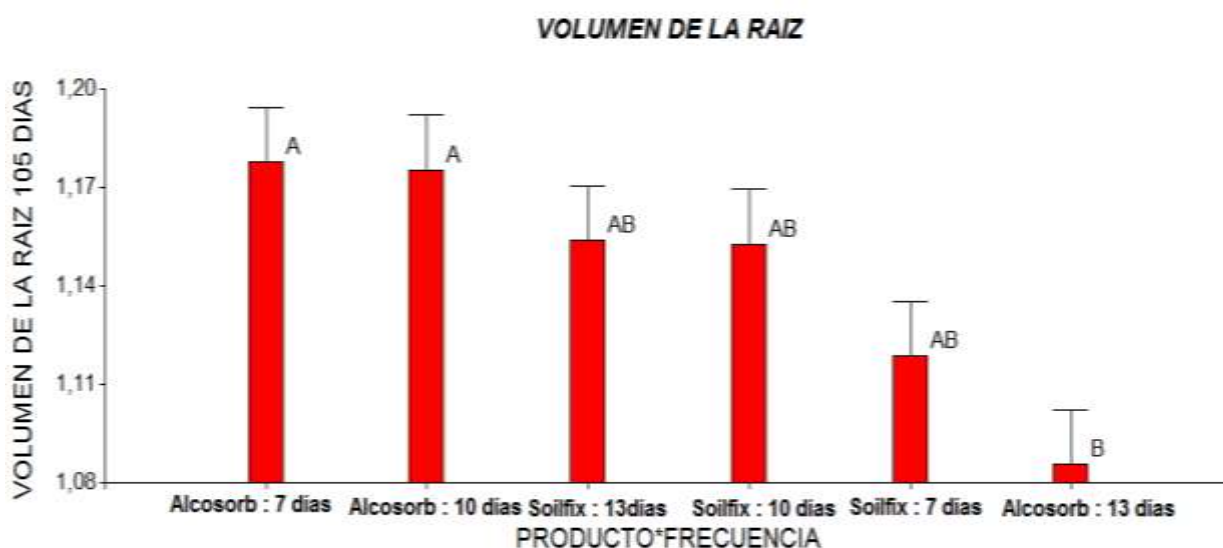


Fig. 32. Comparación para interacción de producto \* frecuencia, en la variable volumen de la raíz

Alcosorb Pearl aplicado en dosis de 2,50g/m<sup>2</sup> registro el mayor volumen de la raíz (1,19cm), este polímero disminuye el stress hídrico en el transporte y trasplante de plantas, mantiene las raíces y radículas con humedad suficiente evitando su deshidratación; evita el re secamiento, esencialmente ayuda al desarrollo radicular.



## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Al finalizar con el proceso de la investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- De las tres Dosis de los dos productos, tres frecuencias de aplicación y tres testigo evaluados, se puede concluir en base a las variables estudiadas que hubo diferencias significativas y altamente significativas entre estos tratamientos y los testigos, siendo así que el tratamiento P2D3F1, obtuvo la mejor altura de planta a los 60 días (7,23cm); diámetro de pella (4,15cm) a los 60 días, rendimiento 1,36Kg a los 90 días; volumen de agua 10,87lts; volumen de la raíz 1,19 lts; siendo este el mejor tratamiento.
- El tratamiento P1D3F1 (polímero Solifix) presentó la mejor altura (5,91cm) a los 30 días.
- El tratamiento P2D3F2 (polímero Alcosorb) registró la mejor altura (6,66cm) a los 60 días, siendo la mejor dosis.
- Los tratamientos P2D3F1 y P2D3F2 (polímero Alcosorb) obtuvo el mejor diámetro de pella (3,08cm) a los 60 días y el mejor rendimiento con 1,36Kg a la cosecha.
- La aplicación del polímero Alcosorb Pearl incremento el rendimiento en comparación con el testigo con una frecuencia de riego de 7 días en un 15% y con una frecuencia de riego de 10 días en 13% respectivamente, por lo tanto la hipótesis se considera como verdadera.
- Al tener un 15% más de rendimiento en la producción del cultivo de brócoli nos da el siguiente beneficio costo:

CULTIVO: BROCOLI	COSTO DE PRODUCCION (USD)	RENDIMIENTO (KG.)	PRECIO DE VENTA x UNIDA D	VENTA TOTAL (USD)	UTILID AD (USD)	%
NORMAL	2453,20	19240	0,30	5772	3118,8	100%
ALCOSORB	2676,95	22126	0,30	6637,8	4139,8	133%

Lo que nos da un beneficio económico de un 33% más en la utilidad.

## 5.2. Recomendaciones

- Realizar nuevas investigaciones con los tratamiento P2D3F1 y P2D3F2 en el Brócoli (*Brassica oleracea L.var. itálica*), para la obtención de mejores rendimientos de producción.
- Realizar nuevas investigaciones con los tratamientos P2D3F1 y P2D3F2 en otras hortalizas de la familia de las Brassicaceae.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1. TÍTULO**

“APLICACION DEL POLÍMERO ALCOSORB PEARL PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea L.var. itálica*), MEDIANTE LA RETENCION DE HUMEDAD EN EL SUELO”

#### **6.2. FUNDAMENTACIÓN (MARCO CONCEPTUAL)**

Alcosorb Pearl es un polímero sintético absorbente, ayuda en el manejo del agua mejorando las propiedades retentivas del sustrato. Ayuda en el trasplante y desarrollo de las plantas para evitar situaciones de estrés, provocando un mayor crecimiento como consecuencia de la disponibilidad de agua mientras las raíces se establecen. Además se utiliza incorporando en compost, sustratos de cultivos, entre otros.

Entre los beneficios que tiene la aplicación de Alcosorb Pearl es: a) Disminución del stress hídrico en el transporte y trasplante de mudas: mantiene las raíces y radículas con humedad suficiente evitando su deshidratación; b) Disminución en la mortalidad de mudas: uniformidad en la irrigación; c) Aumento en la capacidad de retención de agua de sustratos: evita el resecaimiento.

Los suelos con un porcentaje elevado de arena suelen ser incapaces de almacenar agua suficiente como para permitir el buen crecimiento de las plantas y pierden grandes cantidades de minerales nutrientes por lixiviación hacia el subsuelo. El

mismo autor menciona que, el agua disponible en un suelo dado tiene un efecto importante en la productividad del terreno para su uso agrícola. Tanto en estado líquido como gaseoso, el agua ocupa cerca de un cuarto del volumen del suelo productivo. La cantidad de agua retenida depende del tamaño y de la disposición de los poros en el terreno. En suelos arenosos, el agua tiende a drenarse hacia abajo por la acción de la gravedad, dejando un pequeño remanente. Las grandes o pequeñas pérdidas de agua que se producen en el riego, pueden solucionarse con la utilización de los Polímeros que permiten retener mayor tiempo la humedad en el suelo y mejorar las condiciones físicas del suelo.

El Ecuador como muchos países latinoamericanos ha estado involucrado durante los últimos quince años en un proceso que busca la diversificación de su producción agroindustrial con la finalidad de aprovechar las oportunidades que los mercados internacionales ofrecen. La diversificación permite disminuir la vulnerabilidad de la economía nacional ante las fluctuaciones en los mercados de los productos tradicionales de exportación.

### **6.3. OBJETIVO**

Incrementar el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L. var. itálica*) mediante la incorporación de Alcosorb Pearl aplicando al suelo con dosis de 25 kg/ha y con una frecuencia de riego de 7 días.

### **6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Desde hace muchos años los aglomerados del suelo deben su estabilidad, en parte, a la presencia de materiales poliméricos naturales que se unen al suelo. El primer polímero sintético creado para mejorar la estructura del suelo y aumentar el crecimiento

de los cultivos fue introducido en 1951. Los resultados de incorporar polímeros al suelo fueron espectaculares, pero las dosis requeridas hicieron su uso antieconómico.

Los polímeros para uso agrícola primeramente se los utilizó para la estabilización del suelo y la prevención de la formación de costra. Estos polímeros estabilizadores de suelo fueron utilizados por primera vez en métodos de riego; inicialmente, se usaron para evitar la erosión e incrementar la infiltración de agua en riego por surcos.

El crecimiento del cultivo comercial de brócoli en Ecuador se inició en 1990, cuando se empezaron a exportar pequeñas cantidades de este producto congelado, bajo el sistema IQF (Individual Quick Frozen). Actualmente, esta hortaliza es considerada como el segundo producto no tradicional de exportación. A pesar de los grandes avances realizados, el brócoli sigue siendo un “diamante en bruto”, ya que gracias a sus propiedades nutritivas que ayudan a mejorar la salud es un producto que se ha puesto de moda en el mercado mundial.

## **6.5. IMPLEMENTACIÓN/PLAN DE ACCIÓN**

### **6.5.1. Preparación del suelo**

En el lugar del ensayo se implementará las labores preculturales, como limpiado de malezas, arado, rastra y elaboración de los surcos para el respectivo trasplante de la planta la cual debe contar con tres hojas verdaderas provenientes del correspondiente semillero.

### **6.5.2. Densidad de siembra**

La densidad de siembra se los hará a una distancia de 0,30 mtrs. entre plantas y entre hileras de 0,40 mtrs, con una distribución de tres bolillo en los surcos.

### **6.5.3. Aplicación del polímero al trasplante**

Una vez preparado los surcos se aplicará Alcosorb Pearl (granulado) de acuerdo a la dosis especificada que al tratarse de 1 hectárea será de 25 kg, se pondrá directo al trasplante en el hoyo y posterior la planta.

### **6.5.4. Trasplante**

Antes de realizar el trasplante se colocará fertilizante químico 10-30-10 a 0.10Kg por tratamiento, luego se trasplantaran las plántulas con tres hojas verdaderas de un mes de edad provenientes de una empresa distribuidora de plántulas de brócoli para ser eficientes en el tiempo de la investigación. También se fumigara con Phos-Al 80% WP 25gr. /25ltrs y Piryclor 25cc /25litrs.

### **6.5.5. Riegos**

El riego se aplicará en volúmenes basados en la lámina neta, cuya fórmula para el primer riego, con datos Edafológicos serán:

$$Ln = \frac{CC - PMP}{100} \times \frac{Pea}{PW} \times Hz$$

y con una eficiencia de riego del 90%, por ser un riego manual con un envase aforado a partir del segundo riego se aplicarán las fórmulas:

$$Ln = \frac{CC - Ph}{100} \times \frac{Pea}{PW} \times Hz$$

$$Lb = \frac{Ln}{Efr}$$

Donde:

CC = Capacidad de campo

PMP = Punto de marchitez permanente

Ph = Humedad que no provoca desordenes fisiológicos

Hz = Profundidad radicular

Pea = Peso específico aparente

Pw = Peso específico del agua 1.0 gr/ cm

Ln = Lamina neta

Lb = Lamina bruta

Efr = Eficiencia de riego.

Quedando el primer riego con la siguiente fórmula:

$$Ln = \frac{CC - PMP}{100} \times \frac{Pea}{Pw} \times Hz$$

$$Ln = \frac{14 - 6}{100} \times \frac{1.50}{1} \times 30cm$$

$$Ln = 3.6cm = 36mm$$

$$Lb = \frac{Ln}{Efr}$$

$$Lb = \frac{36.00mm}{0.90}$$

$$Lb = 40,00 \frac{l}{m^2}$$

*Lb para 0,023m<sup>2</sup> de area del recipiente sera 0,92 litros*

El segundo riego y los siguientes serán bajo la siguiente fórmula:

$$Ln = \frac{CC - Ph}{100} \times \frac{Pea}{Pw} \times Hz$$

$$Ln = \frac{14 - 6,88}{100} \times \frac{1.50}{1} \times 10cm$$

$$Ln = 1,068 cm = 10,68mm$$

$$Lb = \frac{10,68}{0,90} \quad Lb = 11,86 \frac{l}{m^2}$$

$$Ph = (CC - PMP) \times CR + PMP$$

$$CR = \frac{CC + PMP}{2}$$

$$Ph = (14 - 6) \times 0,10 + 6$$

$$CR = \frac{(14 + 6)}{2}$$

$$Ph = 6,88$$

$$CR = 10$$

Lb para 0,023m<sup>2</sup> de área del recipiente será 0,27 litros; al tratarse de una hectárea de cultivo se utilizara la cantidad de 117 metros cúbicos.



#### **6.5.6. Deshierbas y aporques**

Se realizará deshierbas según se presenten las necesidades del cultivo.

#### **6.5.7. Controles fitosanitarios**

Se realizará dos fumigación; la primera con Karate Zeon 25cc./25ltrs. y Agrofix 25cc./25ltrs, y la segunda con Evergreen 25cc./25ltrs, Karate Zeon 25cc./25ltrs, Cymoxapac 25gr./25ltrs, Ultrasol 18-18-18 múltiple 0,25kg./25 ltrs.

## BIBLIOGRAFÍA

Agripac (2004). Brócoli (en línea). Consultado Sep. 10 – 2010. Disponible en: <http://www.agripac.com.ec/brocoli.htm>

Bayas, Ruth. 1989. Adaptación de seis variedades de pimiento (*Capsicum anuum* L) con tres distancias de plantación. Tesis Ing. Agronómica. Ambato, EC, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 108p.

Curso Internacional de Manejo de Agua y Fertilizantes en Cultivos Intensivos (1999, Quito). 1999. (Memorias). Eds. Padilla, W. Grupo Clínica Agrícola. 188 p.

ECOFROZ. 2007. Brócoli (*Brassica oleracea* L.). Revista El Huerto 2: 15 – 23.

Iida, CL; Shock, CC. 2009. La poliacrilamida: Una solución para la erosión (en línea). Consultado Sep. 10 – 2010. Disponible en: <http://extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/em/em8958-s-e.pdf>

Infoagro (2009). El cultivo del brócoli (en línea). Consultado Sep. 10 – 2010. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm>

INIAP (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). 2006. Ficha técnica Brócoli. Quito – Ecuador.

Kracop, C. 1992. Seminario sobre la producción de Brócoli. s.l.

Limongelli, J. 1979. El repollo y otras crucíferas. Hemisferio Sur. Buenos Aires, AR, 57 p.

Miramontes, B; Arroyo, L; Morales, M. (1997). Efecto de la poliacrilamida sobre el suministro de agua en suelos durante el crecimiento del frijol (en línea). Información Tecnológica, vol. 8, 4:253 – 255. Consultado Sep. 10 – 2010. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?>

Nissen, J; San Martin, K. (2004). Uso de poliacrilamidas y el riego en el manejo hídrico de lechugas (*Lactuca sativa* L.) (En línea). Revista *Agro sur*, vol.32, 2: 1-12. Consultado Sep. 10 – 2010. Disponible en:  
<http://mingaonline.uach.cl/pdf/agrosur/v32n2/art01.pdf>

PROEXANT (Promoción de Exportaciones Agrícolas no tradicionales). 1992. Manejo de cultivos hortícolas. Ambato, s.e. 295p.

Salestrom, RD. 2001. Mezcla agrícola que aumenta el flujo y la retención del agua (en línea). Consultado Sep. 10 – 2010. Disponible en:  
[http://www.espatentes.com/pdf/2262238\\_t3.pdf](http://www.espatentes.com/pdf/2262238_t3.pdf)

Tapia, J. (1997). Cultivo de hortalizas. Santa Fe de Bogotá, Colombia. Editorial UNIBIBLOS. 175p.

Fernandez, M. (2009). Establecer el ciclo real de los cultivos de Brócoli (*Brassica oleraceae* L), Lechuga (*Lactuca Sativa*) y Col (*Brassica oleraceae*) en Querochaca, provincia del Tungurahua. Ambato, Ecuador. 122p.

Magap (2012). Brócoli (en línea). Consultado Feb. 10 – 2012. Disponible en:  
<http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/BoletinesCultivos/Brocoli.pdf>

Agrosuma (2012). Boletín mayo de 2007 (en línea). Consultado Feb. 10 – 2012. Disponible en:  
<http://agrosun.es/web/usuario/archivos/boletin0705.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO 1. ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DIAS (cm.)

No.	símbolo	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III		
1	P1D1F1	30	29	29	88	29,33
2	P1D1F2	26	26	24	76	25,33
3	P1D1F3	21	15	15	51	17,00
4	P1D2F1	0	27	28	55	18,33
5	P1D2F2	25	25	23	73	24,33
6	P1D2F3	18	22	20	60	20,00
7	P1D3F1	30	34	38	102	34,00
8	P1D3F2	33	31	30	94	31,33
9	P1D3F3	22	25	29	76	25,33
10	P2D1F1	29	34	32	95	31,67
11	P2D1F2	32	31	33	96	32,00
12	P2D1F3	0	0	16	16	5,33
13	P2D2F1	32	34	33	99	33,00
14	P2D2F2	29	26	27	82	27,33
15	P2D2F3	17	24	24	65	21,67
16	P2D3F1	31	36	32	99	33,00
17	P2D3F2	35	33	31	99	33,00
18	P2D3F3	23	27	23	73	24,33
19	T1	20	22	0	42	14,00
20	T2	25	20	19	64	21,33
21	T3	0	22	17	39	13,00

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

No.	símbolo	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III		
1	P1D1F1	37	35	0	72	24,00
2	P1D1F2	26	26	24	76	25,33
3	P1D1F3	35	0	0	35	11,67
4	P1D2F1	0	37	38	75	25,00
5	P1D2F2	0	35	32	67	22,33
6	P1D2F3	34	36	33	103	34,33
7	P1D3F1	0	39	43	82	27,33
8	P1D3F2	43	40	41	124	41,33
9	P1D3F3	38	38	40	116	38,67
10	P2D1F1	38	39	43	120	40,00
11	P2D1F2	42	40	42	124	41,33
12	P2D1F3	0	0	0	0	0,00
13	P2D2F1	40	42	41	123	41,00
14	P2D2F2	40	38	36	114	38,00
15	P2D2F3	0	34	35	69	23,00
16	P2D3F1	44	44	41	129	43,00
17	P2D3F2	45	43	42	130	43,33
18	P2D3F3	40	38	37	115	38,33
19	T1	28	28	0	56	18,67
20	T2	28	25	0	53	17,67
21	T3	0	26	0	26	8,67

ANEXO 3. ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS (cm)

No.	símbolo	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III		
1	P1D1F1	44	43	0	87	29,00
2	P1D1F2	42	40	39	121	40,33
3	P1D1F3	45	0	0	45	15,00
4	P1D2F1	0	44	46	90	30,00
5	P1D2F2	0	43	42	85	28,33
6	P1D2F3	43	47	43	133	44,33
7	P1D3F1	0	47	48	95	31,67
8	P1D3F2	48	46	46	140	46,67
9	P1D3F3	45	44	46	135	45,00
10	P2D1F1	47	45	50	142	47,33
11	P2D1F2	46	46	45	137	45,67
12	P2D1F3	0	0	0	0	0,00
13	P2D2F1	46	47	47	140	46,67
14	P2D2F2	44	42	42	128	42,67
15	P2D2F3	0	43	45	88	29,33
16	P2D3F1	52	52	50	154	51,33
17	P2D3F2	49	47	48	144	48,00
18	P2D3F3	50	49	48	147	49,00
19	T1	34	37	0	71	23,67
20	T2	33	31	0	64	21,33
21	T3	0	32	0	32	10,67

ANEXO 4. DIAMETRO PELLA A LOS 60 DIAS (cm)

No.	símbolo	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III		
1	P1D1F1	7,21	7,6	0,00	14,81	4,94
2	P1D1F2	4,76	6,87	5,89	17,52	5,84
3	P1D1F3	5,89	0	0,00	5,89	1,96
4	P1D2F1	0,00	6,53	6,67	13,20	4,40
5	P1D2F2	0,00	7,05	7,32	14,37	4,79
6	P1D2F3	4,68	4,34	7,90	16,92	5,64
7	P1D3F1	4,20	6,8	6,70	17,70	5,90
8	P1D3F2	6,43	7,75	7,65	21,83	7,28
9	P1D3F3	5,03	4,56	7,01	16,60	5,53
10	P2D1F1	6,87	6,12	6,33	19,32	6,44
11	P2D1F2	5,70	6,98	6,88	19,56	6,52
12	P2D1F3	0,00	0	0,00	0,00	0,00
13	P2D2F1	7,25	7,8	6,78	21,83	7,28
14	P2D2F2	5,98	6,45	7,50	19,93	6,64
15	P2D2F3	0,00	5,79	7,34	13,13	4,38
16	P2D3F1	8,50	7,8	7,95	24,25	8,08
17	P2D3F2	8,20	8,01	7,10	23,31	7,77
18	P2D3F3	8,20	8,43	8,95	25,58	8,53
19	T1	5,2	4,9	0,00	10,10	3,37
20	T2	4,3	4,87	0,00	9,17	3,06
21	T3	0	4,21	0	4,21	1,40

ANEXO 5. DIAMETRO PELLA A LOS 90 DIAS (cm )

No.	símbolo	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III		
1	P1D1F1	15,6	13,8	0	29,4	9,80
2	P1D1F2	14,75	13,98	13,98	42,71	14,24
3	P1D1F3	14	0	0	13,91	4,64
4	P1D2F1	0	14,9	15,45	30,35	10,12
5	P1D2F2	0	14,78	14,65	29,43	9,81
6	P1D2F3	13,75	13,89	13,98	41,62	13,87
7	P1D3F1	0	15,2	15,9	31,1	10,37
8	P1D3F2	14,75	15,03	15,08	44,86	14,95
9	P1D3F3	14,28	14,9	13,78	42,96	14,32
10	P2D1F1	14,96	15,32	15,8	46,08	15,36
11	P2D1F2	14,9	14,8	15,12	44,82	14,94
12	P2D1F3	0	0	0	0	0,00
13	P2D2F1	14,96	15,28	14,34	44,58	14,86
14	P2D2F2	15,32	15,1	15,46	45,88	15,29
15	P2D2F3	0	14,68	14,21	28,89	9,63
16	P2D3F1	16,1	16,78	15,78	48,66	16,22
17	P2D3F2	16,21	15,98	16,05	48,24	16,08
18	P2D3F3	14,98	15,5	15,71	46,19	15,40
19	T1	12,35	13,5	0	25,85	8,62
20	T2	10,86	11,84	0	22,7	7,57
21	T3	0	8,54	0	8,54	2,85



ANEXO 6. RENDIMIENTO A LOS 105 DIAS (Kg)

No.	símbolo	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III		
1	P1D1F1	0,78	0,70	0,00	1,48	0,49
2	P1D1F2	0,68	0,69	0,70	2,07	0,69
3	P1D1F3	0,68	0,00	0,00	0,68	0,23
4	P1D2F1	0,00	0,71	0,82	1,53	0,51
5	P1D2F2	0,00	0,60	0,67	1,27	0,42
6	P1D2F3	0,66	0,68	0,61	1,95	0,65
7	P1D3F1	0,00	0,76	0,86	1,62	0,54
8	P1D3F2	0,75	0,78	0,80	2,33	0,78
9	P1D3F3	0,76	0,69	0,68	2,13	0,71
10	P2D1F1	0,72	0,78	0,75	2,25	0,75
11	P2D1F2	0,79	0,68	0,74	2,21	0,74
12	P2D1F3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	P2D2F1	0,76	0,80	0,69	2,25	0,75
14	P2D2F2	0,76	0,79	0,73	2,28	0,76
15	P2D2F3	0,00	0,70	0,68	1,38	0,46
16	P2D3F1	0,86	0,90	0,83	2,59	0,86
17	P2D3F2	0,87	0,82	0,89	2,58	0,86
18	P2D3F3	0,72	0,80	0,76	2,28	0,76
19	T1	0,69	0,67	0,00	1,36	0,45
20	T2	0,60	0,62	0,00	1,22	0,41
21	T3	0,00	0,58	0,00	0,58	0,19

ANEXO 7. VOLUMEN DE LA RAIZ A LOS 105 DIAS (ltrs.)

No.	símbolo	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III		
1	P1D1F1	0,025	0,032	0,028	0,085	0,028
2	P1D1F2	0,032	0,034	0,030	0,096	0,032
3	P1D1F3	0,031	0,035	0,034	0,100	0,033
4	P1D2F1	0,000	0,028	0,036	0,064	0,021
5	P1D2F2	0,000	0,045	0,050	0,095	0,032
6	P1D2F3	0,032	0,034	0,030	0,096	0,032
7	P1D3F1	0,000	0,038	0,046	0,084	0,028
8	P1D3F2	0,035	0,036	0,040	0,111	0,037
9	P1D3F3	0,035	0,038	0,034	0,107	0,036
10	P2D1F1	0,036	0,039	0,034	0,109	0,036
11	P2D1F2	0,040	0,038	0,032	0,110	0,037
12	P2D1F3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13	P2D2F1	0,036	0,040	0,034	0,110	0,037
14	P2D2F2	0,036	0,040	0,032	0,108	0,036
15	P2D2F3	0,000	0,031	0,032	0,063	0,021
16	P2D3F1	0,042	0,045	0,041	0,128	0,043
17	P2D3F2	0,041	0,042	0,045	0,128	0,043
18	P2D3F3	0,036	0,040	0,032	0,108	0,036
19	T1	0,028	0,031	0,000	0,059	0,020
20	T2	0,030	0,031	0,000	0,061	0,020
21	T3	0,000	0,028	0,000	0,028	0,009

ANEXO 8. VOLUMEN DE AGUA A LOS 105 DIAS (ltrs.)

No.	símbolo	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III		
1	P1D1F1	9,47	9,14	2,87	21,48	7,16
2	P1D1F2	6,67	6,47	6,31	19,45	6,48
3	P1D1F3	5,58	1,36	1,59	8,53	2,84
4	P1D2F1	1,78	9,40	9,56	20,74	6,91
5	P1D2F2	2,45	6,76	6,45	15,66	5,22
6	P1D2F3	5,60	6,03	5,67	17,30	5,77
7	P1D3F1	2,28	2,28	10,87	15,43	5,14
8	P1D3F2	7,93	7,49	7,52	22,94	7,65
9	P1D3F3	6,00	6,07	6,43	18,50	6,17
10	P2D1F1	9,78	9,93	10,62	30,33	10,11
11	P2D1F2	7,63	7,54	7,73	22,90	7,63
12	P2D1F3	0,92	0,92	1,48	3,32	1,11
13	P2D2F1	10,09	10,33	10,36	30,78	10,26
14	P2D2F2	7,31	6,92	6,85	21,08	7,03
15	P2D2F3	1,79	5,80	6,01	13,60	4,53
16	P2D3F1	10,89	11,29	10,44	32,62	10,87
17	P2D3F2	8,16	7,83	7,69	23,68	7,89
18	P2D3F3	6,51	6,45	6,22	19,18	6,39
19	T1	7,34	7,76	1,25	16,35	5,45
20	T2	5,71	5,25	1,76	12,72	4,24
21	T3	0,92	4,74	1,83	7,49	2,50

ANEXO 9. COSTO DE PRODUCCION DE CULTIVO DE BROCOLI POR HECTAREA

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PRODUCCION</b>
<b>CULTIVO: BROCOLI</b>	<b>COSTO USD/HA</b>
Preparación del terreno	100
Siembra	700
Producto Alcosorb	223,75
Fertilización	717
Labores culturales	172
Control de Insectos	92,5
Control de Enfermedades	91,7
Cosecha	580
<b>Costo Total</b>	<b>2676,95</b>
Rendimiento tm/hac	19,24
Costo por kg.	0,14