

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - León.



“A la libertad, por la Universidad”

Facultad de Ciencias y Tecnologías.

Departamento de Matemática – Estadística.

Tema: Aplicación de un Experimento Bifactorial en un Diseño Completamente Aleatorio para determinar los efectos de la altura de las zonas y los manejos fitosanitarios sobre el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) para el ciclo agrícola 2012.

Monografía Presentada por:

Noelia Erlinda Cea Navas

Previo para optar al título de:

Licenciada en Estadística

Tutor:

MSc. W. Milton Carvajal Herradora

Asesora:

MSc. Erling María Torrez Narváez

León, 17 de diciembre del 2014.



AGRADECIMIENTOS

A DIOS que me ha acompañado y dado su sabiduría para llegar al culminar mis estudios.

A mi FAMILIA, que con su esfuerzo y sacrificio me han apoyado incondicionalmente.

A mi TUTOR, MSc. Milton Carvajal Herradora, que ha dedicado su tiempo, sus conocimientos y paciencia en la realización de esta monografía.

A mi mejor Amigo, que siempre me ha impulsado a ser mejor en todos los aspectos de mi vida.

Al personal de las instituciones como PRODESSA, MAGFOR y UNAN-León que proporcionaron su valiosa colaboración para la culminación de este trabajo investigativo.

Quiero agradecer a profesionales que han sido importantes en la elaboración de este valioso documento: MSc. Erling María Torrez, PhD. Wilber José Salazar Antón y MSc. David Cerda Granados, me han asesorado y orientado abnegada e incondicionalmente durante la realización de este trabajo investigativo.

Noelia Erlinda Cea Navas.





DEDICATORIA

A DIOS y a la VIRGEN NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCION que han acompañado e iluminado durante mi vida y especialmente en la realización de esta investigación.

A mis PADRES: ROSA CANDIDA NAVAS y JOSE NOE CEA ARTIGA, fuente de mi inspiración y motivo de orgullo, nobleza y sencillez.

A mi segunda MADRE: KJERSTIN DAHLBLOM, por su apoyo constante e incondicional y amor a lo largo de mi vida.

A mi HIJA: KJERSTIN ALEXANDRA CEA, por ser el motor que impulsa mi vida y para que le sirva de estímulo y ejemplo en su educación.

A mi ABUELA: JULIA NAVAS, por su amor y compañía en toda el proceso.

A mis HERMANAS: por ser pacientes y conformes en la espera.

A mis mejor AMIGO: YASSER FRANCISCO SILVA MORALES, por su apoyo incondicional y continuo a lo largo de mi investigación.

Noelia Erlinda Cea Navas.





RESUMEN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es la especie de leguminosa más cultivada en todo el mundo. Este cultivo es afectado por diversas enfermedades, las cuales reducen sus rendimientos y elevan los costos de producción a los agricultores de Nicaragua. El propósito del presente estudio fue evaluar la combinación de diferentes alturas de las zonas en estudio con diferentes manejos fitosanitarios en el cultivo del frijol para incrementar los rendimientos. El estudio se realizó en dos zonas de la comunidad de Chacraseca (Miramar y Pedro Araúz Sur) ambas fincas productoras de frijol y con diferentes alturas sobre el nivel del mar. El ensayo fue llevado a cabo en la época de postrera del año 2012, con el apoyo de ingenieros en Agroecología Tropical. Se estableció un arreglo Bifactorial en un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), estableciendo en el factor altura dos niveles y en el factor manejos fitosanitarios tres niveles más el testigo referencial. Los datos fueron analizados en el programa estadístico SPSS versión 19, realizándose un análisis de varianza (ANDEVA) y separaciones de rangos múltiples para las medias cuando fue necesario. Se complementó el análisis con pruebas T Student para muestras independientes para cada uno de los factores en estudio. El tratamiento que ejerció el mejor control de plagas fue el tratamiento químico A (Propamocarb, Fluazifop-p-butilb+Fomesafen, Lambda cihalotrina-Tiametoxam, Imidacloprid y Sulfato de cobre pentahidratado) en la altura de 240 msnm. De igual manera se obtuvo un mayor rendimiento con el tratamiento químico A en una altura de 182 msnm. El análisis estadístico demuestra que el tratamiento químico A es quien presentó los mejores rendimientos en las dos alturas sobre el nivel del mar.



ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN.....	iv
ÍNDICE.....	v
INDICE DE TABLAS.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 GENERAL:.....	3
2.2 ESPECÍFICOS:.....	3
III. HIPÓTESIS.....	4
IV. MARCO TEORICO.....	5
4.1 Algunos conceptos generales de Análisis y Diseño de Experimental.....	5
4.2 Experimentación.....	5
4.3 Principios Básicos del Diseño de Experimentos.....	5
4.3.2 Características de un experimentador.....	6
4.3.3 Normas sencillas para adquirir un buen experimento.....	7
4.3.4 Etapas para planear un experimento.....	7
Elementos de un diseño experimental.....	7
4.1.6 Técnicas para reducir el error experimental.....	8
4.1.7 Diseño Completamente Azar.....	9
4.1.8 Experimentos factoriales.....	9
4.1.9 Modelo estadístico del experimento Bifactorial en un Diseño Completamente Aleatorio	11
4.1.10 Hipótesis del modelo.....	11
4.1.11 Importancia de los experimentos factoriales.....	12
4.1.12 Ventajas del experimento factorial frente a los diseños clásicos.....	12
4.1.13 Desventajas del experimento factorial.....	12
4.1.14 Estimación de los parámetros.....	13
4.1.15 Supuestos del modelo.....	13
4.1.16 Comparación de medias.....	15





4.4	Descripción del cultivo en estudio, frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	18
4.4.1	Origen y distribución del Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	18
4.4.2	Taxonomía y morfología.....	18
4.4.3	Requerimientos edafoclimáticos.....	18
4.4.4	Manejo agronómico del cultivo.....	19
4.4.5	Manejo de arvenses.....	20
V.	MATERIALES Y METODOS.....	24
5.1	Ubicación de estudio.....	24
5.2	Establecimiento del ensayo.....	24
5.3	Labores agronómicas.....	24
5.3.1	Selección del terreno y siembra.....	24
5.3.2	Fertilización.....	25
5.3.3	Cosecha y post-cosecha.....	25
5.4	Diseño experimental.....	25
5.5	Tratamientos.....	26
5.5.1	Factor A: Altura de las zonas.....	26
5.5.2	Factor B: Manejos fitosanitarios.....	26
5.6	Tipos de muestreos.....	27
5.7	Análisis de datos.....	27
VI.	RESULTADOS.....	28
6.1	Efecto de las alturas de las zonas en msnm y los manejos fitosanitarios en las alturas en cm de las plantas de Frijol.....	29
6.2	Efecto de la altura de la zona en msnm y manejos fitosanitarios en el rendimiento de las plantas de frijol.....	31
VII.	CONCLUSIONES.....	36
VIII.	RECOMENDACIONES.....	37
IX.	BIBLIOGRAFIA.....	38
X.	ANEXOS.....	41



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tratamientos evaluados en dos fincas productoras de frijol ubicadas en dos comunidades pertenecientes a la comarca Chacraseca.....	25
Tabla2: Estadísticos descriptivos de la altura en cm de las plantas de frijol para la altura de la zona y manejos fitosanitarios.....	29
Tabla3: Subconjuntos homogéneos para la altura en cm de las plantas de frijol para de los manejos fitosanitarios.....	30
Tabla4: Estadísticos descriptivo del rendimiento en qq/Mz para las alturas de las zonas en combinación de los manejos fitosanitarios.....	31
Tabla5: Análisis de varianza sobre el efecto de la altura de la zona en msnm y los manejos fitosanitarios en el rendimiento del cultivo de frijol	32
Tabla6: Subconjuntos homogéneos para el rendimiento de los manejos fitosanitarios	33
Tabla7: Significancia estadística de las pruebas T Student para muestras independientes de las alturas de las zonas para los manejos fitosanitarios	35
Tabla8: Estadísticos descriptivos de la altura de las plantas de frijol para las diferentes alturas de las zonas.....	41
Tabla9: Estimadores robustos M de la altura en cm de las plantas de frijol para la altura de las zonas.....	41
Tabla10: Pruebas de normalidad de los datos de la altura en cm de las plantas de frijol para la altura de las zonas.	42
Tabla11: Prueba de Homogeneidad de varianza de la altura en cm de las plantas de frijol para las alturas de las zonas.....	42
Tabla12: Estimadores robustos M de la altura en cm de las plantas de frijol para los manejos fitosanitarios.....	44
Tabla13: Pruebas de normalidad para la altura en cm de las plantas de frijol para los manejos fitosanitarios.....	44
Tabla14: Prueba de homogeneidad de varianza de la altura en cm de las plantas de frijol para los manejos fitosanitarios.....	44
Tabla15: Prueba T Student para muestras independientes de la altura de las plantas para las alturas de las zonas para el manejo plaguicida químico A.	47
Tabla16: Prueba T Student para muestras independientes de la altura de las plantas para las alturas de las zonas para el manejo plaguicida químico B.....	48
Tabla17: Prueba T Student para muestras independientes de la altura de las plantas para las alturas de las zonas para el manejo bioplaguicida.	48
Tabla18: Prueba T Student para muestras independientes de la altura de las plantas para las alturas de las zonas para el manejo testigo.	48
Tabla19: Estadísticos descriptivos de la altura en cm de las plantas para la altura de las zonas y manejos fitosanitarios.....	49
Tabla20: Prueba de homogeneidad de varianza de la altura en cm de las plantas de frijol.....	49
Tabla21: Prueba de normalidad de Kolmogorov - Smirnov para la altura en de las plantas de frijol.	49



Tabla22: Análisis de varianza para la altura en cm de las plantas de frijol para la altura de la zona y manejos fitosanitarios.....	50
Tabla23: Prueba de rangos múltiples de Duncan y Scheffé de los promedios de altura en cm para los manejos fitosanitarios.....	50
Tabla24: Estadísticos descriptivos para el rendimiento del cultivo de frijol.....	51
Tabla25: Estimadores robustos M para el rendimiento del cultivo de frijol.	52
Tabla26: pruebas de normalidad para el rendimiento del cultivo de frijol.....	52
Tabla27: Prueba de homogeneidad de varianza para el rendimiento del frijol.	52
Tabla28: Estimadores robustos M del rendimiento del cultivo de frijol para los manejos fitosanitarios.	54
Tabla29: Pruebas de normalidad del rendimiento del cultivo de frijol para los manejos fitosanitarios.	54
Tabla30: Prueba de homogeneidad de varianza del rendimiento del cultivo de frijol para los manejos fitosanitarios.....	54
Tabla31: Prueba T Student para muestras independientes del rendimiento del cultivo de frijol para las alturas de las zonas del manejo fitosanitario plaguicida químico A.	56
Tabla32: Prueba T Student para muestras independientes del rendimiento del cultivo de frijol para las alturas de las zonas del manejo fitosanitario plaguicida químico B.	57
Tabla33: Prueba T Student para muestras independientes del rendimiento del cultivo de frijol para las alturas de las zonas del manejo fitosanitario bioplaguicida.....	57
Tabla34: Prueba T Student para muestras independientes del rendimiento del cultivo de frijol para las alturas de las zonas del manejo fitosanitario testigo.	57
Tabla35: Prueba de homogeneidad de varianza del rendimiento del cultivo de frijol para el análisis de varianza.	58
Tabla36: Prueba de Kolmogorov - Smirnov del rendimiento del cultivo de frijol para el análisis de varianza.	58
Tabla37: Pruebas de rangos múltiples de Duncan y Scheffé de los promedio del rendimiento del cultivo de frijol para los manejos fitosanitario.	58





INDICES DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Promedio de altura en cm de las plantas de frijol en las diferentes fechas de muestreo para la altura de las zonas y manejos fitosanitarios.....	29
Ilustración 2: Diagrama de perfil de las alturas en cm de las plantas de frijol para los manejos fitosanitarios.....	31
Ilustración 3: Efecto de la combinación de las alturas de las zonas y los manejos fitosanitarios sobre el rendimiento en qq/Mz del cultivo de frijol.....	33
Ilustración 4: Diagrama de barras de error, variación del rendimiento del cultivo de frijol según la altura de las zonas y manejos fitosanitarios.....	34
Ilustración 5: Diagrama Q-Q normal de la altura en cm de las plantas de frijol para la altura de la zona de 240 msnm.....	42
Ilustración 6: Diagrama Q-Q normal de la altura en cm de las plantas de frijol para altura de la zona de 182 msnm.....	43
Ilustración 7: Diagrama de cajas de las alturas en cm de las plantas de frijol para la altura de las zonas.....	43
Ilustración 8: Diagrama Q-Q normal de la altura en cm de las plantas de frijol para el manejo fitosanitario plaguicida químico A.....	45
Ilustración 9: Diagrama Q-Q normal de la altura en cm de las plantas de frijol para el manejo fitosanitario plaguicida químico B.....	45
Ilustración 10: Diagrama Q-Q normal de la altura en cm de las plantas de frijol para el manejo fitosanitario bioplaguicida.....	46
Ilustración 11: Diagrama Q-Q normal de la altura en cm de las plantas de frijol para el manejo fitosanitario testigo.....	46
Ilustración 12: Diagrama de cajas de las alturas en cm de las plantas de frijol para los manejos fitosanitarios.....	47
Ilustración 13: Diagrama de perfil de las alturas en cm de las plantas de frijol para los manejos fitosanitarios.....	51
Ilustración 14: Diagrama Q-Q normal del rendimiento del cultivo para la altura de la zona de 240 msnm.....	52
Ilustración 15: Diagrama Q-Q normal del rendimiento del cultivo para la altura de la zona de 182 msnm.....	53
Ilustración 16: Diagrama de cajas del rendimiento del cultivo para la altura de las zonas.....	53
Ilustración 17: Diagrama Q-Q normal del rendimiento del cultivo para el manejo fitosanitario plaguicida químico A.....	55
Ilustración 18: Diagrama Q-Q normal del rendimiento del cultivo para el manejo fitosanitario plaguicida químico B.....	55
Ilustración 19: Diagrama Q-Q normal del rendimiento del cultivo para el manejo fitosanitario bioplaguicida.....	55
Ilustración 20: Diagrama Q-Q normal del rendimiento del cultivo para el manejo fitosanitario testigo.....	56
Ilustración 21: Diagrama de cajas del rendimiento del cultivo para los manejos fitosanitarios.....	56



I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la especie de leguminosa con mayores niveles de consumo en el mundo (Leyva *et al.* 2010). Se cultiva prácticamente en todo el mundo reportándose su producción en 129 países en los cinco continentes. América Latina es la zona de mayor producción y consumo; se estima que más del 45% de la producción mundial proviene de esta región, donde es considerado como uno de los productos básicos de la economía campesina y principales fuentes de proteína, especialmente para aquellas poblaciones de bajos recursos. Este rubro es considerado uno de los productos básicos en la seguridad alimentaria de las áreas rurales y de bajos ingresos. Entre los países de mayor consumo figuran Nicaragua, Cuba, Brasil, Uganda y El Salvador (FENALCE 2010).

A pesar de la importancia del frijol en Centroamérica, la producción de este rubro se caracteriza por tener niveles de rendimiento bajos, sobre todo en Nicaragua. El cultivo se muestra altamente vulnerable a daños climáticos e incidencias de plagas y no ha alcanzado un buen desarrollo tecnológico (Araúz 1998, Paz *et al.* 2007).

La producción de este cultivo en Nicaragua se caracteriza por ser una actividad de pequeños productores en diferentes zonas del país, principalmente para subsistencia. Este cultivo se caracteriza por utilizar baja tecnología con una módica inversión utilizando semilla proveniente de la selección de grano de siembras anteriores. Este sistema de producción da como resultados rendimientos bajos o pérdidas totales de la producción por no contar con semilla certificada, siendo un inconveniente para los pequeños agricultores de la comunidad de Chacraseca del Departamento de León donde los rendimientos en la producción del cultivo son bajos (Paz *et al.* 2007).

Según investigaciones realizadas por Guarín, citado por Arias *et al.* (2007), en el cultivo de frijol hay más de 200 especies de insectos que ocasionan pérdidas en su producción causando un daño de importancia económica. Estos mismos insectos son vectores de enfermedades como el virus del Mosaico dorado, transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci*), chicharrita (*Empoasca kraemeri*), áfidos transmisores del virus del mosaico común insectos defoliadores, maya o crisomélidos (*Diabrotica balteata*).



Otro factor limitante en la producción del frijol es el cambio brusco del clima que provoca la proliferación de hongos fitopatógenos, causando reducción drástica de la productividad del cultivo del frijol, entre los de importancia económica están, Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y la Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*) (Chávez y Araya 2012).

Según Arias *et al.* (2007) se estima que en el cultivo del frijol, las malezas ya sean hojas anchas, angostas o gramíneas, pueden ocasionar pérdidas entre 15 y 97% en el rendimiento, ejercido por competencia inter-específica entre el cultivo y la maleza.

Debido a la problemática presentada por el cultivo del frijol, surge la propuesta de realizar ensayos para tratar de dar respuesta a los problemas que ocasionan los bajos rendimientos del cultivo del frijol en la zona y de esta forma encontrar en conjunto con los productores de frijol una alternativa de solución a los bajos rendimientos del cultivo en la zona de Chacraseca (Ruíz y Montiel 2008).



II. OBJETIVOS

2.1 GENERAL:

✚ Evaluar un experimento Bifactorial en un diseño completamente aleatorio para altura de la altura de la zonas y los manejos fitosanitarios sobre el Rendimiento del Frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el ciclo agrícola de postrera 2012.

2.2 ESPECÍFICOS:

✚ Determinar el efecto de la altura en la zona y los manejos fitosanitarios mediante un análisis de varianza sobre el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), en el ciclo agrícola de postrera 2012.

✚ Comparar los niveles de los factores en estudio mediante las pruebas estadística de comparaciones de rangos múltiples de Duncan y Scheffé.



III. HIPÓTESIS

H_0 : El efecto de la altura de las zonas y de los manejos sanitarios sobre el rendimiento del frijol en las zonas bajo estudio no presentan diferencias en ninguno de los tratamientos evaluados.

H_1 : El efecto de la altura y de los manejos sanitarios sobre el rendimiento del frijol en las zonas bajo estudio presentó mayores niveles de susceptibilidad en el sistema donde se aplicó el tratamiento de Bioplaguicidas.



IV. MARCO TEORICO.

4.1 Algunos conceptos generales de Análisis y Diseño de Experimental.

El análisis de varianza es la modelización matemática con procedimientos estadísticos en una colección de situaciones experimentales para el análisis de respuestas cuantitativas obtenidas desde las unidades experimentales, Ostle (1983)

Diseño experimental “es la secuencia de pasos que aseguran la obtención de datos consistentes y de forma óptima, en un fenómeno donde la variación este presente”. Así se tienen el propósito de recabar de forma económica la cantidad máxima de información oportuna del fenómeno bajo estudio, con la menor complejidad posible. La finalidad de ahorro es con respecto al: tiempo, espacio, material, interacciones, equipos, personas, individuos, etc. La realización de un experimento es el “proceso donde el investigador induce cambios de forma intencional sobre un fenómeno, cuya finalidad es estudiar su esencia, causa, origen e interrelación con otros procesos o fenómenos”. Los cambios son inducidos sobre al menos una variable de interés para luego medir el efecto que alcanza otra variable de principal interés. Al prefijarse un grado de confianza, el investigador realiza de forma sistematizada un número de ensayos o réplicas del experimento, Ostle (1983)

4.2 Experimentación

A continuación se describirán algunos principios básicos del diseño de experimentos basado en Ostle (1983)

4.3 Principios Básicos del Diseño de Experimentos

4.3.1.1 Aleatorización

La asignación de todos los factores no controlados por el investigador y que puedan influir en el resultado sean asignados al azar. La aleatorización hace valida la prueba haciéndola apropiada para analizar los datos como si las suposiciones del error sean ciertas.

Según Ostle (1983), es fundamental en el diseño de experimento ya que:



- ✚ Previene la existencia de sesgo.
- ✚ Evita la dependencia de las observaciones.
- ✚ Confirma la validez de los estadísticos más comunes.

4.3.1.2 Repetición

Realizar dos o más ensayos de un experimento permite observar la variabilidad de los datos, la interacción de niveles en dos o más factores y estimar el error experimental.

La repetición de un tratamiento en el tiempo y el espacio ayudara a incrementar el rango de validez de las conclusiones que puedan darse. El número de repeticiones que deben aplicarse a un tratamiento depende del campo al que pertenezca el experimento.

4.3.1.3 Control local

Se clasifican las unidades experimentales, a posterior, en grupos homogéneos para intentar disminuir el error experimental. Su función es hacer el diseño experimental más eficiente (Ostle 1983).

4.3.2 Características de un experimentador

4.3.2.1 Simplicidad

Es diseñar de tal manera que los tratamientos y el diseño experimental sean consistentes con pocos objetivos bien definidos.

4.3.2.2 Grado de precisión

Consiste en medir las diferencias entre los tratamientos, con el grado de precisión que requiere el experimentador.

4.3.2.3 Ausencia del error sistemático

Se garantiza mediante la aleatorización, el cual reduce el sesgo de los tratamientos.

4.3.2.4 Validez de las conclusiones.



Se pretende lograr que las conclusiones tengan un rango de validez tan amplio como sea posible, una forma de conseguirlos es distribuyendo las conclusiones en el tiempo y el espacio, sabe que el efecto de los factores sobre la unidad experimental varía de un mes a otro de la época seca a la lluviosa o de un sitio a otro.

4.3.3 Normas sencillas para adquirir un buen experimento

De acuerdo a Roca (1991), las normas más sencillas para adquirir un buen experimento son:

- ✚ Diseñar repeticiones.
- ✚ Hacer la aleatorización del experimento.
- ✚ Solicitar la ayuda de un estadístico si surgen dificultades para interpretar los resultados.

4.3.4 Etapas para planear un experimento

- ✚ Definir los objetivos del problema.
- ✚ Identificar todas las posibles fuentes de variación, incluyendo los dos factores en estudio.
- ✚ Elegir una regla de asignación de las unidades experimentales a las condiciones de estudios (tratamientos).
- ✚ Especificar las medidas con que se trabajara (la respuesta), el procedimiento experimental y anticiparse a las posibles dificultades.
- ✚ Ejecutar un experimento piloto.
- ✚ Especificar el modelo.
- ✚ Esquematizar los pasos del análisis.
- ✚ Determinar el tamaño muestral.

Elementos de un diseño experimental

4.3.5.1 Unidad experimental

Objeto o sujeto al que se le aplica el tratamiento, del cual luego se toman los datos y se mide la variable respuesta.



4.3.5.2 Variable respuesta (dependiente)

Variable de interés medible o cuantificable, determinada por la realización del experimento. Podría ser: univariada, de medida repetida o multivariada.

4.3.5.3 Variable independientes

Determinan el comportamiento del montaje experimental.

4.3.5.4 Factor (fijo o aleatorio)

Variable independiente numérica o categórica (nominal u ordinal), que serán objeto de cambio sobre cada unidad experimental.

4.3.5.5 Niveles

Valores fijados o permisibles de un factor.

4.3.5.6 Tratamientos

Cada combinación particular en los niveles de los factores principales.

4.3.5.7 Error experimental

Describe la situación de no llegar a resultados idénticos con dos unidades experimentales tratadas idénticamente y refleja:

- ✚ Errores de experimentación.
- ✚ Errores de observación.
- ✚ Errores de medición.
- ✚ Variación del material experimental (esto es, entre las unidades experimentales).
- ✚ Efectos combinados de factores extraños que pudieran influir las características en estudio, pero respecto a los cuales no se ha llamado la atención de la investigación.

4.1.6 Técnicas para reducir el error experimental

- ✚ Usando el material experimental más homogéneo o por estratificación cuidadosa del material disponible.
- ✚ Utilizando información proporcionada por variables aleatorias relacionadas.
- ✚ Teniendo más cuidado al dirigir y desarrollar el experimento.



✚ Usando un diseño experimental muy eficiente.

4.1.7 Diseño Completamente Azar

El diseño completamente aleatorio (DCA), es también conocido como One Way ANOVA. Es un diseño muy útil para condiciones en que las unidades experimentales presentan homogeneidad relativa y para ensayos en campo en que las unidades experimentales no necesitan agrupamiento o bloqueo en particular, lo que permite colocar completamente al azar a los tratamientos en cada una de las unidades experimentales; no impone restricciones a las unidades experimentales (Pedroza, 2006).

4.1.7.1 Modelo estadístico general del diseño Completamente Aleatorio.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : es la j -ésima observación del i -ésimo tratamiento.

μ : es la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento.

τ_i : Efecto del i -ésimo tratamiento a estimar a partir de los datos del experimento.

ε_{ij} : Efecto aleatorio de variación.

4.1.8 Experimentos factoriales

Un diseño factorial, es aquel en el que los tratamientos son constituidos por la combinación de cada uno de los niveles de un factor con todos y cada uno de los niveles de los otros factores en el ensayo. Los experimentos factoriales, (dos más factores en estudio), no son un diseño en sí, más bien son un arreglo de tratamientos que se distribuyen en los diseños comunes DCA, o bien incluyendo factores de bloqueo, tal como los Bloques Completos (DBCA), Cuadrado Latino (DCL) y Cuadrado Grecolatino (DCGL).

En los experimentos factoriales, dos o más factores son estudiados simultáneamente y cualquier factor puede proporcionar varios tratamientos. En los ensayos factoriales, se



estudia por un lado los efectos principales, o acción independiente de los factores, por otro lado se estudia el efecto de la interacción entre ellos (Pedroza y Discovskyi 2006).

Se entiende por experimento factorial aquella en que se investigan todas las posibles combinaciones de los factores en cada ensayo completo o réplica del experimento (Montgomery 1991).

4.1.8.1 Efecto de un factor

Los efectos simples de un factor, son aquellos representados por las diferencias de los niveles de un factor a un mismo nivel de otro factor (Pedroza y Discovskyi 2006).

4.1.8.2 Efecto principal

Consiste en el promedio de las combinaciones de los efectos simples de los factores restantes de interés primordial del experimento (Peña 1995).

4.1.8.3 Efecto de interacción

Nos indica la acción conjunta de dos o más factores o la modificación en el efecto de un factor ocasionado por los efectos de los otros factores (Peña 1995).

4.1.8.4 La interacción de dos factores

Mide el error que se comete al estimar los efectos simples de uno de ellos, si se han supuesto erróneamente que los dos factores son independiente entre ellos (Peña 1995).

Se pueden presentar tres casos claramente diferenciados en la interacción de los factores:

- ✚ Cuando la diferencia de los efectos simples es cero (o puede estimar a cero), se dice que los efectos de los dos factores son aditivos o los factores son independientes.
- ✚ Cuando la diferencia de los efectos simples no es cero, se dice que el efecto de los factores es interactivo (o multiplicativo) y las respuestas de tendencias se cruzan o tienden a cruzarse.



- ✚ Cuando la diferencia de los efectos simples no es cero, se dice que los efectos de los dos factores son interactivos (o multiplicativos). En este caso, las líneas de tendencias no son paralelas, sino que tienden a cruzarse (Reyes 1982)

4.1.8.5 Interacción significativa entre los factores

Implica que el efecto de un primer factor depende del nivel de los otros factores que se estén estudiando (Peña 1995).

4.1.9 Modelo estadístico del experimento Bifactorial en un Diseño Completamente Aleatorio

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} : es el k-ésimo observación perteneciente el i-ésimo nivel del factor α_i y el j-ésimo tratamiento del nivel del factor β_j .

μ : media general.

α_i : es el efecto debido al i-ésimo nivel del factor 1.

β_j : es el efecto debido al j-ésimo nivel del factor 2.

γ_{ij} : es el efecto de la interacción entre el j-ésimo nivel del factor 2 y el i-ésimo nivel del factor 1.

ε_{ijk} : es el error aleatorio del ij-ésimo efecto del k-ésimo bloque.

4.1.10 Hipótesis del modelo

$H_0: \alpha_i = 0$ Vs $H_1: \alpha_i \neq 0$ para todo $i = 1, 2, 3, \dots, a$.

$H_0: \beta_j = 0$ Vs $H_1: \beta_j \neq 0$ para todo $j = 1, 2, 3, \dots, b$.

$H_0: \gamma_{ij} = 0$ Vs $H_1: \gamma_{ij} \neq 0$ para todo $i = 1, 2, 3, \dots, a$ y $j = 1, 2, 3, \dots, b$.



4.1.11 Importancia de los experimentos factoriales

Se fundamenta en aumentar el alcance de las conclusiones a cerca de los factores en estudio. En las comparaciones referentes a las respuestas o factores se toma en cuenta la precisión por lo tanto, es evidente que cuando está en estudio más de un factor el arreglo factorial de los tratamientos resulta más informativo y el método eficaz (Ostle 1983).

4.1.12 Ventajas del experimento factorial frente a los diseños clásicos

- ✚ El diseño factorial es más preciso, al proporcionar estimadores con menor varianza. Ya que tienen un campo de aplicación más amplia, es decir se amplía el rango de validez de las conclusiones.
- ✚ Los diseños clásicos requiere $(k + 1) / 2$ veces el mismo número de observaciones de un diseño factorial para tener la misma precisión siendo k el número de factores en estudio (Peña 1995).
- ✚ Permite determinar los efectos principales de cada factor y su interacción.
- ✚ Se tiene un ahorro considerable de tiempo y materiales dedicados a los experimentos.

4.1.13 Desventajas del experimento factorial

- ✚ El planteamiento es más difícil.
- ✚ El análisis e interpretación de los resultados experimentales es más complejo.
- ✚ Las causas del error en la ejecución de las operaciones de campo y en la propia estimación de los resultados son más numerosas.



4.1.14 Estimación de los parámetros

Tabla de análisis de varianza.

Fuente de variación	Sumas de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Factor A	$SS_A = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y_{i..}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn}$	a - 1	$CM_A = \frac{SS_A}{(a - 1)}$	$F_1 = \frac{CM_A}{CM_E}$
Factor B	$SS_B = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b y_{.j.}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn}$	b - 1	$CM_B = \frac{SS_B}{(b - 1)}$	$F_2 = \frac{CM_B}{CM_E}$
Interacción AB	$SS_{AB} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij.}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn} - SS_A - SS_B$	(a - 1)(b - 1)	$CM_{AB} = \frac{SS_{AB}}{(a - 1)(b - 1)}$	$F_3 = \frac{CM_{AB}}{CM_E}$
Error	$SS_E = SS_T - SS_{AB} - SS_A - SS_B$	ab(n - 1)	$CM_E = \frac{SS_E}{ab(n - 1)}$	
Total	$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=0}^n Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn}$	abn - 1		

4.1.15 Supuestos del modelo

Según Peña (1995) los supuestos que deben de cumplir los modelos estadísticos para hacer pruebas paramétricas son:

4.1.15.1 Normalidad.

El supuesto de normalidad es necesario para realizar contrastes de hipótesis y obtener intervalos de confianza de los parámetros. No existe un contraste óptimo para probar la hipótesis de normalidad. La razón es que la potencia relativa depende del tamaño muestral y de la verdadera distribución que generan los datos. El contraste de Shapiro y Wilks es en términos generales el más conveniente en muestras pequeñas mientras que en el contraste de Kolmogorov – Smirnov es adecuado para muestras grandes.

Además si se grafican todos los valores del error de obtuviese una distribución normal. Las consecuencias de normalidad no es grave si las desviaciones es moderada, solo distribuciones muy asimétricas afectan considerablemente los niveles de significación (Peña 1995).



4.1.15.2 Homogeneidad

Se refiere a que todos los grupos deben de tener varianzas homogéneas es decir que las variaciones del error dentro de los tratamientos son homogéneas entre sí. De no cumplirse este supuesto no pueden aplicarse pruebas paramétricas. Por lo cual uno de los primeros pasos en un análisis estadístico suele ser comprobado si se cumplen los supuestos del modelo.

Puesto que el análisis de varianza tiene como hipótesis nula que todas las muestras (tratamientos) provienen de la misma población. Cuando las varianzas no son homogéneas hay dos posibles alternativas a implementar.

- ✚ Separar datos en grupos, de modo que las varianzas de cada grupo sea homogéneas. Luego cada grupo puede utilizarse por separado.
- ✚ Transformar datos en forma tal que estos sean homogéneos. Una de las causas más comunes de heterogeneidad de varianzas es que exista una relación definida entre las medias de las muestras y sus varianzas, es decir, relación definida entre medias y varianzas (Peña 1995).

4.1.15.3 Independencia

Este supuesto se refiere a que términos del error no están correlacionados, utilizando técnicas de azarización, el investigador hace todo lo posible para que la correlación entre errores no afecte ningún tratamiento en particular la no aleatoriedad puede muy bien reflejarse en falta de independencia de los datos o en heterogeneidad de las varianzas o en la normalidad de la distribución (Peña 1995). El estadístico de Durwin – Watson proporciona información sobre el grado de independencia existente entre los residuos:

$$DW = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - \hat{e}_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \hat{e}_i^2}$$

Dónde: $\hat{e}_i = (Y_i - \bar{Y}_i)$

El estadístico Durwin – Watson oscila entre 0 y 4 y toma el valor de 2 cuando los residuos son completamente independientes.



4.1.16 Comparación de medias

En el Análisis de varianza al ser significativa la F de Fisher, indica que todas las medias, o al menos dos de ellas son diferentes entre sí. Sin embargo la prueba F no indica cuales promedios son iguales o cuales promedios son diferentes ya que puede suceder que en un conjunto la prueba F indique diferencias significativas, pero en un par en particular sean iguales.

Después de realizar el análisis de varianza y la prueba F, es significativa rechazando la hipótesis nula, el siguiente paso a seguir es investigar que promedios de los tratamientos provocan esta diferencia significativa.

Existen varios métodos de comparaciones de rangos múltiples, entre ellos tenemos: Duncan, Tukey, Scheffé y SNK.

4.1.16.1 Prueba de rangos múltiples de Duncan

Esta prueba se aplica en muestras del mismo tamaño, se dispone en orden ascendente los promedios de tratamientos y se determina el error estándar de cada promedio usado. Es muy eficiente para detectar diferencias entre las medias cuando estas diferencias existen (Montgomery 1991).

El estadístico de prueba es denotado por $S_{\bar{y}_i}$

$$S_{\bar{y}_i} = \sqrt{\frac{MC_E}{n}}$$

4.1.16.2 Prueba de Scheffé.

Scheffé (1953) propuso un método para realizar cualquier contraste entre medias de tratamientos. Dicho procedimiento no requiere que el modelo sea equilibrado.

Sea una familia de contrastes de la forma: $C = \sum_i^n a_i \mu_i$, el objetivo de este procedimiento es decidir, para cada uno de estos contrastes, entre las hipótesis:



$$H_0: C = 0$$

$$H_1: C \neq 0$$

El método de Scheffé está basado en la construcción de intervalos de confianza para todos los posibles contrastes de las hipótesis. Estos intervalos de confianza simultaneo $1 - \alpha$, es decir, la probabilidad de que todos los intervalos sean correctos simultáneamente es igual a $1 - \alpha$. Scheffé demostró que dichos intervalos de confianza tienen la siguiente expresión

$$\hat{C} \pm S\{\hat{C}\} \sqrt{(I - 1) * F_{\alpha, (I-1), (N-I)}}$$

Dónde:

I es el número de tratamientos.

α es el nivel de significación.

\hat{C} es el estimador insesgado de C .

$S\{\hat{C}\}$ es el estimador de la desviación típica del contraste.

$$S\{\hat{C}\} = \sqrt{\hat{S}_R^2 \sum_{i=1}^I \frac{a_i^2}{n_i}}$$

Siendo \hat{S}_R^2 la varianza residual con $N - I$ grados de libertad del error.

Por consiguiente, se rechaza H_0 sobre un contraste C si el intervalo de confianza para C

$$\hat{C} - S\{\hat{C}\} \sqrt{(I - 1) * F_{\alpha, (I-1), (N-I)}}, \hat{C} + S\{\hat{C}\} \sqrt{(I - 1) * F_{\alpha, (I-1), (N-I)}}$$

No incluye al cero, es decir, si

$$|\hat{C}| > S\{\hat{C}\} \sqrt{(I - 1) * F_{\alpha, (I-1), (N-I)}}$$

4.1.16.3 Prueba de Student Newman Keuls

Es un test de comparaciones múltiples. Permite comparar las medias de los t niveles de un factor después de haber rechazado la hipótesis nula de igualdad de medias. Similar a la prueba de rangos de Tukey, el método de SNK es más potente pero menos conservador. Se



calcula el valor Q tomando la diferencia entre dos medias de las muestra y dividiéndolo por el error estándar.

$$q = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{\frac{MCE}{n}}}$$

4.1.17 Prueba t – Student para muestras independientes

Si se hace la suposición de que las muestras se obtienen de manera aleatoria e independiente a partir de las poblaciones respectivas que tienen una distribución normal y que las varianzas poblacionales son iguales, se puede usar la prueba t de varianzas combinadas para determinar si existe una diferencia significativa entre las medias de las dos poblaciones.

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Dónde:
$$S_p^2 = \frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$



4.4 Descripción del cultivo en estudio, frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

4.4.1 Origen y distribución del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Estudios realizados por Ríos et al (2003) y Escoto (2011), señalan que el frijol es una especie de origen americano, por diversos hallazgos arqueológicos, evidencias botánicas e históricas. Los indicios más antiguos de cultivo datan del año 5000 AC. La introducción en España y posteriormente su difusión al resto de Europa, tiene lugar en las expediciones de comienzos del siglo XVI.

4.4.2 Taxonomía y morfología

El frijol es una planta anual, perteneciente a la familia Fabaceae del orden Fabales, que presenta un rápido crecimiento, con un sistema radicular poco profundo y está constituido por una raíz principal y gran número de raíces secundarias con elevado grado de ramificación, su tallo principal es herbáceo en variedades enanas presenta un porte erguido y una altura aproximada de 30 a 40 centímetros, mientras que en las otras variedades alcanza una altura de 2 a 3 metros, presenta hojas trifoliada, lanceolada y acuminada, de tamaño variable según para cada variedad (CIAT 1998; INFOAGRO 2011).



Las flores son de diversos colores, únicos para cada variedad, aunque en las variedades más importantes la flor es blanca, estas se presentan en racimos de 4 a 8, cuyos pedúnculos nacen en las axilas de las hojas o en las terminales de algunos tallos. Los frutos son una vaina de color, forma y dimensiones variables, en cuyo interior se disponen de cuatro a seis semillas. Existen frutos de color verde, amarillo jaspeado de marrón o rojo (CIAT 1998).

4.4.3 Requerimientos edafoclimáticos

Es una planta muy exigente con las condiciones climáticas, que se adapta al clima húmedo y suave con altitud no menor a los 200 msnm, temperaturas óptimas entre 17 – 28 °C, humedad relativa entre 60% a 65%, con humedades elevadas favorecen al desarrollo de enfermedades y dificultan la fecundación, precipitaciones de 2000 – 700 mm (INFOAGRO 2011).



El cultivo de frijol es una planta de días cortos, aunque en las condiciones de invernadero no le afecta la duración del día (CIAT 1998). No obstante, la luminosidad condiciona la fotosíntesis, soportando temperaturas más elevadas cuanto mayor es la luminosidad, siempre que la humedad relativa sea adecuada (Escoto 2004).

Estas plantas se adaptan mejor a suelos ligeros, de textura arcillosa y franca, con buen drenaje y rica en materia orgánica. Los valores de PH óptimos oscilan entre 5.5 y 6; aunque en el suelo enarenado se desarrolla bien con valores de hasta 8.5 (CNIGB 1991).

4.4.4 Manejo agronómico del cultivo

4.4.4.1 Siembra

Puede hacerse en formas mecanizada o manual en hilera sencilla o doble, enterrando la semilla a dos o cuatro centímetros de profundidad utilizando 11 semillas por metro lineal. La separación entre las hileras sencillas puede ser de 40, 50 y 60 cm. Cuando se utilizan hileras dobles se recomienda separarlas a 40 cm, dejando las calles a 60 cm (Escoto 2004)

4.4.4.2 Selección de la semilla

Según el INTA (2011) recomienda la selección de una variedad que tenga alta producción, que no sea dañada fácilmente por plagas y enfermedades:

INTA – Rojo: Color rojo claro, con rendimiento de 30 a 35 quintales por manzana. Se recomienda para todo el país.

INTA – Fuerte sequía: Color rojo oscuro, con rendimiento de 19 quintales por manzana. Recomendado para zonas secas.

INTA – Cárdenas: Color negro con rendimiento de 35 a 40 quintales por manzana. Recomendado para el pacífico, centro norte y sur del país.

INTA – Norteño: color rojo claro, similar al criollo. Rendimiento entre 20 a 25 quintales por manzana, recomendado para zonas con bajas precipitaciones.



4.4.4.3 *Fertilización*

Al momento de la siembra se recomienda dos quintales de completo 17 – 46 – 0 por manzana. Una segunda aplicación con un quintal de urea al 46% por manzana a los 25 o 30 días después de la siembra (INTA 2011).

4.4.4.4 *Etapas de siembra*

La época de siembra más adecuada para el frijol es aquella en que además de ofrecer las condiciones climáticas para un buen desarrollo del cultivo, permite que la cosecha coincida con el periodo de baja o ninguna precipitación, para evitar daños en el grano por exceso de la lluvia. En forma general en el país se tienen las siguientes épocas de siembra (IICA *et al.* 2009).

Siembra de primera: esta siembra da inicio al año agrícola, la cual varía entre zonas, pero la mayoría de los productores siembran en el periodo comprendido entre el 15 de mayo y el 15 de junio, de tal manera que la etapa de madurez de la planta coincide con la época seca de julio – agosto (canícula o verano). Estas siembras representan el 20 – 30% de la siembra y por lo general el grano tiene un mejor precio en el mercado (IICA *et al.* 2009).

Siembra de postrera o segunda: estas siembras representan entre el 70 – 80% del área total sembrada por año agrícola en el país (IICA *et al.* 2009). Para las zonas de las Sierras de Managua, partes altas de Carazo, Masaya, Managua y zonas bajas del Pacífico, las siembras se efectúan del primero de septiembre al 10 de octubre y del primero al 25 de septiembre para las áreas secas del norte (Estelí y Matagalpa) (CNIGB 1991). En esta siembra se obtiene mejor calidad de semilla y grano debido a que el frijol se cosecha en tiempo seco y soleado, facilitando las labores de pos cosecha que se inician con el arranque, aporreo, secado del grano y almacenamiento (IICA *et al.* 2009).

4.4.5 Manejo de arvenses

La FAO (s.f), define como plantas arvenses a todas aquellas plantas que bajo determinadas condiciones causando daño económico y social al agricultor. En el contexto agro – ecológico, las plantas arvenses son producto de la selección inter – específica provocada



por el propio hombre desde el momento que comenzó a cultivar, lo que condujo a alterar el suelo y el hábitat.

El manejo mejorado de plantas arvenses en la agricultura de los países en desarrollo es una necesidad para poder propiciar el avance del Manejo Integrado del Cultivo (MIC) (FAO s.f y Pérez 1987). No puede haber MIC sin la presencia de un fuerte componente de manejo de plantas arvenses.

La evaluación de las poblaciones de plantas arvenses puede realizarse mediante la evaluación visual de cobertura existente, que aunque subjetiva, parece ser la más productiva, ya que de menos personal y recursos en general afirman Alemán (2004 – 1988) y la FAO (s.f).

Existen varios métodos para el control de arvenses, entre ellos tenemos el control cultural, biológico y químico; la elección de uno en específico depende de factores tales como el agroecosistema en que crece el cultivo, la topografía, la composición de la población de arvenses, la variedad de frijol utilizada y los costos (Sariol 1986, Acevedo 1996, Escoto 2004).

4.4.5.1 Control cultural

Rotación de cultivo, preparación del terreno, uso de coberturas, policultivo, acolchado, manejo del agua y desyerbes manuales o mecánicos en el ciclo del cultivo, esta práctica de control de malezas es la más utilizada por los productores, la cual consiste en la utilización de implementos de labranza que permiten la eliminación de malezas que compitan con el cultivo. Su éxito se fundamenta en establecer un cultivo vigoroso libre de malezas. Se recomienda mantener limpio el cultivo en todo el ciclo, principalmente antes de la floración. Entre las prácticas que favorecen el cultivo y crean ambientes desfavorables para el crecimiento de las malezas se puede realizar la rotación de cultivos, densidad de siembra adecuada, deshierba manual con azadón hasta el inicio de la floración (la primera a los 15 días después de la siembra y la segunda 10 días después de primera limpia), machete u otras herramientas después de la floración, deshierba mecánica (cultivadora), uso de leguminosas de cobertura (Romero 1990, Escoto 2004).



4.4.5.2 Control biológico

El control biológico clásico se da mediante la introducción de enemigos naturales exóticos. Implica la introducción de un enemigo natural para el control de una especie de maleza exótica, ya establecida y diseminada en el territorio del país. Por lo general, el enemigo natural suele importarse del lugar de origen de la maleza para su introducción en el país en cuestión. Más sin embargo el agente no podrá ser liberado hasta que no se tenga la certeza de su utilidad e inocuidad sobre otros organismos útiles (FAO s.f y FAO/IPPC 2005).

El control biológico por inundación ocurre a través del incremento de las poblaciones de enemigos ya existentes que usualmente no presenta los niveles de abundancia requerida para ejercer el control deseado. Por esta razón su multiplicación se realiza en el ámbito de laboratorio o en instalaciones especializadas para su posterior liberación en el campo. Con este método de control se pueden usar insectos y ácaros pero los patógenos son generalmente los más usados con este procedimiento.

Los herbívoros más comunes son los coleópteros, especialmente curculiónidos y crisomélidos (43%), lepidópteros (32%), moscas (14%) y heterópteros (7%), (Wiedenmann 2007). Debido a que los herbívoros pueden ser también plagas, es crítico que cualquier agente potencial sea analizado para garantizar su seguridad.

Algunas especies de animales vertebrados se han utilizados contra las malezas (ovejas, cabras, peces), pero estos son usualmente generalistas que pueden causar problemas. Por ello es importante investigar y conocer la existencia local de organismos útiles para el control de malezas de importancia (FAO s.f y FAO/IPPC 2005).

A pesar de todo el proceso de control biológico de la maleza no es rápido. Existen un número de pasos (Harley y Forno 1992) que tienen que ser seguidos para maximizar el éxito del proyecto y garantizar la seguridad de cualquier agente introducido.

4.4.5.3 Control químico

Es un medio más en el manejo de las malezas y es un complemento de las prácticas culturales. Se le considera como el último eslabón del manejo integral de las malezas y su



empleo debe estar sujeto al costo comparado con los beneficios que aporta para el control de malezas gramíneas y hoja ancha, los productores hacen una aplicación en donde combinan Fluazifop-p-butil y Fomesafen, es importante tener en cuenta la época de crecimiento del cultivo, lo recomendado es cuando la planta tenga entre 5 y 10 cm. De altura, no deben hacerse aplicaciones de productos químicos una vez iniciada la floración (Romero 1990, IICA 2009 y Escoto 2004).

Paraquat: ingrediente activo, conocido comercialmente como Quemaxone 20 SL herbicida con modo de acción post – emergente de contacto, no selectivo. Pertenece al grupo químico de los Bipiridilo, controla un amplio espectro de malezas gramíneas y de hoja ancha en frutales y cultivos bajos, en cualquier época del año. Actúa rápidamente sobre las malezas, resistiendo lluvias que puedan caer entre 30 minutos y una hora después de la aplicación. Controla malezas en condiciones de falta de humedad, baja temperatura y baja luminosidad, se clasifica toxicológicamente como franja amarilla (moderadamente peligroso), la dosis oscila entre 1.5 – 3 l/Ha (FORMUNICA 2012).

Fluazifop-p-butil; ingrediente activo, conocido comercialmente como Fusilade 12.5 EC herbicida con modo de acción sistémico, post–emergente, selectivo. Pertenece al grupo químico de Propanoato arilicoi, controla gramíneas perennes y anuales con un mecanismo de acción en que el producto es rápidamente absorbido por las hojas y partes verdes de la planta, translocándose hasta los puntos de crecimiento más activos que inhiben la “acetil–coa carboxilasa” provocando la detención del crecimiento y posterior muerte de las malezas gramíneas. Sus efectos no son disminuidos por las lluvias ocurridas dos horas después de la aplicación; se clasifica toxicológicamente como franja verde (ligeramente peligroso), su dosis oscila entre 1 – 1.4 l/Ha (VadeAgro 2011; FORMUNICA 2012).

Fomesafen: ingrediente activo; conocido comercialmente como Flex 25 SI herbicida con modo de acción de contacto – sistémico, selectivo, post – emergente pertenece al grupo químico de los Definilo, controla malezas dicotiledóneas (hoja ancha), su mecanismo de acción, la fotosíntesis es alterada por la generación de radicales súper óxidos en los cloroplastos.



V. MATERIALES Y METODOS.

5.1 Ubicación de estudio

El estudio se realizó en dos zonas de la comunidad Chacraseca del departamento de León municipio de León, durante la época de postrera en el ciclo agrícola 2012. La primera zona ubicada en Miramar, sus coordenadas son: 12°26'21.13" N; 86°41'36.4" O, presenta suelo con textura arenosa, con un pH de 7 y una altura de 240 msnm. La segunda zona ubicada en Pedro Araúz sur, sus coordenadas son: 12°25'57.89" N; 86°46'48.19" O, presenta suelo con textura franco arenosa, con un pH de 8 y una altura de 182 msnm. En general la comunidad se caracteriza por presentar precipitación de 211 mm anual, con una temperatura promedio anual de 27 - 29 °C, humedad relativa anual de 67% cuando se registran las temperaturas mayores y de 89% cuando se registran las mayores precipitaciones anuales (MAGFOR 2013).

5.2 Establecimiento del ensayo

La investigación se realizó en el cultivo de frijol con semilla criolla. Se llevó a cabo mediante los siguientes procesos:

5.3 Labores agronómicas

5.3.1 Selección del terreno y siembra

Se seleccionó la finca de la comunidad que haya reportado bajos rendimientos del cultivo, posteriormente se seleccionó el área de siembra. Para la preparación de suelo se hizo un pase de arado a una profundidad de 20-30 cm, la siembra fue directa a una distancia de 40 cm entre surcos y 7 cm entre planta.

Para evitar o reducir el ingreso y la diseminación de una enfermedad foliar de tipo fungoso o viral transmitida por vectores entre cada sub - parcelas, se establecieron barreras vivas de Maíz (*Zea mays*), con esta práctica también se evita el traslape de productos que se puede dar en el momento de las aplicaciones de los plaguicidas en los diferentes tratamientos.



Tabla 1: Tratamientos evaluados en dos fincas productoras de frijol ubicadas en dos comunidades pertenecientes a la comarca Chacraseca

Tratamiento	Productos/dosis ha.		
	Herbicidas.	Insecticidas	Fungicidas.
1	Paraquat 1.0 – 5.5 l	-	Propamocarb 1 – 1.5 l
	Fluazifop – p – butil 1-1.4 + Fomesafen 1 - 1.4 l	Thiametoxam Lambda cihalotrina 140 – 175 ml	Azoxistrobin 120 – 160 g
	Fluazifop – p – butil + fomesafen	Imidacloprid 750 – 1000 g	Sulfato de cobre penta hidratado 1 – 1.5 l
	-	Thiametoxam lambda cihalotrina 140 – 175 ml	Azoxistrobin 120 -160 g
2	Paraquat 1.0 – 5.5 l	-	Propamocarb 1 – 1.5 l
	Femesafen 1 – 1.4 l	Cipermetrina 160 – 350 ml	Carbendazin 0.70 – 1.5 l
	Femesafen 1 – 1.4 l	Clorpirifos 0.8 – 1.2 l	Trichodermaharzianum 427 g
	-	Cipermetrina 160 – 350 ml	Carbendazin 0.70 – 1.5 l
3	Paraquat 1.0 – 5.5 l	-	Trichodermaharzianum 427 g
	Limpieza manual	Neem 2.5 – 5 l	Sulfa calcio ½ litro de caldo sulfa calcio para 20 litros de agua
	Limpieza manual	Neem 2.5 – 5 l	Caldo bordelé 1:1
	-	Neem 2.5 – 5 l	Sulfa calcio ½ litro de caldo sulfa calcio para 20 litros de agua
4	-	-	-

5.3.2 Fertilización

Se aplicó 12-30-10 (2.48 qq/ha), al momento de la siembra, 15 días después se aplicó 46-0-0 (1.42 qq/ha) y fertilizante foliar (0.71- 1 l/Ha).

5.3.3 Cosecha y post-cosecha

Para la cosecha se arrancaron las plantas muestreadas y se colocaron bajo techo para facilitar el secado, una vez cosechado el grano se almacenó en un lugar donde no existiera la influencia de factores bióticos y abióticos que causen reducción en cantidad y calidad del grano (Bustamante 1986).

5.4 Diseño experimental

Se realizó un experimento bifactorial con un arreglo en un diseño completamente aleatorio.



El área total del ensayo midió 192 m², en que se establecieron tres tratamientos más un testigo, cada uno con tres repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales, con extensiones de 16 m², con una densidad poblacional de 531 plantas por repetición, el área útil fue de 9 m², respetando un metro de margen en cada lado de los tratamientos, para cada altura de la zona.

5.5 Tratamientos

5.5.1 Factor A: Altura de las zonas

a₁: 240 msnm.

a₂: 182 msnm.

5.5.2 Factor B: Manejos fitosanitarios

b₁: Se manejará con aplicaciones de plaguicidas químicos A.

b₂: Se manejará con aplicaciones de plaguicidas químicos B.

b₃: Se manejará con aplicaciones de Bioplaguicidas.

b₄: Testigo referencial.

Las aplicaciones se realizarán de manera preventiva con una bomba de presión asperjando los productos sobre el cultivo. Los productos a aplicar en los tratamientos son:

Químicos A: Paraquat (Gramoxone súper 20 SL), Propamocarb (Previmax 72.2 SL), Fluazifop-p-butilb (Fusilade 12.5 EC), Fomesafen (Flex 25 SL), Lambda cihalotrina – Tiametoxam (Engeo 24,7 SC), Azoxistrobina (Amistar 50 WG), (Confidor), Sulfato de cobre pentahidratado (Phyton 24 SC / SA).

Químicos B: Paraquat (Gramoxone súper 20 SL), Propamocarb (Previmax 72.2 SL), Fomesafen (Flex 25 SL), Cipermetrina (Cipermetrina 25 EC), (Carbendazín 50 SC), *Trichoderma harzianum*, Clorpirifos.

Bioplaguicidas: Neem 50 EC, Sulfa cálcico, Caldo Bórdele, *Trichoderma harzianum*.



Siendo la variable de interés el Rendimiento medido en kilogramo por manzana que se obtuvo de la aplicación de los tratamientos.

5.6 Tipos de muestreos

Para la toma de datos de la variable fenología, el muestreo utilizado fue el muestreo aleatorio sistemático, exige, tomar un individuo de la población, pero en lugar de extraer n números aleatorios sólo se extrajo uno tomando como referencia este número (i) teniendo este número de referencia se extrajeron los de más números de la población que fueron los objetos en estudio. Esto se realizó dividiendo el total de la población entre el número de muestras a tomar $k = \frac{N}{n}$. El número i que se empleó como punto de partida que fue un número al azar entre 1 y k .

Para la toma de datos en la dinámica poblacional de insecto, el muestreo utilizado fue aleatorio. Todos los muestreos se realizaron una vez por semana.

Todos los muestreos se realizaron una vez por semana.

5.7 Análisis de datos

Se realizó con el programa SPSS v19 para realizar comparaciones de rangos múltiples de Duncan y de Scheffé con una significancia del 5%



VI. RESULTADOS

Evaluando los datos proporcionados por el Laboratorio de Fitopatología de la UNAN León, se estudió el efecto de los manejos fitosanitarios mediante estadísticos descriptivos, se realizaron tablas de comparaciones de medias de rangos múltiples entre los tratamientos evaluados.

Para el análisis de varianza del Diseño bifactorial en un arreglo completamente aleatorio, se plantearon las siguientes hipótesis para el estudio:

H_0 : Todas las alturas en metros sobre el nivel del mar tienen el mismo efecto en el promedio en los rendimientos de las plantas de frijol.

H_1 : Al menos una de las alturas en metros sobre el nivel del mar produce diferente efecto en los promedios de rendimientos de las plantas.

H_0 : Todos los manejos fitosanitarios tienen el mismo efecto en el promedio en los rendimientos de las plantas de frijol.

H_1 : Al menos un par de manejos fitosanitarios produce un diferente efecto en los promedios de rendimientos de las plantas.

H_0 : No existe efecto de la combinación entre los niveles de las alturas en msnm y los manejos fitosanitarios efecto en el promedio en los rendimientos de las plantas de frijol.

H_1 : Al menos una de las combinaciones entre los niveles de las alturas en msnm y los manejos fitosanitarios produce diferente efecto en los promedios de rendimientos de las plantas.



6.1 Efecto de las alturas de las zonas en msnm y los manejos fitosanitarios en las alturas en cm de las plantas de Frijol.

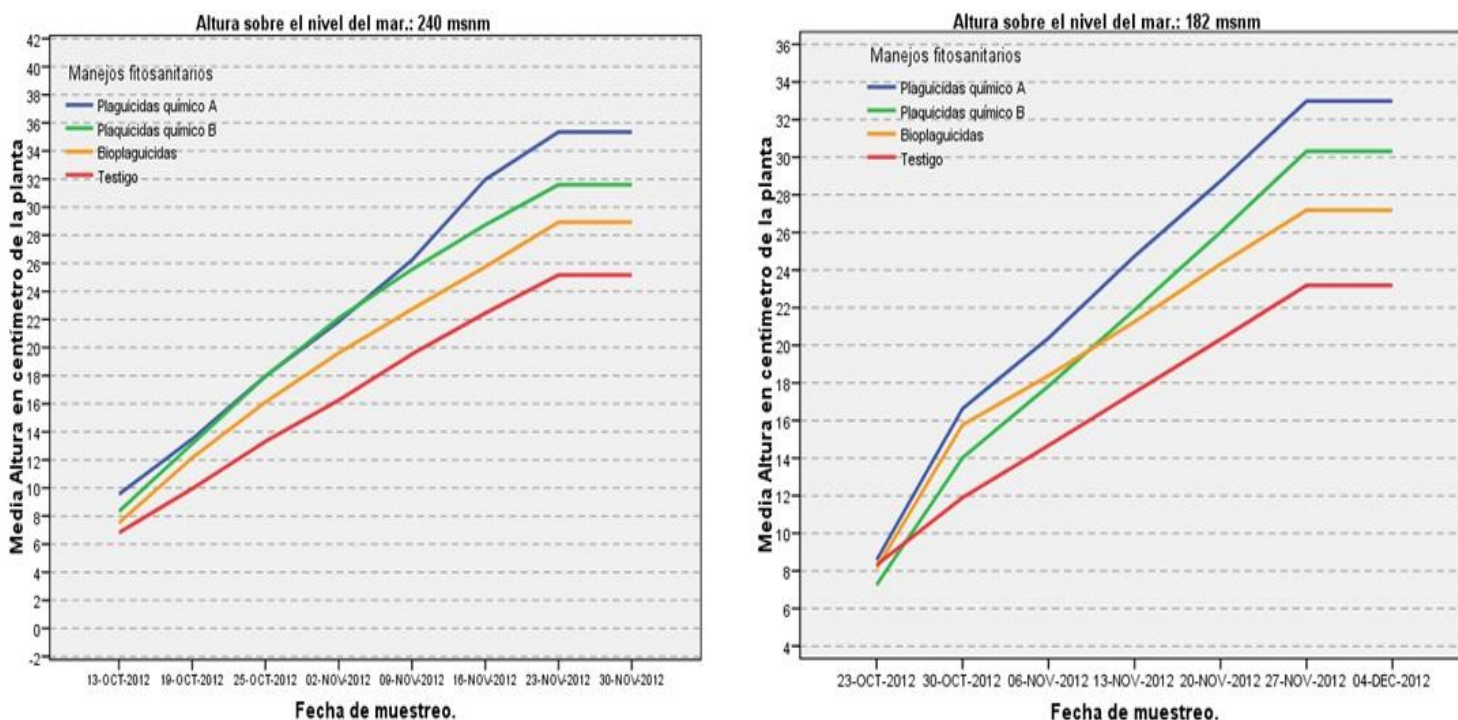


Ilustración 1: Promedio de altura en cm de las plantas de frijol en las diferentes fechas de muestreo para la altura de las zonas y manejos fitosanitarios.

En el caso de los resultados obtenidos en la Ilustración 1, se puede observar que a mayor altura sobre el nivel del mar será la altura de las plantas y el manejo que obtuvo mejores resultados en cuanto a la altura de las plantas es el Plaguicida químico A seguido por el Plaguicida Químico B en ambas alturas sobre el nivel del mar. El incremento de la altura de las plantas a una altura de 240 msnm fue creciendo con una tendencia lineal en el transcurso de las fechas de muestreo hasta llegar a la séptima fecha de muestreo que la planta detuvo su crecimiento.

Tabla2: Estadísticos descriptivos de la altura en cm de las plantas de frijol para la altura de la zona y manejos fitosanitarios

Altura de la zona	Manejo fitosanitario	N	Mínimo.	Máximo.	Media	Desv. Típ.
240 msnm	Plaguicida químico A	30	6	43	23.97	10.491
	Plaguicida químico B	30	5	39	22.38	9.569
	Bioplaguicida	30	4	44	20.22	9.717
	Testigo	30	4	33	17.33	7.490



182 msnm	Plaguicida químico A	30	5	42	23.58	9.576
	Plaguicida químico B	30	5	39	21.09	8.846
	Bioplaguicida	30	5	36	20.32	7.396
	Testigo	30	5	30	17.01	6.244

En relación con el incremento en las diferentes alturas en metros sobre el nivel del mar observamos que el incremento en la altura de las planta no fue mucha ya que en los promedios para las alturas obtuvimos a una altura de 240 msnm un promedio de 30.26 cm y a una altura de 182 msnm se obtuvo un promedio de 28.42 cm (ver anexo tabla 7). Estos promedios lo confirman las estimaciones robustas (ver anexo tabla8)

En la verificación de los supuestos de homogeneidad de varianza y de normalidad rechazamos la hipótesis nula de homogeneidad de varianza y normalidad de los datos. (Ver anexo tablas 9 y 10)

Tabla3: Subconjuntos homogéneos para la altura en cm de las plantas de frijol para de los manejos fitosanitarios

Manejos fitosanitarios	Altura en cm	Subconjuntos homogéneos según Duncan	Subconjuntos homogéneos según Scheffé
Plaguicida químico A	23.79	a	a
Plaguicida químico B	21.78	b	b
Bioplaguicidas	20.27	c	b
Testigo	17.18	d	c

En la prueba de Duncan se formaron 4 subconjuntos homogéneos (ver anexo tabla 22) para obtener la tabla de subconjuntos homogéneos, el manejo fitosanitario que obtuvo mejores alturas en cm fue el químico A, esto se debió a que controlo mejor a las enfermedades que afectan a las plantas del cultivo de frijol. En prueba de Scheffé se formaron 3 subconjuntos homogéneos, el plaguicida químico B y el bioplaguicida obtuvieron similares promedios de alturas en cm.

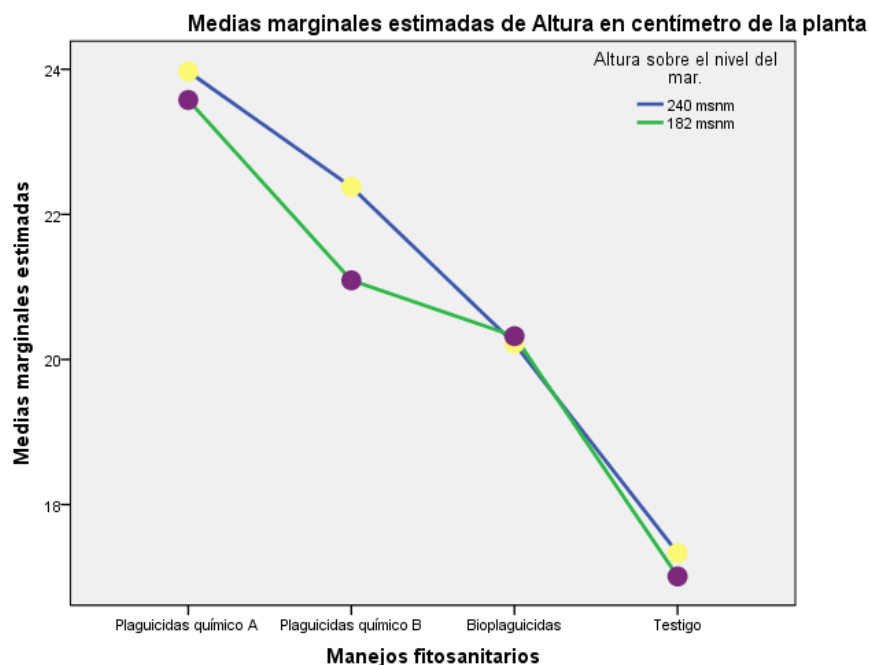


Ilustración 2: Diagrama de perfil de las alturas en cm de las plantas de frijol para los manejos fitosanitarios.

En la ilustración 2 podemos observar que a una altura de 240 msnm se obtuvieron los mayores alturas en cm de las plantas de frijol, también que en ambas alturas de la zona el manejo fitosanitario que obtuvo mejores alturas en cm de las plantas fue el plaguicida químico A. el Bioplaguicida obtuvo similares alturas en ambas alturas de la zona.

6.2 Efecto de la altura de la zona en msnm y manejos fitosanitarios en el rendimiento de las plantas de frijol.

Tabla4: Estadísticos descriptivo del rendimiento en qq/Mz para las alturas de las zonas en combinación de los manejos fitosanitarios

Altura de la zona	Manejo fitosanitario	N	Mínimo.	Máximo.	Media	Desv. Típ.
240 msnm	Plaguicida químico A	30	20.11	26.78	22.9467	2.86082
	Plaguicida químico B	30	12.73	16.46	14.6600	1.55162
	Bioplaguicida	30	9.04	12.25	10.7700	1.34495
	Testigo	30	2.81	5.00	3.7000	0.95596
182 msnm	Plaguicida químico A	30	8.20	23.70	16.5533	6.49427
	Plaguicida químico B	30	6.04	12.11	9.7233	2.68742
	Bioplaguicida	30	10.37	10.75	10.5367	0.16132
	Testigo	30	2.24	2.63	2.4333	0.16196



En la Tabla 3, nos muestra los promedios del plaguicida químico A obtuvo mejores efectos en el control de enfermedades para tener un mayor rendimiento promedio en ambas alturas de las zonas sobre el nivel del mar.

Antes de proceder a realizar el análisis de varianza obtuvimos el análisis de homogeneidad de varianza en el cual nos dio que la significancia para la prueba de Levene $p < 0.05$ por lo que podemos rechazar la hipótesis nula sobre homogeneidad de varianza. En la prueba de normalidad de Kolmogorov $p < 0.05$ podemos rechazar hipótesis nula sobre la normalidad de los datos. Por lo que no cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza (Ver anexo tabla 34 y 35)

Tabla5: Análisis de varianza sobre el efecto de la altura de la zona en msnm y los manejos fitosanitarios en el rendimiento del cultivo de frijol

Variable dependiente: Rendimiento qq/Mz

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	9424,579(a)	7	1346,368	171,609	,000
Intersección	31274,817	1	31274,817	3986,300	,000
Factor_manejo	8421,014	3	2807,005	357,782	,000
Factor_Altura	617,283	1	617,283	78,679	,000
Factor_manejo * Factor_Altura	386,281	3	128,760	16,412	,000
Error	1820,173	232	7,846		
Total	42519,569	240			
Total corregida	11244,752	239			

a R cuadrado = ,838 (R cuadrado corregida = ,833)

En la Tabla 4 nos presenta los resultados del análisis de varianza del diseño bifactorial con un arreglo en base al diseño completamente aleatorio, donde obtuvimos que la significancia tanto para los factores manejo fitosanitario, altura sobre el nivel del mar y la combinación de ambos dio $p < 0.05$ por lo tanto concluimos que rechazamos la hipótesis nula sobre la igualdad de los tratamientos, y combinaciones, por lo que procedimos a calcular las comparaciones de rangos múltiples de Duncan y Scheffé.



Tabla6: Subconjuntos homogéneos para el rendimiento de los manejos fitosanitarios

Manejos fitosanitarios	Rendimiento en qq/Mz	Subconjuntos homogéneos.
Plaguicida químico A	19.7500	a
Plaguicida químico B	12.1917	b
Bioplaguicidas	10.6533	c
Testigo	3.0667	d

En ambas pruebas estadísticas se formaron 4 subconjuntos homogéneos (ver anexo tabla 36) para obtener la tabla de subconjuntos homogéneos, el manejo fitosanitario que obtuvo mejores rendimientos fue el químico A, esto se debió a que controló mejor a las enfermedades que afectan a las plantas del cultivo de frijol, en ambas alturas de la zona como lo veremos a continuación en la ilustración 2 de gráficos de las medias.

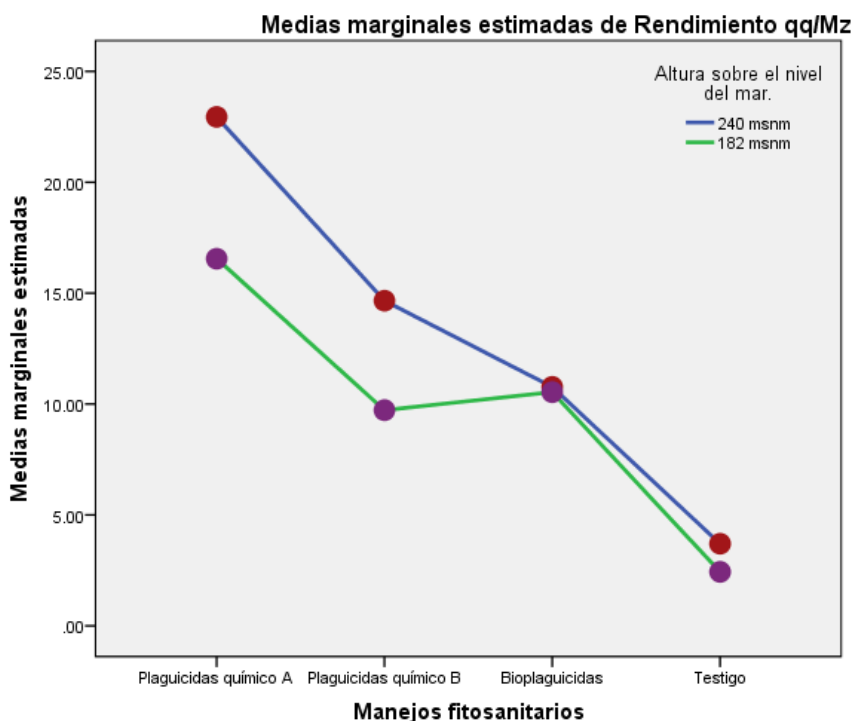


Ilustración 3: Efecto de la combinación de las alturas de las zonas y los manejos fitosanitarios sobre el rendimiento en qq/Mz del cultivo de frijol.

En la ilustración 3 podemos observar que a una altura de 240 msnm se obtuvieron los mayores rendimientos, también que en ambas alturas sobre el nivel del mar el manejo fitosanitario que obtuvo mejores rendimientos fue el plaguicida químico A. el Bioplaguicida obtuvo mejores rendimientos a una altura menor.

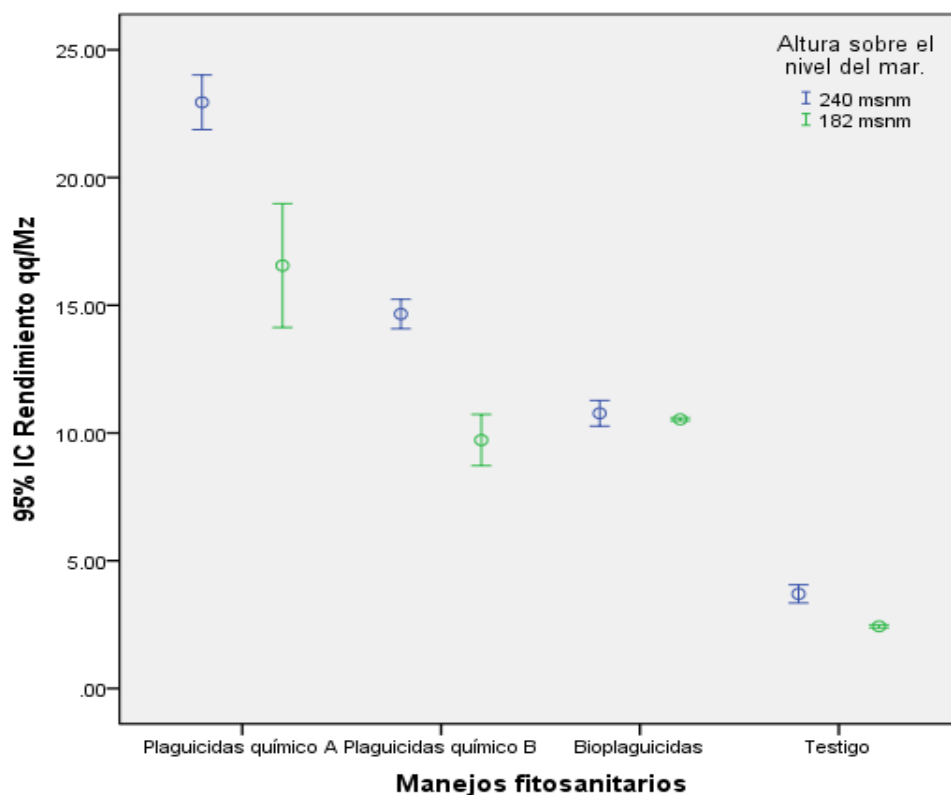


Ilustración 4: Diagrama de barras de error, variación del rendimiento del cultivo de frijol según la altura de las zonas y manejos fitosanitarios.

En la Ilustración 4 podemos observar cambios importantes en la distribución de los rendimientos para la altura de la zona según los manejos fitosanitarios, siendo el plaguicida químico A el que obtuvo mejores resultados.

Al realizar un análisis individual para cada uno de los manejos fitosanitarios, la significancia de las pruebas de normalidad de Kolmogorov – Smirnov y de Shapiro – Wilk es de $p < 0.05$ por lo que rechazamos la hipótesis nula de normalidad de los datos, en la prueba de homogeneidad de varianza, la significancia de la prueba de Levene $p < 0.05$ por lo que rechazamos la hipótesis nula de homogeneidad de varianza. En el caso de la altura se realizaron las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza para cada altura de la zona en msnm, obteniendo que la significancia $p < 0.05$ por lo que rechazamos hipótesis nula de normalidad de los datos, en el estadístico de Levene basándonos en la media la significancia fue de $p < 0.05$ por lo que rechazamos hipótesis nula de homogeneidad de varianza (ver anexo tablas 28 y 29).



Tabla7: Significancia estadística de las pruebas T Student para muestras independientes de las alturas de las zonas para los manejos fitosanitarios

		Plaguicida químico A	Plaguicida químico B	Bioplaguicidas	Testigo.
Altura en cm de las plantas.	Se han asumido varianzas iguales	0.680	0.141	0.901	0.000
	No se han asumido varianzas iguales	0.678	0.139	0.899	0.000
Rendimiento qq/Mz	Se han asumido varianzas iguales	0.000	0.000	0.349	0.000
	No se han asumido varianzas iguales	0.000	0.000	0.353	0.000

La tabla 6, nos muestra las significancia estadística de las pruebas T Student para muestras independientes, en el caso de la altura en cm de las plantas de frijol las significancias del plaguicida A, plaguicida B y bioplaguicida $p > 0.05$ por lo que aceptamos la hipótesis nula de igualdad entre tratamientos a las diferentes alturas de le las zonas, en cambio en el caso del testigo la significancia fue de $p < 0.05$ por lo que rechazamos hipótesis nula y concluimos que existe diferencia significativa del testigo en las diferentes alturas de las zonas(Ver anexo tablas de la 14 a la 17).

En el caso del rendimiento del cultivo de frijol, el plaguicida químico A, plaguicida químico B y el testigo en la prueba T Student para muestras independientes obtuvieron una significancia de $p < 0.05$, por lo que rechazamos la hipótesis nula de igualdad entre tratamiento para las diferentes alturas de las zonas, en cambio el bioplaguicida obtuvo una significancia $p > 0.05$ por lo que aceptamos la hipótesis nula de igualdad efecto para las diferentes alturas de las zonas(Ver anexo tablas de la 30 a la 33).



VII. CONCLUSIONES

- ✚ Como los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad de los datos no se cumplieron en esta aplicación de un modelo bifactorial en un arreglo de un diseño completamente aleatorio para la altura de la zona y manejos fitosanitarios, este diseño no es recomendado, porque hubo efecto de otros factores no controlados o no evaluados que influyeron en los resultados de la investigación.

- ✚ En el caso de la altura en centímetro de las plantas, al comparar el efecto de las alturas de las zonas mediante las pruebas T Student para muestras independientes obtuvimos, que hubo un efecto de la altura de la zona en combinación de los manejos fitosanitarios: plaguicida químico A, plaguicida químico B y testigo. Siendo el plaguicida químico A el que obtuvo plantas con mayores alturas a una altura de 240 msnm.

- ✚ En el rendimiento, al comparar el efecto de las altura de la zona y manejos fitosanitarios mediante las pruebas T Student para muestras independientes, obtuvimos que hubo un efecto de la altura de la zona y del manejo fitosanitario, el plaguicida químico A es el que obtuvo mayores rendimientos en ambas alturas de las zonas.



VIII. RECOMENDACIONES

- ✚ Recomendamos antes de realizar este tipo de experimento contar con el apoyo o asesoramiento de un estadístico para el planteamiento, aplicación en campo y procesamiento de datos del experimento y de esta forma garantizar que los resultados que se obtengan puedan ser analizados de forma correcta.
- ✚ Mejorar la fórmula para el bioplaguicida para poder obtener mejores resultados en el control de enfermedades y así obtener mayores rendimientos en el cultivo de frijol.
- ✚ Para futuras investigaciones, tomar en cuenta el tipo de suelo, nutrientes del mismo y pendiente de la zona, para mejorar el diseño.
- ✚ Considerar el asocio de cultivos para mejorar las condiciones del suelo.



IX. BIBLIOGRAFIA

- ✚ Acevedo, C. 1996. Periodo crítico de competencia entre el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y coyolillo (*Cyperus rotundus* L.). Tesis Ing. Agrónomo. FAGRO-UNA. Managua, NI.
- ✚ Arauz, F. 1998. Fitopatología, un enfoque agroecológico. San José. CR. Editorial la universidad de Costa Rica.
- ✚ Arias, CL Ed. 1970. Programa cooperativo centroamericano: para el mejoramiento de cultivo alimenticio. Antigua, Guatemala. IICA. 180 p
- ✚ Chávez, NF; Araya, C. 2012. Pérdidas causadas por el amachamiento del frijol (*Aphelonchoides besseyi* Christie) y reacción del germoplasma comercial. (en línea) Agronomía Mesoamericana. no. 1. Consultado 11 abr. 2013. Disponible en http://www.mag.go.cr/rev_meso/v23n01_001.pdf
- ✚ CIAT 1982. (Centro Internacional de agricultura Tropical, CO). La mancha angular del frijol y su control: guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad auditorial sobre el mismo tema. (en línea). Cali, CO. CIAT. Disponible en <http://books.google.com.ni/books?id=xbq3RrZhb3oC&printsec=frontcover&dq=mancha+angular&hl=es&sa=X&ei=Rl5sUeGQN7HJ0gHt5YAI&ved=0CC8Q6AEwAA>
- ✚ CNIGB (Centro Nacional de Investigación en Granos Básicos, NI). 1991. Guía tecnológica: para la producción de frijol: el frijol común. Managua, NI. El amanecer. 59 p.
- ✚ Escoto, ND. 2004. El cultivo del frijol: manual técnico para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. Ed. E Fúnez. Tegucigalpa, HN. s.e. 36 p
- ✚ FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). s. f. Recomendaciones para el manejo de malezas. s.n.t. 54 p.
- ✚ FENALCE (Federación Nacional de Cerealistas, CO). 2010. El cultivo del frijol. (en línea). El cerealista no. 93. Consultado 20 abr. 2012. Disponible en http://www.fenalce.org/arch_public/frijol93.pdf
- ✚ FORMUNICA. 2012. Portafolio de productos. (en línea) Nicaragua. s.n.t. Consultado 11 abr. 2013. Disponible en <http://web.formunica.com/inicio.asp>



- ✚ IICA (Instituto Iberoamericano de Cooperación para la Agricultura, CR)/CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2003. Redacción de referencias bibliográficas: normas técnicas del IICA y CATIE. 4. ed. Costa Rica. s. e. 28 p.
- ✚ INFOAGRO (Información agrícola, ES), 2011. El cultivo de judía. (en línea). Madrid, ES. Consultado 20 abr. 2012. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/judia.htm>
- ✚ INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2011. Cultivo del frijol. 2. ed. s.n.t. 8 p.
- ✚ IPPC. 2005. Directrices para la Exportación, el Envío, la Importación y Liberación de Agentes de Control Biológico y Otros Organismos Benéficos. Informe, Publicación no. 3, Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, FAO, Rome
- ✚ Leyva, M; Pachón H; Chaveco O; Permuy N; Ferray, T; Caballero, N; García, E. 2010. Evaluación sensorial de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) mejorado nutricionalmente en dos comunidades cubanas. (en línea). Agronomía Mesoamericana. no. 2. Consultado 11 abr. 2013. Disponible en http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212010000200007&script=sci_arttext
- ✚ Montgomery, D. Diseño y Análisis de experimento. Grupo editorial Iberoamérica (1991).
- ✚ Ostle, B Estadísticas Aplicadas, cuando y donde aplicarla. Editorial Limusa. México (1983)
- ✚ Paz, T; Flores, S; Delmelle, G. 2007. Informe de cadena de frijol rojo en Nicaragua. (en línea). Consultado 20 abr. 2012. Disponible <http://www.ruta.org/downloads/CDCAFTA/documentos/ni/InformeFinalCadenaDeFrijolNicaragua.pdf>
- ✚ Pedroza, H. Fundamentos de Experimentación Agrícola. Editorial de Arte (1983)
- ✚ Pedroza, H; Dicovskyi, L. 2006. Sistemas de análisis estadístico con SPSS. Ed. E Rodríguez. Managua, NI. IICAINTA. 167 p.
- ✚ Peña, S de R D. Estadística. Primera y segunda edición. Alianza Editorial (1995)
- ✚ Pérez, M. 1987. Métodos para el registro de malezas en áreas cultivadas: programa de protección de cultivos de la RIATFAO. Managua, NI. 120 p



- ✚ Ríos, MJ; Quiroz, JE; Arias, JH. 2003. Frijol. Recomendaciones generales para su siembra y manejo. (en línea) Antioquia, CO. Impresos Begón Ltda. (en línea). Costa Rica. CIAT. Consultado 9 ene. 2013. Disponible <http://books.google.com.ni/books?id=ZiXT4hxZIEgC&pg=PA33&dq=frijol&hl=es&sa=&ei=BStoUbudLIjy9gSjl4GABA&ved=0CD8Q6AEwAw>
- ✚ Romero, D; Alemán, F. 1990. Determinación de dosis y momento óptimo de aplicación de los herbicidas *fomesafeny fluazifop-butil* en el control post-emergente de malezas en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Sanidad vegetal. 2231 p.
- ✚ Romero, PI. 2012. Técnicas de muestreo. Departamento de probabilidad y estadística. IIMAS. UNAM. 19 P
- ✚ Ruíz, MA; Montiel, MA. 2008. PRODESSA: “Un proceso dinámico que permite la interacción entre productores y profesionales, permitiendo diseñar estrategias cercana a la realidad rural”. (USB). León, NI. s.n.t. 1 documento en Word, 27.2 KB
- ✚ Sariol, B. 1986. Metodología para la determinación de períodos críticos de competencia entre plantas indeseables y plantas cultivadas. Centro agrícola. 38-44 p
- ✚ VadeAgro (Vademécum Agrícola). 2011. Catálogo de productos químicos para Centro América, Panamá y República Dominicana. (en línea). EDIFARM. Consultado 11 abr. 2013. Disponible en <http://www.edifarm.com.ec/ConsultasEnLinea/Paginas/quickMedAgroCa.html>



X. ANEXOS

Anexo 1: Resultados de la altura en cm de las plantas de frijol para los factores altura de las zonas y manejos fitosanitarios.

Tabla8: Estadísticos descriptivos de la altura de las plantas de frijol para las diferentes alturas de las zonas.

			Estadístico		Error típ.	
			Altura sobre el nivel del mar.		Altura sobre el nivel del mar.	
			240 msnm	182 msnm	240 msnm	182 msnm
Altura en centímetro de la planta	Media		30,26	28,42	,447	,389
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	29,38	27,65		
		Límite superior	31,14	29,18		
	Media recortada al 5%		30,35	28,40		
	Mediana		30,00	28,50		
	Varianza		47,883	36,344		
	Desv. típ.		6,920	6,029		
	Mínimo		16	14		
	Máximo		44	42		
	Rango		28	28		
	Amplitud intercuartil		11	9		
	Asimetría		-,263	,115	,157	,157
	Curtosis		-,794	-,472	,313	,313

Tabla9: Estimadores robustos M de la altura en cm de las plantas de frijol para la altura de las zonas.

	Altura sobre el nivel del mar.	Estimadores-M			
		Estimador-M de Huber ^a	Biponderado de Tukey ^b	Estimador-M de Hampel ^c	Onda de Andrews ^d
Altura en centímetro de la planta	240 msnm	20.55	20.62	20.68	20.62
	182 msnm	20.30	20.15	20.27	20.15

a. La constante de ponderación es 1.339.

b. La constante de ponderación es 4.685.

c. Las constantes de ponderación son 1.700, 3.400 y 8.500.

d. La constante de ponderación es $1.340 \cdot \pi$.



Tabla10: Pruebas de normalidad de los datos de la altura en cm de las plantas de frijol para la altura de las zonas.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Altura sobre el nivel del mar.		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura en centímetro de la planta	240 msnm	.067	960	.000	.969	960	.000
	182 msnm	.044	840	.001	.983	840	.000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Tabla11: Prueba de Homogeneidad de varianza de la altura en cm de las plantas de frijol para las alturas de las zonas.

		Prueba de homogeneidad de la varianza			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Altura en centímetro de la planta	Basándose en la media	20.554	1	1798	.000
	Basándose en la mediana.	19.322	1	1798	.000
	Basándose en la mediana y con gl corregido	19.322	1	1790.858	.000
	Basándose en la media recortada	20.540	1	1798	.000

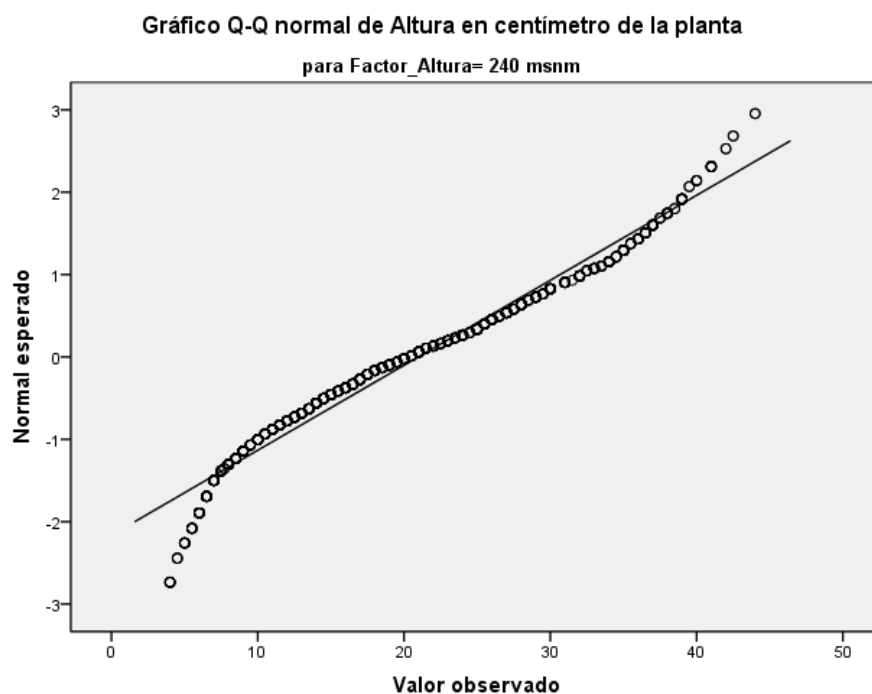


Ilustración 5: Diagrama Q-Q normal de la altura en cm de las plantas de frijol para la altura de la zona de 240 msnm.

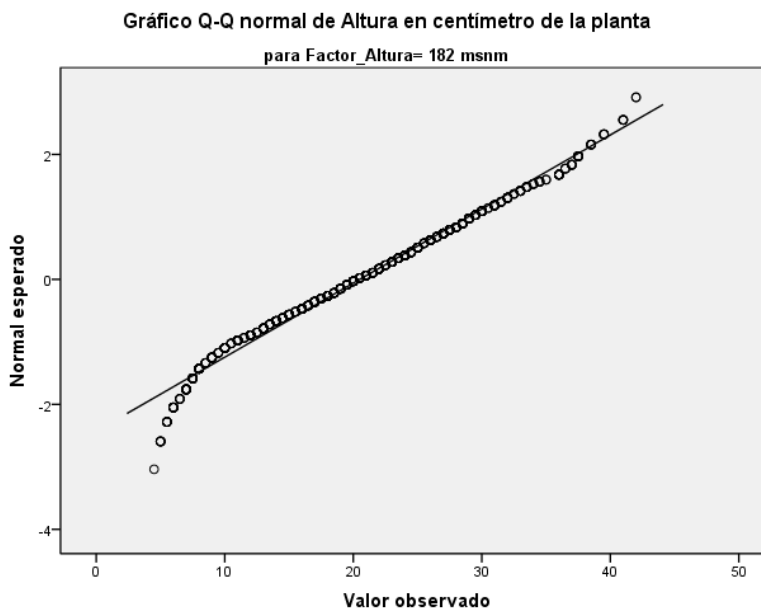


Ilustración 6: Diagrama Q-Q normal de la altura en cm de las plantas de frijol para altura de la zona de 182 msnm.

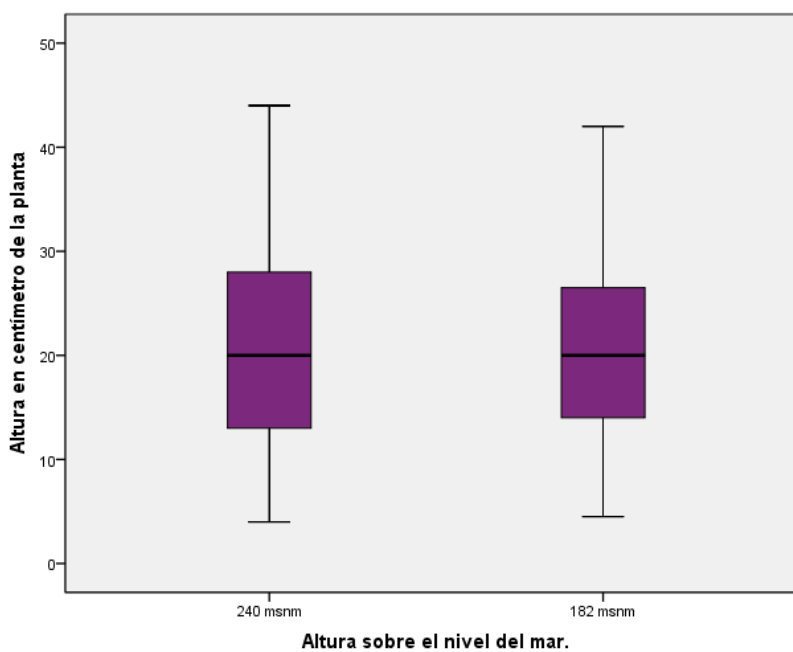


Ilustración 7: Diagrama de cajas de las alturas en cm de las plantas de frijol para la altura de las zonas.



Tabla12: Estimadores robustos M de la altura en cm de las plantas de frijol para los manejos fitosanitarios.

Estimadores-M					
	Manejos fitosanitarios	Estimador-M de Huber ^a	Biponderado de Tukey ^b	Estimador-M de Hampel ^c	Onda de Andrews ^d
Altura en centímetro de la planta	Plaguicidas químico A	23.80	23.80	23.80	23.80
	Plaguicidas químico B	21.90	21.85	21.82	21.85
	Bioplaguicidas	20.23	20.16	20.13	20.16
	Testigo	17.02	17.02	17.07	17.02

- a. La constante de ponderación es 1.339.
 b. La constante de ponderación es 4.685.
 c. Las constantes de ponderación son 1.700, 3.400 y 8.500.
 d. La constante de ponderación es $1.340 \cdot \pi$.

Tabla13: Pruebas de normalidad para la altura en cm de las plantas de frijol para los manejos fitosanitarios.

Pruebas de normalidad							
Manejos fitosanitarios		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura en centímetro de la planta	Plaguicidas químico A	.067	450	.000	.964	450	.000
	Plaguicidas químico B	.069	450	.000	.968	450	.000
	Bioplaguicidas	.061	450	.000	.981	450	.000
	Testigo	.068	450	.000	.974	450	.000

- a. Corrección de la significación de Lilliefors

Tabla14: Prueba de homogeneidad de varianza de la altura en cm de las plantas de frijol para los manejos fitosanitarios.

Prueba de homogeneidad de la varianza						
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.	
Altura en centímetro de la planta	Basándose en la media	2.170	3	1796	.090	
	Basándose en la mediana.	1.421	3	1796	.235	
	Basándose en la mediana y con gl corregido	1.421	3	1765.187	.235	
	Basándose en la media recortada	1.918	3	1796	.125	

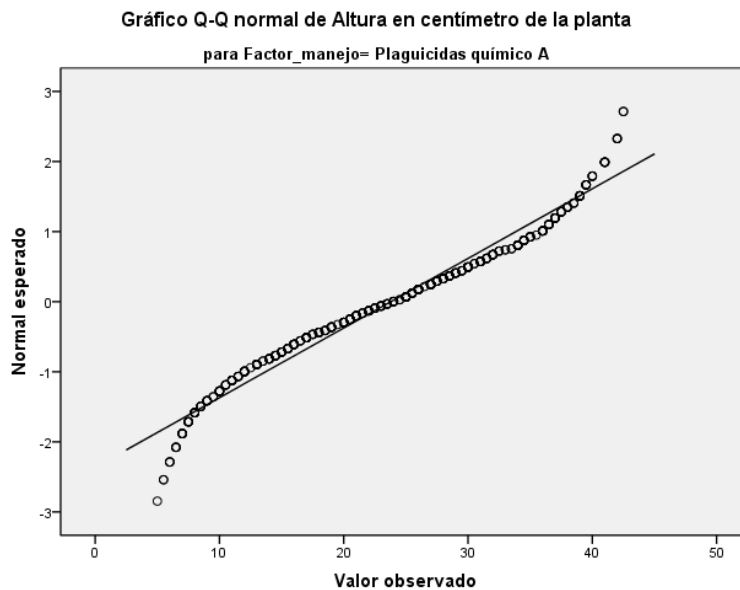


Ilustración 8: Diagrama Q-Q normal de la altura en cm de las plantas de frijol para el manejo fitosanitario plaguicida químico A.

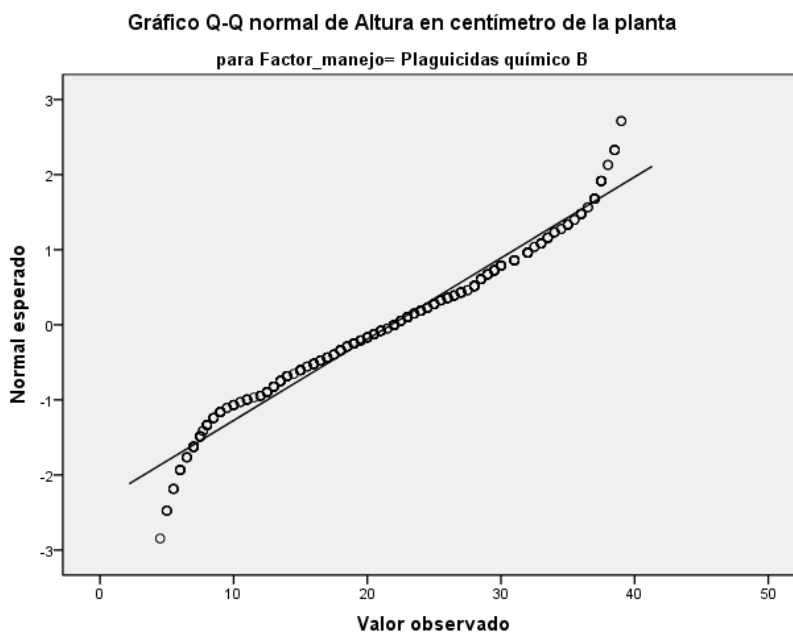


Ilustración 9: Diagrama Q-Q normal de la altura en cm de las plantas de frijol para el manejo fitosanitario plaguicida químico B.

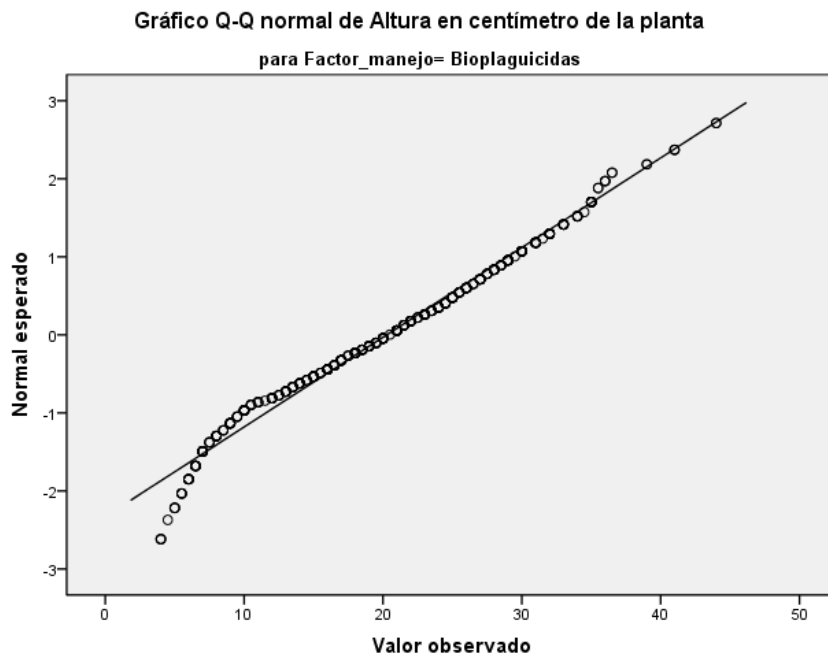


Ilustración 10: Diagrama Q-Q normal de la altura en cm de las plantas de frijol para el manejo fitosanitario bioplaguicida.

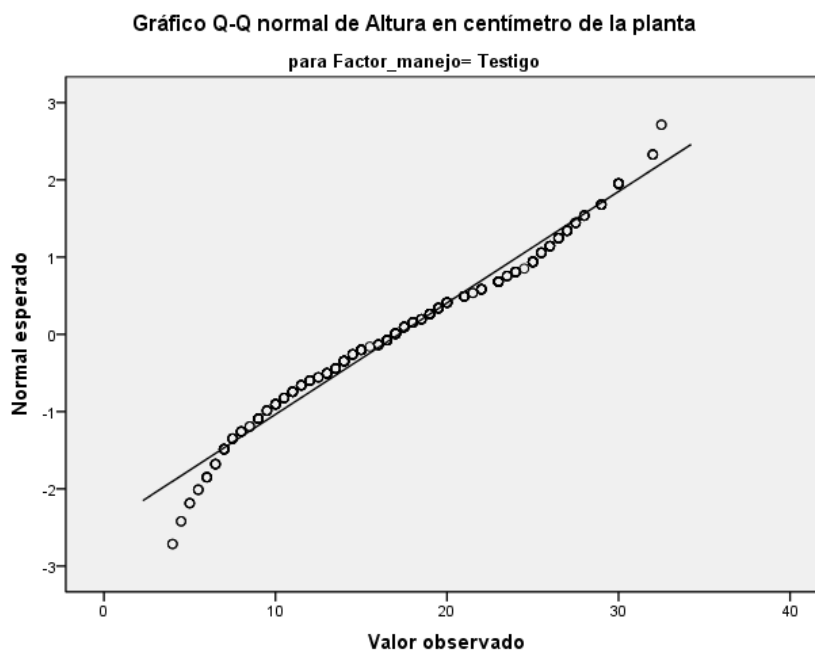


Ilustración 11: Diagrama Q-Q normal de la altura en cm de las plantas de frijol para el manejo fitosanitario testigo.

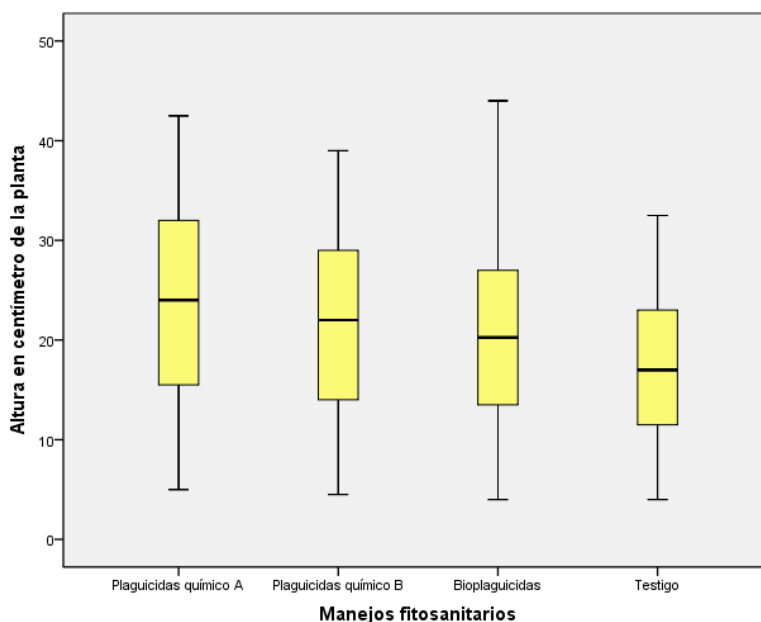


Ilustración 12: Diagrama de cajas de las alturas en cm de las plantas de frijol para los manejos fitosanitarios.

Tabla15: Prueba T Student para muestras independientes de la altura de las plantas para las alturas de las zonas para el manejo plaguicida químico A.

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Altura en centímetro de la planta	Se han asumido varianzas iguales	5.144	.024	.412	448	.680	.393	.952	-1.478	2.263
	No se han asumido varianzas iguales			.415	447.188	.678	.393	.946	-1.467	2.252

a. Manejos fitosanitarios = Plaguicidas químico A



Tabla16: Prueba T Student para muestras independientes de la altura de las plantas para las alturas de las zonas para el manejo plaguicida químico B.

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Altura en centímetro de la planta	Se han asumido varianzas iguales	4.133	.043	1.476	448	.141	1.288	.873	- .427	3.004
	No se han asumido varianzas iguales			1.483	446.633	.139	1.288	.868	- .418	2.995

a. Manejos fitosanitarios = Plaguicidas químico B

Tabla17: Prueba T Student para muestras independientes de la altura de las plantas para las alturas de las zonas para el manejo bioplaguicida.

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Altura en centímetro de la planta	Se han asumido varianzas iguales	21.928	.000	-.125	448	.901	-.103	.823	-1.720	1.515
	No se han asumido varianzas iguales			-.127	439.789	.899	-.103	.809	-1.692	1.487

a. Manejos fitosanitarios = Bioplaguicidas

Tabla18: Prueba T Student para muestras independientes de la altura de las plantas para las alturas de las zonas para el manejo testigo.

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Altura en centímetro de la planta	Se han asumido varianzas iguales	9.956	.002	.491	448	.624	.322	.655	-.966	1.610
	No se han asumido varianzas iguales			.497	446.977	.620	.322	.648	-.951	1.595

a. Manejos fitosanitarios = Testigo



Tabla19: Estadísticos descriptivos de la altura en cm de las plantas para la altura de las zonas y manejos fitosanitarios.

Estadísticos descriptivos
Variable dependiente: Altura en centímetro de la planta

Altura sobre el nivel del mar.	Manejos fitosanitarios	Media	Desviación típica	N
240 msnm	Plaguicidas químico A	23.97	10.491	240
	Plaguicidas químico B	22.38	9.569	240
	Bioplaguicidas	20.22	9.717	240
	Testigo	17.33	7.490	240
	Total	20.97	9.693	960
182 msnm	Plaguicidas químico A	23.58	9.576	210
	Plaguicidas químico B	21.09	8.846	210
	Bioplaguicidas	20.32	7.396	210
	Testigo	17.01	6.244	210
	Total	20.50	8.437	840
Total	Plaguicidas químico A	23.79	10.065	450
	Plaguicidas químico B	21.78	9.251	450
	Bioplaguicidas	20.27	8.702	450
	Testigo	17.18	6.931	450
	Total	20.75	9.129	1800

Tabla20: Prueba de homogeneidad de varianza de la altura en cm de las plantas de frijol.

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error^a

Variable dependiente: Altura en centímetro de la planta

F	gl1	gl2	Sig.
18.430	7	1792	.000

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intersección + Factor_Altura + Factor_manejo + Factor_Altura * Factor_manejo

Tabla21: Prueba de normalidad de Kolmogorov - Smirnov para la altura en de las plantas de frijol.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Altura en centímetro de la planta
N		1800
Parámetros normales ^{a,b}	Media	20.75
	Desviación típica	9.129
Diferencias más extremas	Absoluta	.055
	Positiva	.055
	Negativa	-.037
Z de Kolmogorov-Smirnov		2.316
Sig. asintót. (bilateral)		.000

- a. La distribución de contraste es la Normal.
b. Se han calculado a partir de los datos.



Tabla22: Análisis de varianza para la altura en cm de las plantas de frijol para la altura de la zona y manejos fitosanitarios

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Altura en centímetro de la planta

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	10674.372 ^a	7	1524.910	19.622	.000
Intersección	770593.335	1	770593.335	9915.503	.000
Factor_Altura	101.067	1	101.067	1.300	.254
Factor_manejo	10370.325	3	3456.775	44.480	.000
Factor_Altura * Factor_manejo	114.847	3	38.282	.493	.687
Error	139267.095	1792	77.716		
Total	925157.330	1800			
Total corregida	149941.467	1799			

a. R cuadrado = .071 (R cuadrado corregida = .068)

Tabla23: Prueba de rangos múltiples de Duncan y Scheffé de los promedios de altura en cm para los manejos fitosanitarios.

Altura en centímetro de la planta

Manejos fitosanitarios	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Duncan ^{a,b} Testigo	450	17.18			
Bioplaguicidas	450		20.27		
Plaguicidas químico B	450			21.78	
Plaguicidas químico A	450				23.79
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Scheffe ^{a,b} Testigo	450	17.18			
Bioplaguicidas	450		20.27		
Plaguicidas químico B	450		21.78		
Plaguicidas químico A	450			23.79	
Sig.		1.000	.086	1.000	

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos. Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 77.716.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 450.000

b. Alfa = .05.

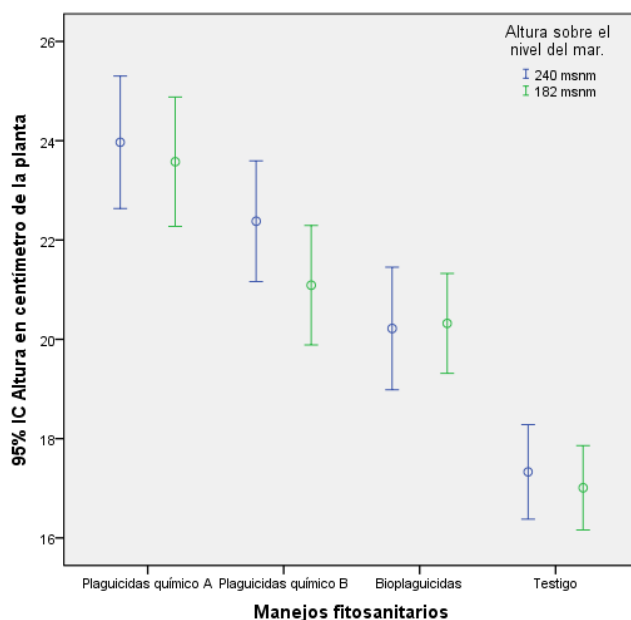


Ilustración 13: Diagrama de perfil de las alturas en cm de las plantas de frijol para los manejos fitosanitarios.

Anexo 2: Resultados del rendimiento del cultivo de frijol en quintales por manzana para los factores altura de las zonas y manejos fitosanitarios.

Tabla24: Estadísticos descriptivos para el rendimiento del cultivo de frijol.

		Estadístico		Error típ.	
		Altura sobre el nivel del mar.		Altura sobre el nivel del mar.	
		240 msnm	182 msnm	240 msnm	182 msnm
Rendimiento qq/Mz	Media	13,0192	9,8117	,65789	,55803
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	11,7165	8,7067	
		Límite superior	14,3219	10,9166	
	Media recortada al 5%	12,8219	9,4607		
	Mediana	12,4900	10,4300		
	Varianza	51,939	37,368		
	Desv. típ.	7,20686	6,11291		
	Mínimo	2,81	2,24		
	Máximo	26,78	23,70		
	Rango	23,97	21,46		
	Amplitud intercuartil	13,19	8,36		
	Asimetría	,262	,723	,221	,221
	Curtosis	-,813	,110	,438	,438



Tabla25: Estimadores robustos M para el rendimiento del cultivo de frijol.

Estimadores-M					
	Altura sobre el nivel del mar.	Estimador-M de Huber ^a	Biponderado de Tukey ^b	Estimador-M de Hampel ^c	Onda de Andrews ^d
Rendimiento	240 msnm	12.6614	12.6668	12.6611	12.6706
qq/Mz	182 msnm	9.2285	8.4607	8.8903	8.4606

- a. La constante de ponderación es 1.339.
- b. La constante de ponderación es 4.685.
- c. Las constantes de ponderación son 1.700, 3.400 y 8.500.
- d. La constante de ponderación es $1.340 \cdot \pi$.

Tabla26: pruebas de normalidad para el rendimiento del cultivo de frijol.

Pruebas de normalidad							
Altura sobre el nivel del mar.		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento qq/Mz	240 msnm	.117	120	.000	.937	120	.000
	182 msnm	.187	120	.000	.880	120	.000

- a. Corrección de la significación de Lilliefors

Tabla27: Prueba de homogeneidad de varianza para el rendimiento del frijol.

Prueba de homogeneidad de la varianza					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento qq/Mz	Basándose en la media	.956	1	238	.329
	Basándose en la mediana.	.120	1	238	.730
	Basándose en la mediana y con gl corregido	.120	1	230.184	.730
	Basándose en la media recortada	1.120	1	238	.291

Gráfico Q-Q normal de Rendimiento qq/Mz para Factor_Altura= 240 msnm

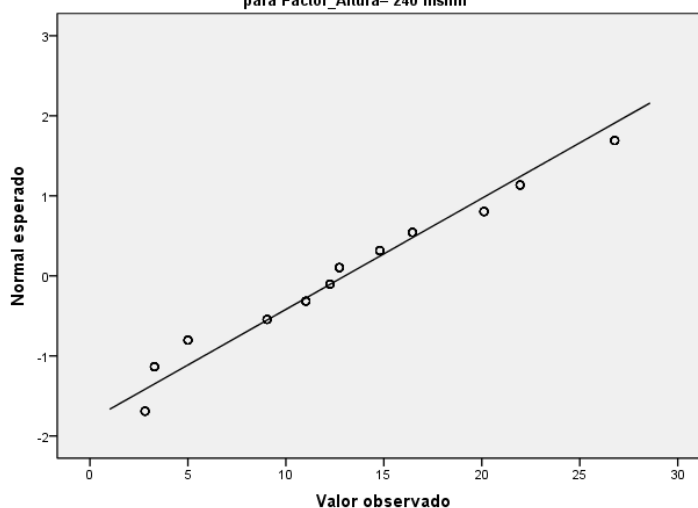


Ilustración 14: Diagrama Q-Q normal del rendimiento del cultivo para la altura de la zona de 240 msnm.

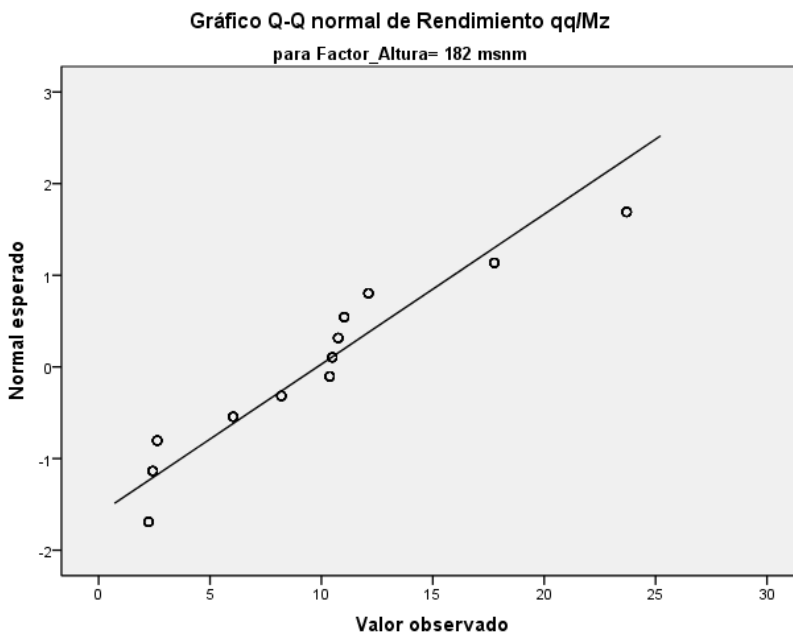


Ilustración 15: Diagrama Q-Q normal del rendimiento del cultivo para la altura de la zona de 182 msnm.

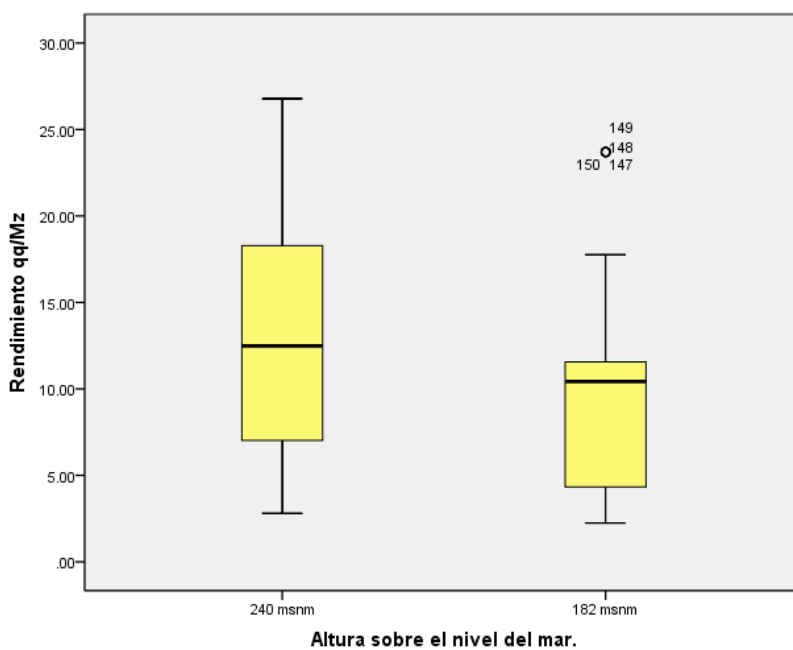


Ilustración 16: Diagrama de cajas del rendimiento del cultivo para la altura de las zonas.



Tabla28: Estimadores robustos M del rendimiento del cultivo de frijol para los manejos fitosanitarios.

Estimadores-M					
	Manejos fitosanitarios	Estimador-M de Huber ^a	Bponderado de Tukey ^b	Estimador-M de Hampel ^c	Onda de Andrews ^d
Rendimiento qq/Mz	Plaguicidas químico A	20.8860	21.9889	21.0897	21.9948
	Plaguicidas químico B	12.6523	13.0536	12.6575	13.0686
	Bioplaguicidas	10.6530	10.6491	10.6498	10.6490
	Testigo	2.7888	2.6628	2.7478	2.6628

- a. La constante de ponderación es 1.339.
 b. La constante de ponderación es 4.685.
 c. Las constantes de ponderación son 1.700, 3.400 y 8.500.
 d. La constante de ponderación es $1.340 \cdot \pi$.

Tabla29: Pruebas de normalidad del rendimiento del cultivo de frijol para los manejos fitosanitarios.

Pruebas de normalidad							
Manejos fitosanitarios		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento qq/Mz	Plaguicidas químico A	.202	60	.000	.839	60	.000
	Plaguicidas químico B	.195	60	.000	.868	60	.000
	Bioplaguicidas	.217	60	.000	.871	60	.000
	Testigo	.275	60	.000	.737	60	.000

- a. Corrección de la significación de Lilliefors

Tabla30: Prueba de homogeneidad de varianza del rendimiento del cultivo de frijol para los manejos fitosanitarios.

Prueba de homogeneidad de la varianza						
		Estadístico de Levene		gl1	gl2	Sig.
Rendimiento qq/Mz	Basándose en la media	14.996	3	236	.000	
	Basándose en la mediana.	8.667	3	236	.000	
	Basándose en la mediana y con gl corregido	8.667	3	160.474	.000	
	Basándose en la media recortada	12.983	3	236	.000	

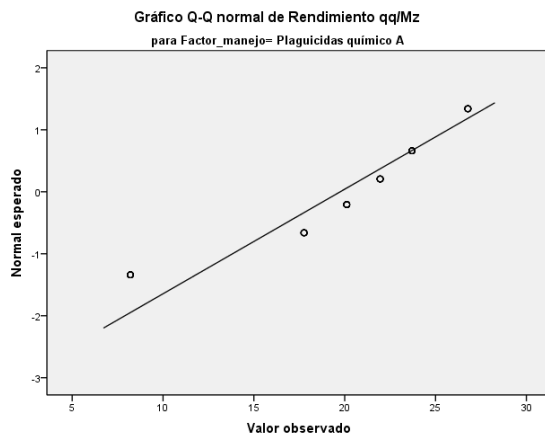


Ilustración 17: Diagrama Q-Q normal del rendimiento del cultivo para el manejo fitosanitario plaguicida químico A.

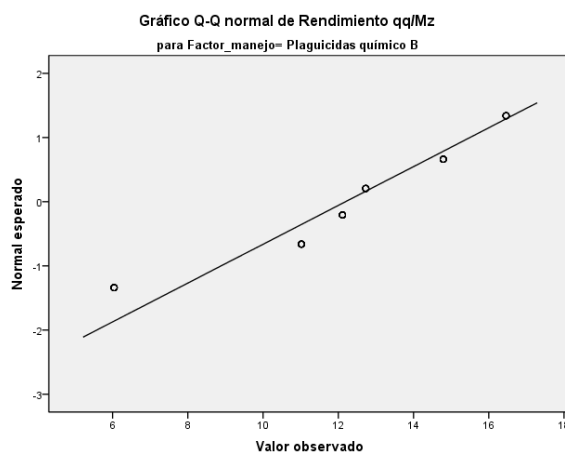


Ilustración 18: Diagrama Q-Q normal del rendimiento del cultivo para el manejo fitosanitario plaguicida químico B.

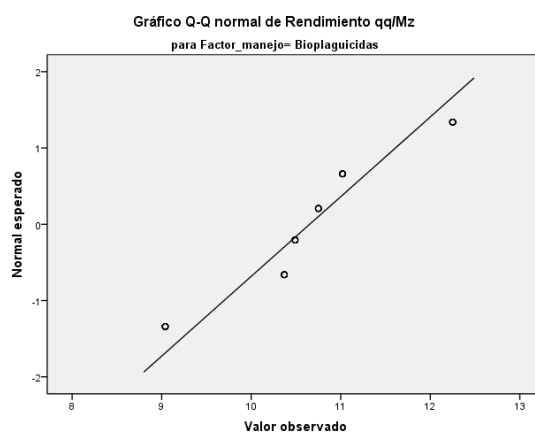


Ilustración 19: Diagrama Q-Q normal del rendimiento del cultivo para el manejo fitosanitario bioplaguicida.

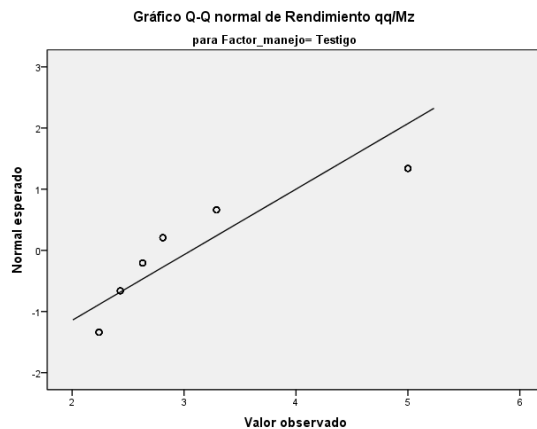


Ilustración 20: Diagrama Q-Q normal del rendimiento del cultivo para el manejo fitosanitario testigo.

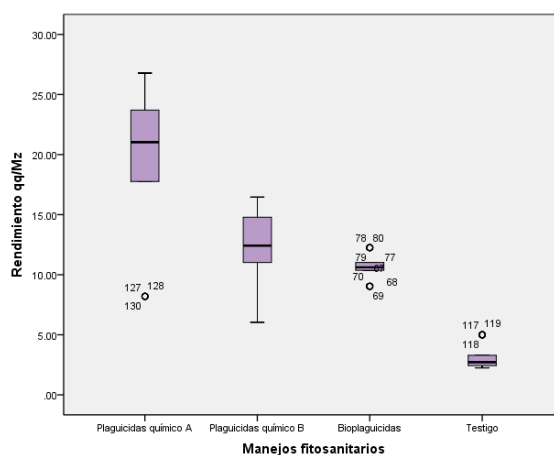


Ilustración 21: Diagrama de cajas del rendimiento del cultivo para los manejos fitosanitarios.

Tabla31: Prueba T Student para muestras independientes del rendimiento del cultivo de frijol para las alturas de las zonas del manejo fitosanitario plaguicida químico A.

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Rendimiento qq/Mz	Se han asumido varianzas iguales	23.642	.000	4.935	58	.000	6.39333	1.29563	3.79984	8.98682
	No se han asumido varianzas iguales			4.935	39.847	.000	6.39333	1.29563	3.77445	9.01222

a. Manejos fitosanitarios = Plaguicidas químico A



Tabla32: Prueba T Student para muestras independientes del rendimiento del cultivo de frijol para las alturas de las zonas del manejo fitosanitario plaguicida químico B.

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Rendimiento qq/Mz	Se han asumido varianzas iguales	24.406	.000	8.713	58	.000	4.93667	.56656	3.80257	6.07076
	No se han asumido varianzas iguales			8.713	46.401	.000	4.93667	.56656	3.79650	6.07683

a. Manejos fitosanitarios = Plaguicidas químico B

Tabla33: Prueba T Student para muestras independientes del rendimiento del cultivo de frijol para las alturas de las zonas del manejo fitosanitario bioplaguicida.

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Rendimiento qq/Mz	Se han asumido varianzas iguales	70.032	.000	.943	58	.349	.23333	.24731	-.26172	.72839
	No se han asumido varianzas iguales			.943	29.834	.353	.23333	.24731	-.27187	.73853

a. Manejos fitosanitarios = Bioplaguicidas

Tabla34: Prueba T Student para muestras independientes del rendimiento del cultivo de frijol para las alturas de las zonas del manejo fitosanitario testigo.

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Rendimiento qq/Mz	Se han asumido varianzas iguales	111.710	.000	7.155	58	.000	1.26667	.17702	.91232	1.62101
	No se han asumido varianzas iguales			7.155	30.663	.000	1.26667	.17702	.90547	1.62786

a. Manejos fitosanitarios = Testigo



Tabla35: Prueba de homogeneidad de varianza del rendimiento del cultivo de frijol para el análisis de varianza.

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error^a

Variable dependiente: Rendimiento qq/Mz

F	gl1	gl2	Sig.
55.426	7	232	.000

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intersección + Factor_Altura + Factor_manejo + Factor_Altura * Factor_manejo

Tabla36: Prueba de Kolmogorov - Smirnov del rendimiento del cultivo de frijol para el análisis de varianza.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Rendimiento qq/Mz
N		240
Parámetros normales ^{a,b}	Media	11.4154
	Desviación típica	6.85924
Diferencias más extremas	Absoluta	.132
	Positiva	.132
	Negativa	-.091
Z de Kolmogorov-Smirnov		2.050
Sig. asintót. (bilateral)		.000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Tabla37: Pruebas de rengos múltiples de Duncan y Scheffé de los promedio del rendimiento del cultivo de frijol para los manejos fitosanitario.

Rendimiento qq/Mz

Manejos fitosanitarios	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	
Duncan ^{a,b}	Testigo	60	3.0667			
	Bioplaguicidas	60		10.6533		
	Plaguicidas químico B	60			12.1917	
	Plaguicidas químico A	60				19.7500
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Scheffe ^{a,b}	Testigo	60	3.0667			
	Bioplaguicidas	60		10.6533		
	Plaguicidas químico B	60			12.1917	
	Plaguicidas químico A	60				19.7500
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 7.846.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 60.000

b. Alfa = .05.