

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EFFECTO DEL ARREGLO TOPOLÓGICO SOBRE EL RENDIMIENTO
DE VARIETADES DE FRIJOL ARBUSTIVO; CHIMALTENANGO
TESIS DE GRADO

KAREN IVETH ZANABRIA CRUZ
CARNET 22007-09

ESCUINTLA, NOVIEMBRE DE 2015
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EFFECTO DEL ARREGLO TOPOLÓGICO SOBRE EL RENDIMIENTO
DE VARIEDADES DE FRIJOL ARBUSTIVO; CHIMALTENANGO
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
KAREN IVETH ZANABRIA CRUZ

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADA

ESCUINTLA, NOVIEMBRE DE 2015
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. EDWIN LEONEL ARGUETA VENTURA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ADÁN OBISPO RODAS CIFUENTES
ING. JORGE ALFREDO CARDONA ORELLANA
LIC. GUITI MANUEL GAMBOA SANTOS

Guatemala, 10 de Diciembre de 2015.

Miembros
Consejo de la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar
Guatemala

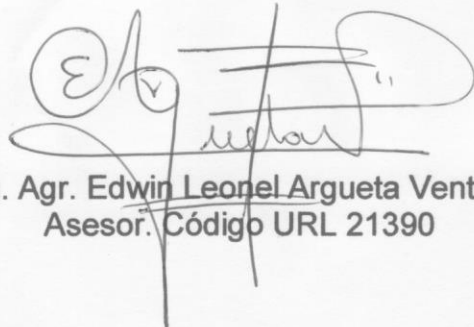
Honorables Miembros del Consejo:

Por este medio informo a ustedes que he asesorado a la estudiante Karen Iveth Zanabria Cruz, carné: 22007-09, en la elaboración de su trabajo de graduación titulado: **“Efecto del arreglo topológico sobre el rendimiento de variedades de frijol arbustivo; Chimaltenango”**

Considero que el mismo cumple con los requisitos establecidos por la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, de la Universidad Rafael Landívar, por lo que sugiero su aprobación y publicación.

Sin otro particular,

Atentamente:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Edwin Leonel Argueta Ventura', is written over a set of horizontal lines. The signature is stylized and includes a large initial 'E'.

Ing. Agr. Edwin Leonel Argueta Ventura
Asesor. Código URL 21390



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06400-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante KAREN IVETH ZANABRIA CRUZ. Carnet 22007-09 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 06159-2015 de fecha 7 de noviembre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EFECTO DEL ARREGLO TOPOLÓGICO SOBRE EL RENDIMIENTO
DE VARIEDADES DE FRIJOL ARBUSTIVO; CHIMALTENANGO**

Previo a conferírsele el título de INGENIERA AGRÓNOMA CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 26 días del mes de noviembre del año 2015.


ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios; por darme el don de la vida, por ser mi guía y mi fortaleza por brindarme la sabiduría para alcanzar el éxito y salir adelante.

La Virgen María: Por ser ejemplo de mujer, de paz, serenidad y comprensión.

Universidad Rafael Landívar y catedráticos, por instruirme, aumentar mis conocimientos y sabiduría y sobre todo darme las herramientas necesarias para mi formación profesional.

Ing Adan Rodas por su apoyo incondicional en la realización de esta tesis.

Mis compañeros de estudio, por compartir cada momento y situaciones en el ámbito estudiantil y profesional y junto a ellos cumplir nuestras metas

Dedicatoria

A;

Mis Padres: José Zanabria y Yolanda Cruz, a quienes quiero mucho, por su inmenso amor, por su tiempo, por su comprensión, y su apoyo que me han dado siempre.

Mi Hija: Dulce Madai, a quien amo mucho, por ser la razón de mi esfuerzo, mi alegría y la motivación constante para superarme.

Mis hermanos: José, Douglas y Saul para que mi triunfo sea ejemplo y por su apoyo incondicional.

Otto Rizzo; por haberme apoyado tanto en cada paso que di durante esta meta.

Rudy Cabrera: por su amistad y apoyo que me brindo durante mi carrera.

A mis compañeros de promoción; por los momentos vividos a lo largo de nuestra carrera. Karla Cabrera, Kenya Ochoa, Gabriela Fernández, Diana Fernández, Cindy Carrillo y Nancy Galán

ÍNDICE

		Página
	RESUMEN	i
	SUMMARY	ii
I	INTRODUCCIÓN	1
II	MARCO TEÓRICO	2
2.1	IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE FRIJOL	2
2.2	ANATOMÍA DEL FRIJOL	2
2.3	RENDIMIENTO DEL FRIJOL Y SUS COMPONENTES	3
2.4	ECOLOGÍA DEL CULTIVO DEL FRIJOL	4
2.4.1	Temperatura	4
2.4.2	Humedad	5
2.4.3	Luz	6
2.4.4	Suelo	6
2.4.5	Malezas	7
2.4.6	Plagas	8
2.4.7	Enfermedades	9
2.5	DENSIDAD VEGETAL Y RENDIMIENTO	10
2.5.1	Manejo de densidades de siembra	10
2.6	ARREGLOS TOPOLÓGICOS	11
2.7	ALGUNAS INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON ARREGLOS TOPOLÓGICOS EN FRIJOL	11
2.8	CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES DE FRIJOL RECOMENDADAS POR EL ICTA PARA EL ALTIPLANO CENTRAL DE GUATEMALA	14
2.8.1	Frijol ICTA Altense	14
2.8.2	Frijol ICTA Hunapú	14
2.8.3	Frijol ICTA Superchiva ^{ACM}	14

		Página
III	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	15
IV	OBJETIVOS	16
4.1	GENERAL	16
4.2	ESPECÍFICOS	16
V	HIPÓTESIS	17
VI	METODOLOGÍA	18
6.1	LOCALIZACIÓN	18
6.2	MATERIAL EXPERIMENTAL	18
6.3	FACTOR ESTUDIADO	18
6.4	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	19
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL	19
6.6	MODELO ESTADÍSTICO	19
6.7	UNIDAD EXPERIMENTAL	20
6.8	CROQUIS DE CAMPO	20
6.9	MANEJO DEL EXPERIMENTO	21
6.10	VARIABLES RESPUESTAS	22
6.11	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	22
VII	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
7.1	VAINAS POR PLANTA	23
7.2	GRANOS POR VAINA	26
7.3	PESO DE 100 GRANOS	30
7.4	RENDIMIENTO DE GRANO	33

		Página
VIII	CONCLUSIONES	38
IX	RECOMENDACIONES	39
X	BIBLIOGRAFÍA	40
XI	ANEXO	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Tratamientos a evaluar en las variedades de frijol ICTA Altense, ICTA Hunapú e ICTA Superchiva ^{ACM} .	13
2	Cronograma de Trabajo	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Aleatorización de los tratamientos en el campo	14

EFFECTO DEL ARREGLO TOPOLÓGICO SOBRE EL RENDIMINETO DE VARIEDADES DE FRIJOL ARBUSTIVO; CHIMALTENANGO

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de tres arreglos topológicos: a) posturas de tres plantas, distanciadas a 0.30 m, b) posturas de dos plantas, distanciadas a 0.20 m, c) posturas de una planta, distanciadas a 0.10 m; sobre los componentes de rendimiento de las variedades de frijol arbustivo: ICTA Altense, ICTA Hunapú e ICTA Superchiva^{ACM}. La investigación se realizó en las instalaciones del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA- ubicado en el Sector B, La Alameda, Chimaltenango. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres tratamientos y cinco repeticiones. Las variables respuesta fueron: vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento de grano. De acuerdo a los resultados se determinó que los arreglos topológicos afectaron significativamente el número de vainas por planta; el número de granos por vaina únicamente fue afectado significativamente en la variedad ICTA Altense; el peso de 100 granos fue afectado significativamente en el caso de las variedades ICTA Superchiva^{ACM} e ICTA Altense. El rendimiento de grano no fue afectado en éstas últimas; en la variedad ICTA Hunapú si se determinó un efecto significativo de los arreglos topológicos; el rendimiento fue mayor cuando se manejaron posturas distanciadas a 0.10 m, lo cual se atribuyó a que presenta mayor ramificación. Se recomienda hacer evaluaciones similares en otras localidades y conducir registros económicos para cada uno de los tratamientos; así mismo, evaluar otros arreglos topológicos (incluyendo doble surco) y otras densidades; para la variedad ICTA Hunapú, evaluar en parcelas comerciales, el distanciamiento de 0.10 m entre posturas de una planta.

EFFECT OF THE TOPOLOGICAL ARRANGEMENT ON THE YIELD OF BUSHY BEAN VARIETY; CHIMALTENANGO

SUMMARY

The objective was to determine the effect of three topological arrangements: a) posture of three plants, at a distance of 0.30 m, b) postures of two plants, at a distance of 0.20 m, c) postures of one plant, at a distance of 0.10 m, on the yield components of the following bushy bean varieties: ICTA Altense, ICTA Hunapú, and ICTA Superchiva^{ACM}. The research study was carried out in the facilities of the *Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA-*, located in Sector B, La Alameda, Chimaltenango. A complete randomized block design with three treatments and five replicates was used. The response variables were: pods per plant, beans per pod, one-hundredth beans weight, and beans yield. According to the results, it was determined that the topological arrangements significantly affected the number of pods per plant; the number of beans per pod was only significantly affected in the ICTA Altense variety. The one-hundredth beans weight was significantly affected in the ICTA Superchiva^{ACM} and ICTA Altense varieties. The yield of beans was not affected in these two, but in the ICTA Hunapú variety a significant effect of the topological arrangements was determined. The yield was higher when the postures were set at a distance of 0.10 m, which produced more branches. It is recommended to carry out similar evaluations in other sites and to carry out economic registries for each treatment. Additionally, it is recommended to evaluate other topological arrangements (including double furrow) and other densities. Regarding the ICTA Hunapú variety, it is suggested to evaluate the same in commercial plots, at a distance of 0.10 m among the plant's postures.

I. INTRODUCCIÓN

El frijol es un alimento fundamental en la dieta diaria de los guatemaltecos, sobre todo para familias de escasos recursos económicos, ya que constituye la fuente principal de proteínas para dicho sector. Por su gran importancia económica y social, el frijol es un producto estratégico dentro del desarrollo rural de Guatemala, ya que ocupa el segundo lugar en cuanto a superficie sembrada y representa además la segunda actividad agrícola más importante en el país, por el número de productores dedicados al cultivo. Adicionalmente, la importancia ancestral de su cultivo en el campo radica también en que forma parte de la cultura gastronómica de Guatemala, de ahí la amplia aceptación del producto en la cocina guatemalteca, por lo que posee una gran demanda a nivel nacional. La demanda aumenta año con año, en función del crecimiento poblacional. Es así, que como generador de empleo, es relevante dentro de la economía del sector rural.

El frijol enfrenta una serie de factores limitantes para su producción, entre los que destacan la alta incidencia de plagas y enfermedades, así como la insuficiencia en componentes tecnológicos de la producción, como son: la fecha y densidad de siembra empleada, el arreglo topológico en que se cultiva, el manejo de la cosecha entre otros, factores por los cuales se abate el rendimiento unitario.

A través del tiempo los agricultores, al igual que los investigadores, han buscado afanosamente elevar los niveles de producción y de calidad de los diferentes cultivos con que trabajan. Dentro de esta corriente de investigación llama la atención el aprovechamiento de los recursos superficie-planta, o lo que genéricamente se ha dado por llamar arreglo topológico; así pues, diferentes autores buscan en una tarea permanente, aumentar el rendimiento y mejorar el aprovechamiento del terreno.

Con la finalidad de generar información para el manejo agronómico de las variedades ICTA Altense, ICTA Hunapú e ICTA Superchiva^{ACM}, en la presente investigación se evaluaron tres arreglos topológicos para el cultivo de las mismas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE FRIJOL

Dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el frijol común es una de las más importantes, debido a su amplia distribución en los cinco continentes y por ser un suplemento nutricional en la dieta alimenticia de los habitantes de Centro y Sur América. En América Latina y África, el frijol común y los guisantes forrajeros son importantes fuentes de proteínas en la dieta humana (Viana y Martínez, 1996; citados por Carrillo, 1998).

Existen otros factores que hacen que el frijol tenga un lugar preferencial, uno de los cuales es su composición nutricional; de hecho, es una fuente rica de proteínas y minerales, como el zinc y el hierro. La semilla contiene entre 20% y 25% de proteína, sobresaliendo por su abundancia la faseolina, que posee un alto contenido de aminoácidos esenciales, tales como la lisina y el triptófano, y que hay en el frijol en mayor cantidad que en los cereales. La lisina, por ejemplo, se utiliza para la producción de carnitina, que interviene en el transporte de los ácidos grasos a las células musculares y produce energía (Treviño y Rosas, 2013).

Para los guatemaltecos, especialmente para aquellos de escasos recursos económicos, el frijol es importante para la dieta, contiene entre el 15 y 27% de proteína. El frijol de color negro es el preferido y es un cultivo practicado por agricultores de bajos recursos económicos y utilizando principalmente suelos marginales y frecuentemente en asociación con otros cultivos (Viana y Martínez, 1996; citados por Carrillo, 1998).

2.2 ANATOMÍA DEL FRIJOL

Anatómicamente, el frijol está compuesto por raíz, tallo, hojas, flores, fruto y semillas. El ciclo vegetativo en el altiplano puede variar de 80 días en las variedades precoces,

hasta 180 en las trepadoras. Sus métodos de cultivo son muy diversos, al igual que sus usos. Tiene un rango de ambientes muy amplio, ya que tiene una gran adaptabilidad y variabilidad morfológica. Se cultiva como monocultivo, en asociación o en rotación. La sucesión y duración de las diferentes etapas de la relación entre los factores climáticos y los ciclos están determinadas genéticamente en cada variedad, y se ven afectadas en cierto grado por la temperatura, la humedad, la duración e intensidad de la luz, principalmente. Estas etapas son la emergencia, el inicio de la floración, la plena floración, el periodo de floración y la madurez fisiológica (Treviño y Rosas, 2013).

2.3 RENDIMIENTO DE FRIJOL Y SUS COMPONENTES

Restrepo y Laing (1979) consideran que los componentes del rendimiento son los factores morfológicos y fisiológicos que directa o indirectamente intervienen en el rendimiento, siendo los componentes más importantes el número de ramas por planta, número de nudos por planta, número de semillas por vaina, peso seco individual de tallos, ramas, vainas y semillas.

Bruno (1990) menciona que los componentes del rendimiento se dividen en:

- a) Directos: número de vainas por m², número de vainas por racimo, número de granos por vaina, peso de 100 granos, índice de vigor.
- b) Indirectos: precocidad (número de nudos al primer racimo, número de días entre la siembra y la primera floración), superficie foliar, aptitud de nodulación y resistencia a sequía o frío.

Para obtener el mejor rendimiento se ha propuesto la necesidad de seleccionar cultivares más eficientes en el transporte de la materia seca y nitrógeno a las semillas, con una adecuada combinación entre los estados de crecimiento en la planta y el llenado de vainas (Bruno, 1990).

2.4 ECOLOGÍA DEL CULTIVO DEL FRIJOL

2.4.1 Temperatura

El frijol es una planta anual herbácea muy cultivada desde el trópico hasta la zona templada y consecuentemente es sensible a las heladas, los vientos fuertes y la excesiva humedad, pero su desarrollo es mejor en un clima templado a un clima cálido y crece mejor en un rango de temperatura de 18 a 26 °C (Valladolid, 1993).

Según Bleasdale (1977), citado por Núñez (2011), el crecimiento de la planta cesa virtualmente en temperaturas por debajo de 10 °C. Así, en épocas cuando las temperaturas están por debajo de éstas, no hay oportunidad para el desarrollo de la planta, y cuando la temperatura está sobre 10 °C el crecimiento de la planta es proporcional al aumento de la temperatura dentro del rango establecido en el campo.

Cubero y Moreno (1983) mencionan que en frijol para conseguir una germinación homogénea y normal se necesitan temperaturas superiores a los 14 °C. Su cero vegetativo se establece a 10 °C y las heladas por ligeras que sean, afectan de modo ostensible a la planta. Las temperaturas excesivamente altas, superiores a 28 °C, unidas a regímenes de humedad relativas bajas, pueden provocar la caída de las flores, incluso las vainas recién cuajadas.

Chiappe (1981) indicó que los requerimientos mínimos de temperatura para los estados fenológicos del frijol son: 8 a 12 °C para germinar, de 15 a 18 °C para la floración y de 18 a 20 °C para la formación y desarrollo de vainas. Las bajas temperaturas retrasan el crecimiento; mientras que las altas temperaturas lo acortan, pudiendo soportar períodos cortos de temperatura de 5 a 40 °C, pero si se prolongan, ocurren daños irreversibles como la falta de floración o problemas de esterilidad.

Bocanegra y Morales (1982), citados por Núñez (2011), en experimentos realizados en ambientes controlados, con plantas jóvenes, demostraron que las temperaturas bajas afectan de alguna manera la actividad fotosintética; otros ensayos realizados al

momento de la floración, indican que condiciones de temperatura mayores a 28 °C y baja humedad en el suelo, provocan desarrollo anormal de las flores, abscisión o aborto de flores y como consecuencia un menor número y peso de vainas, esto ocurre en variedades sensibles que están adaptadas a un medio local y son llevadas a un medio ambiente diferente.

Voyses (1979), citado por Núñez (2011), indica que existe cierta asociación entre el color y el comportamiento respecto a la temperatura. En un trabajo efectuado en ocho localidades, las variedades de color café y crema destacaron entre 17 y 20 °C; las variedades de grano rojo destacaron más en regiones con temperaturas superiores en promedio a los 25 °C; las variedades de grano negro destacaron en zonas de temperatura de 20 a 25 °C.

2.4.2 Humedad

El frijol no tolera exceso ni deficiencias de humedad; los excesos producen encharcamientos del terreno y por consiguiente producen el marchitamiento de las plantas, en cambio las deficiencias afectan el crecimiento y son causa principal para la baja producción. Asimismo, la ocurrencia de bajas temperaturas inhibe y retarda el crecimiento, mientras que altas temperaturas asociadas a la humedad atmosférica elevada, favorecen la aparición de diversas enfermedades (Ortubé y Aguilera, 1994; citados por Núñez, 2011).

Chiappe (1992) menciona que la humedad del suelo debe ser bien distribuida durante las diferentes fases del periodo vegetativo, principalmente en la floración y fructificación.

En el periodo de floración la humedad relativa debe ser superior al 50% para favorecer la formación e instalación de las vainas del frijol. Sin embargo, se debe tener en cuenta que una alta humedad en el suelo o una alta humedad relativa inducen intumescencia en cultivares de frijol con follaje abundante y con vainas no expuestas directamente al sol (Kay Daisy, 1985; CIAT, 1994).

Chiappe (1982), citado por Núñez (2011), menciona que la humedad del suelo debe ser bien distribuida durante las diferentes fases del periodo vegetativo, principalmente en la floración y la fructificación; es decir, el agua es importante para el crecimiento y desarrollo final del cultivo de frijol.

La situación ideal para el crecimiento y la fijación del nitrógeno es de 70% de la capacidad de campo del suelo. Tanto el exceso del agua (encharcamiento) como la falta de agua (sequía) tienen un efecto negativo (Meneses, 1996).

2.4.3 Luz

El rendimiento de una planta es la consecuencia de su capacidad fotosintética, lo cual tiene alta correlación con el área foliar. Por tanto, cualquier factor que modifica el área foliar influirá en el rendimiento (CIAT, 1994). White (1989), añade que las hojas relativamente horizontales destacadas en el frijol en estudios de intercepción de luz, implican una pérdida de eficiencia debido a una excesiva iluminación de hojas superiores y a un sombreado de hojas inferiores.

Camarena (1995) menciona que las plantas florecen cuando pasan de la fase vegetativa a la fase reproductiva y pueden ser afectadas por la longitud del día solar, en general los días cortos favorecen la floración.

2.4.4 Suelo

El cultivo de frijol prefiere suelos de textura franca, limosa, o franco limosa, aireados y con buen drenaje, pero tolera bien suelos franco arcillosos. El frijol no es un cultivo muy exigente en cuanto a las condiciones físicas del suelo. Sin embargo, produce bien en terrenos sueltos, profundos, aireados y con buen drenaje. Se sugiere que no debe cultivarse en suelos húmedos, calizos y/o salinos (Mogollón, 1986; citado por Núñez, 2011). Chiappe (1992), citado por Núñez (2011), indica que el pH óptimo para el buen desarrollo del cultivo del frijol está entre 5.5 y 7.0, el frijol es altamente sensible a la salinidad del suelo y del agua, sobre todo cuando aparece en forma de cloruro sódico.

Stanton, citado por Salinas (1986), indica que uno de los papeles importantes que tienen las leguminosas como mejorador del suelo es que ayudan a formar materia orgánica. Dependiendo de las condiciones para un buen desarrollo, las leguminosas pueden aportar más de 100 kg de nitrógeno por hectárea en forma de residuos de plantas y raíces.

El frijol no tolera condiciones de salinidad ni alcalinidad, se debe evitar sembrar en suelos con un pH mayor a 8 y el exceso de sales provoca una reducción del crecimiento de la planta, del área foliar acompañado de una necrosis “quemazón” de los márgenes foliares (Valladolid, 1993).

2.4.5 Malezas

Nieto, citado por Casanova (1986), menciona que las malezas causan dos tipos de pérdidas; la más importante es la competencia por agua, luz, nutrientes y finalmente como hospedero de plagas y enfermedades. Asimismo, Meneses (1996) menciona que las malezas compiten por la luminosidad, agua, nutrientes y anhídrido carbónico, dando lugar a que el cultivo se vea obligado a ceder parte de sus requerimientos, mermando de esta manera sus rendimientos.

Bellido (1972), en un ensayo realizado señala que el frijol tiene un periodo crítico de competencia entre 20 y 60 días después de la siembra, si el cultivo se mantiene infestado de malezas por más de 40 días, el rendimiento baja en forma muy significativa y un descenso significativo en el número de plantas. El tratamiento de mayor rendimiento fue el de 60 días de campo limpio después de la siembra, enmalezado después. El mismo autor cita a Dawson (1969), quien menciona que el frijol requiere estar libre de malezas durante 5 a 7 semanas (35 a 50 días) a partir de la emergencia, para obtener los máximos rendimientos.

El periodo crítico que debe permanecer el cultivo sin hierbas es desde la germinación para lograr una buena producción y depende de muchos factores tales como: ciclo vegetativo, tipo de malezas de la región, hábito de crecimiento de la variedad, sistema

de cultivo, condiciones de humedad y fertilidad del suelo (Barreto, 1970).

2.4.6 Plagas

El cultivo de frijol es atacado por muchas especies de insectos y ácaros, los daños pueden ocurrir desde la siembra hasta después de la cosecha e inclusive durante el periodo de almacenamiento. La magnitud de los daños de las plagas de insectos depende de las condiciones ambientales, época de siembra, cultivares utilizados y en especial el medio geográfico donde se desarrolla el cultivo (Ávalos, 1980).

Valladolid (1993) describe a las plagas más importantes del cultivo del frijol: gusanos cortadores, dentro de ellos tenemos a *Feltia experta*, *Agrotis ipsilon*, *Spodoptera frugiperda*, son insectos que cortan el cuello de las plántulas recién emergidas. Se les reconoce principalmente porque cuando los tocan se enroscan. Un control eficiente es con la aplicación de riegos y una medida preventiva es la buena preparación del terreno. Gusano picador o barrenador de tallo (*Elasmopalpus lignosellus*); ataca principalmente en la germinación de la semilla; perfora el cuello de las plántulas justo debajo de la superficie del suelo y luego barrena hacia la parte superior o inferior del tallo, causándole la muerte; se recomienda riegos como medidas de control. Gusano pegador de hojas (*Omiodes indicata*), se alimenta del parénquima de las hojas y se caracteriza por el hábito de doblar las hojas, pegarlas y entrelazarlas y habitan en el interior de las cámaras que forma. Barrenadores de brotes (*Crosidosema aporema*), es una plaga importante que ataca durante todo el periodo del cultivo; causa daños en brotes de tallos, flores y vainas; las larvas barrenan los brotes deteniendo el crecimiento de la planta. Barrenador de vainas (*Cydia favibora*), las larvas perforan las vainas verdes y se alimentan de los granos; estas perforaciones permiten la entrada de la mosca *Silba* sp, causando pudriciones en los granos dentro de la vaina.

2.4.7 Enfermedades

Las enfermedades son causadas principalmente por hongos, virus y bacterias que son capaces de reducir los rendimientos significativamente y la calidad del grano (CIAT, 1994).

La roya causada por *Uromyces appendiculatus*, conjuntamente con el Virus del Mosaico Común (BCMV), constituyen los más serios problemas sanitarios del cultivo de frijol tipo canario. El efecto de la roya es mayor en infecciones en la etapa de crecimiento y próximo a la floración, afectando las hojas y vainas reduciéndose el rendimiento del cultivo (Castaña, 1979; citado por Núñez, 2011).

Valladolid (1993) describe a las enfermedades del frijol de la siguiente manera: pudriciones radiculares, son causadas por hongos del suelo que actúan solos o en conjunto, dependiendo de la variedad, manejo de suelo y la localidad donde se siembre, los hongos más comunes en la costa son: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solanum* y *Macrophomina phaseolina*; producen pudriciones de la semilla, raíz y tallo de las plantas recién emergidas y adultas ocasionándoles la muerte. Virus del Mosaico Común (BCMV), causa enanismo y deformación de las hojas enrollándolas hacia abajo con tonalidades de color verde claro y verde oscuro entre las nervaduras; el mejor método de control y más económico es el uso de variedades resistentes. Roya (*Uromyces appendiculatus*), es un hongo ampliamente distribuido que tiene diversas razas, no se trasmite por la semilla, sobrevive como esporas en residuos de cosecha que son fácilmente transportados por el viento, puede ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de la planta pero causan pérdidas considerables del rendimiento si el ataque es en la floración. El mejor control es utilizar variedades resistentes.

2.5 DENSIDAD VEGETAL Y RENDIMIENTO

Fagaria y Balagar (1997), indican que la densidad de siembra es un factor importante que afecta el rendimiento de los cultivos, el rendimiento biológico se incrementa con la densidad hasta un valor máximo, determinado por algún factor ambiental y a densidades mayores tiende a mantenerse constante siempre que no intervengan factores ajenos como el acame. El rendimiento de grano se incrementa hasta un valor máximo pero declina al incrementar aún más la densidad. La densidad óptima de siembra debe ser determinada para cada cultivo bajo cada agro ecosistema, con el fin de obtener rendimientos máximos. Este parámetro tiene importancia especial porque normalmente implica costos muy pequeños para los agricultores que adoptan densidades apropiadas de plantas.

Básicamente el concepto de densidad está asociado al de ocupación del espacio disponible para crecer, así puede decirse densidad normal, sobre densos y sub densos. Para determinar con objetividad el nivel de ocupación del espacio es necesario establecer mediciones y construir índices. Casi todo ello se relaciona con la cantidad de árboles o plantas, su tamaño y la distribución espacial que estos tengan (Husch, Miller, y Beers, 1993).

2.5.1 Manejo de densidades de siembra

Según Solórzano (1992), citado por Castillo (2006), el objetivo del espaciamiento de siembra es el de obtener el máximo rendimiento en una unidad de área sin sacrificar la calidad del producto. La densidad de siembra depende de la clase de cultivo. La mayoría de cultivos hortícolas que se explotan en Guatemala se siembran en filas. Se ha determinado en muchos experimentos que los cultivos sembrados en filas anchas generalmente dan un rendimiento bajo. De igual modo en condiciones semi áridas el mayor rendimiento de los cultivos se obtiene cuando se siembran semillas solas.

La eficiencia de los cultivos en transformar la energía solar en energía química está en función de diversos factores, entre los cuales las distancias de siembra, las poblaciones de plantas y los genotipos son de fundamental importancia. Para lograr altos rendimientos en algunas hortalizas, la intercepción de luz por el cultivo debe ser la máxima posible durante la fase de cuaje y llenado del fruto, por lo que se requiere que el follaje cubra completamente el espacio entre las hileras (Board y Harville, 1992).

2.6 ARREGLOS TOPOLÓGICOS

El término topología se refiere al análisis *situs* o análisis de posición. La palabra "topos" proviene del griego y significa "lugar". La topología es una rama muy importante de las matemáticas. Estudia aquellas propiedades de los objetos geométricos que tienen que ver con la "proximidad", número de agujeros y la "posición relativa" entre puntos. El arreglo topológico en la siembra se define como la distribución de las plantas en la superficie sembrada, cantidad y disposición de las mismas en un terreno (<http://www.cultivopapaya.org/arreglos-topologicos/>).

En el caso de la agricultura, los arreglos topológicos se refieren a la distribución de las plantas en un área determinada, especialmente considerando los anchos de surcos y las distancias entre plantas. También se dice que el arreglo topológico es la forma o el orden en la que se posicionan las plantas en una superficie de terreno (Ing. Edwin Argueta, ICTA, comunicación personal).

2.7 ALGUNAS INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON ARREGLOS TOPOLÓGICOS EN FRIJOL

Acosta y Valdéz (1982) señalan que la asociación que incluye 70 mil plantas de frijol más 20 mil plantas de maíz por hectárea fueron los de máxima producción bruta, comparados con el monocultivo de frijol. Además, con la asociación de maíz-frijol se

hace un uso más eficiente del suelo, como lo indica el índice "Razón de Superficie equivalente" (RSE).

Existen otros trabajos de investigación como el de Gaxiola (1977), quien encontró que algunos campos sembrados con frijol fueron intensamente afectados por el hongo *Whetzelimia sclerotiorum* (Lib.) Korf y Dumont Semsu Purdy, causante del moho blanco del frijol, lo cual hizo necesario rastrear el cultivo, dada su incosteabilidad en estas condiciones. El ataque ocurrió debido a las estrechas distancias entre surcos utilizada por los agricultores de la zona (0.50 a 0.65 m) y a la alta densidad del cultivo, ya que el exceso de follaje, aunado a las lluvias y rocíos de invierno, propició condiciones óptimas para que la enfermedad se manifestara en la forma descrita.

El aumento en los rendimientos que provocan los mejores arreglos topológicos lo señala Gaxiola (1977), quien observó que al cambiar la separación entre surcos de las variedades de frijol Azufrado y Canario, la primera respondió a la separación entre surcos de 0.95 m con una producción de 1,133 kg/ha, en contraste con los 796 kg/ha que tenían una separación entre surcos de 0.50 m, que es ampliamente usado en la región de "El Guayabo", municipio de Ahorne, Sinaloa. Esto muestra la importancia de conocer el mejor aprovechamiento de la relación superficie-planta como lo señala Moreno (1994), quien dice que el efecto del arreglo topológico en chile jalapeño en fruto verde fue estadísticamente significativo, ya que con la separación entre surcos de 1.0 m logró una producción de 7.9 t/ha, mientras que con una separación tradicional en la región de 0.80 m la producción fue de 4.3 t/ha.

Núñez (1986) encontró que en cuanto a la Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT), los arreglos topológicos intercalados fueron superiores a los monocultivos, y que los arreglos utilizados tradicionalmente por los productores pueden ser mejorados mediante pequeñas modificaciones que decidan realizar ellos mismos.

Pérez (1983) señala que el tamaño y la forma de la parcela experimental de frijol, *Phaseolus vulgaris* L., tienen efectos sobre el coeficiente de variación (CV) cuando se

combinan diferentes tratamientos. Así mismo, se encontró que la forma de la misma no ayuda a reducir dicho coeficiente. Se concluyó que de manera práctica se pueden utilizar superficies de 9.12 m², ya que esto permite dar mayor confiabilidad y precisión a los experimentos de frijol de temporal.

También Immer (1932), encontró que a medida que la parcela era más pequeña y el número de repeticiones aumentaba, la eficiencia del experimento era mayor. De La Loma (1966), indicó que se deben tomar en cuenta varios factores para determinar el tamaño y la forma de las parcelas experimentales; entre otros, los de mayor importancia son: a) la extensión superficial del terreno, b) la calidad del terreno, c) el objetivo de la experiencia y d) la clase de planta cultivada. De lo anterior se desprende que la forma y el tamaño de las parcelas de experimentación son las bases para determinar cuál es la mejor separación entre surcos y la mejor distancia entre plantas que se adaptan a determinada región, y que pueden ser utilizados con un amplio margen de éxito.

En la región de los Tuxtlas, ubicada al sur del Estado de Veracruz, México, el frijol se siembra tradicionalmente en relevo con el maíz, después de "la dobla" de éste, para obtener rendimientos de 580 kg/ha en promedio. En este sistema se siembran dos hileras de frijol y 40 cm entre plantas, depositando dos granos/sitio de siembra con el cual resulta una densidad de 100,000 plantas/ha. Con el uso de este sistema como testigo se estudió el efecto de la densidad de siembra y arreglos topológicos del frijol con el fin de incrementar los rendimientos. Se utilizó la variedad Jamapa y se compararon 20 arreglos topológicos, correspondientes a la combinación de cuatro espaciamientos entre hileras, distancias entre plantas y tres niveles de granos/sitio de siembra. Hubo diferencia significativa entre arreglos topológicos, siendo los mejores aquellos que tuvieron las distancias entre hileras mayores de 60 cm, con los cuales se incrementó el rendimiento en un 28 por ciento (760 kg/ha) con respecto al testigo (50 cm). Al aumentar la densidad de siembra a 200,000 planta/ha, con el arreglo topológico tradicional de la región, se incrementaron los rendimientos en un 18 por ciento; la menor producción se obtuvo a 40 cm entre hileras, lo cual indicó que el rendimiento disminuye al cerrar las hileras del frijol (RA) (Ibarra, sf).

2.8 CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIETADES DE FRIJOL RECOMENDADAS POR EL ICTA PARA EL ALTIPLANO CENTRAL DE GUATEMALA

2.8.1 Frijol ICTA Altense

Es una variedad que se adapta entre 1500 y 2300 msnm. Sus características principales son: hábito de crecimiento de guía media; grano es negro, su floración ocurre entre 50 y 53 días después de siembra; su ciclo vegetativo es de 120 a 135 días. Sus vainas son blancas (cremas). Su crecimiento es indeterminado arbustivo Tipo II. Tiene alrededor de 15 a 25 vainas por planta y seis semillas por vaina. Es tolerante a ascochyta y antracnosis, y moderadamente tolerante a roya. Rinde entre 2,000 y 2,500 kg/ha (Comunicación personal con el Ingeniero Edwin Argueta del ICTA).

2.8.2 Frijol ICTA Hunapú

Variedad de frijol negro, se adapta a zonas comprendidas entre 1500 y 2300 msnm. Es de ciclo intermedio, de hábito de crecimiento tipo indeterminado arbustivo; con tolerancia a la roya, ascochyta y antracnosis. Posee buena arquitectura de planta, buena ramificación y las vainas bien distribuidas. La floración ocurre a los 50 días después de la siembra (dds), la flor es de color morado (lila), las plantas alcanzan una altura de 60 a 70 centímetros, con vainas de color morado; su calidad culinaria es muy buena. Su rendimiento promedio es de 1950 a 2500 kg/ha (Comunicación personal con el Ingeniero Edwin Argueta del ICTA).

2.8.3 Frijol ICTA Superchiva^{ACM}

Es una variedad cuyas características principales son: días a floración 45, el color de la flor es morado (lila), color de la vaina beige, 120 días a cosecha. Presenta tolerancia a la roya y a la ascochyta. Su rendimiento promedio es de 1,600 kg/ha. Se adapta a zonas comprendidas entre 1800 a 2400 msnm. Destaca por su relativo alto contenido de hierro (aproximadamente 75 ppm, en comparación de 40 a 50 que presentan las otras variedades) (Comunicación personal con el Ingeniero Edwin Argueta del ICTA).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

A través de los años el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA- ha liberado diferentes variedades de frijol arbustivo, para su cultivo en las diferentes zonas agroecológicas existentes en Guatemala.

Para el caso de la zona del altiplano, las variedades que actualmente se recomiendan son: ICTA Altense, ICTA Hunapú e ICTA Superchiva^{ACM}, que entre otras características, se diferencian por: su arquitectura de planta, potencial de rendimiento y en el caso de la última de ellas, por su relativo alto contenido de hierro.

Para el cultivo de estas variedades se recomienda sembrar a distanciamientos de 0.6 m entre surcos. Para el caso de las posturas se utilizan indistintamente tres modalidades: a) colocar tres semillas a cada 0.30 m; b) dos semillas a cada 0.20 m; c) una semilla a cada 0.10 m; sin embargo, no existe ninguna investigación que demuestre que los rendimientos son similares si se utiliza cualquiera de las modalidades anteriormente mencionadas, por lo que existe la probabilidad de que no se esté aprovechando al máximo el potencial de rendimiento de cada una de las variedades.

Con base en lo anterior, se planteó evaluar el efecto sobre las características agronómicas y el rendimiento de grano, de los tres arreglos topológicos (0.30, 0.20 y 0.10 m entre posturas), para las tres variedades de frijol que el ICTA está recomendando actualmente para su cultivo en el altiplano central de Guatemala, con la finalidad de generar una recomendación técnica, en la cual las variedades de frijol expresen su potencial de rendimiento y las mejores características agronómicas.

IV. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Generar tecnología para el manejo agronómico de las variedades de frijol ICTA Hunapú, ICTA Altense e ICTA Superchiva^{ACM}.

4.2 ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de tres arreglos topológicos, sobre los componentes de rendimiento de las variedades de frijol arbustivo ICTA Altense, ICTA Hunapú e ICTA Superchiva^{ACM}.
- Cuantificar el rendimiento de grano de las variedades de frijol arbustivo ICTA Altense, ICTA Hunapú e ICTA Superchiva^{ACM}, cultivadas en tres arreglos topológicos.

V. HIPÓTESIS

- En al menos uno de los arreglos topológicos a evaluar, los componentes de rendimiento de las tres variedades de frijol serán diferentes.
- En al menos uno de los arreglos topológicos a evaluar, el rendimiento de grano de frijol de las variedades ICTA Altense, ICTA Hunapú e ICTA Superchiva^{ACM} será mayor.

VI. METODOLOGÍA

6.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA-, ubicado en el Sector B, La Alameda, Chimaltenango, a 3.5 km de la cabecera departamental de Chimaltenango. Sus coordenadas geográficas son de 14° 39' 20" latitud norte y 90° 49' 20" longitud oeste. El área ecológica corresponde a la zona de vida de Bosque húmedo montano bajo, la cual presenta un clima templado. Tiene una altura de 1800 msnm. Su temperatura media es de 18 °C, y la precipitación media de 1500 mm anuales. El relieve del suelo es relativamente plano, con una pendiente entre uno y dos por ciento en toda el área experimental.

Según Simmons, Tarano y Pinto (1959), los suelos de esta zona pertenecen al tipo Tecpán-1, que se caracterizan por tener un buen drenaje, con textura francoarenosa a francoarcillosa, con un espesor de suelo de 0.3 a 0.5 m y un subsuelo de 0.5 a 1.0 m; relieve casi plano a ondulado y estructura, en su mayoría granular.

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Se utilizó semilla certificada de las variedades de frijol arbustivo: ICTA Altense, ICTA Hunapú e ICTA Superchiva^{ACM}.

6.3 FACTOR ESTUDIADO

En la presente investigación se estudió un solo factor: arreglos topológicos.

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Para cada una de las variedades se condujeron experimentos independientes, evaluando tres tratamientos, los cuales se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en las variedades de frijol ICTA Altense, ICTA Hunapú e ICTA Superchiva^{ACM}

Tratamiento	Distancia entre surcos (m)	Distancia entre posturas (m)	No. semillas por postura
1	0.6	0.1	1
2	0.6	0.2	2
3	0.6	0.3	3

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres tratamientos y cinco repeticiones.

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

Para el desarrollo del trabajo se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = variable respuesta asociada a la ij-ésima unidad experimental
- u = efecto de la media general
- T_i = efecto del i-ésimo tratamiento (arreglo topológico)
- B_j = efecto del j-ésimo bloque o repetición
- E_{ij} = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo constituida por cinco surcos de 7.80 m de largo cada uno. Para el distanciamiento 0.3 m se manejarán 26 posturas; para el de 0.2 m, 39 posturas, y para el de 0.1 m, 78 posturas. Los surcos se manejaron a una distancia de 0.6 m entre ellos. Como parcela neta se tomaron los tres surcos centrales.

6.8 CROQUIS DE CAMPO

La distribución de los tratamientos en el campo se muestra en la figura 1.

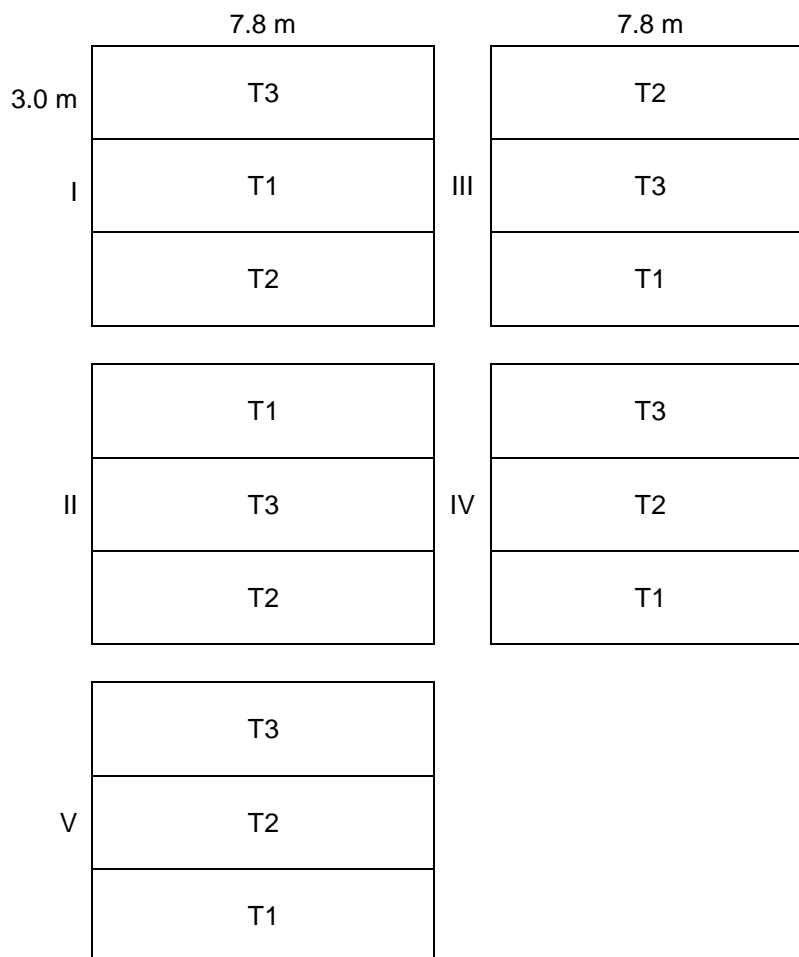


Figura 1. Aleatorización de los tratamientos en el campo.

6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Para el manejo del experimento se ejecutaron las siguientes actividades:

- **Preparación del terreno**

Para la preparación del terreno se procedió a realizar un paso de arado y luego dos pasos de rastra en forma cruzada, de manera de mullir el suelo y dejarlo en buenas condiciones para facilitar la germinación de las semillas a sembrar.

- **Trazo del experimento**

De acuerdo al diseño utilizado, se procedió con el auxilio de pita plástica y de estacas de madera, a trazar los bloques y unidades correspondientes al diseño experimental. Luego en cada unidad se marcaron y trazaron los surcos respectivos.

- **Siembra**

Se procedió a la siembra, colocando las semillas a cada 0.10 m, 0.20 m ó 0.30 m, según el tratamiento.

- **Fertilización**

La fertilización se realizó al momento de la siembra; se utilizó la fórmula comercial 15-15-15, aplicando el equivalente a 60 kg de N-P₂O₅-K₂O por hectárea.

- **Control de malezas**

Se hicieron tres limpiezas manualmente, con azadón; la primera a los 20 días después de la siembra, la segunda a los 40 días después de la siembra y la tercera, 60 días después de la siembra.

- **Control de plagas y enfermedades**

Para el control de plagas insectiles se hicieron cuatro aplicaciones de químicos, alternando los productos Lambda-Cihalotrina (Karate) y Thiacloprid, Beta Cyfluthrin

(Monarca). No se aplicaron fungicidas, considerando que las variedades poseen tolerancia a las principales enfermedades que se manifiestan en la zona.

6.10 VARIABLES RESPUESTAS

Vainas por planta: de cada unidad experimental se tomaron al azar 10 plantas, se les contaron el total de vainas y se obtuvo el promedio respectivo.

Granos por vaina: de cada unidad experimental se tomaron al azar 25 vainas, se procedió a cuantificar el número de granos y se obtuvo el promedio por vaina.

Peso de 100 granos: del grano cosechado en cada unidad (secado al 12% de humedad), se tomarán al azar 100 granos y se les determinó el peso (g).

Rendimiento de grano: se tomó el grano ya seco (al 12% de humedad) que se produjo en cada unidad experimental y se obtuvo el peso del mismo. Posteriormente se procedió a proyectar los datos a kg/ha.

6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Las distintas variables fueron sometidas a análisis de varianza (ANDEVA). Cuando se determinaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, se procedió a realizar las pruebas de medias; para el efecto se utilizó Duncan al 5% de probabilidad de error. También se hicieron análisis gráficos y descriptivos.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 VAINAS POR PLANTA

El análisis de varianza para la variable vainas por planta, en la variedad de frijol ICTA Superchiva^{ACM} se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis de varianza para vainas por planta, en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Superchiva^{ACM}.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor "F"	Pr > F
Bloques	4	2.19600	0.54900	0.52	0.7212 NS
Tratamientos	2	10.76800	5.38400	5.14	0.0366 *
Error	8	8.37200	1.04650		
Total	14	21.33600			

C.V. = 9.7 %

NS = Diferencia estadística no significativa * = Diferencia estadística significativa

De acuerdo a los resultados, se expresaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, por lo que se procedió a realizar la respectiva prueba de medias, los resultados se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Prueba de medias Duncan para vainas por planta, en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Superchiva^{ACM}.

Distanciamiento entre posturas	Vainas por planta	Grupo Duncan *
0.30 m	11.70	a
0.10 m	10.22	b
0.20 m	9.70	b

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

Los resultados indican que se formaron dos grupos estadísticos. En el primero de ellos se ubicó el arreglo en el cual el distanciamiento entre posturas fue de 0.30 m,

colocando tres semillas en cada una. Colocar las posturas a 0.10 m (1 semilla) y 0.20 m (2 semillas) dio como resultado una menor producción de vainas por planta.

El análisis de varianza para vainas por planta en la variedad ICTA Altense se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de varianza para vainas por planta, en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Altense.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor "F"	Pr > F
Bloques	4	1.65733	0.41433	0.35	0.8377 NS
Tratamientos	2	22.52933	11.26467	9.50	0.0077 **
Error	8	9.49067	1.18633		
Total	14	33.67733			

C.V. = 9.9 %

NS = Diferencia estadística no significativa ** = Diferencia estadística altamente significativa

De acuerdo a los resultados, se dieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. Por lo anterior fue necesario realizar la prueba de medias, misma que se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Prueba de medias Duncan para vainas por planta, en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Altense.

Distanciamiento entre posturas	Vainas por planta	Grupo Duncan *
0.30 m	11.94	a
0.20 m	10.68	b
0.10 m	9.22	b

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

Los resultados indican que se formaron dos grupos estadísticos. Al igual que con la variedad ICTA Superchiva^{ACM}, un mayor número de vainas por planta se dio cuando se manejaron las posturas a 0.30 metros entre ellas, colocando 3 semillas en cada una.

Estadísticamente se obtuvo menor número de vainas por planta cuando se distanciaron las posturas a 0.20 m y a 0.10 m.

El análisis de varianza para vainas por planta en la variedad ICTA Hunapú se presenta en el cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis de varianza para vainas por planta, en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Hunapú.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor "F"	Pr > F
Bloques	4	0.21333	0.05333	0.47	0.7580 NS
Tratamientos	2	1.63600	0.81800	7.19	0.0164 *
Error	8	0.91067	0.11383		
Total	14	2.76000			

C.V. = 3.1 %

NS = Diferencia estadística no significativa * = Diferencia estadística significativa

De acuerdo a los resultados, se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Por lo anterior, fue necesario realizar la respectiva prueba de medias; los resultados de ésta se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Prueba de medias Duncan para vainas por planta, en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Hunapú.

Distanciamiento entre posturas	Vainas por planta	Grupo Duncan *
0.20 m	11.10	a
0.30 m	10.96	a
0.10 m	10.34	b

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

Para la variedad ICTA Hunapú se determinó que se formaron dos grupos estadísticos. En los arreglos topológicos donde las posturas se espaciaron 0.20 m ó 0.30 m se

obtuvo un mayor número de vainas por planta, en comparación a espaciar las posturas 0.10 m.

7.2 GRANOS POR VAINA

El análisis de varianza para la variable granos por vaina en la variedad ICTA Superchiva^{ACM} se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Análisis de varianza para granos por vaina, en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Superchiva^{ACM}.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor "F"	Pr > F
Bloques	4	0.00100	0.00025	0.05	0.9938 NS
Tratamientos	2	0.00533	0.00267	0.56	0.5914 NS
Error	8	0.03800	0.00475		
Total	14	0.04433			

C.V. = 1.2 %

NS = Diferencia estadística no significativa

Los resultados indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Es decir, cualquiera de las modalidades de ubicación de las posturas, da como resultado un similar número de granos por vaina. Las medias de cada uno de los tratamientos se muestran en la figura 2.

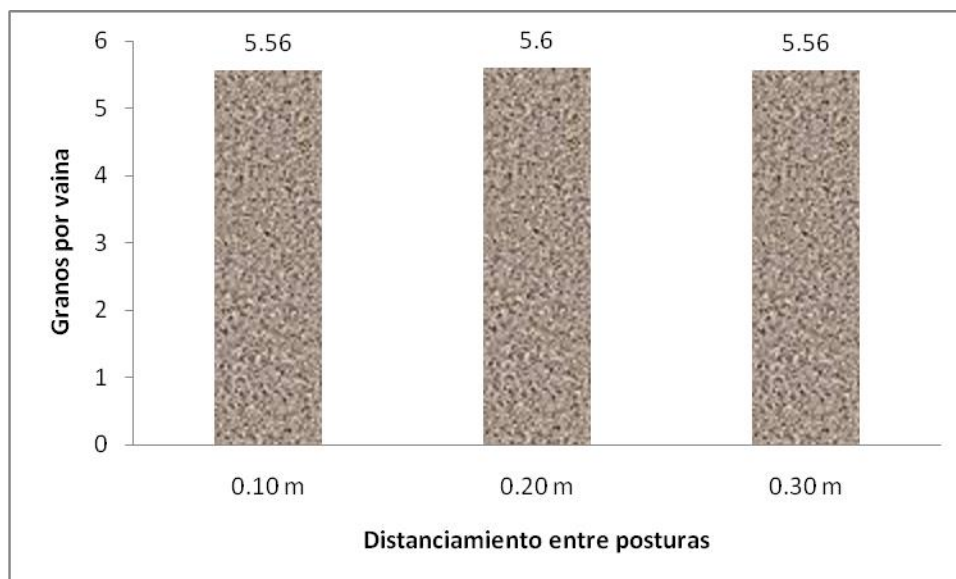


Figura 2. Granos por vaina en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Superchiva^{ACM}.

De acuerdo a la figura anterior, el comportamiento fue homogéneo. Existe una leve tendencia a mejorar el número de granos por vaina cuando se manejan posturas distanciadas a 0.20 m, colocando dos semillas en cada una.

El análisis de varianza para granos por vaina en la variedad ICTA Altense se presenta en el cuadro 9.

Cuadro 9. Análisis de varianza para granos por vaina, en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Altense.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor "F"	Pr > F
Bloques	4	1.11833	0.27958	3.43	0.0650 NS
Tratamientos	2	0.93233	0.46617	5.71	0.0288 *
Error	8	0.65267	0.08158		
Total	14	2.70333			

C.V. = 4.8 %

NS = Diferencia estadística no significativa * = Diferencia estadística significativa

Los resultados indican que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, es decir, el número de granos por vaina en la variedad ICTA Altense es variable de acuerdo a la modalidad en que se coloquen las posturas de plantas en el campo. Para determinar el orden de los tratamientos se procedió a realizar la prueba de medias, cuyos resultados se muestran en el cuadro 10.

Cuadro 10. Prueba de medias Duncan para granos por vaina, en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Altense.

Distanciamiento entre posturas	Granos por vaina	Grupo Duncan *
0.30 m	6.18	a
0.20 m	5.90	a
0.10 m	5.57	b

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

En la variedad ICTA Altense se obtuvo un mayor número de granos por vaina cuando en el arreglo topológico las posturas se manejaron a 0.30 m (colocando tres semillas) ó 0.20 m (colocando dos semillas) entre ellas. Por el contrario, un menor número de granos por vaina se tuvo cuando las posturas se manejaron a 0.10 m (colocando una semilla) entre ellas.

El análisis de varianza para granos por vaina en la variedad ICTA Hunapú se presenta en el cuadro 11.

Cuadro 11. Análisis de varianza para granos por vaina, en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Hunapú.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor "F"	Pr > F
Bloques	4	0.08433	0.02108	0.98	0.4712 NS
Tratamientos	2	0.10233	0.05117	2.37	0.1554 NS
Error	8	0.17267	0.02158		
Total	14	0.35933			

C.V. = 2.4 %

NS = Diferencia estadística no significativa

Con base en los resultados, cualquiera de los arreglos topológicos evaluados dio como resultado un similar número de granos por vaina. Las medias de cada uno de los tratamientos se muestran en la figura 3.

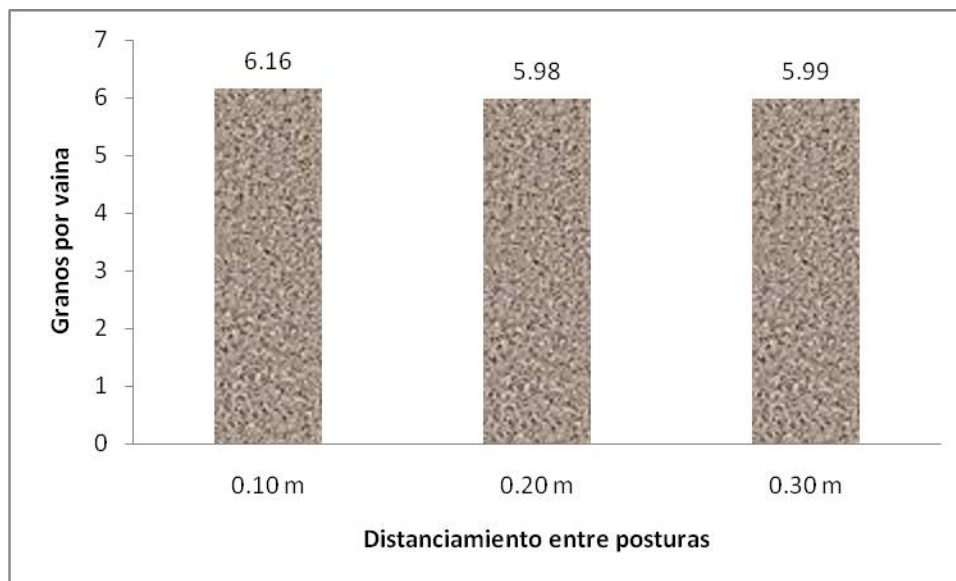


Figura 3. Granos por vaina en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Hunapú.

Se observa tendencia a aumentar el número de granos por vaina cuando en el arreglo topológico las posturas se manejan a 0.10 m entre ellas (colocando una semilla en cada

una). En el caso de las distancias de 0.20 m y 0.30 m fueron similares para esta variable.

7.3 PESO DE 100 GRANOS

El análisis de varianza para el peso de 100 granos en la variedad ICTA Superchiva^{ACM}, se muestra en el cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de varianza para peso de 100 granos (g), en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Superchiva^{ACM}.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor "F"	Pr > F
Bloques	4	0.34617	0.08654	0.96	0.4772 NS
Tratamientos	2	2.35589	1.17795	13.12	0.0030 **
Error	8	0.71851	0.08981		
Total	14	3.42057			

C.V. = 1.9 %

NS = Diferencia estadística no significativa ** = Diferencia estadística altamente significativa

Los resultados indican que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. Por lo tanto, se procedió a realizar la respectiva prueba de medias; los resultados se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Prueba de medias Duncan para peso de 100 granos (g), en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Superchiva^{ACM}.

Distanciamiento entre posturas	Peso de 100 granos (g)	Grupo Duncan *
0.20 m	16.508	a
0.30 m	15.884	b
0.10 m	15.552	b

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

Un mayor peso de 100 granos se obtuvo al manejar posturas a 0.20 m entre ellas, colocando dos semillas en cada una. Por el contrario, distanciar las posturas a 0.30 m (tres semillas en cada una) ó 0.10 m (una semilla en cada una) dio como resultado que el peso de 100 granos fuera menor.

El análisis de varianza para el peso de 100 granos en la variedad ICTA Altense se muestra en el cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis de varianza para peso de 100 granos (g), en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Altense.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor "F"	Pr > F
Bloques	4	1.50329	0.37582	1.03	0.4474 NS
Tratamientos	2	7.56124	3.78062	10.37	0.0060 **
Error	8	2.91563	0.36445		
Total	14	11.98016			

C.V. = 2.54 %

NS = Diferencia estadística no significativa ** = Diferencia estadística altamente significativa

Los resultados indican, que al igual que con la variedad ICTA Superchiva^{ACM}, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. Por lo tanto, se procedió a realizar la respectiva prueba de medias; la cual se presenta en el cuadro 15.

Cuadro 15. Prueba de medias Duncan para peso de 100 granos (g), en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Altense.

Distanciamiento entre posturas	Peso de 100 granos (g)	Grupo Duncan *
0.20 m	24.602	a
0.30 m	23.824	a
0.10 m	22.866	b

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

Para la variedad ICTA Altense se obtuvo un mayor peso de 100 granos cuando las posturas se manejaron a 0.20 m ó 0.30 m entre ellas. Cuando las posturas se manejaron a 0.10 m entre sí, el peso de 100 granos disminuyó.

El análisis de varianza para el peso de 100 granos en la variedad ICTA Hunapú se presenta en el cuadro 16.

Cuadro 16. Análisis de varianza para peso de 100 granos (g), en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Hunapú.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor "F"	Pr > F
Bloques	4	0.24478	0.06119	0.77	0.5750 NS
Tratamientos	2	0.26417	0.13209	1.66	0.2498 NS
Error	8	0.63743	0.07968		
Total	14	1.14637			

C.V. = 1.4 %

NS = Diferencia estadística no significativa

Con base en los resultados, no se manifestó diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Es decir, con cualquiera de los arreglos topológicos se obtuvo similar peso de 100 granos de la variedad ICTA Hunapú. Las medias de los tratamientos se muestran en la figura 4.

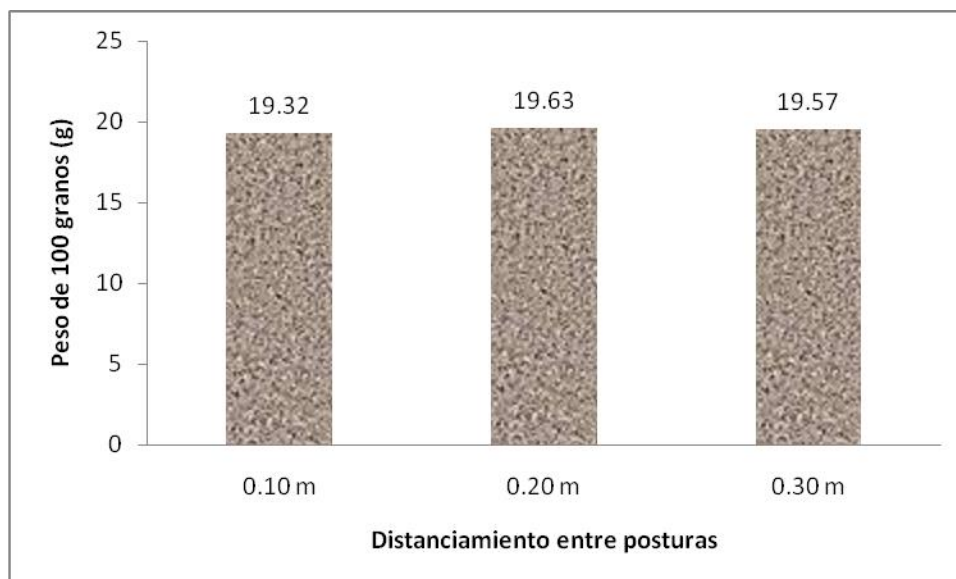


Figura 4. Peso de 100 granos (g) en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Hunapú.

De acuerdo a la figura 4, se observa tendencia a incrementar el peso de 100 granos cuando las posturas se manejan a 0.20 m ó 0.30 m, en comparación con 0.10 m.

7.4 RENDIMIENTO DE GRANO

El análisis de varianza para el rendimiento de grano de la variedad ICTA Superchiva^{ACM} se muestra en el cuadro 17.

Cuadro 17. Análisis de varianza para rendimiento de grano (kg/ha), en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Superchiva^{ACM}.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor "F"	Pr > F
Bloques	4	4569.06667	1142.26667	0.29	0.8754 NS
Tratamientos	2	6107.73333	3053.86667	0.78	0.4905 NS
Error	8	31330.93333	3916.36667		
Total	14	42007.73333			

C.V. = 8.00 %

NS = Diferencia estadística no significativa

Los resultados indican que ninguno de los tratamientos evaluados provocó cambios significativos en el rendimiento; es decir, se obtuvo rendimientos similares con cualquiera de los arreglos topológicos evaluados.

Las medias de rendimiento de los tratamientos evaluados se muestran en la figura 5.

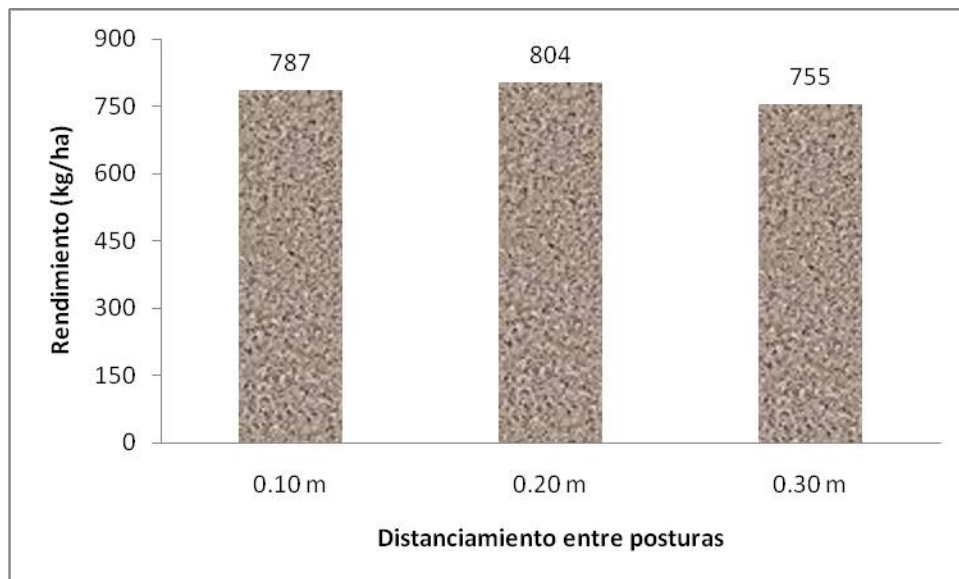


Figura 5. Rendimiento de grano (kg/ha) en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Superchiva^{ACM}.

Se observó tendencia en que el distanciamiento de 0.20 m entre posturas superara al de 0.10 m, y éste a su vez al de 0.30 m.

Los resultados del análisis de varianza para el rendimiento de grano (kg/ha) en la variedad ICTA Altense se presentan en el cuadro 18.

Cuadro 18. Análisis de varianza para rendimiento de grano (kg/ha), en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Altense.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor "F"	Pr > F
Bloques	4	7200.26667	1800.06667	0.34	0.8441 NS
Tratamientos	2	27664.53333	13832.26667	2.61	0.1341 NS
Error	8	42404.13333	5300.51667		
Total	14	77268.93333			

C.V. = 4.9 %

NS = Diferencia estadística no significativa

Los resultados indican que los tratamientos evaluados tuvieron similar expresión en el rendimiento de grano; es decir, no se marcaron diferencias significativas entre ellos.

Las medias de rendimiento para cada uno de los tratamientos se muestran en la figura 6.

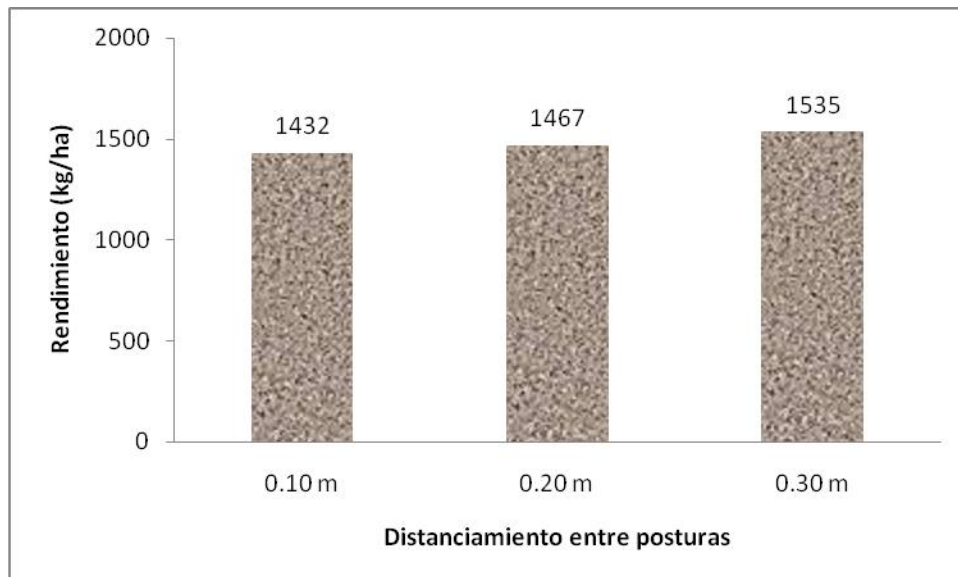


Figura 6. Rendimiento de grano (kg/ha) en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Altense.

Contrario a lo observado en la variedad ICTA Superchiva^{ACM}, se observa tendencia a que el distanciamiento de 0.30 m supere al de 0.20 m, y éste a su vez al de 0.10 m. Es de hacer notar que el tipo y arquitectura de planta de estas dos variedades es diferente. En el caso de la variedad ICTA Superchiva^{ACM}, es una planta más erecta y menos frondosa, en comparación con ICTA Altense, por lo que probablemente ésta última pudo desarrollar más al haber más espacio entre posturas.

El análisis de varianza para el rendimiento de grano de la variedad ICTA Hunapú se presenta en el cuadro 19.

Cuadro 19. Análisis de varianza para rendimiento de grano (kg/ha), en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Hunapú

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor "F"	Pr > F
Bloques	4	9250.2667	2312.56667	0.65	0.6429 NS
Tratamientos	2	141666.5333	70833.26667	19.90	0.0008 **
Error	8	28470.1333	3558.76667		
Total	14	179386.9333			

C.V. = 4.6 %

NS = Diferencia estadística no significativa ** = Diferencia estadística altamente significativa

Para esta variedad los resultados indican que si se marcaron diferencias altamente significativas en el rendimiento de grano obtenido en cada tratamiento. Por ello fue necesario realizar la prueba de medias, los resultados se muestran en el cuadro 20.

Cuadro 20. Prueba de medias Duncan para rendimiento de grano (kg/ha), en la evaluación de tres arreglos topológicos en la variedad de frijol ICTA Hunapú.

Distanciamiento entre posturas	Rendimiento de grano (kg/ha)	Grupo Duncan *
0.10 m	1439	a
0.20 m	1258	b
0.30 m	1215	b

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

La prueba de medias indica que se forman dos grupos estadísticos. En el primero de ellos se ubicó el distanciamiento de 0.10 m entre posturas (una planta por postura).

VIII. CONCLUSIONES

- Los arreglos topológicos afectaron significativamente el número de vainas por planta. En las variedades ICTA Superchiva^{ACM} e ICTA Altense, se obtuvo un mayor número de vainas cuando las posturas se colocaron a 0.30 m entre ellas (3 plantas por postura). Para la variedad ICTA Hunapú, además del tratamiento anterior, también se obtuvo el mayor número de vainas al manejar las posturas a 0.20 m entre ellas (2 plantas por postura).
- El número de granos por vaina únicamente fue afectado significativamente por los arreglos topológicos, en la variedad ICTA Altense. Se obtuvo un mayor número en los tratamientos cuyas posturas estuvieron distanciadas a 0.30 y 0.20 m. En ICTA Hunapú se observó tendencia a incrementar el número de granos por vaina cuando las posturas se distanciaron 0.10 m (una planta por postura).
- El peso de 100 granos fue afectado significativamente por los arreglos topológicos, en el caso de las variedades ICTA Superchiva^{ACM} e ICTA Altense. En la primera de ellas el peso fue mayor al distanciar las posturas 0.20 m; en ICTA Altense al manejar posturas distanciadas a 0.20 ó 0.30 m. Para ICTA Hunapú se observó tendencia a incrementar el peso de 100 granos con los distanciamientos de 0.20 y 0.30 m entre posturas.
- El rendimiento de grano en las variedades ICTA Superchiva^{ACM} e ICTA Altense, no fue afectado por los arreglos topológicos evaluados. Sin embargo, se observó tendencia a incrementar el rendimiento cuando las posturas estuvieron distanciadas a 0.20 m (en ICTA Superchiva^{ACM}) y 0.30 m (en ICTA Altense). En la variedad ICTA Hunapú si se marcaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos; el rendimiento fue mayor cuando se manejaron posturas distanciadas a 0.10 m.

IX. RECOMENDACIONES

- Hacer evaluaciones similares en diferentes localidades, pero considerar aumentar el tamaño de la unidad experimental y conducir registros económicos para cada uno de los tratamientos.
- Evaluar otros arreglos topológicos, incluyendo aquellos que involucran un doble surco de frijol; además, otras densidades de siembra.
- Evaluar para la variedad ICTA Hunapú, en parcelas comerciales, el distanciamiento de 0.10 m entre posturas, manejando una planta por postura.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, G. Valdez, I. (1982). Asociaciones e intercalamiento de maíz y frijol bajo temporal en Durango. Agricultura técnica en México, Vol. 8 no. 1 p. 65 - 68.
- Ávalos, Q. (1980). Control de plagas de frijoles en el área de la costa norte. Copia mimeografiada. UNALM. Lima – Perú.
- Barreto, A. (1970). Competencia entre frijol y las malas hierbas. Agricultura Técnica en México.
- Bellido, A. (1972). Período crítico de competencia de malezas en el cultivo del frijol. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima – Perú. 77p.
- Board, J. E y Harville, B.G. (1992). Explanations for greater light Interception in narrow vs. wide-row soybeans. Crop Sci. 32: 198-202.
- Bruno, A. (1990). Leguminosa alimentaria. Ed. Fraele S.A. CONCYTEC, Lima – Perú.
- Camarena, F. (1995). El Cultivo de frijol. Manual Técnico. UNALM, Lima – Perú.
- Carrillo, E. (1998). Evaluación bajo invernadero de la eficiencia de cepas nativas de *Rhizobium phaseoli* en la fijación de nitrógeno atmosférico. Tesis de Licenciatura, Universidad Rafael Landívar. 57p.
- Casanova, S. (1986). Evaluación de la influencia de tres factores de producción (fertilización, malezas y sanidad) en el rendimiento de grano seco de frijol bayo (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Ancash fase – II. Bajo condiciones de costa central. Tesis de Ing. Agrónomo UNALM. Lima – Perú 105p.
- Castillo, R.Z (2006). Evaluación de cuatro bioestimulantes y tres densidades de siembra en el cultivo de Cundeamor (*Momodica charantia*) Cucurbitaceae bajo condiciones de riego en el municipio de Gualán Zacapa: Guatemala. Tesis de Ing. Agrónomo, Universidad Rafael Landivar. Guatemala. p.12.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1994). Vivero internacional de rendimiento y adaptación de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) IBYAN 1980; Frijol Arbustivo de Grano de Diferentes Colores. Cali – Colombia 334p.
- Chiappe, V. (1981). Requerimientos Ambientales del Frijol. Copias mimeografiadas de la UNALM. Lima- Perú 45p.
- Cubero, I. y Moreno, T. (1983). Leguminosas de Grano, Ed. Mundi – Prensa, Madrid – España 359p.

- Fagaria, N.K.; Balagar, V. C. (1997). Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. Marcel Dekker, Inc. 2a ed. 624p.
- Gaxiola, L. (1977). Efecto de diferentes distancias entre surcos sobre la incidencia del hongo *Whetzelimia sclerotiorum* (Liba). Korf y Dumont Semse, Purdy, causante del moho blanco del frijol. Agricultura Técnica en Mexico. 4(1). pp. 73 - 76.
- Husch, B, Miller, C. and Beers, T. (1993). Forest Mensuration. Krieger Publishing Company, Third Edition Malabar, Florida.
- Ibarra, F. sf. Densidades de siembra de frijol en relevo con maíz en la región tropical costera del Golfo de México. V. 3, p. 1 – 9.
- Immer, F. R. (1932). Size and shape of plot in relation to field experiment with sugar beets. Jour. Arg. Res. 44: 649 - 668.
- Loma, J. L. De La (1966). Experimentación agrícola. 2ª Edición. México, UTHEA. 493p.
- Meneses, R (1996). Las leguminosas en la agricultura boliviana, revisión bibliográfica. Editores. Cochabamba – Bolivia 434p.
- Moreno, M. (1994). Efecto del distanciamiento entre plantas y arreglo topológico sobre el rendimiento de chile jalapeño, memorias XV congreso de Fitogenetica. 266p.
- Nuñez, C. (2011). Efecto de dos cepas de *Rhizobium* sp. y microorganismos efectivos en el rendimiento de grano seco de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Canario Centenario en Costa central. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 87p.
- Núñez, G. S. (1986). Arreglos topológicos de frijol con maíz intercalado en diferentes fechas en el centro de Chiapas. Agric. Tec. Mex. 12 (2) 283- 301.
- Pérez, T. H. (1983). Determinación del tamaño y la forma de la parcela experimental para frijol *Phaseolus vulgaris* L., de temporal. Agric. Tec. Mex. 9(2): 141- 150.
- Restrepo, M. y Laing, D. (1979). Conceptos básicos en la fisiología del frijol. Curso intensivo de Adiestramiento post-grado en investigación para la producción CIAT-Colombia.
- Salinas, S. Z. (1986). Caracterización y evaluación preliminar de cien variedades de frijol panamito en costa central – campaña de verano. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima – Perú. 70p.
- Simmons, C.; Tarano, J. y Pinto, J. (1959) Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. Edit. José de Pineda Ibarra. 1000p.

- Treviño, C. y Rosas, R. (2013). El frijol común: factores que merman su producción. Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana. México. Vol. XXVI Número 1
- Valladolid, A. (1993). El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú. INIA. – Proyecto TTA (Transferencia de Tecnología Agropecuaria). Colección INIA. Lima – Perú.
- White, W. (1989). Frijol: Fisiología del Potencial del Rendimiento y la Tolerancia al Estrés. Juan Izquierdo: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (RLAC). Santiago – Chile 95p.

XI. ANEXO

Datos de campo

ICTA SUPERCHIVA

Rep	Trat	Dist postura	Vainas/planta	Granos/vaina	Peso 100 granos (g)	Rend (kg/ha)
1	1	0.1	11.0	5.65	15.57	808
1	2	0.2	10.0	5.60	16.23	804
1	3	0.3	11.1	5.50	16.2	717
2	1	0.1	10.5	5.65	15.66	817
2	2	0.2	9.4	5.60	16.54	825
2	3	0.3	11.0	5.50	16	708
3	1	0.1	8.6	5.50	15.44	812
3	2	0.2	10.5	5.60	16.35	833
3	3	0.3	10.7	5.60	15.51	692
4	1	0.1	10.9	5.50	15.49	712
4	2	0.2	9.2	5.60	16.72	721
4	3	0.3	12.1	5.60	16.4	842
5	1	0.1	10.1	5.50	15.6	783
5	2	0.2	9.4	5.60	16.7	837
5	3	0.3	13.6	5.60	15.31	817

ICTA ALTENSE

Rep	Trat	Dist postura	Vainas/planta	Granos/vaina	Peso 100 granos (g)	Rend (kg/ha)
1	1	0.1	8.8	5.00	22.85	1404
1	2	0.2	12.8	5.90	24.36	1383
1	3	0.3	12.4	5.90	22.80	1583
2	1	0.1	9.7	5.95	22.72	1425
2	2	0.2	10.2	6.00	25.00	1375
2	3	0.3	13.0	6.40	24.92	1550
3	1	0.1	9.3	5.15	23.04	1454
3	2	0.2	12.6	5.90	24.90	1567
3	3	0.3	11.4	5.80	22.83	1508
4	1	0.1	9.5	5.80	23.00	1462
4	2	0.2	10.0	5.70	24.47	1437
4	3	0.3	11.5	5.90	24.63	1567
5	1	0.1	8.8	5.95	22.72	1412
5	2	0.2	12.8	6.00	24.28	1575
5	3	0.3	11.4	6.90	23.94	1467

ICTA HUNAPÚ

Rep	Trat	Dist postura	Vainas/planta	Granos/vaina	Peso 100 granos (g)	Rend (kg/ha)
1	1	0.1	10.2	6.15	19.25	1442
1	2	0.2	10.9	6.00	19.75	1267
1	3	0.3	11.0	6.00	19.34	1317
2	1	0.1	10.8	6.20	19.18	1492
2	2	0.2	10.9	6.00	19.28	1229
2	3	0.3	10.6	6.05	20.04	1083
3	1	0.1	10.5	6.30	19.75	1421
3	2	0.2	11.1	5.80	19.72	1271
3	3	0.3	11.5	6.10	19.75	1233
4	1	0.1	10.2	6.05	19.44	1425
4	2	0.2	11.1	6.30	19.65	1250
4	3	0.3	11.0	6.00	19.42	1267
5	1	0.1	10.0	6.10	19.00	1417
5	2	0.2	11.5	5.80	19.75	1275
5	3	0.3	10.7	5.80	19.31	1175