

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

TRABAJO DE TESIS

**Sistema de siembra a doble surco y surco sencillo
y su efecto en el crecimiento y rendimiento de
semilla de frijol común**

Autor

Br. Johnry Junior Hawkins Martínez

Asesores

**MSc. Roberto Carlos Larios González
Ing. Alba Noelia Ortiz Aragón**

Managua, Nicaragua

Julio, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TESIS

**Sistema de siembra a doble surco y surco sencillo
y su efecto en el crecimiento y rendimiento de
semilla de frijol común**

Autor

Br. Johnry Junior Hawkins Martínez

Asesores

**MSc. Roberto Carlos Larios González
Ing. Alba Noelia Ortiz Aragón**

**Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al título
profesional de Ingeniero Agrónomo**

**Managua, Nicaragua
Julio, 2022**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero agrónomo

Miembros del honorable comité evaluador

MSc. Martha Elizabeth Moraga Quezada
Presidente

Ing. Miguel Jerónimo Ríos
Secretario

MSc. Jorge A. Gómez Martínez
Vocal

Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua 1 de julio del 2022.

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, porque gracias a él he logrado terminar con éxito mi carrera profesional y me ha guiado por el mejor camino dándome sabiduría y fortaleza para superar cada obstáculo de mi vida.

A mi Tía Abuela Charlotte Hawkins (q.e.p.d) quien me enseñó el amor más puro del mundo, me aconsejó y apoyo incondicionalmente, y a quien siempre amaré mucho.

A mi Abuelos José Manuel Hawkins y Silvia Victoria Machado por ser mi ejemplo a seguir día a día, quienes me ha inculcado valores como responsabilidad, honestidad, carácter, por enseñarme todo lo que saben en el ámbito profesional para siempre dar lo mejor y tener un mejor futuro.

A mis Padres Johnry Hawkins Machado y Karina Yosbel Martínez por ayudarme a culminar con éxito mi carrera profesional, y lograr salir adelante con mis estudios, motivándome a mejorar con sus consejos para alcanzar todas las metas que me proponga en la vida.

A mi Abuela Susi por brindarme apoyo y amor en todos los momentos de mi vida.

A mi mejor Amigo Roberto Benítez por apoyarme y brindarme su buen humor a lo largo de mi vida.

Y dedicarle este trabajo a mi familia y amigos que han estado en mis cinco años de carrera de los cuales he aprendido muchas cosas ya sea en el ámbito profesional o personal, los cuales me han visto crecer y formarme como Ingeniero Agrónomo.

Br. Johnry Junior Hawkins Martínez

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme guiado en mi vida, dándome fortaleza para lograr culminar con éxito mi carrera.

A mi familia que me han visto crecer desde muy pequeño inculcándome valores para dar todo de mí y apoyándome en mi carrera profesional.

Al MSc. Roberto Carlos Larios González por brindarme su apoyo, conocimientos y consejos a lo largo de mi carrera, y por ser un gran maestro y amigo.

A mi compañera y amiga Ing. Alba Noelia Ortiz por ser una amiga ejemplar, por compartir sus conocimientos y por ayudarme durante estos cinco años de carrera.

A la Universidad Nacional Agraria, por ser mi casa de estudio que me permitió formarme profesional y humanamente.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) por permitirme realizar mi trabajo de investigación en las instalaciones del Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La compañía, así como al personal de campo por todo el apoyo brindado.

Br. Johnry Junior Hawkins Martínez

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Distancia de siembra en frijol	4
3.2 Variables de crecimiento y rendimiento	5
3.3 Producción de semilla	6
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	8
4.1 Localización y descripción del área de estudio	8
4.1.1 Características edafoclimáticas de la estación experimental La Compañía	9
4.2 Descripción del trabajo experimental	9
4.3 Descripción de los tratamientos	10
4.4 Descripción del material vegetativo	10
4.5 Manejo agronómico	11
4.6 Variables evaluadas	11
4.7 Variables de crecimiento	12
4.7.1 Altura de planta (cm)	12
4.7.2 Número de hojas por planta	12
4.8 Variables de rendimiento	12
4.8.1 Número de vainas por planta	12

4.8.2 Número de granos por vaina	13
4.8.3 Rendimiento (kg ha ⁻¹)	13
4.9 Análisis estadístico	13
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
5.1 Altura de planta (cm)	15
5.2 Número de hojas por planta	16
5.3 Número de vainas por planta	18
5.4 Número de granos por vaina	19
5.5 Rendimiento (kg ha ⁻¹)	20
VI. CONCLUSIONES	23
VII. RECOMENDACIONES	24
VIII. LITERATURA CITADA	25
IX. ANEXOS	31

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación geográfica del Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía	8
2.	Altura de planta a los 43 dds por influencia de los sistemas de siembra	15
3.	Número de hojas por planta a los 43 dds por influencia de los sistemas de siembra	17
4.	Número de vainas por planta por influencia de los sistemas de siembra	18
5.	Número de granos por vaina por influencia de los sistemas de siembra	20
6.	Rendimiento en kg ha ⁻¹ por la influencia de los sistemas de siembra	21

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Manejo fitosanitario utilizado en el Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía	32
2.	Productos, dosis y momento de aplicación de herbicidas y fertilizantes utilizado en el Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía	32
3.	Procedimiento para activar análisis estadístico en Excel	33
4.	Distancia de siembra a doble surco	34
5.	Distancia de siembra a surco sencillo	34
6.	Registro de altura de planta y número de hojas	35
7.	Actividades de manejo agronómico en el Centro de Desarrollo Experimental de frijol La Compañía	35

RESUMEN

Los sistemas de siembra como parte del manejo agronómico influyen en la respuesta de los cultivos en el producto final. El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia de sistemas de siembra a doble surco y a surco sencillo en el crecimiento de las plantas y el rendimiento de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). La investigación se realizó en la época seca en el período de febrero a abril del 2019 en el Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, ubicada a 11°54'30" de latitud Norte y 86°10'50" de longitud Oeste. Se encuentra a una altura de 470 metros sobre el nivel del mar con temperatura media de 24 °C y precipitación media anual entre 1 200 y 1 500 mm. Se utilizó un diseño de parcelas pareadas, comparando la parcela A (doble surco) con la parcela B (surco sencillo). El análisis estadístico fue una prueba de t de Student. El cultivar utilizado fue INTA Rojo Extrema Sequía, generado por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Los tratamientos fueron dos sistemas de siembra, el primero a doble surco con 80 cm entre calle y 40 cm entre surco, el segundo con surco sencillo a 60 cm entre surco; ambos con 12 semillas por metro lineal. Se evaluaron variables de crecimiento como altura de planta en cm, número de hojas por planta, así como variables de rendimiento tales como número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento en kg ha⁻¹. No se registran diferencias estadísticas en el número de hojas, número de grano y número de vainas, pero se obtuvo mayor altura de planta con el sistema a surco sencillo. El rendimiento es estadísticamente igual en ambos sistemas de siembra, por lo que se sugiere utilizar la siembra a doble surco por las ventajas que ofrece en el manejo del sistema.

Palabras clave: distancias de siembra, parcelas pareadas, producción de semilla.

ABSTRACT

Planting systems as part of agronomic management influence crop response in the final product. The objective of this research was to determine the influence of double furrow and single furrow planting systems on plant growth and seed yield of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). The research was conducted during the dry season in the period from February to April 2019 at the La Compañía, Bean Experimental Development Center of the Nicaraguan Institute of Agricultural Technology, located at 11°54'30" North latitude and 86°10'50" West longitude. It is at an altitude of 470 meters above sea level with an average temperature of 24 °C and average annual rainfall between 1,200 and 1,500 mm. A paired plot design was used, comparing plot A (double furrow) with plot B (single furrow). The statistical analysis was a Student's t-test. The cultivar used was INTA Rojo Extrema Sequía, generated by the Nicaraguan Institute of Agricultural Technology. The treatments were two sowing systems, the first with a double furrow with 80 cm between rows and 40 cm between rows, and the second with a single furrow with 60 cm between rows; both with 12 seeds per linear meter. Growth variables as plant height in cm, number of leaves per plant, and yield variables like number of pods, number of grains and yield in kg ha⁻¹ were evaluated. There were no statistical differences in the number of leaves, number of grains and number of pods, but greater plant height was obtained with the single furrow system. Yield was statistically equal in both sowing systems, so it is suggested to use double furrow sowing for the advantages it offers in the management of the system.

Key words: planting distances, paired plots, seed production.

I. INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de las prácticas agronómicas, la siembra de cultivos se ha realizado en hileras con distintas separaciones según el cultivar, hábito de crecimiento, tipo de suelo e instrumentos de trabajo, originando los sistemas de siembra (Padilla *et al.*, 2003). Los que se definen como factores de manejo que varían en diferentes arreglos; para frijol estos arreglos generalmente se establecen en sistemas de siembra a surco sencillo o surco doble.

La siembra a surco sencillo es un sistema tradicional y ha sido el más utilizado, favorece labores de manejo y crecimiento de plantas; y en la siembra a doble surco la separación se considera entre surcos e hileras y las distancias permiten mayor aprovechamiento de humedad y espacio, facilitando labores de manejo.

Calero *et al.* (2018) definen los sistemas de siembra como una práctica que permite mejorar la distribución de las semillas en el espacio; y se considera un importante factor de gestión que interfiere en el crecimiento y desarrollo del grano, alterando el ambiente, la captación de luz, y la competencia entre plantas por agua y nutrientes (Ricaurte *et al.*, 2016); incidiendo en los valores de rendimiento.

El Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía, también conocido como La Compañía, del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) se dedica a la validación y reproducción de semilla de granos básicos, principalmente frijol. Como parte de los procesos de innovación establecen parcelas experimentales, entre estas, se han establecidos diferentes distancias de siembra en el desarrollo vegetativo y reproductivo del frijol.

Definir distancias de siembra considerando la genética, el clima y las características del sistema, propicia mayor aprovechamiento de área, recursos, rendimientos y variables de rendimiento; características importantes en la producción de grano y semilla de frijol.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015) señala que la semilla es el insumo de mayor importancia en la agricultura y la alimentación.

En Nicaragua las áreas de producción de semilla gestionan la generación y reproducción de cultivares con potencial genético en determinados cultivos, entre ellos granos básicos como el frijol (Ortiz y Larios, 2020).

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Red de Innovación Agrícola y Cooperación Suiza en América Central (IICA *et al.*, 2009) enfatizan en la distribución, importancia y aporte nutricional del frijol en la alimentación y su participación en la seguridad alimentaria y nutricional; refieren que en Nicaragua es una de las fuentes de proteína más importante y accesible en la dieta humana.

Se evalúo surco sencillo y surco doble, considerando las características de cada uno. El primero como sistema tradicional en la producción de grano y semilla de frijol en Nicaragua, y surco doble con mayor aprovechamiento de área. Soltani *et al.* (2006) mencionan la influencia de la distancia de siembra en los principales procesos fisiológicos y el efecto en el desarrollo de área foliar, cantidad de plantas por unidad de área y la relación con los valores de rendimiento.

Carvalho *et al.* (2001) mencionan que los mayores valores de rendimiento en leguminosas están relacionados con valores más altos de densidad poblacional influenciados con distancias de siembra; por lo tanto, se valora el aprovechamiento de las áreas de siembra, a través de sistemas que reduzcan distancia entre plantas y aumenten el número de planta por superficie, sin afectar los valores productivos.

En Nicaragua, el efecto de los sistemas de siembra en la producción de semilla de frijol, no han sido particularmente estudiado, por lo tanto, esta investigación ha sido desarrollada con la premisa de definir un sistema óptimo para la producción de semilla de frijol. En esta investigación se comparan dos distancias de siembra en frijol en La Compañía, para determinar el sistema que facilite las labores de manejo agronómico, optimización de recursos y mayor crecimiento vegetativo y reproductivo del cultivo de frijol.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar la distancia de siembra que permita mejor crecimiento y rendimiento de semilla de frijol común.

2.2 Objetivos específicos

Evaluar el efecto de las distancias de siembra en la altura de planta y número de hojas por planta.

Determinar la influencia de las distancias de siembra en el número de vainas por planta, granos por vaina y rendimiento en la producción de semilla de frijol común.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Distancia de siembra en frijol

La distancia de siembra es un factor de gestión importante que interfiere en el crecimiento y desarrollo del grano. Nodal y Martín (2014) establecen que el manejo de las distancias permite aumentar los valores de variables de crecimiento.

Padilla *et al.* (2003) mencionan que en el cultivo de frijol la densidad de siembra y la distribución de las plantas en el terreno depende de características de desarrollo varietal y de factores ambientales y Alves *et al.* (2008), recomiendan reducir la distancia entre surco para aumentar la densidad de siembra, utilizando genotipos con fase reproductiva precoz.

Calero *et al.* (2018) señalan que “la distancia entre plantas es la herramienta más efectiva para mejorar la captura de luz” (p. 90), también hace referencia al efecto de densidades bajas en la captura de luz y bajos valores de crecimiento de las plantas.

Considerar todos los factores para determinar la distancia de siembra favorece el proceso agrícola en adelante; Alves *et al.* (2008) sugieren que se observa aumentos en el rendimiento con densidad altas de plantas, principalmente por un aumento en el área foliar, mantenimiento de la humedad en el suelo y por una mayor cantidad de plantas por unidad de área.

Rodríguez *et al.* (2017) evaluando cinco distancias de siembra, registraron aumentos en el rendimiento del grano en la medida que se aumentaron las distancias de siembras.

Osuna-Ceja *et al.* (2012) determinaron que, disminuir el espacio entre hileras e incrementar la densidad de planta favorece el desarrollo vegetativo del cultivo desde las primeras fases fenológicas, estos mismos autores obtuvieron mayor rendimiento de grano por influencia de del aumento en el índices de cobertura y en el área foliar al comparar distintas variedades y densidades de siembra, infiriendo que debido al aumento en la densidad de siembra, se conserva una mayor cantidad de agua en el suelo y disminuye el crecimiento de malezas.

3.2 Variables de crecimiento y rendimiento

Graterol y Montilla (2003) consideran que “las distancias de siembra, las poblaciones de planta y los genotipos son factores de primordial importancia” (p.1); y que éstos influyen en la eficiencia de la transformación de la energía proveniente del sol y su cambio a energía química.

La altura de planta es una característica genética que puede ser influenciada por factores climáticos, edáficos y de manejo. Ricaurte *et al.* (2016) enfatizan que, si existe un balance entre hileras y entre plantas, se obtiene un crecimiento y desarrollo del frijol satisfactorio y no hay modificaciones en el ambiente que alteren las condiciones de suelo y agua.

Alemán (2004) afirma que el efecto de la reducción de recursos en condiciones de agrupamiento afecta el tamaño de la planta en general y su producción de biomasa, resultado de la disminución de órganos vegetativos como tallos, raíces, ramas y órganos reproductivos (flores, fruto y semilla).

Barbieri *et al.* (2000) plantean que el uso de distancias menores de 76 cm es una práctica que permite mayor rendimiento de materia seca por área, ocasionada por un aumento en la capacidad fotosintética durante el ciclo vegetativo, información similar a lo registrado por Calero *et al.* (2018) quienes obtuvieron los mejores valores de productividad y de caracteres morfo fisiológicos con distancia de 0.70 metros.

Jiménez y Acosta (2013) reportan 52 % y 44 % de incremento en el rendimiento al disminuir la distancia entre surcos de 0.75 metros a 0.25 metros, al igual que Osuna-Ceja *et al.* (2012) con aumentos de 28.6 % y 41 % y reducción en la distancia de 0.76 m a 0.40 m y 0.20 m respectivamente.

Artola (1990) determinó que el número de vainas por planta es mayor en la medida que disminuye la distancia entre surco. Zapata y Orozco (1991) estudiaron diferentes distancias de siembra, obteniendo que, con una distancia de 40 cm el cultivo obtiene mayor follaje y capacidad competitiva, lo que permite mayor fotosíntesis y facilita la floración, con distancias

de 20 cm el crecimiento del follaje es precoz y se obtienen valores intermedios de número de vainas y con 60 cm de distancia se incrementa la competencia intraespecífica y se reduce el número de vainas.

Calero *et al.* (2018) señalan que las variedades mejoradas responden mejor cuando se siembran en distancias cortas con altas densidades, mientras que Escalante-Estrada *et al.* (2015) hacen referencia a la importancia del manejo de prácticas agrícolas, como las distancias de siembra, la productividad del agua y nutrición vegetal.

Sosa *et al.* (2017) establecen que en función del área disponible las plantas presentan mayor capacidad de absorber y acumular nutrientes, contribuyendo en la fase reproductiva.

Es importante considerar los factores que afectan la plantación y pueden ser favorecidos por las distancias de siembra; Eckert *et al.* (2010) mencionan que la ocurrencia de enfermedades generadas por los microclimas que se establecen, son favorecidas por distancias cortas.

3.3 Producción de semilla

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2010) plantea que es importante el mercado de semillas de granos básicos en el marco de la seguridad alimentaria de cada país.

Según las Normas Jurídicas de Nicaragua, Decreto ejecutivo número tres (1959) el objetivo principal de estos procesos es producir, certificar y distribuir semillas agrícolas, garantizando la pureza genética y calidad de estas.

Martínez y Solano (2016) señala que la “producción de granos básicos es uno de los pilares en la economía nicaragüense” (p. 14); teniendo como limitante el poco uso de semilla certificada, limitantes en la tecnología utilizada, canales de distribución y precios adecuados; igualmente menciona que la dinámica de producción de semilla varía de acuerdo a la evolución de los mercados, cambios agroclimáticos y la dinámica de las plagas, especial referencia en que la base

está en el abastecimiento de semilla básica en las cantidades demandadas por el sector de semilla nacional.

Las semillas con calidad genética, física y fisiológica son determinantes en el rendimiento final de cada cultivo, mejorando la eficiencia de la cosecha sin incrementar costos de producción (Doria, 2010).

Ortiz y Larios (2020) describen la importancia de la producción de semilla y cómo estos sistemas favorecen la distribución de material de siembra a diferentes sectores, hacen referencia a los programas de fitomejoramiento y cómo estos programas influyen en la generación y disseminación de variedades mejoradas.

El principal objetivo de la producción de semilla es disponer de suficiente material de siembra para su distribución; cada genotipo está diferenciado por parámetros genéticos y fisiológicos que representan soluciones al productor, respecto al área. Los programas de producción de semilla también consideran la optimización de recursos y espacios, por lo que, evalúan genotipos, distancias de siembra, dosis de fertilización, láminas de riego y demás aspectos que permitan mayor aprovechamiento y rendimientos del cultivo.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización y descripción del área de estudio

La investigación se realizó en el Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía, propiedad del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), en el período del 15 de febrero al 24 de abril del 2019.

La Compañía está localizada en el kilómetro 45 de la carretera San Marcos-Masatepe, departamento de Carazo, en las coordenadas $11^{\circ}54'30''$ LN y $86^{\circ}10'50''$ LO (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales [INETER], 2018).

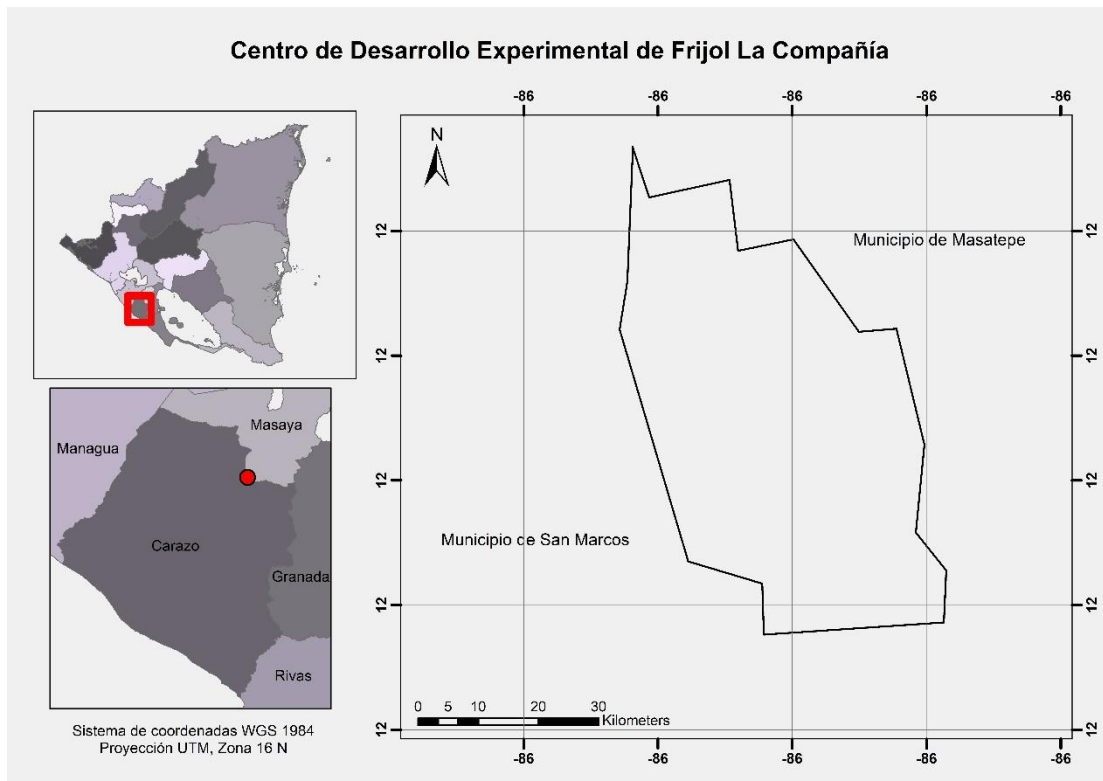


Figura 1. Ubicación geográfica del Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía. Fuente: Ortiz-Aragón (2022)¹.

¹ Ortiz-Aragón, AN. (2022). Investigadora independiente.

4.1.1 Características edafoclimáticas de la estación experimental La Compañía

La zona se clasifica como AW2 (clima caliente y sub húmedo con lluvia en verano) según el sistema de clasificación de Köppen modificado, esta categoría de clima se caracteriza por presentar estación seca de noviembre a abril y estación lluviosa de mayo a octubre (INETER, 2005); la temperatura promedio anual es de 24 °C, y precipitación anual entre 1 200 y 1 500 mm con humedad relativa de 85 % (INETER, 2018).

Se ubica en la zona de vida de Bosque Sub-Tropical Húmedo (bh-ST) según el sistema de clasificación de Holdridge (1947) (Agencia para el Desarrollo Internacional, 1962) ubicado a una altura de 470 metros sobre el nivel del mar.

El suelo se clasifica en el orden Andisol sub orden Ustands con régimen de humedad ústico (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA], 2014). La génesis de los andisoles, también denominados suelos con propiedades ándicas, hace referencia a suelos derivados de ceniza volcánica, presenta en áreas con volcanes activos o recientemente extintos (Sánchez y Rubiano, 2015).

Las principales características del suelo son los contenidos moderados o altos de materia orgánica, alta capacidad de intercambio catiónico y concentración de bases, con valores deficientes de fósforo por la presencia de alófanos (Pavón *et al.*, 2010). La presencia de materiales amorfos y humus genera propiedades físicas y químicas particulares y favorables para la producción de alimentos, como el predominio de carga variable, alta capacidad de retención de agua, baja densidad aparente, alta friabilidad y formación de agregados (Dahlgren *et al.*, 2004).

4.2 Descripción del trabajo experimental

Se utilizó un diseño de parcelas pareadas; para muestras independientes, se usó la relación matemática $A = B$, esto permitió comparar la parcela A, correspondiente a la distancia de siembra usando surco sencillo, con la parcela B, correspondiente a la siembra de surco doble.

La dimensión de cada unidad experimental fue de 40 metros de largo por 40 metros de ancho, para un área total de 1 600 m², Las parcelas presentaron una separación de 20 metros. Para el muestreo se seleccionaron al azar 10 sitios por tratamiento, en cada sitio se muestrearon 10 plantas para una muestra total de 100 plantas por parcela.

4.3 Descripción de los tratamientos

Se evaluaron dos tratamientos, que consistieron en dos sistemas de siembra, el primero a surco sencillo, con una distancia de 0.60 m entre surco, y el segundo a doble surco, con distancias de 0.80 m entre calle y 0.40 m entre surco. En ambos sistemas se utilizaron 12 semillas por metro lineal, para una densidad poblacional de 200 000 plantas ha⁻¹ en el primer caso, y de 240 000 plantas ha⁻¹ en el segundo.

4.4 Descripción del material vegetativo

El cultivar utilizado fue INTA Rojo Extrema Sequía (SMR 100), semilla generada y reproducida por el INTA.

Se caracteriza como un cultivar biofortificado, resistente a la sequía y altas temperaturas, con sistema radicular profundo, porte de planta erecto, madurez temprana, color de grano rojo claro, similar a las variedades criollas, y tolerante a la pre germinación dentro de la vaina (Guzmán, 2019).

Este cultivar forma parte del paquete tecnológico desarrollado por el INTA, a través del proyecto de investigación y desarrollo “Fomento de la productividad de semillas de frijol rojo en Nicaragua”.

Cuadro 1. Características agronómicas del cultivar INTA Rojo Extrema Sequia

Característica	Indicador
Habito de crecimiento	Arbustivo guía mediana
Días de floración	32-34
Días de maduración fisiológica	64-66
Días de cosecha	72-74
Color de grano	Rojo claro brillante
Mosaico dorado	Tolerante
Mosaico común	Resistente
Bacteriosis	Intermedio
Mancha angular	Susceptible
Reacción a sequia	Tolerante
Reacción a alta temperatura	Tolerante
Contenido de hierro (Fe)	85mg kg ⁻¹
Contenido de zinc (Zn)	33mg kg ⁻¹
Rendimiento	34-35 qq mz ⁻¹

Fuente: Guzmán (2019).

4.5 Manejo agronómico

La preparación del suelo y la siembra se realizó con labranza mínima mecanizada. El manejo agronómico, correspondiente a la fertilización, manejo de plagas, enfermedades y arvenses, se efectuó según el itinerario técnico para producción de semilla de frijol establecido en el Centro Experimental de Desarrollo de Frijol La Compañía (Anexo 1 y 2).

Se utilizó una lámina de riego de 489 mm con dos horas de duración y un día como intervalo de aplicación; el sistema de riego es por aspersión estructurado por una tubería principal y tuberías secundarias separadas 12 metros entre sí. La lámina de riego y el diseño del sistema corresponden al utilizado y establecido en La Compañía.

4.6 Variables evaluadas

Se evaluaron variables de crecimiento, componentes del rendimiento y rendimiento. Para el registro de la información, se seleccionarán 10 sitios al azar dentro de la parcela útil, en cada punto se registró el dato en 10 plantas por cada sitio de muestreo.

Las variables de crecimiento fueron registradas a partir de la fase fenológica R₅ (prefloración) hasta la R₈ (llenado de vainas).

Las variables correspondientes a los componentes del rendimiento, así como el rendimiento se registraron en la fase R₉ al momento de la cosecha, esto se registró en 10 puntos al azar en cada parcela útil; las plantas consideradas por cada sitio fueron aquellas ubicadas en un metro lineal, considerando la cantidad de plantas comprendidas en ese metro.

4.7 Variables de crecimiento

4.7.1 Altura de planta (cm)

La medición se realizó a los 43 días después de la siembra (dds). Se utilizó una cinta métrica, midiendo desde la base del tallo hasta la última hoja completamente formada.

4.7.2 Número de hojas por planta

Se contabilizaron las hojas completamente desarrolladas y fotosintéticamente activas (coloración verde); la medición de esta variable se realizó al mismo tiempo que el registro de la altura de planta.

4.8 Variables de rendimiento

4.8.1 Número de vainas por planta

El registro de esta variable se realizó en 10 plantas por cada sitio de muestreo al momento de la cosecha (72 dds), contabilizando la cantidad de vainas en cada planta seleccionada.

4.8.2 Número de granos por vaina

Se registró el número de granos existentes en cinco vainas seleccionadas en cada planta, considerando las vainas ubicadas en la parte alta, media y baja de cada planta. Este registro se realizó en paralelo al número de vainas por planta.

4.8.3 Rendimiento (kg ha^{-1})

El rendimiento se registró considerando la cosecha dentro de cada parcela útil; dato que fue expresado en kg ha^{-1} y ajustado a 14 % de humedad de acuerdo con la ecuación de Aguirre y Peske (1988).

$$\text{Pf: } \text{Pi}(100-\text{Hi}) / (100-\text{Hf})$$

Donde:

Pf: Peso final (kg)

Pi: Peso inicial (kg)

Hi: Contenido de humedad inicial (%)

Hf: Contenido de humedad final (14%)

La humedad se registró utilizando un probador de humedad digital para grano John Deere PLUSTM SW08120.

4.9 Análisis estadístico

En una hoja de cálculo de Excel Microsoft 365 se elaboró una base de datos y se realizó la prueba estadística de t de Student para muestras independientes. El nivel de confiabilidad fue 95 %.

Para activar la herramienta de análisis de datos de Excel, se selecciona en archivos la pestaña opciones, seguidamente en complementos la opción Herramientas para análisis – VBA,

seleccionando la opción de Herramientas para análisis. Posteriormente en la tabla de contenido se habilita en la opción Datos, la herramienta Análisis de datos y luego se opta por la prueba de t para dos muestras emparejadas (Anexo 3).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Altura de planta (cm)

La altura de planta es una característica varietal genética, también es influenciada por las condiciones del suelo (Reyes, 1990), y por factores climáticos y ambientales, principalmente por incidencia de luz, temperatura y humedad (Salisbury y Ross, 1994).

Los resultados en esta variable indican que las plantas logran una altura mayor con el sistema de siembra a surco sencillo (Figura 2). Este comportamiento se debe a que, al existir menor distancia entre las plantas, éstas compiten mayormente por espacio y luz, provocando un mayor crecimiento; esto concuerda con lo planteado por Smith *et al.* (2010), al señalar que, al haber mayor competencia intraespecífica, las plantas desarrollan mayor altura.

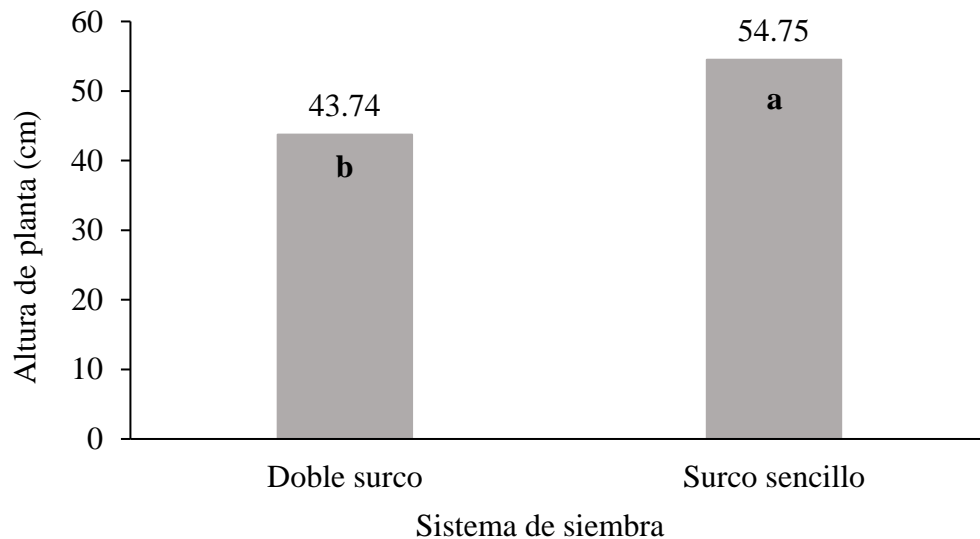


Figura 2. Altura de planta a los 43 dds por influencia de los sistemas de siembra.

Sánchez (1990) indica que la altura de planta en frijol contrarresta la competencia interespecífica (cultivo-arvense), además asegura la sanidad de las primeras vainas y disminuye las enfermedades fungosas, lo que favorece el rendimiento de grano.

A mayor altura de planta es menor el riesgo de afectación por enfermedades y pudriciones en las vainas y granos, ya que se evita el contacto con el suelo y la propagación a vainas superiores, lo que no ocurre con plantas de bajo crecimiento (Sandoval y López, 1997).

El planteamiento anterior de Sandoval y López (1997) coincide con el de Moraga y López (1993), quienes señalan “que la altura es importante para la competencia interespecífica, para la sanidad de las primeras vainas y para la relación existente con el rendimiento” (p. 43).

Los resultados registrados se sitúan en el rango de alturas reportados por INTA (2014), y Medina y Mercado (2018) quienes obtuvieron alturas entre 40 cm y 60 cm.

Sánchez *et al.*, (2016) hacen referencia a que las siembras a menor distancias son un método para incrementar la productividad del área y del cultivo, y también un manejo cultural de malezas por efecto de competencia por luz, agua y espacio, disminuyendo los costos de manejo.

5.2 Número de hojas por planta

Morales *et al.* (2016) expresan que el número de hojas por planta se relaciona con el área foliar y la capacidad fotosintética, lo que permite acumular materia seca y tiene una relación directa con el rendimiento.

Somarriba (1998) indica que “las hojas varían en cuanto a tamaño, color y pilosidad, esta variación está relacionada con la variedad, la posición de la hoja en el tallo, la edad y las condiciones ambientales de luz y humedad” (p. 11).

En la Figura 3 se observa el comportamiento del número de hojas por planta, indicando que no existen diferencias estadísticas entre la siembra en surco sencillo y la siembra a doble surco.

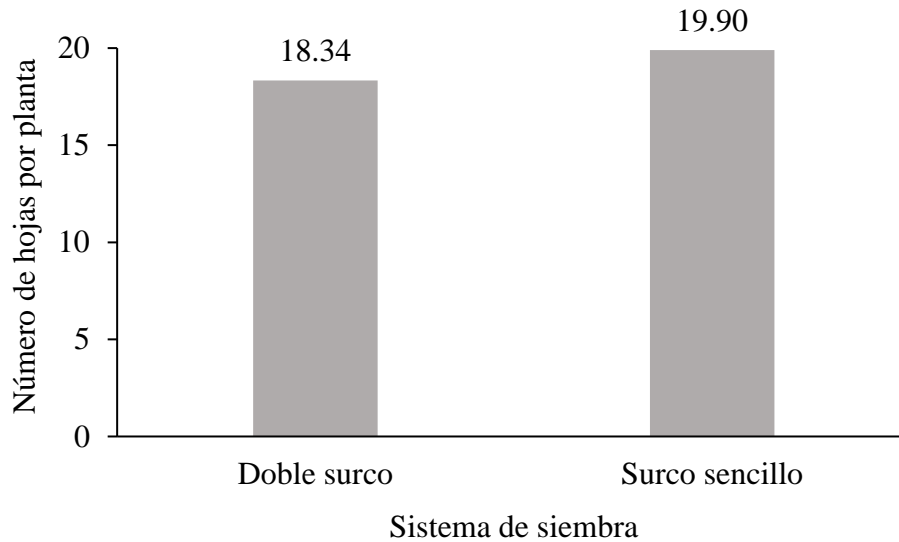


Figura 3. Número de hojas por planta a los 43 dds por influencia de los sistemas de siembra.

La cantidad de hojas registradas son similares a los datos registrado por Medina y Mercado (2018), quienes obtuvieron hasta 21 hojas por planta a los 30 días después de la siembra evaluando dos sistemas de siembra y sin diferencias estadísticas a los 45 días después de esta.

Moya *et al.* (2019) registró hasta 17 hojas por planta al evaluar el sistema de siembra a doble surco, mientras que Valle (2013) obtuvo un máximo de 13 hojas por planta al evaluar la siembra a surco sencillo, datos inferiores a los reportados en este estudio.

El número de hojas se relaciona directamente con el área foliar y la rapidez en el crecimiento de las plantas (Barraza *et al.*, 2004).

White (1985), señala que el número de granos por vaina en una planta se considera una característica varietal relacionada al genotipo y agrega que, esta variable es muy influenciada por factores ambientales.

5.3 Número de vainas por planta

El número de vainas por planta es un carácter cuantitativo, influenciado por pocos genes y características específicas de cada cultivar (White, 1985); también indica que es una variable influenciada por el ambiente, principalmente por la temperatura, el viento y el agua durante la floración; por su parte Moraga y López (1993), hacen referencia a que el número de vainas por planta también es condicionado por nivel de nutrición en la fase de formación de vainas y granos, aspecto relacionado con el rendimiento.

El análisis estadístico indica que no hay diferencias estadísticas en el número de vainas por planta en relación con la siembra a doble surco y a surco sencillo (Figura 4).

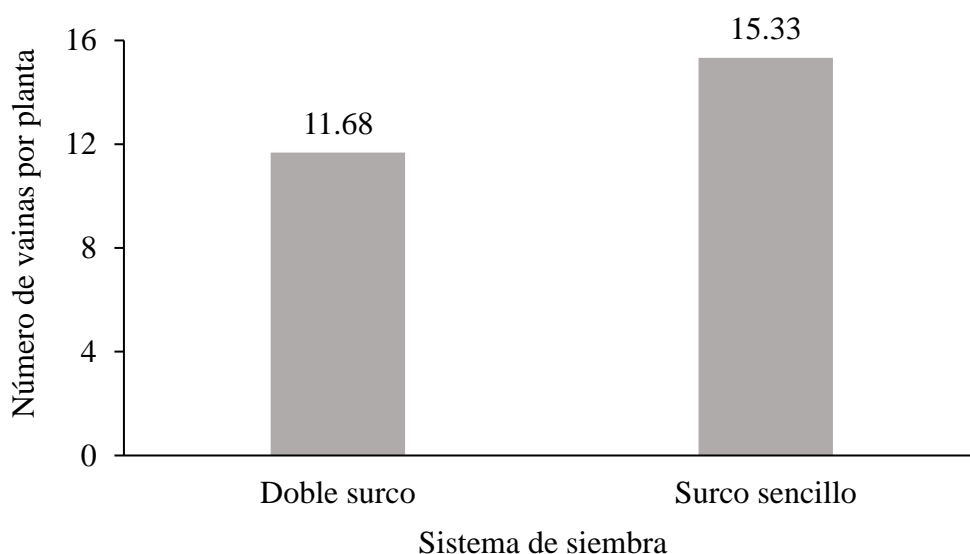


Figura 4. Número de vainas por planta por influencia de los sistemas de siembra.

Hernández y Barquero (2003) señalan “que el número de vainas por planta es un componente del rendimiento” y que una cantidad mayor de vainas no necesariamente significa un rendimiento mayor. Estos autores registraron un máximo de 12 vainas por plantas, ubicándose en el rango contabilizado en este estudio.

Estos resultados están en correspondencia con los reportados por Moya (2019), quienes registraron valores entre 14 y 18 vainas por planta a doble surco y con los de Valle (2013) quien registra plantas que poseían entre 11 y 14 vainas a surco sencillo.

Aunque nuestros resultados no difieren estadísticamente, autores como Hakansson (1983) y Díaz y Aguilar (1984) señalan que en la medida que la densidad de plantas es mayor, la cantidad de vainas por plantas es menor.

5.4 Número de granos por vaina

La cantidad de granos por vaina en el cultivo de frijol es un carácter asociado al rendimiento. Según Artola (1990) es una característica determinada por el genotipo, lo cual es heredable y está afectada por las condiciones del ambiente.

Joya y Leiva (2006) señalan que la cantidad de granos por vaina se relaciona con la radiación solar, el área foliar, la capacidad fotosintética y el estado nutricional.

Los resultados obtenidos con el sistema de doble surco fueron estadísticamente iguales al de surco sencillo (Figura 5). Al aumentar el número de plantas se esperaba obtener un mayor número de vainas, aprovechar mejor el área de cultivo y obtener mayor cantidad de plantas.

El número de granos puede variar según la longitud de las vainas. En la mayoría de los casos, a mayor longitud de la vaina mayor será el número de granos (Figura 5).

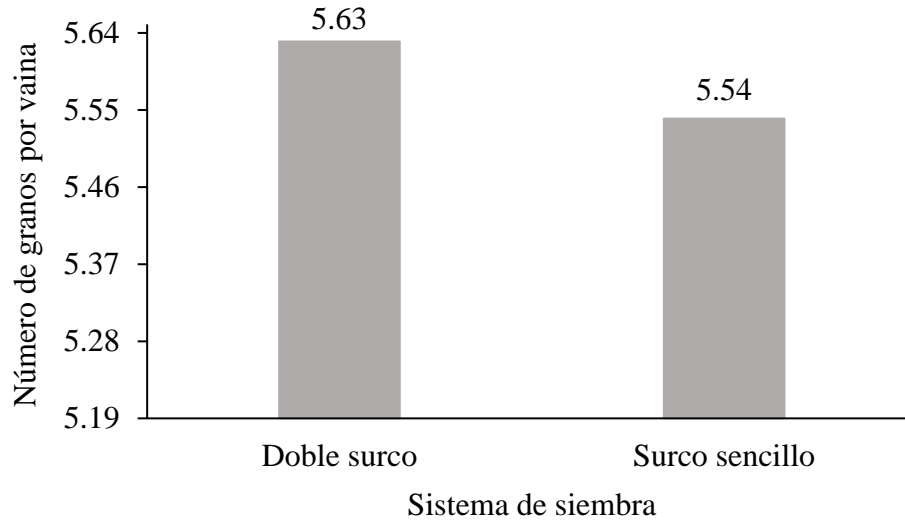


Figura 5. Número de granos por vaina por influencia de los sistemas de siembra.

El comportamiento estadístico en este estudio es igual al reportado por Escalante-Estrada (2015), quienes no registraron diferencias estadísticas al comparar dos distancias de siembra, sin embargo, sus datos son inferiores a los registrados en este estudio.

Según Bonilla (1990), al ser citado por Aguilar (2015), la cantidad de granos por vaina se relacionan con la genética particular de cada variedad y es influenciada por las condiciones ambientales propias de cada región y es un indicador del efecto que ejerce el ambiente.

Los datos obtenidos son similares a los registrados por Smith y Zelaya (2005), quienes obtuvieron entre cinco y siete granos por vaina evaluando sistemas a doble surco, sin reportar diferencia estadística.

5.5 Rendimiento (kg ha^{-1})

Matías (1996) definió que la manipulación del número de plantas por unidad de área produce altos rendimientos de semillas, mejorando el manejo y facilitando la cosecha. Considerándose una práctica primordial definir métodos de siembra y espacios adecuados entre surco y planta.

Para Thung (1991) el rendimiento de un cultivo resulta de la interacción entre el ambiente y la administración del manejo agronómico del cultivo, y cuando ocurre de manera adecuada, permite que se exprese el potencial genético de producción.

Según Peralta (2000) el rendimiento es influenciado por diversas variables, entre ellas el número de flores, el número de vainas por planta y el número de granos por vaina, más el efecto que ejercen los factores ambientales.

En un sistema de producción el rendimiento es un indicador que permite al productor evaluar su eficiencia productiva. Así lo describe White (1985) al plantear que cuando existe un aumento en la cantidad de plantas cosechada, el rendimiento es mayor.

En la Figura 6 se observa que el rendimiento no difiere estadísticamente en relación con los dos sistemas de siembra.

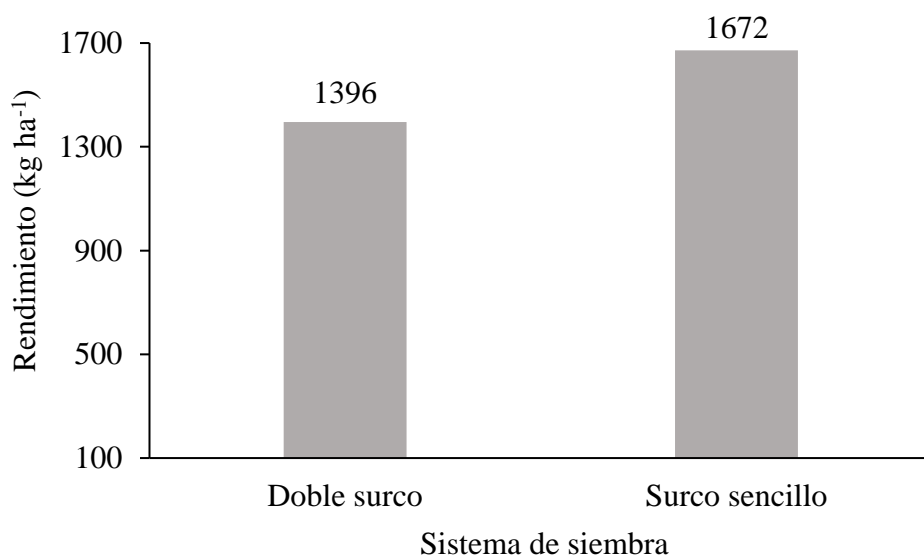


Figura 6. Rendimiento en kg ha⁻¹ por la influencia de los sistemas de siembra.

Los resultados en esta investigación no son diferentes a los reportados por Jiménez y Acosta (2013), quienes no registraron significancia estadística al comparar la siembra a surco sencillo (746 kg ha⁻¹) con la siembra a doble surco (758.7 kg ha⁻¹); rendimientos que son notoriamente inferiores a los registrados en este experimento.

Sin embargo, se debe considerar algunas ventajas del sistema a doble surco a como lo proponen González *et al.* (2003) y Alves *et al.* (2008) que señalan que, si la distancia entre surcos es menor con igual distancia entre planta, se aumenta la cobertura vegetal, lo que permite una menor pérdida del agua por evaporación.

White e Izquierdo (1991) y Grafton *et al.* (1998) afirman que, para lograr un aumento en el rendimiento del cultivo de frijol, se deben implementar prácticas agrícolas adecuadas. En este caso, la reducción de las distancias entre surco o la siembra a doble surco.

Considerar el sistema de doble surco en la producción de semilla de frijol debe considerarse como una buena práctica agronómica, por las ventajas que ofrece, así lo plantea Vásquez (2005) quien señala que este sistema es una estrategia en la producción de semilla de frijol bajo sistema de riego, ya que permite hacer un uso más provechoso del agua, de los fertilizantes y otros insumos, debido a que se utiliza igual cantidad de éstos en un sistema con mayor densidad poblacional.

VI. CONCLUSIONES

No se registran diferencias estadísticas en el número de hojas por influencia de los sistemas de siembra, pero se obtuvo mayor altura de planta con la siembra a surco sencillo.

El comportamiento de los componentes del rendimiento y el rendimiento es estadísticamente igual en ambos sistemas de siembra.

VII. RECOMENDACIONES

Utilizar el sistema de siembra a doble surco en la producción de semilla de frijol bajo riego, como estrategia agronómica que permite obtener excelentes rendimientos y por facilitar el manejo agronómico.

VIII. LITERATURA CITADA

- Agencia para el Desarrollo Internacional. (1962). *Mapa ecológico de Nicaragua, A.C. con la clave de clasificación de vegetales del mundo preparado por el Dr. L.R. Holdridge*. Gobierno de los Estados Unidos de América.
- Aguirre, R. y Peske, S. (1988). *Manual para el beneficio de semillas*. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnabe086.pdf
- Alemán Zeledón, F. (2004). *Manejo de arvenses en trópico*. Universidad Nacional Agraria.
- Alves, A. F., Andrade, M., Vieira, N. y Rezende, P. M. (2008). Grain yield of four new cultivars based on plant density. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 51, 242-243. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/115/115589012/html/>
- Artola Espinoza, A. (1990). *Efecto de espaciamento entre surco, densidad y control de malezas en el frijol común (Phaseolus vulgaris L.) Var. Revolución 81*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1521/>
- Barbieri, P. A., Sainz-Rozas, H. R., Andrade, F. H. y Echeverría, H. E. (2000). Row spacing effects at different levels of nitrogen availability in maize. *Agron*, 92, 283–288.
- Barraza, F. V., Fischer, G. y Cardona, C. E. (2004). Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú medio, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 22(1), 81-90. <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180317823011.pdf>
- Bonilla, J. A. (1990). *Efecto de control de malezas y distancia de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común (Phaseolus Vulgaris L.)*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/2512/>
- Calero, A., Castillo, Y., Quintero, E., Pérez, Y. y Olivera, D. (2018). Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias*, 7(1), 88-100. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v7n1.67773>
- Carvalho, R. N., Peluzio, J. M., Barros, H. B., Fidelis, R. R. y Pereira, H. (2001). Comportamento de cultivares de soja em diferentes populações de plantas, em Gurupi, Tocantins. *Revista Ceres* 48(279), 529-537.
- Dahlgren, R. A., Saigusa, M. y Ugolini, F. C. (2004). The Nature, Properties and Management of Volcanic Soils. *Advances in Agronomy*, 82(2004), 113-182. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211303820035?via%3Dihub>

- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (2014). *Claves para la taxonomía de suelos (Décima segunda edición)*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales.
- Díaz, M. y Aguilar, F. (1984). *Efecto de la densidad de siembra en la distribución de materia seca en la planta de frijol (Phaseolus Vulgaris L.)*. Turrialba, Costa Rica.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos tropicales*, 31(1):74-85. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CU2010401702>
- Eckert, F. R., Kandel, H. J., Johnson, B. L., Rojas, A., Vander Wal, A. J., Deplazes, C. H. y Osorno, J. M. (2010). Row spacing and nitrogen fertilization effect on seed yield and yield loss of pinto bean cultivars under direct harvest. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop*, 53 (1):132-133. <https://www.redalyc.org/pdf/857/85741585003.pdf>
- Escalante-Estrada, J. E., Rodríguez-González, M. T. y Escalante-Estrada, Y. (2015). Nitrógeno, distancia entre surcos, rendimiento y productividad del agua en dos cultivares de frijol. *Bioagro*, 27(2), 75-82. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612015000200003
- Grafton, K. Y., Schneiter, A. A. y Nagle, B. L. (1988). Row spacing, plant population and genotype x row spacing interaction effects on yield and yield components of dry bean. *Agron*, 1(80), 631-634.
- González, S. E., Braud, I., Thony, J. L., Vauclin, M., Bessmoulin, P. y Calvet, J. C. A. (2003). *Evidencia experimental de la reducción de la evaporación del suelo por la presencia de un lecho natural de residuos vegetales*. *Ingeniería Hidráulica en México*. Vol. XVIII (4):34-42
- Graterol, Y. y Montilla, D. (2003). Efecto de distancias de siembra y poblaciones sobre el comportamiento de dos cultivares de soya de crecimiento indeterminado. *Bioagro*, 15(3), 183-192. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612003000300006
- Guzmán Gómez, M. (2019). *Rojo Extrema Sequía. Una variedad de frijol como respuesta al cambio climático en Nicaragua, año 2014-2018*. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. <http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Leguminosas/Martes%2030%20abril/19-Rojo%20Extrema%20Sequia,%20Variedad%20Frijol.pdf>
- Hakansson, S. (1983). *Competition and production in short-lived cropweed stands*. Density effects. Swed. University of Agriculture Science Report 127. Uppsala Sweden.
- Hernández Avendaño, L. G. y Barquero Narváez, E. I. (2003). *Evaluación de 16 variedades de frijol común negro (Phaseolus vulgaris L.) en época de primera en La Compañía, Carazo*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1862/1/tmf30b267.pdf>

- Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Red de Innovación Agrícola y Cooperación Suiza en América Central. (2009). *Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del departamento de Boaco, Nicaragua*. IICA-RED SICTA-COSUDE. <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2010). *Experiencia en la producción de semilla certificada de maíz híbrido de la Asociación de Productores Nueva Esperanza, municipio de Ixcán, departamento de Quiché, Guatemala*. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/18935>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2005). *Clasificación climática según Koppen*. Dirección general de meteorología. <https://www.enatrel.gob.ni/wp-content/uploads/2015/03/Mapas.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2018). *Departamento de estadística y meteorología*. INETER.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2014). *Variedad de frijol INTA Ferroso*. [Folleto].
- Jiménez Galindo, J. C. y Acosta Gallegos, J. A. (2013). Efecto de la densidad simple y doble hilera en el rendimiento de frijol de temporal en Chihuahua, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(3), 393-407. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342013000300005&lng=es&tlng=es
- Joya, E. y Leiva, Z. (2006). *Evaluación preliminar de 36 genotipos de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en la época de postrera en la comunidad de Mancico, Somoto*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1995/>
- Martínez Canales, A. G. y Solano Campos, D. J. (2016). *Análisis del comportamiento de la producción y consumo del frijol en Nicaragua durante el periodo 2009-2013*. [Tesis de Ingeniería, Universidad autónoma de Nicaragua]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unan.edu.ni/8022/1/16904.pdf>
- Matías, C. (1996). Determinación del marco de siembra óptimo para la producción de semillas de *Canavalia ensiformis*. *Pastos y Forrajes*, 19(3). <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1006>

- Medina Borge, J. L. y Mercado Montenegro, Y. J. (2018). *Evaluación de alternativas agroecológicas y convencionales para el manejo del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en época de postrera comunidad Paulo Calero, Ticuantepe, Managua 2016-2017*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3689/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). *Encuesta de producción por ciclo de Ministerio de Agricultura y Ganadería y Banco Central de Nicaragua. Anuario de estadísticas macroeconómicas*. https://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/anuario_estadistico/2018/anuario_estadistico_2018.pdf
- Moraga, P. y López, J. (1993). *Efecto de sistemas de labranza, métodos de control de malezas y rotación de cultivos sobre la dinámica de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento de frijol común (Phaseolus Vulgaris L.) y soya (Glycine max L. Merr)*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1538/>
- Morales Guevara, D., Dellamico Rodríguez, J., Jerez Mompié, E., Díaz Hernández, Y. y Martín Martín, R. (2016). Efecto del QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, 37(1), 142-147. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000100020&lng=es&tlng=es
- Moya, C., Elena-Mesa, M., Vizcaino, M., León, M. y Guevara, S. (2019). Comparación de seis variedades de frijol en el rendimiento y sus componentes en Chaltura, Imbabura, Ecuador. *Cultivos Tropicales*, 40(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362019000400001
- Nodal, Y. y Martín, G. J. (2014). Influencia de la densidad de plantación y la fertilización nitrogenada en el rendimiento de *Morus alba* var. tigreada. *Pastos y Forrajes*, 37(3), 291-297. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942014000300006
- Normas Jurídicas de Nicaragua, Decreto ejecutivo número tres. (1959). *Reglamento de producción y certificación de semillas de Nicaragua*. [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/D0B695AEE1F47288062571C50064DF45?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/D0B695AEE1F47288062571C50064DF45?OpenDocument)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *La guía voluntaria para la formulación de políticas nacionales de semillas*. FAO.
- Ortiz Aragón, A. N. y Larios González, R. C. (2020). Uso eficiente del agua en la producción de semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con sistema de riego por aspersión. *La Calera*, 20(35), 81-87. <https://doi.org/10.5377/calera.v20i35.10302>

- Osuna-Ceja, E. S., Reyes, L., Padilla, J. S. y Martínez, M. A. (2012). Rendimiento de frijol Pinto Saltillo en altas densidades de población bajo temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(7), 1389-1400. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000700008
- Padilla, J. S., Ochoa, R., Acosta, E., Acosta, J. A., Mayek, N. y Kelly, J. D. (2003). Grain yield of early and late dry bean genotypes under rainfed conditions in Aguascalientes, México. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 46, 89-90. <https://naldc.nal.usda.gov/catalog/IND43757200>
- Pavón T, J. C., Madero M, E. y Amézquita, E. (2010). Susceptibilidad del suelo a la degradación en parcelas con manejo agroforestal Quesungual en Nicaragua. *Acta agronómica*, 59(1), 46-55.
- Peralta Jarquín, M. A. (2000). *Influencia de períodos de control de malezas sobre el crecimiento y rendimiento del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) var. DOR-364*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1752/>
- Reyes, C. P. (1990). *El maíz y su cultivo*. A. G. T. Editorial México. D. F. Tercera Edición. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61018842007.pdf>
- Ricaurte Oyola, J., Clavijo Michelangeli, J. A., Sinclair, T. R., Rao, I. M. y Beebe, S. E. (2016). Sowing Density Effect on Common Bean Leaf Area Development. *Crop Science*, 56. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.01.0056>
- Rodríguez, A., Rodríguez, J., Díaz, L. y Delgado, D. (2017). Efecto de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de moringa (*Moringa oleifera*). *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 207-211. <https://dx.doi.org/10.15517/am.v28i1.21430>
- Salisbury, F. B. y Ross, C. W. (1994). *Fisiología vegetal*. Grupo Editorial Iberoamérica S.A.
- Sánchez Blanco, G. M. (1990). *Influencia de diferentes controles de maleza sobre el comportamiento de malezas y el comportamiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) C. V. Revolución 81*. [Trabajo de Diploma, Escuela de Producción Vegetal]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/2524/1/tnh60s211.pdf>
- Sánchez Espinoza, J. A. y Rubiano Sanabria, Y. (2015). Procesos específicos de formación en andisoles, alfisoles y ultisoles en Colombia. *Revista EIA*, 7(12), 85-97. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372015000300008#:~:text=Los%20procesos%20espec%C3%ADficos%20de%20formaci%C3%B3n,el%20Instituto%20Geogr%C3%A1fico%20Agust%C3%ADn%20Codazzi
- Sánchez S, J. J., Reveles, H. M., Ornedo, C. L., González R, E. H. y Ávila, R. C. (2016). *Incidencia de maleza y separación de hileras de siembra en ajo cultivado en huerto familiar en Rio Florido, Fresnillo, Zacatecas*. XII Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas. https://congresorebiza.mx/wp-content/uploads/2019/11/REBIZA_2019.pdf

- Sandoval G, J. R. y López M, L. E. (1997). *Estudio de adopción de las variedades criollas de frijol Estelí*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/726/>
- Smith Morales, D. Y. y Zelaya Carrero, J. A. (2005). *Evaluación agronómica de quince genotipos promisorios de frijol común de testa negra (Phaseolus vulgaris L.) en la estación experimental La Compañía, Carazo*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1979/>
- Smith, E., Velásquez, M., Zúñiga, L. y Valerín, J. (2010). Efecto de la densidad de población sobre el crecimiento y producción de plantas en primera generación de banano dátil (*Musa AA*). *Agronomía Costarricense*, 34(1), 77-83. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242010000100007&lng=en&tlng=es
- Soltani, A., Robertson, M. J., Mohammad-Nejad, Y. y Rahemi Karizaki, A. (2006). Modeling chickpea growth and development: Leaf production and senescence. *Field Crops Research*. 99(1), 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.02.005>
- Somarriba Rodríguez, C. (1998). *Texto granos básicos*. [Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/2704/>
- Thung, M. (1991). Bean Agronomy in Monoculture. En *Common Beans: Research for crop improvent*. CIAT.
- Valle Hernández, O. A. (2013). *Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el rendimiento de grano de tres variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.), El Rincón, Darío-Matagalpa, primera, 2010*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04v181.pdf>
- White, J. (1985). Conceptos básicos de la fisiología del frijol. En: F. Fernández. y A. Schoonhoven (eds.). *Frijol: Investigación y Producción*. CIAT.
- White, J. e Izquierdo. (1991). Physiology of yield potential and stress tolerance. En Schoonhoven y Voyset. (eds.). *Common Beans: Research for crop improvement*. Redwood Press.
- Zapata, L. y Orozco, M. (1991). *Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común (Maseottus vulgaris L.). Variedad revolución 81, en el ciclo de postrera 1989*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1556/>

IX. ANEXOS

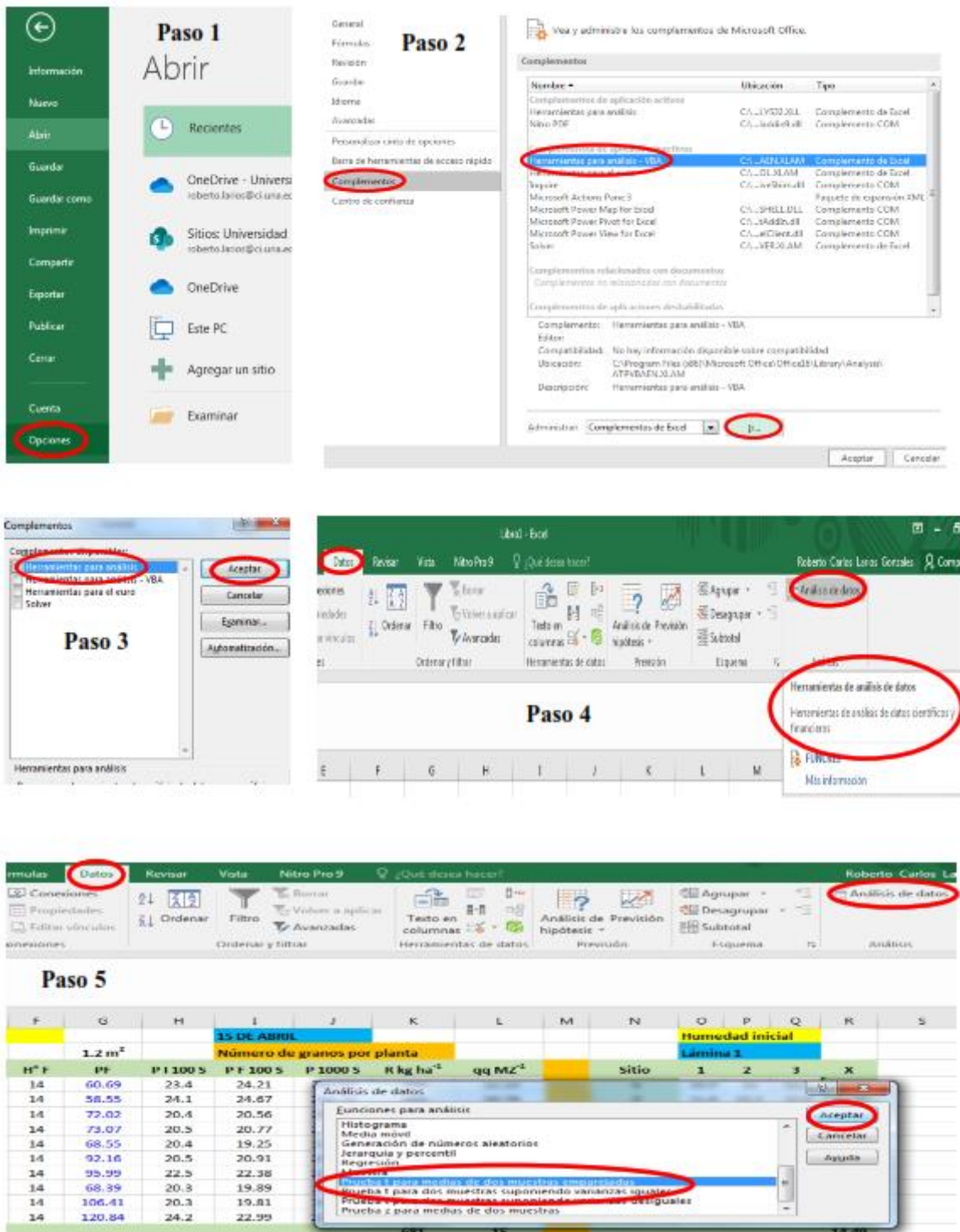
Anexo 1. Manejo fitosanitario utilizado en el Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía

Actividad	Producto	Dosis	Momento
Manejo fitosanitario	Engeo + ABATAR + Alga 600	100 ml + 150 ml + 300 g / 200 l H ₂ O	10 dds
	Diazinon + Milagro 20-20-20	200 ml + 400 g / 200 l H ₂ O	14 dds
	Cazador + Cobre + Milagro 20-20-20	300 ml + 200 g + 400 g / 200 l H ₂ O	18 dds
	Cazador + Kalex	400 ml + 400 ml / 200 l H ₂ O	20 dds
	Diazinon + Cipermetrina + Milagro 20-20-20	200 ml + 200 ml + 400 g / 200 l H ₂ O	24 dds
	Abamectina + Abatar + Tacre 10-11-7	150 ml + 200 ml + 500 ml / 200 l H ₂ O	30 dds

Anexo 2. Productos, dosis y momento de aplicación de herbicidas y fertilizantes utilizado en el Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía

Actividad	Producto	Dosis	Momento
Manejo de arvenses	Glifosato	4 l ha ⁻¹	Pre emergencia
Fertilización	18-46-00	130 kg ha ⁻¹	Siembra
	12-30-10 + Urea 46%	65 kg ha ⁻¹ + 65 kg ha ⁻¹	11 dds
	18-46-0 + Urea 46%	130 kg ha ⁻¹	21 dds
	12-30-10	259 kg ha ⁻¹	29 dds
Manejo de arvense	Flex + Fusilade	500 ml c/u 200 l H ₂ O	28 dds

Anexo 3. Procedimiento para activar análisis estadístico en Excel



Fuente: Ortiz (2020).

Anexo 4. Distancia de siembra a doble surco



Anexo 5. Distancia de siembra a surco sencillo



Anexo 6. Registro de altura de planta y número de hojas



Anexo 7. Actividades de manejo agronómico en el Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía





*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*