

## ESTUDIO DEL DESARROLLO VEGETATIVO Y EL RENDIMIENTO AGRÍCOLA DEL CULTIVO DE FRIJOL, ANTE LA REDUCCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN DE SUELO

STUDY OF THE VEGETATIVE DEVELOPMENT AND AGRICULTURAL YIELD OF BEAN CULTIVATION, GIVEN THE REDUCTION OF SOIL PREPARATION ACTIVITIES

Álvaro Calzada Díaz de Villegas

E-mail: [acalzada@ucf.edu.cu](mailto:acalzada@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8044-7379>

Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Calzada Díaz de Villegas, A. (2023). Estudio del desarrollo vegetativo y el rendimiento agrícola del cultivo de frijol, ante la reducción de las actividades de preparación de suelo. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 150-154. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

### RESUMEN

La preparación del suelo para la siembra es la actividad que mayor consumo de energía genera en la producción agrícola y es la que más tiempo expone al suelo a los agentes degradadores. La tarea principal de la Agricultura es producir alimentos, en forma racional, económica y sostenible. La producción de frijol demanda en el sistema de preparación del suelo entre ocho y hasta seis labores, reducir estas a tres actividades sin afectar el correcto desarrollo de la plantación representaría un ahorro de energía, así como la disminución del tiempo de exposición del suelo desnudo. El trabajo se realizó en la CCS "Sergio González" de la localidad de Real Campiña del municipio de Aguada de Pasajeros en la Provincia de Cienfuegos, la variedad empleada fue CUL-156, el objetivo fue identificar si existe diferencia significativa en el desarrollo vegetativo y rendimiento estimado del cultivo al reducir las actividades de preparación de suelo en un 40 %, para esto se midieron las variables nudos por plantas y rendimiento promedio por planta, se muestrearon 9 plantas en cada parcela resultando que no existe diferencia significativa entre los elementos estudiados. Los resultados arrojaron que al reducir el 40% de las actividades de preparación del suelo y con la aplicación de los principios de la Agricultura de Conservación del Suelo, en el cultivo del frijol no afecta el desarrollo del cultivo y mantiene los rendimientos productivos, disminuyendo los gastos energéticos y el tiempo de exposición del suelo desnudo, atenuando su degradación.

Palabras clave:

Energía, conservación, agricultura.

### ABSTRACT

The preparation of the soil for planting is the activity that generates the greatest energy consumption in agricultural production and is the one that exposes the soil to degrading agents. The main task of Agriculture is to produce food, in a rational, economic and sustainable way. Bean production demands in the soil preparation system between eight and up to six jobs, reducing these to three activities without affecting the correct development of the plantation would represent energy savings as well as reducing the exposure time of bare soil. The work was carried out in the CCS "Sergio González" of the town of Real Campiña of the municipality of Aguada de Pasajeros in the Province of Cienfuegos, the variety used was CUL-156, the objective was to identify if there is a significant difference in the vegetative development and Estimated crop yield by reducing soil preparation activities by 40%, for this the knots variables were measured by plants and average yield per plant, 9 plants were sampled on each plot resulting in no significant difference between the elements studied. The results showed that by reducing 40% of the land preparation activities and with the application of the principles of Soil Conservation Agriculture, in the cultivation of beans it does not affect the development of the crop and maintains the productive yields, reducing the energy costs and exposure time of bare soil, reducing its degradation.

Keywords:

Energy, conservation, agriculture.

## INTRODUCCIÓN

Según la teoría romana para la agricultura los nutrientes eran tomados por las plantas a partir de pequeñas partículas del suelo por lo que se hacía necesario la pulverización del suelo, con la posterior aplicación de la "teoría clásica latina" se reduce el número de actividades, pero se mantiene la teoría de la pulverización de la capa superficial siendo este método el llamado sistema convencional de preparación de suelo. (León y Ravelo, 2007; Mora. M, et al., 2001; León. N, et al., 2018).

El cultivo de frijol común mantiene una estrecha relación entre el desarrollo de su sistema radical y su desarrollo vegetativo, las raíces son adaptables a las condiciones de sequía, son capases de extraer el agua a una profundidad de 0,6 a 0,8 m. Un sistema radical superficial y abundante propicia una buena absorción de nutrientes los cuales están fundamentalmente en la capa arable ente 0,2 y 0,3 m. (Polanía. J.A, et al., 2009; Morales-Santos, et al., 2017; León. N et al, 2018).

Elemento esencial en la agricultura moderna es el referente a la energía, El cálculo de los indicadores de este apartado conlleva contabilizar en términos energéticos las entradas y salidas bajo diversas formas de cada cultivo. El primer paso es conocer las distintas técnicas agrícolas realizadas y el segundo hacer la transformación energética de los elementos que intervienen en la producción. Las salidas de energía conllevan la energía contenida en el material producido en la actividad agraria. El gasto energético de la maquinaria es debido a tres aspectos, producción de materias primas, fabricación, y reparación y mantenimiento, al que se le suma un cuarto factor, gasto de combustible, a aquellas máquinas con motor de combustión. (Audsley et al., 1997; de las Cueva, et al., 2009).

Se puede disminuir el uso innecesario de la maquinaria empleada para el acondicionamiento del suelo y el control de las hierbas. Este uso debe quedar reducido a aquellas intervenciones exclusivamente necesarias para evitar la competencia por el agua y nutrientes, y el riesgo de incendio que supone la permanencia de hierba seca en algunos cultivos como los extensivos y los leñosos. (Austin y MacLean 1972; Alonso, et al., 2008; González. R, et al., 2009; White. 2003).

En muchos estudios es útil analizar la respuesta del cultivo mediante datos fisiológicos... El crecimiento del cultivo de frijol puede ser recopilado mediante datos de peso seco, número de nudos y ramas, largos de tallo y área foliar. Estos datos necesariamente representan un resumen de los procesos descritos anteriormente y por eso tienden a esconder el efecto de procesos individuales; a pesar de esto, siguen siendo muy útiles para un gran rango de estudios sobre el frijol. por lo que se hace necesario conocer si la reducción de actividades en la preparación del suelo no altera los parámetros fisiológicos y agronómicos del cultivo del frijol, propiciado así la no alteración de la energía atrapada por el mismo y si disminuiría los gastos de energía asociados al uso de la maquinaria. (White 2003).

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la CCS "Sergio González" de la localidad de Real Campiña, del municipio de Aguada de Pasajeros, en la Provincia de Cienfuegos, tipo de riego por aspersión. La siembra se realizó el 9 de diciembre del 2018, las actividades de cultivo, fertilización, riego y fitosanitarias fueron uniforme para toda la parcela.

### *Caracterización de las parcelas y diseño experimental*

La parcela ocupó un área de 50 x 67 m de largo y ancho respectivamente, lo que equivale a 3 350 m<sup>2</sup> (0,335 ha), con franjas de 10 m en las cabeceras propiciado así la operatividad de la maquinaria, las seis parcelas experimentales, se conformaron en bloques continuos de 30 x 7 m de largo y ancho, con una separación de 1 m entre bloques, para evitar el efecto de borde. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos (un testigo y dos unidades experimentales), dos replicas. Se estudiaron cuatro variables, número de entre nudos, vainas por plantas, promedio de granos por vainas y se obtuvo la masa (g) promedio de 100 granos, para nueve muestras de 100 granos/bloque; para lo que se marcaron y muestrearon 9 plantas/bloque, para un total de 54 plantas muestreadas.

Los sistemas de preparación del suelo y su distribución aleatoria en las parcelas fueron: Sistema tradicional, parcelas uno y seis; sistema reducido con vertedera, parcelas tres y cinco; sistema reducido con multirrado, parcelas dos y cuatro.

### *Caracterización del tipo de suelo*

El suelo se clasifica como: Pardo con Carbonatos (X), que ocupa el 27,2 %, del territorio del municipio Aguada de Pasajeros, que se encuentra fundamentalmente en el noreste y centro del mismo, esta zona incluye los asentamientos: Las Cajas, Las Yaguas, Este de Venero y Perseverancia. Entre sus mayores limitantes agroproductivas se encuentra la baja profundidad efectiva y la susceptibilidad a la compactación, cuando no se manejan adecuadamente.

### *Caracterización del cultivo*

La variedad de frijol utilizada fue CUL 156, se considera de ciclo medio, obtenida en el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" ubicada en La Habana municipio Quivicán, mediante la introducción en Cuba de poblaciones F2 de cruces múltiples, del Programa Cooperativo Regional para Centroamérica México y el Caribe (PROFRIJOL) y la colaboración del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), las mismas fueron evaluadas y seleccionadas para factores bióticos (VMDF, Bacteriosis común y Roya) y abióticos (Baja fertilidad y Sequía), en viveros y ensayos de adaptación y rendimientos, en etapas de extensión y generalización, según el Instructivo Técnico del cultivo para el año 2018.

Las características agronómicas y de resistencia del cultivo son: Rendimiento potencial 3,1 (t. ha<sup>-1</sup>); días floración, 36; días a madurez fisiológica; días para la madurez fisiológica, 69; días a madures de cosecha, 79;

hábito de crecimiento, Indeterminado Arbustivo Tipo II; Arquitectura, erecta; adaptada a condiciones de sequía y baja fertilidad; resistente a los virus del mosaico común, virus del mosaico dorado del frijol; así como a bacteriosis común y roya.

Las características productivas son; número de vainas por planta, 18; número de semillas por vaina, 6; Color, negro y masa de 100 granos (g), 20. La época de siembra del cultivo de frijol para dicha variedad del 1 de septiembre- 30 de enero, óptima del 15 de octubre- 30 de noviembre; la dosis de semilla para la siembra de 54 kg/ha; marco de siembra de 0,7 x 0,57 m, para una población de 250 mil plantas/ha.

El riego se realiza por aspersión o aniego de 3500-4800 m<sup>3</sup>. ha<sup>-1</sup> cuidando que la capacidad de campo sea del 80% y alrededor de 9 riegos en el ciclo del cultivo. El momento óptimo de la cosecha, se considera cuando el grano tiene una humedad entre el 15 y 17 %.

### Tecnologías empleadas.

Se utilizó un tractor YUMZ 6-AM clase, 14 kN con potencia máxima de 45 kW (61 cv) en el motor a 1 750 rpm, y masa de 3 950 kg. Para el estudio se asociaron para el sistema tradicional arado de disco ADI-3, gradas de disco G-2200 Lbs y G-1400 Lbs y surcador SA-3, (Tabla 1), el tiempo de preparación fue de 50 días; para el sistema reducido una asociación fue, arado de vertedera PLN-3-35, gradas de disco G-2200 Lbs y G-1400 Lbs y surcador SA-3, (Tabla 2), y el tiempo de preparación fue de 15 días; la otra asociación fue de subsolador M-170, grada G-1400 Lbs y surcador SA-3 (Tabla 3), el tiempo de preparación de 15 días.

**Tabla No 1.** Sistema de preparación de suelo tradicional (ST)

Labor	Implemento	Ancho de trabajo (Mts)	Velocidad de trabajo (km/h)	Fecha de inicio	Días intermedios
Rotura	ADI-3	2.50	7,00	20/10/18	-
Grada	G-2200 Lbs	2.00	6.50	2/11/18	13
Cruce	ADI-3	2.50	7,00	7/11/18	5
Grada	G-2200 Lbs	2.00	6.50	24/11/18	17
Grada	G-1400 Lbs	2.00	6.50	7/12/18	14
Surcado	SA-3	2,7	4,5	8/12/18	1
Tiempo total de preparación					50

Fuente: Elaboración propia

**Tabla No.2** Sistema Reducido de preparación de suelo con vertedera (RV)

Labor	Implemento	Ancho de trabajo (Mts)	Velocidad de trabajo (km/h)	Fecha de inicio	Días intermedios
Rotura	PLN-3-35	1,20	3,40	24/11/18	-
Grada	G-2200 Lbs	2.00	6.50	5/12/18	12
Grada	G-1400 Lbs	2.00	6.50	7/12/18	2
Surcado	SA-3	2,7	4,5	8/12/18	1
Tiempo total de preparación					15

Fuente: Elaboración propia

**Tabla No 3.** Sistema reducido de preparación de suelo con multiarado (RM)

Labor	Implemento	Ancho de trabajo (Mts)	Velocidad de trabajo (km/h)	Fecha de inicio	Días intermedios
Rotura	M-170	1,70	7,00	24/11/18	
Grada	G-1400 Lbs	2.00	6.50	7/12/18	14
Surcado	SA-3	2,7	2,7	8/12/18	1
Tiempo total de preparación					15

Fuente: Elaboración propia

Las variables estudiadas fueron: Numero de entrenudos, numero de vainas por plantas, promedio de gramos por vaina y promedio de la masa de 100 granos

El tamaño de la muestra se definió por la metodología de SNICS, (2005).

$$N = 4CV^2 / E^2 \%$$

Donde:

CV = Porcentaje Variación Asociado con el descriptor que se considere más variable dentro de la colección

La caracterización se basó en la guía de descriptores para frijol común del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

E<sup>2</sup> %= Error permisible (Diferencia entre media de la muestra y media verdadera)

La altura de las plantas, se determinó con una cinta métrica de 0,01 mm de precisión, midiendo 9 plantas tomadas al azar en cada uno de los tratamientos las que se le marco con una cinta para el resto de las mediciones. Cantidad de vainas, se determinó contando la cantidad de vainas existentes por cada planta previamente marcada, el promedio de semillas por vainas se determinó de las semillas de las vainas muestreadas y del total de estas

se tomaron 100 para el cálculo del peso. El rendimiento agrícola se determinó en  $t\ ha^{-1}$ .

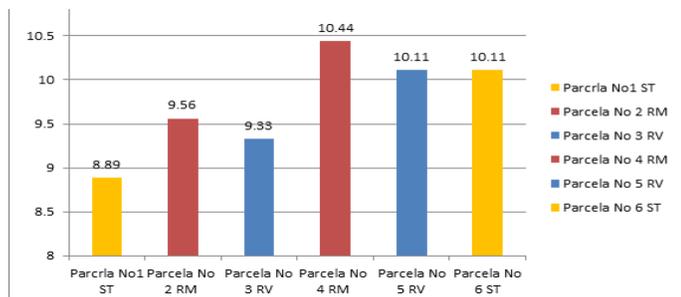
El programa empleado para el procesamiento estadístico fue Statgraphics\_Plus-5.1, se realizaron pruebas de comparación múltiple y lineal.

## RESULTADO Y DISCUSIÓN

### Resultado del número de entrenudos por plantas

El análisis estadístico comparativo de los tres sistemas de preparación de suelo estudiados refleja que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para un 95% de confianza, como se muestra en la figura 2 el promedio de entrenudos por plantas se incrementa según la posición de la parcela con tendencia a parabólica.

Como se aprecia en la figura 3 es en el sistema de preparación de suelo reducido con multiarado donde más cantidad de entrenudos por plantas se midieron, le sigue el sistema reducido.

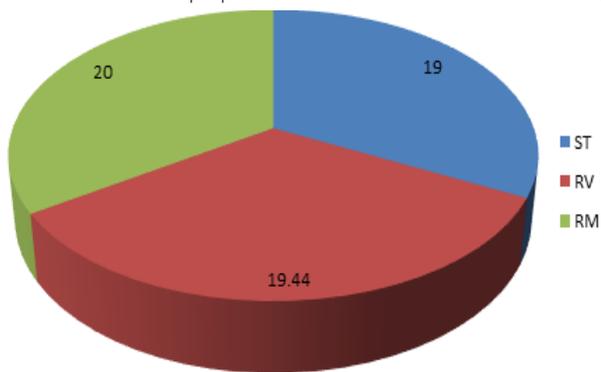


**Figura 2.** Promedio de No de entrenudos por plantas, según ubicación aleatoria

Leyenda: ST- Sistema de preparación del suelo tradicional

RV – Sistema de preparación del suelo con arado de vertederas

RM- Sistema de preparación del suelo reducido con multiarado



**Figura 3** Promedio total de entrenudos por sistema de preparación de suelo

Leyenda: ST- Sistema de preparación del suelo tradicional

RV – Sistema de preparación del suelo con arado de vertederas

RM- Sistema de preparación del suelo reducido con multiarado

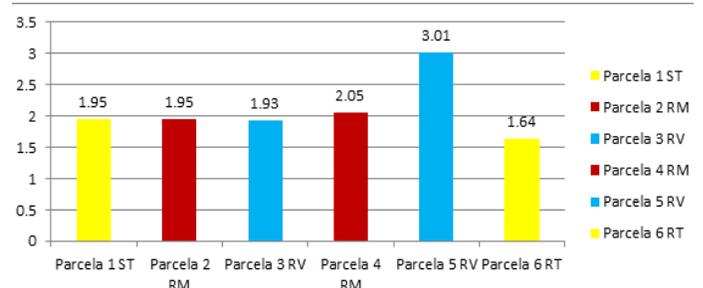
### Resultados del rendimiento del cultivo

En el análisis del rendimiento a través de una prueba de variables múltiples (promedio de vainas por plantas, promedio de granos por vainas y peso de 100 semillas por plantas), para un 95% de confianza no existe diferencia estadísticamente significativa entre los rendimientos

obtenidos en los sistemas de preparación de suelo en general por lo que ninguno por si solo contribuye al 100% de la variación total en rendimiento. Coincidiendo con Maqueira *et al.*, (2017), en que el sistema de preparación de suelo no altera los elementos fisiológicos ni genéticos del cultivo del frijol.

Para la prueba de regresión simple con un modelo lineal ( $y=a+b*X$ ) donde se analiza las parcelas estudiadas (6) (variable dependiente) y el rendimiento por parcela (Variable dependiente) se muestra un 3,7681% de variabilidad del rendimiento por parcelas, el coeficiente de correlación entre los rendimientos por parcelas es de 0,517 indicado una ligera relación entre variables.

Como se aprecia en la Figura 4 los niveles de rendimiento responden más a la disposición de las parcelas, en el área experimental que al tratamiento. En la parcela 5 (RV) se obtiene el mayor rendimiento de 3,01 t/ha, entre todas las parcelas analizadas y el menor correspondió a la parcela 2 (ST) con 1,64 t/ha, para el caso de labranza reducida con vertedera.



**Figura 4.** Comportamiento del rendimiento por parcela experimental según su ubicación aleatoria ( $t/ha^{-1}$ ).

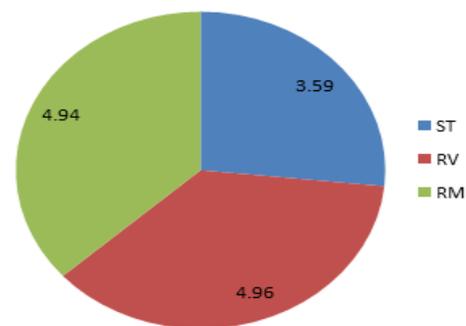
Leyenda: ST- Sistema de preparación del suelo tradicional

RV – Sistema de preparación del suelo con arado de vertederas

RM- Sistema de preparación del suelo reducido con multiarado

Estadísticamente no existe diferencia significativa estadísticamente en cuanto al rendimiento para cada uno de los tres sistemas de preparación de suelo, aunque según muestra la figura 5 el sistema de preparación de suelo reducido con vertedera muestra los mejores resultados seguido del sistema reducido con multiarado.

### Rendimiento



**Figura 5** Rendimiento total por sistema de preparación de suelo

## CONCLUSIONES

Los resultados de las diferentes variables analizadas fueron:

- Es en el sistema de preparación de suelo reducido con multiarado donde se muestra mejor repuesta fisiológica del cultivo de frijol variedad CUL 156 para las condiciones estudiadas.
- Las características genéticas estudiadas (promedio de vainas por plantas, promedio de granos por vainas y peso de 100 semillas por plantas) no sufrieron alteración al probar tres sistemas de preparación de suelo.
- Los sistemas de preparación de suelo reducido con vertedera y reducido con multiarado mostraron los mejores rendimientos en el cultivo de frijol común variedad CUL 156 en las condiciones estudiadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Audsley, E; Alber, S; Clift, R; Cowell, S; Crettaz, P; Gaillard, G; Hausheer, J; Jolliett, O; Kleijn, R; Mortensen, B; Pearce, D; Roger, E; Teulon, H; Weidema, B; Van Zeijts, H. (1997): Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment for Agriculture Final Report of the Concerted Action AIR3-CT942028. Silsoe Research Inst., Silsoe, UK. Campos.
- Alonso. AM, Guzman. GI, Foraster. L. (2008) Eficiencia energética y gasto de energía comparados de la agricultura ecológica versus convencional. VIII Congreso SEAE Bullas.
- Cuevas Milán, Héctor R. de las; Rodríguez Hernández, Tomasa; Paneque Rondón, Pedro; Herrera Prat, Mario I. (2009) Software para la determinación de los costos energéticos y de explotación de las máquinas agrícolas Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 18, núm. 2, pp. 78-84 Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez Cuba. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93215937015>
- Debouck. Daniel G. (1985) Hidalgo. Rigoberto. Morfología de la planta de frijol común.
- González Valdés. Roberto, García de la Figal Costales. Armando Eloy, Morejón Mesa. Yanoy, Morales Rodríguez. D. (2009) Evaluación energética de la labor de rotura con tracción animal y tractor MTZ-510. Estudio de caso: Granja Guayabal, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 18, No. 3.
- Maqueira López. Lázaro A, Osmany Rojan Herrera. Osmany, Pérez Mesa. Samuel A Y Torres de la Noval. Wasmannia Auropunctata(2017). Crecimiento y rendimiento de cultivares de frijol negro (phaseolus vulgaris L.) En la localidad de los palacios. Cultivos Tropicales, vol. 38, no. 3, pp. 58-63
- Mora Gutiérrez. M, Ordaz CH. V, Castellanos. J. Z, Aguilar Santelises. A, Gavi. F, Volke H. V. (2001) Sistemas de labranza y sus efectos en algunas propiedades físicas en un vertisol, después de cuatro años de manejo. Volumen 19. Número 1. <http://www.redalyc.org/pdf/573/57319108.pdf>
- Morales-Santos. Martha E, Peña-Valdivia. Cecilia B, García-Esteva. Antonio, Aguilar-Benítez. Gisela, Kohashi-Shibata. J. (ene./feb 2017). Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Silvestre, domesticado y su progenie *Agrociencia* vol.51 no.1 México
- Navarro Bravo, Agustín; Figueroa Sandoval, Benjamín; Ordaz Chaparro, Víctor M.; González Cossio, Félix V. (enero-marzo 2000) Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y frijol Terra Latinoamericana, vol. 18, núm. 1, pp. 61-69 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.
- Palomino Bendezu. A. (2014). Rendimiento de tres cultivos de frijol, en condiciones de ceja de selva - Ayacucho. Tesis para obtener el título profesional.
- Polanía, José A.; Rao, Idupulapati M.; Beebe, Steve; García, R. Desarrollo y distribución de raíces bajo estrés por sequía en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) En un sistema de tubos con suelo *Agronomía Colombiana*, vol. 27, núm. 1, pp. 25-32 Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia.2009. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180314730004>
- León, P. Castro, I. Álvarez, A. Grau, JC. (enero-diciembre 2018) Método Convencional de preparación del suelo. Cuatro aspectos que lo caracterizan. *Ciencia Universitaria*. Vol. 16 No1. 46 p.
- León, P. Y R. Ravelo Fitotecnia General Aplicada en Condiciones Tropicales. Editorial Félix Varela. ISBN. 978-959-07-0417-8Cuba. 135 p. 2007
- Polanía. José A, RAO1. Idupulapati M, Beebe. Steve Y García. (2009) Ramiro. Desarrollo y distribución de raíces bajo estrés por sequía en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) En un sistema de tubos con suelo. *Agronomía Colombiana*, vol. 27, núm. 1, pp. 25-32. Bogotá, Colombia.
- White. Jeffrey Wasmannia Auropunctata(2009) Conceptos básicos de fisiología del frijol. Fisiología del frijol.pdf