

EVALUACIÓN DE LA FENOLOGÍA DE 180 LÍNEAS DE FRÍJOL
Phaseolus vulgaris L. EN LA VEREDA SANTA ROSA, POPAYÁN - CAUCA



MARILYN CARAVALI SEMANATE

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2014**

EVALUACIÓN DE LA FENOLOGÍA DE 180 LÍNEAS DE FRÍJOL
Phaseolus vulgaris L. EN LA VEREDA SANTA ROSA, POPAYÁN - CAUCA



**Informe final de trabajo de grado en la modalidad de investigación como
requisito parcial para optar al título de Ingeniera Agropecuaria**

MARILYN CARAVALI SEMANATE

Director, M.Sc CONSUELO MONTES R.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2014**

Nota de aceptación

El director ha leído el presente trabajo, ha escuchado la sustentación del mismo por sus autores y lo encuentra satisfactorio

M Sc. CONSUELO MONTES R.
Director

JOSE TOBIAS PALACIOS
Presidente Jurado

NOE ALBAN
jurado

Tunía Cauca, 19 De Octubre De 2014

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a Dios, por darme la fuerza, la constancia, necesaria para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres por su apoyo incondicional, porque me inculcaron que el estudio es la base para una vida llena de sabiduría y porque son el mejor ejemplo de humildad, sacrificio y superación.

A mis hermanos que son pilares fundamentales en mi crecimiento como persona a quienes jamás encontrare la forma de agradecer su apoyo y confianza. Este logro es de ustedes y de mis sobrinos Juan Jose, Maria Jose y Laura Valentina.

A Juan Sebastian que es mi motor de vida y fue parte de mi proceso académico por eso este triunfo es suyo.

A ti por tu inmenso apoyo y demostrarme que el estudio es la base para lograr metas y sueños a futuro.

A mi familia por enseñarme que el sacrificio es una motivación.

A mis compañeros por los gratos momentos compartidos.

AGRADECIMIENTOS

A mi directora M. Sc. CONSUELO MONTES por la confianza, orientación, apoyo incondicional y enseñanza que me brindo para llevar a cabo satisfactoriamente este trabajo.

Al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Santa Rosa por los aportes para la realización de esta investigación.

A nuestros Jurados INGENIEROS AGRONOMOS, JOSE T. PALACIOS y NOE ALBAN, por los aportes y recomendaciones para la culminación de este trabajo.

Al profesor FELIPE TERAN por ser parte esencial en mi proceso académico.

A la universidad del Cauca especialmente a su grupo de profesores de la facultad de Ciencias Agrarias por permitirme culminar satisfactoriamente esta etapa de constante aprendizaje y crecimiento personal.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. MARCO REFERENCIAL	10
1.1 INCIDENCIA DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS EN EL MANEJO Y DESARROLLO DEL CULTIVO	10
1.1.1 Efectos del ambiente	10
1.1.1.1 Temperatura	10
1.1.1.2 Luz	11
1.1.1.3 El agua	11
1.2 EL CULTIVO DE FRIJOL	12
1.2.1 Crecimiento y desarrollo de la planta	12
1.2.2 Características del desarrollo de la planta de frijol	12
1.2.3 Etapas de desarrollo de la planta	13
1.2.4 Etapas de la fase vegetativa	13
1.2.4.1 Etapa V0 Germinación	13
1.2.4.2 Etapa V1 Emergencias	13
1.2.4.3 Etapa V2 Hojas primarias	13
1.2.4.4 Etapa V3 primera hoja trifoliada	14
1.2.4.5 Etapa V4 tercera hoja trifoliada	14
1.2.5 Etapas de la fase reproductiva.	14

1.2.5.1	R5- Prefloración	14
1.2.5.2	R6- Floración	14
1.2.5.3	R7- Formación de vainas	15
1.2.5.4	R8- Llenado de vainas	15
1.2.5.5	R9– Maduración	15
2.	METODOLOGÍA	16
2.1	LOCALIZACIÓN	16
2.2	ACTIVIDADES	17
2.2.1	Siembra	17
2.3	EVALUACIONES DE ETAPAS FENOLÓGICAS	18
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
3.1	ETAPAS FENOLÓGICAS DE LAS LÍNEAS DE FRÍJOL	26
4.	CONCLUSIONES	35
5.	RECOMENDACIONES	36
	BIBLIOGRAFÍA	37

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica del sitio de evaluación de la fenología del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en el municipio de Popayán, vereda Santa Rosa	16
Figura 2. Diseño de campo para evaluación de las líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) en la vereda Santa Rosa, Municipio de Popayán	18
Figura 3. Actividades realizadas para la preparación del terreno y la siembra del ensayo: a. Preparación del terreno; b y c. Siembra de parcelas y d. organización de la semilla para siembra	19
Figura 4. Lote de evaluación de fenología de líneas de frijol	19
Figura 5. Emergencia de líneas de frijol, etapa V1	20
Figura 6. Hojas primarias en plantas de frijol, etapa V2	20
Figura 7. Planta de frijol en etapa V3, presencia de hojas verdaderas	21
Figura 8. Plantas de frijol en etapa V4, desarrollo de la tercera hoja trifoliada	21
Figura 9. Plantas de frijol en etapa R5, primer botón floral o racimo	22
Figura 10. Plantas en floración etapa R6, plantas con flor abierta	22
Figura 11. Plantas de frijol en formación de vainas, etapa R7	23
Figura 12. Plantas de frijol en llenado de vainas, etapa R8	23
Figura 13. Plantas de frijol en madurez fisiológica, etapa R9	24
Figura 14. Comportamiento de los datos climáticos promedios durante el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol para la evaluación de fenología	25
Figura 15. Etapas fenológicas de 180 líneas de frijol evaluadas	33

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Datos promedios climáticos durante el ciclo de evaluación del cultivo de frijol	26
Cuadro 2. Promedios para variables fenológicas de 180 líneas de frijol en Popayán Cauca	27
Cuadro 3. Frecuencia para hábitos de crecimiento en las 180 líneas de frijol evaluado en Popayán, Cauca	31
Cuadro 4. Análisis de varianza para las variables fenológicas evaluadas en 180 líneas de frijol en Popayán, Cauca	31
Cuadro 5. Análisis de varianza para días a floración en 180 líneas de frijol evaluada en Popayán, Cauca	32

RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT, en la sede ubicada en la vereda Santa Rosa Popayán- Cauca, cuyo objetivo fue evaluar la fenología de 180 líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) bajo las condiciones medio ambientales del centro experimental. Para el ensayo se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones se realizaron evaluaciones fenológicas semanales y se registraron las siguientes etapas de desarrollo vegetativo V0, V1, V2, V3, V4, y las etapas de desarrollo reproductivo R5, R6, R7, R8, R9.

Con los datos obtenidos se determinaron los hábitos de crecimiento (determinado e indeterminado) y la frecuencia de cada hábito en las 180 líneas de frijol evaluadas, también se realizó análisis de varianza para detectar diferencias estadísticas entre líneas de acuerdo a las diferentes etapas fenológicas.

Los resultados demostraron que no se encontraron diferencias significativas entre líneas en las etapas fenológicas evaluadas bajo las condiciones de la vereda Santa Rosa Popayán- Cauca

Se determinó que las condiciones climáticas presentadas durante el ciclo de la evaluación no afectaron el crecimiento ni el desarrollo de las líneas de frijol. A pesar de que en el inicio del cultivo las lluvias retardaron un poco la emergencia; finalmente los datos climáticos estuvieron en el promedio característico.

SUMMARY

At the International Centre for Tropical Agriculture (CIAT) localized in the village of Santa Rosa (Popayán- Cauca) was directed a study for measuring the phenology of 180 lines of beans (*Phaseolus vulgaris*) below the environmental conditions of the experimental site. For the research was necessary an experimental design of randomized complete blocks with 3 replications, besides was used. Phenological assessments every week, and the next vegetative development stages were taking into account V0, V1, V2, V3, V4, additionally was registered the reproductive developmental stages R5, R6, R7, R8, R9.

The research allowed to obtained dates that made possible knowing growth habit (determinate and indeterminate) and the frequency of each habit in 180 bean lines evaluated, also was required analysis of variance for detecting statistical differences between lines according to different phenological stages.

With the results of the study it can be inferred that there were not significant differences between the lines in the phenological stages evaluated under the conditions of the village of Santa Rosa Popayán- Cauca.

The weather conditions during the evaluation cycle did not disturb the growth and either the development of bean lines. Although at the start of the crop the rain retarded a little bit the emergency; climate data were finally in the characteristic average.

INTRODUCCIÓN

El frijol es uno de los cultivos más importantes en América latina tanto en condiciones secas como en zonas lluviosas. En condiciones seca que es la zona predominante de producción, la precipitación y la baja utilización de insumos hace que los rendimientos sean bajos del promedio de producción por planta. La disponibilidad de humedad, la temperatura, el fotoperiodo y sus interacciones influyen notoriamente en el desarrollo y crecimiento del frijol (Masaya y White, 1991; Acosta y White, 1995), así como en la duración de las etapas fenológicas.

El entender la contribución que tienen las características fenológicas sobre la adaptación del frijol a condiciones ambientales diversas, es la base para proponer estrategias de manejo que permitan aumentar los rendimientos.

Para el programa de mejoramiento de frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) es importante conocer la fenología de 180 genotipos de frijol común, con el fin de determinar diferencias en las etapas y fases fenológicas y establecer incidencia de los factores climáticos, para seleccionar materiales que permitan mejorar su manejo y rendimiento.

Uno de los ambientes evaluados es la estación CIAT – Popayán, vereda Santa Rosa, que ha sido seleccionado por sus condiciones agroecológicas. Este trabajo determinó las etapas fenológicas de 180 líneas de frijol en la estación – CIAT Popayán, para apoyar el programa de mejoramiento de frijol, para lo cual se estableció como objetivo general evaluar la fenología de 180 líneas de frijol bajo condiciones de la vereda Santa Rosa en Popayán, Cauca con el fin de determinar diferencias en su crecimiento, desarrollo y apoyar el programa de mejoramiento de frijol del CIAT t como objetivos específicos: asesorar el establecimiento del cultivo y manejo agronómico de las líneas de frijol en la estación del CIAT vereda Santa Rosa, Popayán, Cauca; determinar las etapas fenológicas de 180 líneas de frijol bajo las condiciones de la vereda Santa Rosa, Popayán, Cauca y determinar los factores climáticos que tienen más incidencia en la fenología de las líneas de frijol evaluadas.

1. MARCO REFERENCIAL

El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*) constituye una de las principales fuentes de proteína en la dieta de los países en vía de desarrollo. Como todos los cultivos, el frijol tiene factores que limitan su producción entre los cuales los ambientales son los más importantes.

Cardona (1982), menciona que varios factores ambientales pueden afectar la planta del frijol durante su desarrollo, una exposición prolongada al exceso de humedad del suelo o al agua superficial, puede inducir clorosis en la planta y deficiencia de zinc, así mismo, afirma que el calor extremo; las heladas y la carencia de humedad ocasionan el marchitamiento de la planta, el chamuscamiento de las hojas y aún la muerte de la planta; los vientos fuertes, el granizo y las partículas del suelo que el viento eleva pueden romper y raspar el tejido de las plantas.

Tapia y Camacho (1988) determinaron que la duración de las distintas etapas de desarrollo de las plantas está determinada por el hábito de crecimiento (Tipo I, II, III y IV); el clima (temperatura, fotoperiodo); el suelo (fertilidad, condiciones físicas) y el genotipo. La cantidad de radiación solar es otro factor que tiene un efecto directo en las etapas de desarrollo y la morfología de la planta.

1.1 INCIDENCIA DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS EN EL MANEJO Y DESARROLLO DEL CULTIVO

1.1.1 Efectos del ambiente. Para entender mejor la relación entre los procesos fisiológicos es necesario ver como los factores ambientales pueden afectar el crecimiento de un cultivo de frijol.

1.1.1.1 Temperatura. La planta de frijol crece bien entre temperaturas promedio de 15°C a 27°C pero es importante reconocer que hay un gran rango de tolerancia entre las diferentes variedades. En términos generales bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas temperaturas causan una aceleración. Pero vale notar que los extremos pueden producir problemas adicionales como la falta de floración. Una planta es capaz de soportar temperaturas extremas (5°C- 40°C) por cortos periodos pero si es mantenida a tales extremos por un tiempo prolongado ocurren daños irreversibles. Todos los procesos de crecimiento están influenciado por la temperatura. (López, *et al*, 1985)

1.1.1.2 Luz. El papel principal de la luz está en el proceso de la fotosíntesis pero la radiación solar también afecta la fenología y morfología de una planta por medio de reacciones de fotoperiodo y elongación a intensidades altas puede afectar la temperatura de la planta. Esta relación es muy importante para trabajos de adaptación de nuevas líneas y pueden causar cambios drásticos en el patrón de crecimiento. (López, *et al*, 1985)

La eficiencia máxima de conversión de radiación solar a energía química es aproximada al 12% pero aun en cultivos sin limitación de agua y nutrientes la eficiencia es menor debido a la reducción de la intensidad de la luz dentro del follaje del cultivo. Las hojas superiores tienden a recibir más luz de la que pueden utilizar mientras que las hojas inferiores están bajo sombra de las hojas superiores. El promedio de Radiación Solar/ Día/ 3.5 – 4.0

1.1.1.3 El agua. El agua es importante para el crecimiento de cualquier planta y no sorprende que el crecimiento y el rendimiento final de un cultivo de frijol, dependa en un alto porcentaje de la disponibilidad de agua, se incluye su uso como reactivo de la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura. Se estima que más del 60% de los cultivos de frijol en el tercer mundo sufren de falta de agua. (López, *et al*, 1985)

Bajo condiciones locales en el CIAT- Palmira hay líneas que muestran buena tolerancia a plagas y enfermedades dando rendimientos aceptables aun cuando no se aplique agua. La planta de frijol tampoco tolera exceso de agua, cuando las raíces están en un ambiente completamente saturado de agua, el oxígeno llega a ser un factor limitante y el funcionamiento de las raíces sufre notablemente.

Si excluimos complicaciones debido a plagas, enfermedades y otro factores de "stress" la variable más relacionada con el rendimiento y desarrollo de un cultivo de frijol es sin duda el tiempo para alcanzar la madurez fisiológica o sea la duración del cultivo, el tiempo de madurez está fuertemente ligado a medidas de crecimiento tales como biomasa (peso seco a madurez) y la duración del área foliar.

Las altas temperaturas pueden provocar una alta tasa de aborto floral, las líneas tardías pueden tener un retardo en su crecimiento bajo una fuerte sequía porque no hay suficiente agua para alcanzar su potencial de crecimiento. (López, *et al*, 1985)

1.2 EL CULTIVO DE FRIJOL

La planta de frijol es anual, herbácea, intensamente cultivada desde el trópico hasta las zonas templadas, aunque es una especie termófila, es decir, que no soporta heladas; se cultiva esencialmente para obtener las semillas, las cuales contienen un alto contenido de proteína aproximadamente 22% y el contenido está calculado con base en la materia seca. La semilla puede ser consumida tanto inmadura como seca. También puede consumirse la vaina entera inmadura y las hojas. (López, *et al*, 1985)

1.2.1 Crecimiento y desarrollo de la planta. En el desarrollo de la planta de frijol se presentan cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de base para identificar las etapas de la escala de desarrollo del cultivo.

El crecimiento es el cambio en volumen, forma o en peso. Es un fenómeno cuantitativo que puede ser medido con base en longitud, ancho, acumulación de materia seca etc.

El desarrollo cualitativo, se refiere a procesos de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos conformados por una serie de fenómenos o eventos sucesivos. Por ejemplo la aparición de botones florales o racimos, marca el cambio entre la fase vegetativa y la reproductiva.

1.2.2 Características del desarrollo de la planta de frijol. El ciclo biológico de la planta se divide en dos fases sucesivas: la fase vegetativa y la fase reproductiva.

La fase vegetativa se inicia cuando se le brinda a la semilla las condiciones para iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de hábito de crecimiento determinado, o los primeros racimos en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado. En esta fase se desarrolló la estructura vegetativa necesaria para iniciar la fase reproductiva.

La fase reproductiva comprende desde el momento de aparición de los botones florales o los racimos y la madurez fisiológica. En la variedades de hábito de crecimiento indeterminado continua la aparición de estructuras vegetativas cuando termina la denominada fase vegetativa, lo cual hace posible que una

planta esté produciendo simultáneamente hojas, tallos, flores y vainas. (Fernández *et al* 1982)

1.2.3 Etapas de desarrollo de la planta. Se han identificado 10 etapas las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. El conjunto de estas 10 etapas forman la escala de desarrollo del frijol, cada etapa comienza en un evento de desarrollo de la planta con cuyo nombre se le identifica y termina donde se inicia la siguiente etapa así sucesivamente.

La identificación de cada etapa se hace con base en un código que consta de una letra y un número. La letra corresponde a la inicial de la fase a la cual pertenece la etapa en particular es decir V si pertenece a la parte vegetativa o R si pertenece a la parte reproductiva. El número de 0 al 9 indica la posición de la etapa en la escala. (Fernández *et al*, 1982)

1.2.4 Etapas de la fase vegetativa. La fase vegetativa incluye cinco etapas de desarrollo: germinación, emergencia, aparición de hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada.

1.2.4.1 Etapa V0 - Germinación. Emisión de radícula en la semilla

1.2.4.2. Etapa V1- Emergencia. Se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen al nivel del suelo se considera que un cultivo de frijol inicia esta etapa cuando el 50% de la población esperada presenta los cotiledones a nivel del suelo. Después de la emergencia, el hipocótilo se endereza y sigue creciendo hasta alcanzar su tamaño máximo. Cuando este se encuentra completamente erecto, los cotiledones comienzan a separarse y se nota que el epicótilo ha empezado a desarrollarse. Luego comienza el despliegue de las hojas primarias; las láminas empiezan a separarse y a abrirse hasta desplegarse totalmente.

1.2.4.3. Etapa V2- Hojas primarias. Comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas para un cultivo se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presentan esta característica. Las hojas primarias son unifoliadas y opuestas, están situadas en el segundo nudo del tallo principal y cuando están completamente desplegadas se encuentran generalmente en posición horizontal sin alcanzar su máximo tamaño.

1.2.4.4. EtapaV3- Primera hoja trifoliada. Se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. Cuando el 50% de las plantas del cultivo presenta la primera hoja trifoliada desplegada se inicia esta etapa.

1.2.4.5. Etapa V4 – Tercera hoja trifoliada. Cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo se considera que inicia esta etapa cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. De igual manera que para la primera hoja trifoliada, esta se considera desplegada cuando las láminas de los folíolos se encuentra en un solo plano. Se puede observar que la hoja se encuentra aún debajo de la primera trifoliada. (Fernández *et al*, 1982)

A partir de esta etapa es que se hace claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas tales como el tallo, las ramas y otras hojas trifoliadas.

1.2.5 Etapas de la fase reproductiva. En esta fase ocurren las etapas de prefloración, floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración. El hábito de crecimiento indeterminado, el desarrollo de estructuras vegetativas continúa durante esta fase, la planta produce nuevos nudos, ramas y hojas, mientras que en las plantas de hábito de crecimiento determinado, al empezar la fase reproductiva, cesa el desarrollo de nuevas estructuras vegetativas.

1.2.5.1 Etapa R5 - Prefloración. Esta se inicia cuando aparece el primer botón o el primer racimo. En condiciones del cultivo, se considera que ha iniciado esta etapa cuando el 50% de la plantas presentan esta característica.

1.2.5.2 Etapa R6 - Floración. Esta etapa se inicia cuando se presenta la primera flor abierta y en un cultivo cuando en un 50% las plantas presentan cambio de botón a flor. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció.

1.2.5.3 Etapa R7- Formación de vainas. Cuando una planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones del cultivo cuando el 50% de las plantas presentan esta característica. En las plantas de habito de crecimiento determinado, las primeras vainas se observan en la parte superior del tallo y las ramas; las demás vainas van apareciendo hacia abajo; por el contrario, en las plantas de habito de crecimiento indeterminado las primeras vainas se forman en la parte inferior y la aparición de las demás ocurre en forma ascendente. *(Fernández et al, 1982)*

1.2.5.4 Etapa R8- Llenado de vainas. En un cultivo se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina, comienza entonces el crecimiento activo de las semillas. Vistas por las suturas o de lado., las vainas presentan abultamiento que corresponde a las semillas en crecimiento. La vaina se alarga hasta después de los 10 o 12 días después de la floración, el peso de las valvas aumenta hasta 15 o 20 días después de la floración, el peso del grano aumenta marcadamente cuando las vainas han alcanzado su tamaño y peso máximo; los granos alcanzan su peso máximo 30 o 35 días después de la floración.

1.2.5.5 Etapa R9– Madurez fisiológica. Esta etapa se considera como la última etapa de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración, esta etapa se caracteriza por la decoloración y secado de las vainas, en un cultivo se inicia esta etapa cuando la primera vaina inicia su decoloración y secado, en el 50% de las plantas. *(Fernández et al, 1982)*

2. METODOLOGÍA

2.1 LOCALIZACIÓN

Este trabajo se realizó en la Estación vereda Santa Rosa del CIAT en Popayán, Cauca que se encuentra a una latitud de 2.51034, longitud de -76.63464, altitud de 1763 msnm, HR mínima de 41%, HR máxima de 100%, temperatura mínima de 10.9, temperatura máx. 29, velocidad del viento 39.6, promedio de pluviosidad, 2.750 mm. (Figura 1).

Figura 1. Ubicación geográfica del sitio de evaluación de la fenología del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el municipio de Popayán, vereda Santa Rosa



Fuente: commons.wikimedia.org/wiki/file:Popayan-Mapa_Rural.svg

Los suelos de la Estación de CIAT en Popayán tienen un pH < 5.0, alto contenido de materia orgánica (70%), son deficientes en P y elementos menores (principalmente el Boro) y presenta altos niveles de Manganeso. (Información personal Carlos Cerón, CIAT-Popayán, 2013)

Las condiciones climáticas aseguran la presencia de algunos hongos en el fríjol entre ellos los que causan enfermedades como la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), (*Ascochyta* MMM) y pudriciones radicales, problema que afectan la fenología y la producción a nivel mundial. (Cardona *et al*, 1995)

2.2 ACTIVIDADES

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones. El área experimental tuvo las siguientes dimensiones: distancia entre plantas 20 cm, 90 cm entre surcos y 2 surcos por parcela (A-B) lo cual da una densidad de 36 plantas por parcela. (Figura 2)

El manejo agronómico del cultivo se inició 4 semanas antes de la siembra teniendo en cuenta las siguientes actividades: aplicación de cal dolomítica en dosis de 1500 kg/Ha; aplicación al suelo de Vitavax +Benlate + Kocide en dosis de 300, 300 y 750 g/Ha, arado del terreno y aplicación de fertilizantes KCL, Radicular, Microcoljap en dosis de 150, 20 y 102 Kg/ha. Todo el manejo de agroquímicos, enmiendas, fumigaciones y fertilizaciones se realizó según el protocolo que el CIAT tiene para el manejo de cultivo de fríjol en el centro experimental de Santa Rosa Popayán- Cauca.

2.2.1 Siembra. Todas las líneas se sembraron en un terreno uniforme y recibieron las mismas prácticas de cultivo, con el fin de evitar efectos diferentes al genético. Para la preparación del terreno se utilizó tractor y arado, se elaboraron camas y se marcaron todas las parcelas con Pines. (Figura 3)

La siembra se hizo manualmente, colocando una semilla por sitio. En cada bloque se sembraron bordes y cabeceras con las variedades Jamapa y Dicta 17 para proteger la parcela efectiva de los genotipos. (Figura 4)

2.3 EVALUACIONES DE ETAPAS FENOLÓGICAS

Se evaluaron las etapas fenológicas V1, V2, V3, V4, R5, R6, R7, R8, R9, visitando diariamente el cultivo, además se registraron datos climáticos como temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura promedio, precipitación, humedad relativa y horas luz.

Los datos y medidas en campo se iniciaron después de marcar 6 plantas por parcela y las medidas se hicieron a las tres primeras plantas de las 6 marcadas. Para el registro de los datos por parcela se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

V0: Se realizó el conteo desde el momento que se dieron las condiciones favorables para la germinación, se tomó como inicio de la etapa V0 el día que la semilla obtuvo humedad suficiente para que ocurrieran los fenómenos de división celular.

Figura 2. Diseño de campo para evaluación de las líneas de frijol (Phaseolus vulgaris L) en la vereda Santa Rosa, Municipio de Popayán

	Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Fila	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM
1	JAM	1	36	37	72	73	108	109	144	145	180	JAM	181	216	217	252	253	288	289	324	325	360	JAM	
2	JAM	2	35	38	71	74	107	110	143	146	179	JAM	182	215	218	251	254	287	290	323	326	359	JAM	
3	JAM	3	34	39	70	75	106	111	142	147	178	JAM	183	214	219	250	255	286	291	322	327	358	JAM	
4	JAM	4	33	40	69	76	105	112	141	148	177	JAM	184	213	220	249	256	285	292	321	328	357	JAM	
5	JAM	5	32	41	68	77	104	113	140	149	176	JAM	185	212	221	248	257	284	293	320	329	356	JAM	
6	JAM	6	31	42	67	78	103	114	139	150	175	JAM	186	211	222	247	258	283	294	319	330	355	JAM	
7	JAM	7	30	43	66	79	102	115	138	151	174	JAM	187	210	223	246	259	282	295	318	331	354	JAM	
8	JAM	8	29	44	65	80	101	116	137	152	173	JAM	188	209	224	245	260	281	296	317	332	353	JAM	
9	JAM	9	28	45	64	81	100	117	136	153	172	JAM	189	208	225	244	261	280	297	316	333	352	JAM	
10	JAM	10	27	46	63	82	99	118	135	154	171	JAM	190	207	226	243	262	279	298	315	334	351	JAM	
11	JAM	11	26	47	62	83	98	119	134	155	170	JAM	191	206	227	242	263	278	299	314	335	350	JAM	
12	JAM	12	25	48	61	84	97	120	133	156	169	JAM	192	205	228	241	264	277	300	313	336	349	JAM	
13	JAM	13	24	49	60	85	96	121	132	157	168	JAM	193	204	229	240	265	276	301	312	337	348	JAM	
14	JAM	14	23	50	59	86	95	122	131	158	167	JAM	194	203	230	239	266	275	302	311	338	347	JAM	
15	JAM	15	22	51	58	87	94	123	130	159	166	JAM	195	202	231	238	267	274	303	310	339	346	JAM	
16	JAM	16	21	52	57	88	93	124	129	160	165	JAM	196	201	232	237	268	273	304	309	340	345	JAM	
17	JAM	17	20	53	56	89	92	125	128	161	164	JAM	197	200	233	236	269	272	305	308	341	344	JAM	
18	JAM	18	19	54	55	90	91	126	127	162	163	JAM	198	199	234	235	270	271	306	307	342	343	JAM	
	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM	JAM

	Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fila	A774	361	384	385	408	409	432	433	456	457	480	481	504	505	528	529
1	A774	362	383	386	407	410	431	434	455	458	479	482	503	506	527	530
2	A774	363	382	387	406	411	430	435	454	459	478	483	502	507	526	531
3	A774	364	381	388	405	412	429	436	453	460	477	484	501	508	525	532
4	A774	365	380	389	404	413	428	437	452	461	476	485	500	509	524	533
5	A774	366	379	390	403	414	427	438	451	462	475	486	499	510	523	534
6	A774	367	378	391	402	415	426	439	450	463	474	487	498	511	522	535
7	A774	368	377	392	401	416	425	440	449	464	473	488	497	512	521	536
8	A774	369	376	393	400	417	424	441	448	465	472	489	496	513	520	537
9	A774	370	375	394	399	418	423	442	447	466	471	490	495	514	519	538
10	A774	371	374	395	398	419	422	443	446	467	470	491	494	515	518	539
11	A774	372	373	396	397	420	421	444	445	468	469	492	493	516	517	540
12	A774	A774	A774	A774	A774	A774	A774	A774	A774	A774	A774	A774	A774	A774	A774	A774

Figura 3. Actividades realizadas para la preparación del terreno y la siembra del ensayo: a. Preparación del terreno; b y c. Siembra de parcelas y d. organización de la semilla para siembra.



V1- Emergencia. Se registró cuando el 50% de la semilla sembrada presentó los cotiledones a nivel del suelo. (Ver Figura 5)

Figura 4. Lote de evaluación de fenología de líneas de frijol



Figura 5. Emergencia de líneas de frijol, etapa V1



V2- Hojas primarias. Se evaluó cuando el 50% de las plantas presentaron hojas primarias completamente desplegadas. Las hojas primarias del frijol son unifoliadas y opuestas están situadas en el segundo nudo del tallo principal. (Figura 6)

Figura 6. Hojas primarias en plantas de frijol, etapa V2



V3 – Primera hoja trifoliada. Cuando el 50% de las plantas presentaron la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana, llamada también hoja verdadera. (Figura 7).

Figura 7. Planta de fríjol en etapa V3, presencia de hojas verdaderas



V4 – Tercera hoja trifoliada. Cuando el 50% de las plantas presentaron la tercera hoja trifoliada desplegada. (Figura 8)

Figura 8. Plantas de fríjol en etapa V4, desarrollo de la tercera hoja trifoliada



R5 - Prefloración. Cuando el 50% de la plantas presentaron el primer botón o el primer racimo. Antes del conteo se realizó observación de los tipos de crecimiento de las plantas para evaluar cuántas parcelas eran precoces. (Figura 9)

Figura 9. Plantas de fríjol en etapa R5, primer botón floral o racimo



R6 - Floración. Cuando el 50% de las plantas presentaron la primera flor abierta. (Figura 10)

Figura 10. Plantas en floración etapa R6, plantas con flor abierta



R7 - Formación de vainas. Cuando el 50% de las plantas presentaron la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida. Se observó que las vainas tuvieran más o menos 2 cm de largo para el registro. (Figura 11)

Figura 11. Plantas de fríjol en formación de vainas, etapa R7



R8 - Llenado de vainas. Cuando el 50% de las plantas empezaron a llenar la primera vaina. Se determinó cuando la vaina detuvo su crecimiento entre 5 a 7 cm e inicio su llenado. (Figura 12)

Figura 12. Plantas de fríjol en llenado de vainas, etapa R8



R9 – Maduración. Cuando en el 50% de las plantas presenta la primera vaina iniciando su decoloración y secado. Esto también depende del tipo de crecimiento porque las vainas maduran de arriba hacia abajo cuando son de crecimiento 1 y de abajo hacia arriba en los tipos de crecimiento 2. (Figura 13)

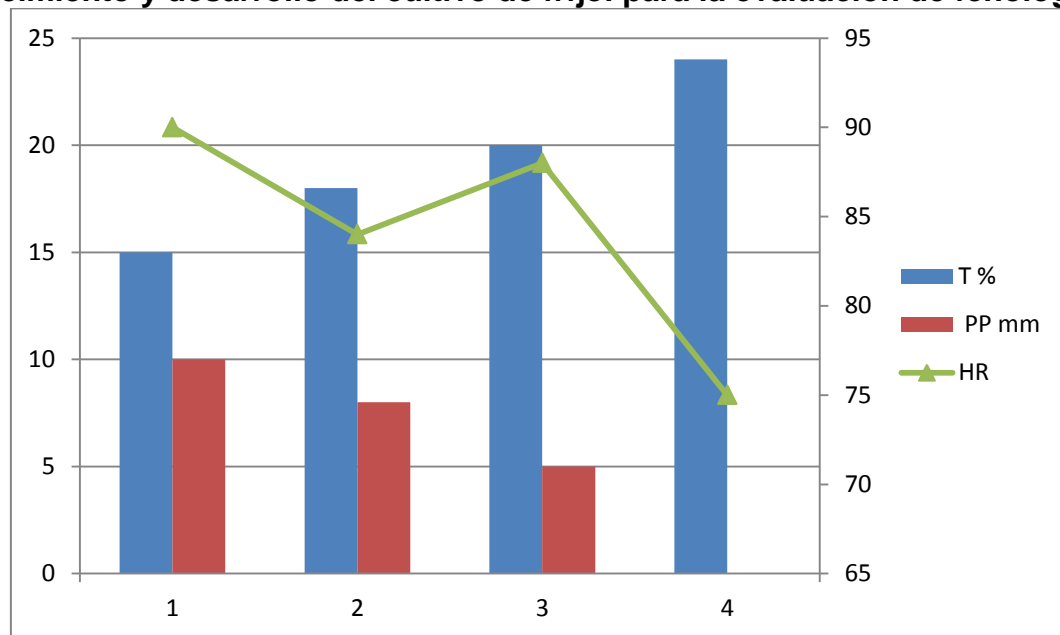
Figura 13. Plantas de fríjol en madurez fisiológica, etapa R9



3. RESULTADOS

Durante el ciclo del cultivo los valores registrados de temperatura oscilaron entre 18 y 24°C, los cuales están en el rango ideal para el desarrollo y crecimiento del cultivo de frijol según Cardona *et al*, 1995, igualmente la humedad relativa entre el 65 y 80%. Sin embargo la precipitación entre 0 y 15 mm estuvo por debajo del promedio, razón por la cual durante el periodo de cultivo se aplicaron tres riegos. Para los datos climáticos se sacó un promedio mensual. (Figura 14)

Figura 14. Comportamiento de los datos climáticos promedios durante el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol para la evaluación de fenología



En las primeras semanas después de siembra del cultivo se presentaron lluvias por encima del promedio esperado (15 mm) causando inundaciones en lugares específicos del lote de cultivo, lo cual ocasionó retardo en el desarrollo en etapa V0 y V1. Durante el ciclo del cultivo se presentaron lluvias excesivas al inicio y al final ausencia total de lluvias. (Cuadro 1)

La Humedad Relativa promedio anual en la zona de cultivo es de 70- 90%, en las primeras semanas de cultivo se presentó 80% en las mañanas con una bruma muy densa que después de las 9 a.m. se dispersaba por el sol.

Cuadro 1. Datos promedios climáticos durante el ciclo de evaluación del cultivo de frijol

Mes	HR	Temperatura	Precipitación
1	90	15	10
2	84	18	8
3	88	20	5
4	75	24	0

La temperatura durante las primeras 8 semanas de cultivo fue de 18°C y después de la 8ª semana (2 meses) la temperatura aumentó llegando a un promedio de 22 °C.

Durante el ciclo del cultivo, los valores registrados de temperatura oscilaron entre 15 y 24 °C, (Cuadro 1), favorables para el buen desarrollo del ensayo si se considera que el cultivo del frijol crece bien entre temperaturas promedios de 15 a 27 0C (White 1985) con rangos óptimos de temperaturas medias entre 24 a 25 0C (Socorro y Martín, 1989). Teniendo en cuenta los valores de precipitación promedio para estos meses (Tabla 2) podemos observar que estos tuvieron valores entre 0 y 10 mm muy bajos, de forma general, razón por la cual se iniciaron riegos complementarios de floración ha llenado de vaina.

Lo anterior demuestra que las condiciones climáticas que se presentaron durante la evaluación de las líneas de frijol están dentro de los promedios esperados en la zona y no incidieron en la respuesta fenológica del cultivo, en general las líneas evaluadas respondieron bien a las condiciones climáticas que se presentaron en la zona por encontrarse en el rango ideal según lo reportado por Cardona *et al*, 1995. En general las líneas evaluadas son de crecimiento tardío bajo las condiciones de clima de Popayán, lo cual se refleja en la variable días a floración.

3.1 ETAPAS FENOLÓGICAS DE LAS LÍNEAS DE FRÍJOL

Con los datos de campo se obtuvieron los promedios de cada una de las variables evaluadas para cada línea de frijol y se clasificaron de acuerdo a días, a floración y hábitos de crecimiento. (Cuadro 2)

Como se puede observar los días a floración estuvieron entre 54 y 74 días después de siembra; 93 de las 180 líneas presentaron hábito de crecimiento indeterminado y la madurez fisiológica estuvo entre 84 y 104 días. (Cuadro 3)

Cuadro 2. Promedios para variables fenológicas de 180 líneas de frijol en Popayán Cauca

Lín	V0	V1	V2	V3	V4	R5	R6	R7	R8	R9	Háb
1	8	10	19	33	45	61	64	69	68	85	I
2	10	11	19	32	51	61	62	66	71	93	I
3	9	10	19	29	38	52	57	64	66	84	D
4	9	10	20	31	53	65	70	64	73	101	I
5	7	10	19	30	40	53	59	64	66	88	D
6	8	10	19	28	37	53	58	64	66	91	D
7	9	11	21	31	50	61	62	66	70	102	I
8	8	10	19	28	39	53	59	64	67	88	D
9	8	10	19	29	51	63	63	70	71	101	I
10	10	11	20	33	55	67	67	74	74	104	D
11	8	10	19	31	40	54	59	66	67	89	I
12	7	10	18	29	38	49	54	66	65	84	D
13	9	11	19	33	41	56	61	64	68	91	D
14	8	10	20	28	38	52	57	64	66	84	D
15	9	10	19	32	55	68	64	75	76	103	D
16	8	10	20	33	49	61	58	70	68	90	I
17	8	10	18	29	41	56	63	64	67	88	I
18	9	10	21	30	41	56	61	67	67	97	D
19	8	10	18	31	40	52	57	65	66	91	D
20	8	10	19	32	40	51	56	64	66	88	D
21	9	10	18	33	49	62	60	71	70	102	D
22	10	11	20	32	51	63	61	70	70	102	I
23	9	10	20	31	48	61	66	70	68	91	I
24	8	10	20	33	53	66	66	73	73	104	D
25	8	10	20	31	46	61	61	66	68	90	I
26	8	10	21	29	38	51	56	68	65	88	I
27	8	10	19	32	50	61	60	68	68	93	D
28	10	10	19	33	50	61	60	68	70	98	I
29	9	10	20	31	50	62	63	69	68	100	I
30	8	10	19	28	40	53	58	66	66	92	I
31	8	10	19	29	49	63	61	67	70	90	D
32	8	10	20	28	38	52	57	64	66	86	I
33	8	10	20	31	49	61	60	68	68	101	D
34	8	10	20	32	41	59	64	64	68	86	I
35	8	12	18	31	44	59	63	64	68	85	D
36	8	10	19	31	47	61	62	69	68	94	D
37	8	10	19	30	44	59	62	66	67	88	I
38	9	10	20	32	41	54	60	68	67	92	D
39	8	10	19	33	42	56	63	67	67	88	D

40	8	10	19	31	49	63	63	71	70	101	D
41	9	10	20	31	40	54	60	66	66	88	I
42	8	10	19	33	48	62	63	70	71	99	D
43	8	10	20	30	48	61	61	68	68	94	I
44	9	11	20	29	49	63	63	72	71	97	I
45	8	10	20	30	40	53	56	67	66	88	I
46	9	10	20	33	51	63	64	70	70	99	D
47	7	10	18	28	45	61	61	69	68	96	I
48	7	10	19	29	40	52	57	66	66	88	I
49	9	11	20	32	51	64	65	73	72	104	D
50	7	10	21	30	49	62	62	69	69	101	D
51	6	10	18	28	38	50	55	67	66	84	I
52	9	10	20	31	46	61	66	64	68	95	D
53	7	10	20	29	39	52	57	64	66	88	D
54	9	11	19	33	47	61	62	67	68	99	D
55	7	10	19	28	46	61	61	69	67	95	D
56	8	10	20	32	47	61	62	69	69	98	I
57	8	10	20	31	43	56	61	64	67	91	I
58	8	10	21	30	40	55	60	66	67	88	D
59	10	11	21	33	50	62	64	68	70	93	D
60	8	10	21	32	53	67	66	72	74	103	D
61	8	10	20	30	48	62	62	70	69	97	I
62	8	10	19	28	38	52	57	64	66	85	I
63	8	10	21	30	47	61	58	67	68	92	D
64	8	10	19	29	47	63	63	70	69	98	I
65	8	10	20	29	39	51	56	68	66	92	I
66	8	10	20	34	50	61	61	68	68	99	D
67	8	10	19	32	55	66	68	72	74	103	I
68	9	11	21	30	51	63	64	70	71	102	I
69	8	10	20	32	51	64	66	72	70	99	I
70	8	10	20	31	48	62	67	68	69	93	I
71	7	10	19	33	51	64	63	71	71	101	I
72	8	10	20	28	41	55	58	67	66	89	I
73	10	12	21	32	49	62	63	70	69	97	D
74	7	10	20	31	42	58	63	66	68	89	I
75	10	11	19	33	54	66	67	71	73	105	D
76	8	10	20	31	47	60	65	68	68	101	I
77	10	11	20	32	49	62	67	66	69	93	D
78	7	10	18	29	45	61	63	67	68	96	D
79	8	10	19	31	46	61	61	68	69	102	I
80	7	10	19	32	45	61	64	67	68	98	I
81	7	10	19	33	50	63	63	70	69	96	I
82	10	11	19	35	50	63	65	68	71	99	I

83	8	10	19	29	44	60	60	68	68	92	I
84	7	10	20	28	39	51	56	64	66	86	D
85	8	10	18	30	46	61	61	68	68	94	D
86	10	12	20	33	50	63	64	71	71	99	I
87	7	10	19	34	50	62	61	69	69	100	I
88	10	11	20	33	54	68	68	75	77	103	I
89	7	10	19	33	38	52	57	66	66	84	I
90	7	10	20	32	44	60	60	67	68	98	D
91	7	10	19	29	47	60	60	68	70	98	I
92	8	10	21	31	50	63	64	71	70	96	I
93	10	12	19	30	46	56	61	66	68	88	I
94	8	10	19	28	53	65	66	73	76	102	D
95	8	10	19	31	39	51	56	67	67	88	I
96	8	10	20	28	51	65	65	72	73	103	D
97	8	10	19	29	50	63	63	70	69	101	I
98	8	10	20	33	49	62	65	64	69	99	I
99	7	10	20	31	46	61	62	67	69	96	I
100	9	10	21	29	54	66	66	73	73	98	D
101	7	10	19	33	50	63	65	73	71	99	I
102	6	10	18	28	37	50	55	64	66	82	I
103	8	10	20	32	42	54	60	64	67	88	D
104	8	10	20	33	43	57	61	66	66	91	D
105	8	10	19	29	40	51	59	66	66	88	D
106	8	10	20	30	51	65	74	73	73	101	D
107	7	10	19	31	37	50	55	67	66	89	I
108	9	10	19	32	42	55	60	68	67	93	D
109	9	10	19	33	42	56	59	65	67	92	D
110	8	10	19	32	40	52	57	66	66	88	D
111	9	10	19	31	39	54	59	68	66	92	D
112	9	10	18	33	44	61	66	70	68	93	D
113	9	10	19	31	49	62	64	68	70	96	D
114	8	10	19	29	37	50	55	66	65	87	I
115	9	11	20	32	51	63	64	71	71	96	D
116	9	11	20	33	43	59	64	68	68	92	I
117	9	10	20	31	54	66	67	74	73	102	D
118	9	10	21	28	52	66	66	70	75	103	I
119	8	10	18	29	49	63	63	70	70	100	D
120	8	10	18	28	46	60	66	68	68	86	I
121	8	10	20	31	50	62	62	69	69	98	D
122	8	10	21	32	53	68	69	75	75	103	I
123	8	10	19	31	45	60	60	67	68	92	I
124	8	10	19	31	51	67	67	74	74	106	I
125	8	10	20	30	38	52	57	66	66	88	I

126	8	10	19	32	48	64	64	71	71	99	D
127	7	10	19	33	39	51	56	67	66	86	I
128	7	10	20	31	45	60	62	68	68	89	D
129	7	10	19	31	39	52	57	66	67	91	D
130	9	11	21	33	51	66	70	73	73	101	D
131	8	10	19	30	51	63	63	68	69	95	I
132	7	10	18	29	51	66	67	73	73	98	I
133	9	10	19	30	52	64	68	66	71	93	D
134	8	11	21	33	55	67	67	74	76	105	I
135	8	10	21	28	39	51	56	67	66	89	I
136	7	11	20	29	40	52	59	64	70	88	D
137	9	11	21	32	43	61	66	68	68	99	I
138	9	10	18	30	38	51	56	66	66	88	D
139	8	10	20	28	38	50	55	67	66	86	D
140	8	10	20	31	38	52	57	64	66	91	D
141	9	11	20	29	51	67	67	74	74	100	D
142	8	10	19	33	37	51	56	68	66	91	I
143	9	10	19	28	49	62	62	69	67	89	D
144	8	10	19	32	47	62	62	69	69	99	I
145	8	10	21	31	51	65	65	72	72	103	I
146	9	11	19	30	52	66	70	69	74	104	D
147	10	11	21	33	50	61	63	67	68	91	D
148	8	10	20	32	49	62	62	69	69	97	I
149	8	10	19	30	47	62	60	67	69	100	I
150	8	10	21	28	51	64	64	71	71	99	I
151	8	10	20	30	38	49	57	68	66	89	D
152	8	10	18	29	50	65	65	72	71	99	I
153	7	10	20	29	50	64	66	72	71	103	I
154	9	11	21	34	50	64	65	71	72	102	I
155	8	10	20	32	46	60	62	66	68	95	I
156	9	11	21	30	49	64	68	68	69	90	D
157	8	10	20	32	40	54	59	68	66	92	D
158	9	10	20	31	48	61	66	70	70	99	D
159	8	10	20	33	47	62	66	71	69	103	I
160	9	11	19	28	53	66	67	68	73	102	I
161	8	10	20	32	52	66	66	73	74	99	I
162	8	10	19	31	49	62	66	70	69	101	I
163	8	10	18	33	50	63	64	69	76	101	I
164	7	10	19	31	51	63	63	70	70	101	I
165	8	10	19	32	40	54	59	68	66	91	D
166	9	12	20	29	39	51	56	64	66	91	D
167	6	10	19	31	40	52	61	64	66	89	D
168	8	10	19	32	38	54	59	66	66	91	D

169	8	10	20	33	41	55	60	68	67	89	D
170	10	11	20	35	43	58	64	65	68	95	D
171	8	10	18	29	50	62	63	70	70	95	I
172	9	10	21	28	50	63	63	70	71	96	I
173	7	10	20	30	41	55	60	66	67	88	D
174	8	10	19	33	49	62	62	69	71	99	I
175	8	10	20	34	40	53	58	70	66	89	D
176	9	11	19	33	47	61	66	66	68	92	D
177	8	10	18	29	38	50	55	64	66	86	D
178	8	10	18	27	38	50	55	63	66	88	D
179	7	10	20	33	51	64	64	71	71	99	I
180	8	11	20	31	51	66	66	72	71	99	I

I= Indeterminado D= Determinado

Cuadro 3. Frecuencia para hábitos de crecimiento en las 180 líneas de frijol evaluado en Popayán, Cauca

Hábitos	Frecuencia	%
Hábito	93	51.67
Hábito Determinado	87	48.33
TOTAL	180	100

El análisis de varianza efectuado para bloques y líneas dentro de los bloques no detectó diferencias entre las variables fenológicas evaluadas en las líneas de frijol (Cuadro 4), igualmente no se detectaron diferencias para días a floración (cuadro 5), lo cual se puede interpretar como evidencia de la uniformidad de los materiales seleccionados, lo que demuestra que el proceso de selección fue el adecuado.

Cuadro 4. Análisis de varianza para las variables fenológicas evaluadas en 180 líneas de frijol en Popayán, Cauca

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Entre Bloques	1338226,5	9	148691,8	11892,3	1,8
Dentro de los bloques	22380,5	1790	12,50311		
Total	1360607,1	1799			

Cuadro 5. Análisis de varianza para días a floración en 180 líneas de frijol evaluada en Popayán, Cauca

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F
Entre Bloques	5,39259259	2	2,69	0,037
Entre Líneas dentro del	38769,3556	537	72,19	
Total	38774,7481	539		

Investigadores como Rosales *et al.* (1986), han reportado que no existe una variación notable en el número de días a floración entre líneas de frijol cuando no hay condiciones de estrés. En este caso la diferencia en días a floración está determinada esencialmente por el genotipo, ya que las condiciones de manejo y climáticas fueron uniformes entre las 180 líneas evaluadas el rango entre la más precoz y la más tardía fue de 19 días, sin embargo no se detectaron diferencias estadísticas significativas.

Los días madurez fisiológica coinciden en su mayoría con los reportados por Tapia y Camacho 1988, quienes afirman que los días a madurez en frijol están entre 56 y 79 días después de siembra, resultados similares fueron reportados por Arguello 1992, Montalbán, 1992 y Lara y Hernández, 2002 quienes trabajaron con variedades de frijol rojo únicamente. Sin embargo Singh, 1992 dice que los días a madurez pueden variar desde 50 a 250 DDS (días después de siembra). Las diferencias encontradas entre las líneas entre los días a madurez fisiológica están asociadas a los hábitos de crecimiento determinado e indeterminado, que inciden directamente en la duración de cada etapa de crecimiento (Cuadro 6). En general se encontró que las líneas de hábito de crecimiento determinado son más precoces que las de hábito de crecimiento indeterminado, lo cual coincide con Debouck y Hidalgo, 1984 que clasifican los hábitos de crecimiento de la planta de frijol declarando más precoz a las plantas arbustivas o de hábito de crecimiento determinado sin guía.

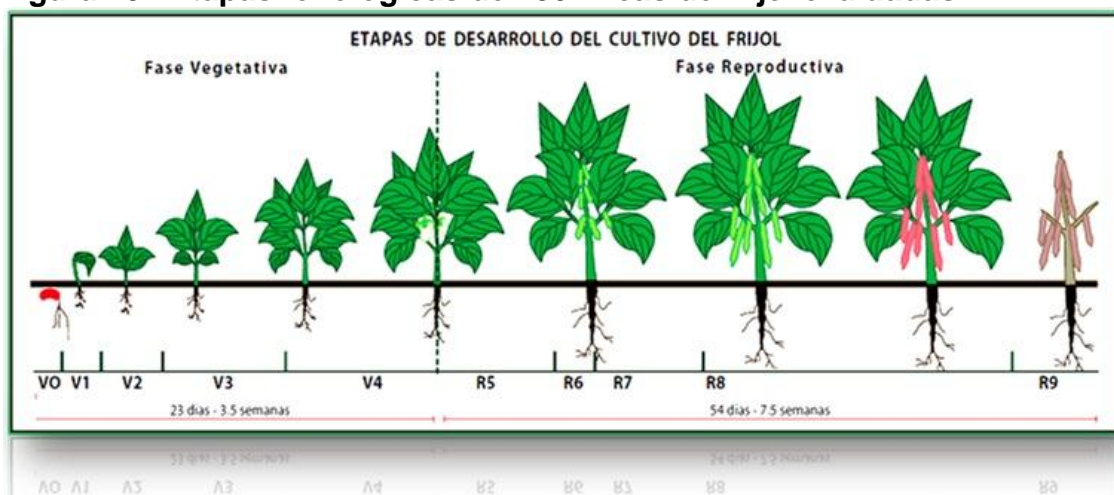
Una vez realizado el análisis de los datos y al encontrar que no hubo diferencias entre las líneas se determinaron las etapas fenológicas de las 180 líneas de frijol evaluadas (Figura 15, Cuadro 6), las cuales estuvieron en el siguiente rango:

Cuadro 6. Rango para etapas fenológicas de las 180 líneas de frijol evaluadas en Popayán, Cauca

ETAPA	VO	V1	V2	V3	V4	R5	R6	R7	R8	R9
DDS en gral	6-12	10-12	18-21	28-35	37-55	49-68	54-74	64-75	65-77	82-105
Hábito D	7-10	10-12	18-21	28-35	38-55	49-68	54-74	64-74	65-76	84-103
Hábito I	6-10	10-12	18-21	28-35	37-55	51-68	56-70	64-75	65-76	82-105

DDS = Días después de siembra

Figura 15. Etapas fenológicas de 180 líneas de frijol evaluadas



Fuente: jubovar.blogspot.com

La línea con menor periodo de cultivo fue la línea 12 que floreció a los 54 días después de siembra y la madurez fisiológica fue a los 84 días y la más tardía fue la línea 106 que floreció a los 74 días después de siembra y alcanzó la madurez fisiológica a los 101 días. Como se puede observar la diferencia fue de 20 días en floración y 17 días en madurez fisiológica, lo cual no representa diferencias entre los materiales a nivel estadístico. Sin embargo, desde el punto de vista de manejo agronómico y mejoramiento genético esta puede ser la variable para realizar selección de materiales por precocidad, debido a que representa disminución de costos por mano de obra y manejo del cultivo.

La poca variación entre los resultados obtenidos podría estar relacionada con la genealogía de los genotipos en estudio ya que algunos pueden tener progenitores en común y al hecho de que estas líneas provienen de viveros internacionales que envían para su evaluación genotipos similares en cuanto a periodos de

crecimiento y desarrollo. Además es importante tener en cuenta que todas las líneas fueron sembradas bajo las mismas condiciones ambientales, lo que también influyó en que no se detectaran diferencias significativas en las etapas fenológicas entre líneas.

El programa de mejoramiento del CIAT en este trabajo tuvo por objetivo la evaluación fenológica de las líneas en condiciones de Popayán para ver ciclo, enfermedades y respuesta al manejo convencional. En general el cultivo no presentó problemas sanitarios, lo cual fue normal teniendo en cuenta las condiciones climáticas durante el ciclo de desarrollo del cultivo que no fue favorable a enfermedades fungosas. En cuanto a plagas no se detectaron problemas.

4. CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en la fenología de las 180 líneas de frijol evaluadas bajo condiciones de Popayán, Cauca.

Las etapas fenológicas de las 180 líneas de frijol evaluadas estuvieron en un rango entre 6 – 82 días como la más precoz y 12 y 105 días como la línea más tardía.

Se determinó que las condiciones climáticas presentadas durante el ciclo de evaluación del cultivo no afectaron su crecimiento y desarrollo a pesar de que en el inicio las lluvias retardaron un poco la emergencia, finalmente los datos climáticos estuvieron en el promedio característico.

Se determinaron las etapas fenológicas para las 180 líneas de frijol evaluadas para las condiciones de la vereda Santa Rosa.

Conocer las etapas fisiológicas del cultivo nos permite planificar el manejo del cultivo en lo relacionado con épocas de siembra, fertilización, manejo de plagas y enfermedades.

5. RECOMENDACIONES

A pesar de que no se detectaron diferencias significativas en las variables evaluadas para la fenología del cultivo, es importante tener en cuenta que hubo diferencia de 20 días en días a floración y 17 días en días a madurez fisiológica, lo cual es representativo para la selección de materiales por precocidad.

Es importante comparar la fenología obtenida en condiciones de Popayán con la que se obtenga en condiciones de Palmira, Florida (USA) y África, para determinar el comportamiento de las líneas bajo condiciones climáticas diferentes y así poder realizar la selección de materiales en programas de mejoramiento genético.

Se recomienda someter los materiales a presión de enfermedades limitantes (Antracnosis, Ascochyta) para conocer su comportamiento y así dar mejor enfoque a la selección.

Tener en cuenta otras valoraciones y observaciones por parte de la persona que estará encargada del trabajo de campo para la selección, preparación del lote de siembra, en la selección de semillas, toma de datos y cosecha.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, G. J. A. y J. W. White. Phenological plasticity as a adaptation by common Beans to rainfed environments. 1995

ARGUELLO, X Caracterización y evaluación preliminar de 28 accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) Trabajo de tesis. Ing. Agr. Managua Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 1992

CARDONA César, FLOR Carlos, MORALES Francisco y CORRALES Marcial P. Problemas de campo en los cultivos de frijol en el trópico. Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT. Cali, Colombia. 1995

CARDONA, Cesar; MORALES. F. J, CORRALES Pastor M. Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali Colombia. 1982.

DEBOUCK Daniel y Hidalgo R. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*). Guía de estudio. 1984

FERNÁNDEZ Fernando, GEPTS Paul, LÓPEZ Marcelino. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común. Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT. Cali, Colombia. Guía de estudio. 1982

[HTTP://WWW.JUBOVAR.BLOGSPORT.COM](http://WWW.JUBOVAR.BLOGSPORT.COM)

[HTTP://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/WIKI/FILE:POPAYAN-MAPA_RURAL.SVG](http://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/WIKI/FILE:POPAYAN-MAPA_RURAL.SVG)

LARA, E.D y Hernández, R. J. Respuesta de 49 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) a fertilización mineral bajo condiciones de la compañía, Carazo. Trabajo de tesis. Ing. Agr. Managua Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 2002.

LÓPEZ Marcelino, FERNÁNDEZ Fernando y SCHOONHOVEN Aart Van. Fríjol: Investigación y producción. Centro Internacional de Agricultura tropical CIAT. Cali Colombia. 1985

MASAYA, P. y J. W. White. Adaptation to photoperiod and temperatura. In: Common Beans. Research for crop improvement van Schoonhoven A. and O. Voysest (eds.), CAB Int. CIAT Colombia. 1991

MONTALBÁN, G. Caracterización y evaluación preliminar de 30 accesiones de fríjol común (*Phaseolus vulgaris L.*) Trabajo de tesis. Ing. Agr. Managua Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 1992

ROSALES, e. Estabilidad de rendimiento de 15 variedades criollas de fríjol común (*Phaseolus vulgaris L.*) en 4 localidades de departamento de Estelí, Nicaragua PCCMCA 32. San Salvador, El Salvador 1986.

SING, S. P. Common Bean Improvement in The Tropics. Volumen 10. CIAT Cali, Colombia. 1992.

SOCORRO, M. A., Martín, D. S. fríjol. En M. A Socorro, D. S. Martín. (Eds.). Granos. (pp.1-53). Editorial Pueblo y Educación, La Habana. Cuba. 1989

TAPIA BARQUERO, H. y CAMACHO HENRIQUEZ. A. Manejo Integrado de la Producción de Frijol basado en labranza cero. Deutscher Gesellschaft für Technische Zursammerarbeit Managua Nicaragua. 1988

WHITE, J y SPONCHIADO, N. Tolerancia de fríjol a la sequía. Interrogantes y algunas preguntas. Hojas de fríjol. 1985