

Establecimiento de ensayos para modelación de fríjol en el TeSAC del Cauca, Colombia

Working Paper No. 351

CGIAR Research Program on Climate Change,
Agriculture and Food Security (CCAFS)

Patricia Alvarez-Toro
Carlos Navarro-Racines
Carlos Jara
David Ríos
Jesús David Martínez



RESEARCH PROGRAM ON
**Climate Change,
Agriculture and
Food Security**



Working Paper

Establecimiento de ensayos para modelación de fríjol en el TeSAC del Cauca, Colombia

Comunidades de intervención con Servicios Climáticos Participativos de Clima para la Agricultura (PICSA)

Documento de trabajo No. 351

Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS)

Autores

Patricia Alvarez-Toro^{1,2}, Carlos Navarro-Racines^{1,2}, Carlos Jara³, David Ríos^{1,2}, Jesús Martínez^{1,2}

¹ Programa de Investigación del CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS)

² Alianza Bioversity International - Centro de Investigación de Agricultura Tropical (CIAT)

³ Consultor externo



PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE CGIAR EN
**Cambio Climático,
Agricultura y
Seguridad Alimentaria**



Correct citation:

Alvarez-Toro., P., et al. 2020. Establecimiento de ensayos para modelación de frijol en el departamento del Cauca, Colombia. Documento de Trabajo CCAFS No.351 Wageningen, the Netherlands: Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS).

About CCAFS Working Papers

Titles in this series aim to disseminate interim climate change, agriculture and food security research and practices and stimulate feedback from the scientific community.

About CCAFS

The CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS) is led by the International Center for Tropical Agriculture (CIAT), part of the Alliance of Bioversity International and CIAT, and carried out with support from the CGIAR Trust Fund and through bilateral funding agreements. For more information, please visit <https://ccafs.cgiar.org/donors>.

Contact us

CCAFS Program Management Unit, Wageningen University & Research, Lumen building, Droevendaalsesteeg 3a, 6708 PB Wageningen, the Netherlands. Email: ccafs@cgiar.org

Disclaimer: This working paper has not been peer reviewed. Any opinions stated herein are those of the author(s) and do not necessarily reflect the policies or opinions of CCAFS, donor agencies, or partners. All images remain the sole property of their source and may not be used for any purpose without written permission of the source.



This Working Paper is licensed under a Creative Commons Attribution – NonCommercial 4.0 International License.

© 2020 CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS).

Photos: CCAFS

Abstract

Las intervenciones y monitoreo de sistemas de producción de frijol del TeSAC en el departamento del Cauca, Colombia, en comunidades intervenidas con Servicios Participativos de Clima para la Agricultura (PICSA) dan luces sobre las decisiones de manejo derivadas del análisis de la variabilidad climática histórica y pronosticada en el territorio. En este contexto, se llevó a cabo un ensayo de frijol con las variedades Calima, SAB686 y la variedad biofortificada BIO101 entre noviembre de 2019 y febrero de 2020 en la finca Altobonito, en el departamento de Cauca. Se evaluó información sobre crecimiento y desarrollo del cultivo necesaria para la ejecución del modelo de cultivo CROPGRO-Dry Bean frente a las condiciones ambientales y de manejo agronómico dadas. Los resultados obtenidos muestran que el crecimiento y desarrollo de las variedades de frijol en el ensayo tuvieron una respuesta satisfactoria. Los resultados del modelo CROPGRO-Dry para la variedad Calima presentó un mejor ajuste para las variables de peso seco de la planta CWAD (kg/ha); peso seco de hojas, LWAD (kg/ha); peso seco de vainas, PWAD (kg/ha) y para el rendimiento GWAD (kg/ha). Las variables: índice de área foliar LAID y peso de los tallos SWAD no presentaron un buen ajuste. Para la variedad SAB686 las variables que presentaron un buen ajuste fueron peso seco de la planta, CWAD (kg/ha), peso seco de vainas, PWAD (kg/ha), peso seco de hojas, LWAD (kg/ha) y SWAD, peso seco de tallos, SWAD (kg/ha) presentaron un buen ajuste.

Palabras Claves

Frijol; ensayo experimental; TeSAC; Cauca, Modelo de cultivo.

Sobre los Autores

Patricia Alvarez-Toro es asociada de Investigación de la Alianza Bioversity - Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Ingeniera agrónoma y Magister en Gerencia Ambiental. Con experiencia en modelación del cultivo de frijol arbustivo. Parte del equipo del proyecto Soluciones Digitales Integradas Agroclimáticas (Agroclimas Fase 2). Contacto: p.alvarez@cgiar.org

Carlos Navarro-Racines es asociado de Investigación senior de la Alianza Bioversity - Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Ingeniero Agrícola y estudiante de maestría en Sistemas de Información Geográfica. Actualmente lidera el proyecto Soluciones Digitales Integradas Agroclimáticas (Agroclimas Fase 2). Contacto: c.e.navarro@cgiar.org

Carlos Eduardo Jara es consultor en el proyecto Soluciones Digitales Integradas Agroclimáticas (Agroclimas Fase 2). Agrónomo, Magister en ciencias agrarias y experto en frijol. Contacto: cejara54@gmail.com

David Andrés Ríos es asociado de Investigación de la Alianza Bioversity - Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Economista y estudiante de maestría en Economía Aplicada. Parte del equipo del proyecto Soluciones Digitales Integradas Agroclimáticas (Agroclimas Fase 2). Contacto: d.rios@cgiar.org

Jesús Martínez es el coordinador del proyecto Territorios Sostenibles Adaptados al Clima ([TeSAC](#)) para América Latina, del programa de investigación del CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) el cual es liderado

por la Alianza Bioversity International-y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Magister en Ciencias Agrarias. Contacto: j.d.martinez@cgiar.org

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación Ecohábitats, socio estratégico de CIAT-CCAFS por su apoyo en el establecimiento de los ensayos y el trabajo que lleva a cabo en el TeSAC del Cauca y a todo el equipo de CCAFS Latinoamérica en particular al FP4 *Climate services and safety nets*.

Contenido

Introducción	9
Objetivos del Estudio.....	11
Metodología	12
Establecimiento y seguimiento del ensayo experimental	12
Modelo de cultivo CROPGRO-DRY BEAN.....	17
Resultados	20
Variables capturadas	20
Simulaciones del modelo CROPGRO-DRY BEAN.....	23
Conclusiones	29
Referencias.....	31

Acrónimos

CCAFS	Programa de Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
DSSAT	Software para el Sistema de Apoyo a Decisiones para Transferencia de Tecnologías Agrícola
FENALCE	Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas
PICSA	Servicios Participativos de Clima para la Agricultura
TeSAC	Territorios Sostenibles Adaptados al Clima

Introducción

En el marco de los proyectos Soluciones Digitales Integradas Agroclimáticas (Agroclimas Fase 2) y Territorios Sostenibles Adaptados al Clima (TeSAC) ambos partes del programa de investigación del CGIAR sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS), se busca generar evidencia de la implementación de servicios climáticos participativos. Específicamente en el TeSAC de Cauca¹, CIAT-CCAFS con el apoyo de los socios estratégicos, en particular Fundación EcoHabitats, se adelantan procesos de capacitación relacionados manejo agronómico, información climática y la toma de decisiones basadas en condiciones de tiempo y clima (Fernández Ortega et al, 2017).

En este contexto CIAT-CCAFS está realizando intervenciones en sistemas de producción de frijol del TeSAC del Cauca orientadas a mejorar la toma de decisiones con respecto a la variabilidad climática histórica y pronosticada. Con este objetivo se han llevado a cabo experimentos en pequeñas fincas sobre manejos de fechas de siembra u otras prácticas agronómicas que den evidencia sobre el desempeño de las decisiones basadas en pronósticos estacionales.

El presente reporte muestra los resultados de un ensayo de frijol con las variedades Calima, SAB686 y la variedad biofortificada BIO101 establecido entre noviembre de 2019 y febrero de 2020 en el departamento de Cauca. Así mismo, se evalúan prácticas de manejo agronómico y rendimiento, y se registra de un set de datos necesarios para

¹ TeSAC Cauca, Colombia. <https://ccafs.cgiar.org/es/tesac-cauca-colombia>

la ejecución del modelo de cultivo CROPGRO-Dry Bean orientado en la respuesta biofísica del cultivo de frijol frente a las condiciones ambientales y de manejo agronómico.

Este documento aborda inicialmente la metodología para el establecimiento y seguimiento del ensayo experimental de las variedades de frijol y la metodología e insumos para ejecutar el Modelo de cultivo CROPGRO-Dry Bean. De igual forma, se presentan los resultados obtenidos sobre las diferentes prácticas de manejo agronómico y los rendimientos, al igual que el ajuste del modelo de cultivo para las variedades SAB686 y Calima. Finalmente se presentan conclusiones y recomendaciones del estudio.

Objetivos del Estudio

El objetivo general del estudio es realizar un monitoreo de sistemas de producción de fríjol del TeSAC en el departamento del Cauca, Colombia, en comunidades intervenidas con Servicios Participativos de Clima para la Agricultura (PICSA) que den indicios sobre decisiones de manejo derivadas del análisis de la variabilidad climática histórica y pronosticada en el territorio.

Los objetivos específicos son:

- Analizar los resultados obtenidos en crecimiento y desarrollo del cultivo bajo el manejo agronómico establecido que den evidencia sobre el desempeño de las decisiones tomadas y su efecto en el cultivo.
- Ejecutar el modelo CROPGRO-Dry Bean en el software DSSAT para las variedades SAB686 y Calima.
- Examinar el ajuste del modelo de cultivo CROPGRO-Dry Bean en algunas variables como rendimiento, materia seca y desarrollo fenológico para las variedades SAB686 y Calima.

Metodología

Establecimiento y seguimiento del ensayo experimental

El ensayo de frijol se estableció en la finca Altobonito, Vereda los Tendidos, Municipio de Popayán en el departamento de Cauca, localizado en latitud 2°29'24" N, longitud 76°39'45" W, con una altitud de 1742 msnm., durante los meses de noviembre y diciembre de 2019 y enero de 2020. Se sembraron tres variedades de frijol arbustivo (genotipos) priorizadas a partir de talleres de implementación de Servicios Climáticos de Clima para la Agricultura (PICSA; Dorward et al., 2017), a saber: Calima y SAB 686 pertenecientes al acervo Andino de hábito determinado, y la variedad biofortificada BIO 101 correspondiente acervo genético Mesoamericano.

Se hizo un diseño de bloques completos al azar con tres replicaciones tal y como se muestra en la *Figura 1*. Cada Bloque estuvo conformado por 3 parcelas para cada genotipo evaluado. Cada parcela contó con 10 surcos de seis metros lineales de longitud con distancia entre surcos de 0.60 metros y entre plantas de 0.07 metros. La parcela útil contó con 12 m² en total.

Se sembraron 14 semillas por metro lineal para una densidad de siembra aproximada de 225.000 plantas por ha. La unidad experimental para los componentes de rendimiento fue 4 surcos centrales a los que se les descartaron 0.5 metros en cada extremo y para el componente de desarrollo del cultivo fue una planta de los surcos laterales o periféricos.

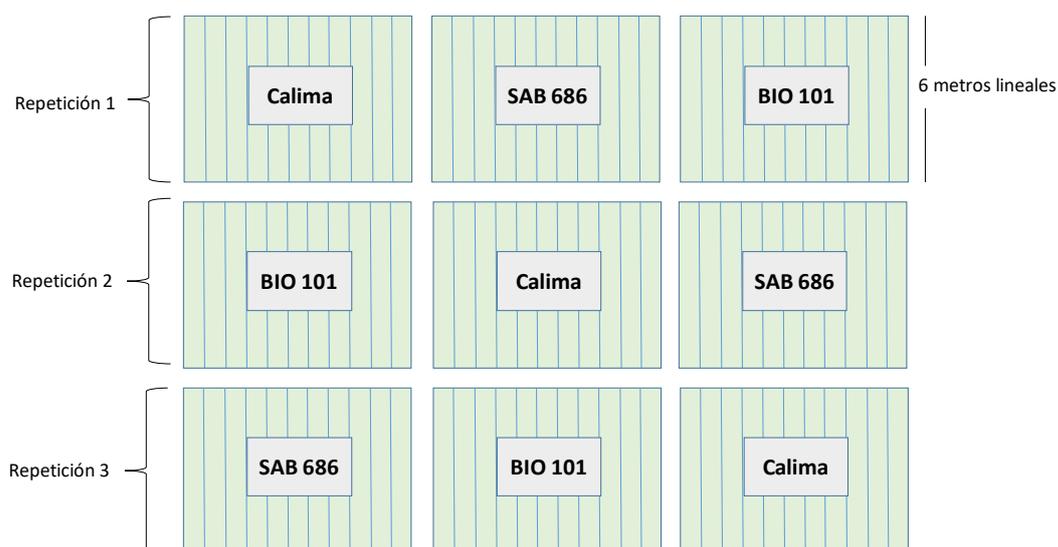


Figura 1. Diseño experimental de genotipos de frijol en la finca Altobonito

En el mes de septiembre de 2019 se realizó un muestreo del suelo para determinar la fertilidad del sitio donde se estableció el ensayo experimental. Una vez obtenidos los resultados se procedió con el plan de nutrición en el lote (Tabla 1, *Figura 2*), según prácticas usuales de los agricultores y aquellas que fueron priorizadas en talleres de PICSA. Inicialmente se incorporó Cal dolomítica que aportó Ca y el Mg y Gallinaza al realizar la preparación mecánica del terreno, la dosis aplicada fue de 1 ton/ha. De igual forma, se fertilizó al momento de la siembra con Superfosfato Triple que incorpora Fósforo, un elemento fundamental para el frijol y el más limitado en el lote. Las aplicaciones de Boro se realizaron de forma foliar. La siembra de las variedades de frijol se realizó el 5 de noviembre un mes después de la preparación del lote y de acuerdo con el diseño experimental. Se establecieron muestreos cada 15 días a partir de la fecha de siembra con el fin de obtener información sobre el desarrollo del cultivo.

Tabla 1. Plan de nutrición (arriba) y dosis de fertilizante aplicada (Abajo)

Fertilizantes	Dosis (Kg/ha)									
		N	P2O5	K2O	Ca	Mg	S	Zn	B	Mn
Granufos 42%	450		138							
KCl (60% K ₂ O)	330			180						
ZnSO ₄ (34% Zn, 17% S)	10						1,7	3,4		
Oxido de Mg	36									0.3

Fertilizantes	Cantidad
Granufos	18 kg
KCl	13.5 kilos
ZnSO ₄	0.5 Kilos
Oxido de Mg	1.5 Kilos
33.5 Kilos, Se aplicaron 372 gramos por surco, fueron 90 surcos.	



Figura 2. Preparación del suelo para el establecimiento del ensayo

El 19 de noviembre de 2019 se realizó la evaluación de germinación en todas las parcelas del ensayo, 14 días después de la siembra. Las plantas presentaron un buen desarrollo, hojas primarias extendidas y el primer trifolio, en general el cultivo no presentó problemas fitosanitarios ni entomológicos, la germinación fue óptima.



Figura 3. Germinación y primeras etapas de crecimiento del cultivo

Calima presentó un promedio de germinación de 97,5%; para SAB 686 fue de 98,1% y para BIO 101 fue de 99,6%. Para el cálculo de estos porcentajes se asumió un máximo de 90 plantas por surco, en todos aquellos surcos donde el número fue superior se procedió a ralear ajustando a 90 plantas.

La identificación de las etapas fenológicas se realizó de acuerdo con Fernández et al 1986. Se realizó la toma de muestras cortando tres plantas por parcela y las variables registradas fueron área foliar (cm^2) (esta medición se realizó con el quipo LI-COR LI3100C), biomasa foliar (g), biomasa de tallos (g), de flores y vainas (g), peso seco foliar (g), peso seco de tallos (g), y peso seco de flores y vainas (g). Para obtener el peso seco las muestras se conservaron en el horno por 72 horas a 80 grados Centígrados.

La evaluación y registro de floración se realizó entre el 12 y el 19 de diciembre **Figura 4**, entendiéndose como fecha de floración aquella cuando el 50% de las plantas de un surco tenga al menos una flor, de igual forma se monitoreó y registró la aparición de la primera vaina **Figura 5**.



Figura 4. Inicio de la etapa de floración en el ensayo



Figura 5. Producción de primeras vainas de las variedades SAB686 Y Calima.

Se realizaron chequeos fitosanitarios semanales, sin embargo, no se detectó la presencia de insectos que constituyeran plagas y representaran un riesgo para la sanidad del cultivo desde el punto de vista entomológico. No obstante, se encontró la

presencia del hongo *Colletotrichum lindemuthianum* causante de la Antracnosis del frijol, considerada la enfermedad más importante del frijol en la zona andina, frente a esto se realizaron controles semanales con fungicidas como Score, Bravo y Benlate.

En el momento de la cosecha se tomaron los datos de las componentes de rendimiento correspondientes al número de plantas cosechadas, número de vainas por plantas, número de semillas por vainas, peso de 100 semillas, y peso total peso de granos. De otra parte, la información climática fue registrada diariamente con un termómetro de temperaturas máximas y mínimas, y la precipitación con un pluviómetro artesanal. Esta información en conjunto con la información obtenida del cultivo y de manejo agronómico fue procesada y analizada como insumo principal para las simulaciones con el modelo de cultivo CROPGRO-DRY BEAN.

Modelo de cultivo CROPGRO-DRY BEAN

El modelo de cultivo CROPGRO-Dry bean hace parte del Software para el Sistema de Apoyo a Decisiones para Transferencia de Tecnologías Agrícolas (DSSAT, por su sigla en inglés) V6. (Hoogenboom, 2019). Este modelo simula la acumulación de biomasa como el producto de la radiación interceptada en el área foliar de los cultivos y la eficiencia de su uso por la duración del crecimiento en un rango de temperaturas óptimas. La forma en que los carbohidratos asimilados son distribuidos en los órganos de la planta, y cómo esta es afectada por las variables ambientales y de entorno, es determinada por los coeficientes genéticos de cada modelo. El modelo está compuesto por los módulos de desarrollo, balance de carbono, balance de agua y balance de nitrógeno, principalmente, que interactúan entre sí (Faria & Bowen, 2003; Jones et al., 2003).

La información de entrada que se usó para la ejecución del modelo de cultivo está agrupada en diferentes tipos de información:

- Información climática: fue registrada diariamente con un termómetro de temperaturas máximas y mínimas, y la precipitación con un pluviómetro artesanal, esta información fue procesada y convertida en un archivo. WTH.
- Información de suelos: Para el módulo de suelo la información fue obtenida a través de análisis de suelos realizados en el lote. De otra parte, la información complementaria fue obtenida de la base de datos SOILGRID (<https://soilgrids.org/>) y de perfiles de suelo genéricos extraídos de la base de datos Harvest Choice (Koo et al 2013) que se encuentra por defecto en la carpeta SOIL de DSSAT, en el archivo HC.SOL. Este enfoque aborda la necesidad de un conjunto de perfiles de suelo razonablemente representativos y prototípicos en ciertos tipos de aplicaciones de modelado de cultivos con base en tres características textura (Arenosa, franca y arcillosa), fertilidad (alta, media, baja) y profundidad (profundo, medio y superficial).
- Información de manejo agronómico: Fue registrada durante el ensayo e incorporada en el archivo. BNX del modelo de cultivo.
- Información de cultivo: Las variedades con las que se ejecutó el modelo fueron Calima y SAB686. La variedad BIO101 no fue incluida debido a que no se cuenta con la información de coeficientes genéticos ajustados para esta variedad. Por el contrario, para las variedades Calima y SAB686 se usaron los coeficientes genéticos ajustados y generados en estudios previos realizados por el CIAT (datos no publicados) **Tabla 2**. De otra parte, la información obtenida

en cada uno de los 7 muestreos destructivos y la información de desarrollo fenológico fue procesada e incluida en los archivos. BNA y. BNT del modelo.

Tabla 2. Coeficientes genéticos ajustados para la variedad de frijol Calima y SAB686

VRNAME	Calima	SAB686
CSDL	12.17	12.17
PPSEN	0	0
EM-FL	25.7	24
FL-SH	3	3
FL-SD	14.9	11.9
SD-PM	16.11	17.78
FL-LF	10	10
LFMAX	1.07	1.11
SLAVR	276	271
SIZLF	151.3	133.8
XFRT	1	1
WTPSD	0.96	0.972
SFDUR	15	15
SDPDV	3.5	3.5
PODUR	10	10
THRSH	78	78
SDPRO	0.235	0.235
SDLIP	0.03	0.03

Las simulaciones se realizaron en forma independiente para cada variedad a través de la interfaz de DSSAT y los resultados fueron procesados y graficados usando el software para programación estadística R.

Resultados

VARIABLES CAPTURADAS

El crecimiento y desarrollo de las variedades de frijol SAB686, Calima y BIO101 bajo las condiciones de manejo establecidas en el ensayo tuvo una respuesta satisfactoria en términos generales. Para la variable días a floración la variedad Calima fue la más precoz con 39 días después de siembra y la variedad BIO101 fue la más tardía con 42 días después de siembra, esto mismo se vio reflejado en la aparición de la primera vaina. No obstante, si se le compara con los tiempos a floración registrados en los ensayos de Palmira, Valle del Cauca todas las variedades presentaron una floración más tardía *Tabla 3*. La diferencia en floración entre Palmira y la vereda Los tendidos es de ocho días para SAB 686 y 10 para Calima y BIO 101.

Tabla 3. Número de días después de siembra a floración en Palmira, Valle del Cauca y Vereda Los tendidos en el departamento del Cauca.

Variedades	Palmira	Cauca
SAB 686	31	39
CALIMA	31	41
BIO 101	32	42

Tabla 4. Días después de siembra hasta aparición de vainas

Variedad	Número de días
SAB 686	45
CALIMA	47
BIO 101	49

De otra parte, tras detectar la presencia del hongo *Colletotrichum lindemuthianum* causante de la Antracnosis del frijol enfermedad considerada la más importante del frijol en zona andina, se encontró que la variedad de origen mesoamericano BIO101 no presentó síntomas de la enfermedad considerándose tolerante a las razas predominantes en la zona (razas probablemente andinas). Por su parte, la variedad Calima presentó síntomas, pero respondió favorablemente al control químico y no tuvo mayor repercusión en los rendimientos. La variedad SAB 686 fue la más susceptible a la infección y mostró en la segunda replicación un daño considerable a pesar del control químico semanal, sin embargo, el exceso de lluvia fue un factor determinante en la severidad de la infección. Las otras replicaciones tuvieron un desarrollo adecuado.

Los rendimientos obtenidos en el ensayo fueron superiores al promedio nacional para Colombia que según FENALCE está por debajo de 1.500 kg por hectárea (www.fenalce.org) (Tabla 5). La variedad BIO 101 registro rendimientos de 2.900 en una de sus replicaciones y Calima tuvo un rendimiento máximo de 2.400 kilos por hectárea en la segunda replicación, a pesar de la fuerte humedad y el exceso de lluvias, el rendimiento fue aceptable debido a varios factores como el control permanente de plagas y enfermedades, la adecuada preparación mecánica del terreno, el manejo del cultivo, deshierbas y la correcta fertilización al suelo según el análisis de fertilidad realizado. La variedad SAB 686 a pesar de mostrar susceptibilidad al hongo causante de la antracnosis logró superar los 1.200 kilos por hectárea en promedio. Estos resultados confirman los obtenidos en el año anterior en otras veredas de la zona con la variedad biofortificada BIO 101.

Tabla 5. Variables de rendimiento

Variedad	Repetición	Número de plantas cosechadas	Número de vainas en 8 plantas	Número de semillas en 100 vainas	Peso de 100 semillas (g)	Rendimiento Kg/Ha
BIO 101	1	284	95	388	28	2409
BIO 101	2	314	82	394	28	2938
BIO 101	3	303	93	416	28	2194
CALIMA	1	294	49	270	67	2487
CALIMA	2	296	48	273	58	1737
CALIMA	3	270	38	254	62	1497
SAB 686	1	295	43	303	49	1435
SAB 686	2	261	43	293	47	936
SAB 686	3	290	38	338	50	1339

En cuanto a los acumulados de precipitación se presentó un semestre con exceso de lluvias (*Figura 6*). Normalmente el cultivo de frijol bajo las condiciones de la vereda Los tendidos, requiere una precipitación aproximada de 490 mm de agua durante su ciclo, no obstante, se registraron 60 días con lluvias.

En los primeros 35 días se registró una precipitación de 513 mm agua, suficiente para todo el ciclo y a los 90 días por encima de los 1.105 mm, más del doble de precipitación necesaria para un óptimo desarrollo del cultivo. Este exceso de precipitación originó unas condiciones de humedad favorables para la proliferación de hongos tanto aéreos como del suelo. Sin embargo, fueron satisfactoriamente controlados y la preparación mecánica del suelo ayudó a que no se presentaran problemas de encharcamientos en el lote.

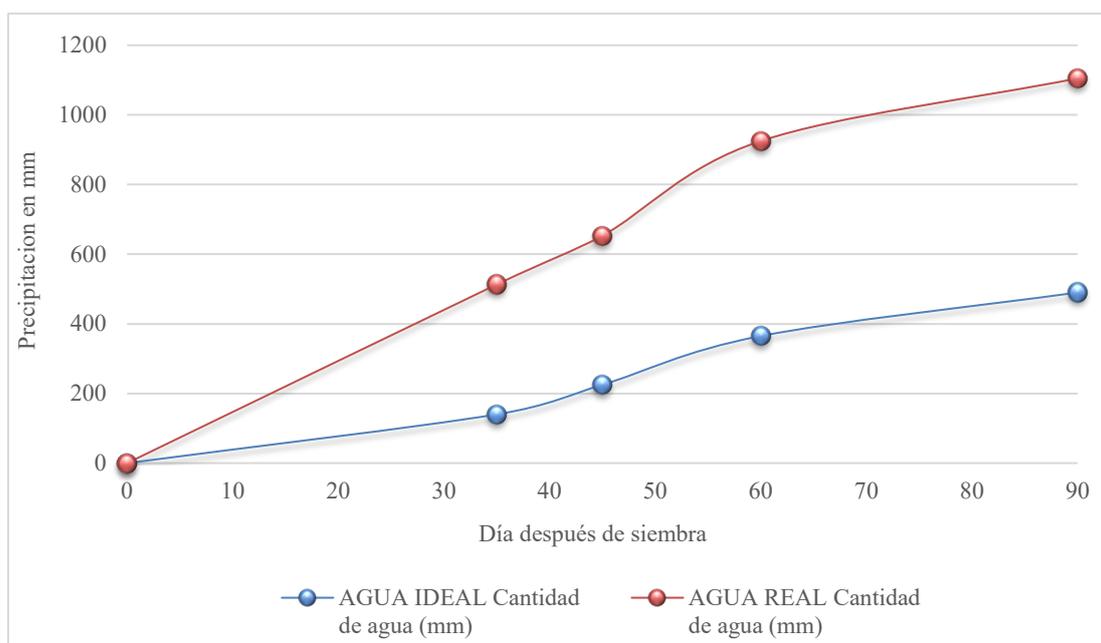


Figura 6. Precipitación pluvial en la vereda Los tendidos, Cauca entre noviembre de 2019 y febrero de 2020.

Simulaciones del modelo CROPGRO-DRY BEAN

Tras ejecutar el modelo de cultivo para las variedades SAB686 y Calima se analizaron los resultados y el ajuste del modelo. Inicialmente se encontró que para las variables de fenología hubo un buen ajuste en términos generales (*Tabla 6*). Se evidencian diferencias entre 2 y 3 días entre las variables simuladas y medidas para días a floración y días a aparición de la primera vaina, de otra parte, días a aparición de la primera semilla es la que tiene una mayor diferencia con 12 días para Calima y 7 días para SAB686

Tabla 6. Variables fenológicas simuladas y observadas de la variedad Calima y SAB686

CALIMA	Simulado	Medido
Días a Floración	37	39
Días a aparición de primera vaina	42	45
Días a aparición de primera semilla	50	62
Días a Madurez fisiológica	77	80
SAB686	Simulado	Medido
Días a Floración	37	40
Días a aparición de primera vaina	41	43
Días a aparición de primera semilla	53	60
Días a Madurez fisiológica	78	71

Otras variables analizadas para evaluar el ajuste del modelo fueron peso seco de la planta, CWAD (kg/ha); peso seco de hojas, LWAD (kg/ha); índice de área foliar, LAID; peso seco de vainas, PWAD (kg/ha); peso seco de tallos, SWAD (kg/ha) y rendimiento, GWAD (kg/ha). Como se aprecia en la *Figura 7* los resultados para la variedad Calima tuvieron un buen ajuste entre los datos simulados y medidos en el ensayo para las variables peso seco de la planta CWAD (kg/ha); peso seco de hojas, LWAD (kg/ha); peso seco de vainas, PWAD (kg/ha) y para el rendimiento GWAD (kg/ha). El rendimiento simulado (2032 kg/ha) estuvo levemente por encima del rendimiento medido (1907 kg/ha).

Las variables que no tuvieron un buen desempeño corresponden a índice de área foliar LAID y peso de los tallos SWAD, para estas variables el modelo estuvo por debajo de los valores registrados en campo. No obstante, la diferencia más significativa se aprecia en SWAD.

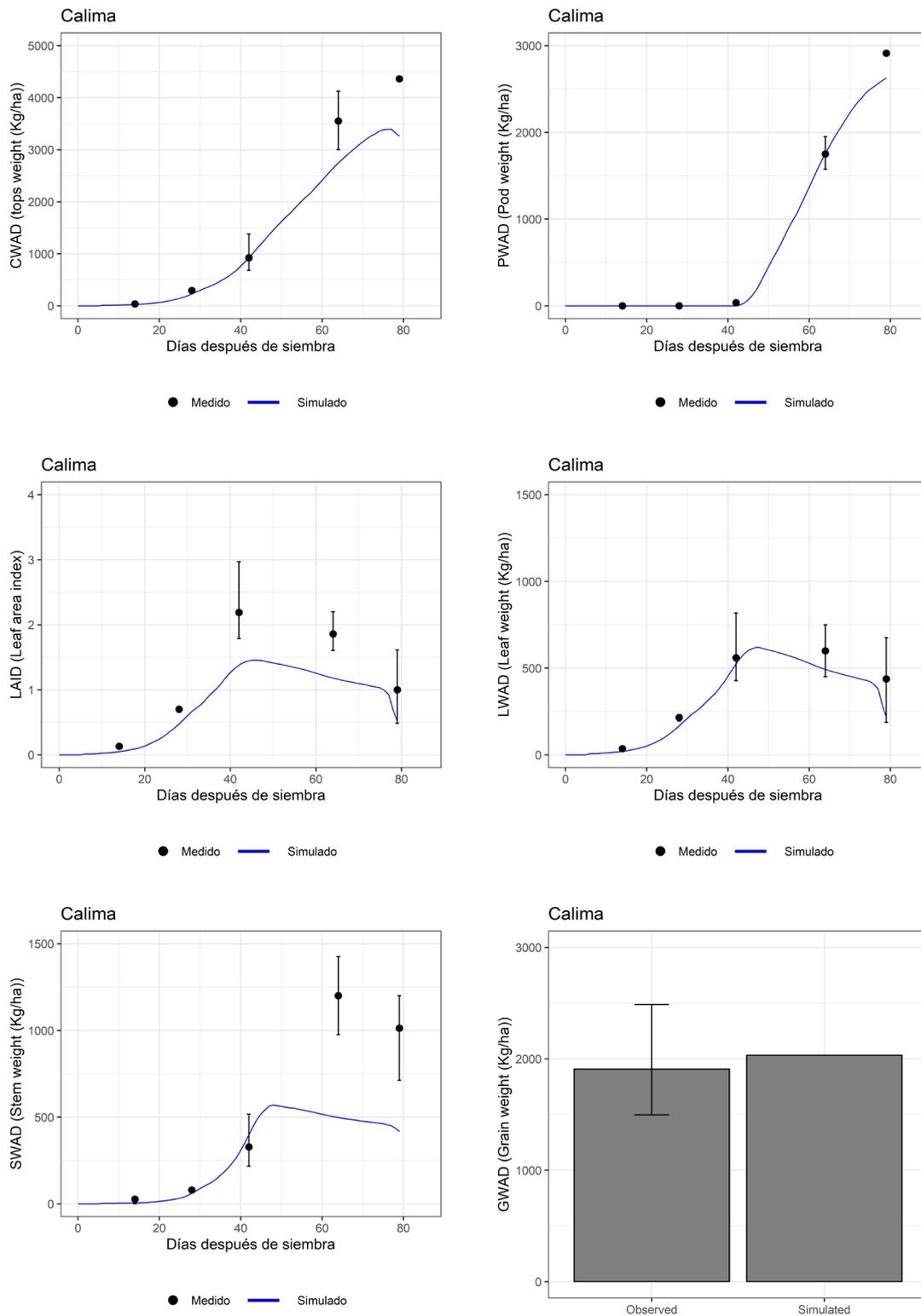


Figura 7. Resultados del modelo y datos medidos en el cultivo para las variables peso seco de la planta CWAD, peso seco de hojas LWAD, índice de área foliar LAID, peso seco de vainas PWAD, peso seco de tallos SWAD y rendimiento GWAD de la variedad Calima.

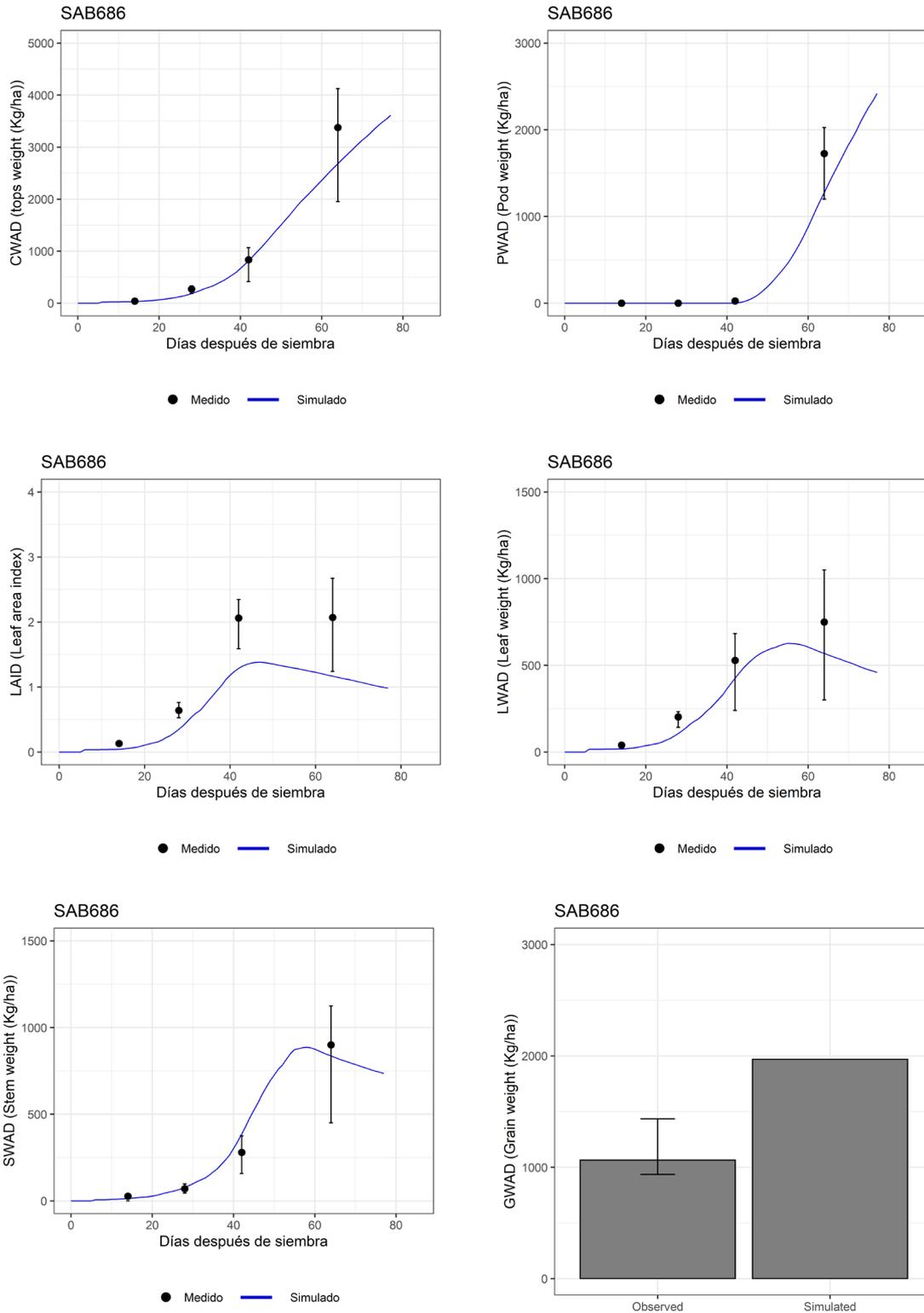


Figura 8. Resultados del modelo y datos medidos en el cultivo para las variables peso seco de la planta CWAD, peso seco de hojas LWAD, índice de área foliar LAID, peso seco de vainas PWAD, peso seco de tallos SWAD y rendimiento GWAD de la variedad SAB686.

Los resultados de modelación para la variedad SAB686 presentaron un buen ajuste las variables peso seco de la planta, CWAD (kg/ha), peso seco de vainas, PWAD (kg/ha), peso seco de hojas, LWAD kg/ha) y SWAD, peso seco de tallos, SWAD (kg/ha). Sin embargo, la variable de rendimiento GWAD no presentó un buen ajuste. El rendimiento simulado (1969 kg/ha) estuvo muy por encima del rendimiento medido (1237 kg/ha). De otra parte, el índice de área foliar LAID medido fue superior al simulado por el modelo. (Figura 8).

En general, el modelo presenta un buen ajuste para la variedad Calima, especialmente en el rendimiento. Por el contrario, SAB686 no logró un buen ajuste en la variable de rendimiento. En este sentido, es probable que condiciones como las afectaciones por enfermedades tuvieran un impacto en las variables analizadas que el modelo no capturó, dado que CROPGRO no cuenta con un módulo para registro e interacción con enfermedades y es preciso aplicar otras estrategias para obtener un mejor ajuste con relación a los datos medidos. Asimismo, el exceso de precipitación pudo tener un efecto particular que el modelo no capturó. Adicionalmente, este modelo de cultivo es altamente exigente en la información de entrada, por ende, para resultados más precisos es necesario tener un mayor y más exacto registro de condiciones climáticas, de igual forma un minucioso análisis de propiedades físicas y químicas en diferentes niveles de profundidad.

Pese a algunas limitaciones que puedan existir en cuanto a la disponibilidad de información para ejecutar el modelo y ajustes que deban ser mejorados, se aprecia que CROPGRO dry bean es una herramienta potencialmente útil para simular el crecimiento y desarrollo de variedades de fríjol arbustivo en el Cauca frente a

diferentes condiciones climáticas y de manejo agronómico y contribuir así con la toma de decisiones.

Conclusiones

El crecimiento y desarrollo de las variedades de frijol SAB686, Calima y BIO101, bajo las condiciones de manejo agronómicos que se establecieron en el ensayo, tuvieron una respuesta satisfactoria en términos generales. Calima fue la variedad más precoz en alcanzar los días a floración con 39 días después de siembra y la variedad BIO101 fue la más tardía con 42 días después de siembra, un comportamiento similar ocurrió en la aparición de la primera vaina. Frente a la infección por Antracnosis, que estuvo favorecida por el exceso de lluvias, la variedad BIO101 no presentó síntomas de la enfermedad considerándose tolerante a las razas predominantes en la zona. La variedad SAB 686 fue la más susceptible a la infección. Los rendimientos registrados para todas las variedades en general fueron superiores al promedio nacional para Colombia (por debajo de 1.500 kg por hectárea).

De otra parte, el modelo de cultivo tuvo un buen ajuste comparado con los datos medidos para la variedad Calima, especialmente para las variables peso seco de la planta CWAD (kg/ha); peso seco de hojas, LWAD (kg/ha); peso seco de vainas, PWAD (kg/ha) y para el rendimiento GWAD (kg/ha). Las variables: índice de área foliar LAID y peso de los tallos SWAD no presentaron un buen ajuste, los valores simulados estuvieron por debajo de los valores medidos en campo. Para la variedad SAB686 las variables peso seco de la planta, CWAD (kg/ha), peso seco de vainas, PWAD (kg/ha), peso seco de hojas, LWAD (kg/ha) y SWAD, peso seco de tallos, SWAD (kg/ha) presentaron un buen ajuste. No obstante, no fue así para la variable de rendimiento GWAD que tuvo una diferencia de 732 kg/ha entre el valor simulado y el medido, siendo el simulado el mayor rendimiento.

Algunas condiciones como enfermedades y el exceso de precipitación pudieron tener un efecto particular que el modelo no capturó, así mismo, es importante considerar que el modelo requiere un registro más riguroso y extenso de la información correspondiente a clima y suelo y esto podría limitar un mejor ajuste en las variables analizadas. No obstante, CROPGRO dry bean es una herramienta potencialmente útil para simular el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol arbustivo en el Cauca bajo diferentes condiciones climáticas y de manejo agronómico y así contribuir con las decisiones de manejo derivadas del análisis de la variabilidad climática histórica y pronosticada en el territorio.

Referencias

Dorward, P., Clarkson, G., & Stern, R. (2017). Servicios Integrados Participativos de Clima para la Agricultura (PICSA) Manual de campo.

Faria, R. T. de, & Bowen, W. T. (2003). Evaluation of DSSAT soil-water balance module under cropped and bare soil conditions. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(4), 489–498. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132003000400001>

Fernández, F., Gepts, P., & López, M. (1986). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*).

Fernández Ortega, L., Paz, P., Giraldo, D., Cadena, M. 2017. Implementación de Servicios Integrados Participativos de Clima para la Agricultura (PICSA) en el TESAC Cauca - Colombia. CCAFS Working Paper no. 234. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS).

Hoogenboom, G., C.H. Porter, V. Shelia, K.J. Boote, U. Singh, J.W. White, L.A. Hunt, R. Ogoshi, J.I. Lizaso, J. Koo, S. Asseng, A. Singels, L.P. Moreno, and J.W. Jones. 2019. Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) Version 4.7.5 (<https://DSSAT.net>). DSSAT Foundation, Gainesville, Florida, USA.

Jones, J.W., G. Hoogenboom, C.H. Porter, K.J. Boote, W.D. Batchelor, L.A. Hunt, P.W. Wilkens, U. Singh, A.J. Gijsman, and J.T. Ritchie. 2003. DSSAT Cropping System Model. *European Journal of Agronomy* 18:235-265. References

Koo, Jawoo; Dimes, John, 2013, "HC27 Generic Soil Profile Database", <https://urldefense.proofpoint.com/v1/url?u=http://hdl.handle.net/1902.1/20299&k=EWEYHnIvm0nsSxnW5y9VIw%3D%3D%0A&r=GmObmj8mAd7pF8UOxO9gnadtxEHELcqxEHMuyaAtAz8%3D%0A&m=GDQyh9RVHa5L%2BZz>

HyPwdcIFGXylCDT5ZSxmsS1WvhNU%3D%0A&s=1ade1328dd35653488a590
7f086c5220c5fac4692ee6af20966d43eea1e4eccb, Harvard Dataverse, V2



RESEARCH PROGRAM ON
**Climate Change,
 Agriculture and
 Food Security**



The CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS) is led by the International Center for Tropical Agriculture (CIAT). CCAFS is the world's most comprehensive global research program to examine and address the critical interactions between climate change, agriculture and food security. For more information, visit us at <https://ccafs.cgiar.org/>.

Titles in this Working Paper series aim to disseminate interim climate change, agriculture and food security research and practices and stimulate feedback from the scientific community.

CCAFS is led by:



International Center for Tropical Agriculture
 Since 1967 Science to cultivate change

Research supported by:



Ministry of Foreign Affairs of the Netherlands

