



CRIA

Programa de consorcios de Investigación Agropecuaria



MINISTERIO DE
AGRICULTURA,
GANADERÍA
Y ALIMENTACIÓN



CRIA OCCIDENTE

CADENA DE FRIJOL

**VALIDACIÓN DE LA PRECOCIDAD Y POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE LA
LINEA AVANZADA DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) ICTA HUNAPÚ
PRECOZ EN EL ALTIPLANO DE HUEHUETENANGO Y SAN MARCOS, 18
LOCALIDADES (2018-2019)**

Gustavo Adolfo Tovar Rodas
Eddy Ixcotoyac Cabrera
Óscar Antonio Xutuc Castillo
Eduardo Rodrigo Fuentes Navarro

HUEHUETENANGO, NOVIEMBRE 2019

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

LISTA DE ACRÓNIMOS

CRIA	Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria
CIALO	Centro de Investigaciones del Altiplano Occidental
CADER	Centro de Aprendizaje de Desarrollo Rural
ONG	Organizaciones No Gubernamentales
DIPLAN	Dirección de Planeamiento
DVTT	Disciplina de Validación y Transferencia de Tecnología
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INE	Instituto Nacional de Estadística
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
SESAN	Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional
USDA	Departamento de Agricultura de Estados Unidos

INDICE

RESUMEN	i
ABSTRAC	ii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
4 JUSTIFICACIÓN	3
5 MARCO TEÓRICO	3
5.1 MARCO CONCEPTUAL	3
5.1.1 Producción nacional de frijol	3
5.1.2 Producción de frijol a nivel departamental y municipal	4
5.1.3 Producción de frijol en monocultivo en el departamento de Huehuetenango y San Marcos.....	4
5.1.4 Características de la línea avanzada Hunapú precoz validada (ICTA, 2010)	5
5.1.5 Como aplicar la tecnología	5
5.1.6 Sistema tecnológico del ICTA, e importancia de la validación	5
5.1.7 Validación de tecnología	6
5.1.8 Parcela de prueba	6
5.2 MARCO REFERENCIAL	6
5.2.1 Aguacatán	6
5.2.1.1 Ubicación geográfica	6
5.2.2 Chiantla	7
5.2.3 Concepción Huista	8
5.2.4 San Sebastián Huehuetenango	9
5.2.5 Todos Santos Cuchumatán	10
5.2.6 Sibinal	11
5.2.7 San Miguel Ixtahuacán	12
5.2.7.1 Temperatura	12
5.2.7.2 Precipitación pluvial	13
6 OBJETIVOS	13
6.2 Objetivo General.....	13
6.3 Objetivos Específicos	13
7 HIPÓTESIS	13
8 METODOLOGÍA	14
8.1 Localidades	14
8.2 Diseño experimental	15
8.3 Tratamientos	15
8.4 Unidad experimental	15

8.5	Variables de respuesta.....	15
8.6	Modelos estadísticos.	15
8.7	Análisis de la información.....	15
8.8	Análisis estadístico.....	15
8.10	Manejo del experimento.....	16
9.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
9.1	MUESTRAS PAREADAS	19
9.2	Curva Estudentizadas	20
9.3	Estabilidad dinámica de Eberhart y Russell a dos genotipos de frijol en 18 ambientes del altiplano occidental del departamento de Huehuetenango y San Marcos, Guatemala.....	20
9.4	Opinión de agricultores colaboradores.....	22
10	CONCLUSIONES.....	27
11	RECOMENDACIONES.....	27
12	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
13	Anexos	29
13.1	Boleta de evaluación	29
13.2	Boleta de participación de colaboradores.....	30
13.3	Fotografías de las actividades realizadas.....	31

INDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1 Producción nacional de frijol.....	3
Cuadro No. 2 Localidades y épocas de siembra.....	14
Cuadro No. 3 Rendimiento (kg/ha) de frijol ICTA Hunapú precoz y el testigo, ciclo	18
Cuadro No. 4 Prueba de T.....	19
Cuadro No. 5 Diferencias agronómicas entre la variedad ICTA Hunapú precoz y el testigo..	21
Cuadro No. 6. Análisis financiero del frijol ICTA Hunapú precoz y el testigo	21

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Estabilidad dinámica.....	20
Figura No. 2 Curva de regresión	21
Figura No. 3 Calificación de la tecnología.....	22
Figura No. 4 Problemas o desventajas de la tecnología validada	23
Figura No. 5 Ventajas de la tecnología validada.....	23
Figura No. 6 Cumplimiento de las expectativas de la tecnología validada.....	24
Figura No. 7 Modificaciones a la tecnología probada por el ICTA	24
Figura No. 8 Recomendación de la tecnología probada a otro agricultor	25
Figura No. 9 Utilización de la tecnología de ICTA en el próximo ciclo de cultivo.....	25
Figura No. 10 Observaciones a la tecnología validada por el ICTA.....	26
Figura No. 11 Apreciación de la precocidad de la tecnología validada	26

VALIDACIÓN DE LA PRECOCIDAD Y POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE LA LÍNEA AVANZADA DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) ICTA HUNAPÚ PRECOZ EN EL ALTIPLANO DE HUEHUETENANGO Y SAN MARCOS, 18 LOCALIDADES (2018-2019)

Gustavo Adolfo Tovar Rodas
Eddy Ixcotoyac Cabrera
Óscar Antonio Xutuc Castillo
Eduardo Rodrigo Fuentes Navarro

RESUMEN

En el marco del Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria, administrado por el Instituto Interamericano para la Cooperación Agrícola, IICA, y en alianza con el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, y Centros Universitarios Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se priorizó la agrocadena de frijol, en los departamentos de Huehuetenango y San Marcos, al occidente de Guatemala.

En el año 2017 se realizó el diagnóstico de esta agrocadena, para la región en mención, con la participación de actores locales clave, que permitió establecer los problemas existentes en los diferentes eslabones de la misma. En el caso del eslabón de producción se estableció como uno de los principales problemas: “poca disponibilidad de variedades de acuerdo a los microclimas, resistentes a plagas y al cambio climático. Para abordar este problema se planteó el proyecto objeto de este informe, para un ámbito altitudinal entre 1,500 a 2,400 msnm, con el propósito de validar el potencial genético de rendimiento y precocidad del cultivar de frijol arbustivo, ICTA Hunapú Precoz, bajo condiciones de manejo del agricultor y su aceptación por parte de ellos, en 18 localidades de los municipios de Concepción Huista, Todos Santos Cuchumatanes, Chiantla, Aguacatán y San Sebastián Huehuetenango, del departamento de Huehuetenango; Sibinal y San Miguel Ixtahuacán, del departamento de San Marcos, de octubre de 2018 a agosto de 2019.

Los resultados obtenidos, indican que el cultivar ICTA Hunapú Precoz, con una media de rendimiento de 1,822 kg/ha, fue estadísticamente superior al testigo, que presentó una media de 1,506 kg/ha, esta diferencia de 316 kg/ha, fue altamente significativa, por otro lado la estabilidad genética de ambos es muy similar, mostrándose el cultivar mejorado en mejor condición, ya que su curva aparece sobre el valor medio, lo cual indica que ICTA Hunapú Precoz tiene un mejor rendimiento en ambientes desfavorecidos y mantiene su consistencia al aumentar proporcionalmente su rendimiento al mejorar las condiciones ambientales. En cuanto a los indicadores financieros, el 61% de los agricultores obtuvieron una rentabilidad entre el 26 y 61%, por otro lado, es importante mencionar que de acuerdo a la evaluación participativa y opinión de los agricultores, el cultivar en validación mostró una amplia aceptación, por su rendimiento, vigorosidad y precocidad, por lo que se recomienda realizar la validación, también bajo sistemas de riego, en otros departamentos del país que reúnan las condiciones agroecológicas de adaptación del cultivar en mención, para consolidar la información que sirva de base para su liberación.

VALIDACIÓN DE LA PRECOCIDAD Y POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE LA LINEA AVANZADA DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) ICTA HUNAPÚ PRECOZ EN EL ALTIPLANO DE HUEHUETENANGO Y SAN MARCOS, 18 LOCALIDADES (2018-2019)

Gustavo Adolfo Tovar Rodas
Eddy Ixcotoyac Cabrera
Óscar Antonio Xutuc Castillo
Eduardo Rodrigo Fuentes Navarro

ABSTRAC

Through the framework of the Regional Agricultural Research Consortia (CRIA) Program, administered by the Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture (IICA), and in alliance with the Institute of Agricultural Science and Technology (ICTA), and regional centers of the University of San Carlos of Guatemala (USAC), The bean chain was prioritized in the departments of Huehuetenango and San Marcos, in western Guatemala.

In 2017, the diagnosis of the bean chain was made, for the mentioned region, with the participation of key local actors. The diagnosis allowed establishing the existing problems in the different links of the bean chain. In the case of the production phase, it was established as one of the main problems, “Low supply of varieties according to specific microclimates, resistant to pests and climate change”. To overcome this problem, this project was proposed, for an altitude range between 1500 to 2400 masl, in order to validate the genetic potential of the yield and earliness of the bush bean ICTA Hunapu Precoz. The project was done under farmer management conditions and the acceptance of this technology by the farmers was also determined, in 18 locations in the municipalities of Concepcion Huista, Todos Santos Cuchumatanes, Chiantla, Aguacatan and San Sebastian Huehuetenango, in the department of Huehuetenango and it was also included the locations Sibinal and San Miguel Ixtahuacán, in the department of San Marcos, in the period from October 2018 to August 2019.

The results obtained indicate that the ICTA Hunapu Precoz had an average yield of 1822 kg.ha⁻¹ and it was statistically higher than the local variety, which presented an average yield of 1506 kg.ha⁻¹, this difference of 316.3 kg.ha was highly significant. On the other hand, the genetic stability shown by both cultivars was very similar, showing that the improved cultivar in better condition, since its curve appears above the average value, which indicates that ICTA Hunapu Precoz has a better yield in poor environments and its performance, improves proportionally when the environmental conditions improve. Regarding the financial indicators, 61% of the farmers obtained profitability between 26 and 61%. It is important to mention that according to the participatory evaluation and opinion of the farmers, the cultivar ICTA Hunapu Precoz showed a good acceptance, due to its yield, vigor and earliness, therefore, it is recommended to carry out the validation, also under irrigation systems in other departments of the country that meet the agro-ecological conditions of adaptation of the cultivar in question to consolidate the information that serves as the basis for its release.

1. INTRODUCCIÓN

El frijol negro es uno de los cultivos de mayor importancia en Guatemala, especialmente porque constituye una parte esencial de la dieta de la población en general. Como producto alimenticio básico, la demanda siempre aumenta proporcionalmente con el incremento poblacional, a manera de ejemplo, se observa que, en el censo del año 2003, respecto al censo del año 1979; el número de fincas aumentó un 44.4%, en la superficie cosechada un 22.5% y en la producción obtenida un 49.4% (INE, 2003).

Según MAGA y DIPLAN (2015) la producción de frijol para el año agrícola 2015 – 2016, fue de 241,659 toneladas métricas a nivel nacional, con rendimiento promedio de 0.636 tm por manzana; para el mismo año agrícola, se obtuvo una producción a nivel departamental de 9895 y 3641tm para Huehuetenango y San Marcos, respectivamente. Sin embargo, esta producción no cubre la demanda de la población guatemalteca, por tal motivo durante el año 2015 Guatemala importó 11,200 tm de frijol negro, por un valor de US\$7.4 millones, que corresponde al 4.5% del consumo aparente.

La producción de frijol en Huehuetenango se estima en alrededor del 4% de la producción nacional, distribuido en los municipios de: Nentón, Jacaltenango, San Antonio Huista, Santa Ana Huista, La Democracia, Cuilco, Unión Cantinil, Concepción Huista, Todos Santos Cuchumatán, San Sebastián Huehuetenango, Chiantla y Aguacatán (Gonzales, 2016).

Por la importancia que tiene el frijol para el país, fue priorizado por el Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria CRIA-IIICA, como una de las agrocadenas para el consorcio Occidente. En la agrocadena de frijol, según estudios realizados a través de metodologías participativas con actores locales clave, se identificaron puntos críticos para cada uno de los eslabones de la cadena. Para el eslabón de producción se mencionan algunos de los problemas priorizados: **a)** Poca disponibilidad de variedades de acuerdo a los microclimas, resistentes a plagas y al cambio climático, **b)** alta incidencia de plagas como: gallina ciega (*Phyllophaga* spp), babosa (*Sarasinula plebeya*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), picudo de la vaina (*Apion godmani.*), conchuela (*Epilachna* spp.), lorito verde (*Empoasca kraemeri*), virus del mosaico dorado (VMDF), roya (*Uromyces appendiculatus*), ascochita (*Ascochyta* spp.) y antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), y **c)** No hay disponibilidad de semillas de buena calidad en la región (González, 2016).

Por tal motivo ICTA-CIALO a través de la Disciplina de Validación y transferencia de Tecnología –DVTT-, propuso el proyecto de validación de la línea avanzada ICTA Hunapú precoz, en el departamento de Huehuetenango y San Marcos, con la finalidad de ofrecer a los productores una nueva variedad, son características de precocidad, buen rendimiento y tolerante a algunas enfermedades comunes en la zona.

ICTA Hunapú Precoz en ensayos experimentales efectuados en los años 2014 y 2015 en el departamento de Huehuetenango, por la Disciplina de Validación de ICTA-CIALO, presentó rendimientos de 2.0 t/ha en condiciones de finca de agricultores, en comparación con el rendimiento promedio nacional para los últimos años de 0.636 t/ha (MAGA, 2015).

Por lo que se propuso su validación en la región, esperando solucionar en parte el punto crítico en el eslabón de producción “poca disponibilidad de variedades de acuerdo a los microclimas” (González, 2016). De igual manera, va de acuerdo con los temas de investigación solicitados por los actores de la cadena, “Evaluación de nuevos genotipos avanzados de ICTA con característica de tolerancia a plagas, enfermedades y cambio climático”. Dicho tema de investigación se ubica en la posición 6 de prioridad, de un total de 29 temas identificados dentro de la cadena frijol, con punteo 109/115 (González, 2016).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente los agricultores que cultivan frijol en el altiplano occidental de Guatemala, ubicados en un rango de altitud de 1,400 a 2,400 msnm, tienen un promedio de rendimiento de 0.66 t/ha para el caso del frijol arbustivo, el cual se considera bajo, en función del potencial genético de rendimiento de los nuevos cultivares, que pueden duplicar o incluso triplicar ese rendimiento.

Los agricultores desconocen la existencia de estos cultivares mejorados, que además de poseer un alto potencial genético de rendimiento, también pueden ser una excelente opción para utilizarlos en su sistema de producción, en este sentido en las comunidades donde los agricultores tienen la oportunidad de producir bajo riego la opción de uso de un cultivar, que agregue a su bondad en el rendimiento, un menor número de días a cosecha, puede ser importante para hacer un uso intensivo del área regable.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El desarrollo de este proyecto de investigación, plantea las siguientes interrogantes

- ¿El cultivar de frijol arbustivo ICTA Hunapú Precoz, posee una media de rendimiento de grano superior al testigo?
- ¿El cultivar de frijol arbustivo ICTA Hunapú Precoz, tiene una estabilidad genética aceptable y mejor que la del testigo?
- ¿El cultivar de frijol arbustivo ICTA Hunapú Precoz, es del gusto y preferencia de los agricultores?

3.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

3.1.1 Geográfica

El estudio se desarrolló en los municipios de San Miguel Ixtahuacán y Sibinal, del departamento de San Marcos y Concepción Huista, Todos Santos Cuchumatanes, Chiantla, Aguacatán y San Sebastián Huehuetenango, del departamento de Huehuetenango.

3.1.2 Temporal

La validación se realizó en el período comprendido del mes de septiembre de 2018 al mes de octubre de 2019.

3.1.3 Teórica

Para la operativización de este proyecto se utilizaron conocimientos de las siguientes ciencias: Bioestadística, Fitopatología, Entomología, Riegos, Sociología y la Agronomía en general.

4 JUSTIFICACIÓN

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, es la entidad autónoma y descentralizada del estado de Guatemala, que por ley le compete la generación de materiales y métodos para contribuir a la mejora continua de la productividad de los sistemas agropecuarios. En este sentido, la generación de materiales, se visualiza como el desarrollo de materiales genéticos con mejor potencial genético del rendimiento y mejor capacidad de adaptación a los diferentes agroecosistemas del país.

Por lo tanto, en el proceso de generación de estos nuevos cultivares, el componente de validación de éstos, resulta ser muy importante, ya que no solo se establece o se comprueba, con la participación activa de los agricultores, su potencial genético del rendimiento, sino que también se obtiene la opinión de ellos, respecto a su aceptación y valoración de sus características.

Por otra parte, el buscar el incremento del rendimiento por unidad de área de este cultivo, puede repercutir favorablemente en el mejoramiento de la nutrición de las familias campesinas, al propiciar también el incremento en su consumo.

Por lo expuesto, se estima que es pertinente someter a validación, a través de parcelas de prueba, el cultivar de frijol arbustivo de grano negro ICTA Hunapú Precoz, en el altiplano de los departamentos de Huehuetenango y San Marcos.

5 MARCO TEÓRICO

5.1 MARCO CONCEPTUAL

5.1.1 Producción nacional de frijol

Para el año agrícola 2015/2016, se estimó una producción de frijol de 241,659.09 tm como se muestra en el cuadro 1. La producción del grano se incrementó en un 2.6%, en relación con la del año 2014/2015.

Cuadro. 1 Producción nacional de frijol periodos del 2007/2008 al 2015/2016

Año grícola	Área		
	cosechada (manzanas)	Producción (quintales)	Rendimiento (qq/mz)
2007/2008	313,105.40	4,281,316.23	13.67
2008/2009	328,000.00	4,401,238.10	13.42
2009/2010	336,500.00	4,367,659.70	12.98
2010/2011	336,756.00	4,610,827.50	13.69
2011/2012	339,200.00	4,704,200.00	13.90
2012/2013	345,400.00	4,845,500.00	14.00
2013/2014	352,500.00	5,026,200.00	14.30
2014/2015	358,300.00	5,181,500.00	14.50
2015/2016	360,000.00	5,316,500.00	14.80

Fuente: Agro en Cifras 2014. MAGA/DIPLAN y datos del Banco de Guatemala. 2015/2016 cifras proyectadas.

Las cosechas disminuyen estacionalmente, de mediados de mayo a mediados de agosto, con una escasez acentuada en junio y julio. Durante estos meses, los mercados se abastecen de reservas almacenadas o importaciones; en esta época los hogares son más vulnerables a la inseguridad alimentaria por sus limitados recursos para comprar frijol (MAGA, 2014).

5.1.2 Producción de frijol a nivel departamental y municipal

Considerando la estructura geográfica de los resultados del último Censo Agropecuario, Petén es el departamento que genera la mayor producción de frijol, el 27% del total; le siguen Jutiapa, con 13%, y Chiquimula, con 10%; lo que significa que entre éstos tres departamentos se logra el 50% de la producción nacional.

En el occidente del país, el departamento que reporta la mayor producción es Quiché, con 5.1%, seguido de Huehuetenango con 4.1% y San Marcos con 1.5%.

5.1.3 Producción de frijol en monocultivo en el departamento de Huehuetenango y San Marcos

Todos los municipios de Huehuetenango están catalogados con alta pobreza y tienen en común que la mayoría de la población se dedica a la producción de granos básicos para autoconsumo. La gran mayoría de la población se dedica a actividades agrícolas, a pesar de que más del 90% de sus suelos son de vocación forestal. Aunque varios municipios poseen recurso hídrico para áreas de riego, no cuentan con el financiamiento y asistencia para desarrollar estos sistemas (SEGEPLAN, 2011).

Según el INE (2004), IV Censo Nacional Agropecuario de la República para el año agrícola 2002/2003, en el departamento de Huehuetenango el 42.45% de la producción de frijol negro en monocultivo se encuentra concentrado principalmente en tres municipios de la parte baja (zonas menores a 1600 m.s.n.m.) siendo éstos en orden de importancia: Barillas (29.61%), San Antonio Huista (7.04%) y La Democracia (5.80%). Para zonas arriba de 1600 m.s.n.m. los municipios que más aportan a la producción total del departamento son: Chiantla (4.13%), Concepción Huista (3.89%), Aguacatán (2.65%), San Sebastián Huehuetenango (1.66%) y Todos Santos Cuchumatán (1.44%).

Para el departamento de San Marcos, el 74.26% de la producción de frijol de grano negro en monocultivo se encuentra concentrada en cuatro municipios, siendo éstos en orden de importancia los siguientes: Tajumulco (54.78%), (Tacanán (7.64%), Sibinal (6.15%) y San Miguel Ixtahuacán (5.69%) (INE, 2004).

5.1.4 Características de la línea avanzada Hunapú precoz validada (ICTA, 2010)

Variedad que proviene del programa de mutantes que manejó el Ing. Juan José Soto en la Estación del ICTA Chimaltenango. Esta línea proviene de una colección de 250 mutantes provenientes de irradiaciones con Cobalto⁶⁰ realizadas con el reactor atómico de la Dirección de Energía y Minas de este Ministerio. La variedad Hunapú ha sido re seleccionada en la Labor Ovalle desde el año de 1999, sobre la base de resistencias a las principales enfermedades de frijol del altiplano occidental, roya (*Uromyces appendiculatus*), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), y ascochita (*Ascochyta* spp.) y componentes agronómicos como número de vainas por planta, y tamaño de grano. Es una variedad de frijol de color negro opaco y su hábito de crecimiento es Tipo II. Se adapta a altitudes de 1500 a 2300 msnm, flor de color morado, presenta una altura de 50 centímetros, vainas de color morado, tiene alrededor de 15 a 25 vainas por planta y un promedio de siete granos por vaina. Ciclo de 120 a 135 días, y con un rendimiento de 25 a 38 qq/mz (ICTA, 1996). Dentro de las variedades mejoradas del altiplano, es la mejor. En los últimos años muy lluviosos, ha sido el mejor frijol producido en el altiplano occidental.

5.1.5 Como aplicar la tecnología

El distanciamiento de siembra es de 40 centímetros entre postura y 50 entre calle, depositando tres semillas por postura. Las plantas alcanzan una altura de 50 centímetros y producen de 20 a 25 vainas por planta y tienen de cinco a seis granos por vaina.

Forma de siembra: Se recomienda sembrar en suelos húmedos y suaves. Las semillas se deben depositar a una profundidad de dos a tres centímetros.

Fertilización: Tiene una buena respuesta a la aplicación de nitrógeno y fósforo, en la dosis 40-40-0 kg/ha que son aproximadamente 4 qq/mz de 20-20-0 o 25 libras por cuerda de 438 metros cuadrados.

Es recomendable mantener limpio el cultivo, por lo menos durante la primera mitad de su ciclo biológico, que es el periodo cuando las malezas compiten más por nutrientes y luz (ICTA, 2010).

5.1.6 Sistema tecnológico del ICTA, e importancia de la validación

La producción nacional de frijol, según las temporadas agrícolas 2007/2008 a la 2014/2015, presentan un rendimiento promedio de 0.62 a 0.66 tm por manzana, respectivamente (MAGA, 2015). Sin embargo, el rendimiento de la línea avanzada validada oscila entre 1.59-1.82 tm por manzana, por lo que se ve la importancia de evaluar directamente bajo las condiciones de los agricultores el potencial de rendimiento del genotipo y, además, evaluar la precocidad del material comparado con las variedades criollas.

5.1.7 Validación de tecnología

La validación de tecnología puede definirse como una prueba de campo, que se realiza en un área o entidad biofísica, bajo las condiciones de la unidad de producción, en que se confirma o verifica una opción o alternativa tecnológica que la experimentación ha demostrado que supera en rendimiento, beneficio económico o aspectos sociales, a la tecnología que usan los productores (Pedroza, 2007).

La validación no consiste solamente en la introducción de una nueva tecnología, sino también en su evaluación crítica. La evaluación realiza un nivel de investigación más práctico, la cual se da en las propias condiciones del productor, pero sin descuidar los elementos básicos del método científico, que al final arroje información elemental para hacer su respectivo análisis estadístico, que respalde sus conclusiones y recomendaciones, sobre todo responde a la pregunta crucial si la tecnología nueva o introducida supera o no a la tecnología local en aspectos previamente definidos (Pedroza, 2007).

5.1.8 Parcela de prueba

Uno de los pasos claves en la generación, prueba y validación de tecnología, es la conducción de parcelas de prueba, áreas de tamaño semi comerciales, en las cuales el agricultor pone a prueba la tecnología del ICTA, bajo sus propias condiciones.

El aspecto importante en esta etapa de trabajo dentro del Sistema Tecnológico del ICTA, es que el propio agricultor ejecuta el trabajo y el técnico del ICTA actúa únicamente en calidad de asesor, y al final, recaba la opinión del agricultor en cuanto a la factibilidad de uso de la nueva tecnología. El ICTA toma muy en cuenta la opinión del agricultor y la promoción de la nueva tecnología dependerá de su adopción o rechazo por parte del agricultor (ICTA, 1981).

5.2 MARCO REFERENCIAL

5.2.1 Aguacatán

5.2.1.1 Ubicación geográfica

El municipio de Aguacatán tiene una extensión territorial de 300 km², colinda al norte con Nebaj y Chiantla, al sur con San Pedro Jocopilas, al este con Sacapulas, al oeste con Huehuetenango y Chiantla, los municipios pertenecen al departamento de Huehuetenango, posee dos vías terrestres por donde se puede acceder al municipio: vía Huehuetenango, Buenos Aires Chiantla, Ocubilá, Aguacatán, y desde Quiché vía Sacapulas. En cuanto al acceso interno, especialmente al área rural, hay que tomar diversas carreteras de terracería, veredas y brechas, la distancia de la ciudad capital a la cabecera municipal es de 291 kilómetros.

Se localiza al norte de la cabecera departamental municipal en latitud norte 15° 24' 17" y longitud oeste 21° 21' 40". Según proyecciones del INE para el 2010, de 51,685 habitantes, 57.5% son mujeres y el resto hombres, posee una densidad poblacional de 172 habitantes por km².

5.2.1.2 Cultura

Aguacatán se caracteriza por ser un municipio en el que conviven cuatro grupos culturales o étnicos, y cada uno de ellos tiene su propia identidad. La comunidad K'iché es la más numerosa y habita mayormente en la parte de la cumbre. Los primeros habitantes de este grupo étnico llegaron al territorio del actual Aguacatán, hacia finales del siglo XIX, con lo que su presencia en el municipio es relativamente reciente. A este grupo le sigue en número la comunidad Chalchiteca, y en menor número la comunidad Awakateka. Por su parte, la comunidad ladina, que se asentó en el municipio a mediados del siglo XVIII, actualmente está predominando en su actuar y decisión política administrativa.

5.2.1.2.1 Recursos naturales

Considerados aquellos bienes que provee la naturaleza, los cuales se incorporan a las actividades económicas, mediante su cultivo, extracción y explotación. Los recursos naturales renovables son aquellos elementos de la naturaleza que el hombre, con un uso racional, puede conservarlos para beneficio de toda la población. Dentro de los recursos naturales no renovables, se tienen los de origen mineral, existentes en el subsuelo del territorio; principalmente en un lugar identificado como llano del coyote, donde se considera la existencia mineral de cobre.

Los recursos naturales del municipio de Aguacatán se encuentran distribuidos en sus 300 km², según sus tres zonas de vida; entre los 1,500 a mayores de 3,000 metros sobre el nivel del mar (SEGEPLAN, 2010).

5.2.2 Chiantla

5.2.2.1.1 Ubicación geográfica

El municipio de Chiantla se encuentra ubicado a seis kilómetros de la cabecera departamental de Huehuetenango, y a 272 kilómetros de la ciudad capital. Su latitud es de 15° 20' 26" norte y longitud de 91° 27' 28" oeste. Presenta una altitud sobre el nivel del mar que oscila entre 1,900 a 3,800 msnm, con una temperatura que oscila entre 4° a 28° centígrados. La villa de Chiantla se encuentra en una alta meseta, al pie de un cerro que constituye la Sierra de los Cuchumatanes y por pertenecer al departamento de Huehuetenango, se ubica en el nor-occidente o región VII.

5.2.2.1.2 Condiciones climatológicas

El municipio presenta un clima variado, de templado a frío, con alturas que oscilan entre 1,900 a 3,800 metros sobre el nivel del mar. Latitud norte 15° 20' 26" y longitud oeste de 91° 27' 28", se establecen dos épocas bien definidas: la lluviosa y la seca. Ésta última inicia en noviembre y se extiende hasta abril; la lluviosa se presenta en mayo para finalizar en septiembre u octubre. Las corrientes aéreas que provienen de Norte América, en los meses de noviembre a febrero, dan origen a temperaturas que alcanzan niveles de congelamiento en ciertas regiones altas, con valores promedio de 4 °C mínima, 20 °C máxima y una media anual de 12 °C.

5.2.2.1.3 Recursos naturales

Son bienes que provee la naturaleza, y el ser humano dispone para satisfacer sus necesidades. Lo constituyen riquezas y fuerzas naturales que el hombre incorpora a las actividades económicas a través del cultivo, extracción o explotación y se constituye en una

variable en el transcurso del tiempo. Son recursos naturales: el agua (ríos, lagos, mares), suelo (usos y clases agroecológicas), forestales (bosques), vida silvestre (flora y fauna), aire (meteorología en general) y subsuelo (minas y canteras). También se define como todas las substancias, elementos, objetos o cosas pertenecientes a la naturaleza, son combinaciones diversas utilizadas por el ser humano, animales y plantas para su subsistencia.

5.2.3 Concepción Huista

5.2.3.1 Localización geográfica

Concepción Huista está ubicada en la parte central de la cabecera departamental. Colinda al norte con los municipios de: San Miguel Acatán y Jacaltenango; al este con San Juan Ixcoy; al sur con Todos Santos Cuchumatán; al oeste con San Antonio Huista, Chiantla y Jacaltenango. El municipio se encuentra ubicado en una latitud norte de 15° 37' 20" y una longitud este de 91° 39' 50".

5.2.3.1.1 Recursos naturales

Como recursos naturales se debe comprender a todos aquellos bienes que ofrece la naturaleza, los cuales pueden ser objeto de manejo, explotación y aprovechamiento por parte del ser humano, razón por la cual se convierten en bienes económicos". Los recursos naturales más relevantes del municipio son los siguientes:

5.2.3.1.2 Suelos

Constituyen la capa superficial de la tierra compuesta de materiales orgánicos. Las variedades predominantes en Concepción Huista son: Cretáceo y Terciario, Rocas Volcánicas, Material Cabaico, Sedimentos Volcánicos, Cuarzónica, Mármol Migmatitis, Culma, Aluvial y Suchitán. En cuanto a la capacidad productiva de la tierra del municipio de Concepción Huista se clasifica, según el Registro Geográfico Nacional, de la siguiente forma:

- Clase I: tierras cultivables con ninguna o pocas limitaciones, aptas para el riego, con topografía plana, productividad alta con buen nivel de manejo. Principalmente se puede localizar en las microrregiones III y IV.
- Clase II: tierras cultivables sujetas a medianas limitaciones, aptas para el riego, con cultivos muy rentables, con topografía plana ondulada o suavemente inclinada. Se encuentra especialmente en las microrregiones III y IV.
- Clase III: tierras cultivables sujetas a severas limitaciones, permanentes, no aptas para el riego salvo en condiciones especiales con topografía plana ondulada o inclinada, aptas para pastos, cultivos permanentes que requieren prácticas intensivas de manejo y productividad mediana. Estas clases de tierras predominan en las microrregiones I y II.
- Clase IV: tierras para cultivos permanentes y de montaña, principalmente para fines forestales y pastos, con factores limitantes severos, con topografía quebrada con pendiente inclinada. Este tipo de tierras se da principalmente en la microrregión II.

- Clases V, VI, VII y VIII: tierras para cultivos perennes, específicamente bosques naturales o plantados con textura pesada y drenado imperfecto, con pedregosidad interna no limitante (Ávila, 2007).

5.2.4 San Sebastián Huehuetenango

El municipio de San Sebastián Huehuetenango es uno de los 31 municipios del departamento de Huehuetenango; su principal actividad económica es la agricultura, a la que le siguen la pecuaria, la artesanal y la extractiva. La fiesta titular del municipio es dedicada a San Sebastián, patrono del pueblo, se celebra del 18 al 20 de enero, éste último ha sido el día principal, pues es la fecha en que la Iglesia Católica conmemora a San Sebastián Mártir (Quijada, 2005).

5.2.4.1.1 Localización geográfica

El municipio de San Sebastián Huehuetenango se encuentra situado al este de la cabecera departamental; para poder llegar se recorre la carretera interamericana que conduce a la frontera con México vía La Mesilla, en el kilómetro 277 se encuentra la entrada al municipio.

El municipio se encuentra a una altitud de 1715 metros sobre el nivel del mar; con una latitud norte de 15° 23' 13"; y longitud oeste de 91° 36' 54" del meridiano de Greenwich (Quijada, 2005).

5.2.4.2 Suelos

Se entiende por "tierra" a todo aquello que se encuentra en la superficie terrestre, que incluye los aspectos biofísicos y socioeconómicos, en tanto que con el término "suelo", se refiere a la capa de sustancias minerales y orgánicas que ha surgido como producto de la interacción de varios componentes ambientales biofísicos que han dado lugar a un medio propicio para que se desarrollen sobre él, organismos de naturaleza vegetal y permiten también soportar poblaciones de otros organismos componentes de la fauna; por lo tanto, el suelo es un cuerpo dinámico y complejo, sobre todo en los ambientes tropicales y subtropicales, compuesto por coloides de naturaleza mineral y orgánica.

El suelo está definido como un cuerpo natural que se desarrolla en función de los siguientes factores: roca madre o material originario, clima, topografía o relieve, actividad biológica y tiempo.

Para el área objeto de estudio, la clasificación que se tiene es la de suelos desarrollados sobre rocas calcáreas a elevaciones medianas, la cual es característica de este departamento, también aparece como otro tipo de suelo la clasificación de suelos desarrollados sobre rocas calcáreas a elevaciones altas, la cual se encuentra casi toda en el área de los Cuchumatanes. Otra clasificación, es la de suelos alpinos, los cuales corresponden a áreas con las mayores elevaciones, aparte de los picos volcánicos, que denotan una fuerte humedad relativa con bajas temperaturas y bastante bruma. Uno de estos tipos se encuentra justo en las montañas denominadas Cuchumatanes que se han desarrollado sobre roca calcárea.

Según su posición fisiográfica, material madre, características de los perfiles de los suelos y características importantes que influyen en su uso, en el municipio de San Sebastián Huehuetenango, hay tres clases de suelos:

- a) Suelo Chixoy, símbolo Chy: material madre caliza, relieve muy escarpado, drenaje interno bueno, el suelo superficial es de color café grisáceo oscuro, textura y consistencia franco arcillosa, el subsuelo es de caliza, con un declive dominante de un 50% a un 60%.
- b) Suelo Coatán, símbolo Co: material madre caliza, relieve escarpado, drenaje interno bueno, el suelo superficial es de color café muy oscuro a negro, textura y consistencia de arcilla, el subsuelo es de color café oscuro rojizo con textura arcillosa y con declive dominante de un 40 a un 50%.
- c) Suelo Troquiá, símbolo Tq: material madre caliza, relieve escarpado, drenaje interno bueno, suelo superficial de color café muy oscuro a negro, textura y consistencia franco limosa, el subsuelo es de color café a café aceituna, con consistencia plástica, textura arcillosa y con un declive de un 40 a 50%.

5.2.5 Todos Santos Cuchumatán

5.2.5.1.1 Localización

El municipio se encuentra ubicado al noroccidente en el departamento de Huehuetenango, a 316 kilómetros de la ciudad capital y a 46 kilómetros de la cabecera departamental, que se encuentra en la Sierra de los Cuchumatanes.

5.2.5.2 Recursos naturales

Son los elementos de la naturaleza que el hombre puede utilizar para satisfacer las necesidades básicas, dentro del municipio se mencionan ríos, bosque y suelos.

- **Ríos**

Según información obtenida del Diccionario Geográfico de Guatemala y del Instituto Nacional de Estadística -INE-, el municipio cuenta con ocho ríos, cinco arroyos y una quebrada que se describen a continuación:

Los ríos que rodean al municipio son: Aguacate, Chanjón, Las Lajas, Río Ocho, Cojtón, Chicoy, Limón y Valentón.

La subcuenca del Río Limón es uno de los recursos más importantes dentro de la población, se origina en el caserío la Ventosa y recorre por todo el valle, pasa por las aldeas de Pajón, Tzunul, Mash, Tres Cruces, Chicoy, Tuipat, Las Lajas, San Martín y su punto de aforo es en la aldea Cantinil. La extensión es de 86 kilómetros cuadrados.

- **Arroyos y quebradas**

Los arroyos son: Musmuná, Sucio, Tujibox, Villa Alicia, Yuljojaj y una quebrada denominada El Rosario; estos recursos se consideran de importancia pues varias comunidades

son beneficiadas al aprovechar el recurso para la irrigación de cultivos, además constituyen un elemento primordial en la sobrevivencia de la flora y la fauna del municipio.

5.2.5.2.1 Suelo

Es la capa superficial donde crece la vegetación, situada sobre materiales estériles (subsuelo). No existe el suelo en las áreas permanentemente heladas, cúspides, rocas, zonas áridas y desérticas. La zona está formada por sedimentos marinos finos (arcillosos), que denota una actividad tectónica intensa, causada por la presencia de fallas longitudinales que controlan los valles de los ríos Cuilco, Chixoy y Motagua. Por la posición fisiográfica, los suelos son de alta a muy alta susceptibilidad a la erosión, llega en algunos sitios al afloramiento de rocas.

Sólo el 5.8% del territorio posee bajo riesgo de erosión; el 40% se encuentra en nivel medio, el resto es demasiado susceptible. Son suelos de estructura mediana y en bloques sub-angulares desarrollados, con profundidad promedio de 40 centímetros; el pH varía de 5.5 a 7.9, por lo que se considera balanceado.

5.2.6 Sibinal

Esta localizado en la parte norte del departamento de San Marcos, dista 318 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala y a 75 kilómetros de la cabecera departamental de San Marcos. Se encuentra ubicado en un rango altitudinal entre 1400 a 4000 msnm, en las coordenadas 91° 58' 01" y 92° 07' 01" de longitud oeste, 15° 04' 10" y 15° 10' 02" latitud norte.

Según el Instituto Nacional de Estadística, para el año 2010 el municipio contaba con una población de 27,171 habitantes, que corresponde al 2.56% aproximadamente del total de la población del departamento de San Marcos. El índice de desarrollo humano del municipio se encuentra en 0.512 que refleja que aún existe precarias condiciones de salud, alto grado de analfabetismo (35 %) y bajo nivel de vida de los habitantes.

Según el MAGA, en Sibinal se tienen destinadas 2,306.48 hectáreas de tierra para cultivar granos básicos, que equivale al 22.5% del territorio municipal, se limita la producción de subsistencia, debido a la poca capacidad técnica de los habitantes para el manejo de cultivos.

Según la SESAN, existen 23 comunidades en alto riesgo a inseguridad alimentaria (PDM 2010).

En Sibinal la temporada de lluvia es fresca y nublada y la temporada seca es cómoda y mayormente despejada. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 3 °C a 21 °C y rara vez baja a menos de -1 °C o sube a más de 23 °C.

La temporada templada dura dos meses, del 6 de marzo al 5 de mayo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 20 °C. El día más caluroso del año es el 31 de marzo, con una temperatura máxima promedio de 21 °C y una temperatura mínima promedio de 5 °C. La temporada fresca dura 3,9 meses, del 24 de agosto al 22 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 18 °C. El día más frío del año es el 22 de enero, con una temperatura mínima promedio de 3 °C y máxima promedio de 18 °C.

5.2.6.1 Precipitación pluvial

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Sibinal varía muy considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 5.7 meses, del 9 de mayo al 30 de octubre, con una probabilidad de más del 41 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 80 % el 10 de septiembre. La temporada más seca dura 6.3 meses, del 30 de octubre al 9 de mayo. La probabilidad mínima de un día mojado es del 3 %, el 31 de enero.

Entre los días mojados, se distingue entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 80 % el 10 de septiembre (<https://es.weatherspark.com/>)

5.2.7 San Miguel Ixtahuacán

Este municipio pertenece al departamento de San Marcos, se localiza en la parte norte de la cabecera departamental, su extensión territorial de 184 kilómetros cuadrados, su elevación sobre nivel del mar es de 2,065 metros, su latitud es de 15° 16' 18" y su longitud 91° 41' 56.20". Se encuentra a una distancia de 69 kilómetros de la cabecera departamental y a 321 de la ciudad capital.

De acuerdo a los mapas de pobreza de Guatemala, el municipio presenta problemas de pobreza, 86.39% de la población y de extrema pobreza 32.84% de la población, que significa que hay habitantes que viven con menos de un dólar al día. El índice de desarrollo para el municipio es de 0.502, en un término medio en relación al departamento (PDM 2010)

En San Miguel Ixtahuacán, la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es parcialmente nublada y es cómodo durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 5 °C a 25 °C y rara vez baja a menos de 2 °C o sube a más de 27 °C.

5.2.7.1 Temperatura

La temporada templada dura dos meses, del 9 de marzo al 7 de mayo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 24 °C. El día más caluroso del año es el 29 de marzo, con una temperatura máxima promedio de 25 °C y una temperatura mínima promedio de 8 °C.

La temporada fresca dura 4.4 meses, del 4 de septiembre al 17 de enero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 22 °C. El día más frío del año es el 25 de enero, con una temperatura mínima promedio de 5 °C y máxima promedio de 22 °C.

5.2.7.2 Precipitación pluvial

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en San Miguel Ixtahuacán varía muy considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 5.6 meses, del 10 de mayo al 28 de octubre, con una probabilidad de más del 40 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 78 % el 13 de septiembre.

La temporada más seca dura 6,4 meses, del 28 de octubre al 10 de mayo. La probabilidad mínima de un día mojado es del 3 %, el 23 de enero.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 78 % el 13 de septiembre.

6 OBJETIVOS

6.2 Objetivo General

Validar con agricultores del altiplano de Huehuetenango y San Marcos, las características de precocidad y potencial genético de rendimiento de la línea avanzada de frijol arbustivo ICTA Hunapú Precoz.

6.3 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar el potencial de rendimiento de la línea avanzada de frijol ICTA Hunapú Precoz, utilizando el manejo de los agricultores.
- ✓ Determinar la estabilidad genética de la línea avanzada de frijol ICTA Hunapú Precoz.
- ✓ Conocer la opinión de los agricultores con relación a las características mostradas por la línea avanzada de frijol ICTA Hunapú Precoz.

7 HIPÓTESIS

Ho. La línea avanzada de frijol arbustivo ICTA Hunapú Precoz posee el mismo ciclo de cultivo bajo las condiciones de finca de los agricultores, comparado con las variedades que actualmente cultivan.

Ho. La línea avanzada de frijol arbustivo ICTA Hunapú Precoz al ser sometida al manejo tradicional de los agricultores, supera estadísticamente en rendimiento a las variedades que actualmente cultivan.

8 METODOLOGÍA

8.1 Localidades

La validación se llevó a cabo en siete municipios, correspondientes a dos departamentos del occidente del país, como se describe en el cuadro 2.

Cuadro. 2 localidades y épocas de siembra de parcelas de prueba.

No.	Nombre	Departamento	municipio	ciclo de riego	Localidad
1	Mario Mendoza	Huehuetenango	Aguacatán	2018	Río Blanco
2	Lorenzo Rodríguez Mejía	Huehuetenango	Aguacatán	2018	La Barranca
3	Juventino Misael Hernández Ruiz	San Marcos	San Miguel Ixtahuacán	2018	Sanshegual
4	Eulalio Nazario Velásquez Bámaca	San Marcos	San Miguel Ixtahuacán	2018	San Miguel Ixtahuacán
5	Clemente Lucrecio Roblero López	San Marcos	Sibinal	2018	Caserío Barrancas
6	Aurelia Pérez Roblero	San Marcos	Sibinal	2018	CantónTohaman
7	Reynaldo Sales	Huehuetenango	San Sebastián Huehuetenango	2018	Sipal
8	Cipriano Cruz	Huehuetenango	Concepción Huista	2018	Secheu
9	Ranferi Ramírez	Huehuetenango	Concepción Huista	2018	Secheu
10	Santos Gerónimo	Huehuetenango	Concepción Huista	2018	Secheu
11	Viviano Ramírez	Huehuetenango	Concepción Huista	2018	Secheu
12	Mario Fabián López	Huehuetenango	San Sebastián Huehuetenango	2018-2019	Sipal
13	Andrés Velásquez	Huehuetenango	San Sebastián Hehuetenango	2018-2019	Pueblo Viejo
14	Guadalupe Bautista	Huehuetenango	Todos Santos Cuchumatán	2018-2019	San Martín
15	Domingo Mendoza	Huehuetenango	Todos Santos Cuchumatán	2018-2019	San Martín
16	Trinidad Luis Gómez	Huehuetenango	Todos Santos Cuchumatán	2018-2019	San Martín
17	Alex Mérida	Huehuetenango	Todos Santos Cuchumatán	2018-2019	San Martín
18	Cirilo Lucas Salazar	Huehuetenango	Todos Santos Cuchumatán	2018-2019	San Martín

8.2 Diseño experimental

- Parcelas pareadas.

8.3 Tratamientos

- ICTA Hunapú Precoz
- Testigo.

8.4 Unidad experimental

La dimensión de la parcela de prueba fue de 441 metros cuadrados (21 m x 21 m), estableciéndose en la mitad de dicha área la línea avanzada ICTA Hunapú Precoz y en la otra mitad la variedad que los agricultores poseían.

8.5 Variables de respuesta

- Rendimiento (kg.ha⁻¹)
- Días a floración
- Días a madurez fisiológica (DMF), se calculó los días después de la siembra que coincidan con el inicio de la etapa de desarrollo R9
- Costos de producción
- Opinión de los agricultores (Boleta de evaluación participativa)

8.6 Modelos estadísticos.

Prueba de t

$$t = \frac{d}{s_d}$$

Dónde:

t = valor de *t de Student*.

d = promedio de las diferencias de rendimiento entre cultivar y variedad local.

S_d = error estándar de las medias de las diferencias entre rendimiento.

8.7 Análisis de la información

- Prueba de t de Student, para el rendimiento
- Análisis de estabilidad genética para el rendimiento.
- Estadística descriptiva para el análisis de las boletas de opinión de los agricultores.

8.8 Análisis estadístico

- Prueba de t
- Análisis de estabilidad genética

8.9 Financiero y social

- Registros económicos de producción, para pequeños agricultores (ICTA, 2009). Análisis social.
- Opinión del productor a través de las evaluaciones participativas
- Aceptación de la tecnología.

8.10 Manejo del experimento

8.10.1 Identificación de agricultores

El proyecto se inició con la identificación de agricultores que formaron parte de la agrocadena de frijol en el occidente y que cumplieran con las siguientes características:

- ✓ Responsable: para el cumplimiento del manejo de la parcela de prueba.
- ✓ Capacidad para el aporte de mano de obra, terreno y los insumos desde el inicio del cultivo hasta la cosecha.
- ✓ Experiencia en la siembra de cultivos (frijol).
- ✓ Terreno representativo de la comunidad o de la región
- ✓ Se requería que la parcela de prueba se estableciera en el terreno, junto al área cultivada por el agricultor con su propia variedad (comparar).

8.10.2 Selección de sitios experimentales

Tanto la identificación de agricultores como la selección de sitios experimentales, se realizó conjuntamente con los equipos de extensión del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-, que conforman los Centros de Aprendizaje de Desarrollo Rural –CADER’s- de cada localidad seleccionada, de igual manera se coordinó con ONG’s y asociaciones que forman parte de la agrocadena de frijol, del consorcio de investigación de Occidente.

8.10.2.1 Ubicación

En cada parcela de prueba se tomaron los datos de su ubicación, en coordenadas geográficas, para su uso posterior en mapas de ubicación por municipios y departamentos, a través del uso de sistemas de información geográfica SIG.

8.10.2.2 Genotipo validado

Variedad de vaina morada y grano negro. Días a madurez 110 días, Se pudo cosechar de 120 a 135 días después de la siembra. Su hábito de crecimiento es indeterminado arbustivo, es de porte erecto sin aptitud para trepar, guía corta, tiene alrededor de 20 a 25 vainas por planta y seis semillas por vaina. Es tolerante a ascochita, antracnosis y moderadamente tolerante a roya.

8.10.2.3 Manejo de la parcela de prueba

El manejo agronómico del cultivo fue de acuerdo a la tecnología empleada por el agricultor. Se realizó monitoreo en las distintas etapas fenológicas del cultivo, sin incidir o influir en la tecnología utilizada por el agricultor (ICTA,1981). Es de notar que fue el agricultor quien pagó todos los gastos del manejo agronómico de las parcelas.

8.10.2.4 Cultivar

El cultivar que se validó fue el ICTA Hunapú precoz.

8.10.2.5 Unidad experimental

La dimensión de la parcela de prueba fue de 441 metros cuadrados (21 m x 21 m) que incluyó la opción a validar y fue establecida junto al testigo del agricultor.

8.10.2.6 Días de campo y evaluaciones participativas

Los días de campo y las evaluaciones se realizaron en el mismo evento, para aprovechar los recursos, calendarizando con grupos de agricultores, técnicos extensionistas del MAGA, acorde al desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo, en cada sitio experimental. Para la evaluación participativa se diseñó una boleta, anexo 2, con preguntas que permitieron conocer la opinión del agricultor colaborador, respecto a la aceptación o no del cultivar en validación, comparado con el testigo, es decir, si la sembrará el ciclo siguiente, aspectos culinarios y algo muy importante, valoración de la precocidad y el rendimiento.

Durante el día de campo se abordaron los temas de manejo agronómico del cultivo de frijol

- Selección del terreno.
- Características de la variedad (ICTA Hunapú precoz)
- Preparación de suelos
- Siembra, época de siembra, densidad de siembra.
- Fertilización, control de plagas y enfermedades.
- Cosecha.
- Para finalizar la actividad se realizó una evaluación participativa, de campo y de degustación.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro tres se presentan los rendimientos en kg/ha, obtenidos de ambos cultivares en cada uno de los sitios de prueba.

Cuadro 2 Rendimiento (kg/ha) de frijol, ICTA Hunapú precoz y el testigo, ciclo 2018

No.	Nombre	ICTA Hunapú Precoz (kg/ha)	Testigo (kg/ha)
1	Mario Mendoza	2576.42	2267.57
2	Lorenzo Rodríguez Mejía	2782.77	1873.92
3	Juventino Misael Hernández Ruiz	2360.00	2680.00
4	Eulalio Nazario Velásquez Bámaca	2200.00	2000.00
5	Clemente Lucrecio Roblero López	2500.00	2000.00
6	Aurelia Pérez Roblero	2350.00	1800.00
7	Reynaldo Sales	2240.36	1244.64
8	Cipriano Cruz	907.03	618.43
9	Ranferí Ramírez	721.50	824.57
10	Santos Gerónimo	680.27	618.43
11	Viviano Ramírez	700.88	762.73
12	Mario Fabián López	2712.46	2060.77
13	Andrés Velásquez	921.72	681.82
14	Guadalupe Bautista	2225.54	1020.84
15	Domingo Mendoza	2310.28	2228.32
16	Trinidad Luis Gómez	2280.54	2218.38
17	Alex Mérida	1650.22	1428.25
18	Cirilo Lucas Salazar	688.46	786.40
	medias de rendimiento	1822.69	1506.39
	desviación Estándar	803.53	690.45

Fuente: DVTT, CIALO, ICTA Huehuetenango, 2019

Se observa que el cultivar de frijol arbustivo de grano negro ICTA Hunapú Precoz, obtuvo una media de rendimiento de 1822 kg/ha y el testigo local 1506 superándolo en 316 kg/ha, lo cual demuestra el mejor potencial genético del rendimiento de este cultivar, con respecto de los testigos locales, esta característica fue muy apreciada por los agricultores, ya que mostraron su satisfacción al conocer el rendimiento de éste, se observa también que el rendimiento más alto del cultivar ICTA Hunapú Precoz, se obtuvo en la localidad de San Sehegual, San Miguel Ixtahuacán, del departamento de San Marcos, con 2782 kg/ha y el más bajo en la localidad de La Yerbabuena, Chiantla del departamento de Huehuetenango, con 866 kg/ha.

Se aprovecha este cuadro para mostrar los valores de desviación estándar de ambos cultivares, en este sentido el testigo local presentó un valor más bajo de dispersión con respecto a su media, 690 kg/ha, en relación al cultivar mejorado, que presentó un valor de 803 kg/ha. Se puede decir que, a este respecto que el testigo local está en una mejor posición que el mejorado, sin embargo, esto puede ser lógico, ya que el testigo local, está conformado por diferentes cultivares, en algunos casos como ICTA Hunapú o ICTA Superchiva y también algunos nativos, por otro lado, la dispersión, para ambos casos es consecuencia de problemas con los sistemas de

riego que ocurrieron en algunas localidades, lo cual provocó la disminución significativa del rendimiento.

En todo caso, el rendimiento de ICTA Hunapú Precoz, bajo el manejo del agricultor, se considera excelente, puesto que supera en un 360% la media regional.

Esta diferencia en el rendimiento, la cual se hace referencia en el párrafo anterior, es altamente significativa, como se observa en el cuadro 4, donde se presenta la prueba de T para las diferencias de ambos tratamientos

Lo expuesto anteriormente, se puede observar de mejor manera en las curvas de estabilidad para ambos cultivares (figura 2), donde el cultivar mejorado presenta una estabilidad aceptable, supera al testigo en los ambientes más desfavorecidos y esa misma condición lo demuestra más contundentemente en ambientes más ricos, por otro lado, su rendimiento se mantiene por encima de la media de rendimiento de los dos cultivares en estudio, en la mayoría de los ambientes utilizados para realizar el estudio.

9.1 MUESTRAS PAREADAS

Cuadro No. 3 Prueba de T

PRUEBA T (MUESTRAS APAREADAS)				
Cultivar	Medias de R.	S	valor "t"	Probabilidad
ICTA Hunapú Precoz	1822	803	3	0.0048
Testigo	1506	690		
Diferencia	316			

Fuente: DVTT, CIALO, ICTA Huehuetenango, 2019

9.2 Curva Estudentizadas

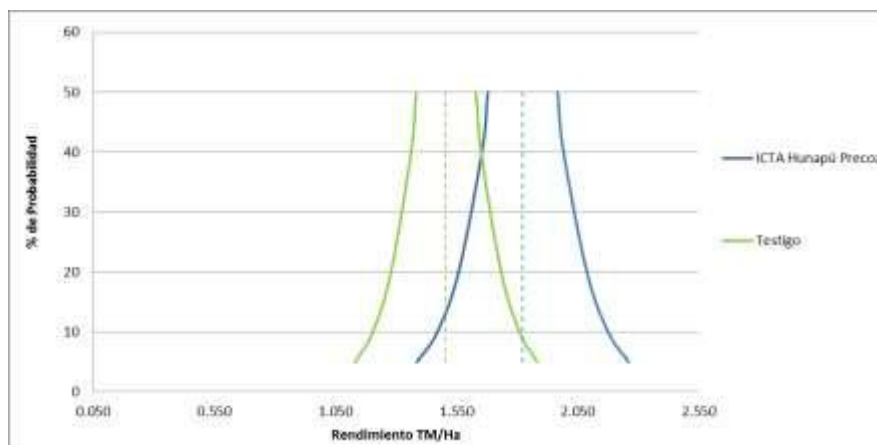


Figura 1. Estabilidad dinámica

Promedio	TM/Ha
ICTA Hunapú Precoz	Testigo
1.82	1.51

Error Estándar de la Media (EEM)	
ICTA Hunapú Precoz	Testigo
0.1894	0.1627

9.3 Estabilidad dinámica de Eberhart y Russell a dos genotipos de frijol en 18 ambientes del altiplano occidental del departamento de Huehuetenango y San Marcos, Guatemala.

Para determinar la estabilidad de los genotipos, se procedió a realizar el cálculo de la estabilidad dinámica de Eberhart y Russell (1966), utilizando modelos lineales generales y mixtos del software InfoStat 2016, dando como resultado la figura 2, donde se determina que, de la síntesis del análisis de regresión lineal, los rendimientos del genotipo ICTA Hunapú Precoz en ambientes desfavorables tienden a ser similares al rendimiento medio esperado de una variedad de frijol, obteniendo mejores rendimientos por arriba del rendimiento medio esperado cuando se cultiva en ambientes favorables de clima, precipitación y fertilidad del suelo.

Con fundamento a lo anterior, ICTA Hunapú Precoz se considera estable y confiable para recomendar su cultivo y diseminación de semilla en los ambientes evaluados de Huehuetenango y San Marcos. En contraste, el genotipo testigo del agricultor tuvo rendimientos por debajo de un

ambiente promedio, en los 18 ambientes evaluados, su rendimiento mejora al mejorar el ambiente, pero no logra superar el rendimiento medio esperado para una variedad de frijol.

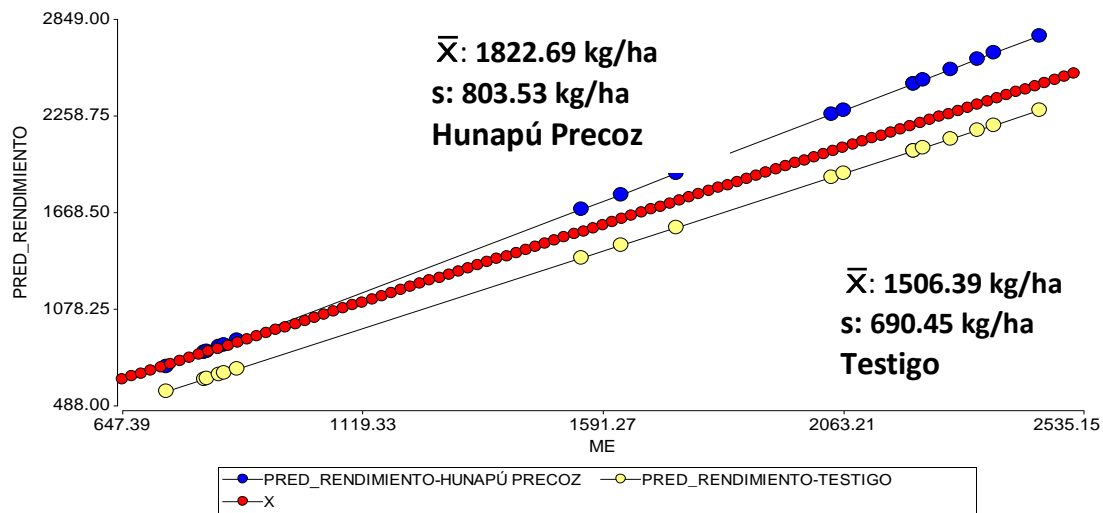


Figura. 1 Curva de regresión

En el cuadro 5 se muestran algunas características agronómicas de los cultivares en estudio, es importante observar los valores de días a floración y a madurez fisiológica de ambos, donde se nota claramente la ventaja en este sentido del cultivar ICTA Hunapú Precoz, con respecto a los testigos (entre 10-15 días menos que el testigo), para llegar a estos estados fenológicos, lo cual se reflejó también en número de días a la cosecha. Esta característica fue observada y bien valorada por los agricultores colaboradores y los asistentes al día de campo.

Cuadro. 4 Diferencias agronómicas entre la variedad ICTA Hunapú precoz y el testigo

Características Agronómicas			
Cultivar	DAF	DMF	DC
ICTA Hunapú Precoz	45	85-90	105-110
Testigo	50-55	95-100	120-135

Fuente: DVTT, CIALO, ICTA Huehuetenango, 2019

Cuadro. 6 análisis financiero del frijol ICTA Hunapú precoz y el testigo

Cultivar	Rendimiento promedio kg/ha	Costo Promedio Q/ha	Ingreso neto (Q.)	Rentabilidad	
				% Casos	Rentabilidad %
ICTA Hunapú Precoz	1822	19835.60	213.99	61% casos	6.5 - 65
Testigo	1506	19588.08	-3017.79	28% casos	1-31

Fuente: DVTT, CIALO, ICTA Huehuetenango., 2019

En cuanto al análisis financiero, cuadro 6, se observa que: el 61% de los agricultores que sembraron el cultivar de frijol ICTA Hunapú Precoz, obtuvieron entre el 6.5 y el 65% de rentabilidad, considerando los casos que están por encima del promedio del rendimiento, por otro lado, para el caso del testigo, el 50% de agricultores obtuvieron una rentabilidad entre el 1 y 31%, lo cual es otro punto a favor del cultivar validado, para considerarlo como una opción de diversificación en fincas de agricultores que cultiven este grano, especialmente en áreas donde exista la posibilidad de riego, en las cuales se hace un manejo más intensivo de la tierra, ya que le da a los productores la posibilidad de tomar la decisión de diversificar dentro de las variedades de frijol que cultivan, la de utilizar el cultivar ICTA Hunapú Precoz, que además de poseer un rendimiento aceptable, superior al testigo, le da la ventaja de entre 10 y 15 días para iniciar otro cultivo.

9.4 Opinión de agricultores colaboradores

En cuanto a la parte social, de apreciación de algunas condiciones del cultivar mejorado, por parte de los agricultores colaboradores y la aceptación como una opción de cultivo en sus fincas, se observa en las figuras de la 3 a la 11, información que se obtuvo a través de las boletas que aparecen en los anexos.

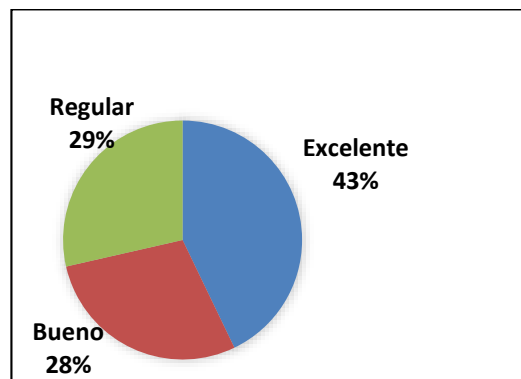


Figura 2. Calificación de la tecnología.

En la figura 3 se observa la opinión de los colaboradores respecto a la calificación de la tecnología otorgada por ellos al cultivar de frijol ICTA Hunapú precoz, en este sentido el 43% lo califico como excelente, 28 % bueno y el 29 % regular, lo cual indica en términos generales que el cultivar en validación es del gusto o preferencia de los agricultores ya que en esta percepción se nota que el 71% lo califico de bueno a excelente.

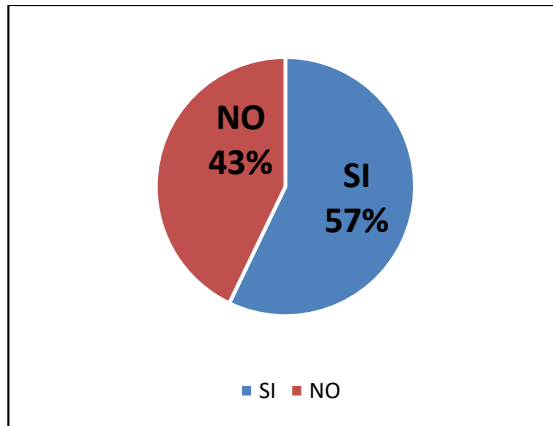


Figura 4. Problemas o desventajas de la tecnología validada

En cuanto a la pregunta de problemas observados por los agricultores en el cultivar de frijol en validación, cuya respuesta se observa en la figura 4, el 57% de colaboradores afirmo no haber encontrado problemas y el 43 % asevero haber percibido algunos problemas, sin embargo, estos inconvenientes observados son ajenos o extrínsecos al cultivar, tal como se encuentra en una de las respuestas que se explican mas adelante.

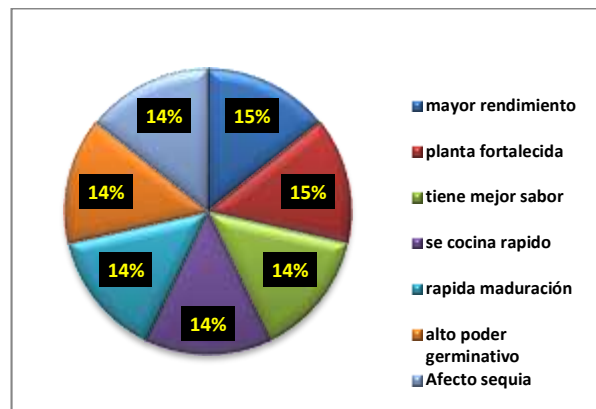


Figura 3. Ventajas de la tecnología validada

En cuanto a la figura 5, que da respuesta a la pregunta sobre las ventajas observadas por los productores del cultivar ICTA Hunapú precoz representan y corroboran lo manifestado en la figura 3 siendo estas cualidades mayor rendimiento, planta fortalecida, mejor sabor, rápida coccion, rápida maduración alto poder germinativo.

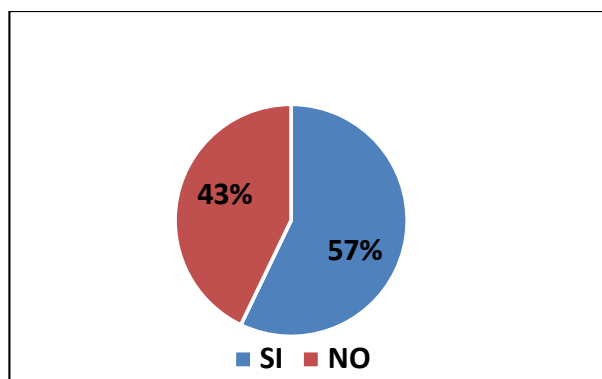


Figura 6. Cumplimiento de las expectativas de la tecnología validada

En relación a la toma de opinión de cumplimiento o satisfacción de las expectativas de los agricultores con la siembra de este cultivar mejorado el 57 % respondió que sí y el 43 % respondió que no, en cuanto al no cumplimiento de las expectativas respuestas asociadas a problemas derivados del suministro de agua en épocas críticas por averías que sufrieron los sistemas de riego.

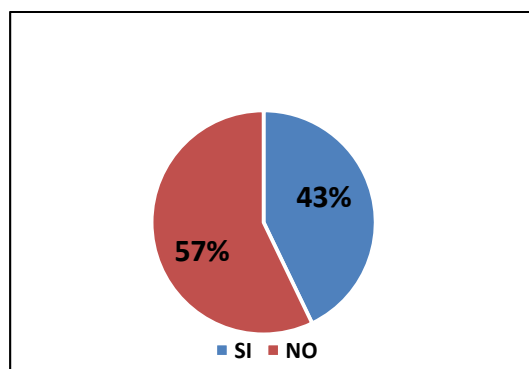


Figura 4. Modificaciones a la tecnología probada por el ICTA

En cuanto a las preguntas 7 y 10 de la boleta de opinión del agricultor que se refieren a modificaciones, observaciones o sugerencias que se podrían hacer a la tecnología en validación, más del 86 % sugirieron acciones para mejorar situaciones que están más en el ámbito externo o intrínseco del cultivar, tales como definir épocas adecuadas de siembra mejorar los sistemas de riego, y propiciar una iniciativa para producir semilla de calidad a nivel local.



Figura 5. Recomendación de la tecnología probada, a otro agricultor



Figura 9. Utilización de la tecnología del ICTA en el próximo ciclo de cultivo

En cuanto a las preguntas 6 y 7 de la boleta manifestaron que, si estaría dispuesto a recomendar a otros agricultores el cultivar de frijol arbustivo ICTA Hunapú precoz, el 100 % de colaboradores dijo abiertamente que si, tal como se muestra en la figura 8 lo cual fortalece lo ya expresado en los comentarios de la figura 3. Lo cual se complementa muy bien con lo expresado en la figura 9, donde el 100 % de los entrevistados expresaron que si utilizaran la tecnología en el ciclo de cultivo siguiente.

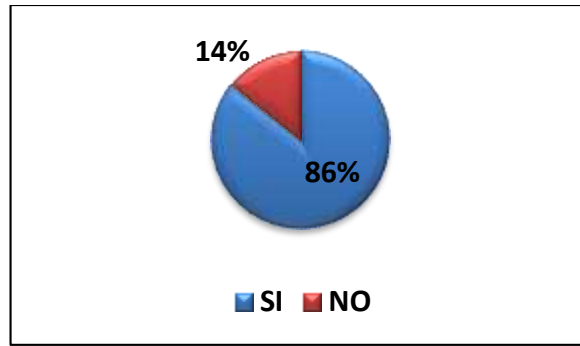


Figura 10. Observaciones a la tecnología validada por el ICTA



Figura 6. Apreciación de la precocidad de la tecnología validada por el ICTA

Un aspecto relevante y muy valorado en este estudio en validación fue el ciclo del cultivar ICTA Hunapú precoz y el cual a mostrado en estudios previos entre 10 y 15 días de menor ciclo para llegar a su madurez fisiológica, este detalle se sometió a la apreciación de los productores quienes respondieron que si lo habían observado y que apreciaban ese comportamiento, que se ilustra en la figura 11 con una respuesta afirmativa del 100 % de los casos.

En términos generales, con base a lo observado y expuestos por los agricultores, se puede decir que existe una amplia aceptación de la tecnología validada, que puede convertirse en un buen aporte para mejorar la productividad y eficiencia de los sistemas agrícolas propios de los agricultores, de la región donde se realizó el estudio.

10 CONCLUSIONES

- ✓ El cultivar de frijol arbustivo de grano negro ICTA Hunapú Precoz, superó en 316 kg/ha al testigo local, diferencia estadística altamente significativa.
- ✓ El rendimiento promedio del cultivar ICTA Hunapú Precoz, 1822 kg/ha, superó en un 360% el promedio regional de 660 kg/ha
- ✓ La estabilidad genética del rendimiento del cultivar ICTA Hunapú precoz, a través de todos los sitios de validación es aceptable, consistente y superior al vector que representa el rendimiento medio.
- ✓ El 61% de los agricultores colaboradores que participaron en el estudio de la validación del rendimiento del cultivar de frijol ICTA Hunapú precoz, obtuvieron una rentabilidad igual o superior al 26%.
- ✓ El cultivar de frijol arbustivo de grano negro ICTA Hunapú precoz presenta una amplia aceptación por parte de los agricultores.

11 RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar la validación del genotipo ICTA Hunapú Precoz en otros departamentos del país, como Quiché, Sololá, Chimaltenango, Jalapa, Baja Verapaz, en el mismo rango de altitud y en época de riego, previo a efectuar su liberación como variedad y se pueda constituir como una opción de diversificación en el sistema finca de los agricultores que cultivan frijol.
- ✓ Sugerir a la Asociación de Organizaciones de La Sierra de Los Cuchumatanes, ASOCUCH, que incluya este cultivar en su programa de producción de semillas de calidad a nivel local.
- ✓ Que los órganos pertinentes al interno del ICTA consideren y determinen la viabilidad de continuar con la promoción de la siembra de este cultivar.

12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Gonzales, M. (2016). Identificación de puntos críticos y temas para la formulación de proyectos de investigación en la Agro-cadena de frijol, Occidente, Guatemala.
- ✓ ICTA. (Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas). (1981). Guía Técnica para Investigación Agrícola. Guatemala. 50 p.
- ✓ ICTA (Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas). (2010). Manual Técnico Agrícola, Producción comercial y de semilla de Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L). Quetzaltenango, Guatemala.
- ✓ INE. (Instituto Nacional de Estadística) (2004). IV Censo Nacional Agropecuario de la República de Guatemala. Número de fincas censales y superficie cosechada de cultivos anuales. Tomo II.
- ✓ MAGA/DIPLAN. (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación/Dirección de Planificación) (2015). Informe Situación del Frijol. Guatemala. 75 p.
- ✓ Pedroza, H. (2007). Enfoque integrado de investigación y extensión en sistemas agropecuarios, enfoque IESA, Managua, Nicaragua. 138 p.
- ✓ SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia) (2011). Dirección de planificación territorial, plan de desarrollo departamental de Huehuetenango. 145p.

13 Anexos

13.1 Boleta de evaluación

Evaluación de parcelas de prueba de tecnología del cultivar ICTA Hunapú Precoz, para el altiplano Huehuetenango y San Marcos, abril y mayo 2019.


Nombre y apellidos _____ Fecha: _____

Localidad: _____

INSTRUCCIONES. Observe las diferentes clases de frijol que se presenta ante usted e indique el carácter de agradable o desagradable en la escala, marcando una X.

CULTIVAR	NO ME GUSTA	NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA	ME GUSTA
Testigo local	 NO ME GUSTA ME GUSTA NI ME DISGUSTA	 NI ME GUSTA	 ME GUSTA
Hunapú precoz	 NO ME GUSTA DISGUSTA	 NI ME GUSTA NI ME ME GUSTA	 ME GUSTA

13.2 Boleta de participación de colaboradores

	INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS			Fecha		
				Día	Mes	Año
Departamento	Municipio	Localización				
Nombre del Agricultor	Tecnología probada	Latitud			Longitud	
		Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos
Responsable		Centro de Investigación				

1	¿Cómo califica "la tecnología propuesta por ICTA?"	Excelente	Observaciones
		Bueno	
		Regular	
		Malo	
		Muy malo	
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted "la tecnología" probada en su sistema de cultivo?		
3	¿Qué ventajas observa en "la tecnología probada por ICTA?"		
4	¿Cumple "la tecnología" probada por ICTA sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Si	
		No	
		¿Por qué?	
5	¿Haría modificaciones a "la tecnología" probada por ICTA	Si	
		No	
		¿Por qué?	
6	¿Le recomendaría "la tecnología" probada a otro productor?	Si	
		No	
		¿Por qué?	
7	¿Utilizará "la tecnología" de ICTA en su próximo ciclo de cultivo	Si	
		No	
		Talvez	
		Observaciones	
8	Observaciones no consideradas en los ítems del 1 al 7 sobre "la tecnología" probada por ICTA		

13.3 Fotografías de las actividades realizadas



Fig. 1 Siembra de una parcela de prueba



Fig. 2 Aplicación de riego a una parcela de Prueba



Fig. 3 Incorporación de materia orgánica



Fig. 4 Fertilización química



Fig. 5 Manifestación de la emergencia
Y vigor de la línea avanzada, San Sebastian H.



Fig. 6 Manifestación del crecimiento de la
línea avanzada de frijol ICTA Hunapú
precoz, en Tuipat, Todos Santos
Cuchumatán



Fig. 8 Madurez fisiológica de la línea avanzada de frijol ICTA Hunapú Precoz, en Tuipat,
Todos Santos Cuchumatán



Fig. 9 Cosecha



Fig. 10 Cosecha



Fig. 11 Limpieza del grano



Fig. 12 Peso de la parcela



Fig. 13 Peso de 100 semillas



Fig. 14 Toma de humedad.



Fig. 15 Recorrido en día de campo



Fig. 16 Recorrido en día de campo



Fig. 17 Charla sobre los objetivos y temas que se desarrollaron en el día de campo



Fig. 18 Charla sobre fertilización en frijol



Fig. 19 Prueba de degustación del frijol ICTA Hunapú Precoz



CRIA

Programa de consorcios de Investigación Agropecuaria



**GOBIERNO de
GUATEMALA**
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI

MINISTERIO DE
AGRICULTURA,
GANADERÍA
Y ALIMENTACIÓN

