



CRIA

Programa de consorcios de Investigación Agropecuaria



CRIA Occidente

Cadena de frijol

VALIDACIÓN DE LÍNEA ICTA JU 2013-3 DE FRIJOL (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)
NEGRO TIPO ARBUSTIVO, PARA EL TRÓPICO BAJO DE HUEHUETENANGO,
GUATEMALA.

Sergio Gonzalo Hidalgo Villatoro
Sucely Adela López Guzmán

Huehuetenango, marzo de 2019.

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de 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 mencionen.

LISTA DE ACRÓNIMOS

ACM	Alto Contenido de Minerales
CRIA	Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria
CIALO	Centro de Investigaciones del Altiplano Occidental
CONADUR	Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural
CRIA	Consortio Regional de Investigación Agrícola
CUNOROC	Centro Universitario de Noroccidente
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
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USDA	Departamento de Agricultura de Estados Unidos
SITA	Sistemas Tradicionales y Alternativos de Producción de Alimentos

CONTENIDO		Página
	Índice general	i
	Índice de cuadros	ii
	Índice de figuras	iii
	Resumen	iv
	Abstract	vi
1	Introducción	1
2	Marco teórico	2
3	Objetivos	4
	3.1. Objetivo general	4
	3.2. Objetivos específicos	5
4	Hipótesis	5
5	Metodología	5
	5.1. Localidad y época	5
	5.2. Diseño experimental	7
	5.3. Tratamientos	7
	5.4. Tamaño de la unidad experimental	8
	5.5. Modelo estadístico	8
	5.6. Variables de respuesta	9
	5.7. Análisis de la información	9
	5.8. Manejo del experimento	10
6	Resultados	11
7	Conclusiones	16
8	Recomendaciones	16
9	Referencias bibliográficas	17
10	Anexo	19

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Ubicación de parcelas de validación de tecnología del genotipo ICTA JU 2013-3, Huehuetenango, Guatemala.	6
2 Prueba T apareada a rendimiento de dos genotipos de frijol en 20 ambientes de Huehuetenango, Guatemala.	12

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1 Rendimiento promedio de parcelas de validación de frijol ICTA JU 2013-3 y testigo del agricultor en Huehuetenango, Guatemala.	12
2 Estabilidad dinámica de Eberhart y Russel a dos genotipos de frijol en ambientes del trópico bajo del departamento de Huehuetenango, Guatemala.	13
3 Biplot a evaluación hedónica del producto alimenticio de dos genotipos de frijol en localidades de Huehuetenango, Guatemala.	15

Resumen

El objetivo del estudio fue determinar el rendimiento, la pre-aceptabilidad y estabilidad ambiental del genotipo de frijol *P. Vulgaris* ICTA JU 2013-3. Dicho genotipo proviene de los ensayos de finca de rendimiento de los años 2015-2017 conducidos en el trópico bajo de Guatemala. De donde fue seleccionado por sus características de alto rendimiento, tolerancia al complejo de enfermedades y virus del mosaico común y dorado del frijol. Se establecieron 20 parcelas de validación de tecnología con el nuevo genotipo de frijol ICTA JU 2013-3 en igual número de ambientes en el trópico bajo de Huehuetenango, Guatemala. A altitudes de 0 a 1200 msnm y temperatura promedio de 25⁰C. Se utilizó un arreglo de parcelas pareadas, se comparó con el genotipo que cultiva el agricultor en el ciclo 2018. Se concluyó que el genotipo ICTA JU 2013-3 tipo arbustivo de grano negro, superó en rendimiento al testigo del agricultor en el ambiente del trópico bajo de Huehuetenango. Los resultados indican que el genotipo ICTA JU 2013-3 fue superior en rendimiento medio, en un ambiente promedio. El genotipo ICTA JU 2013-3 supero al testigo del agricultor en las pruebas de pre-aceptabilidad vegetativa, reproductiva y gustativa. Se recomienda definir a corto plazo, el nombre comercial que llevará el genotipo ICTA JU 2013-3. Realizar incremento de semilla certificada del ICTA JU 2013-3 para su liberación comercial. Distribuir semilla certificada al ente de extensión agrícola del MAGA, para su difusión en parcelas de promoción de tecnología en el trópico bajo del departamento de Huehuetenango. Propiciar alianzas con asociaciones, ONG y agricultores del consorcio de frijol occidente, para el establecimiento de bancos de producción de semilla de calidad del genotipo ICTA JU 2013-3.

Abstract

The objective of the study was to determine performance, the pre-acceptability and environmental stability of the genotype of bean *p. vulgaris* ICTA JU 2013-3. This genotype comes from trials on farm performance of the years 2015-2017 in tropical Guatemala. From where it was selected by their high-performance characteristics, tolerance to diseases and of the bean common and Golden mosaic virus complex, ICTA JU 2013-3 bean genotype 20 validation of technology with the new plots were established in the same number of environments in the tropical low of Huehuetenango, Guatemala. At altitudes from 0 to 1200, and average temperature of 25°C. Using an arrangement of paired plots, comparing with the genotype which the farmer cultivated in 2018 cycle. Concluding that the genotype ICTA JU 2013-3 bushy black grain type, surpassed in performance a witness of the farmer in the environment of the tropical low of Huehuetenango. With one slope greater than 1 ICTA JU 2013-3 genotype is stable in her performance in an average environment. ICTA JU 2013-3 genotype in the hedonic test, surpassed in acceptance to the witness of the farmer. Recommend to define short-term, the commercial name that will take the ICTA JU 2013-3 genotype. Perform increase in certified seed of ICTA JU 2013-3 for its commercial release. Distribute seed certified to the entity of agricultural extension of the MAGA, for broadcast on plots for the promotion of technology in the tropical low in the Department of Huehuetenango. Promote partnerships with associations, NGOs and farmers of the consortium of bean West, for the establishment of banks of the ICTA JU 2013-3 genotype quality seed production.

1. Introducción

En Huehuetenango, su producción en granos básicos el frijol en un 4% con un rendimiento de 21.266 kg/ha. Este grano se cultiva en pequeñas unidades económicas, cuya cosecha se utiliza para consumo familiar para semilla de siembra y para intercambio en pequeñas cantidades en el mercado local. (MINECO, 2015)

El rendimiento del cultivo del frijol arbustivo se ve reducido en producción por problemas de plagas y enfermedades que afectan el grano y la falta de genotipos resistentes hacen que este cultivo no sea sembrado por generar pérdidas para el agricultor.

La ejecución de la investigación en el Instituto de Ciencia y Tecnología agrícolas -ICTA-, se desarrolló a través de dos ejes básicos de trabajo: La generación de tecnología a través de sus programas de investigación y la transferencia de tecnología por medio de los equipos de la disciplina de validación y transferencia de tecnología. Éstos últimos complementan las actividades desarrolladas por los programas de investigación, maximizando y retroalimentando la eficiencia en el desarrollo de tecnológicas.

Con el presente estudio se pretende aportar a la zona del trópico bajo de Huehuetenango, un nuevo genotipo de frijol con características de alto rendimiento y tolerancia a enfermedades (en comparación con otros genotipos comerciales: comunicación personal con programa de frijol ICTA, 2016), que responde a la demanda de los actores locales de falta de genotipos de mayor rendimiento, con resistencia a plagas, factores del cambio climático como sequía (Cadena del frijol, 2016).

Además de ello, si el genotipo se presenta como superior en sus características vegetativas y reproductivas pasará a la siguiente fase de investigación, y se llegaría a liberar oficialmente dentro del consorcio frijol CRIA-Occidente, un nuevo genotipo con características genéticas superiores a los genotipos comerciales de la región occidente y del país.

2. Marco teórico

La investigación del cultivo de frijol en Guatemala se inició en 1949, el frijol es nativo de Guatemala con apoyo de EE.UU. Realizándose la primera recolección de germoplasma nacional criollo en 1951. En 1954 se reportó que los principales problemas del cultivo del frijol en el trópico bajo de Guatemala eran *U. phaseoli*, mosaico amarillo (*BMSV*). A principios de la década de 1970 el cultivo del frijol había sido abandonado por los agricultores del suroriente, principalmente por el ataque del virus del mosaico dorado, transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). En 1973 el Programa de Frijol del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) inició sus trabajos en el campo experimental de Monjas, Jalapa y enfocó principalmente su objetivo hacia la obtención de genotipos resistentes al virus del mosaico dorado (Voysesst, 2000).

En los últimos 15 años se ha logrado un avance considerable en agenciarse de cultivares con resistencia a mosaico común dorado. Paralelamente la importancia de conseguir cultivares con alto potencial de rendimiento y precocidad y buena arquitectura, sigue siendo relevante para el país. Lograr cultivares con dichas características, facilitaría su adopción masiva permiten mayor productividad, un ciclo fenológico más corto, reducción de costos de producción y un mayor ingreso para los agricultores. A nivel general, la zona ganaría, mayor disponibilidad de grano y un impacto ambiental, económico y social favorable (J., Villatoro; F, Castillo; J, Franco, 2011).

La tendencia actual de la investigación agrícola apunta hacia la producción de alimentos con mayor contenido nutritivo. Los cultivos biofortificados tienen mejores características agronómicas y nutricionales en comparación con cultivos no-biofortificados, es decir, los que consumimos a diario y se denominan convencionales (Pachón 2006). Los cultivos biofortificados se pueden desarrollar a través de métodos de fitomejoramiento convencional y/o de la biotecnología moderna (Nestel et al., citado por Pachón 2006). La biofortificación por fitomejoramiento convencional mejora una característica (nutricional o agronómica) deseable y ya existente en el cultivo convencional. Para ello, se hacen cruces entre genotipos con cualidades de interés que permiten obtener genotipos con las características deseadas por los fitomejoradores La biotecnología es una aplicación tecnológica que utiliza sistemas biológicos, organismos vivos, o algunos de sus derivados para crear o modificar productos o procesos para usos específicos (FAO, citado por Pachón 2006).

De acuerdo con Padrón (2011), la biofortificación es el proceso mediante el cual se obtienen alimentos vegetales que resultan enriquecidos en micronutrientes biodisponibles. Estos cultivos “se fortifican a sí mismos”, y comportan altos niveles de minerales y vitaminas en sus semillas y raíces, los que después son cosechados y consumidos por el

hombre. De esta manera la ciencia puede proveer a los agricultores de genotipos de cultivos que pueden contribuir a reducir la deficiencia de micronutrientes en poblaciones en riesgo. La experiencia mundial en el tema de la biofortificación se ha centrado fundamentalmente en el hierro, el cinc, y los β -carotenos; y los cultivos de cereales básicos como el frijol, arroz, el maíz, y trigo. Los micronutrientes son aquellas vitaminas y minerales necesarios en pequeñas cantidades para poder mantener las funciones fisiológicas. Estos deben ser provistos en la alimentación o en suplementos, ya que no pueden ser sintetizados en el cuerpo en cantidades suficientes para satisfacer sus necesidades. Generalmente tres micronutrientes han capturado la atención al ser temas de interés en salud pública: hierro, vitamina A y yodo, que se han convertido en los problemas nutricionales más serios y de mayor prevalencia en casi todos los países de Asia, África, América Latina y el Cercano Oriente (Underwood, citado por Morillo 2009).

La deficiencia de hierro es la más prevaleciente, afecta más de 2100 millones de personas, particularmente mujeres en edad reproductiva y niños en edad preescolar que viven en zonas tropicales y subtropicales. La deficiencia de hierro conlleva a varios resultados que comprometen la función sistémica: anemia, capacidad de trabajo reducida, capacidad de aprendizaje deteriorada, susceptibilidad a las infecciones y un riesgo incrementado de muerte asociado con el embarazo y el parto. Se piensa que al menos la mitad de la anemia alrededor del mundo es debida a la deficiencia de hierro (Combs et al., citado por Morillo 2009).

La deficiencia de yodo es prevaleciente en la mayoría de las regiones del mundo; un estimado de 1600 millones de personas viven en áreas deficientes en yodo. El resultado más importante de esta deficiencia es el bocio, afectan alrededor de 200 millones de personas. La deficiencia de yodo también puede conllevar a reducir la función mental, y a incrementar la tasa de abortos y muertes infantiles (Combs et al., citado por Morillo 2009).

La deficiencia de zinc la cual se piensa que está muy difundida, puede conllevar a crecimiento retardado, depresión de la función inmune, anorexia, dermatitis, anormalidades esqueléticas, diarrea, alopecia y a un incremento de las complicaciones y la mortalidad durante el parto. Además, la deficiencia de zinc en humanos ha sido relacionada con una disminuida utilización de la vitamina A (Graham y Welch, citado por Morillo 2009).

Los alimentos ricos en micronutrientes son los productos animales como la carne de res, cerdo, aves de corral y pescado, las frutas y las verduras. Sin embargo, en muchos países subdesarrollados estos alimentos no están disponibles a través de todo el año, especialmente para las familias de escasos recursos. Por lo tanto, son insuficientes para satisfacer las necesidades nutricionales de las mujeres embarazadas y niños, porque estos alimentos son estacionales, muy raros o ambas cosas. En consecuencia, una estrategia que

incremente el contenido de micronutrientes y su biodisponibilidad en los cultivos básicos (cereales y tubérculos) sería un arma muy poderosa para combatir la deficiencia de micronutrientes en las regiones más pobres del mundo (Welch y Graham, citado por Morillo 2009).

Las deficiencias de micronutrientes, en general, y en particular las de hierro, yodo, cinc, y vitamina A; afectan a más de la tercera parte de la población mundial, traen serias consecuencias sobre el aprendizaje del niño, la capacidad de trabajo del adulto, y pueden provocar enfermedades, y hasta la muerte (Padrón 2011).

El análisis sensorial utiliza los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensorias y la aceptabilidad de los alimentos, por lo que la evaluación sensorial resulta ser un factor importante en cualquier estudio sobre alimentos. (Yac, 2017)

Para la prueba hedónica, tanto el genotipo sujeto a validación como el testigo del agricultor, se remojó en un litro de agua, se determinó el tiempo de cocción, a determinada temperatura, tiempo de reposo y temperatura a la que se sirve. Cada panelista probó dos veces cada muestra y emitió su calificación en una boleta. Con una escala que va desde “no me gusta” hasta “me gusta muchísimo; la escala a utilizar de figuras de caras humanas con diferente expresión, para mayor facilidad a los agricultores.

3 Objetivos

3.1 General

Contribuir con tecnología que contribuya al incremento de la producción del cultivo de frijol negro.

3.2 Específicos

- 3.2.1 Validar el rendimiento kg/ha producido por la línea de frijol negro ICTA JU 2013-3 en comparación con el testigo y condiciones de manejo de los productores de frijol negro en las zonas del trópico bajo de Huehuetenango.
- 3.2.2 Determinar la estabilidad del rendimiento de la línea ICTA JU 2013-3 con la metodología de Everhart y Russell, en cinco municipios del trópico bajo de Huehuetenango, Guatemala.

3.2.3 Determinar pre-aceptabilidad de los agricultores a la línea ICTA JU 2013-3.

3.2.4 Determinar la aceptación del nuevo genotipo por parte de productores, consumidores y comercializadores.

4 Hipótesis

Ha.1. El genotipo de frijol negro ICTA JU 2013-3 supera significativamente en rendimiento t/ha^{-1} , al testigo del agricultor en las zonas de producción del trópico bajo de Huehuetenango, Guatemala.

Ha.2. El genotipo de frijol negro ICTA JU 2013-3 presenta estabilidad superior en al genotipo testigo del agricultor, en el trópico bajo de Huehuetenango, Guatemala.

Ha.3. El genotipo de frijol negro ICTA JU 2013-3 presenta mejor pre-aceptabilidad vegetativa, reproductiva y gustativa en relación con el genotipo testigo.

5 Metodología

5.1 Localidad y época

Las parcelas de prueba se establecieron en la zona frijolera del trópico bajo de Huehuetenango (cuadro 1), seleccionándose para ello áreas homogéneas definidas con base a la metodología identificada dentro del informe del Diagnóstico Agro socioeconómico elaborado en 2013 por el Programa de Sistemas Tradicionales y Alternativos de Producción de Alimentos (SITA) del ICTA. Dentro de los cuales se ubica la región Huista del departamento de Huehuetenango. Geográficamente a $15^{\circ} 42' 05''$ latitud norte y $91^{\circ} 49' 04''$ longitud oeste. A una altitud sobre el nivel del mar es de 750 metros, con temperatura máxima anual de $31.4^{\circ}C$, media anual de $22.2^{\circ}C$ y mínima de $15.1^{\circ}C$. En zona de vida bosque seco subtropical (bsst), (De La Cruz, 1,982). Suelos serie Nentón, clases agrológicas III y VII. Poco profundos, mal drenados, desarrollados sobre roca caliza como material madre, topografía regular, con pendientes del 20 al 30 % (Simmons, C. et.al. 1,959).

Cuadro 1. Ubicación de parcelas de validación de tecnología del genotipo ICTA JU 2013-3, Huehuetenango, Guatemala.

No. PAR.	MUNICIPIO	ALDEA	ALTITUD MSNM	PARCELA
1	Jacaltenango	Wixaj, Pebil Pam	955	1
2	Jacaltenango	Huntá, Pebil Pam	924	1
3	Jacaltenango	Huntá, Pebil Pam	892	1
4	Jacaltenango	Nueva Catarina	875	1
5	San Antonio Huista	Nojoya	727	1
6	San Antonio Huista	Cantón Independencia	761	1
7	San Antonio Huista	Cantón Independencia	742	1
8	Santa Ana Huista	Vivero, Lop	785	1
9	Nentón	La Unión	890	1
10	Nentón	La Unión	850	1
11	Nentón	Tzala Grande	780	1
12	Nentón	La Unión	785	1
13	Nentón	Río Jordán	689	1
14	Nentón	La Unión	759	1
15	Nentón	La Unión	745	1
16	Nentón	La Unión	728	1
17	Nentón	La Unión	773	1
18	Nentón	La Unión	718	1
19	La Democracia	Los Chucles	685	1
20	La Democracia	Arroyo Grande	650	1

Fuente: ICTA, Guatemala.

Las parcelas se sembraron en la segunda y tercera época de siembra (septiembre-octubre y enero – marzo).

5.2 Diseño experimental

No se utilizó un diseño como tal, se realizó una comparación entre la tecnología del ICTA y la del productor, por lo tanto, se utiliza la metodología de parcelas de prueba pareadas y en ambas parcelas el productor realizará el mismo manejo como lo ha acostumbrado.

5.3 Tratamientos

a. Línea ICTA JU 2013-3.

Este genotipo es producto de la cruce SEN 3 (sequía y negro) realizada por el programa de frijol, en el centro de investigaciones del oriente CIOR-Jutiapa, con la colaboración del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), dentro de las actividades del Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centro América, México y el Caribe. ICTA JU 2013-2 posee características de tolerancia a sequía y al Mosaico Dorado, el color de grano es negro. De acuerdo a observaciones registradas ICTA JU 2013-3 durante el desarrollo como genotipo, se tiene un ciclo de vida intermedio, que presenta floración a los 34 días después de la siembra y llega a su madurez fisiológica a los 74 días después de la siembra (ICTA). (Carrillo, 2014).¹

b. Testigo del agricultor

La moda de siembra corresponde a cultivares liberados por ICTA en la década pasada (2001-2010), ICTA Ligerito, frijol rojo y frijol bayo. En el caso de los cultivares de ICTA, estos fueron aceptados por su tolerancia al mosaico dorado del frijol, Mosaico común, Roya y Mancha angular. Alto rendimiento, precocidad y porte de planta (tipo II indeterminado). Es de notar que después de siembras recurrentes por los agricultores y la repetitiva mala selección de la semilla para la próxima siembra, estos genotipos han quebrado su

¹ Carrillo, Edgar E., Comunicación personal. Características de líneas avanzadas de frijol en el trópico bajo de Guatemala. 2014.

resistencia al Mosaico dorado, además han perdido su pureza genética por mezcla de otros cultivares. Dando como resultados heterogeneidad en las plantaciones comerciales actuales de los agricultores.

5.4 Tamaño de la Unidad experimental

441 m²

5.5 Modelo estadístico

5.5.1 Parcelas pareadas:

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

Dónde:

t = valor de t de Student.

d = promedio de las diferencias de rendimiento entre la línea de frijol y el genotipo local.

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

5.5.2 Análisis de estabilidad:

$$Y_{ij} = U_i + B_i + I_j + S_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = es la medida varietal de la i-ésima genotipo en el j-ésimo ambiente (i = 2, J = 50).

U_i = la medida de i-ésima genotipo a través de todos los ambientes.

B_i = coeficiente de regresión que mide la respuesta del genotipo i en varios ambientes.

I_j = índice ambiental obtenido como promedio de todos los genotipos en el j-ésimo ambiente menos la media general.

S_{ij} = desviación de regresión del genotipo i en el ambiente j. (Di Rienzo, et al. 2008).

5.6 Variables de respuesta

- 5.6.1 Rendimiento de grano de frijol expresado en kg/ha
- 5.6.2 Opinión del agricultor

5.7 Análisis de la información

Los resultados de rendimientos de grano serán sometidos al análisis estadístico por medio de la prueba de *t de Student* para observaciones pareadas y así determinar la existencia de diferencias entre el rendimiento. Complementando con un gráfico de curvas estudentizadas para determinar la estabilidad del rendimiento de los genotipos. Para las pruebas hedónicas, se realizará un análisis de componentes principales. Dichos análisis se realizaron a través del software estadístico InfoStat versión 2008 (Di Rienzo et al. 2008).

5.8 Manejo del experimento

La actividad inicia con la ubicación de agricultores y seguidamente con la selección de sitios experimentales, que se realizará en lo posible conjuntamente con los equipos de extensión del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- que conforman los Centros de Aprendizaje de Desarrollo Rural –CADERs- de cada localidad seleccionada. Para seleccionar el colaborar se tomó en cuenta que:

- Sea residente en la localidad donde se instaló la parcela de validación, líder en el cultivo y de su comunidad
- Con terreno propio e innovador
- Con la cualidad de comunicación y transmitir a su manera el aprendizaje del manejo de la parcela.
- Facilitador de la información

Durante la siembra y desarrollo del cultivo, el técnico deberá estar presente y explicarle al agricultor las innovaciones introducidas, las razones de las modificaciones y la ventaja de éstas. Siempre hay que tener cuidado de efectuar la siembra en la misma época en que el agricultor la acostumbra, pues en muchos lugares es un factor crítico que hay que considerar seriamente.

Llegada la época de la cosecha, el técnico deberá seleccionar al azar dentro de la finca del agricultor, la parcela comparativa, demarcarla e indicar al agricultor que tanto la cosecha de esta área como de la parcela de prueba, deberá ponerla por separado en el campo, para hacer las determinaciones y comparaciones respectivas.

De nuevo se hace énfasis en que el técnico debe supervisar la cosecha, desde el principio hasta el final y evitar que por descuido o ignorancia, el agricultor mezcle el producto cosechado, dando lugar a la obtención de datos falsos (ICTA, 1981).

En cada localidad seleccionada se tomarán los datos de su ubicación en coordenadas geográficas Guatemala Transversal Mercator –GTM- y de altitud, para su posterior uso de ubicación por municipios y departamentos. (ICTA, 1981).

Durante la siembra y desarrollo del cultivo, el técnico estuvo presente y explicó al agricultor las innovaciones introducidas, las razones de las modificaciones y la ventaja de éstas. Siempre hay que tener cuidado de efectuar la siembra en la misma época en que el agricultor la acostumbra, pues en muchos lugares es un factor crítico que hay que considerar seriamente. (Idem).

Llegada la época de la cosecha, el técnico deberá seleccionar al azar dentro de la finca del agricultor, la parcela comparativa de 100 m², si es difícil cosechar completamente la parcela se ejecutan 2 o 3 muestreos (5 a 10 plantas cada uno) dentro de las parcelas. Se le indicó al agricultor que los granos se pesaran con una balanza (digital de preferencia). Separando la parcela de validación y el testigo del agricultor en el campo, para hacer las determinaciones y comparaciones respectivas. (Idem).

De nuevo se hace énfasis en que el técnico debe supervisar la cosecha, desde el principio hasta el final y evitar que, por descuido o ignorancia, el agricultor mezcle el producto cosechado, dando lugar a la obtención de datos falsos (ICTA, 1981).

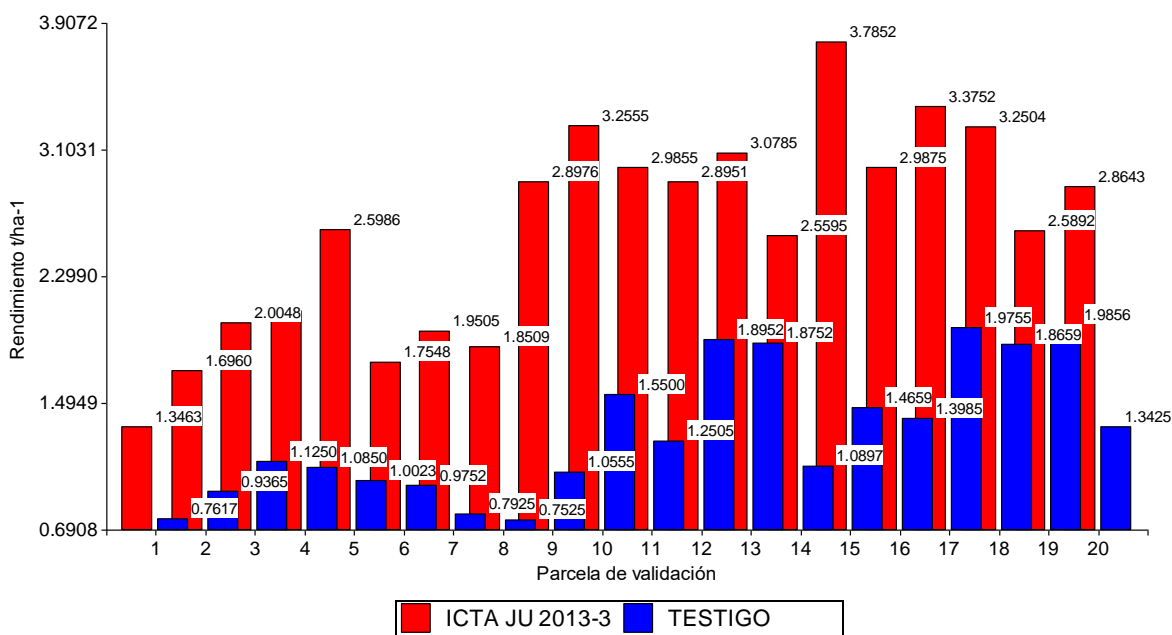
El tiempo de cocción es un factor fundamental para la aceptación de nuevos cultivos (principalmente por el consumo de leña). Por lo tanto, se deben cocer el grano de frijol de ambos genotipos (de preferencia en recipientes iguales, misma cantidad de agua, nivel de energía fuego-) para determinar el dicho tiempo.

Durante la ejecución de las parcelas de validación se ejecutó un día de día de intercambio de experiencias y conocimientos (día de campo) en fase de cosecha procediendo a cocer una muestra de frijol de ambos genotipos, para la posterior prueba aceptabilidad de los alimentos. El análisis sensorial utiliza los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensorias y la aceptabilidad de los alimentos, por lo que la evaluación sensorial resulta ser un factor importante en cualquier estudio sobre alimentos. (Yac, 2017). Este tipo de análisis va ligado a la prueba hedónica que mide cuanto agrada o desagrade un producto; para estas estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, comúnmente van desde “me gusta muchísimo”, no me gusta ni me disgusta, hasta me disgusta muchísimo. La información se recabó en una boleta y se vació la información a un programa informático, para su posterior análisis estadístico.

6 Resultados

Se analizan estadísticamente 20 parcelas de validación de tecnología del genotipo ICTA JU 2013-3 (figura 1), que tienen como comparador un testigo, consistente en el genotipo cultivado por el agricultor en la fecha de siembra respectiva. El genotipo ICTA JU 2013-3 es una variedad obtenida por cruzamiento genético y selección de plantas semejantes, este genotipo bajo validación constituye una variedad nueva de frijol. Una variedad se diferencia de otras variedades o genotipos por sus características de estructura y comportamiento dentro de la misma especie (Poehlman, 1979). Las parcelas se sembraron en la segunda y tercera época de siembra (septiembre-octubre y enero – marzo).

El rendimiento de grano de frijol las parcelas de validación, se aprecia en la figura 1. Las 20 parcelas del genotipo ICTA JU 2013-3, obtuvieron rendimiento de grano de frijol expresado en t/ha^{-1} de: Mínima 1.3463, media 2.5903, máxima 3.7882, desviación estándar 0.6626 P_{05} 1.3638. El testigo del agricultor obtuvo los rendimientos de: Mínima 0.7525, media 1.30904, máxima 1.9856, desviación estándar 0.4223 P_{05} 0.7530. El genotipo ICTA JU-2013-3 superó en rendimiento de grano de frijol al testigo del agricultor en 1.2813 t/ha^{-1} . El genotipo testigo es el utilizado por el agricultor en cada localidad, por lo regular es semilla que el agricultor obtuvo de su cosecha anterior o sea semilla que el agricultor ha utilizado, durante varios ciclos o generaciones de siembra. En todos los casos la semilla la selecciona el propio agricultor antes de la siembra, tomando como criterio el tamaño del grano, de buena apariencia y libre de daño por enfermedades e insectos.



Fuente: ICTA, Guatemala.

Figura 1: Rendimiento promedio de parcelas de validación de frijol ICTA JU 2013-3 y testigo del agricultor en Huehuetenango, Guatemala.

Al realizar prueba T (muestras apareadas) a rendimiento de grano al 14% de humedad (cuadro 2), a la tecnología de ICTA (ICTA JU 2013-3) la media de la diferencia de 1.28 t/ha-1 y la desviación estándar de la variable diferencia de 0.46 t/ha-1. El valor bilateral <0.0001 determinó que existe diferencia altamente significativa entre las dos tecnologías evaluadas. Siendo el rendimiento de la tecnología de ICTA (ICTA JU 2013-3) 1.28 t/ha-1 superior al testigo del agricultor. Por lo que se rechaza la hipótesis nula, que reza que el genotipo ICTA JU 2013-3 no supera significativamente en rendimiento a las variedades locales. Y se acepta la hipótesis alternativa que reza que; el genotipo ICTA JU 2013-3 supera significativamente en rendimiento a las variedades locales.

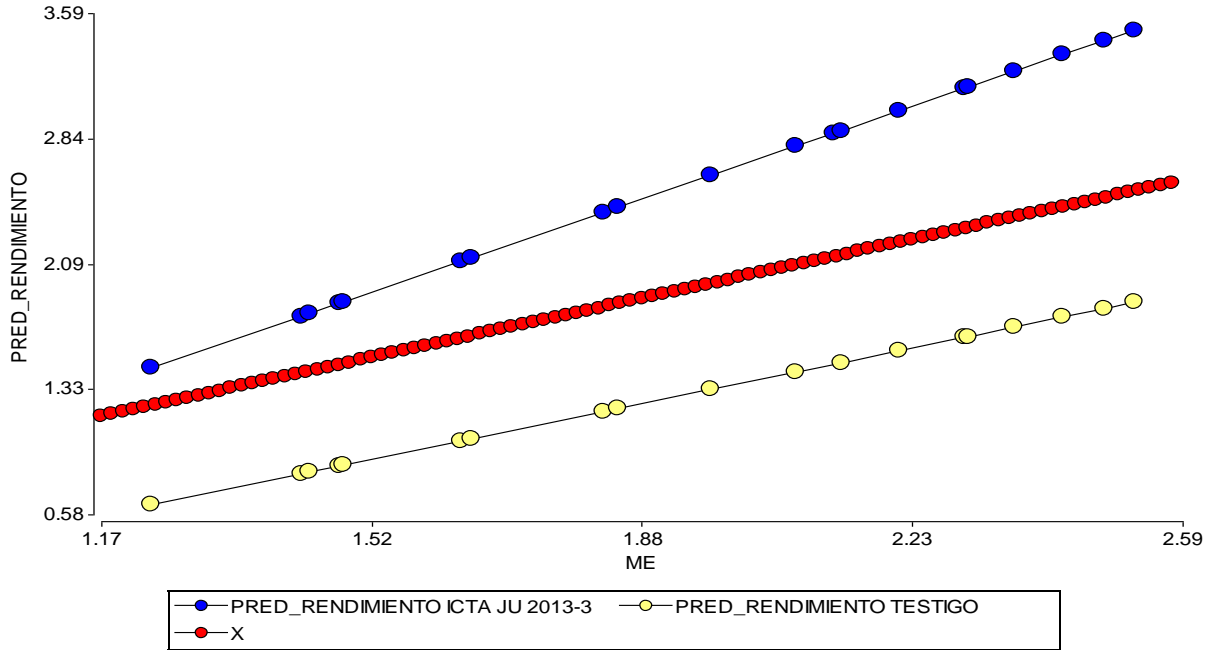
Cuadro 2. Prueba T apareada a rendimiento de dos genotipos de frijol en 20 ambientes de Huehuetenango, Guatemala.

Prueba T (muestras apareadas)

<u>Obs (1)</u>	<u>Obs (2)</u>	<u>N</u>	<u>media(dif)</u>	<u>DE (dif)</u>	<u>T</u>	<u>Bilateral</u>
<u>Tecnología de ICTA (ICTA JU 2013-3)</u>	<u>Tecnología del agricultor (TESTIGO)</u>	<u>20</u>	<u>1.28</u>	<u>0.46</u>	<u>12.59</u>	<u><0.0001</u>

Fuente: ICTA, Guatemala.

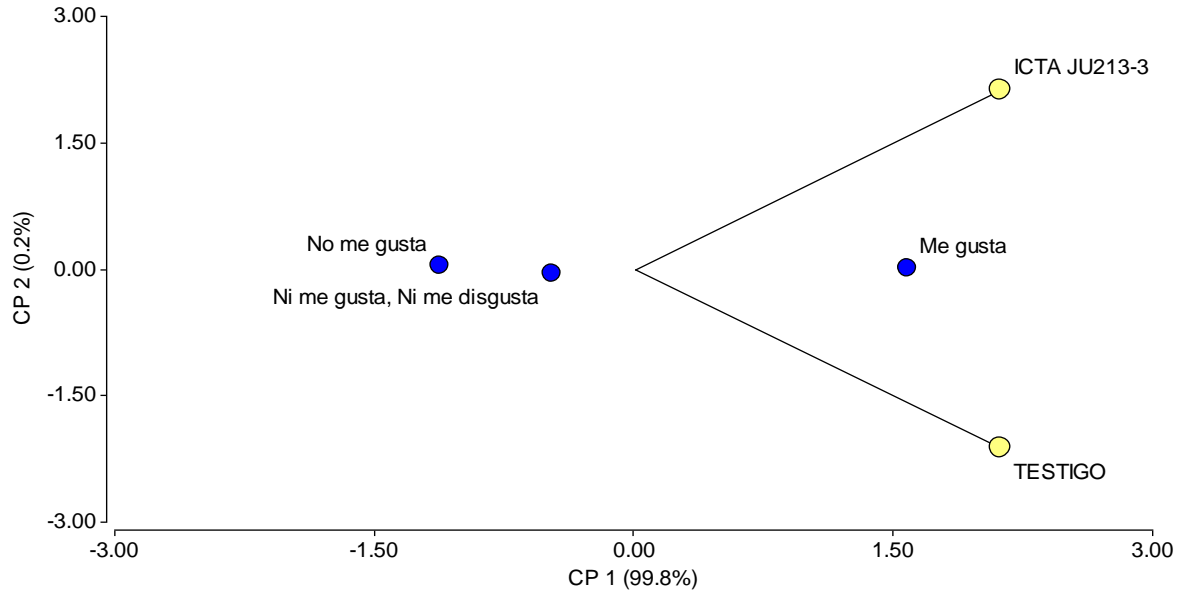
Para determinar la estabilidad de los genotipos, se procedió a realizar el cálculo de la estabilidad dinámica de Eberhart y Russell (1966), utilizando modelos lineales generales y mixtos del software Infostat 2016. Dando como resultado la figura 2. Donde se determina que, de la síntesis del análisis de regresión lineal, los rendimientos del genotipo ICTA JU 2013-3 están por encima del rendimiento medio en un ambiente promedio. En el rango que cubre todos los ambientes bajo evaluación, y siendo que el ambiente de menor índice aún supera la media de un ambiente promedio se considera que ICTA JU 2013-3 es recomendable. Por el contrario, el testigo del agricultor está por debajo del rendimiento medio en un ambiente promedio y no se considera estable, porque su pendiente de regresión es menor a 1. Situando por debajo del rendimiento medio.



Fuente: ICTA, Guatemala.

Figura 2. Estabilidad dinámica de Eberhart y Russell a dos genotipos de frijol en ambientes del trópico bajo del departamento de Huehuetenango, Guatemala.

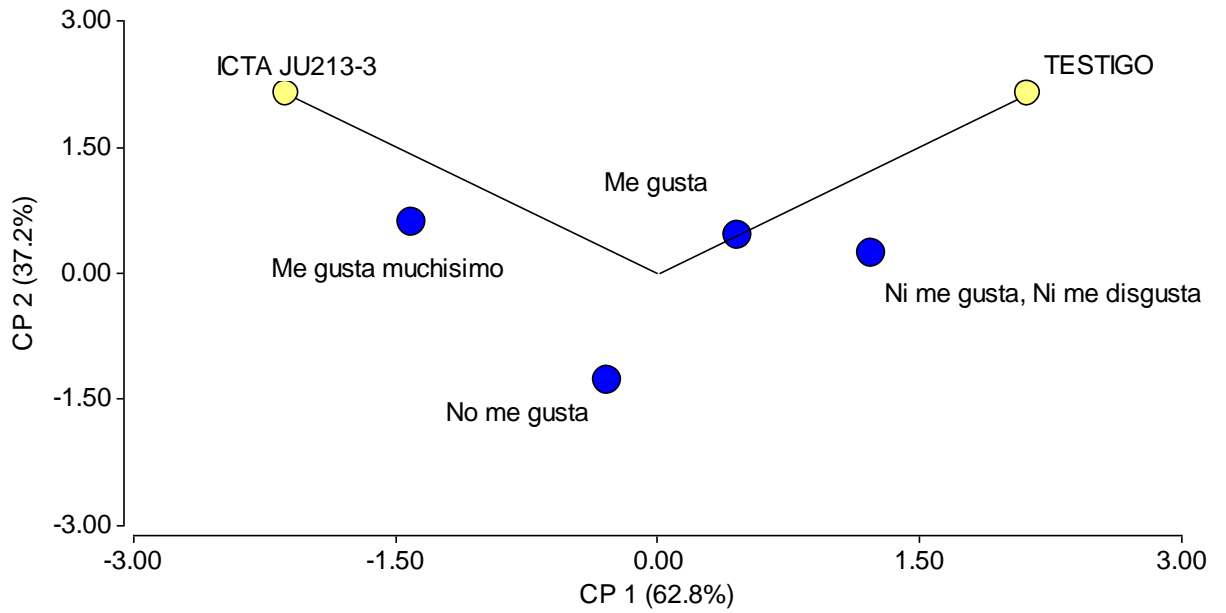
Para determinar la pre-aceptabilidad del crecimiento vegetativo y reproductivo en actividad de intercambio de experiencia y conocimientos se ejecutó una evaluación con el apoyo de una boleta participativa. Para ello los agricultores, en la fase de crecimiento vegetativo y productivo observaron directamente las parcelas de validación de tecnología y expresaron su gusto o disgusto por las tecnologías bajo evaluación. Dando como resultado el biplot de la figura 3. Donde la nueva tecnología o genotipo bajo evaluación ICTA JU 2013-3, se correlación positivamente con la escala categórica de “**me gusta**”. Entre tanto el testigo del agricultor se correlaciona negativamente.



Fuente: ICTA, Guatemala.

Figura 3. Pre-aceptabilidad vegetativa y reproductiva de dos genotipos de frijol en ambientes del trópico bajo del departamento de Huehuetenango, Guatemala.

Los panelistas agricultores, participantes en actividad de intercambio de experiencias y conocimientos, ejecutaron una prueba de aceptabilidad o hedónica, dando como resultado la figura 4. Donde como resultado que la mayoría de los agricultores evaluaron con el sentido del olfato, gusto y tacto el producto comestible de los genotipos bajo evaluación. Bajo estos parámetros, el producto comestible del genotipo ICTA JU 2013-3 fue calificado o se correlaciona con la escala categórica de “**me gusta muchísimo**”. Mientras que el testigo del agricultor se correlaciona con la escala categórica de “me gusta y ni me gusta ni me disgusta”. Por lo tanto deduce que: las características culinarias presentadas del producto comestible (frijol en caldo) del genotipo ICTA JU 2013-3 fue pre aceptadas por los panelistas. Y puede reemplazar al genotipo testigo, utilizado por los agricultores actualmente en el trópico bajo del departamento de Huehuetenango.



Fuente: ICTA, Guatemala.

Figura 4: Biplot a evaluación hedónica del producto alimenticio de dos genotipos de frijol en localidades de Huehuetenango, Guatemala.

7 Conclusiones

Se determinó que el genotipo ICTA JU 2013-3 tipo arbustivo de grano negro, superó en rendimiento al testigo del agricultor en el ambiente del trópico bajo de Huehuetenango.

Con una pendiente mayor a 1 el rendimiento del genotipo ICTA JU 2013-3, está por encima del rendimiento medio, en un ambiente promedio.

El genotipo ICTA JU 2013-3 supero al testigo del agricultor, en las pruebas de pre-aceptabilidad vegetativa, reproductiva y gustativa.

8 Recomendaciones

Definir a corto plazo, el nombre comercial que llevará el genotipo ICTA JU 2013-3.

Realizar incremento de semilla certificada del ICTA JU 2013-3 para su liberación comercial.

Distribuir semilla certificada al ente de extensión agrícola del MAGA, para establecer parcelas de promoción de tecnología en el trópico bajo del departamento de Huehuetenango.

Propiciar alianzas con asociaciones, ONG y agricultores del consorcio de frijol occidente, para el establecimiento de bancos de producción de semilla de calidad del genotipo ICTA JU 2013-3.

9 Referencias bibliográficas

- CIMMYT, C. I. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F. México: CIMMYT.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. (2008). InfoStat, versión 2008. Córdoba, Argentina: Brujas.
- De La Cruz, J. 1,982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- ICTA. (1987). Informe técnico de resultados de prueba de tecnología. Huehuetenango, Guatemala: Inédito.
- ICTA, I. d. (1981). Guía técnica de investigación agrícola. Guatemala. Guatemala.: ICTA.
- INCAP-FANTA-Nutri-Salud/URC. (2015). Acciones efectivas para mejorar la nutrición materno-infantil. Diplomado: Nutrición materno-infantil en los primeros 1000 días de vida. Guatemala, Guatemala. : Servi prensa.
- Kays, S. (2006). Flavor the key to sweet potato consumption. . Indian, USA.
- Mineco, (2015).<http://dae.mineco.gob.gt/mapainteractivo/index.php?controller=crm&action=detalles&id=8>
- Morillo, Y. 2009. Herencia del contenido de carotenos en raíces de frijol (*Manihot esculenta* Crantz) (en línea). Tesis Doctoral. Palmira, Colombia, UNC. Consultado 20 ago. 2016. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/725/1/9004004.2009.pdf>
- Pachón, H. 2006. El impacto Nutricional de Cultivos Biofortificados o Cultivos con Mayor Calidad Nutricional (en línea, sitio web). Proyecto AgroSalud. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Universidad del Valle, Cali, Colombia. Consultado 07 set. 2016. Disponible en http://www.ciatlibrary.ciat.cgiar.org/articulos.../Pachón_Simposio%20UniValle_oct%202006.pdf

- Padrón, M. 2011. La biofortificación del arroz con micronutrientes: una estrategia nutricional que puede ser sostenible en Cuba (en línea). Rev. Cubana Aliment Nutr. 21(1): 153-158. Consultado 23 ago. 2016. Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2011/can111n.pdf>
- Pedroza, H. (2007). Enfoque integrado de investigación y extensión en sistemas agropecuarios. Enfoque IESA. Managua, Nicaragua.: INTA. .
- Scidev.net. (2014). <http://www.scidev.net/america-latina/biotecnologia/especial/cultivos-fortificados-debutan-en-el-mundo-en-desarrollo-.html> . Recuperado el 02 de 03 de 2015, de <http://www.scidev.net/america-latina/biotecnologia/especial/cultivos-fortificados-debutan-en-el-mundo-en-desarrollo-.html>
- Simmons, C. S.; Tarano, J. M.; Pinto, J. H. 1,959. Clasificación de reconocimiento de suelos de Guatemala. Traducido por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala. Editorial José de Pineda Ibarra. 1000 p.
- Unicef. (3 de marzo de 2015). <http://www.unicef.org.gt>. Recuperado el 2015 de 2015
- Villatoro, J., Aldana, F., & Carrillo, E. (s.f.). Mejoramiento genético del frijol común *Phaseolus vulgaris* para incorporar tolerancia al estrés hídrico. Guatemala, Guatemala.: ICTA.
- Villatoro, J., Castillo, F., & Franco, J. (2011). Producción de frijol *Phaseolus vulgaris* L. Inversión estratégica en la difusión rápida de tecnología: La comercialización de variedades de frijol resistentes a enfermedades en Guatemala. Guatemala, Guatemala.: ICTA.
- Voyses, O. (2000). Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): legado de variedades de América Latina 1930-1999/Oswaldo Voyses Voyses. Cali Colombia: CIAT.
- Yac, S. (2017). Evaluación de los componentes del rendimiento, estabilidad y palatabilidad de siete genotipos de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en tres localidades del Departamento de Quetzaltenango.

10 ANEXOS

10.1 Diseño de boleta de evaluación participativa para agricultores.

Evaluación participativa de tecnología 1 y 2 de frijol *Phaseolus vulgaris* L. para el trópico bajo del departamento de Huehuetenango, Guatemala.

Nombre _____ Tel. _____

Localidad: _____

INSTRUCCIONES.

Observe las dos tecnologías (clases de frijol) e indique el carácter de agradable o desagradable en la escala, marcando una X.

TECNOLOGÍA	NO ME GUSTA	NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA	ME GUSTA
Tecnología 1	 Me disgusta	 Ni me gusta ni me disgusta	 Me gusta
Tecnología 2	 Me disgusta	 Ni me gusta ni me disgusta	 Me gusta

10.2 Ubicación de parcelas de validación de tecnología de frijol ICTA JU 2013-3 para el trópico bajo del departamento de Huehuetenango, Guatemala. 2018.

No.	NOMBRE	MUNICIPIO	COMUNIDAD	UBICACIÓN GEOGRÁFICA o, ° y '	DPI		TELÉFONO
1	Jesús Díaz H.	Jacaltenango	Pelbi Pam	15° 44" 17.15 91° 48" 00.26	2518 1307	49724	5868 0070
2	Francisco Sánchez	Jacaltenango	Hunta	15° 45" 13.8 91° 48" 06.2	1715 1307	21250	55212935
3	Bernabé Silvestre	Jacaltenango	Hunta	15° 45" 19.5 91° 48" 33.9	1780 1307	91308	46664898
4	Santos Montejo R.	Jacaltenango	Nueva Catarina	15° 46" 21.2 91° 48" 06.2	2537 1307	30430	58962915
5	Pedro López M.	San Antonio Huista	Nojoya	15° 65" 69 91° 81" 86	1866 1314	75135	44887633
6	Mario Tomas G.	San Antonio Huista	Independencia	15° 39" 05.5 91° 46" 43.7	1990 1324	42403	32492298
7	Antonio Tomas G.	San Antonio Huista	Independencia	15° 39" 07.4 91° 46" 46.3	1989 1324	34653	30428804
8	Rudy Lucas H.	Santa Ana Huista	Lop	15° 41" 34.76 91° 50" 18.3	1994 1331	15757	5387 9424
9	Julio Gordillo V.	Nentón	La Unión	15° 55" 54 91° 47" 54	3545 1305	45809	32768739
10	Virgilio Velasco L.	Nentón	La Unión	15° 55" 19.5 91° 46" 27	1687 1305	22771	4071 9751
11	Pascual Pérez	Nentón	Tzala Grande	15° 47" 27.8 91° 43" 20.5	2718 1318	95241	5805 7578
12	Alejandro Pérez Z.	Nentón	La Unión	15° 55" 12 91° 45" 25	1780 1305	28479	Ninguno
13	José Vásquez	Nentón	Rio Jordán	15° 56" 27 91° 48" 22	2176 1319	76405	3001 1728
14	Marilú Velasco	Nentón	La Unión	15° 55" 19 91° 46" 38	1780 1305	28495	Ninguno
15	Guadalupe Pérez	Nentón	La Unión	15° 56" 12 91° 48" 26	1780 1305	28584	4991 5641
16	Luis Gordillo V.	Nentón	La Unión	15° 56" 10 91° 48" 17	2971 1305	20662	51551492

17	Oliberto Gordillo V.	Nentón	La unión	15° 56'' 10 91° 48'' 15	2947 1305	06615	5155 1492
18	Octavio Gordillo	Nentón	La Unión	15° 56'' 10 91° 48'' 16		2570371281305	4580 0759
19	Erasmus Martínez	Democracia	Los Chucles	15° 38'' 15 91° 51'' 57	1765 1311	14678	5739 7637
20	José Castillo	La Democracia	Arroyo Grande	15° 35'' 08 91° 51'' 47	1876 1311	34757	Ninguno

Fuente: ICTA, Guatemala.

10.3 Listado de participantes en actividades de transferencia del proyecto validación de línea ICTA JU 2013-3 para altitudes por debajo de 1200 msnm.



No	NOMBRE	INSTITUCIÓN	PROCEDENCIA
1	Bernabé Moisés Silvestre Esteban	ASIPROAGRI	Winchén, Jacaltenango
2	Erasmus Martínez Martínez	Agricultor	Los Chucles, La Democracia
3	Heberto Cobón Martínez	Agricultor	Los Chucles, La Democracia
4	Carlos Roberto Medrano A.	Extensionista	San Sebastian, Huehue
5	José Alberto Villatoro Herrera	Estudiante	La Democracia
6	Jonsel Alexander Martínez	Estudiante	La Democracia
7	Santiago Camposeco S.	Agricultor	Inchewex, Jacaltenango
8	Rómulo de Jesús Montejo	MASFRIJOL	Jacaltenango
9	Pauly Ángela Montejo	Estudiante	El Limonar, Jacaltenango
10	Agustino Sánchez Montejo	Agricultor	El Limonar, Jacaltenango
11	Francisco Sánchez	ASIPROAGRI	Tzolojlá, Jacaltenango
12	Ángel Otoniel Castillo	ASIPROAGRI	Lupiná, Jacaltenango
13	Antonio Tomás	Agricultor	Cantón Centro, San Antonio H.
14	Mistio Tomás	Agricultor	Cantón Centro, San Antonio H.
15	Matías Hernández López	Agricultor	Jugliná, Jacaltenango

16	Gaspar Díaz M.	Agricultor	Pebil Pam, Jacaltenango
17	Manuel Sánchez Carmelo	ASIPROAGRI	Wixaj, Jacaltenango
18	Juan Antonio Montejo	Facilitador, Popoyan	El Limonar, Jacaltenango
19	Gustavo Adolfo Tovar	ICTA	Huehuetenango
20	Wilson Gómez Vásquez	Estudiante	Huehuetenango
21	Sergio Hidalgo	ICTA	La Democracia, Huehuetenango
22	Ramón Mendoza	Río Azul	El Limonar, Jacaltenango
23	Don Santos Jr.	Agricultor	Catarina, Jacaltenango
24	Alberto Hernández	Agricultor	Huntá, Jacaltenango
25	Manuel Aguilar Méndez	Agricultor	Tzisbaj, Buxup, Jacaltenango
26	José Montejo Esteban	Agricultor	Nueva Catarina, Jacaltenango
27	Jesús Díaz Hernández	Agricultor	Pebil Pam, Jacaltenango
28	Santos Fidel Monejo	Agricultor	Nueva Catarina, Jacaltenango
29	Emanuel Santos Montejo	Agricultor	Nueva Catarina, Jacaltenango
30	Ramón Exvín Díaz	Agricultor	Buxup, Jacaltenango
31	Miguel López Cota	Agricultor	Tzisbaj, Buxup, Jacaltenango
32	Juan Guadalupe Mateo Silvestre	Agricultor	Pebil Pam, Jacaltenango
33	Hernán Orlando Camposeco	Agricultor	Buxup, Jacaltenango
34	Trinidad Camposeco Hurtado	Agricultor	Pebil Pam, Jacaltenango
35	Manuel Raymundo Camposeco	Agricultor	Pebil Pam, Jacaltenango
36	Agustín Sánchez Montejo	Agricultor	El Limonar, Jacaltenango
37	Santos Emanuel Montejo	Agricultor	El Limonar, Jacaltenango

38	Catarina Quiñonez	Agricultor	Inchewex, Buxup, Jacaltenango
39	David Sánchez Mendoza	Agricultor	Jacaltenango
40	Manuel Sánchez	Agricultor	Jacaltenango
41	Serapio Ross Cruz	Agricultor	Jacaltenango
42	Juan Alfredo Domingo	Agricultor	Tzisbaj, Buxup, Jacaltenango
43	José Juan Montejo	Agricultor	Pebil Pam, Jacaltenango
44	Rubelly Montejo	Agricultor	Pebil Pam, Jacaltenango
45	Mario Montejo	Agricultor	Pebil Pam, Jacaltenango
46	Rebeca Escobedo	Agricultor	Chiantla, Huehuetenango
47	Karolyn Mercedes Lucas	Agricultor	Jacaltenango
48	Mateo Alonso Montejo	Agricultor	Huntá, Jacaltenango
49	Geovany Gaspar Gaspar	Agricultor	Inchewex, Buxup, Jacaltenango

Fuente: ICTA, Guatemala.

10.4 Boleta de prueba de aceptación de alimentos

Evaluación participativa de palatabilidad de tecnología de frijol *Phaseolus vulgaris* L. de hábito de crecimiento arbustivo para el trópico bajo del departamento de Huehuetenango, Guatemala.

Nombre _____ Tel. _____

Localidad: _____

INSTRUCCIONES.

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

Tecnología	NO ME GUSTA	NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA	ME GUSTA	ME GUSTA MUCHISIMO
Tecnología del agricultor				
Tecnología de validación				

Fuente: ICTA, Guatemala.



CRIA

Programa de consorcios de Investigación Agropecuaria

