



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



CRIA ORIENTE

CADENA FRIJOL

VALIDACIÓN DEL MÉTODO DE FERTILIZACIÓN HIDROSOLUBLE EN “DRENCH”, EN LA VARIEDAD DE FRIJOL NEGRO ICTA CHORTI^{ACM} (*Phaseolus vulgaris* L.), EN EL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2019.

Inga. Agr. Myrene Rossibel Gregorio Calderón

Ing. Agr. Edgar Antonio García Zeceña

Ing. Agr. Rafael Humberto Pacheco Orellana

Chiquimula, marzo de 2020



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 ésta 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.

ÍNDICE

SIGLAS Y ACRÓNIMOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Cultivo de frijol en la región oriente de Guatemala	3
2.2 Desarrollo de la planta de frijol	3
2.3 Etapas de desarrollo del frijol	4
2.4 Características principales de la variedad de frijol negro ICTA ChortiACM	5
2.5 Nutrición vegetal y rendimiento	6
2.6 Fertilización y desarrollo de la planta	7
2.7 Fertilización hidrosoluble	9
2.8 Promotores del crecimiento en la nutrición vegetal	10
2.9 Uso de promotores de crecimiento en el cultivo de frijol	11
3. OBJETIVOS	12
4. HIPÓTESIS	13
5. METODOLOGÍA	13
5.1 Localidad y época	13
5.2 Número de parcelas	13
5.3 Diseño experimental	14
5.4 Tratamientos	15
5.5 Tamaño de la unidad experimental	17
5.6 Modelo estadístico	18
5.7 Variables de respuesta	18
5.8 Análisis de la información	18
5.9 Manejo agronómico	18
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
6.1 Parcelas de prueba establecidas	22
6.2 Rendimiento de grano	23
6.3 Análisis de pre-aceptabilidad	24
6.4 Evaluación financiera del proceso de validación	26
7. CONCLUSIONES	27
8. RECOMENDACIÓN	27
9. BIBLIOGRAFÍA	28
10. ANEXOS	31

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ADP	Adenosin difosfato
ATP	Adenosin trifosfato
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CRIA	Consortios Regionales de Investigación Agropecuaria
CUNORI	Centro Universitario de Oriente
DELOS	Revista Desarrollo Local Sostenible
FAOSTAT	Base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INCA	Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba
INTAGRI	Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica
MAGA	Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación
MINECO	Ministerio de Economía
MTA	Mesa Técnica Agroclimática, Chiquimula, Guatemala
PRONACOM	Programa Nacional de Competitividad de Guatemala
SAG	Secretaría de Agricultura y Ganadería, Honduras
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USDA	United States Department of Agriculture Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

VALIDACIÓN DEL MÉTODO DE FERTILIZACIÓN HIDROSOLUBLE EN “DRENCH”, EN LA VARIEDAD DE FRIJOL NEGRO ICTA CHORTI^{ACM} (*Phaseolus vulgaris* L.), EN EL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2019.

Inga. Agr. Myrene Rossibel Gregorio Calderón¹

Ing. Agr. Edgar Antonio García Zeceña²

Ing. Agr. Rafael Humberto Pacheco Orellana³

RESUMEN

La validación del método de fertilización hidrosoluble en “drench en la variedad de frijol negro ICTA Chorti^{ACM}”, se realizó en diez localidades distribuidas en los municipios de Jocotán, Camotán, San Juan Ermita, Quezaltepeque, San José La Arada e Ipala del departamento de Chiquimula, con el objetivo de generar información transferible a los productores de la región para la optimización del manejo del cultivo de frijol en cuanto a nutrición. Se implementó la metodología de generación de tecnología del ICTA con el diseño experimental de parcelas pareadas, estableciéndose dos parcelas de 0.044 hectáreas en cada localidad, ambas fueron manejadas por el agricultor una con el método de fertilización hidrosoluble en “drench” y aplicación de biofermento y la segunda con fertilización convencional, durante mayo a agosto de 2019. El rendimiento obtenido de las parcelas en kilogramos por hectárea se analizó con la prueba t de Student, obteniendo un *valor de T* (bilateral) de 0.4365 lo que indica que no hay diferencia estadística significativa en ambas parcelas; con medias de rendimiento de 352.78 kg/ha en la fertilización convencional y 307.34 kg/ha en fertilización hidrosoluble. Los productores que aplicaron la fertilización hidrosoluble consideran en un 33% que es excelente y un 67% que es buena, por lo que tuvo aceptación porque no se encontró problema o desventaja.

¹Investigador Principal

²Investigador Asociado

³Investigador Auxiliar

Debido al régimen de lluvias escaso y la presencia de mosaico en las parcelas la rentabilidad fue negativa en un 95% de las parcelas; en conclusión la fertilización convencional del productor supera en rendimiento de grano a la fertilización hidrosoluble, sin embargo los agricultores manifiestan pre-aceptabilidad al aplicar fertilización hidrosoluble, considerando que no se tuvieron las condiciones necesarias.

SUMMARY

The validation for water soluble fertilization method in drench for the variety of ICTA Chorti^{ACM} bean, was carried out in different rural communities in the towns of: Jocotán, Camotán, San Juan Ermita, Quezaltepeque, San José la Arada and Ipala from the Chiquimula department, with the objective to generate transferable information for all bean producers of the region to optimize the management of the crop in the nutritional aspect. The method applied was that of ICTA's generation technology with the experimental design of paired plots, establishing 2 plots of land with an extension of 0.44 hectares in each community, both were managed by the local producer; one with the water soluble fertilization method in drench method along with bioferments, and the other with conventional fertilization, all done from May to August of 2019. The overall yield from each plot measured in kilograms per hectare was analyzed with the student T test, obtaining a value for T (bilateral) of 0.4365 which indicates no significant statistical difference in both plots; with a yield of 352.78 kg/ha with conventional fertilization, and 307.34 kg/ha with the water soluble fertilization method. 33% of producers indicate that the water soluble fertilization method is excellent versus 67% rated as a fair method, given these facts it was widely excepted because no problems or disadvantages were encountered in applying it. Because of the lack of rain and the presence of mosaic in the crops, the profitability was negative in 95% of the plots; in conclusion, conventional fertilization succeeds in grain yields compared to water soluble fertilization, nevertheless, producers acknowledge the fact that the ideal conditions were not available to test water soluble fertilization and the practice has acceptance by them.

1. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es parte del sustento de la población en Centroamérica, siendo Guatemala donde en su mayoría se consume frijol negro a diferencia del resto de Centroamérica en donde se prefiere el rojo. El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas – ICTA, señala la región oriente del país como una de las más importantes, con una producción de un 36%. El incremento en la producción del grano de frijol a nivel nacional es evidente; de acuerdo con FAOSTAT el área cosechada en la temporada 2010/2011 fue de 235.4 mil hectáreas, con una producción de 209 millones de kilogramos y un rendimiento de 888.5 kilogramos por hectárea y en la temporada 2016/2017 fue de 253.0 mil hectáreas con una producción de 247.6 millones de kilogramos y 979 kilogramos por hectárea de rendimiento, lo que manifiesta un aumento en área, volumen y rendimiento.

En el oriente del país (Jutiapa, Jalapa y Chiquimula) se cultiva una diversidad de variedades; pero atendiendo a las necesidades en la región, el ICTA con el apoyo del Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT desarrolla e introduce la variedad de frijol negro ICTA Chorti^{ACM}, con el propósito de contribuir a reducir los índices de desnutrición, anemia ferropénica e incrementar la absorción de otros minerales que el zinc facilita, por lo que el grano posee alto contenido de hierro y zinc y es tolerante a roya, mancha angular, virus del mosaico dorado y sequía; alcanzando aproximadamente un rendimiento de 220 kilogramos por hectárea.

En esta área el cultivo de frijol se ve afectado por factores que lo limitan, como el virus del mosaico dorado amarillo transmitido por la mosca blanca, la sequía y bajos rendimientos. Por lo que ha sido objeto de investigación en la región, se han generado estudios en cada una de sus etapas de desarrollo y manejo; siendo la nutrición uno de ellos. La fertilización inorgánica N-P-K ha sido un avance en el cultivo intensivo; pero evidencia la necesidad de generar tecnología que maximice los rendimientos alcanzados a la fecha y conduzca hacia formas de cultivar sostenibles e innovadoras.

En el tema de nutrición las investigaciones que anteceden a la validación han sido sobre rendimientos y relación beneficio/costo; según Ruano, H; et. al (2016) en la ejecución

del proyecto del Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria – CRIA Oriente, encontró un mayor rendimiento con la combinación de 50-60-100 kilogramos por hectárea de NPK en tres genotipos del cultivo de frijol negro, entre los cuales se encontraba la variedad ICTA Chorti^{ACM} (*Phaseolus vulgaris* L.). De igual manera García Sosa (2017), aplicando cuatro métodos de fertilización, determinó una mejor relación beneficio/costo con método de fertilización hidrosoluble en “*drench*” y según Franco (2018) el uso de bioestimulantes potencializa la nutrición soluble en el cultivo.

Por lo que esta fase tuvo como objetivo validar el método de fertilización hidrosoluble en “*drench*” en el cultivo de frijol negro variedad ICTA Chorti^{ACM} (*Phaseolus vulgaris* L.), basado en el requerimiento 50-60-100 kilogramos por hectárea de NPK e incorporando como estimulante un biofermento. La validación se desarrolló con la metodología de generación de tecnología del ICTA, a través de 10 parcelas de prueba manejadas por agricultores, quienes implementaron el método de fertilización en “*drench*” comparándolo con el método del productor en las distintas localidades.

Los investigadores llevaron un registro de los eventos y los datos de rendimiento encontrados fueron para la fertilización granulada del productor según las medias de 352.78 kg/Ha superando en rendimiento de grano a la fertilización hidrosoluble con una media de 307.34 kg/Ha, los cuales al ser analizados por la prueba de t de Student para parcelas pareadas determinaron que no hay diferencias estadísticas que sean significativas entre los tratamientos evaluados. La rentabilidad en las parcelas fue negativa en un 95% de las parcelas, por lo que no fue posible determinar si la aplicación del método hidrosoluble + EM biofermento es viable económicamente en comparación con la fertilización granulada. Aunque se había previsto que las parcelas contaran con sistema de riego, un 70% de la parcelas tuvieron impedimentos para aplicar riego, también el errático régimen de lluvias no favoreció el ciclo y se tuvo presencia de mosaico en casi todas las parcelas.

La fase de validación inició en el mes de mayo y finalizó en septiembre del año 2019; Las diez localidades estuvieron ubicadas áreas productoras del grano dentro del departamento

de Chiquimula en los municipios de Ipala, San José La Arada, Quezaltepeque, San Juan Ermita, Jocotán y Camotán.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Cultivo de frijol en la región oriente de Guatemala

En la dieta diaria de los guatemaltecos el frijol común *P. vulgaris* es la leguminosa más importante, especialmente para las familias de escasos recursos, por cultura ocupa el segundo lugar después del maíz en la alimentación de la población guatemalteca.

El frijol que se produce en el área tiene prestigio nacional por parte de los consumidores, catalogándolo como el de mejor calidad a nivel nacional.

Fitomejoradores en frijol del ICTA, han realizado varias evaluaciones para su mejoramiento genético, determinando que la variedad de frijol negro ICTA Chorti^{ACM} (*Phaseolus vulgaris* L.) posee tolerancia a roya, mancha angular, virus del mosaico dorado y sequía, misma que se adapta a las condiciones de los departamentos de Jutiapa, Jalapa y Chiquimula, con rendimientos aproximados de 1,950 kilogramos por hectárea, que comparado con los rendimientos del área son altos (ICTA, 2017).

La variedad se ha diseminado, particularmente en el corredor seco, en donde la precocidad de esta variedad juega un papel importante, como mecanismo de escape a la sequía.

2.2 Desarrollo de la planta de frijol

El desarrollo de la planta de frijol comprende dos fases. La fase vegetativa que inicia en el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para germinar y termina cuando aparecen los primeros botones florales; es en esta fase donde se forma la mayor parte de la estructura de la planta para su reproducción.

Luego inicia la fase reproductiva con los primeros botones florales y finaliza cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para ser cosechado. A lo largo de las fases se identifican 10 etapas, según el Centro de Investigación Agrícola del Trópico, CIAT (1986).

2.3 Etapas de desarrollo del frijol

Las etapas de desarrollo del cultivo son diez, cinco de desarrollo vegetativo y cinco de desarrollo reproductivo, siendo que el número de días para las variedades mejoradas actuales oscilan entre 62 a 77 días a madurez después de la siembra (IICA, 2009). Las etapas se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Etapas de desarrollo del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

Fase	Etapas	Código	DDS	Evento con que se inicia cada etapa
V E G E T A T I V A	Germinación	V0	0 - 5	Semilla en condiciones favorables para iniciar germinación.
	Emergencia	V1	5 - 7	Cotiledones del 50% de las plantas aparecen al nivel del suelo.
	Hojas primarias	V2	7 - 11	Hojas primarias del 50% de las plantas están desplegadas.
	Primera hoja trifoliada	V3	11 - 16	Primera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada.
	Tercera hoja trifoliada	V4	16 - 23	Tercera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada (etapa más larga de la fase vegetativa).
R E P R O D U C T I V A	Prefloración	R5	23 - 32	Primeros botones florales han aparecido en el 50% de las plantas. La aparición del primer botón depende principalmente del genotipo, temperatura y fotoperíodo.
	Floración	R6	32 - 36	Se ha abierto la primera flor en el 50% de las plantas.
	Formación de vainas	R7	36 - 44	Se ha marchitado la corola y en el 50% de las plantas aparece por lo menos una vaina. Hasta que la vaina alcanzó su máxima longitud comienza el crecimiento del grano.
	Llenado de las vainas	R8	44 - 62	Llenado de semillas en la primera vaina en el 50% de las plantas. También se observa el inicio de la defoliación de las plantas.
	Maduración	R9	62 - 77	Cambio de color en por los menos una vaina en el 50% de las plantas (del verde al amarillo uniforme o pigmentando). Todas las partes de la planta se secan, hasta llegar a un 15% de contenido de agua; la planta está lista para cosecharse.

(IICA, 2009).

2.4 Características principales de la variedad de frijol negro ICTA Chorti^{ACM}

La variedad surge debido a los problemas de desnutrición infantil en el oriente del país, y es producto de la colaboración entre el Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT, el proyecto HarvestPluS y el ICTA, quienes a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación – MAGA ponen a disposición de los agricultores una variedad de frijol más nutritivo, con 99 ppm de hierro y 36 ppm de zinc, liberada en el mes de abril del 2017. Estas características se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Características de la variedad ICTA Chorti^{ACM}

Altura de la planta	60 centímetros en promedio
Crecimiento	Tipo Ilc. Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo, con guía larga.
Color de la flor	Morado
Color de la vaina	Crema muy uniforme
Promedio de vainas/planta	15 vainas
Número de granos/vaina	7 granos
Forma del grano	Alargado
Color del grano	Negro opaco
Contenido de hierro	99 ppm
Días a floración	35 días después de la siembra (DDS)
Duración de la floración	30 días
Ciclo del cultivo	70 días a madurez fisiológica
Rendimiento promedio	1,950 kilogramos por hectárea
Días a cosecha	78 días después de la siembra (DDS)

(ICTA, 2017).

Entre las recomendaciones de manejo agronómico, está la siembra en época de segunda en el mes de agosto, con un distanciamiento de 0.40 metros entre surcos y 0.30 entre posturas, colocando tres semillas por postura. La fertilización se realiza después de la

germinación, con una fórmula completa 15-15-15 a razón de 261 kilogramos por hectárea, de preferencia enterrado con chuzo. El cultivo se debe mantener limpio de malezas como mínimo hasta los 35 días después de la siembra.

La variedad ICTA Chorti^{ACM} es uniforme en la etapa de maduración y la principal característica es cuando las hojas se ponen amarillas y se caen, posteriormente viene el secado que es cuando debe realizarse la cosecha, aproximadamente a los 78 días después de la siembra.

2.5 Nutrición vegetal y rendimiento

Los procesos fisiológicos que intervienen en la captación, transformación y traslocación de la energía disponible, determinan entre otras cosas el rendimiento de la planta. Las necesidades nutricionales de las plantas están separadas en dos grandes grupos, nutrientes orgánicos e inorgánicos, los primeros representan el 90 y 95%, el resto 5-10% (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

A partir de la década de 1950 la agricultura experimentó un cambio drástico de residuos orgánicos a fertilizantes inorgánicos, lo que hasta la fecha ha aumentado los rendimientos de los cultivos más no así una producción sostenible; debido a la creciente demanda de alimentos y de calidad, la agricultura conduce los procesos agrícolas a una forma más sostenible e innovadora que haga uso responsable de los recursos naturales, según Smil (1997).

La evaluación cualitativa de la cadena de valor de frijol en Guatemala, realizada por el Ministerio de Economía – MINECO, a través del Programa Nacional de Competitividad de Guatemala – PRONACOM; evidencia en la matriz de evaluación que el aspecto de productividad y competitividad no necesariamente debe aumentar el volumen de agroquímicos (pesticidas y fertilizantes) con el fin de mejorar, puesto que esto solo ha incrementado los costos y no así la producción.

La comprensión de la nutrición mineral de las plantas, ha sido la base de la gran expansión de la agricultura moderna. Dada la naturaleza tan compleja los estudios en este campo no sólo implican a la fisiología vegetal, sino también bioquímica, química, edafología, microbiología y ecología (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

2.6 Fertilización y desarrollo de la planta

La nutrición mineral tiene una influencia definitiva en la cosecha, la relación entre el crecimiento vegetal y el contenido de nutrientes minerales muestra que el contenido excesivo de nutrientes produce toxicidad y reducción del crecimiento de la planta. Por lo que para mantener e incrementar el desarrollo de la planta se necesita mejorar las prácticas agrícolas y emplear fertilizantes que a su vez sean respetuosos con el medio ambiente (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

La validación tiene como fin combinar los resultados de estudios anteriores de requerimientos N-P-K, métodos de aplicación de fertilizantes y el uso de bioestimulantes o promotores de crecimiento; de manera que los rendimientos alcanzados sean superiores a los que emplean los productores en campo, con el menor riesgo económico posible y sin comprometer su sostenibilidad en el tiempo.

La fertilización en frijol se basa principalmente en nutrientes como: nitrógeno, elemento importante en este cultivo, sin embargo, en la mayoría de los casos no se encuentra disponible en el suelo; sin embargo, existe la posibilidad de nitrógeno atmosférico fijado por leguminosas y otras familias de microorganismos de los géneros *Rhizobium* y *Frankia*. También por la absorción de amoníaco que se introduce en las plantas a través de las estomas (Azcón-Bieto y Talón 2000).

Hernández (2009) señala que, el fósforo también es necesario, aunque en cantidades pequeñas. El cultivo tiene necesidades grandes de potasio y calcio y requiere de una relación K:Ca de 15:1 en la parte apical. Estos elementos y otros se pueden suplir por medio de fórmulas comerciales (MAG, 1991).

De acuerdo con el IICA (2009), se pueden realizar aplicaciones foliares si es necesario para corregir deficiencias de elementos especialmente calcio, boro, magnesio y zinc.

2.6.1 Macroelementos

El nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K) constituyen el contenido principal de los fertilizantes de máxima comercialización debido a la importancia de estos tres elementos. Su comportamiento es muy similar.

a) Nitrógeno

El nitrógeno es un elemento que hace que la planta aproveche mejor el fósforo, por lo que es recomendable utilizar fertilizantes completos a los ocho días después de germinado el frijol, para que el N permita que el P sea absorbido (IICA, 2009).

b) Fósforo

Según el IICA (2009:10) el fósforo es el principal elemento nutritivo que necesita el frijol para expresar su potencial productivo.

Azcón-Bieto y Talón (2000) indican que, en contraste con el N, el P no se encuentra en forma reducida en las plantas, principalmente permanece formando enlaces anhídridos ricos en energía como en el ATP y el ADP; desempeñando un papel clave en la fotosíntesis, la respiración y en todo el metabolismo energético.

c) Potasio

Elemento activador de muchas enzimas esenciales para la fotosíntesis y la respiración, y también enzimas necesarias para formar almidón y proteínas. En plantas dicotiledóneas como el frijol, los primeros síntomas de deficiencia son clorosis en hojas adultas que posteriormente se hacen necróticas, crecimiento retrasado y marchitamiento (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

d) Calcio

El calcio es abundante en la mayoría de los suelos, rara vez es un factor limitante; su deficiencia se manifiesta por un pobre desarrollo radicular y afección de la división celular (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

e) Magnesio

Se comporta como un elemento muy móvil, casi nunca es un factor limitante; su deficiencia se expresa con clorosis intervenal.

2.6.2 Microelementos

a) Boro

Microelemento que estimula el alargamiento del tubo polínico y la germinación. En el cultivo de frijol *P. vulgaris* L. su deficiencia provoca menor desarrollo radicular y porte al cesar la división celular en tejidos jóvenes a lo que sigue necrosis y muerte de meristemas, como también menor número de nódulos (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

b) Zinc

Tiene mayor disponibilidad en pH ácido; su deficiencia produce clorosis intervenal por lo que tiene un papel estabilizador sobre la molécula de clorofila, otros síntomas son hojas y entrenudos cortos. Cabe destacar su participación en la estabilidad del ribosoma y presencia en la RNA polimerasa, lo que le convierte en un regulador de la expresión génica (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

2.7 Fertilización hidrosoluble

Es una técnica considerada de importancia en la nutrición para la incorporación en el suelo de una dosis recomendada de fertilizante. Consiste en aplicar macro y micronutrientes disueltos en agua, esta técnica requiere calibrar el equipo de aspersión, preparar la mezcla, llenar la bomba de mochila y mantener su presión constante durante la aplicación.

Se ha comprobado que la fertilización soluble es de alta eficiencia y de bajo costo, porque los fertilizantes de uso tradicional se mezclan y disuelven en agua para ser aplicados en la base del tallo de la planta. El resultado de esta técnica se observa en el crecimiento y desarrollo, buen follaje, así como la producción, siendo en la mayoría superior a la obtenida con una fertilización tradicional.

La técnica “*drench*” significa mojado, consiste en aplicar sobre la superficie del suelo la mezcla de fertilizantes disueltos en agua (Figuerola, 2012).

2.8 Promotores del crecimiento en la nutrición vegetal

A diferencia de los fertilizantes químicos, los abonos orgánicos no solo aportan nutrientes al cultivo, sino que además mejoran la estructura del suelo e incrementan la población de microorganismos benéficos. Por otra parte, se obtiene una mayor retención de agua, además de facilitar el intercambio de gases y nutrientes a nivel de las raíces de las plantas (Asociación El Bálsamo, 2013).

Recientemente la tecnología se ha redireccionado a una producción de formulados innovadores y sostenibles, para adaptarse a las exigencias de la creciente requisa de alimentos; siendo los promotores de crecimiento un excelente ejemplo. En la nutrición de las plantas destaca la importancia de abonos orgánicos definidos como promotores de crecimiento o bioestimulantes, productos con la capacidad de contribuir positivamente a la mejoría de la nutrición y desarrollo de la planta.

El INTAGRI define los bioestimulantes, como sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo, permitiendo que puedan ser más resistentes ante condiciones adversas, como sequías o ataque de plagas. Independiente de su contenido de nutrientes, pueden contener sustancias, compuestos y/o microorganismos, cuyo uso funcional, cuando se aplican a las hojas o en la rizósfera, es mejorar el desarrollo del cultivo y consecuentemente el rendimiento.

En esta prueba de campo se incorporó el bioestimulante artesanal y de uso popular en la región, conocido como “biofermentos”, estos son sustancias líquidas que ayudan a la nutrición de la planta, juegan un papel importante disminuyendo incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, los microorganismos presentes colonizan la superficie de las plantas. De acuerdo con Pacheco (2003) citado en Guapas (2013), los biofermentos son producto de un proceso de fermentación de materiales orgánicos. Dicho proceso se origina a partir de una intensa actividad microbiológica, donde los materiales orgánicos utilizados son transformados en minerales, vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos entre otras sustancias metabólicas. Estos abonos líquidos más allá de nutrir eficientemente los cultivos a través de los nutrientes de origen mineral quelatados, se convierten en un inóculo microbiano que permite restaurar el equilibrio microbiológico del agroecosistema.

2.9 Uso de promotores de crecimiento en el cultivo de frijol

Según DELOS (2014), los bioestimulantes o promotores de crecimiento activan diferentes procesos fisiológicos en el cultivo de frijol, se ha encontrado que cuando éstos se aplican al inicio de la floración, las plantas alcanzan mayor altura en comparación con otros momentos de aplicación; esto se debe a que los bioestimulantes mejoran la absorción de nutrientes en el cultivo.

El efecto de los bioestimulantes también se ha evaluado en condiciones de estrés en las plantas de frijol, encontrando que cuando son sometidas a un régimen de riego insuficiente, se ven afectadas, pero que las plantas que han sido sometidas a aplicaciones de bioestimulante a base de quitosana (extracto de cáscaras de crustáceos marinos) fueron capaces de atenuar los efectos de la deficiencia de agua (INCA, 2017).

3. OBJETIVOS

General

Validar el método de fertilización hidrosoluble en “*drench*” en el cultivo de frijol negro variedad ICTA Chorti^{ACM} (***Phaseolus vulgaris* L.**), en diez localidades del departamento de Chiquimula, Guatemala, para generar información transferible a los productores de la región.

Específicos

- Comparar el rendimiento del cultivo de frijol negro fertilizado con N-P-K + EM y biofermento en forma hidrosoluble en “*drench*” con el rendimiento obtenido con la tecnología utilizada actualmente por el agricultor, para determinar la tecnología que presenta mejores resultados en esta variable.
- Evaluar el nivel de adaptación de la tecnología en los productores participantes en la fase de validación, a través del formato de boleta del ICTA para medir el nivel de adopción.
- Determinar la relación beneficio/costo generada por el método de aplicación de fertilización hidrosoluble en “*drench*” en la producción de frijol negro y la obtenida por el productor local, en cada una de las diez localidades para comparar el beneficio económico de ambas tecnologías.

4. HIPÓTESIS

Ha. El método de aplicación de fertilización hidrosoluble en “*drench*” de N-P-K + EM y biofermento, presenta mayor rendimiento en el cultivo de frijol variedad ICTA Chorti^{ACM} al compararlo con el rendimiento obtenido con la tecnología del productor.

Ha. El método de aplicación de fertilización hidrosoluble en “*drench*” de N-P-K + EM y biofermento, es superior en rentabilidad al realizar la comparación con el método utilizado por el agricultor local.

5. METODOLOGÍA

La validación se desarrolló con la metodología de generación de tecnología del ICTA, a través de parcelas de prueba; para lo que se establecieron dos parcelas en cada localidad cada una con un área de 0.044 Ha, ambas fueron manejadas por el agricultor quién implementó la tecnología propuesta en una parcela y en la otra la tecnología convencional. El equipo investigador únicamente orientó el proceso y asesoró al productor oportunamente.

5.1 Localidad y época

La validación del método hidrosoluble en “*drench*” en la variedad de frijol ICTA Chorti^{ACM} se estableció en el departamento de Chiquimula utilizando diez localidades que fueron distribuidas en los municipios de Camotán, Jocotán, San Juan Ermita, San José La Arada e Ipala.

La época de manejo de las parcelas inició en el mes de mayo y finalizó en agosto del año 2019.

5.2 Número de parcelas

El cálculo para establecer el número de parcelas se determinó con la fórmula de potencia estadística; empleando los datos obtenidos de la investigación sobre niveles de

fertilización de NPK en el cultivo de frijol realizada por Ruano, H; Barillas, W (2016) en el programa CRIA. Utilizando un nivel de significancia de 95% y un tamaño de efecto por determinar de 100 kilogramos por hectárea, incremento deseable en la tecnología a validar; ya que aportaría un beneficio económico al productor local. El número de parcelas obtenido con una potencia aceptable fue bajo, por lo que para tener una mayor representatividad en la validación se establecieron un total de diez localidades; las cuales estuvieron distribuidas en las áreas productoras de frijol en el departamento de Chiquimula. Ver cuadro 3.

Cuadro 3. Localidades donde se establecieron parcelas de validación del método hidrosoluble en “*drench*” en la variedad de frijol negro ICTA Chorti^{ACM}, en el departamento de Chiquimula, 2019.

No.	Municipio	Localidad	Propietario
1	San José La Arada	El Palmarcito	Victorino Pérez López
2	San José La Arada	La Ceiba	Yolanda de Miranda
3	Ipala	Ipala	Abelardo Villafuerte Acevedo
4	Ipala	Julumichapa	Rita Mariana Ramírez Acevedo
5	Quezaltepeque	San Nicolás	Donel Castañeda López
6	San Juan Ermita	El coco	Cesar Obdulio Jordán Teodoro
7	Jocotán	Tesoro Abajo	Wilfredo Portillo Campos
8	Jocotán	Chillo Marimba	Herminio Jerónimo
9	Camotán	Dos Quebradas	Faustino Hernández
10	Camotán	Pajco	Emilio Izabel Pérez Mendoza

5.3 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de parcelas pareadas, para cuantificar el rendimiento y rentabilidad del cultivo en las parcelas manejadas por el agricultor, con el método de fertilización hidrosoluble en “*drench*” y el método convencional del productor; definiendo la tecnología más aceptable y con mejores resultados en presencia de los diversos factores.

5.4 Tratamientos

5.4.1 Método de fertilización hidrosoluble en “drench” y aplicación de biofermento

Se realizaron dos aplicaciones de fertilizantes hidrosolubles, realizando la primer aplicación a los 15 días después de siembra utilizando el fertilizante hidrosoluble NPK 13-40-13 con micronutrientes quelatados. Fórmula recomendada para iniciar el desarrollo del cultivo a una dosis de 52 kg/ha.

La Segunda aplicación se realizó a los 35 días después de siembra utilizando el fertilizante hidrosoluble NPK (Mg-S) 15-5-30 (2-10) con micronutrientes. Fórmula recomendada para llenado y maduración del fruto a una dosis de 104 kg/ha.

Cuadro 4. Cantidades en kg/ha utilizadas de los fertilizantes en la validación del método hidrosoluble en “*drench*” en la variedad de frijol negro ICTA Chorti^{ACM}, en el departamento de Chiquimula, 2019.

					Dosis kg/ha		
Fertilización	N	P	K	kg/ha	N	P	K
1a. Fertilización	13	40	13	52	6.8	20.8	6.8
2a. Fertilización	15	5	30	104	15.6	5.2	31.3
Total, kg/ha					22.4	26.0	38.0

Como complemento a este método se utilizó un fertilizante foliar a base de biofermento el cual se aplicó a los 25 días después de siembra a una dosis de 15 litros por hectárea, ver cuadro 5.

Cuadro 5. Descripción del bioestimulante utilizado en la validación del método hidrosoluble en “*drench*” en la variedad de frijol negro ICTA Chorti^{ACM}, en el departamento de Chiquimula, 2019.

Bioestimulante	Composición	Descripción	Dosis recomendada
Biofermento	pH 4.4 M.O. 0.4% Relación C/N 20 N 0.02% K₂O 0.06% Ca 0.02% MgO 0.01% B₂O₃ 1.11ppm Cu 0.35ppm Fe 10.45ppm Mn 0.03ppm Colonias de microorganismos, presentes en la capa de superficial del suelo extraída del bosque: • lactobacillus • bacillus • levaduras	Los biofermentos o abonos orgánicos son sustancias líquidas, su principal insumo son microorganismos de montaña de preferencia de un bosque natural o un bosque secundario bien estabilizado con una diversidad de especies, lo más cercano a la finca pues se trata de multiplicar los microorganismos que prosperan en suelos similares; además de sémola y melaza. Se fermenta por 30 días antes de usarlo.	500 a 1500 cc por bomba de 20 L, 50 cc por planta, de dos a ocho aplicaciones por ciclo de cultivo. 15 litros por hectarea. (Ver análisis de laboratorio en anexos)

5.4.2 Programa de fertilización convencional del productor

A través de una exploración en el área pudo hallarse que los productores no realizan la práctica de análisis de suelo y basan su sistema de fertilización únicamente en los resultados; por lo que utilizan métodos variados y niveles de nutrientes diversos para fertilizar sus cultivos, dependiendo mayormente de su condición económica y experiencia.

El productor manejó dos aplicaciones de fertilizantes de mezcla física, utilizando en la primera fertilización la formula 20-20-00 a una dosis de 157 kg/ha. En la segunda aplicación utilizó 15-15-15 a una dosis de 209 kg/ha.

Cuadro 6. Cantidades en kg/ha utilizadas en la fertilización convencional aplicada por el productor en la validación del método hidrosoluble en “*drench*” en la variedad de frijol negro ICTA Chorti^{ACM}, en el departamento de Chiquimula, 2019.

		Dosis kg/Ha		
Fertilización	Kg/Ha	P	K	K
1a Fertilización (20-20-0)	157.3	31.46	31.46	0
2a Fertilización (15-15-15)	209.73	31.46	31.46	31.46
Totales		62.92	62.92	31.46

Como complemento realizaron dos aplicaciones al follaje a los 25 y 35 días después de la siembra, utilizando el producto Mas Frijol a una dosis de 2.25 litros por hectárea.

5.5 Tamaño de la unidad experimental

Se establecieron dos parcelas en cada localidad de 0.044 hectáreas, correspondiente a una “tarea”, con el cultivar de frijol negro variedad ICTA Chorti^{ACM}. Una parcela se manejó con el método de fertilización hidrosoluble en “*drench*” y la otra con la tecnología tradicional del productor; ambas fueron sembradas en la misma fecha.

5.6 Modelo estadístico

No se utilizó diseño experimental. Para el análisis de los datos de rendimiento se empleó la prueba t de *Student* para parcelas pareadas.

5.7 Variables de respuesta

- a) Rendimiento expresado en kg/ha al 14% de humedad del grano obtenido con las tecnologías en cada localidad y el promedio general de las 10 localidades.
- b) Relación Beneficio / Costo obtenido con las tecnologías en cada localidad y el promedio general de las 10 localidades.

5.8 Análisis de la información

Los datos compilados corresponden al rendimiento del grano expresado en kilogramos por hectárea, estos resultados fueron sometidos a la prueba t de *Student* para parcelas pareadas, donde se determinó las diferencias en los rendimientos de la tecnología validada y el método del productor.

La rentabilidad del método propuesto y el del productor se analizó a través de los costos totales y los ingresos percibidos, con los que se determinó la relación beneficio/costo, encontrando el método de fertilización presenta mayor rentabilidad para el productor.

5.9 Manejo agronómico

La variedad de frijol negro ICTA Chorti^{ACM}, se estableció con el marco de plantación que utiliza el productor a dos granos por postura.

Por tratarse de parcelas de prueba las prácticas de preparación del terreno, de la semilla y la siembra, se hizo de acuerdo a la técnica que realiza el productor en la localidad; de igual manera el control de malezas, plagas, enfermedades y la cosecha del grano. Únicamente la

actividad de fertilización en una de las parcelas de prueba se socializó con el productor para que la aplicara de acuerdo a como la validación establecía. Cada una de las actividades de manejo fueron acompañadas en la manera de lo posible para garantizar el desarrollo del cultivo, realizando las recomendaciones oportunas en cuanto al manejo según lo detectado.

Las proyecciones de cosecha se coordinaron con el productor, el cual dió el manejo tradicional para extracción del grano; colocándolo a secar para obtener el porcentaje de humedad adecuado para su pesaje.

a) Muestreo de suelo

Se recolectaron muestras de suelo en las localidades para determinar la cantidad de macro y micronutrientes, materia orgánica, pH, la capacidad de intercambio catiónico, su textura y estructura, los parámetros obtenidos se utilizaron como referencia en el análisis de los rendimientos obtenidos.

b) Fertilización

Una de las parcelas en cada localidad se manejó con la fertilización hidrosoluble en “*drench*” y aplicación de biofermento. En la segunda parcela el productor aplicó la fertilización convencional, con las formulaciones físicas 20-20-00 y 15-15-15. El cuadro 7 describe el plan de fertilización validado.

Cuadro 7. Programa de fertilización propuesto para el cultivo de frijol (*P. vulgaris* L.) negro variedad ICTA Chorti^{ACM}, en el departamento de Chiquimula, 2019.

Tipo	Descripción	Dosis de aplicación en “drench”	Época de aplicación (dds)
Fórmula Hidrosoluble	Primera aplicación: Fertilizante complejo hidrosoluble NPK 13-40-13 con micronutrientes	Primera Aplicación 52 kg/ha. 2.5 kg por tonel de 200 L 25 cc/postura	15
	Segunda aplicación: Fertilizante Complejo hidrosoluble NPK (Mg-S) 15-5-30 (2-10) con micronutrientes	Segunda Aplicación 104 kg/ha. 5 kg por tonel de 200 L 25 cc/postura	35
Bioestimulante	Biofermento Aplicado al follaje	400 cc/asperjadora de 16 litros	25

dds= días después de siembra

La parcela del productor se manejó con dos aplicaciones de fertilizante de formulación física y aplicación de complemento nutritivo vía follaje. En el cuadro 8 se describe las dosis utilizadas.

Cuadro 8. Programa de fertilización convencional aplicado en el cultivo de frijol (*P. vulgaris* L.) negro variedad ICTA Chorti^{ACM}, en el departamento de Chiquimula, 2019.

Tipo	Descripción	Dosis de aplicación hg/ha	Época de aplicación dds
Formula física	Primera fertilización (20-20-0)	157.3	10
Formula física	Segunda fertilización (15-15-15)	209.73	30
Complemento nutritivo	Mas frijol Aplicado al follaje	15 litros/ha	25 y 35

dds= días después de siembra

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Parcelas de prueba establecidas

En total se establecieron 10 parcelas de prueba en el departamento de Chiquimula en los municipios de Camotán, Jocotán, San Juan Ermita, Quezaltepeque, San José La Arada e Ipala, de las cuales se obtuvieron datos válidos para el estudio de 9 parcelas, ya que una de ellas fue reportada con pérdida del cultivar. La información generada sobre los agricultores colaboradores, las localidades y los rendimientos expresados en kg/ha, se presenta en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Listado de agricultores colaboradores, localidades y rendimientos en Kg/Ha, obtenidos en las parcelas de prueba de la variedad de frijol negro ICTA Chorti^{ACM}, en el Oriente de Guatemala. 2019.

No.	Productor	Localidad	Rendimiento kg/ha	
			Fertilización Granulada	Fertilización Hidrosoluble
1	Victorio Pérez	Palmarcito, San José La Arada	383.11	583.33
2	Yolanda de Miranda	Ceiba, San Jose La Arada	180.76	119.35
3	Abelardo Villafuerte	Ipala, Ipala	570.50	596.00
4	Rita Ramírez	Julumichapa, Ipala	267.71	354.51
5	Donel Castañeda	San Nicolás, Quezaltepeque	376.36	100.59
6	Cesar Jordán	El coco, San Juan Ermita	415.78	141.53
7	Wilfredo Portillo	Tesoro Abajo, Jocotán	272.00	385.67
8	Herminio Jerónimo	ChilloMarimba, Jocotán	521.19	542.26
9	Faustino Hernández	Dos Quebradas, Camotán	540.36	250.16
10	Emilio Pérez	Pajco, Camotán	0	0

6.2 Rendimiento de grano

El estudio contempló como variable de respuesta el rendimiento en grano expresado en kilogramos por hectárea de la variedad ICTA Chortí^{ACM}, por lo que se hizo una comparación del programa de fertilización convencional del productor con la fertilización hidrosoluble más aplicación de biofermento. Los resultados obtenidos de rendimiento de grano se analizaron con prueba de *t* de *Student*, en el Cuadro 10 se presentan los datos obtenidos del análisis estadístico.

Cuadro 10. Resultados de la prueba *t* de *Student* para muestras independientes en la fertilización convencional del productor y fertilización hidrosoluble más biofermento, para la variable de rendimiento en kilogramos por hectárea.

Obs (1)	Obs(2)	N	Media (dif)	Media 1	Media 2	DE(dif)	LI(95%)	LS(95%)	T	Bilateral
Granulado	Hidrosoluble	10	45.44	352.78	307.34	176.46	-80.79	171.67	0.81	0.4365

Fuente: InfoStat

De acuerdo con el resultado del análisis estadístico por medio de la **prueba de *t*** con un nivel de significancia de 0.05 para la variable rendimiento de grano en kg/Ha, utilizando como herramienta el programa *InfoStat*, se determina que no hay diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos evaluados, dado que se obtuvo un *valor de t* (bilateral) de 0.4365, con medias de rendimiento de 352.78 kg/Ha para la fertilización convencional y de 307.34 kg/Ha para la fertilización hidrosoluble más biofermento. Indicando a la vez que la fertilización validada presenta rendimientos inferiores con respecto a la fertilización convencional, esto se debe a que en los meses de mayo y junio las lluvias fueron únicamente en algunas zonas del departamento de Chiquimula según la MTA- Chiquimual (2019) y en los meses siguientes disminuyeron las lluvias por el período denominado canícula, siendo la humedad en el suelo factor determinante para que la fertilización hidrosoluble rinda todo su potencial. Los bajos rendimientos también se vieron afectados por la época seca, que favoreció la presencia de mosaico en un 85% de las parcelas.

Para cada una de las localidades se obtuvieron muestras de suelo, con el propósito de ser consideradas en el análisis de los rendimientos obtenidos; sin embargo los resultados

reflejados no tienen relación directa con las características del suelo, los análisis se adjuntan en anexos.

6.3 Análisis de pre-aceptabilidad

Se realizó a través de la boleta de pre-aceptabilidad (ver anexos), que se utilizó al final del ciclo de la parcela de validación con los productores colaboradores, con el propósito de conocer el primer impacto de la tecnología aplicada, en este caso fertilización hidrosoluble en “*drench*” más biofermento en la variedad de frijol negro ICTA Chorti^{ACM}.

Con base a la información generada por nueve productores que cultivaron las parcelas de prueba, se tienen las respuestas a siete preguntas básicas de pre-aceptabilidad. Los resultados se presentan en el Cuadro 11. De acuerdo a lo expresado por los productores, la fertilización hidrosoluble en “*drench*” es calificada como buena por un 67% y excelente en un 40%, porque se aprovecha de mejor manera el fertilizante cuando el suelo está húmedo, en general no ven problema o desventaja en aplicar éste método de fertilización en sus cultivos. Un 67% considera que el método validado cumple con sus expectativas de rendimiento en la época evaluada al compararlo con lo obtenido por otros productores en las cercanías a las parcelas; el 11% manifiesta que adicionaría una tercera aplicación a los 10 días después de la siembra y que para disminuir los costos podría combinarse con fertilización granulada. El 78% de los productores recomendaría la metodología validada y el resto cree que por tradición los agricultores no la aplicarían; sin embargo el 67% implementará el método de fertilización hidrosoluble en el próximo ciclo.

Cuadro 11. Resumen de las respuestas obtenidas de los agricultores colaboradores a través de la boleta de pre-aceptabilidad de la tecnología validada.

Pregunta	Niveles de respuesta
1 ¿Cómo califica la fertilización hidrosoluble propuesta por el CRIA?	Excelente: 33%; buena: 67%; regular: 0%
2 ¿Qué problemas o desventajas presentó para usted la fertilización hidrosoluble probada en su sistema de cultivo?	Ninguna = 100%
3 ¿Qué ventajas observa en la fertilización hidrosoluble probada por el CRIA?	- Usa menos fertilizante - Mayor disponibilidad de nutrientes - No hay desperdicio - Las épocas de aplicación son las que ellos manejan
4 ¿Cumple la fertilización hidrosoluble probada por CRIA sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Si = 67% No = 33%
5 ¿Haría modificaciones a la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Si = 11% No = 89%
6 ¿Le recomendaría la fertilización hidrosoluble probada a otro productor?	Si = 78% No = 22%
7 ¿Utilizará la fertilización hidrosoluble de CRIA para su próximo ciclo de cultivo?	Probablemente si = 33% Definitivamente si = 67% Probablemente no = 0 Definitivamente no = 0

6.4 Evaluación financiera del proceso de validación

Para este análisis se tomaron en cuenta los meses del ciclo de producción de frijol ICTA Chortí, considerando ingresos por ventas y egresos (arrendamiento de terreno, insumos y mano de obra). Se calculó para cada localidad la relación beneficio costo, con los ingresos y costos y la rentabilidad que se indica a través de las utilidades e inversión realizada en cada parcela; en el Cuadro 12 pueden verse los montos obtenidos, que reflejan de forma generalizada una rentabilidad negativa en las parcelas manejadas con fertilización hidrosoluble y rentabilidad negativa en un 90% de las parcelas manejadas de forma convencional.

Cuadro 12. Evaluación financiera de las parcelas de validación del método de fertilización hidrosoluble en “*drench*” de la variedad de frijol negro ICTA Chorti^{ACM}.

Localidad	Beneficio bruto Q		Costo variable Q		Beneficio neto Q		Relación B/C		Rentabilidad	
	Convencional	Hidrosoluble	Convencional	Hidrosoluble	Convencional	Hidrosoluble	Convencional	Hidrosoluble	Convencional	Hidrosoluble
El Palmarcito, San José La Arada	2980.60	4538.31	4429.50	5435.71	-1448.90	-897.40	0.67	0.83	-33%	-17%
La Ceiba, San José La Arada	1406.31	928.54	4429.50	5435.71	-3023.19	-4507.17	0.32	0.17	-68%	-83%
Ipala	4438.49	4636.88	4429.50	5435.71	8.99	-798.83	1.00	0.85	0%	-15%
Julumichapa, Ipala	2082.78	2758.09	4429.50	5435.71	-2346.72	-2677.62	0.47	0.51	-53%	-49%
San Nicolás, Quezaltepeque	2928.08	782.59	4429.50	5435.71	-1501.42	-4653.12	0.66	0.14	-34%	-86%
El Coco, San Juan Ermita	3234.77	1101.10	4429.50	5435.71	-1194.73	-4334.61	0.73	0.20	-27%	-80%
Tesoro Abajo, Jocotán	2116.16	3000.51	4429.50	5435.71	-2313.34	-2435.20	0.48	0.55	-52%	-45%
ChilloMarimba, Camotán	4054.86	4218.78	4429.50	5435.71	-374.64	-1216.93	0.92	0.78	-8%	-22%
Dos Quebradas, Jocotán	4204.00	1946.24	4429.50	5435.71	-225.50	-3489.47	0.95	0.36	-5%	-64%
Pajco, Camotán	0.00	0.00	4429.50	5435.71	-4429.50	-5435.71	0.00	0.00	-	-

En la localidad de Pajco, Camotán se entregaron los insumos para el establecimiento de las parcelas; la primera siembra tuvo un bajo porcentaje de germinación, por lo que se hizo una resiembra, pero la plantación fue afectada por virosis del Mosaico Dorado y las pocas vainas se pudrieron por las lluvias abundantes durante dicho período.

7. CONCLUSIONES

- La fertilización convencional del productor supera en rendimiento de grano a la fertilización hidrosoluble propuesta a los productores colaboradores del departamento de Chiquimula, que tomaron parte en la validación.
- La pre-aceptabilidad del método de fertilización hidrosoluble en “drench” más biofermento es evidente, de acuerdo a lo manifestado por los agricultores colaboradores posterior al proceso de validación; considerando que las condiciones no fueron las deseables.
- La evaluación financiera consideró los indicadores relación beneficio costo y rentabilidad, los que reflejan resultados negativos en un 100% para la fertilización validada y en un 90% para la fertilización convencional; esto debido a que la variedad no expresó todo su potencial por falta de agua, poco control de malezas y presencia de virus del Mosaico Dorado. Por lo que no fue posible determinar que método de fertilización es más rentable para el cultivo de frijol negro variedad ICTA Chorti^{ACM}

8. RECOMENDACIÓN

- Evaluar el método de fertilización hidrosoluble en “drench” más biofermento en la variedad de frijol negro ICTA Chorti^{ACM} en época de segunda; asegurando la humedad necesaria en el suelo y el control de maleza oportuno, cultivándolo en asocio con maíz ya que se observó mejor capacidad de carga en crecimiento vertical.

9. BIBLIOGRAFÍA

Asociación El Bálsamo. 2013. ¿Cómo preparar biofertilizantes líquidos y abonos orgánicos para uso foliar? (en línea). San Salvador, El Salvador. 21 p. Consultado 15 may. 2018. Disponible en <http://docplayer.es/43573591-Como-preparar-biofertilizantes-liquidos-y-abonos-organicos-para-uso-foliar.html>

Azcón-Bieto, J; Talón, M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Barcelona, España, McGraw – Hill. 133 p.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia); Fernández, F; Gepts, P; López, M. 1986. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia, CIAT. 33 p.

DELOS (Revista Desarrollo Local Sostenible, España). 2014. Efecto de la aplicación del bioestimulante Fitomas-E en tres etapas de desarrollo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (en línea). Universidad de Málaga, España, Vol. 7. No. 20. 10 p. Consultado 05 ago. Disponible en <http://www.eumed.net/rev/delos/20/cultivo-frijol.pdf>

Figuerola, OL. 2012. Guía técnica “Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de café”. 26 p.

Franco Salguero, CA. 2018. Evaluación de doce programas de fertilización en el cultivo de frijol negro variedad ICTA Ligero (*Phaseolus vulgaris* L.), en dos localidades del departamento de Chiquimula, 2018. Tesis Inga. Agra. USAC – CUNORI. 56p.

García Sosa, RO. 2017. Evaluación de cuatro métodos de aplicación de fertilizante en el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris* L., en los municipios de San Juan Ermita e Ipala del Departamento de Chiquimula, Guatemala, 2016. Tesis Ing. Agr. USAC – CUNORI. 62 p.

Hernández, JC. 2009. Manual de recomendaciones técnicas Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (en línea). 79 p. Consultado 11 jun. 2018. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-9533.pdf>

ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala). 2011. Producción de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (en línea). Guatemala, Guatemala. 26 p. Consultado 28 may. 2018. Disponible en <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Frijol/Produccion%20de%20Frijol%20Phaseolus%20vulgaris%20L%202011.pdf>

ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala); MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentaria, Guatemala); CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical); Proyecto HarvestPlus. 2017. ICTA Chorti^{ACM} Variedad de frijol arbustivo Biofortificada con hierro y zinc (en línea). Villa Nueva, Guatemala. s.p. (6). Consultado 23 nov. 2018. Disponible en <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Frijol/ICTA%20Chorti%20ACM%20Varieda%20de%20frijol%20arbustivo%20biofortificado%20con%20hierro%20y%20zinc,%202017.pdf>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2009. Guía técnica para el cultivo de frijol (en línea). Boaco, Nicaragua. 22 p. Consultado 14 jun. 2018. Disponible en <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>

INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba). Efecto del QuitoMax® en plantas de (*Phaseolus vulgaris* L.) sometidas a dos regímenes de riego (en línea). Ministerio de Educación Superior, Cultivos Tropicales, vol. 38, no. 4, pp 92-101. Consultado 07 may. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v38n4/ctr14417.pdf>

INTAGRI (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura). 2016. Bioestimulantes en nutrición, fisiología y estrés vegetal. Consultado 20 may. 2018. Disponible en http://agriculturers.com/bioestimulantes-nutricion-fisiologia-estres-vegetal/?utm_campaign=shareaholic&utm_medium=facebook&utm_source=socialnetwork

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica); Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. 1991. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica (en línea). San José, Costa Rica. s.e. s.p.(9). Consultado 14 jun. 2018. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_frijol.pdf

Margarita Belén Guapás Baldeón. 2013. Respuesta de la espinaca (*Spinacea oleracea*) a la fertilización foliar con tres complementaria con tres biofermentos (en línea). Quito, Ecuador: Universidad Central de Ecuador. 119 p. consultado 17 abr. 2018. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1060/1/T-UCE-0004-15.pdf>

MTA – Chiquimula. (2019). Boletín Agroclimático No. 6. Recomendaciones técnicas obtenidas de la VIII reunión de la MTA Chiquimula. Agosto de 2019.

Ruano Solis, HH.; et. al. 2016. Evaluación de cinco programas de fertilización química con N-P-K, para tres genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en cuatro localidades del corredor seco de los departamentos de Chiquimula y Zacapa, Guatemala, 2016.

SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería, Honduras). s.f. Guía técnica Productos Orgánicos (en línea). Olancho, Honduras. s.p. Consultado 25 may. Disponible en http://www.redmujeres.org/biblioteca%20digital/fertilizantes_insecticidas_organicos.pdf

Smil, V. 1997. Global Population and the Nitrogen Cycle (en línea). Scientific American, Inc; Julio 1997. 5 p. Consultado 11 jun. 2018. Disponible en http://vaclavsmil.com/wpcontent/uploads/Smil_SciAm_N2cycle.pdf

10. ANEXOS

Anexo 1. Boletas de aceptación de validación del ICTA

Boleta de Evaluación de aceptación validación ICTA, establecida por el Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas.

Tecnología probada		Validación del método de fertilización hidrosoluble en "drench", en la variedad de frijol negro ICTA Chorti ^{scm} (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en el departamento de Chiquimula.	No. Boleta: 1
Coordenadas geográficas		Lat: 14°38'47" Long: 89°27'19"	Responsable: Mylene
Nombre del Agricultor		Donel Castañeda	Fecha: Oct 08 2019
Localización de la parcela		Comunidad: San Nicas Municipio: Quezaltenango Departamento: Chiquimula	
1	¿Cómo califica la fertilización hidrosoluble propuesta por el CRIA?	Observaciones:	☐ Excelente () ☒ Bueno (✓) ☐ Regular () ☐ Malo () ☐ Muy malo ()
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted la fertilización hidrosoluble probada en su sistema de cultivo?	Ningún problema, la producción fue menor en el tratamiento soluble, pero fueron otros factores como falta de agua y presencia de malezas.	
3	¿Qué ventajas observa en la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	La respuesta al fertilizante fue parte de la planta es más rápida.	
4	¿Cumple la fertilización hidrosoluble probado por CRIA, sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Sí ☐ No ☒ Por qué no fue posible evidenciar los resultados, hubieran otros factores que intervinieran, hoy que considerarlo.	
5	¿Haría modificaciones a la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Sí ☐ No ☒ Por qué la fertilización se ve completa, únicamente que en las aplicaciones de fertilizante puede aprovecharse para aplicar algún fungicida.	
6	¿Le recomendaría la fertilización hidrosoluble probada a otro productor?	Sí ☒ No ☐ Por qué la aplicación de fertilizante se realiza con una buena distribución y directo a la raíz.	
7	¿Utilizará la fertilización hidrosoluble de CRIA para su próximo ciclo de cultivo?	Observaciones: Porque promete mejores resultados.	☐ Probablemente sí () ☒ Definitivamente sí (✓) ☐ Probablemente no () ☐ Definitivamente no ()
8	Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre la fertilización hidrosoluble probada por CRIA	—	

Boleta de Evaluación de aceptación validación ICTA, establecida por el Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas.

Tecnología probada		Validación del método de fertilización hidrosoluble en "drench", en la variedad de frijol negro ICTA Chorti ^{scm} (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en el departamento de Chiquimula.	No. Boleta: 2
Coordenadas geográficas		Lat: 14°46'45" Long: 89°24'41"	Responsable:
Nombre del Agricultor		Alonso Martínez	Fecha: Oct 20 2019
Localización de la parcela		Comunidad: Tesoro Abajo. Municipio: Jactan. Departamento: Chiquimula	
1	¿Cómo califica la fertilización hidrosoluble propuesta por el CRIA?	Observaciones:	Excelente () Bueno (✓) Regular () Malo () Muy malo ()
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted la fertilización hidrosoluble probada en su sistema de cultivo?		
3	¿Qué ventajas observa en la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	No hay riesgo que el fertilizante se erosione fácilmente, la cantidad se aplica de forma individual	
4	¿Cumple la fertilización hidrosoluble probado por CRIA, sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Sí ☐ No ☒ Por qué el rendimiento obtenido, fue bajo.	
5	¿Haría modificaciones a la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Sí ☐ No ☒ Por qué porque hubieran otras razones que provocaban, el bajo rendimiento, como malezas, maderitas y otros.	
6	¿Le recomendaría la fertilización hidrosoluble probada a otro productor?	Sí ☐ No ☒ Por qué es necesario que se vuelva a aplicar en un futuro.	
7	¿Utilizará la fertilización hidrosoluble de CRIA para su próximo ciclo de cultivo?	Observaciones:	Probablemente sí (✓) Definitivamente sí () Probablemente no () Definitivamente no ()
8	Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre la fertilización hidrosoluble probada por CRIA	-	

Boleta de Evaluación de aceptación validación ICTA, establecida por el Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas.

Tecnología probada		Validación del método de fertilización hidrosoluble en "drench", en la variedad de frijol negro ICTA Chorti ^{acm} (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en el departamento de Chiquimula.	No. Boleta: 3
Coordenadas geográficas		Lat: 14° 47' 42" Long: 89° 19' 42"	Responsable: Mylene
Nombre del Agricultor		Helminio Tecónino	Fecha: Oct 21 2019
Localización de la parcela		Comunidad: Chillonamaumba Municipio: Camotán Departamento: Chiquimula	
1	¿Cómo califica la fertilización hidrosoluble propuesta por el CRIA?	Observaciones: Es muy excelente la forma mosaico	Excelente (X) Bueno () Regular () Malo () Muy malo ()
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted la fertilización hidrosoluble probada en su sistema de cultivo?	Ninguno. La época de siembra no favoreció.	
3	¿Qué ventajas observa en la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Que se usa menos fertilizante y va estar disponible para la planta	
4	¿Cumple la fertilización hidrosoluble probado por CRIA, sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Sí ☒ No ☐ Por qué en comparación con otras parcelas vecinas el rendimiento fue alto.	
5	¿Haría modificaciones a la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Sí ☐ No ☒ Por qué se vieron buenos resultados con lo que se usó	
6	¿Le recomendaría la fertilización hidrosoluble probada a otro productor?	Sí ☐ No ☒ Por qué culturalmente están acostumbrados.	
7	¿Utilizará la fertilización hidrosoluble de CRIA para su próximo ciclo de cultivo?	Observaciones: El productor expresó su interés en utilizarla.	Probablemente sí (X) Definitivamente sí () Probablemente no () Definitivamente no ()
8	Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre la fertilización hidrosoluble probada por CRIA	—	

Boleta de Evaluación de aceptación validación ICTA, establecida por el Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas.

Tecnología probada		Validación del método de fertilización hidrosoluble en "drench", en la variedad de frijol negro ICTA Chorti ^{scm} (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en el departamento de Chiquimula.	No. Boleta: 4
Coordenadas geográficas		Lat:	Long:
Nombre del Agricultor		Luis Acevedo	
Localización de la parcela		Comunidad: Jumbichapa Municipio: Ipala Departamento: Chiquimula	
1	¿Cómo califica la fertilización hidrosoluble propuesta por el CRIA?	Observaciones: Porque la planta desarrollo bien, pero hubo dificultad para aplicar riego después.	Excelente (✓) Bueno () Regular () Malo () Muy malo ()
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted la fertilización hidrosoluble probada en su sistema de cultivo?	No hubo problema.	
3	¿Qué ventajas observa en la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Se usaron otros fertilizantes, con minerales que la planta necesita.	
4	¿Cumple la fertilización hidrosoluble probado por CRIA, sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Sí ✓ No ____ Porque el cultivo se vio saludable, no se tuvo frecuencia de plagas, lo que quiere decir que alimento bien la planta.	
5	¿Haría modificaciones a la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Sí ____ No ✓ Porque todo iba bien hasta que el ciclo ya no pudo utilizarse.	
6	¿Le recomendaría la fertilización hidrosoluble probada a otro productor?	Sí ✓ No ____ Porque se tiene la experiencia de este ciclo, de como se aplicó.	
7	¿Utilizará la fertilización hidrosoluble de CRIA para su próximo ciclo de cultivo?	Observaciones: -	Probablemente sí (✓) Definitivamente sí () Probablemente no () Definitivamente no ()
8	Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre la fertilización hidrosoluble probada por CRIA	-	

Boleta de Evaluación de aceptación validación ICTA, establecida por el Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas.

Tecnología probada		Validación del método de fertilización hidrosoluble en "drench", en la variedad de frijol negro ICTA Chorti [™] (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en el departamento de Chiquimula.	No. Boleta: 5
Coordenadas geográficas		Lat: Long:	Responsable:
Nombre del Agricultor		Yolanda de Miegunda	Fecha: Sep 20 2019
Localización de la parcela		Comunidad: La Cuba Municipio: San José La Arada Departamento: Chiquimula	
1	¿Cómo califica la fertilización hidrosoluble propuesta por el CRIA?	Observaciones: A pesar de que los riegos no fueron suficientes, se cosechó.	Excelente () Bueno (X) Regular () Malo () Muy malo ()
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted la fertilización hidrosoluble probada en su sistema de cultivo?	La fertilización no fue problema, sino la falta de lluvia.	
3	¿Qué ventajas observa en la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Se previene que el fertilizante se lave.	
4	¿Cumple la fertilización hidrosoluble probado por CRIA, sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Sí ☒ No ☐ Por qué no serían buenas condiciones pero, se obtuvo cosecha.	
5	¿Haría modificaciones a la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Sí ☐ No ☒ Por qué	
6	¿Le recomendaría la fertilización hidrosoluble probada a otro productor?	Sí ☒ No ☐ Por qué le parece que es una forma diferente, pero antes quisiera ver cuanto rinde en si se siembra en segunda.	
7	¿Utilizará la fertilización hidrosoluble de CRIA para su próximo ciclo de cultivo?	Observaciones: Tiene interés en ver como se comporta la clase de frijol en segunda.	Probablemente sí () Definitivamente sí (X) Probablemente no () Definitivamente no ()
8	Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre la fertilización hidrosoluble probada por CRIA	—	

Boleta de Evaluación de aceptación validación ICTA, establecida por el Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas.

Tecnología probada		Validación del método de fertilización hidrosoluble en "drench", en la variedad de frijol negro ICTA Chorti ^{scm} (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en el departamento de Chiquimula.	No. Boleta: 6
Coordenadas geográficas		Lat: 14°43'25" Long: 89°34'21"	Responsable:
Nombre del Agricultor		Victorio Pérez López	Fecha: Sep. 20 2019
Localización de la parcela		Comunidad: El Palmarito Municipio: San José La Arada Departamento: Chiquimula	
1	¿Cómo califica la fertilización hidrosoluble propuesta por el CRIA?	Observaciones: La época no beneficia, aunque se aplicó luego no fue suficiente.	Excelente (X) Bueno () Regular () Malo () Muy malo ()
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted la fertilización hidrosoluble probada en su sistema de cultivo?	No hay ningún problema con el método	
3	¿Qué ventajas observa en la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Se aplicó en las mismas épocas que usamos, buena planta, desarrollo bien, faltó lluvia.	
4	¿Cumple la fertilización hidrosoluble probado por CRIA, sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Sí ☒ No ☐ Por qué se pudo cosechar, si no hubiera sido por esa fertilización no se hubiera podido cosechar, la planta alcanzó buen tamaño.	
5	¿Haría modificaciones a la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Sí ☐ No ☒ Por qué se mantienen las mismas fechas de aplicación, y vio buen desarrollo en la planta, No hubo presencia de plaga.	
6	¿Le recomendaría la fertilización hidrosoluble probada a otro productor?	Sí ☒ No ☐ Por qué el ve que hay otras formas de fertilizar y que funciona porque la planta se ve bien que ya está disuelto en agua y directo al suelo.	
7	¿Utilizará la fertilización hidrosoluble de CRIA para su próximo ciclo de cultivo?	Observaciones:	Probablemente sí () Definitivamente sí (X) Probablemente no () Definitivamente no ()
8	Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre la fertilización hidrosoluble probada por CRIA	El productor ve una buena oportunidad en el método utilizado.	

Boleta de Evaluación de aceptación validación ICTA, establecida por el Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas.

Tecnología probada		Validación del método de fertilización hidrosoluble en "drench", en la variedad de frijol negro ICTA Chorti ^{scm} (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en el departamento de Chiquimula.	No. Boleta: 7
Coordenadas geográficas		Lat: 14°46'45" Long: 89°29'19"	Responsable:
Nombre del Agricultor		Cesar Joldán	Fecha: Sep 22 2019
Localización de la parcela		Comunidad: El Coco Municipio: San Juan Escutal Departamento: Chiquimula	
1	¿Cómo califica la fertilización hidrosoluble propuesta por el CRIA?	Observaciones:	Excelente () Bueno (✓) Regular () Malo () Muy malo ()
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted la fertilización hidrosoluble probada en su sistema de cultivo?	Las parcelas no tienen buen suelo, no hubo humedad necesaria	
3	¿Qué ventajas observa en la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Se usó menos fertilizante, la planta aprovechó más rápido.	
4	¿Cumple la fertilización hidrosoluble probado por CRIA, sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Sí ☒ No ☐ Porque Es difícil hacer una evaluación cuando no hubieran condiciones adecuadas, pero a pesar de esto cosecho.	
5	¿Haría modificaciones a la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Sí ☐ No ☒ Porque considero que se tenía una base en cuanto a aplicación, se aplicó foliar también.	
6	¿Le recomendaría la fertilización hidrosoluble probada a otro productor?	Sí ☒ No ☐ Porque se hace buen uso del fertilizante, se vieron plantas de muy buen tamaño y buena carga.	
7	¿Utilizará la fertilización hidrosoluble de CRIA para su próximo ciclo de cultivo?	Observaciones:	Probablemente sí () Definitivamente sí (✓) Probablemente no () Definitivamente no ()
8	Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre la fertilización hidrosoluble probada por CRIA	—	

Boleta de Evaluación de aceptación validación ICTA, establecida por el Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas.

Tecnología probada		Validación del método de fertilización hidrosoluble en "drench", en la variedad de frijol negro ICTA Chorti ^{scm} (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en el departamento de Chiquimula.	No. Boleta: 8
Coordenadas geográficas		Lat: Long:	Responsable:
Nombre del Agricultor: Cesar Augusto		Abelardo Villafuerte	Fecha: Sep 26 2019
Localización de la parcela		Comunidad: Ipala Municipio: Ipala Departamento: Chiquimula	
1	¿Cómo califica la fertilización hidrosoluble propuesta por el CRIA?	Observaciones: La época no benefició, considero que hubo buen desarrollo, pero hizo falta mejorar el control de malezas.	Excelente () Bueno (X) Regular () Malo () Muy malo ()
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted la fertilización hidrosoluble probada en su sistema de cultivo?	Es más trabajo aplicarlo, pero que es más fácil de implementar que el método sembrado.	
3	¿Qué ventajas observa en la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Que el fertilizante ya va disuelto en agua, hay menos riesgo que se pierda y si se aplica en planta.	
4	¿Cumple la fertilización hidrosoluble probada por CRIA, sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Sí No X Porque aunque la planta tuvo buen desarrollo, no andó lo esperado.	
5	¿Haría modificaciones a la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Sí No X Porque el plan está basado en un rendimiento, es necesario probar en época de segunda, ellos en averiguado no fertilizan.	
6	¿Le recomendaría la fertilización hidrosoluble probada a otro productor?	Sí X No Porque se vio buen desarrollo de planta, se usó menos fertilizante y tienen más nutrientes.	
7	¿Utilizará la fertilización hidrosoluble de CRIA para su próximo ciclo de cultivo?	Observaciones: -	Probablemente sí () Definitivamente sí (X) Probablemente no () Definitivamente no ()
8	Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre la fertilización hidrosoluble probada por CRIA	-	

Boleta de Evaluación de aceptación validación ICTA, establecida por el Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas.

Tecnología probada		Validación del método de fertilización hidrosoluble en "drench", en la variedad de frijol negro ICTA Chorti ^{scm} (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en el departamento de Chiquimula.	No. Boleta: 9
Coordenadas geográficas		Lat: 14°48' 10" Long: 89°20' 14"	Responsable: Mylene
Nombre del Agricultor		Faustino Hernández	Fecha: Sep 26 2019
Localización de la parcela		Comunidad: Dos Quebradas Municipio: Jocotán Departamento:	
1	¿Cómo califica la fertilización hidrosoluble propuesta por el CRIA?	Observaciones: Considera muy poca la cantidad de fertilizante aplicado.	Excelente () Bueno (X) Regular () Malo () Muy malo ()
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted la fertilización hidrosoluble probada en su sistema de cultivo?	No se pudo observar diferencia debido al manejo anterior de las dos parcelas, ya había sido tratada con gallinaza (pacheco).	
3	¿Qué ventajas observa en la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Se aprovecha bien el fertilizante y lo que se muere.	
4	¿Cumple la fertilización hidrosoluble probado por CRIA, sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Sí ☒ No ☐ Porque En otras áreas se obtuvo mucho menos, a pesar de que usé el magico.	
5	¿Haría modificaciones a la fertilización hidrosoluble probada por CRIA?	Sí ☒ No ☐ Porque considera es necesario hacer 4 aplicaciones en lugar de 3.	
6	¿Le recomendaría la fertilización hidrosoluble probada a otro productor?	Sí ☒ No ☐ Porque se aprovecha mejor, haciendo aplicación 10 g, 15 g, 25 g, 35 g	
7	¿Utilizará la fertilización hidrosoluble de CRIA para su próximo ciclo de cultivo?	Observaciones: Utiliza Tufu 15, por el precio es más accesible.	Probablemente sí () Definitivamente sí (X) Probablemente no () Definitivamente no ()
8	Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre la fertilización hidrosoluble probada por CRIA	Además de cuatro fertilizantes hidrosolubles, será la única recomendación.	

Anexo 2. Fotografías



Delimitación de parcelas, muestreo y entrega de insumos en localidad El Palmarcito, San José La Arada.



Delimitación de parcelas, muestreo de suelos y entrega de primeros insumos en localidad Amatillo, Ipala (fotos 1 y 2). Delimitación de parcelas y muestreo de suelos en localidad Pajco, Camotán.



Observación a parcelas de cultivo localidad Marimba, Camotán (foto 1). Observación a parcelas en localidad Amatillo, Ipala (foto 2).



Revisión de parcelas y entrega de fertilizante hidrosoluble segunda aplicación y fungicidas e insecticidas restantes, en localidades El Coco, San Juan Ermita (foto 1 y 2) y Tesoro Abajo, Jocotán (foto 3 y 4).



Supervisión de parcelas y pago de jornales en localidad Dos Quebradas, Jocotán (foto 1) y Marimba, Camotán (foto 2).



Supervisión de parcelas localidad Marimba, Jocotán; parcela del productor (foto 1) parcela de validación (foto 2). Pago de jornales y aplicación de primera fertilización hidrosoluble en localidad Pajco (foto 3 y 4).



Coordinación de cosecha en Marimba, Camotán (foto 1). Plantas parcela de validación (arriba derecha) y parcela del productor (abajo derecha).



Coordinación de cosecha en localidad La Ceiba, San José La Arada (foto 1) y localidad El Coco, San Juan Ermita, las parcelas que se muestran en las fotografías corresponden a la parcela de validación (foto 2 y 3).

Anexo 3. Análisis de muestra de biofermento

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE ABONO ORGANICO LÍQUIDO

Cliente	: IICA - CRIA (00245)	Número de orden	: 112548
Persona Responsable	: MYRENE ROSSIBEL GREGORIO	Código de muestra	: 19.06.26.09.03
Finca	: (27251)	Fecha de ingreso	: 26/06/2019
Localización	: Chiquimula, CHIQUIMULA	Fecha del informe	: 04/07/2019
Referencia Cliente	: MUESTRA DE BIOFERMENTO 1	Asesor	: Ricardo García

PARAMETRO		RANGO ADECUADO
pH	4.4	*
Concentración de Sales (C.S.)	3.15 dS/m	*
Materia Organica (M.O.)	0.4%	*
Relación C/N	20.0	*

ELEMENTO	CONCENTRACION (p/p)	RANGO ADECUADO
	%	
NITROGENO (Nt)	0.02	*
FOSFORO (P ₂ O ₅)	0.00	*
POTASIO (K ₂ O)	0.06	*
CALCIO (Ca)	0.02	*
MAGNESIO (MgO)	0.01	*
	ppm	
BORO (B ₂ O ₃)	1.11	*
COBRE (Cu)	0.35	*
HIERRO (Fe)	10.45	*
MANGANESO (Mn)	0.03	*
ZINC (Zn)	0.00	*

* No se tiene datos del rango adecuado para este elemento.

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:

- Association of Official Analytical Chemists, AOAC. 16th.ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original



Anexo 4. Análisis de muestra de suelos



CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI- LABORATORIO DE SUELOS 2018

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424678

Nombre Propietario:	Proyecto IICA-CRIA	No. Muestra:	04
Nombre de Finca:		Fecha:	26/09/2019
Localización:			
Identif. de la muestra:	El Palmarcito		
Cultivo:	Frijol		

ANÁLISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura	Franco arcillosa
% Arcilla	29.12%
% Limo	31.65%
% Arena	39.23%

MATERIA ORGÁNICA (%)

Resultados	2.30	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES	RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
			Bajo	Adecuado	Alto
pH	6.61	5.5 - 7.5			
Nitrogeno N ppm	-				
Fósforo P ppm	82.37	20 - 40			
Potasio K ppm	192.14	125 - 200			
Calcio Ca meq/100 grs	6.12	3 - 6			
Magnesio Mg meq/100 grs	2.40	1.5 - 2			
Hierro Fe ppm	36.80	30 - 50			
Cobre Cu ppm	3.20	2 - 3.5			
Manganeso Mn ppm	36.50	30 - 50			
Zinc Zn ppm	3.00	3 - 6			

RECOMENDACIONES/Mz

CULTIVO: Frijol
60 libras de nitrógeno



Scanned with
CamScanner

Los resultados de este informe son válidos para la muestra como fue recibida en el laboratorio

Ph.D. Rodolfo A. Chacón Soto
Coordinador de Laboratorio de Suelos -CUNORI-





**CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
LABORATORIO DE SUELOS 2018**

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424676

Nombre Propietario:	Proyecto IICA-CRIA	No. Muestra:	05
Nombre de Finca:		Fecha:	26/09/2019
Localización:			
Identif. de la muestra:	La Ceiba		
Cultivo:	Frijol		

ANALISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura	Franco arenosa	
% Arcilla	16.46%	
% Limo	29.54%	
% Arena	54.00%	

MATERIA ORGANICA (%)

Resultados	2.50	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES	RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
			Bajo	Adecuado	Alto
pH	6.76	5.5 - 7.5			
Nitrogeno N ppm	-				
Fósforo P ppm	323.20	20 - 40			
Potasio K ppm	294.28	125 - 200			
Calcio Ca meq/100 gra	14.65	3 - 6			
Magnesio Mg meq/100 gra	2.88	1.5 - 2			
Hierro Fe ppm	45.60	30 - 50			
Cobre Cu ppm	3.80	2 - 3.5			
Manganeso Mn ppm	48.60	30 - 50			
Zinc Zn ppm	3.80	3 - 6			

RECOMENDACIONES/Mz

CULTIVO: Frijol
60 libras de nitrógeno

[Firma]



PhD. Rodolfo A. Chiriboga
Coordinador de Laboratorio de Suelos -CUNORI-

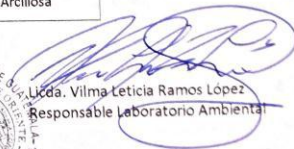


Scanned with
CamScanner

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio

No.	Identificación	Localización	pH unidades	Fosfatos PPM	Potasio PPM	Calcio meq/100g	Magnesio meq/100g	Hierro PPM	Cobre PPM	Manganeso PPM	Zinc PPM
1	Abelardo Villafuerte	Ipala	6.37	88.22	151.48	9.27	3.22	38.3	2.50	33.5	3.70
2	Francisco Sánchez	El Rincón San José La Arada	5.93	6.58	176.13	3.33	2.06	45	3.6	48.60	4
3	Victor Hugo Linares	El Rincón San José La Arada	6.35	478.6	89.64	11.57	3.64	33	3	38.6	3.50
	Cesar Jordán	El Coco San Juan Ermita	7.0	8.37	74.89	14.63	2.83	36.25	2.80	36.50	3

No.	Identificación	Localización	Materia Orgánica %	Arcilla %	Limo %	Arena %	Clase Textural
1	Abelardo Villafuerte	Ipala	1	43.89	33.76	22.35	Arcillosa
2	Francisco Sánchez	El Rincón San José La Arada	0.85	67.10	25.32	7.58	Arcillosa
3	Victor Hugo Linares	El Rincón San José La Arada	1.5	35.45	35.87	28.68	Franco Arcillosa
	Cesar Jordán	El Coco San Juan Ermita	1.0	43.89	33.76	22.35	Arcillosa


Lida Vilma-Leticia Ramos López
Responsable Laboratorio Ambiental





**CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
LABORATORIO DE SUELOS 2018**

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424676

Nombre Propietario:	Proyecto IICA-CRIA	No. Muestra:	01
Nombre de Finca:		Fecha:	26/09/2019
Localización:			
Identif. de la muestra:	Jumichapa		
Cultivo:	Frijol		

ANALISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura	Arcillosa
% Arcilla	43.89%
% Limo	37.98%
% Arena	18.13%

MATERIA ORGANICA (%)

Resultados	2.10	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES	RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
			Bajo	Adecuado	Alto
pH	6.07	5.5 - 7.5			
Nitrogeno N ppm	-				
Fósforo P ppm	6.80	20 - 40			
Potasio K ppm	113.19	125 - 200			
Calcio Ca meq/100 grs	4.68	3 - 6			
Magnesio Mg meq/100 grs	1.77	1.5 - 2			
Hierro Fe ppm	36.50	30 - 50			
Cobre Cu ppm	3.00	2 - 3.5			
Manganeso Mn ppm	34.20	30 - 50			
Zinc Zn ppm	2.50	3 - 6			

RECOMENDACIONES/Mz

CULTIVO: Frijol
60 libras de nitrogeno
60 libras de fosforo
70 libras de potasio



PhD. Rodolfo A. Chicas Soto
Coordinador de Laboratorio de Suelos -CUNORI-



Scanned with
CamScanner

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio



**CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
LABORATORIO DE SUELOS 2018**

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424678

Nombre Propietario:	Donell Castañeda	No. Muestra:	01
Nombre de Finca:		Fecha:	04/07/2019
Localización:	Quezaltepeque, Chiquimula	Telefono:	
Identif. de la muestra:			
Cultivo:	Maíz y Frijol		

ANALISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura	Arcilloso
% Arcilla	50.22%
% Limo	31.65%
% Arena	18.13%

MATERIA ORGANICA (%)

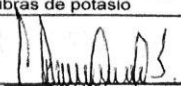
Rango Adecuado	3 - 5	%
Resultado	2.91	%

RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES	RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
			Bajo	Adecuado	Alto
pH	7.03	5.5 - 7.5			
Nitrogeno N ppm	-				
Fósforo P ppm	16.88	20 - 40			
Potasio K ppm	95.45	125 - 200			
Calcio Ca meq/100 grs	8.79	3 - 6			
Magnesio Mg meq/100 grs	1.80	1.5 - 2			
Hierro Fe ppm	32.00	30 - 50			
Cobre Cu ppm	1.85	2 - 3.5			
Manganeso Mn ppm	36.00	30 - 50			
Zinc Zn ppm	2.90	3 - 6			

RECOMENDACIONES/MZ

Maiz	Frijol
138 libras de nitrogeno	50 libras de nitrogeno
70 libras de fosforo	60 libras de fosforo
90 libras de potasio	60 libras de potasio


Dr. Rodolfo A. Chicas Soto
Coordinador de Laboratorio de Suelos -CUNORI-



Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio



CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI- LABORATORIO DE SUELOS 2018

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel: 79420173 - 79424676

Nombre Propietario:	Wilfredo Portillo	No. Muestra:	01
Nombre de Finca:		Fecha:	26/07/2019
Localización:	Tesoro Abajo, Jocotán		
Identif. de la muestra:	Cria		
Cultivo:	Maíz - Frijol		

ANALISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura Arcillosa

% Arcilla	50.98%
% Limo	27.43%
% Arena	21.59%

MATERIA ORGANICA (%)

Resultados	3.00	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES	RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
			Bajo	Adecuado	Alto
pH	7.06	5.5 - 7.5			
Nitrogeno N ppm	-				
Fósforo P ppm	301.30	20 - 40			
Potasio K ppm	63.98	125 - 200			
Calcio Ca meq/100 gr	23.90	3 - 6			
Magnesio Mg meq/100 gr	4.60	1.5 - 2			
Hierro Fe ppm	35.50	30 - 50			
Cobre Cu ppm	2.20	2 - 3.5			
Manganeso Mn ppm	36.50	30 - 50			
Zinc Zn ppm	3.50	3 - 6			

RECOMENDACIONES/Mz

CULTIVO: Maíz	Frijol
138 libras de nitrogeno	60 libras de nitrogeno
70 libras de potasio	70 libras de potasio

Ph.D. Redolfo A. Chicas Soto

Coordinador de Laboratorio de Suelos -CUNORI-





**CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
LABORATORIO DE SUELOS 2018**

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424578

Nombre Propietario:	Proyecto IICA-CRIA	No. Muestra:	03
Nombre de Finca:		Fecha:	26/09/2019
Localización:			
Identif. de la muestra:	Marimba		
Cultivo:	Frijol		

ANALISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura	Franco arcillosa
% Arcilla	35.45%
% Limo	31.65%
% Arena	32.90%

MATERIA ORGANICA (%)

Resultados	0.85	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES	RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
			Bajo	Adecuado	Alto
pH	6.62	5.5 - 7.5			
Nitrogeno N ppm	-				
Fósforo P ppm	8.37	20 - 40			
Potasio K ppm	55.61	125 - 200			
Calcio Ca meq/100 gra	19.10	3 - 6			
Magnesio Mg meq/100 gra	2.42	1.5 - 2			
Hierro Fe ppm	28.60	30 - 50			
Cobre Cu ppm	2.50	2 - 3.5			
Manganeso Mn ppm	34.20	30 - 50			
Zinc Zn ppm	2.50	3 - 6			

RECOMENDACIONES/Mz

CULTIVO: Frijol
60 libras de nitrógeno
60 libras de fósforo
70 libras de potasio



PhD. Rodolfo A. Chica
Coordinador de Laboratorio de Suelos -CUNORI-



Scanned with
CamScanner

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio



CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
LABORATORIO DE SUELOS 2018

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424676

Nombre Propietario:	Proyecto IICA-CRIA	No. Muestra:	06
Nombre de Finca:		Fecha:	26/09/2019
Localización:			
Identif. de la muestra:	Dos Quebradas		
Cultivo:	Frijol		

ANALISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura		Arcillosa	
% Arcilla		46.00%	
% Limo		42.20%	
% Arena		11.80%	

MATERIA ORGANICA (%)

Resultados	2.00	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES	RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
			Bajo	Adecuado	Alto
pH	7.06	5.5 - 7.5			
Nitrogeno N ppm	-				
Fósforo P ppm	5.09	20 - 40			
Potasio K ppm	103.31	125 - 200			
Calcio Ca meq/100 grs	19.40	3 - 6			
Magnesio Mg meq/100 grs	3.28	1.5 - 2			
Hierro Fe ppm	36.40	30 - 50			
Cobre Cu ppm	2.50	2 - 3.5			
Manganeso Mn ppm	28.60	30 - 50			
Zinc Zn ppm	2.50	3 - 6			

RECOMENDACIONES/Mz

CULTIVO: Frijol
60 libras de nitrógeno
60 libras de fósforo
70 libras de potasio



Scanned with
CamScanner

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio

PhD. Rodolfo A. Chica Gato
Coordinador de Laboratorio de Suelos





CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
LABORATORIO DE SUELOS 2018

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424678

Nombre Propietario:	Proyecto IICA-CRIA	No. Muestra:	02
Nombre de Finca:		Fecha:	26/09/2019
Localización:			
Identif. de la muestra:	Pajco		
Cultivo:	Frijol		

ANÁLISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura	Franco arcillosa
% Arcilla	29.12%
% Limo	27.43%
% Arena	43.45%

MATERIA ORGÁNICA (%)

Resultados	1.00	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES	RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
			Bajo	Adecuado	Alto
pH	6.37	5.5 - 7.5			
Nitrogeno N ppm	-				
Fósforo P ppm	47.86	20 - 40			
Potasio K ppm	99.09	125 - 200			
Calcio Ca meq/100 grs	6.60	3 - 6			
Magnesio Mg meq/100 grs	1.58	1.5 - 2			
Hierro Fe ppm	32.60	30 - 50			
Cobre Cu ppm	2.85	2 - 3.5			
Manganeso Mn ppm	42.50	30 - 50			
Zinc Zn ppm	3.00	3 - 6			

RECOMENDACIONES/Mz

CULTIVO: Frijol
60 libras de nitrógeno
70 libras de potasio



PhD. Rodolfo A. Chiriquito
Coordinador de Laboratorio de Suelos -CUNORI-



Scanned with
CamScanner

Los resultados de este informe son válidos para la muestra como fue recibida en el laboratorio



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

