



Programa de consorcios de Investigación Agropecuaria



MINISTERIO DE
AGRICULTURA,
GANADERÍA
Y ALIMENTACIÓN



Cadena de Maíz

Validación del aprovechamiento de nitrógeno proveniente de *Mucuna pruriens* aplicado como mulch al cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la región Norte de Guatemala.

Mairor Osorio
Juan Carlos Sis Perez
Daniel Peinado Monroy
Marco Antonio Colocho
Eliseo Chun Batzin

San Jerónimo, octubre 2,020

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

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MARCO TEÓRICO	2
2.1	El nitrógeno en el suelo	2
2.2	El nitrógeno en la planta	2
2.3	Las leguminosas y los abonos verdes	3
2.4	Fertilización nitrogenada.....	3
3.	OBJETIVOS.....	5
3.1	General.....	5
3.2	Específicos.....	5
4.	HIPÓTESIS	5
5.	MATERIALES Y MÉTODOS	5
5.1	Localidad y época.....	5
5.2	Diseño experimental	6
5.3	Tratamientos.	7
5.4	Tamaño de la unidad experimental.....	7
5.5	Modelo estadístico.....	7
5.6	Variables de Respuesta.....	7
5.7	Análisis de la información.....	8
5.7.1	Estadístico	8
5.7.2	Económico.....	8
5.7.3	Opinión del Agricultor	8
5.8	Manejo de las parcelas de prueba.....	8
5.8.1	Parcelas de prueba con <i>Mucuna</i>	8
5.8.2	Aprovechamiento del mulch	8
5.8.3	Variedad de maíz.....	8
5.8.4	Monitoreo de parcelas	8
5.8.5	Rendimiento de maíz.....	9
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
6.1	Del rendimiento	9
6.2	Análisis estadístico del rendimiento de grano de maíz.....	11
6.3	Análisis económico	11

6.4	Análisis de la opinión del agricultor con relación a la variable tecnológica Mucuna pruriens aplicado en forma de mulch y su comparador	12
7.	CONCLUSIONES	14
8.	RECOMENDACIÓN.....	14
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	15

RESUMEN

Mairor Osorio¹

Juan Carlos Sis Perez²

Daniel Peinado Monroy²

Marco Antonio Colocho³

Eliseo Chun Batzin³

El objetivo del proyecto fue validar en parcelas de prueba, el efecto en el rendimiento de maíz, por la aplicación del abono verde *Mucuna pruriens* en forma de mulch, comparado con el manejo tradicional sin abono verde. El proyecto se ejecutó con fondos del Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIA), según Convenio de donación entre la República de Guatemala y los Estados Unidos de América. Al comparar el rendimiento de grano de maíz obtenido con la tecnología validada, *Mucuna pruriens* aplicado como mulch, con el testigo del agricultor, existe diferencia significativa, siendo los promedios de rendimiento de 3,617 kg/ha y de 2,578 kg/ha, respectivamente, con lo cual se confirma que la utilización de *Mucuna pruriens* en forma de mulch en el cultivo de maíz, tiene un efecto positivo en el rendimiento del maíz. Con base en lo anterior, y a la opinión de los agricultores (principalmente por mejorar el rendimiento de grano de maíz, controlar malezas, mantener humedad en el suelo y hacer desarrollar mejor a las plantas de maíz), se recomienda liberar y promover el uso de esta tecnología, considerando como principal actor al Sistema Nacional de Extensión Rural del Ministerio de Agricultura, Ganadería y alimentación -MAGA-.

¹Investigador Principal, Disciplina de validación y Transferencia de Tecnología, ICTA CINOR

²Investigadores Asociados, Disciplina de validación y Transferencia de Tecnología, ICTA CINOR

³Investigadores Asistentes, Disciplina de validación y Transferencia de Tecnología, ICTA CINOR

ABSTRACT

Mairor Osorio²
Juan Carlos Sis Perez²
Daniel Peinado Monroy²
Marco Antonio Colocho³
Eliseo Chun Batzin³

The objective of the project was to validate in test plots, the effect on corn yield, by the application of the green manure *Mucuna pruriens* in the form of mulch, compared to the traditional management without green manure. The project was executed with funds from the Regional Consortiums for Agricultural Research Program (CRIA), according to the donation agreement between the Republic of Guatemala and the United States of America. When comparing the yield of corn grain obtained with the validated technology, *Mucuna pruriens* applied as mulch, with the farmer's control, there is a significant difference, with the yield averages of 3,617 kg / ha and 2,578 kg / ha, respectively, with which confirms that the use of *Mucuna pruriens* in the form of mulch in corn cultivation has a positive effect on corn yield. Based on the above, and the opinion of farmers (mainly to improve corn grain yield, control weeds, maintain soil moisture and make corn plants develop better), it is recommended to release and promote the use of this technology, considering as the main actor the National Rural Extension System of the Ministry of Agriculture, Livestock and Food -MAGA-.

¹Investigador Principal, Disciplina de validación y Transferencia de Tecnología, ICTA CINOR

²Investigadores Asociados, Disciplina de validación y Transferencia de Tecnología, ICTA CINOR

³Investigadores Asistentes, Disciplina de validación y Transferencia de Tecnología, ICTA CINOR

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo al diagrama de flujo de la secuencia operativa del sistema tecnológico agrícola del ICTA, el proceso de generación de tecnología agrícola inicia en los campos experimentales, bajo condiciones controladas. La tecnología seleccionada como promisorio, pasa a la etapa de ensayos de finca, en donde bajo condiciones diferentes de suelo y clima, continúa bajo el control del investigador, para determinar comportamientos de adaptabilidad y estabilidad. Al haber determinado los principales componentes de rendimiento y estabilidad genética como aceptables, la misma tecnología pasa directamente a validación con la intervención directa del productor, quien mediante el establecimiento de parcelas de prueba, se convierte en el evaluador de la tecnología y externa su opinión sobre la misma, con un estudio de pre aceptabilidad y costos.

El problema central en torno al maíz son los bajos rendimientos. Para el año agrícola 2016/2017 (mayo a abril) el rendimiento promedio en Guatemala fue de 2,155.63 kg/ha (MAGA, 2017). Estos datos, comparados con los rendimientos que se obtienen en los países de mayor producción en el mundo, como Estados Unidos (9,339 kg/ha) y Argentina (8,080 kg/ha), son bastante bajos (MAIZAR, 2011). Más específicamente a nivel local los agricultores obtienen bajos rendimientos derivado de múltiples factores, pero especialmente por la falta de elementos nutrientes en el suelo, como el nitrógeno.

La producción de maíz en suelos de origen calcáreo, en zonas de alta precipitación y alta temperatura, determina la rápida pérdida de materia orgánica y lixiviación de los elementos mayores del suelo, con la consiguiente acidificación. Bajo estas condiciones de suelo, texturas franco arcillosas y cambio en el régimen de lluvias, resulta necesario retomar en forma sistemática la práctica de aprovechamiento del nitrógeno aportado por la biomasa de la *Mucuna pruriens* (frijol terciopelo, frijol abono) aplicado en forma de mulch.

Observaciones de campo y diálogo con productores excedentarios, indican que la incorporación de abonos verdes, y en especial el frijol abono, es una práctica que incrementa los rendimientos del maíz, conserva la humedad del suelo en períodos de sequía y con el aporte de nitrógeno y materia orgánica, mantiene fértil los suelos si se toma su aplicación en forma continua.

Durante los años 2018-2019, con fondos del programa IICA CRIA y del ICTA, se condujeron ensayos de finca, evaluando la respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), a la aplicación de nitrógeno proveniente de *Mucuna pruriens* y fertilizante químico, en condiciones de finca de agricultores, en la región Norte de Guatemala, donde se determinó que el aporte de nitrógeno que proviene de *Mucuna pruriens* (abono verde), incrementó en forma significativa el rendimiento del maíz.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 El nitrógeno en el suelo

El contenido de nitrógeno total en los suelos está entre 0.2 y 0.7 por ciento para la denominada capa arable. El porcentaje tiende a disminuir al aumentar la profundidad del perfil. Dentro de los factores de formación del suelo, el clima es el que influye más directamente en el contenido total del nitrógeno, cuyo porcentaje tiende a incrementarse al disminuir la temperatura y al aumentar la precipitación, dentro de ciertos límites (Urquiaga, Alves & Boddey, 1993).

2.2 El nitrógeno en la planta

El nitrógeno es el elemento más crítico en el crecimiento de las plantas. Es constituyente de proteínas, clorofila, ácidos nucleicos y otras sustancias de las plantas. Un suministro adecuado de nitrógeno produce paredes celulares más delgadas, originando plantas más delicadas y succulentas, significando plantas mejor desarrolladas y más productivas (Donahue, et. al., 1988).

Una deficiencia de nitrógeno se traduce en una palidez gradual de las hojas maduras que llegan a tornarse amarillentas y se desprenden. La clorosis se extiende de las hojas maduras a las jóvenes, las que usualmente no muestran los síntomas característicos de deficiencia hasta que están muy avanzados en las partes viejas de la planta. Un síntoma típico de deficiencia de nitrógeno, es la producción de antocianinas en los tallos, nervaduras foliares y peciolo, los cuales pueden volverse rojos o púrpuras. Las hojas jóvenes de plantas deficientes a veces son más erguidas y se extienden menos de lo normal, la ramificación o ahijamiento se suprime debido al continuo letargo de yemas laterales. Las plantas responden de varias maneras a suministros altos o bajos de nitrógeno. La sobreabundancia de nitrógeno causa con frecuencia una gran proliferación de tallos y hojas, pero determinan una reducción de frutos en plantas de cultivo. Un suministro de potasio y fósforo, da generalmente una producción mucho mayor de semilla y fruto de los cultivos agrícolas (Tisdale, 1977).

Este elemento para ser absorbido por la mayoría de las plantas (excepto las leguminosas), debe estar en forma diferente que la del nitrógeno elemental. Las formas más comúnmente asimiladas por las plantas son los iones de nitrato (NO_3^-) y el amonio (NH_4^+) aunque la urea (NH_2CONH_2) puede ser también absorbida por las plantas (Tisdale, 1977).

2.3 Las leguminosas y los abonos verdes

Las leguminosas son utilizadas como abonos verdes debido al requerimiento no muy elevado de nitrógeno y porque son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico. Cuando estas plantas se entierran como abonos verdes aportan nitrógeno al suelo (CIDDICO, 1992).

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el contenido de materia orgánica y nitrógeno de las plantas varía con la edad; en general se ha evaluado que en las primeras fases de la etapa vegetativa, contiene un valor alto de nitrógeno en los tejidos y la mayor cantidad de nitrógeno total es acumulada al momento de la floración y este es el momento más oportuno de incorporar al suelo (CIDDICO, 1992).

Hay que considerar que el momento de siembra del cultivo depende del momento de incorporar el abono verde. De manera general, deben dejarse transcurrir dos a tres semanas. La razón es que al ingresar al suelo grandes cantidades de materia orgánica, se presenta una corta deficiencia transitoria de nitrógeno, debido a la proliferación de bacterias que atacan los tejidos vegetales, las cuales utilizan el nitrógeno en su alimentación; además, durante los primeros días de descomposición, el agua de lluvia solubiliza algunos constituyentes de las hojas, los cuales parece que absorben oxígeno del suelo en una proporción tan alta que privan a las semillas de las plantas de la cantidad necesaria para su germinación (CIDDICO, 1992).

2.4 Fertilización nitrogenada

Los suelos agrícolas por más pobres que sean, poseen algunas toneladas de N en su perfil. Sin embargo, su baja disponibilidad hace que la mayoría de los cultivos, especialmente aquellos que no poseen un sistema eficiente de fijación biológica de N_2 (FBN) sufran por falta de este nutriente. A partir de la crisis energética mundial de los años 70 que aumentó significativamente los precios de los fertilizantes nitrogenados, el uso de este insumo agrícola pasó a ser más limitado, con las obvias consecuencias sobre la producción agrícola. Por ello, los estudios sobre la dinámica de N-fertilizante en el sistema suelo/planta se intensificaron, tratándose principalmente de determinar los factores y procesos más relacionados con la recuperación del N-fertilizante por las plantas, conocida como eficiencia de la fertilización nitrogenada (Urquiaga y Zapata, 2000).

La eficiencia de recuperación del N-fertilizante por las plantas (ERNF) expresa la proporción del N aplicado como fertilizante (N-fertilizante) que fue recuperado (absorbido) por determinado cultivo o variedad (genotipo). Así, en la medida que este valor sea más alto, se estará haciendo un buen manejo de la fertilización, lo cual podrá repercutir significativamente en el rendimiento de los cultivos y en un menor impacto ambiental (Urquiaga y Zapata, 2000).

En estos estudios el uso de técnicas de ^{15}N ha sido fundamental para en corto tiempo, determinar el destino del N-fertilizante en los sistemas agrícolas. Se han realizado diversos estudios para que, mediante la adecuada selección del tipo de fertilizante, así como la oportuna localización y aplicación fraccionada del fertilizante, se alcancen los más altos rendimientos de los cultivos. Se han obtenido resultados y experiencias satisfactorias, pero estos estudios deben continuar pues los resultados son específicos para ciertas condiciones y dichas condiciones de suelo, cultivo y manejo varían significativamente de localidad a localidad (Urquiaga y Zapata, 2000).

Los resultados de estudios de balance del ^{15}N -fertilizante en diversos sistemas de cultivo, especialmente en los trópicos húmedos, han demostrado que gran parte del N-fertilizante que no es absorbido por el cultivo principal, queda en el suelo, formando parte de las raíces del cultivo y/o biomasa microbiana, con disponibilidad parcial para los siguientes cultivos (Urquiaga y Dobereiner, 1991).

En estudios de calibración de los métodos de análisis de suelos, se debe utilizar la cantidad total de nutriente extraída por el cultivo. A fin de lograr un mayor entendimiento de la absorción de nutrientes por las plantas y para optimizar las prácticas de fertilización, se realizan estudios de seguimiento o marcha de absorción de nutrientes por los cultivos. Si se utiliza ^{15}N en estos estudios se puede diferenciar el N absorbido del fertilizante y del suelo (Urquiaga y Dobereiner, 1991).

2.5 Producción de semilla de *Mucuna pruriens*

El frijol terciopelo crece muy bien a pleno sol y con abundante lluvia, preferiblemente de 40 a 100 pulgadas (1,000 a 2,500 mm) al año, pero no tolera los suelos inundados. También podrá crecer en lugares más áridos, con tan poca precipitación como 16 pulgadas (400 mm). Es un excelente cultivo de cobertura para proteger el suelo durante la época de lluvia. Además, se adapta a muchos tipos de suelo, incluyendo los suelos ácidos y de baja fertilidad. La germinación tarda entre 14 y 21 días. El crecimiento inicial es algo lento, pero después es más rápido y los bejucos cubren el suelo rápidamente. Si se siembra como un cultivo de cobertura vivo para el control de malezas, se debe sembrar la mucuna desde los 30 a los 45 días después del cultivo primario para evitar la competencia. Si se siembra muy temprano, los bejucos vigorosos pueden cubrir el cultivo y complicar la cosecha.

Después de la cosecha del maíz, los bejucos del frijol terciopelo usarán los tallos del maíz como soporte y producirán una mejor cosecha de semilla de lo que se produciría sin soporte. El frijol terciopelo es una planta de días cortos, la cual florece y cuajas vainas en el otoño, con las vainas madurándose de dos a tres meses después de florecida. Para uso como abono verde, los bejucos se pueden incorporar antes de que las vainas maduren. La producción de semillas del frijol terciopelo es relativamente fácil debido a la ausencia de plagas, la facilidad de la cosecha de las vainas y los altos rendimientos. Las flores son autopolinizadas, lo que disminuye

considerablemente la posibilidad de la polinización cruzada con la especie indeseable *M. pruriens* variedad *pruriens* (pica pica).

3. OBJETIVOS

3.1 General

Generar tecnología para la adopción de la tecnología aplicación de *Mucuna pruriens* en forma de mulch, con alto aporte de nitrógeno, que contribuya a mejorar las condiciones socioeconómicas de los productores de maíz, en la zona norte de Guatemala.

3.2 Específicos

Validar en parcelas de prueba el rendimiento de maíz producido por la aplicación de *Mucuna pruriens* en forma de mulch, con alto aporte de nitrógeno, comparado con el manejo tradicional sin abono verde.

Recabar la opinión de los productores de maíz, sobre la tecnología *Mucuna pruriens* en forma de mulch con alto aporte de nitrógeno, comparado con el manejo tradicional sin abono verde.

4. HIPÓTESIS

La utilización de *Mucuna pruriens* en forma de mulch en el cultivo de maíz, supera significativamente el rendimiento de grano, en comparación con la práctica tradicional sin abono verde.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localidad y época

La actividad de validación de *Mucuna pruriens* aplicado en forma de mulch, se ejecutó en 29 localidades distribuidas entre los municipios de Panzós, La Tinta, Chisec, Fray Bartolomé de Las Casas e Ixcán Playa Grande, Quiché, ubicados en área de influencia del programa IICA CRIA, con la participación de productores colaboradores que se dedican al cultivo y que están registrados como colaboradores dentro de la Cadena de Maíz del Consorcio CRIA-NORTE. (Cuadro 1) La ubicación de sitios y agricultores colaboradores se realizó en estrecha coordinación con el equipo de extensión rural del MAGA.

Cuadro 1. Ubicación de parcelas de validación de *Mucuna pruriens* aplicado en forma de mulch. Región Norte de Guatemala, 2020.

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD
1	Alta Verapaz	Fray B. de Las Casas	El Cacao 1
2	Alta Verapaz	Fray B. de Las Casas	El Cacao 1
3	Alta Verapaz	Fray B. de Las Casas	El Cacao 1
4	Alta Verapaz	Panzós	Cahaboncito
5	Alta Verapaz	Panzós	Cahaboncito
6	Alta Verapaz	Panzós	Corazón de Maíz
7	Alta Verapaz	Panzós	Sexili
8	Alta Verapaz	Panzós	Río Sarco Matriz
9	Alta Verapaz	Panzós	Limón Sarco
10	Alta Verapaz	Panzós	San Vicente I
11	Alta Verapaz	Panzós	San Vicente I
12	Alta Verapaz	Panzós	San Vicente II
13	Alta Verapaz	Panzós	Panla
14	Alta Verapaz	La Tinta	Sacsuha 1
15	Alta Verapaz	La Tinta	Salac 1
16	Alta Verapaz	La Tinta	Salac 1
17	Alta Verapaz	La Tinta	Campur
18	Alta Verapaz	La Tinta	Papalha
19	Alta Verapaz	La Tinta	Saquina
20	Alta Verapaz	La Tinta	Coop. Polochic
21	Alta Verapaz	La Tinta	Coop. Polochic
22	Alta Verapaz	La Tinta	Canaan
23	Alta Verapaz	La Tinta	Sacsuja
24	Quiché	Ixcán	Santa Catarina
25	Quiché	Ixcán	Nueva Esperanza
26	Quiché	Ixcán	Lorena
27	Quiché	Ixcán	San Pablo
28	Quiché	Ixcán	Saholom
29	Quiché	Ixcán	Sta. María Tzejá

5.2 Diseño experimental

En vista que la parcela de prueba únicamente pretende validar el comportamiento en rendimiento y opinión del agricultor colaborador, contrastando la *Mucuna pruriens* versus la parcela sin abono verde, se utilizó un arreglo en *parcelas pareadas*.

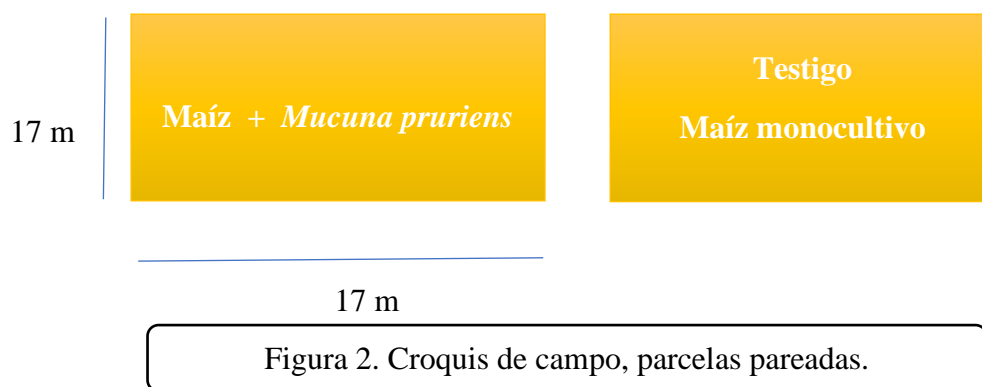
5.3 Tratamientos.

Parcela del productor colaborador: Maíz con *Mucuna pruriens*

Parcela del productor colaborador: Maíz sin *Mucuna pruriens* (testigo)

5.4 Tamaño de la unidad experimental

El área de cada parcela de validación fue de 0.0441 hectáreas y se establecieron junto a las parcelas de producción de maíz del productor.



5.5 Modelo estadístico

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

Dónde:

t = valor de *t de Student*

d = promedio de las diferencias de rendimiento entre parcelas con *Mucuna pruriens* y sin *Mucuna pruriens*.

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

5.6 Variables de Respuesta

Rendimiento de grano (kg/ha)

Opinión del agricultor

5.7 Análisis de la información

5.7.1 Estadístico

Los resultados de rendimiento de grano fueron sometidos a un análisis estadístico, por medio de la prueba de *t de Student* para observaciones pareadas.

5.7.2 Económico

Se estimaron los costos de producción, a los que se les calculó la relación beneficio costo para cada tratamiento.

5.7.3 Opinión del Agricultor

Se determinó por medio de una boleta (ver anexo 1).

5.8 Manejo de las parcelas de prueba

5.8.1 Parcelas de prueba con *Mucuna*

La semilla de *Mucuna pruriens* se sembró en el mes de mayo del año 2020, con tres semillas por postura, a un distanciamiento de 0.80 por 0.40. Esta recomendación de densidad de siembra fue la que se generó como recomendación en la fase de ensayos de finca con agricultores en el año 2019, así como también fue el tratamiento que aportó mayor biomasa y nitrógeno en el menor tiempo posible.

5.8.2 Aprovechamiento del mulch

Sembrada la **Mucuna pruriens** en el mes de mayo y con 120 días de desarrollo vegetativo, se realizó el corte o chapia de la misma y se dejó sobre el suelo en forma de mulch, por un tiempo de 20 días y a continuación se realizó la siembra de maíz a finales del mes de octubre.

5.8.3 Variedad de maíz

Se utilizó la variedad local del agricultor.

5.8.4 Monitoreo de parcelas

Desde el inicio, con el monitoreo de las parcelas se registró la germinación de la mucuna, así como se calificó su desarrollo (débil o vigoroso).

5.8.5 Rendimiento de maíz

Durante la cosecha se determinó el peso total de la parcela de prueba (parcela en la que se utilizó abono verde) y el de la parcela comparativa.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Del rendimiento

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de la variable rendimiento (kg/ha), obtenidos en las localidades donde se establecieron las parcelas de validación.

Se resalta que en el sistema maíz + mucuna, se obtuvo un rendimiento promedio máximo y mínimo de grano de maíz de 4,919 kg/ha y 1,337 kg/ha respectivamente; mientras que para el sistema de siembra maíz monocultivo, los rendimientos promedio máximo y mínimo fueron de 3,933 Kg/ha y 823 kg/ha respectivamente.

El rendimiento promedio de grano de maíz mínimo se obtuvo en localidades de Fray Bartolomé de Las Casas, A.V., debido a efectos de lluvia errática durante las fases de desarrollo vegetativo del cultivo de maíz

Cuadro 2. Rendimiento (kg/ha) de grano de maíz. Parcelas de validación de *Mucuna pruriens* aplicado en forma de mulch. Región Norte de Guatemala, 2020.

Departamento	Municipio	Localidad	Rendimiento de grano de maíz (kg/ha). Sistema maíz + mucuna	Rendimiento de grano de maíz (kg/ha). Sistema maíz en monocultivo (testigo)
Alta Verapaz	Fray B. de Las Casas	El Cacao 1	1965.09	1603.10
Alta Verapaz	Fray B. de Las Casas	El Cacao 1	1336.89	1028.38
Alta Verapaz	Fray B. de Las Casas	El Cacao 1	1851.09	822.70
Alta Verapaz	Panzós	Cahaboncito	4564.00	3456.00
Alta Verapaz	Panzós	Cahaboncito	2765.00	1012.00
Alta Verapaz	Panzós	Corazón de Maíz	4532.00	2998.00
Alta Verapaz	Panzós	Sexili	4567.00	3454.00
Alta Verapaz	Panzós	Río Sarco Matriz	3118.00	2103.00
Alta Verapaz	Panzós	Limón Sarco	2398.00	1765.00
Alta Verapaz	Panzós	San Vicente I	4579.00	3451.00
Alta Verapaz	Panzós	San Vicente I	3423.00	2346.00
Alta Verapaz	Panzós	San Vicente II	4563.00	3432.00
Alta Verapaz	Panzós	Panla	3461.00	1985.00
Alta Verapaz	La Tinta	Sacsuha 1	3167.00	2356.00
Alta Verapaz	La Tinta	Salac 1	3456.00	2102.00
Alta Verapaz	La Tinta	Campur	2678.00	1989.00
Alta Verapaz	La Tinta	Salac 1	4532.00	3123.00
Alta Verapaz	La Tinta	Papalha	3975.00	2921.00
Alta Verapaz	La Tinta	Saquina	4121.00	3056.00
Alta Verapaz	La Tinta	Coop Polochic	3834.00	2189.00
Alta Verapaz	La Tinta	Coop Polochic	2654.00	1984.00
Alta Verapaz	La Tinta	Canaan	4234.00	3421.00
Alta Verapaz	La Tinta	Sacsuja	3865.00	2678.00
Quiché	Ixcán	Santa Catarina	3741.00	2304.00
Quiché	Ixcán	Nueva Esperanza	4919.00	3699.00
Quiché	Ixcán	Lorena	4573.00	3933.00
Quiché	Ixcán	San Pablo	4861.00	3677.00
Quiché	Ixcán	Saholom	2746.00	2462.00
Quiché	Ixcán	Sta María Tzejá	4419.00	3402.00

6.2 Análisis estadístico del rendimiento de grano de maíz

Al realizar prueba de T (muestras apareadas) al rendimiento de grano al 14% de humedad (Cuadro 3), se determinó que existe diferencia estadística significativa entre las dos tecnologías evaluadas.

La tecnología *Mucuna pruriens* aplicado en forma de mulch superó significativamente en rendimiento al sistema de siembra local utilizado actualmente por el agricultor, por lo que se acepta la hipótesis que indica que la utilización de *Mucuna pruriens* en forma de mulch en el cultivo de maíz, supera significativamente en rendimiento a la práctica tradicional sin abonos verdes.

Cuadro 3. Prueba de T (muestras apareadas) al rendimiento de grano al 14% de humedad

Parcelas de validación de *Mucuna pruriens* aplicado en forma de mulch. Región Norte de Guatemala, 2020.

Obs (1)	Obs (2)	N	media (dif)	DE (dif)	T	Bilateral
maiz+mocuna	maiz	29	1039.51	380.84	14.70	<0.0001

6.3 Análisis económico

En el cuadro 4 se muestra el cálculo de la relación beneficio-costos para la tecnología validada y el testigo del agricultor.

Cuadro 4. Análisis de variables económicas para determinar la relación beneficio-costos Validación de *Mucuna pruriens* aplicado en forma de mulch y su comparador en la región norte de Guatemala, 2020.

Variable	Sistema Maíz+Mucuna	Sistema maíz Monocultivo (Testigo)
Rendimiento de campo (kg/ha)	3,636	2,591
Precio de maíz (Q/qq)	110.00	110.00
Beneficios brutos de campo (Q/ha)	8,800.00	6,270.00
Costos totales que varían (Q/ha) (insumos+ jornales)	5,414.00	4,800.00
Beneficios netos (Q/ha)	3,386.00	1,470.00
B/C	0.63	0.31

Dentro de este marco de análisis, los resultados indican que por cada quetzal que se invierte en la implementación del sistema de siembra Maíz+ *Mucuna pruriens* aplicada en forma de mulch, se obtiene un retorno de 0.63 quetzales, en comparación con 0.31 quetzales que se obtiene como retorno al utilizar el sistema de siembra Maíz monocultivo.

Se presenta diferencia de costos con el insumo semilla dentro de la parcela testigo, principalmente por el costo que conlleva adquirir semilla de *Mucuna pruriens* de casas comerciales, que para este caso el agricultor estaría invirtiendo Q 616.00 para adquirir 88 libras de semilla para sembrar una hectárea, a un precio de Q 7.00 por libra.

6.3 Análisis de la opinión del agricultor con relación a la variable tecnológica *Mucuna pruriens* aplicado en forma de mulch y su comparador

En la fase de validación de una nueva tecnología es determinante la opinión de los demandantes o potenciales usuarios de la tecnología agrícola, en este caso los agricultores, así como los técnicos extensionistas, como agentes de cambio.

En las localidades de los municipios de La Tinta, Panzós, Fray Bartolomé de Las Casas e Ixcán, Quiché de la región norte de Guatemala, donde tuvo cobertura el proyecto de validación *Mucuna pruriens* aplicado en forma de mulch, se realizaron actividades de campo, durante las cuales se presentó el proyecto de validación a una población promedio de 120 agricultores y 8 extensionistas rurales.

Las actividades de campo se realizaron cuando el cultivo de maíz se encontraba en la fase pre cosecha, explicando las ventajas del uso de abonos verdes en el cultivo de maíz.

Se dio participación a los agricultores colaboradores para que fueran ellos quienes presentaran al grupo de invitados, todas las actividades de manejo agronómico que le dieron a sus parcelas de validación, explicando que el papel del técnico fue de observador del proceso de campo.

Luego del recorrido que realizaron los agricultores a las parcelas de validación para observar los rendimientos de grano de maíz obtenidos dentro de los sistemas de siembra Maíz+*Mucuna* y Maíz Monocultivo, se corrió una boleta (Anexo 1) en la que se recopiló la opinión de los agricultores participantes.

La población atendida a nivel región norte de Guatemala en los días de campo fue de 120 agricultores (100%); de esta población se tomó una muestra de 55 agricultores (45%) para correr la boleta de pre aceptabilidad.

Producto del corrido de la boleta, se tienen las siguientes respuestas:

1. ¿Cómo califica la tecnología *Mucuna pruriens* aplicado como mulch al cultivo de maíz propuesta por el ICTA?

90% excelente y 10% bueno.

2. Problemas o desventajas que observa en la tecnología *Mucuna pruriens* aplicado como mulch al cultivo de maíz?

100%, el tiempo para esperar su corte

3. Ventajas que le encuentra a la tecnología *Mucuna pruriens* aplicado como mulch al cultivo de maíz propuesta por el ICTA?

100%, controla malezas, mantiene humedad en el suelo y hace desarrollar mejor a la planta.

4. ¿Cumple sus expectativas en rendimiento de grano de maíz utilizando la tecnología *Mucuna pruriens* aplicado como mulch?

100%, sí.

5. ¿Le haría modificaciones a la tecnología *Mucuna pruriens* aplicado como mulch?

100%, no.

6. ¿Le recomendaría la tecnología *Mucuna pruriens* aplicado como mulch a otros productores de maíz?

100%, si

7. ¿Utilizaría la tecnología *Mucuna pruriens* aplicado como mulch para el próximo ciclo de cultivo?

100%, si

7. CONCLUSIONES

- Al comparar el rendimiento de grano de maíz obtenido con la tecnología validada, *Mucuna pruriens* aplicado como mulch, con el testigo del agricultor, existe diferencia significativa, siendo los promedios de 3,617 kg/ha (80 qq/ha) y de 2,578 kg/ha (57 qq/ha) respectivamente, con lo cual se acepta la hipótesis planteada que indica que la utilización de *Mucuna pruriens* en forma de mulch en el cultivo de maíz supera significativamente el rendimiento del maíz, comparado con la práctica tradicional sin abonos verdes
- De acuerdo al análisis económico, se obtienen mayores beneficios al utilizar la tecnología validada, *Mucuna pruriens* aplicado como mulch, en comparación con la práctica tradicional sin abonos verdes.
- La tecnología validada, *Mucuna pruriens* aplicado como mulch, posee buena pre aceptabilidad entre los agricultores, principalmente porque mejora el rendimiento de grano del maíz, controla malezas, mantiene humedad en el suelo y hace desarrollar mejor a las plantas de maíz.

8. RECOMENDACIÓN

Con base en los resultados de rendimiento del maíz y la opinión dada por los agricultores con relación a la tecnología validada, *Mucuna pruriens* aplicado como mulch, se recomienda promover el uso de la misma, haciendo uso de las diferentes estrategias que existen para ello, y considerando como principal actor al Sistema Nacional de Extensión Rural del Ministerio de Agricultura, Ganadería y alimentación -MAGA-.

9. BIBLIOGRAFÍA

Bruner, B. et al. (2011). Mucuna. Hoja informativa. Estación experimental agrícola Las Lajas. Puerto Rico.

CIDDICO. (1992). La utilización del frijol terciopelado para mejorar las tierras de cultivo. Tegucigalpa, D. C. Honduras, C.A.

CIDDICO. (1992). El uso de leguminosa de cobertura por pequeños agricultores y su contribución a la agricultura y su contribución a la agricultura Hondureña. Reporte técnico E92-1. Tegucigalpa, Honduras, C.A.

Donahue, R.L.; Miller, R.W.; Shickluna, J.C. (1988). Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. México, D.F. Prentice-Hall Hispanoamericana.

Rivera, R.; Urquiaga, S. (1997). Utilización del N-abonos verdes por el maíz en un suelo planosol. *In*: Taller sobre El uso de las técnicas nucleares para incrementar la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados, biofertilizantes y abonos verdes en América Latina y el Caribe. La Habana, Instituto de suelos.

Tisdale. S.I.; Nelson, W.L. (1977). Fertilidad de los suelos y fertilizantes. México, D.F., México, UTEHA.

Urquiaga, S.; Alves, B.J.R.; Boddey, R.M. (1993). Dinámica de N no solo *In*: Simposio Brasileiro sobre Nitrogenio em plantas. Rio de Janeiro.

Urquiaga, S.; Dobereiner, J. (1991). Fijación biológica de nitrógeno asociada con gramíneas forrajeras, cereales y caña de azúcar. Vol. II. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

Urquiaga, S.; Zapata, F. (2000). Manejo Eficiente de la Fertilización Nitrogenada de Cultivos Anuales en América Latina y el Caribe. Porto Alegre: Genesis; Embrapa Agrobiología; Rio de Janeiro, Brasil.



MINISTERIO DE
AGRICULTURA,
GANADERÍA
Y ALIMENTACIÓN



Programa de consorcios de Investigación Agropecuaria