



Programa Consorcios de Investigación Agropecuaria

CRIA NORTE

Cadena de Maíz

TITULO

Validación de la variedad biofortificada de maíz ICTA B-15^{ACP Zn} en la Zona Norte de Guatemala

INVESTIGADORES

Juan Carlos Sis Pérez
Mairor Osorio
Daniel G. Peinado M.
Marco Antonio Colocho
Eliseo Baldemar Chun.

Playa Grande, Ixcán, Quiché, 13 de agosto de 2018

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

CONTENIDO

Página

Titulo.....	I
Autores.....	I
Siglas y acrónimos	V
Resumen/ Abstract.....	VI
1. Introducción.....	1
2. Marco teórico.....	2
3. Objetivos.....	4
4. Hipótesis.....	5
5. Metodología.....	6
5.1 Localidad y época (s).....	6
5.2 Diseño experimental.....	6
5.3 Tratamientos.....	6
5.4 Tamaño de la unidad experimental.....	6
5.5 Modelo estadístico.....	7
5.6 Variables de respuesta.....	7
5.7 Análisis de la información.....	7
5.8 Manejo del experimento.....	7
6. Resultados.....	9
7. Conclusiones.....	14
8. Recomendaciones.....	14
9. Referencias bibliográficas.....	15
Anexo.....	16

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CIMMYT = Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

CRIA = Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

DVTT = Disciplina de Validación y Transferencia de Tecnología

ICTA = Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas

IICA = Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

INE = Instituto Nacional de Estadística

OMS = Organización Mundial de la Salud

PCCMCA = Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales

UNICEF = Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

USDA = Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo validar, a través de parcelas de prueba, el rendimiento producido por la variedad de maíz blanco ICTA B-15^{ACP Zn}, en comparación con las variedades locales, bajo las condiciones de manejo de los productores de maíz. Para ello se establecieron 54 parcelas de prueba en seis municipios de la zona norte de Guatemala. La metodología utilizada fue la de parcelas pareadas. Los tratamientos fueron: la variedad de maíz con alta calidad de proteína ICTA B-15^{ACP Zn}, así como los genotipos utilizados tradicionalmente por los agricultores colaboradores. Para el análisis de los datos se utilizó la comparación de medias de rendimiento por medio de una Prueba de T; para conocer la opinión de los agricultores sobre el nivel de aceptación de la variedad de maíz ICTA B-15^{ACP Zn}, se hicieron entrevistas en días de campo. En dichas actividades se hicieron preguntas sobre el nivel de aceptabilidad y la posibilidad de adoptar la tecnología evaluada. Después de analizar los datos de rendimiento, se establece que hubo significancia en el rendimiento del maíz ICTA B-15^{ACP Zn} respecto a los genotipos que tradicionalmente usa el productor, ya que la variedad biofortificada superó a los testigos locales, en un promedio de 631 kg/ha. Para conocer la opinión de los productores, el día 22 de marzo de 2018, se realizaron simultáneamente en tres localidades, días de campo. Un 98% de los entrevistados respondió que les gustaba el maíz ICTA B-15^{ACP Zn} principalmente por su altura, color del grano, tamaño del grano y tamaño de la mazorca. Respecto a la adopción de la tecnología, se indagó sobre las razones por las que volverían a sembrar la nueva variedad. Las respuestas más recurrentes fueron: por el peso del grano, valor nutricional y altura de la planta. Se recomienda que la variedad ICTA B-15^{ACP Zn} pase a la fase de transferencia, ya que supera en rendimiento a los materiales locales y tuvo buena aceptación entre los productores; así mismo, hacer hincapié en la importancia de los cultivos biofortificados, ya que como se vio en los días de campo, el valor nutricional de los alimentos influye fuertemente sobre la forma en como es aceptada la variedad.

1. Introducción

Los materiales de maíz nativos que han venido utilizando los productores de la zona norte de Guatemala tienen potencial de rendimiento limitado, lo que impide que puedan mejorar sus ingresos; además no suministran la cantidad necesaria de proteína ni zinc en la dieta diaria de la población rural. Aunado al tema de la productividad, el ICTA desde la década de los años 80 viene incorporando el tema de la biofortificación, como un valor agregado, para contribuir a mitigar la problemática de la desnutrición en Guatemala que lamentablemente se ha incrementado en la población rural de los departamentos de Alta Verapaz, y Quiché.

Con el apoyo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y del Programa Regional de maíz para Centro América y del Caribe (PRM), el ICTA ha venido haciendo estudios sobre biofortificación del cultivo de maíz, desde la década de los años 80. Según el PRM (1991), el Programa regional de maíz fue una red regional de investigación en maíz compuesta por nueve Programas Nacionales de Investigación Agrícola de Centro América y El Caribe, dicha iniciativa tuvo el apoyo financiero de COSUDE (Cooperación Suiza para el Desarrollo).

Específicamente en el año 1985, el ICTA generó la variedad con proteínas de alta calidad “Nutricta” y la liberó. Esta variedad no fue aceptada por la población debido al hecho de que tenía grano con una textura “harinosa”. Según el ICTA (1983), Nutricta fue un material con un rendimiento promedio de 4.26 t/ha. En los años 2004/2005, fue liberado el híbrido de maíz HB-Proticta, pero tampoco tuvo aceptación debido a poseía la característica de grano con una textura harinosa. Proticta tenía un rendimiento promedio de 4.97 t/ha (ICTA, s.f.). Para el año 2009, con el apoyo del proyecto Agro Salud, fue liberado el material híbrido de maíz ICTA Maya^{QPM}. (Quality Protein Maize), que tiene un grano semicristalino. Según el ICTA (s.f.), éste material da rendimientos de hasta 5.9 t/ha.

Con la implementación de parcelas de prueba de la variedad ICTA B-15^{ACP Zn}, se pretendió validar su adaptación a diversas condiciones edafoclimáticas y ver su potencial para liberarla en el año 2018, poniéndola a disposición de los productores de las zonas maiceras y contribuir a mitigar los índices de desnutrición en el país.

2. Marco teórico

2.1 Mejoramiento genético de variedades convencionales de maíz en el ICTA

El programa de maíz del ICTA ha generado para la zona del trópico bajo, variedades de polinización libre. Según Fuentes (2002), dentro de los logros importantes del ICTA se encuentra la generación de nuevas poblaciones de las cinco variedades comerciales ICTA B-1, ICTA B-5, ICTA B-7, ICTA La Máquina 7422, ICTA La Máquina 7843. Estos genotipos no contienen proteína de alta calidad.

2.2 Características de la variedad de maíz ICTA B-15^{ACP Zn}

Esta variedad fue introducida del CIMMYT y durante al año 2016 el Programa de maíz del ICTA la tuvo en estudio en fase de ensayos de finca. En las parcelas de prueba 2017 se pudo constatar que las características en su desarrollo vegetativo y reproductivo, son similares a las de la variedad ICTA B-13^{ACP Zn}, con días a floración a los 54 días y la madurez fisiológica se alcanza a los 90 días, altura de planta de 230 metros. Las características de precocidad y altura baja fueron muy apreciadas por los productores. A diferencia de la variedad ICTA B-13^{ACP Zn}, ICTA B-15^{ACP Zn} es de grano grande, característica determinante para los productores para su aceptación.

2.3 Terminología utilizada en el proyecto

Los términos técnicos más importantes dentro del presente proyecto son: generación, validación y transferencia de tecnología. En este caso dichos términos pueden consultarse en Córdova *et al* (1981).

2.4 Características del área de influencia del proyecto

La biofortificación, es una estrategia basada en alimentos que tienen como propósito ayudar a combatir los problemas de desnutrición con el mejoramiento de cultivos de manera natural, en campo. Es complementaria, sostenible y costo-efectiva. En Guatemala, el 49.8% de los niños sufre desnutrición crónica, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil (INE-2009).

El área de influencia del proyecto incluyó municipios de los departamentos de Alta Verapaz y Quiché. Dicha área sufre de elevados índices de desnutrición. En el cuadro 1 se muestran los niveles de desnutrición crónica en cada uno de los municipios donde se realizó la investigación.

Cuadro 1. Desnutrición crónica en el área de influencia del Proyecto

Departamento	Municipio	Año				Categoría
		1986	2001	2008	2015	
Alta Verapaz	Chahal	60.7	52.4	55.1	43.6	Alta
	Fray Bartolomé De Las Casas	50.4	47.5	44.3	38.0	Alta
	Chisec	46.8	45.0	45.8	37.3	Alta
	Cobán	48.6	43.7	43.2	35.7	Alta
	San Pedro Carchá	49.1	47.1	49.3	39.9	Alta
Quiché	Ixcán	59.1	50.7	48.2	40.3	Alta

(SESAN, 2016)

2.5 Deficiencia de zinc

El zinc es esencial para el funcionamiento correcto de un gran número de proteínas y de más de 100 enzimas específicas (Andreini *et al*, 2006).

Se estima que la deficiencia de zinc es responsable de cerca de 450,000 muertes, o 4.4% de los niños menores a cinco años (UNICEF, 2008).

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la deficiencia de zinc es la quinta mayor causa de muerte y enfermedades en los países en desarrollo (OMS, 2002).

En los países en desarrollo, los cereales proveen hasta el 70% de la ingesta de calorías. Por esta razón, el contenido de zinc en los principales cultivos básicos como trigo, arroz, maíz y frijol es de particular interés. Por consiguiente, hay una liga vital y directa entre la deficiencia de zinc en los suelos, cultivos y humanos en estas áreas. De hecho, un estudio en la India ha documentado el más bajo estatus de zinc (en el plasma sanguíneo) en gente que se alimenta de cereales con menor contenido de zinc, que viene de suelos deficientes (LATIZA 2016).

3. Objetivos

3.1 General

Validar a través de parcelas de prueba el rendimiento producido por la variedad de maíz ICTA B-15^{ACP Zn}, en comparación con las variedades locales, bajo las condiciones de manejo de los productores de maíz.

3.1 Específicos

Determinar el comportamiento y la estabilidad de la variedad de maíz ICTA B-15^{ACP Zn} bajo diferentes ambientes de la zona norte de Guatemala.

Determinar el nivel de aceptabilidad de la variedad de maíz blanco ICTA B-15^{ACP Zn} por parte de los productores de la zona norte de Guatemala.

4. Hipótesis

La variedad de maíz blanco biofortificado ICTA B-15^{ACP Zn} supera significativamente en rendimiento a las variedades locales y es aceptada por los productores.

5. Metodología

5.1 Localidad y época (s)

En total se instalaron 70 parcelas de prueba y se cosecharon 54, en la zona norte de Guatemala, que abarca localidades desde los 0 a 1,200 msnm.

Las parcelas de prueba se implementaron con agricultores que tradicionalmente utilizan materiales locales. La distribución por departamento se presenta en el cuadro 2. En cada parcela se hizo el registro de coordenadas GTM.

Cuadro 2. Distribución de parcelas de prueba cosechadas de la variedad de maíz ICTA B-15^{ACP Zn} en seis municipios de la región norte de Guatemala.

Departamento	Municipio	ICTA B-15 ^{ACP Zn}
Alta Verapaz	Fray Bartolomé De Las Casas	5
	Chisec	4
	Panzos	16
	La Tinta	13
	Cobán	5
Quiché	Ixcán	11
Total parcelas de prueba cosechadas		54

5.2 Diseño experimental

En vista que la parcela de prueba únicamente pretende medir el comportamiento en rendimiento y aceptabilidad por parte del productor colaborador, contrastando el cultivar nuevo (tecnología en prueba) versus el cultivar local, se utilizó el diseño de parcelas pareadas.

5.3 Tratamientos

Los tratamientos fueron:

1. Variedad de maíz con alta calidad de proteína ICTA B-15^{ACP Zn}
2. Genotipo de maíz utilizado por los productores colaboradores.

5.4 Tamaño de la unidad experimental

La dimensión de cada parcela fue de 441 m². Las parcelas de la nueva variedad estuvieron colocadas junto a las parcelas de producción de maíz del productor.

5.5 Modelo estadístico

- **Parcelas pareadas:**

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

Donde:

t = valor de *t de Student*.

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

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

- **Análisis de estabilidad:**

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

Donde:

Y_{ij} = es la medida varietal de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente (i = 2, J = 54).

U_i = la media de la i-ésima variedad a través de todos los ambientes.

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

I_j = índice ambiental obtenido como promedio de todas las variedades en el j-ésimo ambiente menos la media general.

S_{ij} = desviación de regresión de la variedad i en el ambiente j.

5.6 Variables de respuesta

- Rendimiento de grano (kg/ha al 14% de humedad).
- Opinión del agricultor sobre la nueva variedad (Análisis de pre aceptabilidad que aparece en el anexo)

5.7 Análisis de la información

Los resultados de rendimientos de grano fueron sometidos al análisis estadístico, a través de una prueba de *t de Student* para observaciones pareadas y poder así determinar la existencia de diferencias entre el rendimiento de la variedad de maíz con alta calidad de proteína ICTA B-15^{ACP Zn} y las variedades utilizadas por los agricultores colaboradores.

Como el fin de conocer la opinión del agricultor, se realizaron días de campo, el 22 de marzo de 2018, en donde grupos de productores, con una boleta previamente diseñada, dejaron constancia de la aceptabilidad o rechazo hacia la nueva variedad de maíz comparada con las variedades que los productores utilizan a nivel local.

5.8 Manejo del experimento

Previo a la entrega de semillas, se seleccionaron a los agricultores colaboradores, explicándoles el objetivo de implementar las parcelas de prueba con el genotipo biofortificado (alta calidad de proteína más zinc).

Durante la entrega de la semilla, se explicó a cada colaborador la forma de conducir las parcelas del material biofortificado, enfatizando la importancia de colocar a la par una parcela con la variedad local.

El agricultor colaborador condujo la parcela de prueba con sus propios recursos físicos y económicos, tal cual maneja su propia parcela, que se utilizó como comparador.

Durante el ciclo del cultivo se hicieron visitas a las parcelas, en tres momentos distintos: prefloración, madurez fisiológica y cosecha.

Previo a la cosecha de las parcelas, se seleccionaron localidades para realizar la evaluación de pre aceptabilidad en días de campo, con participación de los productores, mediante un cuestionario de selección múltiple, previamente elaborado.

Con el apoyo del Laboratorio de Suelos se analizaron muestras de suelo obtenidas en las localidades donde se condujeron las parcelas de prueba.

6. Resultados y Discusión

Tras el análisis de los datos de rendimiento, se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, tal como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Prueba de t de los rendimientos obtenidos

Prueba T para muestras Independientes

Variable:RENDIMIENTO - Clasific:Genotipo - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	ICTA B-15	TESTIGO
n	54	54
Media	2520.15	1889.49
Media (1) -Media (2)	630.66	
LI (95)	307.53	
LS (95)	953.80	
pHomVar	0.0169	
T	3.87	
p-valor	0.0002	

Con base en la información anterior, la variedad biofortificada ICTA B-15^{ACP Zn} superó al testigo local con en aproximadamente 631 kg/ha, por lo que se infiere que es significativamente superior a los genotipos locales en cuanto a rendimiento. En áreas con suelos aluviales, como en las riberas de los ríos y con alta fertilidad natural, la productividad es mucho mejor, como la localidad de Ixcán, Quiché.

Opinión de los agricultores

Para conocer la opinión de los productores se realizaron simultáneamente tres días de campo, el 22 de marzo de 2018.

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos. En primer lugar se hizo la siguiente pregunta: **Le gusta el maíz ICTA B-15^{ACP Zn}**? El 98% respondió que le gusta y el 2% respondió que no le gusta. Al indagar sobre las justificaciones sobre la alta aceptabilidad puede verse en la figura 1, que todo se asocia a las características agronómicas, principalmente: altura de planta, color y tamaño del grano, y tamaño de la mazorca.

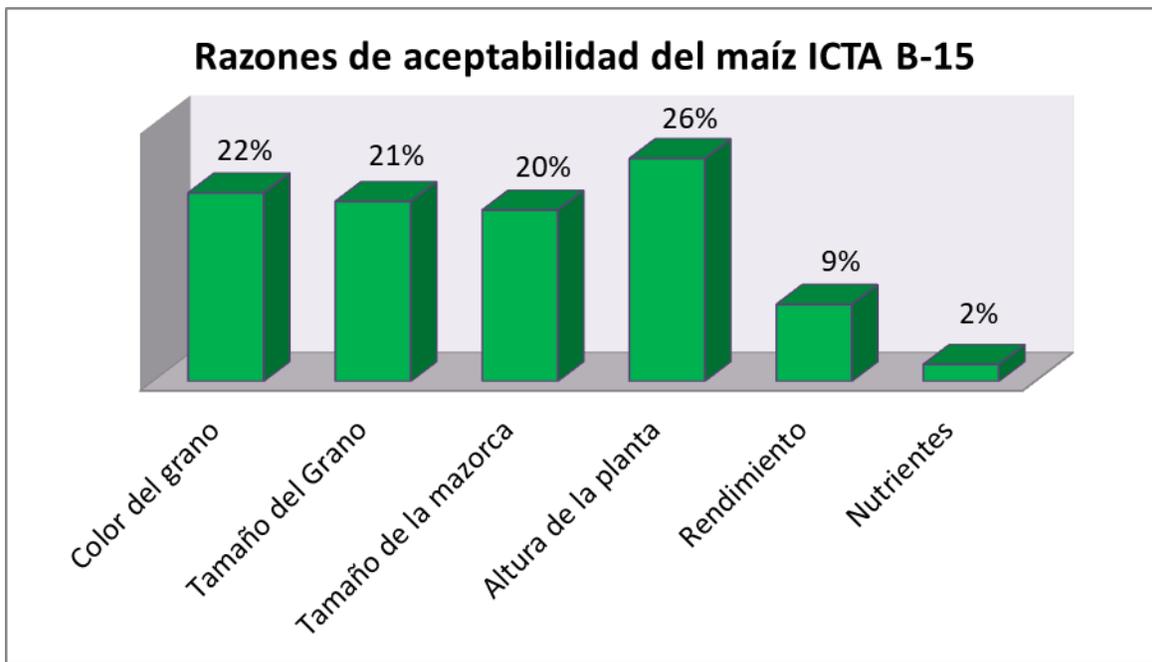


Figura 1. Aceptabilidad de la variedad de maíz biofortificado ICTA B-15 ^{ACP Zn}.

De manera complementaria a lo anterior, se preguntó: **¿Le gusta el maíz local o criollo?** De esa forma el 97% respondió que le gusta y el 3% respondió que no le gusta.

Al analizar las razones por las que el material criollo es altamente aceptado, las principales justificaciones fueron: color del grano, tamaño del grano, tamaño de la mazorca y la altura de la planta, tal como lo muestra la figura 2. Por lo anterior, es evidente que ambos materiales tienen buena aceptabilidad.

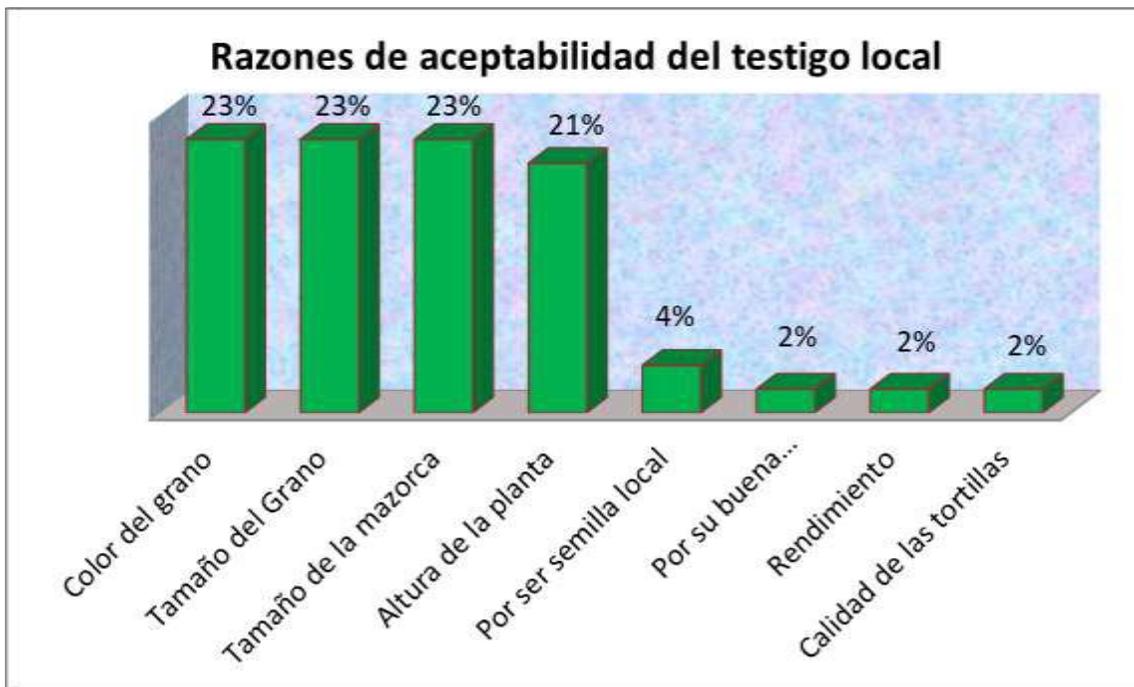


Figura 2. Aceptabilidad del testigo local

También se indagó por qué a algunos productores no les gustan las semillas criollas. Los resultados se muestran en la figura 3.

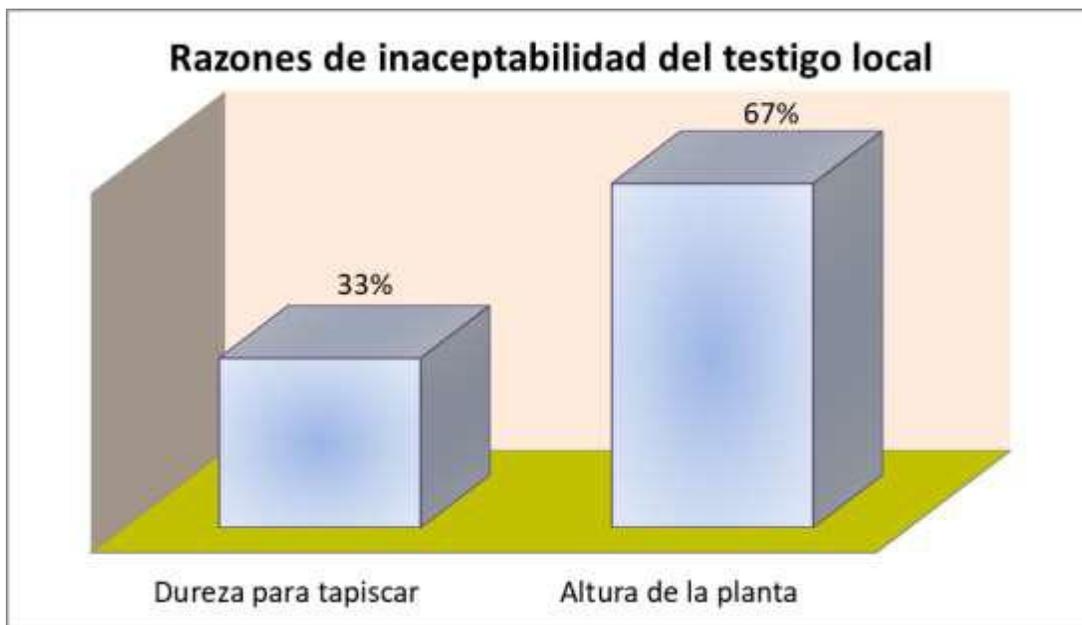


Figura 3.

Factores que afectan la aceptación de las variedades locales.

Los resultados muestran que los principales factores por los que a los productores no les gustan las variedades locales son: altura de la planta y la dureza para tapiscar.

Con el fin de conocer sobre la posible adopción de la nueva variedad, se hizo la siguiente pregunta: **¿Por qué volvería a sembrar la variedad de maíz ICTA B-15^{ACP Zn}?**, las respuestas se presentan en la figura 4.



Figura 4. Razones para sembrar nuevamente la variedad ICTA B-15^{ACP Zn}.

Las respuestas fueron las siguientes: peso del grano (33%), el valor nutricional (28%) y la altura de la planta (22%).

Respecto a las razones por las que los productores recomendarían a otro agricultor sembrar la variedad ICTA B-15^{ACP Zn}; las respuestas se presentan en la figura 5.

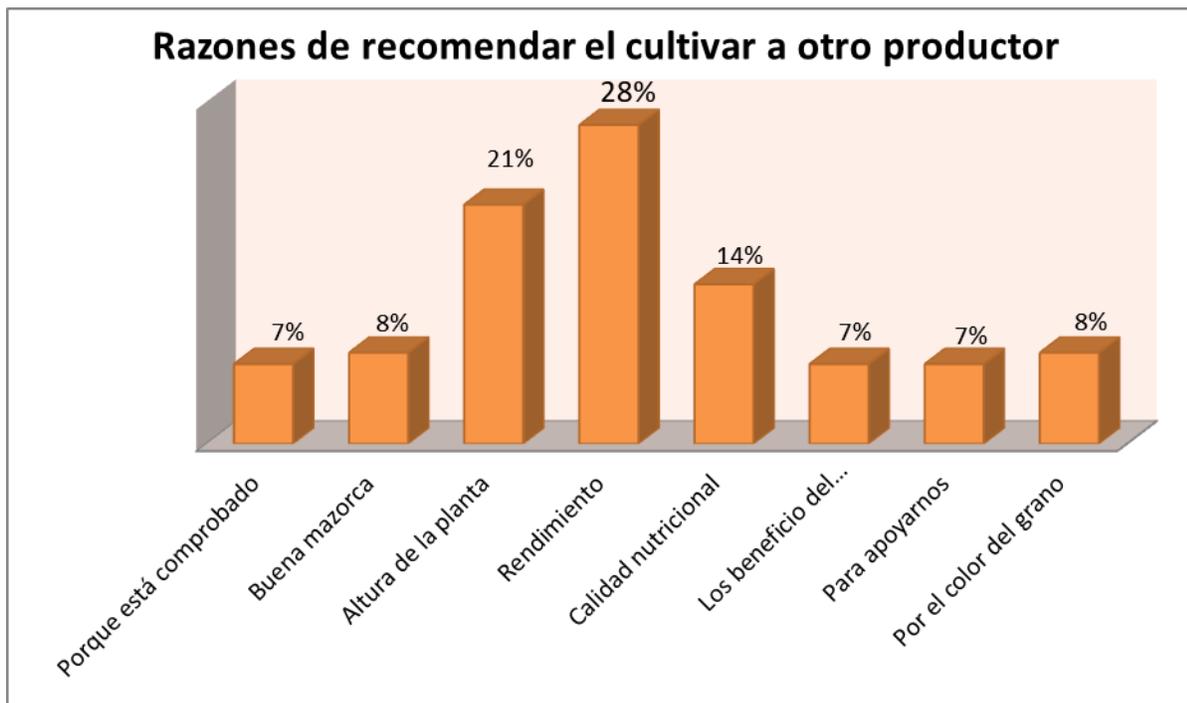


Figura 5. Razones para recomendar la variedad ICTA B-15^{ACP Zn}

Los productores externaron que la recomendarían, principalmente por: su rendimiento (28%), altura de planta (21%) y calidad nutricional (14%), por lo que prácticamente serían las mismas razones por las que ellos mismos la adoptarían.

Finalmente se hizo la pregunta **¿Sabiendo que la variedad de maíz ICTA B-15^{ACP Zn} tiene mejor calidad de proteína, la recomendaría usted para su consumo en el hogar?** De acuerdo a las respuestas, la principal razón para recomendar el maíz dentro del hogar, es su valor nutricional, por lo que es de vital importancia a la hora de transferir esta tecnología hacer énfasis en este aspecto.

7. Conclusiones

La variedad de maíz biofortificada ICTA B-15^{ACP Zn} superó en rendimiento de grano a los genotipos locales, en un promedio de 631 kg/ha.

Con base en la opinión de los productores, a un 98% de ellos les gusta la variedad de maíz biofortificada ICTA B-15^{ACP Zn}, principalmente por su altura, color y tamaño del grano y tamaño de la mazorca.

Respecto a la adopción de la variedad de maíz biofortificada ICTA B-15^{ACP Zn}, existen buenas perspectivas, ya que los agricultores mostraron disponibilidad por recomendarlo a sus colegas, así como para el consumo en su hogar, especialmente por su rendimiento, altura, peso del grano y por su valor nutricional.

8. Recomendaciones

- Que la variedad de maíz blanco biofortificado ICTA B-15^{ACP Zn} pase a la fase de transferencia, ya que supera en rendimiento a los materiales locales y tuvo buena aceptación entre los productores.
- A la hora de realizar la transferencia es importante hacer hincapié en la importancia de consumir alimentos biofortificados, ya que esto representa un valor agregado a la tecnología que se pretende promocionar.

9. Referencias bibliográficas

- Córdoba, H.; Del Valle, R.; Herrera, J.; Estrada, L. (1981). Guía Técnica para Investigación Agrícola. Guatemala, Guatemala. 50 p.
- Fuentes L, M.R. (2002). El cultivo del maíz en Guatemala: Una guía para su manejo agronómico. Guatemala, Guatemala. 45 p.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). (1983). Nutricta. Guatemala, Guatemala. Trifoliar.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). (1987). Informe técnico de resultados de prueba de tecnología Huehuetenango. Guatemala, Guatemala. 168 p.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). (s.f.). Proticta. Guatemala, Guatemala. Trifoliar.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). (s.f.). ICTA Maya^{QPM}. Guatemala, Guatemala. Trifoliar.
- LATIZA (Asociación latinoamericana de zinc Perú) s.f. El zink en los fertilizantes (en línea) Consultado el 15 de junio 2016. Disponible http://latiza.com/archivos_publicar/Brochure%20Zinc%20en%20los%20fertilizantes.pdf
- Programa Regional de Maíz para Centro América y El Caribe (PRM). (1991). Reunión de Planificación Estratégica de la Investigación para la Fase 1992-1996 del PRM. Guatemala, Guatemala. 21 p.
- Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SESAN). (2016). Sistema de Información Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (en línea). Consultado 25 oct. 2016. Disponible en <http://www.siinsan.gob.gt>
- Organización de las Naciones Unidas para la Infancia- Oficina Regional de UNICEF para América Latina y el Caribe Panamá (UNICEF TACRO). (2008). Lineamientos Estratégicos para la Erradicación de la Desnutrición Crónica Infantil en América Latina y el Caribe. Consultado el 7 de junio de 2016. Disponible en [http://www.unicef.org/lac/final_estrategia_nutricion\(5\).pdf](http://www.unicef.org/lac/final_estrategia_nutricion(5).pdf)

ANEXOS



Labor de cosecha en Pueblo Nuevo, Ixcán, Quiché



Determinación del rendimiento en la cosecha de maíz ICTA B-15^{ACP Zn}



Emitiendo opinion acerca de la variedad de maíz ICTA B-15^{ACP Zn}



Producto obtenido en de la cosecha de una parcela de prueba en Ixcán, Quiché

Cuadro 3. Datos de rendimiento de grano (kg/ha) obtenido en parcelas de prueba establecidas en los municipios de Fray Bartolomé de las Casas y Chisec, Alta Verapaz.

Caso	Localidad	ICTA B-15^{ACP Zn}	Testigo
1	Fray Bartolomé De Las Casas	3486.42	2966.06
2	Fray Bartolomé De Las Casas	3434.39	3059.73
3	Fray Bartolomé De Las Casas	4652.04	3476.01
4	Fray Bartolomé De Las Casas	2240.27	2237.56
5	Fray Bartolomé De Las Casas	2352.04	2029.41
6	Chisec	5442.98	3319.91
7	Chisec	4017.19	2778.73
8	Chisec	2300.00	2123.08
9	Chisec	2164.71	2081.45

Cuadro 4. Datos de rendimiento de grano (kg/ha) obtenido en parcelas de prueba establecidas en los municipios de Panzós y La Tinta, Alta Verapaz.

Caso	Localidad	ICTA B-15^{ACP Zn}	Testigo
10	Panzós	2550.00	1589.00
11	Panzós	2456.00	1675.00
12	Panzós	2534.00	1945.00
13	Panzós	2135.00	1231.00
14	Panzós	2134.00	1034.00
15	Panzós	2467.00	1367.00
16	Panzós	2865.00	2001.00
17	Panzós	2358.00	1267.00
18	Panzós	2678.00	1935.00
19	Panzós	2345.00	1924.00
20	Panzós	1982.00	934.00
21	Panzós	2621.00	1522.00
22	Panzós	2439.00	1465.00
23	Panzós	2076.00	1092.00
24	Panzós	1993.00	956.00
25	Panzós	1682.00	1044.00
26	La Tinta	2725.91	2085.00
27	La Tinta	2656.82	2178.18
28	La Tinta	2564.09	2215.45
29	La Tinta	2668.64	2159.55
30	La Tinta	2633.64	2085.00
31	La Tinta	2509.55	2210.91
32	La Tinta	2377.73	1975.00
33	La Tinta	2266.82	1960.00
34	La Tinta	2192.73	1932.27
35	La Tinta	2145.91	1888.18
36	La Tinta	2236.82	2045.45
37	La Tinta	2509.55	2215.91
38	La Tinta	2600.45	2180.91

Cuadro 5. Datos del rendimiento de grano (kg/ha) obtenido en parcelas de prueba establecidas en los municipios de Ixcán, Quiché y Cobán, Alta Verapaz.

Caso	Localidad	ICTA B-15^{ACP Zn}	Testigo
39	Ixcán	3092.15	2061.43
40	Ixcán	3896.10	2112.97
41	Ixcán	5488.12	3873.97
42	Ixcán	1030.72	773.04
43	Ixcán	1752.22	1195.63
44	Ixcán	2618.02	2061.43
45	Ixcán	3669.35	3123.07
46	Ixcán	1195.63	1020.41
47	Ixcán	1193.18	1136.36
48	Ixcán	1546.07	2061.43
49	Ixcán	4256.20	2210.74
50	Cobán	2226.35	1937.74
51	Cobán	1185.32	1030.72
52	Cobán	1339.93	1247.17
53	Cobán	1074.38	826.45
54	Cobán	1030.72	1175.02

Cuadro 6. Costo de producción de maíz por manzana en siembra de primera, con

agricultores excedentarios y nivel de tecnología mediana.

No.	Actividades	Días después de la siembra	Cantidad de jornales	Valor (Q/jornal). Insumo	Total Q
	Mano de obra				
1	Botado de guamil	0	16	Q.60.00	960
2	Quema (<i>ronda y vigilancia del fuego</i>)	0	1	Q.60.00	60
3	Aplicación del herbicida pre siembra	0	2	Q.60.00	120
4	Siembra	0	8	Q.60.00	480
5	1ª. Fertilización	15-20	3	Q.60.00	180
6	Limpia con herbicida	30	4	Q.60.00	240
7	Limpia manual (<i>desmatochado</i>)	40	2	Q.60.00	120
8	Aplicación de insecticida	20	4	Q.60.00	240
9	Aplicación de fungicida	0	0	0	0
10	2ª. Fertilización	35-50	3	Q.60.00	180
11	Limpia pre cosecha	90	6	Q.60.00	360
12	Cosecha y <i>acarreo</i>	120	10	Q.60.00	600
13	Transporte a la casa	0	0	0	0
14	Aporreo, ventilado, pesado	0	3	Q.60.00	180
15	Transporte al mercado local	0	0	0	0
	Insumos				
16	Triple 15	15	3qq	240	720
17	Urea	45	2qq	240	480
18	Insecticida	20	0.5litros	150	75
19	Herbicida	25	2 litros	60	120
	Total invertido				5115
	Venta del producto	ICTA B-15 ^{ACP Zn}	38.81 qq	100	3881
		Criollo del Agricultor	29.09 qq	100	2909
	Ingreso Neto	ICTA B-15	-1234	Rentabilidad:	-24.13.%
		Criollo del Agricultor	-2206		-43.13%

Cuadro 7. Resultados de análisis de muestras de suelos. Laboratorio de suelos de ICTA, 2017.

		%		meq/100 g			Ppm				
	Nivel Medio	5	6	6 a 8	1.5-2.5	120-150	12- 16	2- 4	4- 6	10- 15	10- 15
Localidad	Municipio	M.O.	pH	Ca	Mg	K	P	Cu	Zn	Fe	Mn
Chajmaic	Fray Bartolomé	7.68	5.9	12.1	2.5	186	14	0.	4.6	3.3	68.8
La Isla	Fray Bartolomé	5.8	6.02	19.8	5.6	172.5	75.5	0.2	1.5	6.1	34.5
La Caoba 2	Fray Bartolomé	4.9	5.8	6.4	2.2	61.8	24.5	0.6	4.1	4.7	100.3
Champeguano	Fray Bartolomé	5.6	5.92	18.1	1.6	72	20.5	0.1	4.2	5.1	28.3
Nuevo Edén	Chisec	5.0	5.56	3.3	1.3	33.8	15	0.2	0.6	11.6	56.0
Saguachil	Chisec	5.4	5.67	6.7	2.2	125.3	9.5	0.8	2.2	7.6	63.3
Chaquiwiché	Chisec	7.6	5.57	16.7	6.7	202	21.5	0.4	4.6	8.9	43.0
Sexán	Chahal	7.5	5.35	2.1	0.5	13.6	19.5	0.2	5.8	2.0	14.8
Rubel Cacao	Chahal	5.88	5.4	2.1	0.7	17.2	17.5	0.3	N/D	4.0	123.5



CRIA

Programa Consorcios de Investigación Agropecuaria

