

Aceptabilidad de nuevas variedades biofortificadas de frijol en Guatemala y Honduras



**Sonia Gallego y
Byron Reyes**

Septiembre 2023

AGRADECIMIENTOS

Este informe se preparó en el marco del proyecto “*Novel climate resilient common bean cultivars for food security in Honduras and Guatemala*”, con fondos de USAID-ARS PASA Collaborative Research Funds, bajo el acuerdo No. 58-6090-3-004-F.

Los autores agradecen la colaboración de los consumidores de Guatemala y Honduras que participaron en las evaluaciones sensoriales, por su dedicación y tiempo. Además, agradecemos a las personas que apoyaron en la logística de estas actividades: Juan Carlos Rosas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano en Honduras; Ángela Miranda y Vanessa Illescas de ICTA en Guatemala; Marvin Gómez y Nilda Martínez de FIPAH; Mainor Pavón y Juana Rodríguez de ASOCIALAYO; y Danilo Escoto y Marisela Casco de DICTA en Honduras; además del personal de apoyo adicional de cada organización mencionada; y Julisa Mercedes González, quien apoyó las actividades en ambos países. Finalmente, agradecemos a Tim Porch de ARS USDA, por liderar el proyecto e incluir, entre sus cuatro objetivos, un objetivo relacionado a este componente de evaluaciones sensoriales.

Cualquier error en este documento corresponde a los autores y las opiniones no reflejan la posición de CIAT o de USDA.

Sobre los autores:

Sonia Gallego es Asociada Senior de investigación de la Alianza Bioersity – CIAT, y lideró el diseño e implementación de las evaluaciones sensoriales, el análisis de los datos y escritura de este informe.

Byron Reyes es Científico de la Alianza Bioersity – CIAT, y fue el investigador principal por parte de la Alianza, apoyó en el diseño e implementación de las evaluaciones sensoriales y contribuyó en la escritura de este informe.

TABLA DE CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES	1
2.	OBJETIVOS	1
3.	METODOLOGÍA	2
3.1	Población y área de estudio.....	2
3.2	Materiales evaluados y preparación.....	3
3.3	Prueba sensorial.....	4
3.4	Consideraciones éticas.....	5
3.5	Análisis estadístico	6
4.	RESULTADOS	6
4.1	Descripción de la muestra	6
4.2	Aceptabilidad sensorial.....	8
5.	ANÁLISIS COMPARATIVO Y CONCLUSIONES.....	13
6.	REFERENCIAS	14
7.	ANEXOS	15

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Materiales evaluados en las pruebas sensoriales	3
Tabla 2. Fechas en que se realizaron las pruebas sensoriales	4
Tabla 3. Características sociodemográficas de las personas que participaron en el estudio sensorial.	7
Tabla 4. Puntuaciones hedónicas medianas de los atributos sensoriales de los frijoles biofortificados con hierro y zinc y control, evaluados en cada país.....	8
Figura 1. Gráficas radiales y promedios de los frijoles biofortificados y control evaluados en Guatemala (A) y Honduras (B)	9
Figura 2. Porcentaje de evaluadores que calificaron los frijoles biofortificados y control, por atributo según criterios de aceptabilidad, en Guatemala	10
Figura 3. Porcentaje de evaluadores que calificaron los frijoles biofortificados y control, por atributo según criterios de aceptabilidad, en Honduras	11



1. ANTECEDENTES

En Centroamérica y el Caribe, la deficiencia de micronutrientes como vitaminas y minerales (conocida como hambre oculta) es un problema de salud pública. En el caso de Guatemala y Honduras, se presenta una alta prevalencia de anemia que afecta principalmente a niños menores de 5 años y a mujeres en edad fértil o embarazadas (1, 2), siendo mayor la problemática en las zonas rurales que en las urbanas (3).

La biofortificación surge como una alternativa efectiva y sostenible para suministrar cultivos básicos más nutritivos, en grupos poblacionales que tienen acceso limitado a estrategias como la fortificación de alimentos, la distribución de suplementos dietéticos y la promoción de la diversificación de la dieta, entre otras (4). A diferencia de la fortificación, la biofortificación permite aumentar el contenido de micronutrientes en los alimentos desde la etapa de producción de los cultivos. Para esto se emplean técnicas convencionales de fitomejoramiento, con el fin de aumentar su contenido de minerales (hierro y zinc) y vitaminas (vitamina A), por lo que no son cultivos genéticamente modificados (5). Esta estrategia se centra en los cultivos que constituyen la base de alimentación diaria de las comunidades rurales y poblaciones vulnerables (frijol, maíz, arroz, yuca y camote), convirtiéndolos en un método efectivo para incrementar la ingesta y el aporte de micronutrientes (6).

Desde hace varios años, los Programas de Cultivos Biofortificados y de Mejoramiento de Frijol de la Alianza Bioversity - CIAT han trabajado con el Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas (ICTA) en Guatemala y con la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, y la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) en Honduras, en la evaluación de diferentes materiales de frijol con el objetivo de liberar variedades biofortificadas con hierro y zinc, que puedan ser producidas, consumidas y comercializadas por las familias productoras y consumidores en general en el Corredor Seco Centroamericano (7).

Por tanto, en el marco del Proyecto PASA (*Novel climate resilient common bean cultivars for food security in Honduras and Guatemala*), se realizaron pruebas sensoriales de frijol biofortificado en Guatemala y Honduras, para establecer la aceptabilidad por parte de consumidores, de materiales promisorios previos a su liberación, y de variedades ya liberadas. Este parámetro, junto con el rendimiento, la resistencia a enfermedades y plagas, y el contenido de micronutrientes, proporcionan una valiosa información para desarrollar las estrategias de adopción y difusión posteriores al lanzamiento de nuevas variedades.

2. OBJETIVOS

- ✓ Determinar la aceptabilidad sensorial de materiales biofortificados de frijol, comparados con una variedad testigo.
- ✓ Evaluar las características de calidad de los materiales de frijol biofortificado, relacionadas con la percepción del consumidor (color, tamaño, olor, sabor y textura).
- ✓ Incluir la evaluación sensorial como parte del proceso de evaluación y liberación de variedades de frijol biofortificado en Guatemala y Honduras.

3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este estudio se utilizó un enfoque metodológico afectivo-cuantitativo, mediante la aplicación de una prueba de aceptación con escala hedónica o Likert de siete puntos, tres para grados de disgusto, uno para neutro y tres para grados de gusto (8, 9). Esto se logró a través de una encuesta auto aplicada (llenada por cada uno de los participantes), según un formato establecido (Anexo 1). Los participantes valoraron la aceptabilidad de los materiales de frijol, evaluando sus atributos sensoriales (color, tamaño, olor, sabor y textura), y registrando las respuestas de acuerdo con la escala especificada. Estas respuestas permitieron obtener los porcentajes de aceptabilidad de cada material de frijol.

Adicionalmente, en la encuesta se incluyó una sección de información sociodemográfica para conocer algunos datos generales de los participantes, como edad, estado civil, nivel educativo, ocupación principal, frecuencia de consumo de frijol, aspectos de importancia para la compra de frijol, y consumo de tabaco, café y otros alimentos y bebidas antes de la prueba sensorial, para validar criterios de inclusión y exclusión de las respuestas de los participantes en el análisis. Previo a la realización de la prueba, se leyó a los participantes un consentimiento informado, y también se les solicitó leer y firmar dicho consentimiento, en donde se especificaban los detalles de la actividad, para confirmar y autorizar su participación en la prueba (Anexo 2 y Anexo 3). A los participantes que no sabían leer ni escribir, se los apoyó aclarando dudas, y colocando su huella en lugar de su firma.

Para mantener la rigurosidad en la metodología, los materiales fueron codificados y solo los investigadores liderando la actividad supieron qué código correspondía a qué material. Esto permitió que realizáramos las pruebas a ciegas a dos niveles: (1) personal de las organizaciones o instituciones que apoyaron en la logística y las personas que prepararon los alimentos no supieron qué código correspondía a qué material, y (2) los participantes no tuvieron conocimiento previo sobre ingredientes, forma de preparación, etc., del frijol que estaban probando ni supieron qué código correspondía a qué material. Además, aleatorizamos la distribución (orden) de los tres materiales que cada participante evaluaba.

3.1 Población y área de estudio

La zona de influencia del proyecto PASA es el Corredor Seco de Honduras y Guatemala, incluidas las seis regiones occidentales de Honduras, razón por la cual este estudio de aceptabilidad de frijol se realizó en los departamentos de Jutiapa, Chiquimula y Baja Verapaz en Guatemala, y en los departamentos de Santa Bárbara, Yoro y El Paraíso en Honduras. Aunque un área de enfoque adicional del proyecto PASA incluye Petén en Guatemala, en esta actividad no se incluyeron evaluaciones sensoriales en dicho departamento.

En la región Centroamérica, Guatemala y Honduras están priorizados para realizar intervenciones con frijol biofortificado, dados sus preocupantes indicadores en cuanto a deficiencias de hierro y zinc. Adicionalmente, los ensayos de evaluación agronómica para la liberación de los materiales, coordinados por ICTA, DICTA y Zamorano, se están llevando a cabo en estos y otros departamentos.

❖ *Convocatoria y actividades previas*

La convocatoria de los participantes en Guatemala fue realizada por ICTA en los tres departamentos (Jutiapa, Chiquimula y Baja Verapaz), mientras que en Honduras se contó con la colaboración de ASOCIALAYO, FIPAH y DICTA para realizar la convocatoria en Santa Bárbara, Yoro y El Paraíso, respectivamente. Los colaboradores formalizaron la convocatoria con la invitación a la prueba y la hoja

de información del estudio que comprendía una descripción detallada del estudio, el perfil que debían tener los participantes y una guía para la participación.

Antes de la prueba sensorial, se visitaron las localidades para, entre otros, coordinar detalles logísticos con los colaboradores del proyecto y revisar el sitio de preparación y las instalaciones disponibles para la implementación de la encuesta y demás actividades de la prueba.

❖ **Participantes**

El estudio se realizó con 180 participantes en cada país (60 por departamento), quienes eran agricultores y consumidores habituales de frijol de comunidades rurales. En la convocatoria se hizo énfasis en invitar a mujeres y jóvenes adultos, con las siguientes características:

- Personas sanas (incluye la ausencia de gripe, rinitis alérgica o síntomas asociados al COVID-19) mayores de 18 años.
- Estrato socioeconómico entre bajo y medio.
- Dispuestos a participar (oficialmente con la firma de un Consentimiento Informado).
- Residentes en el área de estudio.

Cada individuo participó en la prueba sensorial un solo día, y tardó aproximadamente 30 minutos en completarse. En cada departamento, los participantes fueron convocados en grupos (20-30 participantes por grupo) y a distintas horas, para evitar tiempos de espera.

3.2 Materiales evaluados y preparación

Los materiales de frijol biofortificado con hierro y zinc y la variedad control (de alto consumo) evaluados en cada país fueron los detallados en la Tabla 1. Los materiales con un nombre son variedades liberadas y que se encuentran en el mercado. Los materiales con un código (i.e., SMN 97 y SEF 70) son materiales que aún no se han liberado. El grano usado para las pruebas sensoriales fue producido bajo las condiciones particulares del Corredor Seco centroamericano por ICTA en Guatemala y Zamorano en Honduras, y provino de la cosecha del mes de mayo del 2023 (i.e., fue grano de la cosecha más reciente).

Tabla 1. Materiales evaluados en las pruebas sensoriales

Guatemala	ICTA Chortí (Fe: 9.5 mg/100g, Zn: 3.6 mg/100g)
	SMN 97 (información de contenido de minerales no disponible)
	ICTA Patriarca (control)
Honduras	Honduras Nutritivo (Fe: 6.8 mg/100g, Zn: 3.2 mg/100g)
	SEF 70 (información de contenido de minerales no disponible)
	Amadeus 77 (control)

Buscando determinar la forma y tiempo de preparación de las muestras de frijol, se realizaron ensayos previos de cocción en las instalaciones del programa de Tecnología de Alimentos del ICTA. De esta forma se logró determinar el siguiente procedimiento de preparación para ambos países:

Ingredientes: 4.4 lb de frijol, 6 litros de agua, 2 cucharadas de sal (40 gramos)

Preparación:

- 1) Se lavó el frijol con agua del grifo o de la llave y se escurrió bien.
- 2) En una olla grande (identificada con la letra o código correspondiente a cada frijol) se colocó el frijol con los 6 litros de agua y se cocinó a fuego medio (usando estufas eléctricas o de gas) con la olla tapada, revolviendo frecuentemente.
- 3) Pasada 1 hora de cocción, se adicionó la sal y se mezcló bien.
- 4) Se cocinó hasta que el grano estuviera blando y se tomó el tiempo de cocción para cada frijol.
- 5) Al finalizar la cocción, se apagó la estufa y dejó la olla tapada hasta el momento de servir las muestras.

Con base en lo anterior, se aseguró que los materiales de frijol (biofortificados y testigo) fueran preparados de igual forma, de acuerdo con una receta normalizada y con instrucciones previamente establecidas. Cada material de frijol a evaluar se cocinó por separado.

❖ **Presentación de las muestras**

Las muestras cocidas fueron servidas en recipientes desechables de 6 onzas con porciones estandarizadas ($\pm 30g$) y se dispusieron en un plato o bandeja, acompañadas de una cucharita desechable y una servilleta (Anexo 4). Tanto el plato como los vasitos se identificaron con códigos aleatorios de 3 dígitos. Buscando evitar el efecto de la PRIMERA MUESTRA (sensaciones psico-sensoriales), el diseño experimental se dispuso de forma que todas las muestras tuvieran la misma probabilidad de estar en primera posición (8).

3.3 Prueba sensorial

❖ **Fechas y sitios de las pruebas**

Las evaluaciones sensoriales se efectuaron en el mes de junio del 2023, en las fechas y lugares detallados en la Tabla 2. Como se mencionó anteriormente, en cada localidad (departamento), las pruebas se realizaron por grupos de 20-30 personas entre las 9:00 – 11:30 am. Cada grupo demoró aproximadamente 30 minutos desde que comenzó hasta que terminó la evaluación sensorial.

Tabla 2. Fechas en que se realizaron las pruebas sensoriales

Guatemala	Junio 6, 2023: Estación Experimental del ICTA en Jutiapa (Jutiapa)
	Junio 7, 2023: Casa del Ing. Israel Gálvez en Ipala (Chiquimula)
	Junio 8, 2023: Estación Experimental del ICTA en San Jerónimo (Baja Verapaz)
Honduras	Junio 14, 2023: Sede de ASOCIALAYO en San Pedro Zacapa (Santa Bárbara)
	Junio 15, 2023: Sede de FIPAH en Yoro (Yoro)
	Junio 16, 2023: Estación Experimental del DICTA en Danlí (El Paraíso)

❖ **Realización de las pruebas**

Una vez establecida la logística de la prueba y todos sus detalles, se llevó a cabo las siguientes actividades (ver fotos en Anexo 4):

- El lugar se acondicionó con mesas y sillas para que los participantes estuvieran cómodos y pudieran responder la encuesta sin interrupciones.
- En las mesas se dispusieron los consentimientos informados, la encuesta, lápiz, lapicero, botella de agua, cucharita desechable y servilleta.
- Los grupos fueron organizados y movilizados adecuadamente para la prueba.
- Se verificó que los participantes fueran mayores de edad y consumidores habituales de frijol.
- Se realizó una corta bienvenida a los participantes para explicar el propósito del estudio y el procedimiento de la prueba.
- El Consentimiento Informado se explicó en detalle, y después se recolectó debidamente firmado.
- Las muestras se sirvieron y distribuyeron a cada participante para su degustación.
- Se explicó a los participantes la forma correcta de responder la encuesta y después de finalizada la prueba sensorial se recolectó, verificando que todos los campos estuvieran debidamente diligenciados. Algunos participantes requirieron apoyo en el llenado de la encuesta, el cual fue brindado por personal encargado de la logística de la actividad.

Al finalizar la actividad, y para agradecer su participación en la prueba sensorial, se entregaron obsequios de cortesía a los participantes (e.g., camiseta, gorra).

3.4 Consideraciones éticas

En este estudio se contemplaron todas las posibles consideraciones éticas en su diseño, ejecución y evaluación, siendo revisado y aprobado por parte del Comité Institucional de Revisión (IRB) de la Alianza Bioersity - CIAT en Palmira, Colombia. Adicionalmente, la actividad se llevó a cabo con los permisos y autorizaciones del Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas (ICTA), Zamorano, demás colaboradores y la población objetivo.

Los consumidores participantes del estudio de aceptabilidad fueron personas mayores de 18 años; niños y mujeres en embarazo no se permitieron en la prueba. También, es importante declarar que el riesgo de participar en este estudio fue mínimo. Además de confirmar que los participantes fueran consumidores habituales de frijol, la prueba requería su consumo solo una vez y en pequeñas cantidades, por lo tanto, no se esperaban inconvenientes o efectos negativos (principalmente relacionados con síntomas digestivos). Sin embargo, se tomaron las precauciones necesarias para minimizar los posibles riesgos; los participantes respondieron preguntas de control antes de iniciar la prueba sensorial, para evaluar si cumplían con los criterios de inclusión o exclusión, que impedirían su participación en la prueba.

Como precaución adicional, se tomaron otras medidas en el desarrollo de la investigación: los insumos e implementos necesarios para la preparación y servicio de las muestras de frijol, como recipientes desechables, agua y demás ingredientes, fueron adquiridos previamente por los investigadores para evitar cualquier inconveniente y garantizar las condiciones higiénicas óptimas antes y durante la prueba sensorial. Adicionalmente, los materiales de frijol utilizados en la prueba sensorial fueron cosechados de lotes experimentales del ICTA y Zamorano, cumpliendo con todos los requisitos de inocuidad pertinentes.

Las encuestas diligenciadas están almacenadas de forma segura en las oficinas del Programa de Cultivos Biofortificados en el campus de la Alianza Bioersity - CIAT para proteger la identidad de los participantes y fueron analizadas solo por los investigadores involucrados en el estudio. Los datos se transfirieron a archivos seguros en las computadoras de los investigadores en las oficinas de la Alianza y se sistematizaron

usando un código de identificación personal; de modo que sólo los investigadores tienen acceso a esta información. La confidencialidad y el anonimato fueron claramente comunicados a los participantes.

3.5 Análisis estadístico

Las encuestas diligenciadas por los participantes fueron digitalizadas, y los resultados se analizaron en Excel utilizando los códigos de identificación, para determinar la frecuencia de respuesta, tanto de los datos sociodemográficos como de la prueba sensorial, referida para cada uno de los atributos evaluados: color, tamaño, olor, sabor y textura, de los tres frijoles degustados en cada país. Adicionalmente, se realizó un análisis estadístico de los resultados mediante pruebas no paramétricas para determinar las medianas de los puntajes y expresar la tendencia central del conjunto de datos.

4. RESULTADOS

4.1 Descripción de la muestra

Los resultados obtenidos correspondientes a la información sociodemográfica consolidada en los 2 países se presentan en la Tabla 3. Un total de 360 consumidores participaron en este estudio, distribuidos en igual porcentaje en los dos países. Del total de participantes, 185 eran mujeres y 166 eran hombres con edades diversas, 4% eran menores de 20 años, 24% tenían entre 20 y 29 años, 16% entre 30 y 39 años, y una proporción similar de participantes (18-19%) eran mayores de 40, 50 y 60 años; con un promedio de edad de 45 y 42 años en Guatemala y Honduras, respectivamente.

La mayoría de los participantes reportaron su estado civil como casados o convivientes (57%) y su nivel de escolaridad como primario (44%). En cuanto a la ocupación principal, el 37% de las personas que participaron en el estudio eran productores, el 22% empleados o amas de casa y el 14% eran estudiantes.

Casi el 80% de la población total del estudio indicó consumir frijoles diariamente; sin embargo, en Honduras una proporción mucho mayor de participantes reportó un consumo diario de frijol comparado a Guatemala. El principal aspecto tenido en cuenta por los participantes al momento de comprar frijol es el tipo de grano (33%), seguido de una combinación de factores como precio + tipo de grano + presentación (29%); solo un 18% de los participantes señaló decidir su compra por el precio del frijol.

Tabla 3. Características sociodemográficas de las personas que participaron en el estudio sensorial.

VARIABLE*	TOTAL (n=360)	GUATEMALA (n=180)	HONDURAS (n=180)
Rango de edad (%)			
Menos de 20 años	3.6%	4.4%	2.8%
20-29 años	24.4%	22.8%	26.1%
30-39 años	16.1%	17.8%	14.4%
40-49 años	18.6%	12.8%	24.4%
50-59 años	18.1%	17.2%	18.9%
Más de 60 años	18.6%	23.9%	13.3%
Sexo (%)			
Hombre	46.1%	44.4%	47.8%
Mujer	51.4%	54.4%	48.3%
Estado civil (%)			
Soltero/a – Viudo/a	40.6%	40.0%	41.1%
Casado/a – Unión libre	56.7%	57.2%	56.1%
Educación (%)			
Ninguna	15.3%	17.8%	12.8%
Primaria	43.9%	38.9%	48.9%
Secundaria	15.6%	17.2%	13.9%
Superior	23.1%	25.0%	21.1%
Ocupación principal (%)			
Empleado	21.9%	26.1%	17.8%
Productor	37.2%	23.9%	50.6%
Estudiante	13.9%	12.8%	15.0%
Ama de casa	22.2%	33.3%	11.1%
Frecuencia de consumo (%)			
Diaria	76.7%	60.0%	93.3%
Semanal	20.8%	36.7%	5.0%
Mensual	1.4%	2.8%	0.0%
Nunca/Casi nunca	0.6%	0.6%	0.6%
Aspectos para compra (%)			
Precio	17.8%	21.1%	14.4%
Tipo de grano	33.3%	43.9%	22.8%
Presentación/Contenido	6.9%	4.4%	9.4%
Otro**	8.9%	5.6%	12.2%
Combinaciones	29.2%	22.2%	36.1%

* El porcentaje faltante para la sumatoria del 100% en las columnas, corresponde al porcentaje de participantes que no respondieron la pregunta respectiva a dicha variable, en la encuesta sociodemográfica.

** Calidad del grano, sabor, textura, etc.

4.2 Aceptabilidad sensorial

Para el análisis de aceptabilidad, del total de consumidores que participaron en cada país (n=180), 7 participantes fueron excluidos en Guatemala y 4 en Honduras, debido al incumplimiento de ciertos criterios de inclusión y exclusión que fueron previamente informados, específicamente por ser menores de 18 años y haber fumado o consumido alimentos o bebidas no permitidas 1 hora antes de la prueba sensorial. Así, la población total del estudio incluida para el análisis estuvo compuesta por 173 personas en Guatemala y 176 personas en Honduras.

❖ *Análisis de medianas*

De una escala de 1 a 7 (1: Me disgusta mucho, 7: Me gusta mucho) la aceptabilidad de los frijoles biofortificados y control, evaluados en cada país, obtuvo las puntuaciones medianas que se muestran en la Tabla 4 para los atributos de color, tamaño, olor, sabor y textura. Como se observa, en Guatemala, las puntuaciones medianas reportadas mostraron que los tres materiales obtuvieron la misma puntuación en cuanto a la aceptabilidad del color, tamaño y olor (6.0). Sin embargo, el sabor del frijol Patriarca (control) tuvo una puntuación más baja (6.0), comparada con los dos materiales biofortificados (7.0); mientras que la textura del ICTA Chortí presentó la puntuación más alta (7.0).

En Honduras, la aceptabilidad de los frijoles biofortificados y control fue igualmente calificada para los todos atributos evaluados (6.0), excepto en el sabor, atributo para el cual el frijol Amadeus 77 (control) obtuvo la puntuación mediana más alta (7.0), comparada con los dos materiales biofortificados (6.0).

Tabla 4. Puntuaciones hedónicas medianas de los atributos sensoriales de los frijoles biofortificados con hierro y zinc y control, evaluados en cada país.

PAIS	MATERIAL	PUNTUACIÓN POR ATRIBUTO*				
		Color	Tamaño	Olor	Sabor	Textura
GUATEMALA	ICTA Chortí	6.0 (6, 7)	6.0 (6, 7)	6.0 (6, 7)	7.0 (6, 7)	7.0 (6, 7)
	SMN 97	6.0 (5, 7)	6.0 (6, 7)	6.0 (6, 7)	7.0 (6, 7)	6.0 (6, 7)
	Patriarca	6.0 (5, 7)	6.0 (6, 7)	6.0 (5, 7)	6.0 (5, 7)	6.0 (5, 7)
HONDURAS	Honduras Nutritivo	6.0 (5, 7)	6.0 (6, 7)	6.0 (5, 7)	6.0 (5, 7)	6.0 (5, 7)
	SEF 70	6.0 (5, 7)	6.0 (5, 7)	6.0 (5, 7)	6.0 (5, 7)	6.0 (5, 7)
	Amadeus 77	6.0 (6, 7)	6.0 (6, 7)	6.0 (5, 7)	7.0 (6, 7)	6.0 (6, 7)

* Medianas de los atributos individuales por material de frijol y rangos intercuartiles (25, 75).

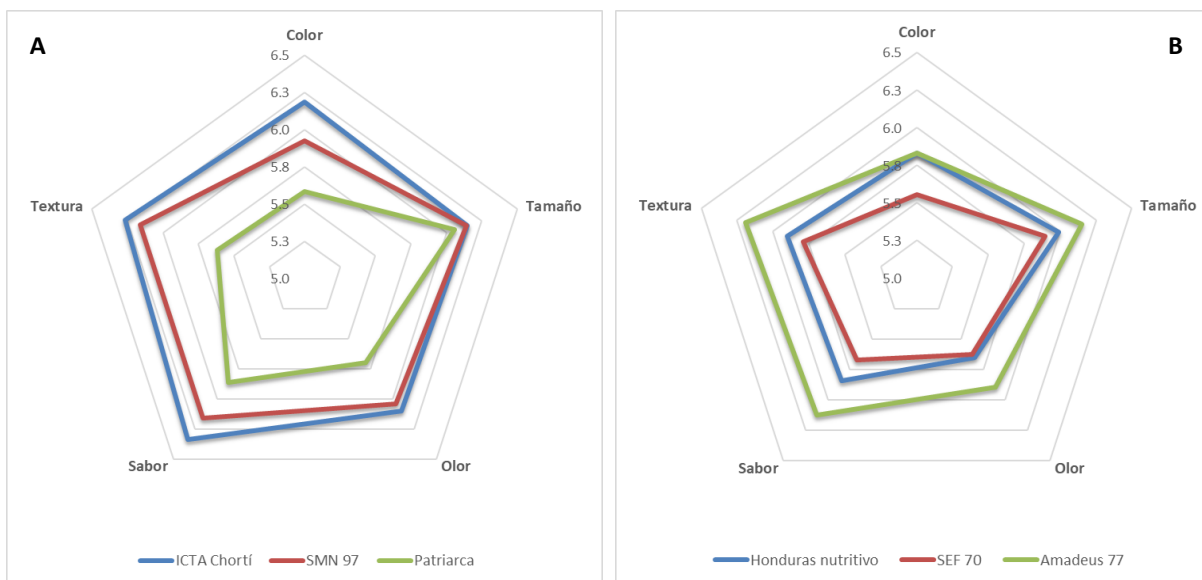
❖ *Análisis de promedios*

Adicionalmente, los resultados obtenidos en la prueba hedónica se promediaron y representaron como gráficas radiales (Figura 1), con el fin de detectar diferencias entre los atributos de los frijoles evaluados en Guatemala y Honduras.

En Guatemala, los materiales que obtuvieron los mejores resultados fueron los frijoles biofortificados ICTA Chortí y SMN 97, obteniendo una mejor calificación en todos los parámetros evaluados (mayor de 6.0), excepto en el color del SMN 97, con un valor promedio un poco menor (5.9). En el caso del frijol Patriarca

(control), se observó una clara tendencia a disminuir la aceptación de los consumidores en casi todos los atributos (color, olor, sabor y textura).

En contraste, en Honduras se observaron ligeras variaciones en la aceptabilidad de los frijoles biofortificados y el control. El frijol Amadeus 77 (control) fue el mejor calificado en todos los atributos evaluados, especialmente por su tamaño, sabor y textura (promedio mayor a 6.0); mientras que los materiales biofortificados Honduras Nutritivo y SEF 70 obtuvieron valores promedios más bajos (entre 5.6 y 6.0). El frijol SEF 70 fue castigado principalmente por el color y olor.



	GUATEMALA			HONDURAS		
	ICTA Chortí	SMN 97	Patriarca (Control)	Honduras nutritivo	SEF 70	Amadeus 77 (Control)
Color	6.2 ± 0.9	5.9 ± 1.1	5.6 ± 1.4	5.8 ± 1.4	5.6 ± 1.4	5.8 ± 1.3
Tamaño	6.1 ± 1.0	6.1 ± 1.0	6.1 ± 1.1	6.0 ± 1.2	5.9 ± 1.2	6.2 ± 1.1
Olor	6.1 ± 1.0	6.0 ± 1.2	5.7 ± 1.4	5.7 ± 1.5	5.6 ± 1.4	5.9 ± 1.3
Sabor	6.3 ± 1.0	6.2 ± 1.2	5.9 ± 1.4	5.8 ± 1.5	5.7 ± 1.7	6.1 ± 1.3
Textura	6.3 ± 1.0	6.2 ± 1.1	5.6 ± 1.5	5.9 ± 1.4	5.8 ± 1.5	6.2 ± 1.0
Aceptación global	6.2 ± 0.1	6.1 ± 0.1	5.8 ± 0.2	5.8 ± 0.1	5.7 ± 0.1	6.0 ± 0.2

Figura 1. Gráficas radiales (arriba) y promedios (abajo) de los frijoles biofortificados y control evaluados en Guatemala (A) y Honduras (B)

Con respecto a los resultados de esta sección, a pesar de tener calificaciones menores en los frijoles biofortificados (concretamente en Honduras), podemos decir que la aceptabilidad de estos materiales fue buena, ya que los valores promedio obtenidos en todos los atributos evaluados se encuentran por encima de 5.5, lo cual indica que, de acuerdo con la escala hedónica de 7 puntos, al total de la población encuestada les gustó tanto el frijol control como los mejorados nutricionalmente.

❖ **Análisis de frecuencias**

En la Figura 2 y Figura 3 se presentan los resultados de los atributos sensoriales por cada frijol evaluado en Guatemala y Honduras, respectivamente. Este análisis se realizó de acuerdo con el número de respuestas expresadas en porcentaje, tomando como criterio de aceptabilidad los tres puntos superiores de la escala hedónica de siete puntos utilizada en la prueba sensorial (me gusta = me gusta poco + me gusta + me gusta mucho).

Guatemala

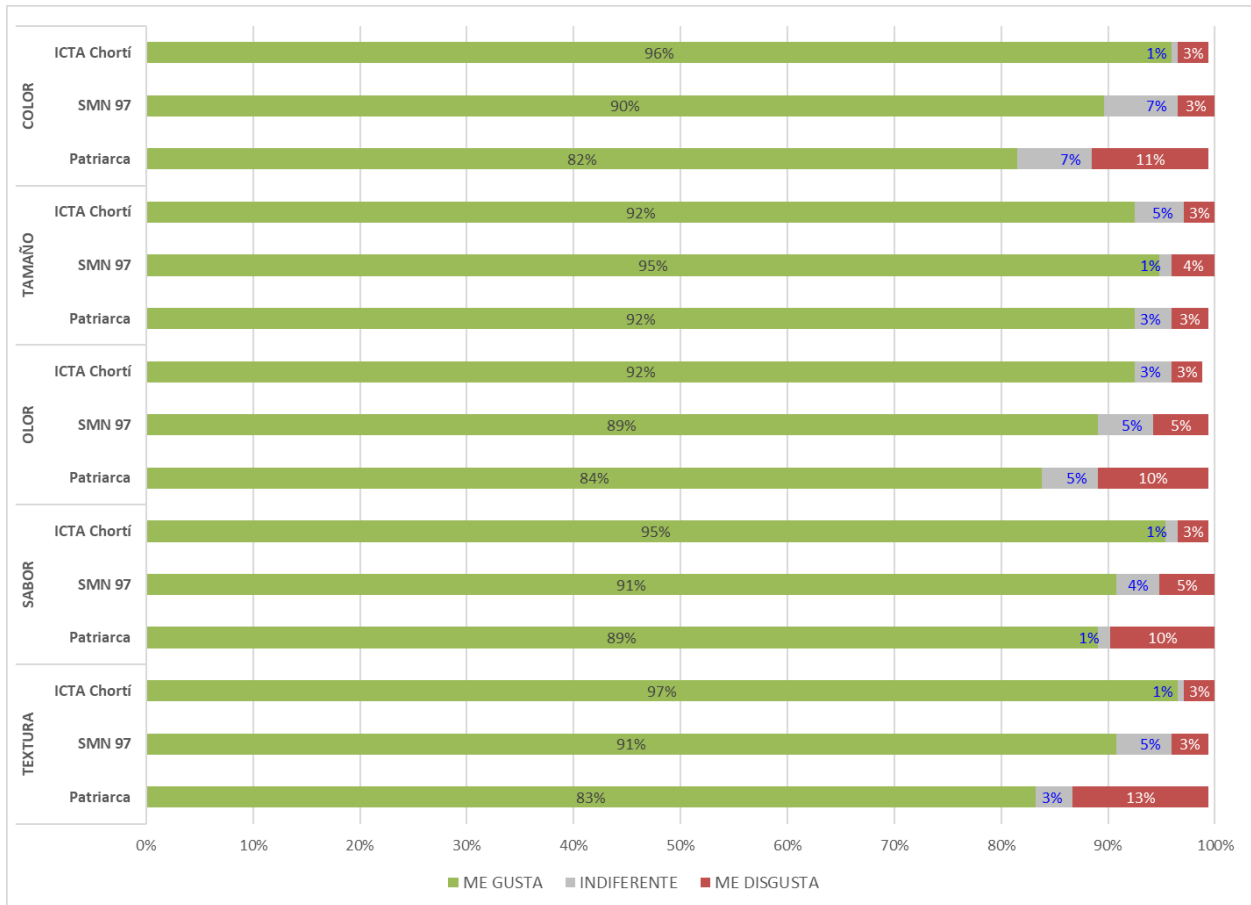


Figura 2. Porcentaje de evaluadores que calificaron los frijoles biofortificados y control, por atributo según criterios de aceptabilidad, en Guatemala

Analizando individualmente los atributos sensoriales de los frijoles evaluados en Guatemala, se encontró que el 96% de los participantes aceptaron el color del frijol ICTA Chortí, seguido por un 90% de aceptabilidad para el frijol SMN 97; mientras que el frijol control (Patriarca) fue el material menos aceptado, con un 82%. El tamaño fue el parámetro sensorial con menos diferencias en la calificación que los participantes asignaron a cada frijol evaluado, con un 95% de aceptabilidad para el frijol SMN 97 y un 92% para los otros dos materiales. En cuanto al olor, el frijol ICTA Chortí fue el más aceptado con un 92% de participantes que expresó su gusto o agrado por este material, seguido por el frijol SMN 97 que fue

aceptado por un 89% de la población; en contraste, el control Patriarca obtuvo la menor calificación con un 84% de aceptación. Entre el 97% y el 91% de las personas calificaron con “me gusta” el sabor y la textura de los frijoles biofortificados ICTA Chortí y SMN 97; y se obtuvo un valor más bajo de aceptación para el frijol control Patriarca en términos de sabor (89%) y textura (83%).

En resumen, para el total de participantes en Guatemala (n=173), el material con mayor aceptación en cuanto a color, olor, sabor y textura fue el ICTA Chortí, con porcentajes de aceptabilidad por encima del 90%. En segundo lugar, se encuentra el frijol SMN 97 también con porcentajes cercanos al 90%, incluso superando al ICTA Chortí en términos de tamaño. El frijol Patriarca, usado como control, fue por consiguiente el material menos aceptado, con porcentajes de aceptabilidad entre el 82% y el 92%.

Honduras

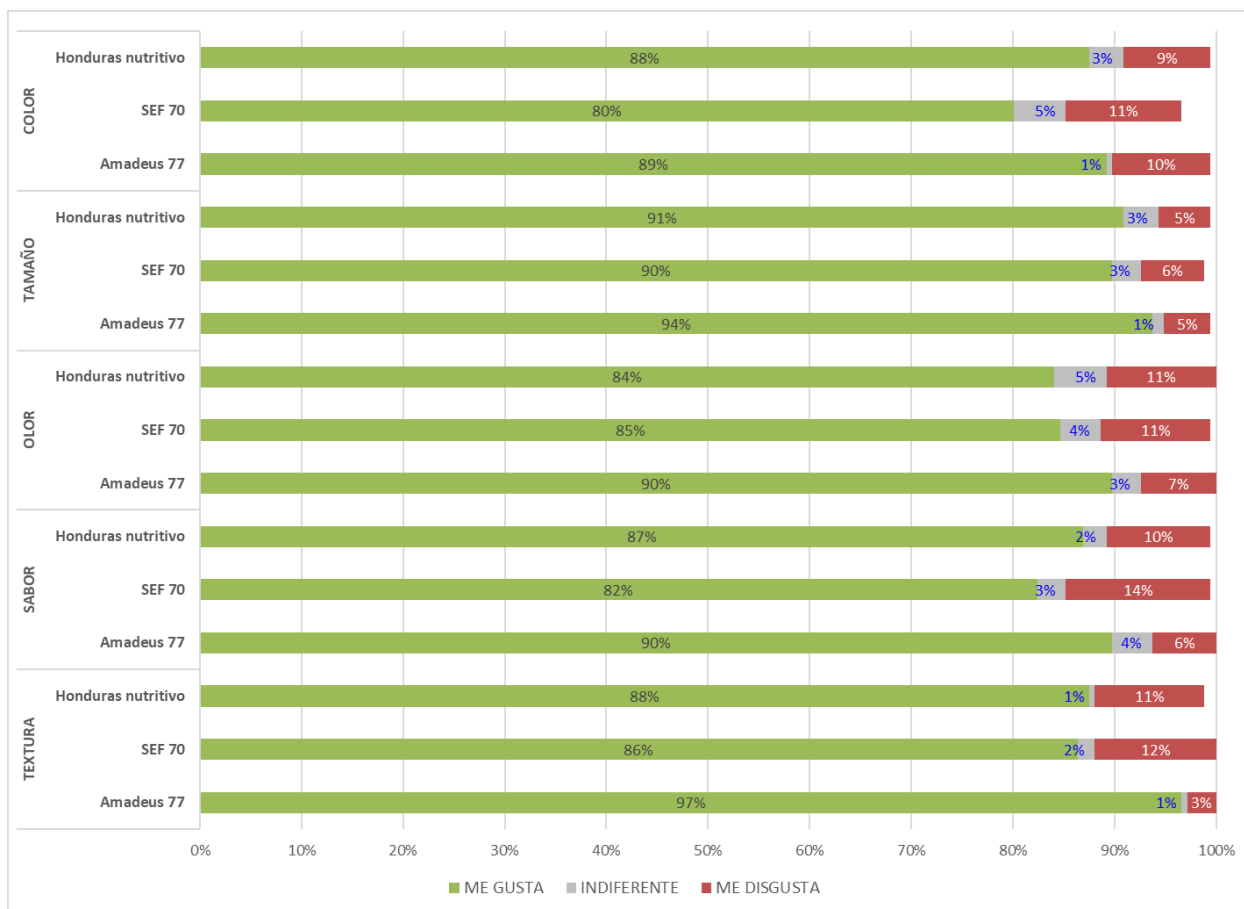


Figura 3. Porcentaje de evaluadores que calificaron los frijoles biofortificados y control, por atributo según criterios de aceptabilidad, en Honduras

Para el caso de Honduras, el color del frijol biofortificado SEF 70 fue el atributo sensorial más penalizado por los participantes, con sólo un 80% de aceptabilidad, comparado con los materiales Amadeus 77 y Honduras Nutritivo, que obtuvieron porcentajes de 89% y 88%, respectivamente. Si bien el tamaño y la textura fueron los atributos que marcaron la diferencia en la aceptación del frijol Amadeus 77, con porcentajes del 94% y 97%, respectivamente, también se obtuvieron altos porcentajes de aceptabilidad (por encima del 85%) para los materiales biofortificados. En cuanto al olor y sabor, el frijol más aceptado

fue el Amadeus 77, donde un 90% de los participantes los calificaron con “me gusta”; adicionalmente no se presentaron diferencias de aceptabilidad en el olor de los frijoles biofortificados (cercaos a 85%), pero si en el sabor del Honduras Nutritivo (87%), que fue ligeramente más aceptado que el del SEF 70 (82%).

Estos resultados demuestran que los 3 frijoles evaluados en Honduras (Honduras Nutritivo, SEF 70, Amadeus 77) tuvieron una aceptación mayor al 80%, lo cual teniendo en cuenta lo representativo de la población del estudio (n=176) permite inferir una alta probabilidad de aceptabilidad de todos los materiales. En resumen, el frijol con mayor aceptación fue el control Amadeus 77 (entre el 89% y 97%) para todos los atributos evaluados; seguido por el frijol Honduras Nutritivo que presentó un porcentaje de aceptabilidad mayor al 84%. Con relación a la variedad SEF 70, a pesar de presentar diferencias en algunos parámetros como el color y el sabor, que pueden ser compensadas al adicionar otros ingredientes (como especias o saborizantes), sus porcentajes de aceptabilidad están por encima del 80%, valor que indica una tendencia favorable de los consumidores hacia este material.

5. ANÁLISIS COMPARATIVO Y CONCLUSIONES

Con base en los resultados de la encuesta aplicada en Guatemala y Honduras, y en los análisis realizados para determinar la aceptabilidad de frijol con alto contenido de hierro y zinc, comparado con una variedad control de consumo local no biofortificada, se puede concluir que los materiales biofortificados ICTA Chortí, SMN 97, Honduras Nutritivo y SEF 70, presentaron una alta aceptabilidad (>80%) y pueden ser promovidos como materiales que cumplen con las características culinarias deseadas por los consumidores. En este sentido, es importante implementar estrategias de mercadeo de los nuevos materiales biofortificados, que incluyan prácticas de comercialización y promoción de estos cultivos, ajustadas a los mercados locales y regionales, con un enfoque nutricional. Además, para el caso de la nueva variedad en Honduras, esta estrategia necesita resaltar sus otras características para compensar un poco la ligera menor aceptabilidad en el color.

La aceptabilidad estimada por medianas de los frijoles evaluados en los dos países fue igual o mayor a 6.0 (en una escala de 1 a 7, donde 1: Me disgusta mucho y 7: Me gusta mucho), indicando que la mayoría de los participantes calificó todos los atributos con un “me gusta”; en otras palabras, los resultados evidencian que los consumidores estarían dispuestos a consumir tanto los frijoles biofortificados como los frijoles control.

Adicionalmente, si se tienen en cuenta los promedios globales de aceptación sensorial de los materiales biofortificados y testigo evaluados en Guatemala (ICTA Chortí = 6.2, SMN 97 = 6.1, Patriarca = 5.8) y en Honduras (Honduras nutritivo = 5.8, SEF 70 = 5.7, Amadeus 77 = 6.0), se infieren muy buenas perspectivas de aceptabilidad de los frijoles con alto contenido de hierro y zinc, basadas en la respuesta positiva de los panelistas que confirma la aceptación y consumo de los materiales usados como control.

Pese a que la aceptación de los frijoles pueda estar influenciada por hábitos de consumo y características como el color del grano, tamaño o costumbres por zonas o países, se puede plantear, para este caso, que la aceptabilidad del frijol mejorado nutricionalmente también debe poseer buenas características organolépticas como el sabor y la textura del grano, que determinan la aceptación o rechazo del alimento al estar relacionadas con la percepción subjetiva del consumidor.

En conclusión, los frijoles con alto contenido de hierro y zinc tuvieron gran aceptación entre productores y consumidores de los dos países que participaron de la evaluación, mostrando buenas características culinarias y organolépticas. Por consiguiente, los materiales biofortificados pueden convertirse en uno de los de mayor preferencia de productores y consumidores de las comunidades involucradas en el estudio; y su difusión, multiplicación y consumo puede contribuir a las estrategias de disminución y prevención de las deficiencias de hierro y zinc en Guatemala y Honduras.

6. REFERENCIAS

1. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social – MSPAS. (2012). Encuesta Nacional de Micronutrientes (ENMICRON 2009-2010). <https://es.scribd.com/doc/272127322/Informe-Final-ENMICRON-2009-2010>
2. Secretaría de Estado de la Presidencia de Honduras – SEP. (2014). Situación actual de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en Honduras a diciembre 2013. <http://rutasan.hn/wp-content/uploads/2015/11/InformeSituacionActualSANvFinal2014.pdf>
3. Ramírez-Zea, M., Krober-Lobos, M.F., Close-Fernandez, R. y Kanter, R. (2014). The double burden of malnutrition in indigenous and nonindigenous Guatemalan populations. *Am J Clin Nutr*, 100(6), 1644S-51S
4. Magee, P. J. and McCann, M. T. (2019). Micronutrient deficiencies: Current issues. *Proceedings of the Nutrition Society*, 78, 147–149. <https://doi.org/10.1017/s0029665118002677>
5. HarvestPlus and Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). (2019). Biofortification: A food-systems solution to help end hidden hunger. Washington, DC: HarvestPlus. 22p. <http://dx.doi.org/10.13039/100004420> United Nations
6. Birol, E.; Foley, J. and Aytakin, D. (2021). Biofortification: The evidence. A summary of multi-disciplinary research to help inform transformation of food systems through the adoption and scaling of nutrient-enriched staple food crops. Washington, DC: HarvestPlus. 14p. https://www.harvestplus.org/wp-content/uploads/2021/12/Biofortification_The-Evidence.pdf
7. Rosas, J.C., J.S. Beaver, T.G. Porch. 2020. Bean cultivars and germplasm released in Central America and the Caribbean. *Ann. Rept. Bean Improv. Coop.* 63:107-108.
8. Lawless, H. T. and Haymann, H. (2010). Sensory evaluation of food. Principles and practices. Food Science Text Series. New York, EUA: Springer.
9. Carillo P., Gallego S. and Talsma E. (2015). Manual de Campo. Pruebas sensoriales en cultivos biofortificados. HarvestPlus. Cali.

7. ANEXOS

Anexo 1

Encuesta y prueba sensorial (Hoja 1)



ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE FRIJOL BIOFORTIFICADO

Fecha: _____

Código del participante: _____

DATOS GENERALES

1. Sexo: a) Hombre _____ b) Mujer _____
2. Edad: _____ años
3. Estado civil: a) Soltero/a _____ b) Casado/a o unión libre _____
4. Educación: a) Ninguna _____ b) Primaria _____ c) Secundaria _____ d) Superior _____
5. Ocupación principal:
a) Empleado _____ b) Productor _____ c) Estudiante _____ d) Ninguna _____
6. ¿Ha fumado en la última hora? a) Si _____ b) No _____
7. Por favor seleccione los alimentos/bebidas que haya consumido en la última hora?
a) Café/Té negro _____ b) Bebidas alcohólicas _____ c) Bebidas gaseosas/Jugo _____
d) Dulces/Mentas/Chicles _____ e) Otras comidas _____
8. ¿Con qué frecuencia consume frijol?
a). Todos los días _____ b) 1-2 veces por semana _____ c) 1-2 veces por mes _____
d) Nunca o casi nunca _____
9. ¿Cuáles aspectos tiene en cuenta al momento de comprar el frijol que usted consume?
a) Precio _____ b) Tipo de grano _____ c) Presentación (contenido neto) _____
d) Otro _____ ¿Cuál? _____

Anexo 1

Encuesta y prueba sensorial (Hoja 2)



PRUEBA SENSORIAL

Recuerde enjuagar su boca antes de empezar y tomar agua entre cada muestra.
Si tiene alguna pregunta, no dude en hacerla.

Frente a usted tiene tres (3) muestras de FRIJOL, por favor pruébelas de izquierda a derecha o en el orden establecido.

Señale con una (X) la carita que más represente lo que le pareció cada una.

POR FAVOR RESPONDA SOLO UNA OPCIÓN


	Me disgusta mucho	Me disgusta	Me disgusta un poco	Ni me gusta Ni me disgusta	Me gusta un poco	Me gusta	Me gusta mucho
Color							
Tamaño							
Olor							
Sabor							
Textura							

	Me disgusta mucho	Me disgusta	Me disgusta un poco	Ni me gusta Ni me disgusta	Me gusta un poco	Me gusta	Me gusta mucho
Color							
Tamaño							
Olor							
Sabor							
Textura							

Anexo 1

Encuesta y prueba sensorial (Hoja 3)



	 Me disgusta mucho	 Me disgusta	 Me disgusta un poco	 Ni me gusta Ni me disgusta	 Me gusta un poco	 Me gusta	 Me gusta mucho
Color							
Tamaño							
Olor							
Sabor							
Textura							

¿Tiene algún comentario? Por favor escriba aquí:

¡Muchas gracias por su participación!

Anexo 2

Consentimiento en Guatemala (Hoja 1)



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES

El propósito de este consentimiento es proveer a los participantes, información precisa del estudio de aceptación de frijol con alto valor nutricional, con una clara explicación de la naturaleza de este, así como de su rol como participante.

Este estudio es conducido en Guatemala por investigadores del Programa de Cultivos Biofortificados de la Alianza Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en colaboración con el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). Tiene como objetivo principal determinar la aceptación de frijol con alto valor nutricional por parte de aprox. 180 consumidores. Si usted accede a participar, se le pedirá que pruebe el producto y responda unas sencillas preguntas. Esta prueba tomará aproximadamente 30 minutos de su tiempo y durante la jornada se realizará ocasionalmente registro fotográfico de la actividad.

La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de este estudio. Sus respuestas a la encuesta serán codificadas usando un número de identificación, y, por lo tanto, serán anónimas. Sin embargo, es importante informar que en este estudio, los investigadores solicitarán información demográfica, y debido a la composición de la población que participará, las respuestas combinadas podrían facilitar la identificación de los participantes. Dada esta posible situación, los investigadores harán todos los esfuerzos necesarios para proteger su confidencialidad. No obstante, si usted se encuentra incómodo con alguna pregunta, puede no responder.

Así como lo dictan las Leyes de Protección de Datos Personales en América Latina, usted tiene derecho a conocer, actualizar y rectificar la información suministrada en este estudio. Igualmente, en el marco de las leyes vigentes, cabe reiterar que los datos suministrados por usted solo tendrán fines de investigación científica, y serán tratados por investigadores de la Alianza Bioversity – CIAT. Los datos no podrán ser entregados a terceros, ni tampoco podrán ser tratados para fines distintos a los de la investigación que competen al Programa de Cultivos Biofortificados y al ICTA.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria y con riesgo mínimo, pero si usted sufre de alguna intolerancia, alergia, resfriado, enfermedad de importancia o está en embarazo, por favor infórmenos antes de realizar la prueba. Si tiene alguna duda sobre este estudio, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma.

¡Desde ya le agradecemos su participación!

Anexo 2
Consentimiento en Guatemala (Hoja 2)



Yo, _____

acepto participar voluntariamente en este estudio, conducido por investigadores del Programa de Cultivos Biofortificados de la Alianza Bioversity – CIAT y el ICTA. He sido informado (a) que el objetivo de este estudio es determinar la aceptación de frijol de alto valor nutritivo por parte de los consumidores.

Entiendo que este es un estudio sensorial de riesgo mínimo, en el cual se han tomado todas las precauciones y medidas para garantizar las condiciones de calidad e inocuidad de los alimentos a degustar; sin embargo, me han advertido que se pueden presentar síntomas digestivos leves asociados al consumo de frijol. Por lo tanto, declaro que no sufro de intolerancias alimentarias, alergias y/o enfermedades de importancia, no estoy en embarazo y no presento síntomas asociados al COVID-19.

Me han indicado también que responderé preguntas sencillas en una encuesta, lo cual tomará aproximadamente 30 minutos, y que durante la actividad se podrá presentar registro fotográfico. Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de este estudio.

He sido informado (a) que puedo hacer preguntas sobre la prueba en cualquier momento y que puedo retirarme de la misma cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en la prueba y/o si deseo recibir los resultados resumidos del estudio, puedo contactar a SONIA GALLEGO (s.gallego@cgiar.org), o BYRON REYES (b.reyes@cgiar.org).

He leído y comprendido la información anterior referente a este estudio y consiento participar en él voluntariamente.

Firma

Nombre del participante: _____

Fecha (en letras imprenta): _____

Anexo 3

Consentimiento en Honduras (Hoja 1)



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES

El propósito de este consentimiento es proveer a los participantes, información precisa del estudio de aceptación de frijol con alto valor nutricional, con una clara explicación de la naturaleza de este, así como de su rol como participante.

Este estudio es conducido en Honduras por investigadores del Programa de Cultivos Biofortificados de la Alianza Bioversity Internacional y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en colaboración con la Universidad Zamorano. Tiene como objetivo principal determinar la aceptación de frijol con alto valor nutricional por parte de aprox. 180 consumidores. Si usted accede a participar, se le pedirá que pruebe el producto y responda unas sencillas preguntas. Esta prueba tomará aproximadamente 30 minutos de su tiempo y durante la jornada se realizará ocasionalmente registro fotográfico de la actividad.

La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de este estudio. Sus respuestas a la encuesta serán codificadas usando un número de identificación, y, por lo tanto, serán anónimas. Sin embargo, es importante informar que en este estudio, los investigadores solicitarán información demográfica, y debido a la composición de la población que participará, las respuestas combinadas podrían facilitar la identificación de los participantes. Dada esta posible situación, los investigadores harán todos los esfuerzos necesarios para proteger su confidencialidad. No obstante, si usted se encuentra incómodo con alguna pregunta, puede no responder.

Así como lo dictan las Leyes de Protección de Datos Personales en América Latina, usted tiene derecho a conocer, actualizar y rectificar la información suministrada en este estudio. Igualmente, en el marco de las leyes vigentes, cabe reiterar que los datos suministrados por usted solo tendrán fines de investigación científica, y serán tratados por investigadores de la Alianza Bioversity – CIAT. Los datos no podrán ser entregados a terceros, ni tampoco podrán ser tratados para fines distintos a los de la investigación que competen al Programa de Cultivos Biofortificados y a Zamorano.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria y con riesgo mínimo, pero si usted sufre de alguna intolerancia, alergia, resfriado, enfermedad de importancia o está en embarazo, por favor infórmenos antes de realizar la prueba. Si tiene alguna duda sobre este estudio, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma.

¡Desde ya le agradecemos su participación!

Anexo 3
Consentimiento en Honduras (Hoja 2)



Yo, _____

acepto participar voluntariamente en este estudio, conducido por investigadores del Programa de Cultivos Biofortificados de la Alianza Bioversity – CIAT y Zamorano. He sido informado (a) que el objetivo de este estudio es determinar la aceptación de frijol de alto valor nutritivo por parte de los consumidores.

Entiendo que este es un estudio sensorial de riesgo mínimo, en el cual se han tomado todas las precauciones y medidas para garantizar las condiciones de calidad e inocuidad de los alimentos a degustar; sin embargo, me han advertido que se pueden presentar síntomas digestivos leves asociados al consumo de frijol. Por lo tanto, declaro que no sufro de intolerancias alimentarias, alergias y/o enfermedades de importancia, no estoy en embarazo y no presento síntomas asociados al COVID-19.

Me han indicado también que responderé preguntas sencillas en una encuesta, lo cual tomará aproximadamente 30 minutos, y que durante la actividad se podrá presentar registro fotográfico. Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de este estudio.

He sido informado (a) que puedo hacer preguntas sobre la prueba en cualquier momento y que puedo retirarme de la misma cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en la prueba y/o si deseo recibir los resultados resumidos del estudio, puedo contactar a SONIA GALLEGO (s.gallego@cgiar.org), o BYRON REYES (b.reyes@cgiar.org).

He leído y comprendido la información anterior referente a este estudio y consiento participar en él voluntariamente.

Firma

Nombre del participante: _____

Fecha (en letras imprenta): _____

Anexo 4

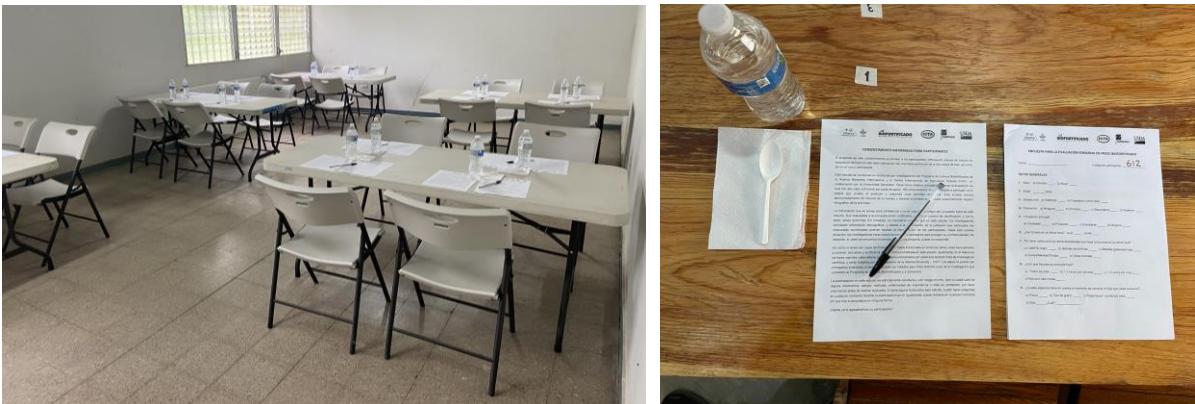
Fotos de la prueba sensorial GUATEMALA



Servido de las muestras



Disposición de las muestras



Disposición de las mesas y de los formatos y demás elementos para la prueba



Prueba sensorial en Jutiapa, Guatemala (Junio 6, 2023)



Prueba sensorial en Chiquimula, Guatemala (Junio 7, 2023)



Prueba sensorial en Baja Verapaz, Guatemala (Junio 8, 2023)

HONDURAS



Prueba sensorial en Santa Barbara, Honduras (Junio 14, 2023)



Prueba sensorial en Yoro, Honduras (Junio 15, 2023)



Prueba sensorial en El Paraíso, Honduras (Junio 16, 2023)