

**Efecto potencial de la implementación de
maíz y frijol biofortificados en la nutrición de
la comunidad El Jicarito, San Antonio de
Oriente, Francisco Morazán, Honduras.**

Jorge Emilio Estévez Portillo

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Efecto potencial de la implementación de
maíz y frijol biofortificados en la nutrición de
la comunidad El Jicarito, San Antonio de
Oriente, Francisco Morazán, Honduras.**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Jorge Emilio Estévez Portillo

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2016

Efecto potencial de la implementación de maíz y frijol biofortificados en la nutrición de la comunidad El Jicarito, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras.

Jorge Emilio Estévez Portillo

Resumen: La biofortificación de maíz y frijol juegan un papel importante en la reducción de los índices de malnutrición en Latinoamérica. Los objetivos del estudio fueron actualizar la base de datos del software Genesis R&D® y determinar el efecto potencial del consumo de baleadas y burritas basado en maíz y frijol biofortificados en el estado nutricional de la población de El Jicarito, San Antonio de Oriente. Se hizo análisis proximal, hierro y zinc de ocho genotipos de frijol, Dor 390, CENTA ferromás, Honduras Nutritivo, ICTA chortí, INTA ferroso, Seda, Amadeus 77, ICTA Petén y ocho genotipos de maíz, Victoria, Lempira, Esperanza, Sequía, Ladera, Maya, Olanchano 03 y Guayape, utilizando métodos oficiales de la AOAC. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con tres repeticiones, separación de medias DUNCAN con un nivel de significancia de 0.05, analizados con el programa SAS versión 9.1. Utilizando el genotipo prominente de maíz y frijol se proyectaron los macronutrientes y micronutrientes de una burrita y baleada utilizando el programa The Food Processor SQL®. El frijol y maíz con los mejores perfiles nutricionales fueron los genotipos Honduras nutritivo y Lempira, respectivamente. La composición nutricional de la burrita (100 g) presentó 11.95% zinc de aporte al valor diario (%DV) y 7.20%DV de hierro. La baleada (60 g) mostró 4 y 6%DV para zinc y hierro respectivamente. En comparación con una baleada estándar, se obtuvo 2.83%DV mas zinc y 1.5%DV mas hierro. La burrita incrementó 10.47%DV mas zinc y el mismo aporte de hierro contrastada con una burrita estándar.

Palabras clave: AOAC, Genesis R&D®, Malnutrición, QPM, The Food Processor SQL®.

Abstract: The biofortification of corn and beans plays an important role in reducing malnutrition rates in Latin America. The objectives of the study were to update the Genesis R&D® database software and determine the potential effect of the consumption of baleadas and burritas based on biofortified corn and beans on the nutritional status of the population of El Jicarito, San Antonio de Oriente. Iron, zinc and proximate analysis were conducted for eight bean genotypes, Dor 390, CENTA ferromás, Honduras Nutritivo, ICTA chortí, INTA ferroso, Seda, Amadeus 77 and ICTA Petén, and eight corn genotypes, Victoria, Lempira, Esperanza, Sequía, Ladera, Maya, Olanchano 03, and Guayape, using official AOAC methods. A Completely Randomized Design with three replicates, DUNCAN mean separation with a significance level of 0.05, using SAS program version 9.1 to analyze data was used. Using the prominent corn and bean genotypes based on iron and zinc content, the micronutrients and macronutrients of a baleada and burrita were projected using The Food Processor SQL® software. Beans and corn with the best nutritional profiles were the genotypes Honduras nutritivo and Lempira, respectively. The nutritional composition of the burrita (100 g) presented 11.95% zinc contribution to the daily value (%DV) and 7.20%DV of iron. The baleada (60 g) showed a 4 and 6%DV zinc and iron contribution, respectively. Compared to a standard baleada, 2.83%DV more zinc and 1.5%DV more iron was obtained. The burrita increased from 10.47%DV more zinc and the same contribution of iron contrasted with a standard burrita.

Key words: AOAC, Genesis R&D®, Malnutrition, QPM, The Food Processor SQL®.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
4. CONCLUSIONES.....	16
5. RECOMENDACIONES.....	17
6. LITERATURA CITADA.....	18
7. ANEXOS	24

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Métodos analíticos utilizados para la caracterización nutricional de maíz y frijol.	6
2. Diferencia nutricional entre cien gramos de frijol entero crudo y frijol rojo licuado provenientes de la base de datos del software Genesis R&D®.	8
3. Diferencia nutricional entre cien gramos de maíz entero crudo y tortilla de maíz provenientes de la base de datos del software Genesis R&D®.	8
4. Análisis proximal, hierro y zinc de 8 variedades de frijol provenientes del banco de germoplasma de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.	11
5. Análisis proximal, hierro y zinc de 8 variedades de maíz provenientes del banco de germoplasma de Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA).	13
6. Composición nutricional de una baleada basada en frijol convencional y una baleada basada en frijol biofortificado.	14
7. Composición nutricional de una burrita basada en maíz y frijol convencional y una burrita basada en maíz QPM y frijol biofortificado.	15
Anexos	Página
1. Etiquetado nutricional de burrita utilizando maíz y frijol convencional.	24
2. Etiquetado nutricional de burrita utilizando maíz Lempira QPM y frijol biofortificado Honduras nutritivo.	25
3. Etiquetado nutricional de baleada utilizando maíz y frijol convencional.	25
4. Etiquetado nutricional de burrita utilizando maíz Lempira QPM y frijol biofortificado Honduras nutritivo.	26

1. INTRODUCCIÓN

Honduras se encuentra entre los países con menores ingresos en América Latina y el Caribe. Aproximadamente el 65% de la población se encuentra en situación de pobreza, mientras el 44.6% se posiciona en estado de extrema pobreza (INE 2013a). En el área rural, más de 300,000 familias experimentan esta situación y la baja calidad de la alimentación se traduce en deficiencias nutricionales que afectan la salud, el desarrollo corporal, la inteligencia y las capacidades productivas (CIAT 2003; Kay 2009).

Un indicador general de calidad de alimentación es la diversidad en el consumo de alimentos debido a que propicia un equilibrio nutricional en función a macro y micro nutrientes. En Honduras, la canasta básica alimentaria consta de 30 productos, sin embargo, el promedio nacional indica que 24 productos comunes son consumidos por el 50% de la población y diferencias en los subsiguientes (Menchú y Méndez 2012). Ante esta realidad, la población expresa deficiencias de hierro, zinc, folato, vitamina C y otros minerales (Murillo 2014; Alvarenga 2015).

La deficiencia de hierro es la principal causa de anemia a nivel mundial (Wiedman *et al.* 2009). El estimado de anemia en Latinoamérica es de 20 a 26%. Las mujeres y los niños en edad preescolar son particularmente propensos a la deficiencia de hierro (CIAT 2003). En Honduras el 15% de las mujeres en edad fértil, 19% en período de gestación y el 14% de mujeres en lactancia, presentan algún grado de anemia (INE *et al.* 2013). Mientras que el 23% de niños menores de cinco años sufren desnutrición crónica (INE 2013b). La prevalencia estimada de deficiencia de zinc en Latinoamérica es 25% (Cediel *et al.* 2015). La deficiencia de zinc conjugado con una dieta no adecuada, contribuye a la reducción de crecimiento, problemas gastrointestinales y alteración del desarrollo cognoscitivo (Rosado 1998).

Organismos nacionales, internacionales y el Gobierno de Honduras actúan a través de estrategias que garanticen la seguridad alimentaria. Las donaciones monetarias, insumos de producción, suplementación de vitaminas y minerales y el mejoramiento genético de cultivos son las alternativas más comunes. La inclusión de cultivos mejorados en la dieta, es una alternativa sostenible a largo plazo para reducir las deficiencias vitamínicas y minerales de la población (Pachón 2010). La FAO, Grupo Consultivo Internacional para la Investigación Agrícola (CGIAR), HarvestPlus e Instituto de Tecnologías para el Cuidado de la Salud (ITHC) invierten en proyectos de biofortificación para combatir la deficiencia de micronutrientes en países en vías de desarrollo (Marfo *et al.* 2013). La biofortificación es el desarrollo de características deseables e incremento de densidad de micronutrientes en cultivos a través de prácticas agronómicas, fitomejoramiento convencional o la biotecnología moderna (Nestel *et al.* 2006; Garcia *et al.* 2016). El

camote, trigo, arroz, yuca, maíz y el frijol son candidatos prioritarios a la biofortificación con vitamina A, hierro y zinc (Pachón 2009; Marfo *et al.* 2013).

En la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano se realizan proyectos de mejoramiento genético por el Programa de Investigaciones en Frijol (PIF) (Rosas 2011). Bajo la coordinación de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) se realizan proyectos de mejoramiento genético de maíz. No obstante, la gran mayoría de agricultores nacionales continúa utilizando variedades convencionales, por lo cual se debe mejorar la logística, promoción e implementación de cultivos biofortificados para tener mayor alcance de esta tecnología (SAG 2016).

En Honduras el 90% de los hogares consumen maíz y frijol. La población consume más de 76.4 kg/año de maíz y 31.4 kg/año de frijol (Rosas 2003; IICA *et al.* 2014). En la aldea El Jicarito, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras, se presenta el mismo patrón de consumo de cereales y leguminosas. Aun cuando el frijol es alto en hierro, más del 50% de la población no cumple con la Recomendación Dietética Diaria (RDD) de 18 mg (FDA 2009) debido al bajo consumo de granos secos y productos cárnicos (Murillo 2014).

Basado en un estudio realizado en dos zonas rurales de Honduras 15% de niños de 6 a 60 meses de edad presentaron deficiencia de zinc (Lauseng *et al.* 2013). El consumo diario de zinc en zonas rurales de Honduras es 11.3 mg/día, consumo bajo de la RDD de 15mg (FDA 2009), esto se correlaciona con dietas bajas en alimentos de origen animal que ofrecen mayor biodisponibilidad de zinc (Roohani *et al.* 2013; Cediél *et al.* 2015). El consumo de cultivos biofortificados muestra alta probabilidad para cambiar este panorama (Marfo *et al.* 2013).

Debido a la falta de una amplia base de estudios científicos que proporcionen la especificación nutricional en cultivos como el maíz y frijol biofortificados y su aporte en la nutrición en Honduras, el presente estudio fue diseñado para cumplir los siguientes objetivos:

- Actualizar la información contenida en la base de datos del software Genesis R&D®, adicionando información nutricional de maíz y frijol biofortificado.
- Determinar el efecto potencial del consumo de Baleadas y Burritas basado en maíz y frijol biofortificados, en el estado nutricional de la población.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos, Zamorano (LAAZ). El mismo se encuentra ubicado en el Departamento de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, localizada en el km 30, carretera hacia Danlí, en el departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Materiales.

Descripción de muestras. Se utilizaron ocho muestras de frijol provenientes del Programa de Investigaciones en Frijol (PIF) de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano y ocho muestras de maíz proveniente de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Se recibieron tres muestras de frijol negro biofortificadas (Dor 390, ICTA chortí, ICTA Petén), tres muestras de frijol rojo biofortificadas (Honduras nutritivo, INTA ferroso, CENTA ferromás) y dos muestras de frijol rojo convencional (Seda, Amadeus 77). Además, se obtuvieron siete muestras de maíz blanco (Olanchano 03, Maya, Esperanza, Ladera, Sequía, Guayape, Lempira QPM) y una muestra de maíz amarillo (Victoria).

Muestras de frijol.

Honduras nutritivo. La variedad biofortificada Honduras Nutritivo fue desarrollada por el CIAT a partir de la cruce múltiple SXB122//INB36//G23818E/F1/F1/MAB95/EAP9653-16B-1/F1/MC-1Q-MQ /MC-MC-MC. La validación fue realizada en fincas de agricultores en Honduras, por el Programa de Investigaciones en Frijol (PIF) de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano con la colaboración del Programa Nacional de Frijol de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agrícola de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (DICTA/SAG). Se caracteriza por su porte arbustivo-indeterminado (tipo IIB), resistente al virus del mosaico común (VMCF) y tolerante al virus del mosaico dorado amarillo (VMDAF), tolerancia moderada a la baja fertilidad y sequía, madurez intermedia, rendimiento potencial de 35-40 qq/manzana (Rosas 2016).

CENTA ferromás. La variedad biofortificada CENTA ferromás fue desarrollada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). La validación fue realizada en fincas de agricultores en El Salvador con la colaboración del proyecto AgroSalud. Se

caracteriza por su porte arbustivo indeterminado (tipo IIB), resistente al virus del mosaico común y virus del mosaico dorado amarillo, ligeramente tolerante a la roya, rendimiento potencial de 35 qq/manzana (CENTA 2011).

INTA ferroso. La variedad biofortificada INTA ferroso fue desarrollada por el INTA mediante selección de líneas provenientes del CIAT, con el apoyo del proyecto AgroSalud (2005-2011) y HarvestPlus (2012-2014). Se caracteriza por su porte arbustivo con guías cortas, resistente al virus del mosaico común (VMCF), y tolerante al virus del mosaico dorado amarillo (VMDAF), mancha angular y tolerancia a sequía, rendimiento potencial de 15-23 qq/manzana (INTA 2014a).

Amadeus 77. La variedad Amadeus 77 fue desarrollada por el PIF de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Se deriva de las líneas Tío Canela 75'/DICTA 105. Fue liberada con la colaboración de Programa Nacional de Frijol de Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y la Universidad de Puerto Rico. Se caracteriza por su porte arbustivo indeterminado (tipo II) con vainas cortas, resistente al virus del mosaico dorado amarillo (VMDAF), antracnosis, tizón bacteriano común, mancha angular, rendimiento potencial promedio de 38 qq/manzana (Rosas *et al.* 2004).

Seda. La variedad Seda fue desarrollada por el INTA en colaboración de Zamorano y el CIAT. Se deriva de variedades de frijol criollo rojo Seda. Se caracteriza por su porte arbustivo indeterminado (tipo IIB) con vainas largas, resistente al virus del mosaico dorado amarillo (VMDAF), excelente calidad culinaria, rendimiento potencial de 20 – 25 qq/manzana (INTA 2013b).

ICTA chortí^{SMN}. La variedad biofortificada chortí fue liberada por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Se caracteriza por resistencia al virus del mosaico dorado amarillo (VMDAF), tolerancia a sequía, rendimiento potencial de 30 qq/manzana (ICTA 2016).

ICTA Petén. La variedad biofortificada ICTA Petén fue desarrollada por el CIAT. Fue liberada en 2006, con la colaboración del proyecto AGROSALUD y el ICTA. Se caracteriza por su porte arbustivo indeterminado (tipo II) resistente a la Roya, tolerancia al virus del mosaico dorado amarillo (VMDAF), rendimiento potencial de 35 qq/manzana (ICTA 2010).

Dor 390. La variedad biofortificada DOR 390 fue desarrollada por el CIAT, a partir de la cruce doble DOR 364/G18521//DOR365/LM 30630. Fue liberada por el ICTA y diseminada en Cuba, México, Argentina y Guatemala. Se caracteriza por su porte arbustivo indeterminado (tipo II), resistente al virus del mosaico dorado amarillo (VMDAF), resistente al virus del mosaico común (VMCF), tolerante a la Roya y a la

sequía, rendimiento potencial de 18.31 qq/manzana (López *et al.*1996; INTA 2002c; Rosas *et al.* 2004).

Muestras de maíz.

DICTA-Olanchano. La variedad QPM-03 fue desarrollada por la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). La liberación fue realizada con cooperación de la Universidad Nacional de Agricultura (UNA) de Honduras y el Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Se caracteriza por ser una planta de porte alto, alta calidad de proteína, rendimiento potencial de 60-70 qq/manzana (IICA sf.a; DICTA 2013).

DICTA-Maya. La variedad Maya fue desarrollada por la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Fue liberada en colaboración con la Fundación para la Investigación Participativa con Agricultores de Honduras (FIPAH). Se caracteriza por ser tolerante a la sequía, micotoxinas y rendimiento potencial de 70-80 qq/manzana (DICTA 2013; Ferrufino 2013; IICA sf.b).

DICTA-Esperanza. La variedad Esperanza fue desarrollada por la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Fue liberada en colaboración con la Fundación para la Investigación Participativa con Agricultores de Honduras (FIPAH). Se caracteriza por ser tolerante a la sequía, micotoxinas, rendimiento potencial de 70-80 qq/manzana (IICA sf.c).

DICTA-Ladera. La variedad Ladera fue desarrollada por la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Se caracteriza por ser una planta de porte alto, se adapta muy bien a terrenos inclinados con fuertes pendientes, rendimiento potencial de 60-70 qq/manzana (IICA sf.d).

DICTA-Sequía. La variedad Sequía fue desarrollada por la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Se caracteriza por ser una planta de porte alto, tolerancia a sequía, micotoxinas, rendimiento potencial de 60-70 qq/manzana (IICA sf.e).

DICTA-Guayape. La variedad Guayape fue desarrollada y liberada por la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) a partir de maíz Tuxpeño en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Se caracteriza por grosor, vigor de tallo y porte alto de la planta, tolera la roya (*Puccinia polysora* y *Physopella zea*) y tizones (*Helminthosporium turcicum* y *maydis*), rendimiento potencial de 80-90 qq/manzana (IICA sf.f).

Lempira QPM. La variedad Lempira fue desarrollada por el CIMMYT. La validación fue realizada en fincas de agricultores hondureños. Se caracteriza por ser tolerante a la sequía, alta calidad de proteína, rendimiento potencial de 70 qq/manzana (DICTA 2013).

Victoria. La variedad Victoria fue desarrollada por la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). La validación se realizó en colaboración con la Fundación para la Investigación Participativa con Agricultores de Honduras (FIPAH) y la FAO. Se caracteriza por su alto contenido de vitamina A, alta calidad de proteína y resistencia a la sequía (Ferrufino 2013).

Métodos.

Preparación de muestras. Se molieron las muestras de maíz y frijol utilizando el equipo Thomas Willey 105014 y se colocó individualmente en frascos de vidrio y bolsas ziploc rotuladas de 16.5 cm x 14.9 cm. El molino se limpió entre cada muestra.

Análisis de composición nutricional de maíz y frijol. Se utilizaron los métodos analíticos validados por AOAC para la caracterización de humedad, cenizas, lípidos, carbohidratos totales, proteína cruda, hierro y zinc de las muestras de maíz y el frijol (Cuadro 1).

Cuadro 1. Métodos analíticos utilizados para la caracterización nutricional de maíz y frijol.

Método de referencia	Componente	Límite de detección	Unidades
AOAC 945.15/950.46B	Humedad	0.01	g/100 g
AOAC 923.03	Cenizas	0.01	g/100 g
AOAC 2003.06	Extracto Etéreo	0.3	g/100 g
AOAC 986.25	Carbohidratos totales	0.01	g/100 g
AOAC 2001.11	Proteína Cruda	2.8	g/100 g
AOAC 985.35	Hierro	0.01	mg/100 g
AOAC 985.35	Zinc	0.01	mg/100 g

Fuente: Official methods of analysis of AOAC international, adaptado por el autor.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA). Cada tratamiento corresponde a una muestra de maíz o frijol. Para incrementar los grados de libertad y aumentar el poder del análisis estadístico se realizaron 3 repeticiones de cada ensayo. La combinación de los 18 tratamientos por 3 repeticiones resultó en un total de 54 unidades experimentales. Se usó como placebos, para maíz la variedad DICTA-Guayape y para frijol la variedad Amadeus 77. Se utilizó un Análisis de Varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 0.05. Se utilizó una separación de medias

DUNCAN para determinar diferencia entre tratamientos. El grado de significancia del experimento fue de 95% ($P < 0.05$). El análisis estadístico de los resultados se realizó utilizando el software Statistical Analysis System (SAS 9.1).

Actualización de base de datos del software Genesis R&D®. Se agregaron la composición nutricional de las variedades de frijol (Dor 390, ICTA chortí, ICTA Petén, Honduras nutritivo, INTA ferroso, CENTA ferromás, Seda, Amadeus 77) y maíz (Olanchano, Maya, Esperanza, Ladera, Sequía, Guayape, Lempira, Victoria) a la base de datos del software Genesis R&D®.

Estimación de nutrientes y análisis de valor nutricional. Se realizaron proyecciones de las recetas de una baleada de 60 g y burrita de 100 g estándar, utilizando ingredientes de la base de datos del software Genesis R&D®. Los alimentos responden al patrón de consumo de la aldea El Jicarito, que consta de alimentos como tortillas de maíz, snack, embutidos, huevo, queso, galletas, frijol y crema. (Murillo 2014; Alvarenga 2015). Se realizó la conversión de los alimentos a nutrientes utilizando el programa The Food Processor SQL®.

Posteriormente, se realizaron las proyecciones de las mismas recetas de una baleada y burrita sustituyendo el maíz y frijol de la base de datos, por el mejor maíz y frijol biofortificados del estudio. Debido a que el maíz y frijol biofortificados del estudio son alimentos crudos, se realizó un pronóstico para evaluar la pérdida de nutrientes por procesamiento.

Se compararon nutricionalmente 100 g de frijol rojo crudo contra 100 g de frijol rojo licuado y 100 g de maíz blanco crudo contra 100 g de tortilla de la base de datos para cuantificar la pérdida de nutrientes. La pérdida de nutrientes se expresó en porcentaje ajustándolo con datos encontrados en estudios previos. Finalmente, la diferencia de nutrientes entre un alimento crudo y procesado se extrapolaron para la mejor variedad de frijol y maíz del estudio, para simular el aporte nutricional en una burrita y/o baleada.

La ecuación utilizada para estimar el cambio de contenido de agua, cenizas, lípidos, proteína, carbohidratos, hierro y zinc se muestra a continuación:

Fórmula:

$$\text{Porcentaje de cambio nutricional} = \frac{X_{\text{Grano entero}} - X_{2\text{Grano procesado}}}{X_{\text{Grano entero}}} \times 100[1]$$

Dónde:

$X_{\text{Grano entero}}$ = cantidad en gramos de grasa, proteína, carbohidratos, hierro o zinc que contiene el grano de maíz o frijol sin procesar.

$X_{2\text{Grano procesado}}$ = cantidad en gramos de grasa, proteína, carbohidratos, hierro o zinc que contiene el grano de maíz o frijol procesado.

El cambio de nutriente por procesamiento se expresa en el cuadro 2 y 3. La pérdida de zinc y hierro por cocción en frijol y maíz equivale a 50% y 72%, respectivamente (Pereira *et al.* 2014).

Cuadro 2. Diferencia nutricional entre cien gramos de frijol entero crudo y frijol rojo licuado provenientes de la base de datos del software Genesis R&D®.

Componente nutricional	Frijol rojo (grano entero crudo)	Frijol rojo (licuado)	Cambio nutricional expresado en porcentaje.
Calorías	278.30	90.00	67.66
Carbohidratos (g)	62.64	16.4	73.82
Grasas (g)	1.69	0.34	79.88
Proteínas (g)	23.41	5.42	76.85
Hierro (mg)	4.88	1.38	71.72
Zinc (mg)	-	0.74	-
Agua (g)	8.51	75.44	-786.49
Cenizas (g)	3.75	1.96	47.73

- Datos no reportados.

Cuadro 3. Diferencia nutricional entre cien gramos de maíz entero crudo y tortilla de maíz provenientes de la base de datos del software Genesis R&D®.

Componente nutricional	Maíz (grano entero crudo)	Tortilla	Cambio nutricional expresado en porcentaje.
Calorías	336.70	233.95	30.52
Carbohidratos (g)	74.70	52.07	30.29
Grasas (g)	3.94	0.47	88.07
Proteínas (g)	9.00	5.36	40.44
Hierro (mg)	3.24	1.40	56.79
Zinc (mg)	-	-	-
Agua (g)	10.73	40.64	-278.75
Cenizas (g)	1.63	1.46	10.43

- Datos no reportados

Descripción de los alimentos tradicionales de Honduras.

Baleada (1=60 g). 30 g tortilla, 22.5 g frijoles, 7.5 g crema.

Burrita (1=100 g). 50 g tortilla, 30 g frijoles, 10 g huevo, 10 g queso.

Ingredientes utilizados de la base de datos del software Genesis R&D®.

Tortilla. Tortilla de maíz-REDCOMAL o tortilla de harina de trigo.

Frijol. Frijol Rojo Licuado.

Queso. Queso crema Delicia.

Crema. Crema estandarizada al 28%. Planta de Lácteos de Zamorano.

Huevo. Agava Press 70 g.

Finalmente, se hizo una comparación nutricional y aporte al requerimiento del valor diario de nutrientes entre baleadas y burritas usando maíz y frijol convencional contra baleadas y burritas usando maíz QPM y frijol biofortificado. Se representaron a través de etiquetas nutricionales bajo la legislación de Estados Unidos usando el Food Processor SQL® versión 10.10.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variedades de frijol analizadas en este estudio (Dor 390, CENTA ferromás, Honduras Nutritivo, ICTA chortí, INTA ferroso, Seda, Amadeus 77, ICTA Petén) fueron estadísticamente diferentes para todos los atributos analizados (cuadro 4) ($P < 0.05$).

El contenido de humedad de la variedad Dor 390 (10.52 g/100 g) fue mayor que el placebo Amadeus 77 (10.20 g/100 g). La característica es atribuible a proceso de secado anterior al recibimiento de la muestra. Las variedades Seda, ICTA chortí, presentaron el mismo contenido de humedad y las subsiguientes muestras menor contenido que el placebo (Cuadro 4) ($P < 0.05$).

El contenido de ceniza fue estadísticamente mayor en la variedad Honduras nutritivo (5.50 g/100 g) e ICTA Petén (5.30 g/100 g). Las variedades Seda, CENTA ferromás e ICTA chortí no presentaron diferencias significativas contra el tratamiento control en el contenido de ceniza. La muestra Dor 390 presentó menor contenido de ceniza que el placebo ($P < 0.05$).

El contenido de proteína de todas las variedades fue mayor que el tratamiento control y la variedad Dor 390. La muestra Honduras nutritivo presentó el mayor contenido de proteína en el estudio ($P < 0.05$). Los resultados obtenidos son comparables a estudios anteriores que sugieren un rango de proteína de 22.24 a 31.59 g/100 g mientras las variedades del presente análisis muestran un rango de 19.03 a 30.17 g/100 g (Brigide *et al.* 2014).

Las variedades CENTA ferromás, Honduras Nutritivo, ICTA chortí, INTA ferroso, Seda e ICTA Petén presentaron menor contenido de lípidos que las variedades Dor 390 (1.44 g/100 g) y Amadeus 77 (1.51 g/100 g). Honduras nutritivo presentó el menor contenido de lípidos ($P < 0.05$).

Las variedades Dor 390 y Seda fueron estadísticamente iguales que el control (63.51 g/100 g) en el contenido de carbohidratos. Las muestras subsiguientes fueron estadísticamente diferentes y presentaron menor contenido de carbohidratos que el placebo ($P < 0.05$). Otros estudios sugieren un contenido de carbohidratos de 61.4 g/100 g de muestra, comparable con los resultados de este estudio (Navarrete *et al.* 2013).

El tratamiento control presentó el menor contenido de hierro (6.02 mg/100 g). La variedad ICTA Petén no presentó diferencias significativas respecto al placebo ($P < 0.05$). Dor 390 (8.98 mg/100 g) presentó el mayor contenido de hierro seguido de CENTA ferromás (8.47 mg/100 g) y Honduras nutritivo (8.17 mg/100 g). Las variedades Dor 390, CENTA ferromás y Honduras nutritivo representan un 49.16, 40.70 y 35.71% respectivamente,

más hierro que la variedad comercial Amadeus 77. En ensayos conducidos por Gutiérrez (2014) el contenido de hierro de Amadeus 77 fue de 5.1 mg/100 g de muestra. La variedad INTA ferroso mostró 7.62 mg/100 g de hierro comparable con resultados equivalentes de 7.5 a 8.4 mg de hierro por 100 g muestra reportados por el INTA (2014).

El contenido de zinc no presentó diferencias significativas entre el control, Dor 390 y Seda ($P < 0.05$) las cuales tuvieron el menor contenido de este mineral. Sin embargo, el contenido de zinc reportado en literatura (4 mg/100 g) para Amadeus 77 no es similar en este estudio (3.19 mg/100 g) (Gutiérrez 2014). Honduras nutritivo (5.02 mg/100 g) presentó el mayor contenido de zinc seguido de ICTA chortí (3.93 mg/100 g) y CENTA ferromás (3.84 mg/100 g). Honduras nutritivo presentó diferencias significativas en relación a CENTA ferromás e ICTA chortí ($P < 0.05$).

Cuadro 4. Análisis proximal, hierro y zinc de 8 variedades de frijol provenientes del Banco de Germoplasma de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Variedad	g/100 g				mg/100 g		
	H	Ceniza	Proteína	Lípido	HC	Hierro	Zinc
Dor 390	10.52 ^a	4.42 ^f	19.56 ^f	1.44 ^a	63.85 ^a	8.98 ^a	3.10 ^f
CENTA ferromás	9.58 ^{ef}	4.70 ^{ef}	23.51 ^d	1.18 ^b	61.00 ^b	8.47 ^b	3.84 ^b
Honduras Nutritivo	9.35 ^f	5.50 ^a	30.17 ^a	0.75 ^d	54.23 ^e	8.17 ^b	5.02 ^a
ICTA chortí	10.31 ^{ab}	5.00 ^{cd}	26.45 ^b	0.94 ^c	56.50 ^d	7.69 ^c	3.93 ^b
INTA ferroso	9.88 ^{cd}	5.12 ^{bc}	26.43 ^b	1.00 ^c	57.25 ^{cd}	7.62 ^c	3.60 ^c
Seda	10.13 ^{bc}	5.00 ^{cd}	20.78 ^e	1.21 ^b	62.89 ^a	6.77 ^d	3.33 ^{de}
Amadeus 77	10.20 ^b	4.85 ^{de}	19.03 ^f	1.51 ^a	63.51 ^a	6.02 ^e	3.19 ^{ef}
ICTA Petén	9.80 ^{de}	5.30 ^{ab}	25.58 ^c	0.96 ^c	58.37 ^c	5.83 ^e	3.54 ^{cd}
CV (%)	1.42	2.67	2.01	11.95	1.31	2.47	3.23
Pr	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001

a-f: Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias estadísticas entre variedades ($P < 0.05$).

%CV: Coeficiente de variación.

Pr: Probabilidad.

H: Humedad

HC: Hidrato de carbono.

Las variedades de maíz analizadas en este estudio (Victoria, Lempira QPM, Esperanza, Sequía, Ladera, Maya, Olanchano 03, Guayape) fueron estadísticamente diferentes para todos los atributos analizados (Cuadro 5) ($P < 0.05$).

El contenido de humedad de la variedad Victoria (9.98 g/100 g) presentó diferencias significativas contra todas las demás variedades (< 9.98 g/100 g) ($P < 0.05$). El contenido de humedad se atribuye a una etapa previa de secado.

En el contenido de ceniza no se encontró diferencias significativas entre el control DICTA-Guayape y las demás variedades. La variedad Sequía fue estadísticamente diferente a las variedades Lempira, Ladera y Esperanza ($P < 0.05$). Los genotipos presentaron contenido de ceniza entre 1.26 a 1.45 g/100 g de muestra, similar a resultados reportados en estudios previos (Stefanello *et al.* 2015).

El contenido de proteína fue mayor en las variedades Sequía (9.67 g/100 g) y Lempira (9.54 g/100 g), las cuales no presentaron diferencias significativas entre ellas ($P < 0.05$). El control presentó un alto contenido de proteína equivalente a 9.35 g/100 g. Los genotipos Esperanza (8.85 g/100 g), Ladera (8.03 g/100 g) reportaron el menor contenido de este nutriente y diferencias significativas contra el placebo ($P < 0.05$). Según Nuss y Tanumihardjo (2010) el contenido de proteína es próximo a 9.42 g/100 g muestra.

Se encontraron diferencias significativas entre los genotipos Victoria, Maya, Esperanza Olanchano y el placebo Guayape ($P < 0.05$). Las variedades Lempira, Sequía, Ladera fueron iguales estadísticamente al control ($P < 0.05$). El contenido de lípidos en el estudio osciló entre 3.49 a 4.11 g/100g de muestra, comparable con 3.1 a 4.5 g/100 g de muestra reportado en otros estudios (Uddin *et al.* 2007).

Se encontraron diferencias significativas entre la variedad Ladera y el control ($P < 0.05$). El contenido de carbohidratos en el grano osciló entre 77.42 g/100 g (Ladera) y 75.85 g/100 g (Lempira) para todas las variedades analizadas comparable a 76 g/100 g en maíz blanco reportado en estudios previos (Nweke 2010).

El contenido de minerales en los genotipos de maíz fue menor que en el frijol analizado. El contenido de hierro en el grano osciló entre 0.95 mg/100 g (Esperanza) y 1.70 mg/100 g (Lempira) para todas las variedades analizadas. Se encontraron diferencias significativas entre los genotipos Lempira, Esperanza, Ladera y el control ($P < 0.05$). El contenido de zinc en el grano osciló entre 1.56 mg/100 g (Guayape) y 2.40 mg/100 g (Victoria) para las variedades analizadas. Se encontraron diferencias significativas entre los genotipos evaluadas y el control ($P < 0.05$). No obstante, todas las variedades de maíz reportaron contenido de zinc cercano al valor 2.21 mg/100 g para maíz convencional (Nuss y Tanumihardjo 2010). No se presenta evidencia de biofortificación mineral en los genotipos de maíz.

Cuadro 5. Análisis proximal, hierro y zinc de 8 variedades de maíz provenientes del Banco de Germoplasma de Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA).

Variedad	g/100 g				mg/100 g		
	H	Cenizas	Proteína	Lípido	HC	Hierro	Zinc
Victoria	9.98 ^a	1.34 ^{ab}	9.27 ^c	4.06 ^{ab}	76.74 ^{ab}	1.25 ^{cd}	2.40 ^a
Lempira	9.41 ^b	1.44 ^a	9.54 ^{ab}	3.76 ^{abc}	75.85 ^c	1.70 ^a	2.36 ^{ab}
Esperanza	9.51 ^b	1.43 ^a	8.85 ^d	3.90 ^{ab}	76.12 ^{bc}	0.95 ^e	2.19 ^{abc}
Sequia	9.34 ^b	1.26 ^b	9.67 ^a	3.69 ^{bc}	75.07 ^{bc}	1.35 ^c	2.15 ^{abc}
Ladera	9.32 ^b	1.45 ^a	8.03 ^e	3.79 ^{abc}	77.42 ^a	1.03 ^{de}	2.11 ^{abc}
Maya	9.19 ^b	1.36 ^{ab}	9.24 ^c	3.93 ^{ab}	76.23 ^{bc}	1.65 ^{ab}	2.05 ^{bc}
Olanchano	9.47 ^b	1.34 ^{ab}	9.36 ^{bc}	4.11 ^a	75.88 ^c	1.45 ^{abc}	1.87 ^c
Guayape	9.19 ^b	1.33 ^{ab}	9.35 ^{bc}	3.49 ^c	76.64 ^{bc}	1.39 ^{bc}	1.56 ^d
CV (%)	2.40	4.42	1.57	4.93	0.53	11.16	8.37
Pr	0.0136	0.0219	0.0001	0.0491	0.0033	0.0002	0.0001

a-f: Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias estadísticas entre variedades ($P < 0.05$).

%CV: Coeficiente de variación.

Pr: Probabilidad.

H: Humedad

HC: Hidrato de carbono.

Honduras nutritivo fue la variedad de frijol con mayor densidad nutricional en función al contenido de proteína, zinc, y con alto contenido de hierro. La variedad de maíz con mayor contenido de proteína, lípido, hierro y zinc fue DICTA-Lempira QPM (Quality protein maize). Basado en su densidad nutricional, se utilizaron en la formulación teórica de los alimentos Baleada y Burríta.

El tamaño de porción de una baleada fue obtenido de encuestas en el estudio realizado por Murillo (2014). Al utilizar los alimentos (ingredientes) tortilla de harina de trigo, crema estandarizada al 28% y frijol rojo licuado en la formulación teórica de una baleada de 60g se obtuvo 130 calorías por porción. El aporte al valor diario (%DV) en función a grasa, carbohidratos fue 5%, 7%DV respectivamente. El aporte de micronutrientes de una Baleada al valor diario fue equivalente a 5.55% hierro y 1.11% zinc (Cuadro 6).

Al crear una baleada utilizando los mismos ingredientes sustituyendo el frijol rojo licuado por frijol Honduras nutritivo, el aporte de macronutrientes fue el mismo. No obstante, el aporte de zinc al valor diario incrementó en 2%. El contenido de hierro incrementó en 0.26 mg equivalente a 1.5%. Los dos tipos de baleada reportan el mismo aporte de hierro al valor diario en el etiquetado nutricional del producto debido a reglas de redondeo (FDA 2005).

Cuadro 6. Composición nutricional de una baleada basada en frijol convencional y una baleada basada en frijol biofortificado.

Nutriente (60 g)	Baleada (Estándar)		Baleada (Diferenciada)	
	Aporte	% Valor diario	Aporte	% Valor Diario
Calorías (Kcal)	125.63		125.04	
Calorías de grasa (Kcal)	30.11		30.01	
Grasa Total (g)	3.34	5.15	3.33	5.13
Grasas saturadas (g)	1.83	9.16	1.83	9.16
Colesterol (mg)	3.96	1.32	3.96	1.32
Sodio (mg)	105.39	4.39	103.95	4.33
Carbohidratos totales (g)	20.05	6.69	20.14	6.71
Proteína (g)	3.82		3.61	
Vitamina A	7.71	0.15	7.65	0.15
Calcio (mg)	16.90	1.69	3.22	0.32
Hierro (mg)	1.00	5.55	1.26	7.00
Zinc (mg)	0.17	1.11	0.59	3.94

Aporte al valor diario está basado en una dieta de 2000 calorías.

El tamaño de porción de una burrita fue de 100g. Al utilizar los alimentos (ingredientes) tortilla (tortilla de maíz REDCOMAL), huevo (Agava press 70g), queso (queso crema Delicia) y frijol rojo licuado en la formulación teórica de una burrita se obtuvo 170 calorías por porción (Cuadro 7). El aporte al valor diario en función a grasa, carbohidratos fue 2%, 11%DV respectivamente. El aporte de micronutrientes de una Burrita al valor diario fue equivalente a 7.11% hierro y 1.48% zinc (Cuadro 7).

Al elaborar una burrita diferenciada utilizando los mismos ingredientes, sustituyendo el frijol rojo licuado por frijol Honduras nutritivo y la tortilla de maíz convencional por maíz Lempira QPM el aporte de macronutrientes fue el mismo. No obstante, el aporte de zinc al valor diario incrementó en 10.47%. El aporte de hierro al valor diario (7.20%DV) fue igual en los dos tipos de Burrita (Cuadro 7).

Cuadro 7. Composición nutricional de una Burrita basada en maíz y frijol convencional y una Burrita basada en maíz QPM y frijol biofortificado.

Nutriente (100 g)	Burrita (Estándar)		Burrita (Diferenciada)	
	Aporte	% Valor Diario	Aporte	% Valor Diario
Calorías (Kcal)	172.75		173.95	
Calorías de grasa (Kcal)	12.79		12.56	
Grasa Total (g)	1.50	2.19	1.40	2.15
Grasas saturadas (g)	0.42	2.09	0.38	1.88
Colesterol (mg)	71.67	23.89	71.67	23.89
Sodio (mg)	181.65	7.57	99.73	4.16
Carbohidratos totales (g)	33.00	10.88	33.15	11.05
Proteína (g)	7.31		7.20	
Vitamina A	57.53	1.15	57.45	1.15
Calcio (mg)	130.00	13.08	12.60	1.26
Hierro (mg)	1.28	7.11	1.30	7.20
Zinc (mg)	0.22	1.48	1.79	11.95

Aporte al valor diario está basado en una dieta de 2000 calorías.

El aporte de hierro al valor diario fue similar en los dos tipos de productos con maíz y frijol biofortificado contra maíz y frijol convencional. Esto se atribuye al tamaño de porción y metodología utilizada para estimar los nutrientes de una baleada y burrita.

Incluyendo una baleada (diferenciada, cuadro 6) de 60 g por día en la dieta de la comunidad El Jicarito, el nivel promedio de hierro consumido (14.3 mg hierro) de la población de 13 a 17 años de edad (Alvarenga 2015) incrementaría a 15.56 mg/día. Representando una reducción al déficit de hierro. La deficiencia férrica a cubrir sería aproximadamente 13.5% del requerimiento dietético diario. Basado en el consumo de una burrita (diferenciada, cuadro 7) de 100 g por día el déficit de hierro se reduciría a 13.3%.

El consumo de zinc en zonas rurales de Honduras reportado es 11.3 mg/día (Cediél et al 2015), debajo de la recomendación de 15 mg (FDA 2009). Incluyendo una baleada diferenciada, (cuadro 6) en la dieta de la comunidad El Jicarito, el nivel promedio de Zinc consumido por día incrementaría a 11.89 mg/día. Esto representa un déficit de 20.7% de la recomendación dietética diaria en el consumo de zinc. Basado en el consumo de una burrita (diferenciada) de 100 g por día el déficit de zinc se reduciría a 12.7%.

Lo anterior expuesto sustenta la alternativa de incluir granos biofortificados en la dieta de la población de El Jicarito. Considerando el consumo de frijol cocido mayor a 80 g/día en zonas rurales de Honduras (Rosas 2003), el aporte de hierro y zinc al valor diario se incrementaría, eliminando hipotéticamente la deficiencia de ambos minerales en la nutrición de personas en el Jicarito. En función a maíz como alimento individual, no existió diferencia en el perfil mineral, por lo cual no hay diferencia entre utilizar granos de este estudio y tradicionales.

4. CONCLUSIONES

- Se actualizó la base de datos del software Genesis R&D® mediante la inclusión de información nutricional de ocho variedades de frijol y ocho variedades de maíz.
- La variedad de frijol rojo Honduras nutritivo y maíz DICTA-Lempira QPM presentaron mejor perfil nutricional, considerándolo para inclusión en la dieta.
- Los genotipos de maíz Victoria, Lempira QPM, Esperanza, Sequía, Ladera, Maya, Olanchano 03 y Guayape no presentaron evidencia nutricional de previa biofortificación mineral.
- El consumo de un alimento basado en maíz y frijol biofortificado pronostica una reducción de 10.47% del déficit de zinc en comparación al consumo de un alimento elaborada con granos convencionales.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio referente al contenido de Lisina y Triptófano de las variedades de maíz QPM, para verificar su diferenciación por calidad de proteína.
- Determinar el efecto de procesamiento en la concentración mineral de hierro y zinc de las variedades prominentes de frijol en este estudio.
- Determinar la biodisponibilidad de los minerales en los alimentos preparados con frijol y maíz en este estudio.
- Crear programas de promoción e implementación de las variedades de maíz y frijol biofortificado en este estudio en la nutrición de zonas rurales de Honduras.

6. LITERATURA CITADA

Alvarenga BM. 2015. Determinación del patrón de consumo de alimentos y estado nutricional en jóvenes de 13 a 17 años de edad del instituto San Antonio de Oriente (El Jicarito), San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras 2015 [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-San Antonio de Oriente. 37 p.

AOAC 2012. Official methods of analysis of AOAC international. 19th ed. Washington DC (EE.UU). AOAC.

Brigide P, Canniatt SG, Silva MO. 2014. Nutritional characteristics of biofortified common beans. Food Sci. Technol. 34(3): 493 - 500. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.6245>

Cediel G, Olivares M, Brito A, Cori H, López RD. 2015. Zinc Deficiency in Latin America and the Caribbean. Food Nutr Bull. 36(2):129-138. DOI: 10.1177/0379572115585781

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova") 2011. CENTA Ferromás. Variedad de frijol grano rojo con mejor valor nutricional, alto potencial de rendimiento y tolerante a las principales plagas y enfermedades [internet]. El Salvador: CENTA. [Consultado 2016 Sept 20] <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Boletin%20CENTA%20Ferromas.pdf>

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2003. Mejoramiento de la nutrición humana en comunidades pobres de América Latina utilizando maíz (QPM) y frijol común biofortificado con micronutrientes [internet]. Cali: CIAT; [Consultado 2016 April 28]. Available from: http://www.fontagro.org/sites/default/files/prop_03_05.pdf

DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agrícola) 2013. Programa de Investigación y Generación de Tecnología dispuso a los productores 10 nuevas variedades de granos básicos [internet]. Honduras: DICTA; [consultado 2016 Sept 20]. <http://www.dicta.hn/files/Investigacion-de-granos-basicos-en-el-periodo-2010-2013.pdf>

FDA (U.S. Food and Drug Administration) 2005. Capítulo IV. Etiquetado de información nutricional. Guía para la industria. Guía de Rotulación de Suplementos Dietéticos. Silver

Spring MD: Food and Drug Administration; [Actualizado 2015 Jun 25; consultado 2016 Sept 21].

FDA (U.S. Food and Drug Administration) 2009. Apéndice F: Cálculo del porcentaje de valor diario (VD) para los nutrientes. Silver Spring MD: Food and Drug Administration; [Actualizado 2015 sept 03; consultado 2016 septiembre 24].

Ferrufino OG. 2013. Memoria. Proyectos de investigación, validación de tecnologías, mantenimiento y multiplicación de semillas [internet]. Honduras: DICTA. [Consultado 2016 Sept 20]. http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2014/06/memoria_de_proyectos_investigacion_dicta.pdf

Garcia MN, Peña JP, De-Regil LM, Centeno TE, Flores MC. 2016. Staple crops biofortified with increased micronutrient content: effects on vitamin and mineral status, as well as health and cognitive function in the general population. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2016, 1(8):1 – 20. DOI: 10.1002/14651858.CD012311.

Gutiérrez ED. 2014. Selección de líneas avanzadas de frijol común con alto contenido de hierro y tolerancia a sequía [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 24 p.

ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola) 2010. Nuevas variedades de Frijol para el Petén: Icta PeténACM e Icta Sayaxche [internet]. Guatemala: ICTA; [consultado 2016 Sept 20]. <http://www.icta.gob.gt/frijol/FRIJOL%20PARA%20EL%20PETEN.pdf>

ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola) 2016. Cultivos biofortificados una oportunidad para combatir la desnutrición. Guatemala: ICTA; [consultado 2016 sept 24]. <http://fliphtml5.com/xpjj/bozy/basic>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura), Red SICTA, Cooperación Suiza. 2014. Las cadenas de valor de maíz blanco y frijol en Centroamérica: actores, problemas y acciones para su Competitividad [internet]. San José: IICA. [Consultado 2016 May 09]. <http://www.iica.int/sites/default/files/publications/files/2015/B3427e.pdf>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) sf.a. Olancho (QPM-03) [internet]. Honduras: IICA; [consultado 2016 Sept 20]. <http://observatoriodesicta.info/sites/default/files/filesinventariotec/qpm03.pdf>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) sf.b. DICTA-Maya [internet]. Honduras: IICA; [consultado 2016 Sept 20]. <http://observatoriodesicta.info/es/inventariotec/semilla/dicta-maya>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) sf.c. DICTA-Esperanza [internet]. Honduras: IICA; [consultado 2016 Sept 20]. <http://observatoriodesicta.info/es/inventariotec/semilla/esperanza>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) sf.d. DICTA-Laderas [internet]. Honduras: IICA; [consultado 2016 Sept 20]. <http://observatorioresdicta.info/es/inventariotec/semilla/dicta-laderas>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) sf.e. DICTA-Sequía [internet]. Honduras: IICA; [consultado 2016 Sept 20]. <http://observatorioresdicta.info/es/inventariotec/semilla/dicta-sequia>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) sf.f. DICTA-Guayape [internet]. Honduras: IICA; [consultado 2016 Sept 20]. <http://www.dicta.hn/files/Trifolio-DICTA-GUAYAPE-2012.pdf>

INE (Instituto Nacional de Estadística), Secretaría de salud, ICF International. 2013. Encuesta nacional de demografía y salud ENDESA 2011-2012 [internet]. Tegucigalpa: INE; [Consultado 2016 May 09]. <http://dhsprogram.com/pubs/pdf/FR274/FR274.pdf>

INE (Instituto Nacional de Estadística) 2013a. Serie de Pobreza de Población según Año de la encuesta, por estrato urbano / rural y clasificación de Pobreza [Internet]. Tegucigalpa: Instituto Nacional de Estadística (INE). [Consultado 2016, Abril 15]. http://www.ine.gob.hn/images/Productos%20ine/informacion%20por%20temas/pobreza/Serie_Pobreza_Poblacion_2001_2014.xls

INE (Instituto Nacional de Estadística) 2013b. Honduras, Encuesta Nacional de Demografía y Salud ENDESA 2011-2012 [internet]. Tegucigalpa: INE; [consultado 2016 Sept 24]. <http://dhsprogram.com/pubs/pdf/GF28/GF28.pdf>

INTA (Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria) 2002a. INTA NUEVA GUINEA, VARIEDAD MEJORADA DE FRIJOL NEGRO [internet]. Nicaragua: INTA, [consultado 2016 Sept 20]. http://www.funica.org.ni/docs/gran_basic_19.pdf

INTA (Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria) 2013c. Catálogo de semillas de granos básicos; variedades de arroz, maíz, frijol, maíz, y sorgo liberadas por el INTA [internet]. Nicaragua: INTA, [consultado 2016 Oct 13]. http://www.funica.org.ni/docs/gran_basic_19.pdf

INTA (Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria) 2014b. Variedad de frijol INTA ferroso. Nicaragua: INTA; [consultado 2016 Sept 20]. <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/plegables/Brochure%20INTA%20Ferroso.pdf>

Kay C. 2009. La persistencia de la pobreza rural en Honduras, Nicaragua y Bolivia: un fracaso del neoliberalismo. Nueva Sociedad. [Consultado 2016 April 05]. 2009(223): 94-112. <http://repub.eur.nl/pub/38931/>

Lauseng MM, Kemmer TM, Coello M. 2013. Zinc deficiency and growth status in children aged 6–60 months in rural Honduras. *The FASEB J.* 27(1)nt 845-858. http://www.fasebj.org/content/27/1_Supplement/845.13.short

López E, Becerra N, Cano O, Zaleta D, Acosta J. 1996. Adaptación y calidad tecnológica de la variedad de frijol negro Tacana. *Agronomía mesoamericana* 7(1): 26-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v7i1.24785>

Marfo DA, Birol E, Gonzalez C, Moursi M, Perez S, Schwarz J, Zeller M. 2013. Prioritizing Countries for Biofortification Interventions Using Country-Level Data. *HarvestPlus* [Consultado 2016 Sept 21]. 1(11):1-44. <http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/127837>

Menchú MT, Méndez H. 2012. Análisis de la situación alimentaria en Honduras: Análisis de la ENCOVI-2004. Guatemala: INCAP; [consultado 2015 Dec 2]. http://www.incap.int/index.php/es/publicaciones/doc_view/662-honduras-informe-analisis-de-situacion-alimentaria

Murillo SJ. 2014. Estudio longitudinal del consumo de alimentos en la población adulta de la aldea El Jicarito, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-San Antonio de Oriente. 30 p.

Navarrete EM, Caiza DQ, Laíño AS, Bermeo MR, Osorio BG, Navarrete AT, Briones AC, Chong AH. 2013. Caracterización de la producción de frijol en la provincia de Cotopaxi Ecuador: caso comuna Panyatug. *Ciencia y Tecnología*, 6(1), 23-31. <http://search.proquest.com/docview/1514836196?accountid=149393>

Nestel P, Bouis HE, Meenakshi JV, Pfeiffer W. 2006. Biofortification of staple food crops. *J. of Nutr.* 136(4): 1064 – 1067. <http://jn.nutrition.org/content/136/4/1064.full.pdf+html>

Nuss ET, Tanumihardjo SA. 2010. Maize: A paramount staple crop in the context of global nutrition. *IFT.* 9(1): 417 - 436. doi/10.1111/j.1541-4337.2010.00117.x/e

Nweke FN. 2010. Rate of water absorption and proximate analysis of different varieties of maize cultivated in Ikwo local government area of Ebonyi State, Nigeria. *African J of Biotech.* 9 (52): 8913 - 8917. <http://www.academicjournals.org/journal/AJB/article-full-text-pdf/55C3CBF25711>

ONU (Organización de las naciones unidas). 2009. Desafíos de los programas de transferencias con corresponsabilidad: los casos de Guatemala, Honduras y Nicaragua [internet]. Santiago de Chile: ONU; [cited 2016 April 09]. Available from: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3656/S2009178_es.pdf?sequence=1

Pachón H. 2009. Experiencias de la Biofortificación en Países Latinoamericanos y Caribeños. [Internet]. Quito: Agrosalud; [Consultado 2016, Sept 20]. <http://es.slideshare.net/CIAT/experiencias-de-la-biofortificacin-en-pases-latinoamericanos-y-caribeos-2131317>

Pachón H. 2010. El impacto nutricional de cultivos biofortificados o cultivos con mayor calidad nutricional [internet]. Cali: AgroSalud,CIAT [Consultado April 29]. http://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2015/02/cartilla-impacto-nutricional_impresion_feb12_10.pdf

Roohani N, Hurrell R, Kelishadi R, Schulin R. 2013. Zinc and its importance for human health: An integrative review. *J. Res. Med. Sci.*18(2): 144–157. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3724376/>

Rosado JL. 1998. Deficiencia de zinc y sus implicaciones funcionales [internet]. Mexico D.F.: Instituto Nacional de la nutrición. [Consultado 2016 May 09]. <http://saludpublica.mx/insp/index.php/spm/article/view/6073/7090>

Rosas JC, Beaver JS, Beebe S, Viana A. 2004. Nomenclatura de variedades de frijol común liberadas en Centro América y El Caribe. [Consultado 2016 Sept 20] *Agronomía mesoamericana* 7(1): 26-34. http://www.mag.go.cr/rev_meso/v15n02_221.pdf

Rosas JC, Beaver JS, Escoto D, Perez CA, LLano A, Hernandez JC. 2004. Registration of ‘Amadeus 77’ Small Red Common Bean. Published in *Crop Sci* 44:1867-1868.

Rosas JC. 2003. El cultivo de frijol común en América tropical. 2da ed. San Antonio de Oriente: Escuela Agrícola Panamericana.57 p.

Rosas JC. 2016. Honduras nutritivo. Variedad de frijol biofortificado de grano rojo claro de alto valor agronómico y comercial, tolerante al virus del mosaico dorado amarillo y moderadamente tolerante a la sequía y la baja fertilidad de los suelos. Honduras: CIAT, PIF, USAID, SAG. Consultado 2016 Sept 15.

SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería). 2016. Primera variedad de frijol biofortificado es liberada en Honduras [internet]. Tegucigalpa:SAG. [Consultado 2016 May 11]. <http://www.sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2016/abril-2016/primera-variedad-de-frijol-biofortificado-es-liberada-en-honduras/>

Stefanello R, Londero PMG, Muniz MFB, Alves JS, Fischer L. 2015. Chemical composition of landrace maize seeds stored under different conditions. *Int. Food Res. J.* 22(3): 918-922. [http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20\(03\)%202015/\(6\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20(03)%202015/(6).pdf)

Uddin MM, Rahman MS, Ahmed GM, Hossain MA, Samad A. 2007. Variation in lipid content and glyceride compositions of four different varieties of corn (*Zea mays L.*) Oil. Bangladesh J. Sci. Ind. Res. 42(2): 223-228. doi=10.1.1.609.285&rep=rep1&type=pdf

Wiedman M, Olivares M, Pizarro F, Araya M. 2009. Suplementación con cobre entre comidas no tiene efecto sobre la nutrición de hierro en hombres. Rev. Chil. Nutr. [consultado 2016 May 05]. 36(4): 1114-1119. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182009000400008>

7. ANEXOS

Anexo 1. Etiquetado nutricional de burrita utilizando maíz y frijol convencional.

Nutrition Facts	
Serving Size (100g)	
Servings Per Container	
Amount Per Serving	
Calories 170	Calories from Fat 15
% Daily Value*	
Total Fat 1.5g	2%
Saturated Fat 0g	0%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 70mg	23%
Sodium 180mg	8%
Total Carbohydrate 33g	11%
Dietary Fiber 4g	16%
Sugars 2g	
Protein 7g	
Vitamin A 2%	• Vitamin C 0%
Calcium 15%	• Iron 8%
Zinc 2%	
*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs:	
	Calories 2,000 2,500
Total Fat	Less than 65g 80g
Saturated Fat	Less than 20g 25g
Cholesterol	Less than 300mg 300mg
Sodium	Less than 2,400mg 2,400mg
Total Carbohydrate	300g 375g
Dietary Fiber	25g 30g
Calories per gram:	
	Fat 9 • Carbohydrate 4 • Protein 4

Anexo 2. Etiquetado nutricional de burrita utilizando maíz Lempira QPM y frijol biofortificado Honduras nutritivo.

Nutrition Facts	
Serving Size (100g)	
Servings Per Container	
Amount Per Serving	
Calories 150	Calories from Fat 15
% Daily Value*	
Total Fat 1.5g	2%
Saturated Fat 0g	0%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 70mg	23%
Sodium 100mg	4%
Total Carbohydrate 33g	11%
Dietary Fiber 0g	0%
Sugars 1g	
Protein 7g	
Vitamin A 2%	• Vitamin C 0%
Calcium 2%	• Iron 8%
Zinc 10%	
*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs.	
	Calories: 2,000 2,500
Total Fat	Less than 65g 80g
Saturated Fat	Less than 20g 25g
Cholesterol	Less than 300mg 300mg
Sodium	Less than 2,400mg 2,400mg
Total Carbohydrate	300g 375g
Dietary Fiber	25g 30g
Calories per gram:	
Fat 9 • Carbohydrate 4 • Protein 4	

Anexo 3. Etiquetado nutricional de baleada utilizando maíz y frijol convencional.

Nutrition Facts	
Serving Size (60g)	
Servings Per Container	
Amount Per Serving	
Calories 130	Calories from Fat 30
% Daily Value*	
Total Fat 3.5g	5%
Saturated Fat 2g	10%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 5mg	2%
Sodium 105mg	4%
Total Carbohydrate 20g	7%
Dietary Fiber 2g	8%
Sugars 1g	
Protein 4g	
Vitamin A 0%	• Vitamin C 0%
Calcium 2%	• Iron 6%
Zinc 2%	
*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs.	
	Calories: 2,000 2,500
Total Fat	Less than 65g 80g
Saturated Fat	Less than 20g 25g
Cholesterol	Less than 300mg 300mg
Sodium	Less than 2,400mg 2,400mg
Total Carbohydrate	300g 375g
Dietary Fiber	25g 30g
Calories per gram:	
Fat 9 • Carbohydrate 4 • Protein 4	

Anexo 4. Etiquetado nutricional de burrita utilizando maíz Lempira QPM y frijol biofortificado Honduras nutritivo.

Nutrition Facts	
Serving Size (60g)	
Servings Per Container	
Amount Per Serving	
Calories 110	Calories from Fat 30
% Daily Value*	
Total Fat 3.5g	5%
Saturated Fat 2g	10%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 5mg	2%
Sodium 105mg	4%
Total Carbohydrate 20g	7%
Dietary Fiber 1g	4%
Sugars 1g	
Protein 4g	
Vitamin A 0%	• Vitamin C 0%
Calcium 0%	• Iron 6%
Zinc 4%	
*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs:	
	Calories: 2,000 2,500
Total Fat	Less than 65g 80g
Saturated Fat	Less than 20g 25g
Cholesterol	Less than 300mg 300mg
Sodium	Less than 2,400mg 2,400mg
Total Carbohydrate	300g 375g
Dietary Fiber	25g 30g
Calories per gram:	
Fat 9 • Carbohydrate 4 • Protein 4	