

PROTOCOLO DE ACTUACIÓN PARA CONTRIBUIR A LA MEJORA DEL ESTADO NUTRICIONAL DE POBLACIONES INFANTILES DE PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO, A PARTIR DE MATERIAS PRIMAS DE USO TRADICIONAL

Línea Temática [III]: Investigación y compromiso social.

Luz Hicela Mosquera Mosquera¹, Gemma Moraga Ballesteros², Juan José Martínez-Lahuerta³ y Nuria Martínez-Navarrete⁴

(1) Grupo de Investigación en Valoración y Aprovechamiento de la Biodiversidad, Universidad Tecnológica del Chocó, Carrera 22, No. 18 B-10 Quibdo, Colombia. hicela.mosquera@yahoo.es

(2) Universitat Politècnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos, Grupo de Investigación e Innovación Alimentaria, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, Spain. gemmoba1@tal.upv.es

(3) Centre Integrat Juan Llorens, C/Juan Llorens 8, 46008, Valencia, Spain. jmartinezl@meditex.es

(4) Universitat Politècnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos, Grupo de Investigación e Innovación Alimentaria, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, Spain. nmartin@tal.upv.es

RESUMEN

Los niños de muchos países en vías de desarrollo suelen presentar importantes deficiencias nutricionales. Esto contrasta con la elevada disponibilidad de alimentos de origen natural con la que se suele contar en muchas de estas zonas. Este trabajo propone un protocolo de actuación para contribuir a la mejora del estado nutricional de esta población infantil, a partir de materias primas de uso tradicional. Como ejemplo para su implantación se ha tomado el caso concreto de la zona rural del departamento del Chocó (Colombia). Este protocolo contempla, en primer lugar, llevar a cabo un estudio para relacionar los hábitos alimenticios y el estado nutricional de la población infantil de la zona a evaluar. En segundo lugar se propone el diseño de un alimento complementario a base de dichas materias primas, que sea de bajo coste, fácil manejo y estable en las condiciones ambientales de almacenamiento previstas. Esto iría acompañado de una evaluación sobre la repercusión que la ingesta del mismo tendría en el estado nutricional de la población de estudio. En paralelo, se considera imprescindible llevar a cabo un programa de sensibilización de la población que informe de la necesidad de que los niños ingieran una dieta equilibrada que les aporte los nutrientes esenciales para su desarrollo.

Palabras clave: Nutrición infantil, Alimentos tradicionales, Alimentos complementarios, Alimentación-nutrición, Educación nutricional.

INTRODUCCIÓN

Todos sabemos que los recursos y las oportunidades en el mundo no están igualmente distribuidos. La primera cuestión que se debe abordar para tratar de minimizar las diferencias, pasa por identificar cuáles son los verdaderos problemas que restan oportunidades a una zona o población. Para ello, si bien es fundamental conocer el sentir de la población afectada por estos problemas, siempre vienen bien los estudios comparativos y las opiniones de observadores que no estén directamente implicados. Una vez identificados los problemas, hay que proponer estrategias para tratar de ponerles solución. Estas estrategias deben ser las mejores de entre las que sean asequibles para la zona/población en cuestión. Para ello es necesario conocer sus limitaciones geográficas, culturales o económicas, entre otras. Este punto requiere la participación activa de los actores implicados. No

obstante, identificadas las mejores estrategias, siempre habrá quienes, por sus mayores y mejores conocimientos científico-tecnológicos y experiencia al respecto, puedan ayudar a implantarlas. Para ello no siempre es mejor la ayuda económica, sino que un adecuado adiestramiento de la población diana puede ser mucho más efectivo a largo plazo. En la medida en que la solución de un problema en una zona desfavorecida permita, a nivel social, aumentar la capacidad de análisis y los conocimientos de su población, se habrá contribuido a su estímulo para abordar nuevos retos con mayor experiencia y herramientas. Sin embargo, de lo mencionado anteriormente se deriva la necesidad de la cooperación para conseguir los mejores fines. Buscar socios para ayudar a identificar problemas y pedir a los más preparados su ayuda, parece el mejor camino para el éxito. Por su parte, la ayuda que presten estos socios debe ir encaminada a la formación de los “ayudados”, para que, en un futuro, puedan ser éstos quienes presten su colaboración. Además, no cabe duda de que todos aprenden en este proceso.

En el caso concreto de este trabajo, lo que se expone es un protocolo de actuación para la mejora del estado nutricional de poblaciones infantiles de países en vías de desarrollo, centrado en la zona del Chocó (Colombia). Su propuesta ha surgido de la colaboración entre dos grupos de investigación pertenecientes a la Universidad Tecnológica del Chocó y a la Universidad Politécnica de Valencia (España). El hambre oculta, ignorada hasta hace poco tiempo, está ahora reconocida como un problema global de enorme magnitud. Últimamente, la escala real y las consecuencias de las deficiencias de proteínas y micronutrientes en países subdesarrollados están recibiendo de sus autoridades la atención que merecen, sobre todo porque es la población infantil el sector más vulnerable en este sentido. Asegurándonos de que las dietas de la población infantil contengan cantidades adecuadas de proteínas y de todos los micronutrientes que necesitan según su grupo etáreo, no sólo mejoraremos su estado de salud y sus posibilidades de educarse mejor, sino que serán más productivos. También haremos más fácil para dicha población escapar de las garras de la pobreza. El quinto informe sobre la Situación Nutricional Mundial publicado por el Comité Permanente de Nutrición de las Naciones Unidas confirmó que: “...el mejoramiento de la nutrición puede ayudar significativamente a alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio ODM”. De hecho, seis de los ocho ODM están estrechamente vinculados a una buena nutrición.

El departamento del Chocó, situado en el extremo noroccidental de Colombia, se caracteriza por ser una de las regiones con mayor biodiversidad en el planeta, debido a su gran extensión de selva ecuatorial que agrupa una gran variedad de fauna y flora. Las fuentes hídricas aportan una gran riqueza para el territorio, porque allí se encuentran las cuencas de sus principales ríos. La población estimada en el departamento del Chocó es de 476.173 habitantes (*Gobernación del Chocó, 2008*), de los cuales un 82,70% corresponde a población afrocolombiana, la cual constituye la mayor relación porcentual del país, un 11,04% a población indígena y un 6,26%, a población mestiza (*Gobernación del Chocó, 2008*). La mayor parte de los habitantes, el 51,4%, se encuentran ubicados en el área rural. El restante 48,6% se sitúa en zonas urbanas. En base a la distribución por edades, la población chocoana es principalmente joven, con la mitad de sus habitantes menor de 15 años. La proporción es mayor en el grupo etario entre los 0 y los 4 años, con un total de 66.271 habitantes (33.573 hombres y 32.698 mujeres). Lo anterior puede ser explicado por la alta tasa de natalidad de la región. Se estima una tasa de natalidad de 31,28 en el departamento, en contraste con la tasa de natalidad del país, que es del 19,86 (*Gobernación del Chocó, 2008*).

La agricultura del Chocó se centra fundamentalmente en el cultivo de maíz, diversas variedades de musáceas (plátanos, bananos, primitivo y otros), el arroz y productos básicos como el chontaduro, variedades de árboles frutales, hierbas y especies nativas. La producción de caña de azúcar (actividad femenina), se realiza en pequeñas áreas y se orienta fundamentalmente a la producción de miel y del biche, que es una bebida alcohólica tradicional de la región. Entre los recursos de uso tradicional en la alimentación infantil del departamento del Chocó, se encuentran los pertenecientes a la familia de las Musaceae. Además del Plátano Harton (*Musa paradisiaca* AAB) existen en el territorio gran variedad de especies, destacándose el popocho (*Musa exótica* L.) y el primitivo (*Musa acuminata* AA), los cuales se emplean en la preparación de coladas y papillas (primera infancia) y frituras o postres. En Colombia se encuentra en todas las regiones donde, junto con el maíz, se considera esencial en la cesta de la compra familiar. Los plátanos son un alimento altamente energético, cuyos hidratos de carbono son fácilmente asimilables. Un plátano pesa de 150 a 250 g, según la variedad, y contiene entre un 60% y un 65% de pulpa comestible. Contiene, además, vitaminas A, B₁, B₂, C y E, potasio, fósforo, magnesio, hierro, zinc y taninos. Además de ser un fruto bien tolerado por el organismo y de alto consumo humano en la región, la pulpa tiene propiedades medicinales eficaces para contrarrestar las diarreas infantiles graves y ejerce una acción favorable sobre la biota intestinal (*Castellanos, 1993*). El plátano y sus variedades se consumen en Amé-

rica principalmente cocinados, en su estado verde o inmaduro. Esta fruta contiene principalmente almidón, por lo que se puede diversificar su uso como materia prima para aislar este polisacárido. Se utiliza para extraer harinas para el consumo humano, especialmente para niños.

Debido a la situación socioeconómica en los territorios marginados en Colombia, en los últimos años, los niños constituyen uno de los sectores más castigados a nivel nutricional. Al igual que en el resto de América Latina, se ha observado un deterioro en el consumo de energía alimentaria, así como de macro y micronutrientes (Binaghi et al., 2007). En cuanto al consumo de alimentos y percepción de seguridad alimentaria en los hogares del Chocó, según la *Encuesta Nacional de Situación Nutricional en Colombia (2005)*, el 17% de la población tiene limitaciones para el consumo de productos cárnicos, el 44% para el de lácteos, el 31,2% para el de frutas y el 39,7% de verduras. Con respecto a los nutrientes, se observa que el 52,1% presenta déficit en el consumo de proteínas y el 94,2% presenta déficit en el consumo de calcio (Gobernación del Chocó, 2008). Chocó es también uno de los departamentos más afectados por la alta prevalencia de desnutrición proteico-calórica y mortalidad infantil. La misma encuesta sugiere que, en la Región Pacífica, específicamente en el Chocó, existe un retraso del 7,7% en el crecimiento de los menores de cinco años. La duración de la lactancia materna exclusiva es de 1,9 meses, una cifra muy baja con respecto a los seis meses recomendados por instancias competentes internacionalmente. Además, la tercera parte de los niños menores de cinco años en esta región presenta anemia (33,7%), que afecta tanto el desarrollo físico como la capacidad de aprendizaje.

El anterior panorama contrasta con la alta disponibilidad de materias primas, de origen natural, para la alimentación con que cuentan las comunidades y que, así mismo, tradicionalmente forman parte de la dieta durante todas las etapas del desarrollo infantil. El carácter endémico de dichos productos ha limitado su conocimiento desde el punto de vista de una adecuada valoración de su calidad nutritiva que garantice una ingesta de nutrientes óptimos y balanceados para el adecuado crecimiento y desarrollo infantil. En el caso concreto del Chocó, el plátano antes mencionado constituiría una de estas materias primas de muy extendido consumo entre los niños. El campesino lo seca al sol, lo pulveriza y obtiene una harina pura que se utiliza para el alimento diario de los niños, conocido como “colada de popocho”, el cual se endulza con miel de caña o azúcar (Gorosquera et al., 2004). No obstante, sería deseable emplear el mejor proceso que permita obtener un producto estable y de la máxima calidad no sólo nutricional, sino también funcional y sensorial. Es sabido que las frutas y verduras contribuyen a la salud gracias al aporte de vitaminas, minerales, fibra y los llamados fitoquímicos, compuestos que sin tener un valor nutricional evidente, parecen tener una importante actividad antioxidante. Esta actividad contribuye a reducir el riesgo de padecer enfermedades cardio y cerebrovasculares, cáncer y algunas patologías neurodegenerativas (Klein y Kurilich, 2000; Wargovich et al., 2000; Liu, 2003). Conocer el efecto del procesado en estos compuestos y, por lo tanto, en el valor funcional de estos alimentos es de enorme interés para el diseño de las mejores dietas. Centrándonos en el alimento que constituye el principal aporte energético en la población infantil de la zona, la bibliografía orienta sobre algunos trabajos relacionados con el efecto de las condiciones de secado en las propiedades térmicas y el contenido en almidón resistente de la harina de plátano (*Musa cavendishii*) (Tribess et al., 2009), en la actividad enzimática responsable de los procesos de degradación de la harina de plátano (Oliveira do Nascimento et al., 2006), en la composición, estructura, propiedades físico-químicas, modificaciones y digestibilidad de los almidones de plátano, así como sugerencias para la investigación necesaria para mejorar la utilización de los plátanos verdes (Zhang et al., 2005; Happi et al., 2007). También existe información sobre el método apropiado para la producción de polvo de plátano con aroma óptimo (Wang et al., 2007).

Sin embargo, teniendo en cuenta las deficiencias nutricionales antes comentadas, no parece que este alimento sea, por sí sólo, suficiente para el mejor desarrollo de la población infantil. Una manera de asegurar que los lactantes, las niñas y niños pequeños reciban un régimen alimentario nutricionalmente completo durante este período vulnerable del desarrollo es, bien seleccionando los mejores productos de entre los disponibles que puedan complementar a la leche materna y al plátano tradicional en el Chocó, tan consumido por esta población en esta zona, bien a través del uso de alimentos procesados fortificados con cinc, hierro, calcio, proteínas y otros nutrientes. En ambos casos se requiere, en primer lugar, un conocimiento exhaustivo de la composición y valor nutricional de los alimentos tradicionales de la zona. Además, la fortificación de alimentos y, en su caso, el diseño de alimentos complementarios, debe contemplar que el proceso de obtención de los mismos sea de bajo coste y que el producto desarrollado sea de fácil manejo y muy estable en las condiciones ambientales más frecuentes de almacenamiento en la zona. Hoy en día, se cuenta con suficiente información relacionada con la fun-

ción que deben cumplir los alimentos complementarios y sobre las características que se requieren para el desarrollo de este tipo de productos (Nout y Ngoddy 1997; Ruz et al., 2005; Gil Hernández et al., 2006; Enneman et al., 2009; Catanese et al., 2009; Wang et al., 2009; Gibbs et al., 2010; Dias de Oliveira et al., 2012; Wisniewskiy y Li., 2012). Con el plátano se ha trabajado en la valoración de los almidones obtenidos a partir de diferentes especies del género Musa (Bello Pérez, 2002), en la formulación y elaboración polvos para sopas de preparación simple y rápida (Pacheco- Delahaye, 2001) y en la obtención de harina de plátano verde para sustituir hasta un 20% de harina de trigo en la elaboración de panes de molde (Pacheco- Delahaye y Testa, 2005). Estas podrían suponer herramientas para el desarrollo de alimentos complementarios.

Del análisis llevado a cabo, se desprende que uno de los problemas más importantes en la zona del Chocó es la malnutrición infantil. Esta población cuenta con una amplia variedad y cantidad de recursos naturales que, probablemente, no utiliza de la forma adecuada. En concreto se ha identificado como posible fuente del problema el temprano y elevado consumo de la colada de popochó en sustitución de la leche materna. A continuación se hace una propuesta integral para contribuir a la mejora del estado nutricional de sus niños, aplicable también a otros países en vías de desarrollo. Por lo general, muchos de estos países cuentan con lo más importante, las materias primas, pero desconocen cuál es la forma para su mejor aprovechamiento. En este sentido, deviene fundamental ponerles de manifiesto que, tan sólo manejando adecuadamente los productos que tienen a su disposición al abrir la puerta de su casa, pueden mejorar su calidad de vida. Por ello, pensamos que es muy necesario invertir tiempo y esfuerzo en una buena educación nutricional de la población de estas zonas. Esto puede ser el primer paso para su motivación a todos los niveles.

OBJETIVOS

Siendo evidentes las deficiencias nutricionales por parte del colectivo infantil en muchos países en vías de desarrollo, el objetivo de este trabajo fue establecer un protocolo de actuación para contribuir a la mejora del estado nutricional de su población infantil, a partir de materias primas de uso tradicional.

METODOLOGÍA

La metodología que se propone para alcanzar el objetivo planteado supone abordar los siguientes aspectos:

1. Identificación de los alimentos/costumbres que pueden ser la causa del problema.
2. Identificación de las deficiencias nutricionales derivadas del uso individual de los alimentos tradicionales y el posible beneficio de su uso combinado.
3. Estandarización de un método para preparar, a partir de las materias primas autóctonas, un alimento complementario óptimo para el desarrollo infantil y sensorialmente aceptado.
4. Implementación de una estrategia para lograr la sostenibilidad temporal y en el uso del alimento sugerido/desarrollado

RESULTADOS

La ejecución del protocolo de actuación que aquí se propone ha sido objeto de una solicitud de un proyecto de Cooperación en el marco de la convocatoria ADSIDEO - COOPERACIÓN 2012 (UPV), que lleva por título “Contribución a la mejora del estado nutricional en poblaciones infantiles rurales del departamento del Chocó a partir de materias primas de uso tradicional” iniciado recientemente, en enero de 2013. La población beneficiaria de este proyecto corresponde a 35 niños y niñas habitantes de las zonas rurales en el Municipio de Quibdó, los cuales se encuentran en edades comprendidas entre 6 meses y 3 años de edad y pertenecen a población desplazada como consecuencia del conflicto armado. Se han seleccionado aquellos niños vinculados al Programa

1. Análisis de los hábitos alimenticios y su relación con el estado nutricional de partida de la población infantil de la zona rural del Chocó.

1.1. Jornadas de Sensibilización

Se plantea llevar a cabo una jornada inicial de sensibilización, en la cual se orientará a las familias beneficiarias sobre algunas prácticas adecuadas de alimentación y la necesidad de que los niños ingieran una dieta equilibrada que les aporte nutrientes esenciales para su desarrollo. Durante el desarrollo de la misma se debe hacer énfasis en las prácticas de alimentación actuales por parte de la comunidad, para lo que se sugiere utilizar instrumentos que permitan el análisis cuantitativo de los hábitos de alimentación por parte de los infantes y de sus familias. Como instrumento se propone el pase de una encuesta con preguntas relacionadas con los tipos de alimentos, la cantidad y la frecuencia con que los consumen (Fig. 2).

TIPO DE ALIMENTO	FRECUENCIA								
	DIARIO			SEMANAL		MENSUAL			
	1	2	3 o más	1 a 3	4 a 6	1	2	3	Nunca
CARNES Y PESCADOS									
Carne de res									
Carne de cerdo									
Pollo									
Pescado									
HUEVOS Y LÁCTEOS									
Huevo									
Queso									
Leche									
Yogurt									
FRUTAS									
Plátano									
Chontaduro									
Borojo									
Mango									
Lulo Chocoano									
Aguacate									
Coco									
VERDURAS Y HORTALIZAS									
Yuca									
Name									
Papa									
Zanahoria									
Remolacha									
Tomate									
Lechuga									
Pepino									
LEGUMBRES									
Garbanzo									
Alverja									
Lenteja									
Frijol									
CEREALES, PASTA Y PANES									
Arroz									
Pan									
Pastas									

Figura 2. Encuesta a realizar para el análisis de los hábitos alimenticios de la población infantil.

1.2. Valoración del estado nutricional

Se propone completar una historia clínica del estilo de la que se muestra en la Fig. 3, la cual permitirá identificar el estado de nutrición de los niños.

HISTORIA CLÍNICA

1. ANAMNESIS

- 1.1. Antecedentes personales:
- Evolución de la gestación y del parto
 - Período neonatal inmediato
 - Edad cronológica
 - Edad gestacional
 - Edad corregida = edad cronológica - edad gestacional
 - Peso y talla de nacimiento
 - Problemas en el período neonatal inmediato y posterior
 - Desarrollo neurológico: adquisición de los hitos del desarrollo más importantes: sostén cefálico, sedestación, bipedestación, habla, marcha...
 - Enfermedades padecidas, fundamentalmente las gastrointestinales: diarrea o estreñimiento, vómitos, dolor abdominal, rechazo de la ingesta, irritabilidad en relación con las tomas, actitud y apetito frente a la comida
 - Tiempo y calidad del sueño
 - Actividad física del niño

- 1.2. Antecedentes familiares: enfermedades, situación nutricional de los familiares, desarrollo durante la infancia (retrasos constitucionales de peso o talla)

- 1.3. Parámetros sociodemográficos y culturales:

- Lugar de procedencia de la familia
- Número de personas que viven en su hogar
- Número de adultos que viven en su hogar
- Número de personas que aportan económicamente a su hogar

	PADRE	MADRE
Nivel de estudios: sin estudios, estudios básicos, estudios superiores		
Ocupación		
Nivel de ingresos: bajo, medio, alto		

- 1.4. Encuesta nutricional:

- Tipo y duración de la lactancia
- Edad de introducción de la alimentación láctea artificial
- Biberones: volumen y composición detallada de ingredientes y cantidad diaria
- Introducción de alimentos no lácteos: tipo, cantidad y preparación
- Impresión de la madre acerca del apetito del niño
 - En su caso, número de comidas, distribución y tipo, cantidad y variabilidad de alimentos consumidos (incluyendo jugos, bebidas, golosinas y extras entre comidas, tanto dentro como fuera de casa).
- Cronología de la alimentación complementaria y tolerancia a la misma
- Valoración de la ingesta:
 - ¿Cuántas comidas hace su hijo al día?
 - ¿Se salta su hijo alguna de las comidas?. ¿Cuál?. ¿Cuántas veces a la semana?
 - Rellene la encuesta que se le adjunta (Fig. 2).

2. EXPLORACIÓN FÍSICA

- Constitución del paciente: aspecto del niño desnudo
- Signos sugerentes de patología nutricional:

	Signos	Alteración
Piel	Desnutrición: hiperqueratosis, equimosis, palidez Obesidad: acantosis nigricans, estrías	Hierro, zinc, vitamina B ₁₂ , ácido ascórbico Metabolismo hidrocarbonado, cortisol
Cabello y uñas	Pelo ralo, desfragmentado y frágil. Uñas distróficas (en cuchara)	Hierro, zinc, vitamina B ₁₂ , vitamina A, vitamina K, niacina
Labios, encías y dientes	Queilitis, estomatitis, gingivitis. Alteración del esmalte dentario	Vitaminas del grupo B, ácido ascórbico. Calcio, flúor
Ojos	Sequedad, queratomalacia, fotofobia, hiperemia, retinitis pigmentosa	Zinc, vitamina A, riboflavina, vitamina E
Esqueleto	Ensanchamiento epifisario, craneotabes, deformidad torácica "en quilla"	Calcio, vitamina D
Otros	Hepatomegalia, hígado graso Hipogonadismo Neuropatía Arritmias	Metabolismo lipídico Zinc Vitamina B ₁₂ y B ₁ Potasio, calcio y fósforo

- Presencia de patologías no nutricionales (genopatías, enfermedades metabólicas, cardiopatías congénitas, daño neurológico, problemas respiratorios, ...)
- Antropometría por mediciones seriadas
 - Peso del paciente desnudo o con muy poca ropa con precisión 0.01g en lactantes y 0.1 g en niños más mayores
 - Talla: en niños < 2 años en decúbito y > de 2 años en posición supina
 - Perímetro craneal
 - Cálculo de índices para peso, talla, edad: peso para la talla y/o Waterlow para el peso y para la talla y/o Shukla y/o IMC
 - Relación con los estándares de referencia (Acta Paediatr. Suppl. 2006; 450: 76-85)

3. EXÁMENES DE LABORATORIO

- Hemograma y fórmula leucocitaria
- Glucemia
- Perfil hepático y renal
- Albúmina, transferrina y prealbúmina plasmáticas
- Calcio, fósforo, hierro y zinc séricos
- Vitaminas A, complejo B, C, D, E y K

Figura 3. Historia clínica propuesta para la valoración del estado nutricional de la población infantil.

2. Caracterización del valor nutritivo de diferentes productos de uso tradicional

A fin de aprovechar los recursos propios de la zona, debe realizarse una valoración del aporte nutricional de las materias primas de uso más extendido entre la población.

2.1. Selección de los productos

Se deberían seleccionar los alimentos básicos de la canasta familiar de uso tradicional en la población. En el caso del Chocó, entre ellos se contará con el plátano. Se seleccionarán dos especies de plátano: el popocho (*Musa exótica* L.) y el primitivo (*Musa acuminata* AA), que serán debidamente caracterizados en sus componentes tanto en estado inmaduro (verde), como al inicio de su estado de madurez (pintón) y en estado avanzado de madurez (amarillo), aspectos que serán tenidos en cuenta para ser relacionados con la presencia de nutrientes.

2.2. Valoración nutricional de los productos

A todas las materias primas que se hayan seleccionado, se les realizarán análisis de humedad, sólidos solubles, actividad del agua, proteínas, grasas, cenizas, fibra dietética total, fibra soluble y no soluble, azúcares, ácidos orgánicos, vitaminas, minerales y fitoquímicos mayoritarios (Peiró-Mena, 2007; Igual et al, 2010; Contreras et al., 2005 y 2007). Además se analizará su actividad antioxidante (Igual et al, 2010) y su actividad enzimática (Osorio, 2008; Igual et al., 2010).

3. Desarrollo de un alimento complementario óptimo para el desarrollo infantil

A partir de la información obtenida en el punto anterior, se propondrá el desarrollo de un alimento complementario que, en mayor medida, aporte los nutrientes necesarios para mejorar el nivel nutricional en la población infantil. Las materias primas para formular el alimento complementario se elegirán entre los productos de uso tradicional analizados, considerándose necesario asegurar la aceptación sensorial y cultural del alimento propuesto y de las prácticas asociadas con su uso. Para ello se contempla involucrar factores relacionados con la producción, coste y financiación, mercadeo social y distribución, que puedan generar iniciativas organizativas para la comercialización del producto desarrollado.

3.1. Selección de las materias primas

Se llevará a cabo considerando los resultados la valoración nutricional realizada. Habida cuenta de que el plátano es el alimento por excelencia de los niños del Chocó, se empleará, como componente principal del alimento que se pretende diseñar, aquella especie de plátano, popocho o primitivo, en el punto de madurez óptimo, que haya presentado un mayor valor nutritivo. A su vez se identificarán aquellos otros alimentos que sean fuente de nutrientes esenciales deficitarios en la especie de plátano seleccionado, eligiéndose los tres que presenten mejores características.

3.2. Preparación de alimentos complementarios

Es bien sabido que gran parte de estas comunidades tiene gran desconocimiento en relación con la alimentación complementaria y la gran importancia de que ésta sea equilibrada. Un alimento complementario podría ser cualquier alimento utilizado para complementar la lactancia materna a partir de los seis meses de edad, momento en el que se ha alcanzado un adecuado desarrollo de las funciones digestivas, renal y la maduración neurológica. Los niños pueden mantener un aumento de peso normal y tener, al mismo tiempo, un déficit en vitaminas y minerales, sin manifestación clínica. Por ello se hace necesaria la introducción de otros alimentos que aporten aquellos nutrientes que la lactancia suministra en poca cantidad.

En este caso, se evaluará la proporción óptima de mezcla de las materias primas seleccionadas para la preparación de diferentes alimentos complementarios balanceados en nutrientes esenciales para el desarrollo infantil.

3.3. Selección del alimento complementario con mejor aceptación sensorial por parte de los infantes

Para ello, partiendo de cada una de las mezclas descritas en la tarea 3.2, se prepararán los diferentes alimentos complementarios propuestos, siguiendo la forma tradicional de preparación de la “colada de popocho”. De ellos se seleccionará aquella mezcla que, en base a una prueba de aceptación sensorial adaptada para niños, resulte mejor valorada.

3.4. Procesado del alimento complementario

La práctica seguida por los campesinos de la zona para estabilizar el plátano es el secado al sol y molienda del producto seco para obtener una harina. Los productos en polvo presentan numerosas ventajas, entre las que se encuentran su facilidad de manejo, transporte y almacenamiento, además de su larga vida útil si las condiciones en las que se hace todo esto son las adecuadas. El alimento complementario seleccionado en la tarea anterior y sus correspondientes materias primas, serán secados al sol y molidos hasta obtener un producto en polvo, siguiendo las prácticas realizadas en la zona por los campesinos. Se analizará el efecto de la deshidratación sobre el valor nutricional de las materias primas de partida y del alimento formulado, realizando los análisis descritos en la tarea 2.2.

3.5. Influencia de las condiciones ambientales en la calidad del alimento complementario

En esta etapa es necesario evaluar la duración del alimento diseñado en condiciones adecuadas, a fin de asegurar un consumo de calidad, seguro, asequible y cómodo por parte de la población. El problema de estabilidad que presentan los productos en polvo está relacionado con el colapso de su estructura, que ocurre cuando se humectan en exceso. Esto lleva al desarrollo de fenómenos de pegajosidad y apelmazamiento, momento a partir del cual empiezan a producirse, además, reacciones químicas, bioquímicas y biológicas indeseables. Por todo esto, para este producto se deberá estudiar la influencia de la humedad en el estado físico y en la calidad del producto en polvo seleccionado.

3.5.1. Equilibrado de la mezcla en polvo a diferentes humedades relativas.

La mezcla en polvo seleccionada (tarea 3.3) se acondicionará a distintos niveles de humedad en ambientes con diferente humedad relativa (HR) (entre 10 y 65 %) y a 20 °C (Moraga *et al.*, 2004 y 2006; Telis y Martínez-Navarrete, 2009), hasta alcanzar el equilibrio termodinámico (peso constante), que supone la igualdad entre la actividad del agua (a_w) de la muestra y la HR/100 del ambiente en el que se ha equilibrado.

3.5.2. Obtención y modelización de la isoterma de sorción y del diagrama de estado de la mezcla en polvo.

La representación de los datos de la humedad de las muestras en función de la HR constituye la isoterma de sorción, mientras que para la construcción del diagrama de estado, se analizará la temperatura de transición vítrea de todas las muestras con diferente humedad por calorimetría diferencial de barrido (Moraga *et al.*, 2004; 2006; Telis y Martínez-Navarrete, 2009). La modelización conjunta de los datos Tg-humedad- a_w permitirá identificar los contenidos de humedad y actividad del agua críticos (CWC y CWA) para la transición vítrea en función de la temperatura.

3.5.3. Análisis de la calidad del producto en polvo equilibrado a las diferentes humedades relativas.

A las muestras equilibradas a los diferentes contenidos en humedad (tarea 3.5.1) se les analizará las mismas propiedades y parámetros que se han descrito en la tarea 2.2. Además se realizará el análisis de las propiedades mecánicas y color de los productos en polvo (Telis y Martínez-Navarrete, 2010).

3.5.4. Identificación de los contenidos de humedad y actividad del agua críticos para el inicio de los diferentes cambios responsables de la pérdida de calidad de la mezcla en polvo.

La evolución de los parámetros obtenidos del análisis de las diferentes propiedades analizadas a los productos en función de la humedad y actividad del agua (tarea 3.5.3), permitirá establecer los CWC y CWA para el inicio de los diferentes procesos de deterioro de los productos. La comparación de estos valores con los obtenidos para la transición vítrea (tarea 3.5.2) determinará el efecto del estado físico en dichas propiedades. Así mismo, la correlación de los datos de actividad enzimática con los obtenidos para el cambio en las propiedades mecánicas, color, compuestos fenólicos y actividad antioxidante permitirá evaluar en qué medida dichas enzimas son responsables de cada uno de estos cambios.

3.6. Estudio de estabilidad durante el almacenamiento.

La mezcla en polvo procesada según lo descrito en la tarea 3.4 será envasada en bolsas de un laminado PET/Al/PE y almacenada en una cámara a una humedad relativa del 90 % y a 30 °C, para reproducir las condiciones ambientales más frecuentes en el Chocó, durante 6 meses. Se analizarán las propiedades descritas en las tareas 3.5.3 a los 2, 4 y 6 meses. Además, el estudio de almacenamiento contemplará el análisis microbiológico de las muestras (Abadías *et al.* 2008; Reglamento (CE) 2073/2005 y 1441/2007).

4. Implementación de mecanismos de transmisión de conocimientos relacionados con las de buenas prácticas alimenticias y con la producción/preparación del alimento complementario diseñado.

Adicionalmente, como una estrategia para lograr la sostenibilidad temporal y en el uso del alimento sugerido/desarrollado, se propone implementar acciones de promoción y capacitación en los grupos comunitarios diáneos. La finalidad de estas acciones debe ser, por una parte, instruir a la población en lo que es una nutrición adecuada y en la necesidad de que, sobre todo los niños, la sigan, así como articular las prácticas alimenticias y de manejo de los alimentos que deberán adoptar.

4.1. Talleres participativos

Se propone realizar, cada 3 meses, talleres interactivos con participación tanto de los niños como de los padres, los cuales estarán orientados a sensibilizar a las familias sobre la importancia de la adopción de buenas prácticas alimentarias y se les orientará sobre la manera de incluirlas en sus rutinas. A partir de los resultados obtenidos en las tareas 1, 2 y 3 se dará a conocer el alimento complementario diseñado y el beneficio esperado de su consumo, con el fin de que, durante un período de 6 meses, las familias lo incluyan en la dieta de los infantes. Los talleres estarán acompañados de actividades que motiven el interés y la disposición en la adopción de buenas prácticas alimentarias. Entre estas actividades se sugieren la exposición de casos prácticos o la preparación de material gráfico tipo dibujos, fotografías o pósters, haciendo partícipes, en ambos casos, tanto a los padres como a los niños. El pase de videos o películas puede ser también una actividad motivadora.

4.2. Transferencia de tecnologías

Se identificará y seleccionará, entre las familias beneficiarias, a un grupo interesado en la apropiación de la tecnología propuesta para la obtención y almacenamiento del alimento diseñado. Dicho grupo será capacitado en los procesos de elaboración, relación coste–beneficio del producto diseñado y en emprendimiento, con el fin de que este desarrollo pueda constituirse en una alternativa productiva para la comunidad.

5. Evaluación del impacto de la formación recibida y de la ingesta del alimento diseñado en el estado nutricional de la población infantil de la zona rural del Chocó.

5.1. Validación de la formación recibida

Se aplicarán instrumentos, tipo entrevistas, cuestionarios abiertos o encuestas cerradas, que permitan comprobar la adopción, por parte de las familias, de buenos hábitos alimenticios de acuerdo con la capacitación recibida. Los instrumentos permitirán valorar las limitaciones que pudieran tener las familias para la realización de las prácticas relacionadas. Igualmente, se recogerán datos sobre la impresión, por parte de las familias beneficiarias, en relación con el efecto de dichas prácticas en la rutina alimentaria de los infantes.

5.2. Valoración del estado nutricional final de los infantes

Al cabo de 6 meses de ingesta del alimento complementario diseñado, se evaluará nuevamente el estado nutricional de los infantes, realizando la misma valoración recogida en la historia clínica cumplimentada al inicio del estudio. Estos datos permitirán evaluar el impacto de las prácticas alimenticias adoptadas así como también el efecto de la ingesta del alimento complementario propuesto en el estado nutricional de los infantes.

CONCLUSIONES

El protocolo de actuación planteado pretende contribuir a la mejora del estado nutricional de poblaciones infantiles de países en vías de desarrollo. Para ello se requiere hacer uso de dos herramientas igualmente importantes. Una consistirá en la transferencia de tecnología para el desarrollo de un alimento complementario, a partir de productos de uso tradicional, balanceado y aceptado desde el punto de vista sensorial, y el mejor proceso,

asequible a la zona, para su obtención, almacenamiento y comercialización. La segunda herramienta debe ser un programa de formación que de a la población una educación nutricional básica para que puedan mejorar sus prácticas alimenticias, tomando como ejemplo la producción/preparación del alimento complementario diseñado. La correcta ejecución del protocolo de actuación requiere, necesariamente, una cooperación que implique la colaboración entre instituciones del país directamente implicado pero también de aquellos otros que puedan dar el soporte técnico necesario.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la ayuda concedida a través de la convocatoria ADSIDEO - COOPERACIÓN 2012 (UPV).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadías, M.; Usall, J.; Anguera, M.; Solsona, C.; Viñas, I. (2008): Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*, 123(1-2): 121-129.
- Bello, P.L.A.; Jiménez A.A.; Contreras, R.S.M.; Romero, M.R. y Solorza, F.J. (2002): Propiedades químicas y funcionales del almidón modificado de plátano *Musa paradisiaca* (Var. Macho). *Agrociencia*, 36 (2): 35 - 41.
- Binaghi, J.M.; López B.L.; Ronayne de Ferrer A.P.; Valencia E.M. (2007): Evaluación de la influencia de distintos componentes de la dieta sobre la biodisponibilidad potencial de minerales en alimentos complementarios. *Revista Chilena de Nutrición*, 34 (1): 54 - 60.
- Catanese, F.; Distel, R.; Arroquy, J.; Rodríguez Iglesias, R.M.; Olano, B.; Arzadun, M. (2009): Diet selection by calves facing pairs of nutritionally complementary foods. *Livestock Science*, 120 (1-2): 58-65.
- Contreras, C.; Martín, M.E.; Martínez-Navarrete, N.; Chiralt, A. (2005): Effect of vacuum impregnation and microwave application on structural changes occurred during air drying of apple. *LWT - Food Science and Technology*, 38(5): 471-477.
- Contreras, C.; Martín-Esparza, M.E.; Martínez-Navarrete, N.; Chiralt, A. (2007): Influence of osmotic pre-treatment and microwave application on properties of air dried strawberry related to structural changes. *European Food Research and Technology*, 224: 499-504.
- Dias de Oliveira, L.; Justo Giugliani, E.R.; Córdova do Espírito Santo, L.; Meirelles Nunes, L. (2012): Impact of a strategy to prevent the introduction of non-breast milk and complementary foods during the first 6 – 0 months of life: A randomized clinical trial with adolescent mothers and grandmothers. *Early Human Development*, 88(6): 357-361.

- Encuesta Nacional de Situación Nutricional en Colombia (2005). Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortalICBF/NormatividadGestion/ENSIN1/ENSIN2005/LIBRO_2005.pdf
- Enneman, A.; Hernández, L.; Campos, R.; Vossenaar, M.; Solomons, N. W. (2009): Dietary characteristics of complementary foods offered to Guatemalan infants vary between urban and rural settings, *Nutrition Research*, 29 (7): 470-479.
- Gibbs, M.; Bailey, K.B.; Lander, R.D.; Fahmida, U.; Perlas, L.; Hess, S.Y.; Loechl, C.U.; Winichagoon, P.; Gibson, R.S. (2010): The adequacy of micronutrient concentrations in manufactured complementary foods from low-income countries. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(3): 418-42.
- Gil-Hernández, A.; Uauy Dagach, R.; Dalmau Serra, J. (2006): Bases para una alimentación complementaria adecuada de los lactantes y los niños de corta edad. *Anales de Pediatría*, 65(5): 481-495.
- Gobernación del Chocó (2008): Informe de gestión del cumplimiento de la política pública de infancia, adolescencia y la juventud del departamento del Chocó. http://www.choco.gov.co/apc-aa-files/65623435386535663737303939383165/INTRODUCCION_DEFINITIVA.pdf
- Gorosquera, F.E.; García, S.F.; Huicochea, F.E.; Núñez S.M.; González S.R.; Bello, P.L. (2004): Rendimiento del proceso de extracción de almidón a partir de frutos de plátano (*Musa paradisiaca*): estudio en planta piloto. *Acta Científica Venezolana*, 55(1): 86-90.
- Happi, E.T.; Herinaivalona, A.R.; Wathélet, B.; Tchango, T.J.; Paquot, M. (2007): Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chemistry*, 103(2): 590-600.
- Igual, M.; García-Martínez, E.; Camacho, M.M.; Martínez-Navarrete, N. (2010): Effect of thermal treatment and storage on the stability of organic acids and the functional value of grapefruit juice. *Food Chemistry*, 118: 291-299.
- Castellanos, R. D. (1993). *Tubérculos, Leguminosas y raíces alimentarias*. Unisur, Bogotá, 242 pp.
- Klein, B.P.; Kurilich, A.C. (2000): Processing Effects of Dietary Antioxidants from Plant Foods. *HortScience*, 35: 580-4.
- Liu, R.H. (2003): Protective role of phytochemicals in whole foods: implications for chronic disease prevention. *Applied Biotechnology Food Science and Policy*, 1: 39-46.
- Moraga, G.; Martínez-Navarrete, N.; Chiralt, A. (2004): Water sorption isotherms and glass transition in strawberries. Influence of pre-treatment. *Journal of Food Engineering*, 62(4): 315-321.
- Moraga, G.; Martínez-Navarrete, N.; Chiralt, A. (2006): Water sorption isotherms and phase transitions in kiwifruit. *Journal of Food Engineering*, 72, 147-156.
- Nout, M.J.R.; Ngoddy, P.O. (1997): Technological aspects of preparing affordable fermented complementary foods. *Food Control*, 8(5-6): 279-287.

- Oliveira do Nascimento, J. R.; Vieira, J. A.; Bassinello, P. Z.; Cordenunsi, B. R.; Mainardi, J. A.; Purgatto, E.; Lajolo, F.M. (2006): Beta-amylase expression and starch degradation during banana ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 40(1): 41-47.
- Osorio, O.; Martínez-Navarrete, N.; Moraga, G.; Carbonell, J.V. (2008): Effect of Thermal Treatment on Enzymatic Activity and Rheological and Sensory Properties of Strawberry Purees. *Food Science and Technology International*, 14(5): 103-108.
- Pacheco-Delahaye, E. (2001): Evaluación nutricional de sopas deshidratadas a base de harina de plátano verde. Digestibilidad in vitro del almidón. *Acta Científica Venezolana*, 52(4): 278-282.
- Pacheco-Delahaye, E.; Testa, G. (2005): Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. *Interciencia*, 30 (5): 67- 74.
- Peiró-Mena, R. (2007): *Cambios en los nutrientes y compuestos fitoquímicos asociados al procesado osmótico de frutas y su estabilidad en un producto gelificado*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Ruz, M.; Codoceo, J.; Inostroza, J.; Rebolledo, A.; Krebs, N. F.; Westcott, J. E.; Sian, L.; Hambidge, K. M. (2005): Zinc absorption from a micronutrient-fortified dried cow's milk used in the Chilean National Complementary Food Program. *Nutrition Research*, 25(12): 1043-1048.
- Telis, V.R.N.; Martínez-Navarrete, N. (2009): Collapse and color changes in grapefruit juice powder as affected by water activity, glass transition and addition of carbohydrate polymers. *Food Biophysics*, v.4, 83-93.
- Telis, V.R.N.; Martínez-Navarrete, N. (2010): Application of mechanical compression in analysis of stickiness and color changes in grapefruit juice powder as related to glass transition and water activity. *LWT - Food Science and Technology*, 43: 744-751.
- Tribess, T.B.; Hernández-Uribe, J.P.; Méndez-Montevalvo, M.G.C.; Menezes, E.W; Bello-Pérez, L.A.; Tadini, C.C. (2009): Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 42 (5): 1022-1025.
- Wang, J.; Zhi Li, Y.; Chen, R.R.; Bao, J.Y.; Yang, G.M. (2007): Comparison of volatiles of banana powder dehydrated by vacuum belt drying, freeze-drying and air-drying. *Food Chemistry*, 104(4): 1516-1521.
- Wang, Y.Y.; Chen, C.M.; Wang, F.Z.; Jia, M.; Wang, K.A. (2009): Effects of Nutrient Fortified Complementary Food Supplements on Anemia of Infants and Young Children in Poor Rural of Gansu. *Biomedical and Environmental Sciences*, 22 (3):194-200.
- Wargovich, M.J. (2000): Anticancer properties of fruits and vegetables. *HortScience*, 35:573-5.
- Wisniewski, J.A.; Li, X.M. (2012): Alternative and Complementary Treatment for Food Allergy. *Immunology and Allergy Clinics of North America*, 32(1):.135-150.
- Zhang, P.; Whistler, R.L.; BeMiller, J.N.; Hamaker, B.R. (2005): Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility-a review. *Carbohydrate Polymers*, 9 (4): 443-458.