Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF)
Fundación para la Alimentación y la Nutrición de Centro América y Panamá (FANCAP)
Proyecto Centroamericano de Fortificación de Alimentos con Ácido Fólico y otros Micronutrientes como un Bien Público Regional

MANUAL PARA EL MONITOREO INTERNO DE LA FORTIFICACIÓN DE LA HARINA DE TRIGO

(Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad, AC/CC)

Segunda edición - 2011

TRADUCCIÓN Y ADAPTACIÓN PARA CENTRO AMÉRICA, PANAMÁ Y REPÚBLICA DOMINICANA

Se agradece al Banco Interamericano de Desarrollo BID por la aportación de los recursos de la cooperación técnica no reembolsable AT IV/OC 99 13 RG del BID, en apoyo al Proyecto Centroamericano de Fortificación de Alimentos con Acido Fólico y otros Micronutrientes como un Bien Público Regional.

MANUAL PARA EL MONITOREO INTERNO DE LA FORTIFICACIÓN DE LA HARINA DE TRIGO
(Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad, AC/CC)

TRADUCCIÓN Y ADAPTACIÓN PARA CENTRO AMÉRICA, PANAMÁ Y REPÚBLICA DOMINICANA

Segunda edición-2011

AGRADECIMIENTOS

La versión original en inglés de este manual fue elaborado para la Comunidad de Salud de los países del Este, Centro y Sur de África, ECSA (por sus siglas en inglés), por Mónica Guamuch – Consultora en fortificación de alimentos de Guatemala con experiencia en América Latina y el Caribe-; Phillip Makhumula –Consultor en fortificación de alimentos de Malawi con experiencia en África y Asia Central-; y el Dr. Omar Dary, especialista en Fortificación de Alimentos de A2Z/El Programa de Micronutrientes y Ceguera Infantil de USAID. La preparación del manual original contó con el apoyo técnico y financiero del proyecto A2Z/El Programa de Micronutrientes y Ceguera Infantil de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos de América (USAID), administrado por la Academia para el Desarrollo Educativo (AED), y el financiamiento de la misión de USAID para el Este de África.

La primera versión en español de este manual fue el producto del esfuerzo conjunto entre el Instituto de Nutrición de Centroamérica, Panamá y República Dominicana -INCAP/OPS/SICA y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia -UNICEF-Guatemala. Esta primera versión fue una traducción y adaptación de los manuales originales en inglés, a los que se les incorporaron las observaciones y comentarios recibidos de los países miembros, con el propósito de ajustarlos a las necesidades y condiciones en que funcionan los Programas de Fortificación de Alimentos en Centroamérica, Panamá y República Dominicana. Se agradece a la Comunidad de Salud de los países del Este, Centro y Sur de África –ECSA- por permitir que el material fuera utilizado para su revisión y adaptación en cada uno de los países miembros del INCAP.

Esta segunda edición es resultado de las actividades realizadas por el Proyecto Centroamericano de Fortificación de Alimentos con Acido Fólico y otros Micronutrientes como un Bien Público Regional (BID FANCAP ATN-OC-9913RG) con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo, la que se ha revisado y actualizado.

REVISIÓN Y ADAPTACIÓN

Para esta segunda edición se realizaron talleres de socialización y validación en diferentes países de Centroamérica, organizados en forma conjunta entre el Ministerio/Secretaría de Salud de los mismos, el Proyecto Centroamericano de Fortificación de Alimentos con Acido Fólico y otros Micronutrientes como un Bien Público Regional (BID FANCAP ATN-OC-9913RG) y el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP/SICA/OPS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS). En los talleres participaron funcionarios del Ministerio/Secretaría de Salud de los países, de otros Ministerios y entes del Estado involucrados en los Programas de Fortificación de Alimentos de los países, representantes de la industria de harina de trigo, azúcar y sal y otras agencias de cooperación involucradas en el tema.

Las recomendaciones obtenidas durante los talleres han sido incorporadas a estos manuales, los cuales serán utilizados como instrumento de referencia para el monitoreo de los Programas de Salud Pública de Fortificación de Alimentos en la región.

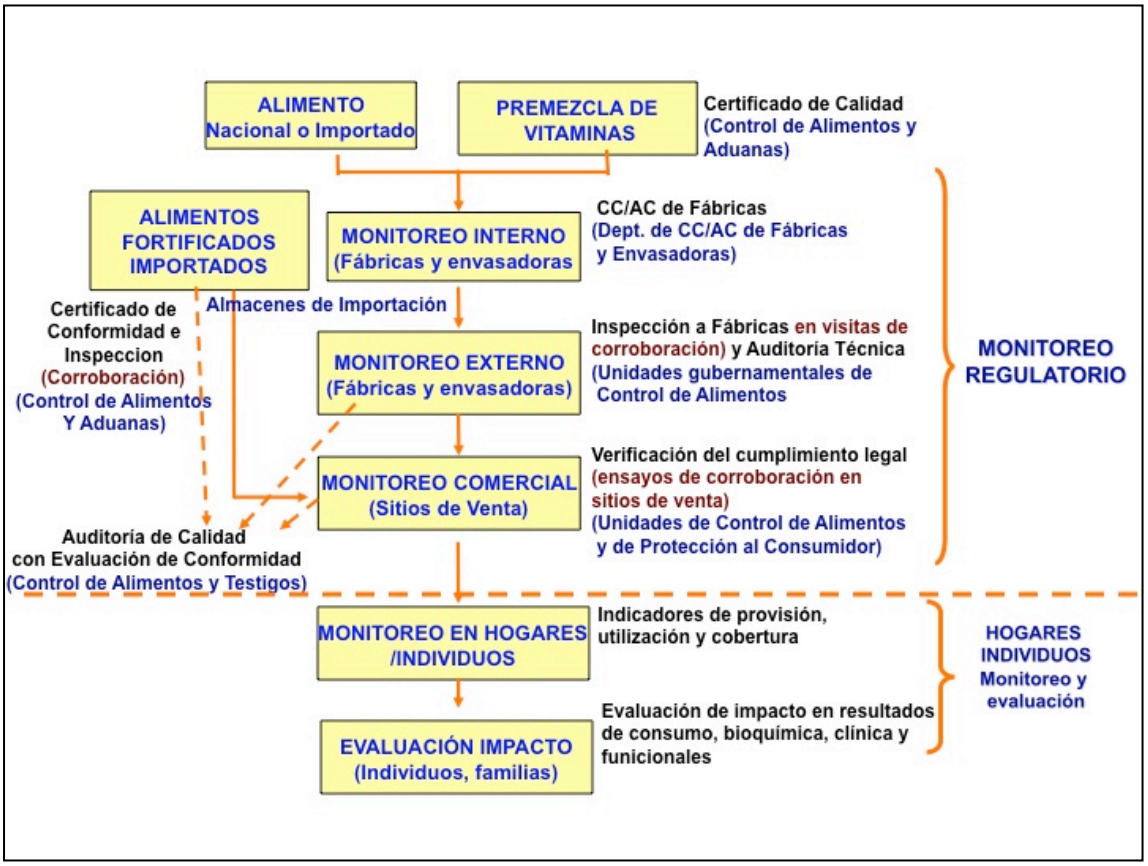
Se agradece a los participante en cada uno de los países la revisión, adaptación, comentarios y recomendaciones realizados durante los talleres.

PRESENTACIÓN

Los programas de fortificación de alimentos han existido en Centro América desde los años cincuenta, cuando se inició la fortificación de la sal con yodo. Estos programas han contribuido de forma importante a la eliminación y prevención de los problemas de deficiencias de micronutrientes en la subregión.

Centro América ha sido pionera en la sistematización de actividades para el monitoreo de los programas de fortificación de alimentos. Desde los años noventa se conceptualizó el sistema de monitoreo y evaluación de los programas de fortificación de alimentos, y durante años se han implementado actividades de monitoreo en las diferentes etapas de la producción y comercialización de los alimentos fortificados. A continuación se presenta el diagrama que resume de forma sencilla cada componente del proceso de fortificación de alimentos desde la adquisición de las premezclas hasta que los alimentos están en la mesa de los consumidores.

DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ALIMENTOS FORTIFICADOS



Fuente: Adaptado de Allen L, de Benoist B, Dary O y Hurrell R. (Eds). *Guidelines for food fortification with micronutrients*. Geneva, FAO/WHO. 2006.

El monitoreo se divide en tres etapas: el monitoreo interno, monitoreo externo y el monitoreo comercial. Esta serie de manuales presentados cubren estas tres etapas, y describen las actividades a ser realizadas en diferentes puntos a lo largo de la cadena de producción y comercialización del alimento para garantizar y verificar la calidad de los alimentos fortificados previo a ser consumidos por la población. Además, estas actividades cuentan con criterios de éxito e indicadores medibles del grado de cumplimiento de las actividades realizadas.

El objetivo de estos manuales es contribuir a sistematizar las actividades realizadas en cada etapa del sistema y armonizar la forma de presentar la información que se genere, de tal manera que de forma sencilla cada país cuente con datos actuales y que los mismos sean fácilmente comparados entre sí y a lo largo de los años.

Por otro lado, los procesos de apertura comercial demandan que los países trabajen en coordinación y que la información que se genere de las actividades de monitoreo y evaluación esté disponible para la toma de decisiones. Contar con lineamientos sencillos y comunes contribuye a la implementación y mejora continua de los sistemas de monitoreo con el fin último de verificar el cumplimento de la legislación en beneficio de la población consumidora de Centro América, Panamá y República Dominicana.

CONTENIDO

a. Aseguramiento de Calidad de la Recepción, Almacenamiento y Despacho de la Premezcla 3

B. Aseguramiento de Calidad del Proceso de Fortificación de Harina de Trigo 5

C. Control de Calidad de la Harina de Trigo Fortificada 8

D. Método de Mancha Para la Determinación del Hierro Agregado a la Harina de Trigo Fortificada **10**

LISTA DE CUADROS

Cuadro A-1-Harina de Trigo Fortificada AC/CC 12

Formato de Inspección Para Ingreso de Premezcla de Vitaminas y Minerales 12

Cuadro A-2-Harina de Trigo Fortificada AC/CC 13

Control Diario de Inventario de Premezcla de Vitaminas y Minerales 13

Cuadro B-1-Harina de Trigo Fortificada AC/CC 14

Control del Flujo del Dosificador Para Harina de Trigo Fortificada 14

Cuadro B-2- Harina de Trigo Fortificada AC/CC 15

Registro Diario de Producción de Harina de Trigo Fortificada 15

Cuadro C-1- Harina de Trigo Fortificada AC/CC 16

Producción y Control de Calidad del Harina de Trigo Fortificada 16

MANUAL PARA EL MONITOREO INTERNO DE LA FORTIFICACIÓN DE LA HARINA DE TRIGO
(Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad, AC/CC)

Los productores e importadores de harina de trigo son responsables de cumplir con las regulaciones de fortificación de harina de trigo en el país donde ésta se comercializa. La fortificación de harina de trigo con vitaminas y minerales requiere la implementación de actividades de aseguramiento y control de calidad para asegurar que la harina fortificada satisface los requisitos establecidos en los reglamentos y normas. El programa de aseguramiento y control de calidad (AC/CC) de la fortificación de harina de trigo no requiere de la implementación de un nuevo programa en los molinos, sino solamente incorporar a los procedimientos en curso aquellos aspectos que son específicos para la fortificación de harina. Sin embargo, es indispensable contar con el apoyo y compromiso de la Gerencia General, quien debería proporcionar los recursos humanos y financieros para implementar las nuevas actividades, y mantener el desempeño adecuado de las mismas.

Este manual describe los pasos a realizar para asegurar la calidad de la harina de trigo fortificada con vitaminas y minerales. En general, éste cubre la recepción e inspección de la premezcla, el proceso de fortificación de harina de trigo, y el control de calidad de la harina de trigo fortificada. Este manual también incluye el método de mancha para determinar hierro en harina de trigo debido a que se ha utilizado como micronutriente indicador para la verificación oportuna que la premezcla se está incorporando a la harina en el molino. El análisis de hierro es relativamente fácil y menos costoso que los métodos para determinar vitaminas en harina. Los métodos analíticos para determinar vitaminas pueden encontrarse en la literatura y el molino debería buscar un laboratorio externo confiable para analizar las muestras. El cumplimiento de estas actividades necesita de la participación coordinada del personal de los departamentos de Bodega, Producción y Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad.

Cada etapa del proceso y control de calidad del producto incluye el listado de objetivos, los cuales se miden por indicadores y criterios de éxito, y los principales responsables. Como cualquier otro sistema de AC/CC, la identificación de las causas de no cumplimiento, la implementación de acciones correctivas y preventivas, y mantener actualizados los registros de las actividades realizadas, son indispensables. En la etapa de monitoreo externo realizada por la autoridad sanitaria correspondiente, se visitan los molinos de trigo a lo largo del año para realizar auditorías técnicas e inspección del proceso de fortificación y del producto, respectivamente.
Las actividades realizadas se basan principalmente en la revisión de los registros del productor. Por consiguiente, es importante tener en cuenta que "lo que no se ha registrado, no se ha realizado".

Este manual consta de las siguientes secciones:

- Aseguramiento de calidad de la recepción, almacenamiento y despacho de la premezcla.
- Aseguramiento de calidad del proceso de fortificación de la harina de trigo.
- Control de calidad de la harina de trigo fortificada.
- Método de mancha para la determinación de hierro adicionado a la harina de trigo fortificada.

A. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE LA RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE LA PREMEZCLA

I. Objetivos y responsabilidad

Los objetivos del aseguramiento de calidad de la recepción, almacenamiento y despacho de la premezcla son que:

- La fábrica siempre tenga suficiente premezcla en recipientes adecuadamente etiquetados para la producción de por lo menos dos meses.

- La premezcla de vitaminas y minerales satisface las especificaciones establecidas para la fortificación de harina en el país tales como: número de lote, fecha de expiración y contiene los niveles de micronutrientes declarados en la etiqueta verificado por medio del Certificado de Análisis para cada lote.

- La premezcla se almacena bajo condiciones adecuadas y se usa siguiendo el sistema "primero en entrar, primero en salir" (PEPS o FIFO por sus siglas en inglés).

Las personas directamente responsables de esta actividad son el *Encargado de Bodega* y el *Jefe del Departamento de Control de Calidad*, quienes deberían informar al *Gerente de Producción* periódicamente cuando se recibe la premezcla o cuando se realizan verificaciones internas de las condiciones de almacenamiento.

II. Procedimiento

a. Recepción y almacenamiento (bodega)

1. Cada vez que se recibe un nuevo envío de premezcla de vitaminas y minerales, verifique que está conforme a la cantidad y tipo indicado en la orden de compra. Verifique que las cajas no están dañadas y que están apropiadamente etiquetadas, i.e. la siguiente información está incluida: nombre y dirección del fabricante, número de lote, fecha de expiración, lista de ingredientes usando los nombres químicos, contenido de micronutrientes y peso neto.

2. Verifique que los resultados del Certificado de Análisis corresponden al número de lote de la premezcla despachada a la fábrica. El Certificado debería contener resultados para cada micronutriente en la premezcla. El Certificado provisto por el fabricante también debería incluir resultados de humedad, granulometría y otros parámetros que comprueben la calidad de su premezcla al cliente.

3. En adición al Certificado de Análisis, se debería incluir una Hoja de Especificaciones con cada envío. Esta hoja debería contener la siguiente información: Nombre y dirección del fabricante, información de contacto, número

de lote, dosificación recomendada de premezcla a la harina, niveles de micronutrientes obtenidos cuando se agrega el nivel de dosificación recomendado, instrucciones de manejo y precauciones de seguridad.

4. El **Cuadro A-1** presenta un formato para registrar la inspección de la premezcla al momento de recepción. Si el lote satisface las especificaciones acéptelo y registre la cantidad de premezcla recibida. Cuando una caja está dañada y la integridad de la premezcla podría estar en peligro, contacte al proveedor para devolverla y que sea reemplazada.

5. Almacena la premezcla en tarimas hechas de un material apropiado[1], en un lugar fresco y seco, separado de contaminantes potenciales. Arregle las estibas de forma que la premezcla se despache siguiendo el sistema "primero en entrar, primero en salir" (PEPS, o FIFO por sus siglas en inglés).

b. Despacho (bodega)

6. Cuando se despacha la premezcla para fortificar harina, registre la fecha de despacho y nombre de la persona que está recibiendo la orden, como se muestra en el **Cuadro A-2**. Mantenga el inventario actualizado.

7. Envíe una copia de los registros cada semana al Departamento de Control de Calidad y al Gerente de Producción.

c. Recepción de bolsas (bodega)

8. Cuando se recibe una orden de bolsas nuevas, verifique que el etiquetado de las mismas sea adecuado y que cumpla con las especificaciones. Registre la cantidad de bolsas, y mantenga el balance de las bolsas utilizadas a lo largo del día.

III. Registros e informes

El responsable de bodega debería:

- enviar los certificados de análisis y la hoja de especificaciones al Departamento de Control de Calidad,
- mantener una copia de la hoja de especificaciones para las instrucciones de manejo y almacenamiento, y
- mantener todos los registros actualizados.

[1] Si el molino decide utilizar tarimas de madera se debe asegurar el manejo y almacenamiento adecuados de las mismas para prevenir la infestación con plagas y contaminación del alimento.

B. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DEL PROCESO DE FORTIFICACIÓN DE HARINA DE TRIGO

I. Objetivos y responsabilidad

El propósito del Aseguramiento de Calidad del proceso de fortificación de harina de trigo es asegurar que:

- La premezcla se adiciona continua y adecuadamente a la harina sin fortificar.
- El dosificador está trabajando adecuadamente y la cantidad de premezcla adicionada está conforme con el flujo de harina de trigo.
- La proporción de harina de trigo producida/premezcla utilizada es cercana a la proporción teórica calculada.

Las personas directamente responsables de este componente son el *personal de producción* asignado al área donde se realiza la fortificación, con la supervisión del *Departamento de Aseguramiento de Calidad*, y se informa diaria o semanalmente al *Gerente de Producción.*

II. Procedimientos

a. Dilución de la premezcla (si aplica)

1. Dependiendo del tipo de dosificador instalado en el molino, podría ser necesario diluir la premezcla previo a su uso. Si este es el caso, valide el procedimiento[2] de mezclado para verificar la homogeneidad de la premezcla final. Para esto, tome aleatoriamente diez muestras independientes del lote de premezcla diluida.

2. Envíe las muestras a un laboratorio externo para determinar su contenido de hierro por un método cuantitativo, como por ejemplo el método espectrofotométrico.

3. Calcule el coeficiente de variación[3]. Este debería ser menor a 10%.

4. La cantidad de premezcla a adicionar a la harina de trigo en g/TM se calculará multiplicando la cantidad expresada en la Hoja de Especificaciones, provista por el fabricante de premezcla, por el factor de dilución usado para preparar la dilución de premezcla en el molino. Se recomienda preparar solamente la cantidad de premezcla diluida necesaria para 12 horas de trabajo, o según la frecuencia que haya determinado el molino, para evitar que ésta se aglomere.

[2] La validación del procedimiento de mezclado debería realizarse antes que la premezcla diluida se utilice en el molino, y en cualquier momento que las condiciones de mezclado se cambien.
[3] CV (%) = (Promedio/Desviación Estándar) x 100.

b. Inicio del turno

5. Verifique que hay suficiente cantidad de premezcla para usar durante el turno y que el recipiente de premezcla está cerrado apropiadamente.

6. Cuando se abre una nueva caja, verifique que la premezcla está libre de grumos y de cualquier contaminación física y además, que el color no sea diferente al de los otros lotes. Si se encuentra un problema, contacte al Gerente de Producción.

7. Si el dosificador no se ajusta automáticamente cuando el flujo de la harina cambia, prepara un cuadro con la cantidad de premezcla que el dosificador debe descargar a diferentes flujos de harina. Este cuadro debería estar disponible para los operadores a cargo de la verificación del dosificador.

8. *Verificación del dosificador*[4]: Colecte la cantidad de premezcla que el dosificador descarga en un minuto. Repita este paso tres veces.

9. Pese las tres porciones y calcule el promedio, desviación estándar y coeficiente de variación (CV)[5]. Si el coeficiente de variación es más alto de 5%, tome otra porción por un minuto y calcule el promedio nuevamente.

10. Compare la cantidad de premezcla descargada por el dosificador, expresada en (g/min.), con la cantidad teórica que debería descargar conforme al flujo actual de harina en el molino.

11. Si la cantidad descargada no coincide con la teórica, ajuste el dosificador y repita los pasos 8 a 10 de nuevo para verificar el ajuste. Registre los resultados en el **Cuadro B-1**. Mantenga los registros actualizados y listos para mostrarlos al Departamento de Control de Calidad cuando sea requerido.

c. Durante el turno

12. Verifique que el dosificador está cargado con suficiente premezcla y que éste está funcionando correctamente[6].

13. Tome 500 g de muestra de harina cada hora, mezcle bien y verifique que la premezcla de micronutrientes está siendo dosificada, usando la prueba de mancha de hierro (ver Sección D).

14. Informe cualquier anormalidad al Gerente de Producción.

---

[4] Verifique el dosificador por lo menos una vez cada turno, o tantas veces como sea necesario durante el día.
[5] CV (%) = (Promedio/Desviación Estándar) x 100
[6] Con el propósito de evitar desperdicio de premezcla y sobre-fortificación, se recomienda que el sistema eléctrico del dosificador esté entrelazado al del molino para que el dosificador se detenga automáticamente cuando el flujo de harina se detenga.

d. Final del turno

15. Registre en el **Cuadro B-2** la cantidad de harina producida y la cantidad de premezcla usada durante el turno.

16. Calcule la proporción harina producida/premezcla usada. Registre la proporción en el **Cuadro B-2**. Presente la información al Gerente de Producción. Los datos deberían estar siempre listos para mostrarlos cuando el Departamento de Aseguramiento de Calidad lo solicite.

17. Prepare una muestra compuesta de harina, mezclando todas las muestras recolectadas cada hora durante el turno. Etiquétela con la fecha, horas del turno, y números de lote, si aplica. Envíe al laboratorio la muestra compuesta preparada.

III. Registros e informes

El *Gerente de Producción* debería mantener los registros de dilución de premezcla, verificación del dosificador, confirmación que la harina está fortificada, cantidades de harina producida y cantidades de premezcla utilizada actualizados y adecuadamente archivados, como también la descripción de las acciones tomadas durante la producción para mantener el adecuado desempeño del proceso de fortificación. El *Departamento de Aseguramiento de Calidad* verifica, a través de los registros de producción, la cantidad de harina producida y la cantidad de premezcla usada. Una copia de estos registros debería mantenerse con los registros de control de calidad.

C. CONTROL DE CALIDAD DE LA HARINA DE TRIGO FORTIFICADA

I. Objetivos y responsabilidad

El propósito del Control de Calidad de la harina de trigo fortificada es asegurar que:

- El contenido y la densidad de puntos de hierro en las muestras de harina de trigo son comparables a los del nivel promedio de hierro agregado esperado en la fábrica[7] (Ej. 45 mg/kg hierro a partir de fumarato ferroso).

- Si se utilizan pruebas cuantitativas, 80% de las muestras deberían cumplir con las especificaciones para hierro durante la producción, y el promedio debería ser cercano al esperado.

- La harina de trigo fortificada se empaca en envases adecuadamente etiquetados según lo requieren las regulaciones nacionales o internacionales para el Etiquetado General de los Alimentos Preenvasados y el Reglamento de Fortificación de Harina de Trigo.

El *Departamento de Control de Calidad* tiene la responsabilidad directa de este componente, y debería enviar informes diariamente al *Gerente de Producción.*

II. Procedimientos

a. Supervisión y muestreo (Personal del Departamento de Control de Calidad)

1. Realice visitas inesperadas al lugar de fortificación para verificar que el dosificador ha sido calibrado, que contiene premezcla a niveles adecuados y que está trabajando adecuadamente. Firme el formato mostrado en el **Cuadro B-1** y el **B-2** para registrar que se realizó la supervisión.

2. Asegure que el personal en el lugar de empaque están tomando muestras de 500 g cada hora para preparar las muestras compuestas del turno, y que la prueba de mancha de hierro se está utilizando para confirmar que la premezcla se está agregando. Las muestras compuestas se deben etiquetar con el día y el turno durante el cual fueron tomadas.

b. Prueba de mancha de hierro

3. En el laboratorio, mezcle bien la muestra compuesta por turno y toma aproximadamente 250 g para realizar la "Prueba semicuantitativa de mancha de hierro", la cual se basa en la densidad de los puntos en comparación con controles

[7] Basado en el Reglamento Técnico Centroamericano para la Fortificación de Harina de Trigo

de concentración conocida de hierro adicionado (Vea la **sección D** para el método).

4. Registre los resultados en el **Cuadro C-1**, expresados en los intervalos: 0-30 mg/kg, 30-40 mg/kg, 40-50 mg/kg, 50-60 mg/kg y > 60 mg/kg.

5. Prepare una muestra compuesta diaria mezclando 500 g de cada una de las muestras compuestas del turno. Mezcle bien. Determine el contenido de hierro en la muestra compuesta del día, y registre los resultados en el **Cuadro C-1** en la celda *M. comp. diaria*. Almacene la muestra compuesta diaria restante en un recipiente hermético y opaco e identifíquelo con la fecha. Mantenga esta muestra en el cuarto de almacenamiento de muestras por un máximo de un mes.

c. Acciones correctivas

6. Si se encuentran anormalidades, discuta inmediatamente con el supervisor de producción las medidas correctivas a ser implementadas.

III. Registros e informes

1. Complete el **Cuadro C-1** con los resultados proporcionados por el supervisor de producción, registrados en el **Cuadro B-2**.

2. Calcula la proporción harina de trigo producida/premezcla utilizada.

3. Registre toda la información necesaria en el **Cuadro C-1**, y envíe diariamente una copia al Gerente de Producción.

4. Por lo menos una vez al mes, seleccione aleatoriamente dos muestras compuestas diarias y envíelas a un laboratorio externo para determinar hierro por un método cuantitativo.

5. Una vez que se recibe el informe del laboratorio externo, anote los resultados en la casilla que corresponde en el **Cuadro C-1.** Compare estos resultados con los suyos, y si se encuentra incompatibilidad entre los mismos, busque la causa y aplique las medidas correctivas según sea necesario.

6. Envíe informes periódicos al Gerente General que incluyan: el desempeño global del proceso de fortificación, los resultados del laboratorio externo, los problemas encontrados y las acciones correctivas o preventivas tomadas.

D. MÉTODO DE MANCHA PARA LA DETERMINACIÓN DEL HIERRO AGREGADO A LA HARINA DE TRIGO FORTIFICADA

I. Referencias

AOAC Methods. 12 ed. Ferrous salts. Official Final Action (7.74).

AACC Method 40-40. Iron –Qualitative Method. First approval 5-5-60; reviewed 10-27-82.

II. Principio

El hierro férrico, en un medio ácido, reacciona con una solución de tiocianato de potasio (KSCN) para formar un pigmento rojo insoluble. Otros tipos de hierro, tales como hierro ferroso y el hierro elemental pueden también producir esta reacción una vez que se han oxidado a su forma férrica usando peróxido de hidrógeno.

III. Materiales

- Papel filtro Whatman # 1
- Tamiz o cernidor
- Vidrio de reloj

IV. Reactivos

- Acido clorhídrico-2N (HCl). En un beaker de 500 mL coloque 100 mL de agua destilada. Luego agregue lentamente 17 mL de HCl concentrado, y finalmente 83 mL más de agua destilada.

- Tiocianato de potasio-10% (KSCN). Disuelva 10 g de KSCN en 100 mL de agua. Antes de usar, mezcle 10 mL de esta solución con 10 mL de HCl-2N.

- Peróxido de hidrógeno-3% (H_2O_2) (solamente cuando el hierro se encuentra como hierro elemental o como una sal ferrosa). Agregue 5 mL de H_2O_2 concentrada (30%) a 45 mL de agua destilada. Prepare esta solución diariamente y descarte el resto después del análisis.

V. Procedimiento

a. Determinación de hierro en muestras que contienen NaFeEDTA

1. Coloque una pieza de papel filtro sobre un vidrio de reloj.

2. Humedezca la superficie del papel filtro con la solución de KSCN-10%. Deje que el líquido penetre las fibras del papel.

3. Usando un tamiz, cierna manualmente la muestra de harina sobre el papel hasta formar una capa delgada sobre el área humedecida. Quite el exceso de harina.

4. Agregue un poco más de solución acidificada de KSCN-10% sobre la harina. Deje reposar por unos minutos para que la reacción ocurra.

5. La formación de puntos rojos indican la presencia de una sal férrica tal como NaFeEDTA.

b. Determinación de hierro de otras fuentes (incluyendo hierro elemental)

1. Coloque un pedazo de papel filtro sobre el vidrio de reloj[8].

2. Humedezca la superficie del papel filtro con la solución de tiocianato de potasio (KSCN-10%). Deje que el líquido penetre las fibras del papel.

3. Usando un tamiz, cierna manualmente la muestra de harina para cargar una capa gruesa sobre toda el área humedecida. Quite el exceso de harina.

4. Agregue un poco más de solución acidificada de tiocianato de potasio sobre la harina.

5. Agregue pequeñas cantidades de la solución de H_2O_2-3%. Deje reposar por unos minutos para que ocurra la reacción.

6. Los puntos rojos indican la presencia de hierro agregado de cualquier fuente.

VI. Interpretación

El número y densidad de los puntos son un indicativo del nivel de hierro. Use muestras control con cantidades conocidas del mismo tipo de hierro que se espera encontrar en la harina para realizar una evaluación comparativa del rango de contenido de hierro en el que se encuentran las muestras.

[8] Esta reacción puede realizarse sin papel filtro directamente sobre el vidrio de reloj o sobre las planchas usadas para realizar la prueba de color en el molino, asegurándose que los reactivos se agreguen sobre una superficie lisa de harina.

CUADRO A-1-HARINA DE TRIGO FORTIFICADA AC/CC

FORMATO DE INSPECCIÓN PARA INGRESO DE PREMEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES

Producto: Premezcla de vitaminas y minerales	**Orden de compra #:**
Fabricante:	
Inspeccionado por:	**Fecha:**
ESPECIFICACIONES	**OBSERVACIONES**
Cantidad:	
Integridad de las cajas: ☐	
Número de lote: ☐	
Fecha de producción: ☐	
Fecha de expiración: ☐	
Niveles de micronutrientes en la etiqueta: ☐	
Certificado de Análisis (resultados para cada micronutriente) ☐	
Otro	
Aceptado ☐	**Rechazado** ☐
RAZONES DEL RECHAZO/ACCIONES TOMADAS	
Revisado por:	**Fecha:**

CUADRO A-2-HARINA DE TRIGO FORTIFICADA AC/CC

CONTROL DIARIO DE INVENTARIO DE PREMEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES

Página No. _____

FECHA	HORA	RECIBIDO			DESPACHADO		BALANCE (C) (C) = (A) – (B)	OBSERVACIONES/ Revisión-AC (Nombre y firma)
		CANTIDAD (kg) (A)	ID LOTE	FECHA EXP.[9]	CANTIDAD (kg) (B)	ID LOTE		

Fecha de informe: _____ **Fecha:** _____

[9] Fecha de expiración

CUADRO B-1-HARINA DE TRIGO FORTIFICADA AC/CC

CONTROL DEL FLUJO DEL DOSIFICADOR PARA HARINA DE TRIGO FORTIFICADA[10]

Lugar del dosificador: _____ **Página No.** _____

FECHA	TURNO (HORA)	PRODUCCIÓN (TM/hora)	FLUJO TEÓRICO DEL DOSIFICADOR (g/min) [11]	FLUJO DEL DOSIFICADOR (g/min.)				AJUSTADO (SÍ/NO)	RESPONSABLE	OBSERVACIONES/ Revisión-AC (Nombre y firma)
				1	2	3	Media			

[10] Este cuadro debería mantenerse cerca del lugar de dosificación. Una vez la hoja está llena, se debería enviar al Departamento de Aseguramiento de Calidad.
[11] Flujo del dosificador (g/min.) = TM/hora x 100/6

CUADRO B-2- HARINA DE TRIGO FORTIFICADA AC/CC

REGISTRO DIARIO DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE TRIGO FORTIFICADA

Línea de Producción: _____ **Página No.** _____

FECHA	TURNO (HORA)	HARINA PRODUCIDA		PREMEZCLA USADA (kg) (B)	PROPORCIÓN HARINA/ PREMEZCLA (A/B)	RESPONSABLE	OBSERVACIONES/ Revisión-AC (Nombre y firma)
		(TM) (A)	ID LOTE				

CUADRO C-1- HARINA DE TRIGO FORTIFICADA AC/CC
PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL HARINA DE TRIGO FORTIFICADA[12]

TURNO (Hora)	HARINA PRODUCIDA (TM)	PREMEZCLA USADA (Kg)	HARINA/ PREMEZCLA	NOTAS
TOTAL DIARIO				
TOTAL A LA FECHA				

COMENTARIOS:	**FECHA:**
	Resultados del Laboratorio Externo[13]:
	[Hierro Total] (mg/kg) =
Responsable:	Firma:

[Hierro] — **REPRESENTACIÓN GRÁFICA** — **M. Comp. Diaria**

		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	M. Comp. Diaria
Más de 60 mg/kg	> 60																									
Entre 50 a 60 mg/kg	50-60																									
Entre 40 a 50 mg/kg	40-50																									
Entre 30 a 40 mg/kg	30-40																									
Menos de 30 mg/kg	< 30																									
No detectado	ND																									

Hora del día (hora)

[12] Cuadro basado en el formato diario del Ingenio Los Tarros, S.A. en Guatemala.
[13] Los resultados del laboratorio externo estarán disponibles una vez al mes y no diariamente.