

**PLAN NACIONAL SUBSECTORIAL DE VIGILANCIA Y CONTROL DE RESIDUOS
DE PLAGUICIDAS Y METALES EN ARROZ BLANCO-PNSVCR**

AÑO 2023

**DIRECCIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
GRUPO DEL SISTEMA DE ANÁLISIS DE RIESGOS QUÍMICOS EN ALIMENTOS Y BEBIDAS
2023**

Tabla de Contenido

TABLA DE CONTENIDO	2
1. INTRODUCCIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2. OBJETIVOS	3
3. ANTECEDENTES A LO LARGO DE LA CADENA	4
4. NORMATIVIDAD APLICABLE	8
5. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS ANALITOS.	9
6. ANALITOS POR MONITOREAR.	9
7. METODOLOGÍA DE MUESTREO OFICIAL.	9
9. MEDIDAS CORRECTIVAS	13
10. ANEXOS.	13
11. BIBLIOGRAFÍA	13

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas nacionales de control alimentario velan por que los alimentos disponibles en un país sean inocuos, sanos y aptos para el consumo humano, así como por el cumplimiento de los requisitos en materia de calidad e inocuidad de los alimentos y por un etiquetado honesto y preciso de conformidad con lo establecido en la ley. Por lo tanto, estos sistemas protegen la salud y seguridad de los consumidores y ayudan a garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos comercializados a nivel nacional e internacional.

En una época de tecnologías alimentarias que cambian con rapidez y un comercio alimentario mundial que crece cada vez más, el control de los peligros derivados de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria ha pasado a desempeñar un papel esencial. Para poder afrontar los nuevos desafíos complejos del siglo XXI, los sistemas de control alimentario deben actualizarse con los últimos avances, funcionar sobre la base del concepto de análisis de riesgos y estar armonizados con las normas internacionales y mejores prácticas elaboradas por el Codex Alimentarius.

El Invima realiza vigilancia y control a través de la ejecución de los PNSVCRQ de arroz blanco para consumo humano, tanto el nacional como el importado y de manera anual, encontrando para el arroz nacional resultados tanto presencia como de no conformes para el cadmio (Cd), presencia para el plomo (Pb), presencia para arsénico (As) y en plaguicidas se encontraron residuos autorizados como no autorizados para este cultivo. En cuanto al producto importado solo se encontraron resultados de presencia de metales plomo, cadmio y arsénico, así como presencia de residuos de plaguicidas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Identificar y cuantificar los peligros químicos priorizados (residuos de plaguicidas y metales pesados) que estén presentes en el arroz blanco para consumo humano, tanto del orden nacional como el importado, para la vigencia 2023.

2.2 Objetivos Específicos.

- a. Establecer de manera anual el diseño estadístico de muestreo apropiado, teniendo en cuenta para ello aspectos tales como: complejidad, representatividad, practicidad y economía.
- b. Evaluar los resultados obtenidos frente a la normatividad sanitaria colombiana vigente o en su defecto a los parámetros del referente internacional en inocuidad de alimentos (Codex Alimentarius).
- c. Disponer de la información obtenida para retroalimentar el sistema de análisis de riesgos en el uso de plaguicidas químicos y la presencia de contaminantes ambientales en los alimentos en el país.
- d. Realizar las acciones de intervención por parte del **Invima** de acuerdo con los resultados obtenidos y su competencia, según se requiera.

3. ANTECEDENTES DEL ARROZ BLANCO

Definiciones Básicas.

Arroz mecanizado. Es aquel en el cual se emplean máquinas (tractores, combinadas y aviones) para realizar una o varias labores del proceso productivo del cultivo; entre otros, preparación del suelo, siembra, control de malezas y plagas, fertilización o recolección. Este se divide en dos sistemas de producción, arroz riego y arroz seco.

Arroz riego. Es aquella explotación en la cual el agua que requiere el cultivo es provista por el hombre en cualquier momento.

Arroz seco. Es aquella explotación en la cual el agua que requiere el cultivo únicamente proviene de las lluvias.

Georreferenciación. La georreferenciación es el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas.

Maquinaria. Se refiere a tractores y combinadas en manos de las personas productoras de arroz.

Productor(a) de Arroz. Persona natural o jurídica que en calidad de propietario(a), arrendatario(a) o aparcer(a) es responsable económica y técnicamente de la explotación.

Semestre A y B. En Colombia se realizan dos siembras en el año. El primer semestre (A), hace referencia a las siembras comprendidas entre el primero (01) de enero y el treinta (30) de junio. El segundo semestre (B), hace referencia a las siembras comprendidas entre el primero (01) de julio y el treinta y uno (31) de diciembre.

Sistema de cultivo de arroz. En Colombia predominan dos grandes categorías en el cultivo del arroz: Arroz Mecanizado y Arroz Manual (o chuzo).

Unidad Productora de Arroz UPA. Todo terreno aprovechado en la producción de arroz, con administración independiente, sin consideración de tamaño, condición de tenencia, sistema de producción o destino de la producción.

Zona Arrocer. Región geográfica del territorio colombiano que agrupa el mayor número de departamentos con condiciones económicas y agronómicas similares, donde se cultiva arroz.

Bajo Cauca: Antioquia, Bolívar, Chocó, Córdoba, Sucre.

Centro: Caquetá, Cauca, Cundinamarca, Huila, Nariño, Tolima, Valle del Cauca.

Costa Norte: Atlántico, Cesar, La Guajira, Magdalena. Municipio de Yondó (Antioquia).

Llanos: Meta, Casanare, Arauca, Guaviare, Vichada. Municipio de Paratebueno (Cundinamarca).

Santander: Norte de Santander y Santander

Partes de la Planta de Arroz

La terminología usada para las diferentes partes de la planta de arroz se presenta en las Figuras 1, 2, 3 y 4.

Figura 1. Semilla de arroz en germinación

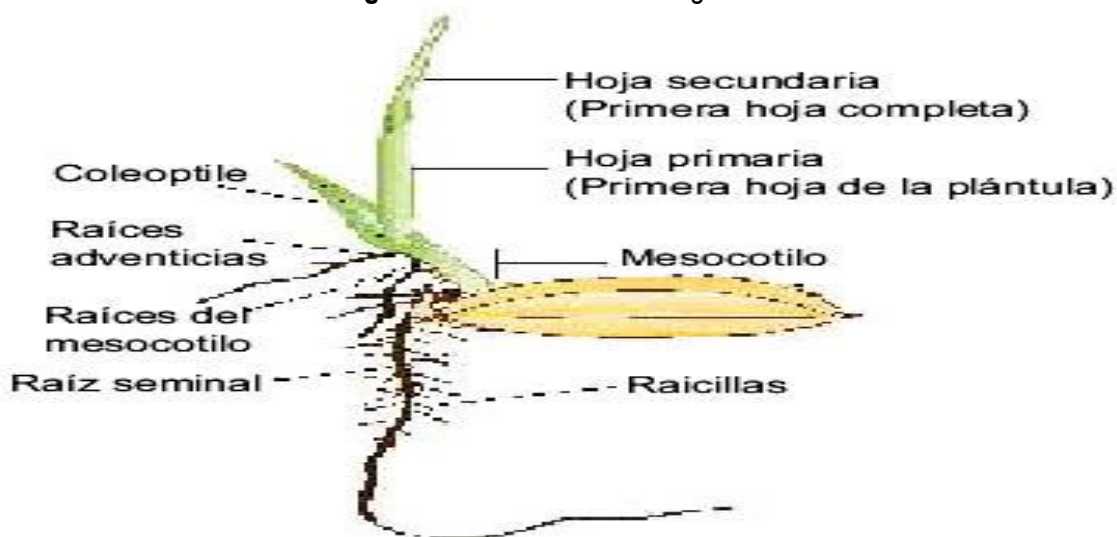


Figura 2. Partes vegetativas

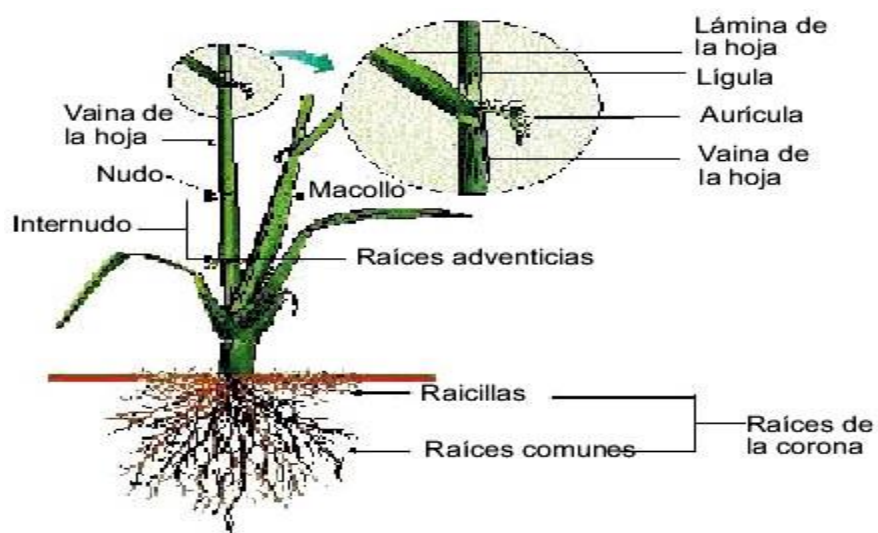


Figura 3. Partes de la cariósida de arroz (grano o semilla)

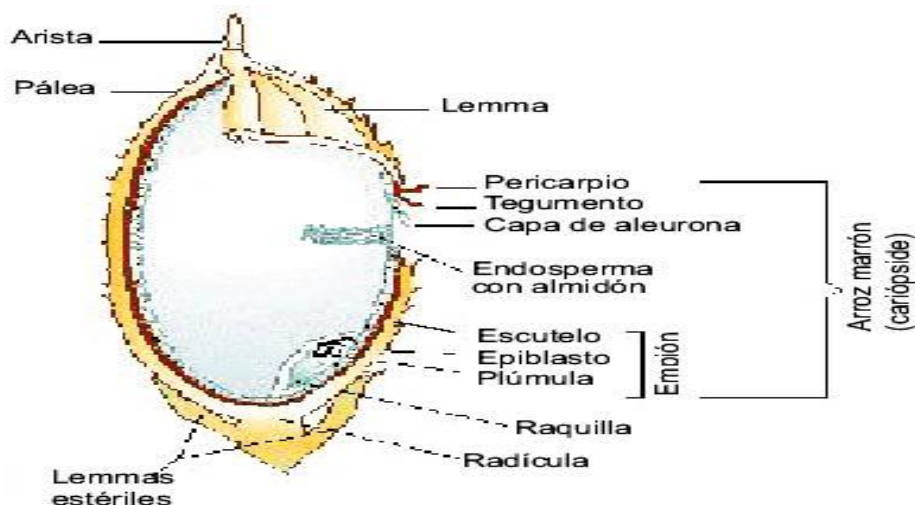
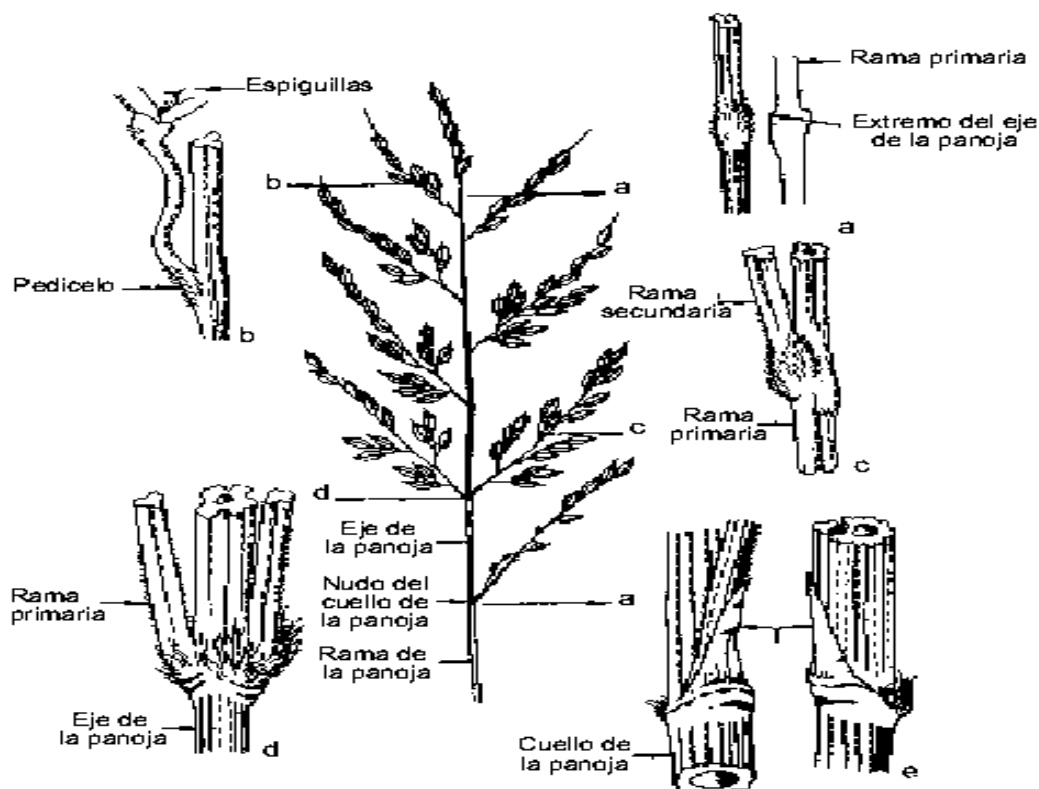


Figura 4. Partes de una panoja



ETAPAS DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA DE ARROZ

La historia de la vida de la planta de arroz presenta tres fases importantes:

- i. La fase vegetativa.
- ii. La fase reproductiva.
- iii. La fase de maduración.

Las etapas de crecimiento de la planta de arroz están codificadas de 1 a 9, donde 1 se refiere a la etapa de la germinación y 9 se refiere a la etapa de la madurez (Cuadro 2). La fase vegetativa se refiere al período desde la germinación hasta el Macollaje. La fase reproductiva se refiere al período desde la iniciación de los primordios de la panoja hasta la floración. La etapa de la maduración se refiere al período desde la espigazón a la madurez.

CUADRO 1. Las nueve etapas de crecimiento de la planta de arroz

Etapa	Descripción	Código
Germinación	Desde la siembra hasta la emergencia del coleoptile de la semilla	1
Plántula	Desde la emergencia del coleoptile hasta la aparición de la quinta hoja (contando como primera hoja la primera hoja sin lámina)	2
Macollaje	Desde la aparición del primer macollo hasta la iniciación de la panoja	3
Elongación y engrosamiento de la vaina	Desde la iniciación de la panoja hasta su completo desarrollo dentro de la vaina de la hoja bandera	4
Espigazón	Desde la aparición de la punta de la panoja fuera de la vaina de la hoja bandera hasta más de 90% de emergencia de la panoja	5
Floración	Desde la primera floración hasta que se completa la floración de la panoja	6
Estado lechoso	El cariósipide desde estado acuoso a lechoso	7
Estado pastoso	El cariósipide desde estado de masa blanda a dura	8
Maduración	Maduración de más del 80% de las espiguillas en la panoja. El cariósipide está completamente desarrollado en tamaño, duro y sin tonalidades verdosas	9

EL ARROZ Y LA NUTRICIÓN HUMANA.

El arroz proporciona el 20 por ciento del suministro de energía alimentaria del mundo. Es también una buena fuente de tiamina, riboflavina, niacina y fibra alimenticia. El arroz integral contiene más nutrientes que el arroz blanco sin cáscara o pulido. El arroz es parte integral de las tradiciones culinarias de muchas culturas diferentes, cada una de las cuales cuenta con su propio conjunto específico de preferencias referente a textura, sabor, color y viscosidad del arroz que consumen. El contenido nutricional del arroz puede mejorarse mediante el uso de técnicas tradicionales de

fitomejoramiento selectivo y de nuevas tecnologías, como la modificación del código genético de las plantas. En 1995, la Comisión Mixta FAO/OMS del Codex Alimentarius adoptó los criterios de inocuidad y calidad para el arroz que se produce para el consumo humano: las Normas del Codex para el Arroz.

4. NORMATIVIDAD APLICABLE

Para la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación del Plan Nacional Subsectorial de Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas y Contaminantes Químicos en arroz para consumo humano de producción nacional e importada, se soporta en las siguientes normativas nacionales, entre otras:

- Ley 09 de 1979. “Por la cual se dictan Medidas Sanitarias”, Congreso de la República de Colombia
- Decreto 1843 de 1991. “Por el cual se reglamentan parcialmente los títulos III, V, VI, VII y XI de la ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas”, El presidente de la república
- Ley 100 de 1993. “Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones”, Congreso de la República de Colombia.
- Ley 101 de 1993. “Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero”, Congreso de la República de Colombia.
- Decreto 1840 de 1994. “Por el cual se reglamenta el artículo 65 de la Ley 101 de 1993”. El presidente de la república de Colombia.
- Decisión 436 de 1998 “Norma Andina para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola”
- CONPES 3375 de 2005, “Política Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de Alimentos para el Sistema de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias”. Consejo Nacional de Política Económica y Social-República de Colombia-Departamento Nacional de Planeación.
- Resolución 2906 de 2007 “Por la cual se establecen los Límites Máximos de Residuos de plaguicidas en alimentos para consumo humano y en piensos o forrajes, Ministerio de la Salud y Protección Social.
- Ley 1122 de 2007, “Por la cual se hacen algunas modificaciones en el Sistema General de Seguridad Social en Salud y se dictan otras disposiciones”, Congreso de la República.
- Decreto 2078 de 2012, “Por el cual se establece la estructura del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos y se determinan las funciones de sus dependencias” El presidente de la república de Colombia.
- Resolución 005296 de 2013, “Por la cual se crea la lista de establecimientos y/o predios con hallazgos de excesos de residuos o contaminantes en los productos alimenticios destinados al consumo humano y se dictan otras disposiciones”, Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural y de Salud y Protección Social.
- Resolución 4506 de 2013. “Por la cual se establecen los niveles máximos de contaminantes en los alimentos destinados al consumo humano y se dictan otras disposiciones”, Ministerio de la Salud y Protección Social.
- Resolución 1229 de 2013, “Por la cual se establece el modelo de Inspección, Vigilancia y Control sanitario para los productos de uso y consumo humano”, Ministerio de Salud y protección Social.

- Resolución 770 de 2014, “Por el cual se establecen las directrices para la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de los Planes Nacionales Subsectoriales de Vigilancia y Control de Residuos en Alimentos y se dictan otras disposiciones” de los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural y de Salud y Protección Social,
- Otras normativas que apliquen modifiquen o sustituyan.

5. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS ANALITOS.

- Normatividad sanitaria nacional y parámetros del Codex Alimentarius vigentes.
- Resultados de los Planes Nacionales Subsectoriales de Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas y Contaminantes Químicos en arroz realizados.
- Importancia en salud pública de los residuos de plaguicidas y metales pesados a monitorear
- Trazabilidad de los diferentes resultados no conformes.
- Importancia según consumo teniendo en cuenta la información de la ENSIN 2005.
- Capacidad analítica del laboratorio nacional de referencia-Invima.
- Datos estadísticos oficiales del país.

6. ANALITOS POR MONITOREAR.

Los analitos por monitorear en el Plan Nacional corresponden a los relacionados en la siguiente tabla y los cuales serán revisados y evaluados por periodos anuales.

SUSTANCIA	ANALITO	LABORATORIO
METALES PESADOS	Pb (Plomo), As (Arsénico), Cd (Cadmio).	Laboratorio Físicoquímico de Alimentos y Bebidas-Invima
PLAGUICIDAS	MULTIRESIDUOS (Herbicidas, Fungicidas, Insecticidas-Nematicidas)	

7. METODOLOGIA DE MUESTREO OFICIAL.

La metodología de muestreo oficial a emplearse en el plan nacional subsectorial de vigilancia y control de residuos de plaguicidas y metales pesados en arroz, es el que se establece a continuación y esta metodología será revisada y evaluada por periodos anuales.

• POBLACIÓN

Está conformada por el arroz para consumo humano que es comercializado en el país.

Las unidades de muestreo que se tendrán en cuenta para este plan son los molinos que trillan el arroz, así las cosas, el marco muestral está conformado por los molinos (105), que están activos y con un volumen significativo de trilla de arroz, según datos suministrados por los diferentes GTTs del Invima.

La unidad de muestra es de 500 gramos de arroz pulido y 1000 gramos de arroz paddy, lo anterior corresponde a la muestra analítica, se tomará de acuerdo con lo establecido en el manual de toma de muestras, los lineamientos y el acta de toma de muestras establecidas por el Instituto.

- **DISEÑO ESTADÍSTICO.**

Diseño Muestral-Nacional.

Teniendo en cuenta que el volumen de producción (Trillado) de arroz anual por molino no es uniforme entre los 105 molinos, se plantea un diseño estratificado proporcional al volumen de producción.

Tamaño de muestra

El número de muestras para el PNSVCRQ se estableció con base en la capacidad de análisis del laboratorio del Invima, quien es el que analizará el total de muestras tomadas para un total de 300 muestras nacionales y 50 muestras importadas.

En cuanto al cálculo del tamaño de muestra para los estratos, se realizó con base en la siguiente ecuación (Ospina, 2001):

$$n = \frac{z^2 p(1 - p)}{E^2}$$

Dónde:

P: corresponde a la proporción de muestras rechazados en el plan muestral de 2018, que es del 4,8%

E: Margen de error del estudio.

Z: Cuantil de la distribución normal según el nivel de confianza establecido para el estudio.

Nota: Para un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 0.2%, con una proporción de establecimientos con resultados rechazados del 4,8%, el tamaño de la muestra es de 439.

Estratificación

La estratificación se hace sobre la producción anual por establecimiento y para la cual se utilizó el Método Geométrico (GEO), método aproximado para estratificar poblaciones asimétricas, desarrollado por Gunning y Horgan (Gunning, 2004)

$$r = \left(\frac{K_L}{K_0} \right)^{1/L}$$

Donde:

r = razón constante

K_L = número de establecimientos en el estrato L

K_0 = número de establecimientos en el primer estrato

L = número de estratos

El límite superior del intervalo del estrato está determinado por:

$$K_h = K_0 r^h$$

h = estrato

K_h = límite superior del intervalo del estrato h

Tabla de los Límites de producción de cada uno de los estratos.

Estrato	Límites de producción (Toneladas)
1	Entre 120 a 554
2	Entre 555 a 2557
3	Entre 2558 a 11804
4	Entre 11805 a 54490
5	Entre 54491 a 251539
6	Entre 251540 a 1161152
7	Entre 1161153 a 5360111

Afijación de la muestra

Para la afijación de la muestra en el diseño estadístico por cuotas, se utilizó la afijación por potencia (Bautista, 1998) utilizada en el diseño estadístico estratificado, con el fin de disminuir el impacto de una afijación de muestra en estratos o grupos con número de establecimientos muy bajos. El cálculo consiste en la siguiente fórmula:

$$n_h = n \frac{t_{x_h}^\alpha}{\sum_{h=1}^L t_{x_h}^\alpha}$$

Donde:

t_{x_h} : total de establecimientos en el estrato h

α : Es la potencia de la afijación. (Este nivel va de $0 < \alpha \leq 1$)

n : Es el tamaño de la muestra para la molécula estudiada.

Para nuestro estudio se utilizó un α entre 0.5 y 0.9

Tabla del Resumen de resultados del procedimiento estadístico.

V_h	n_m	h	% wh	n_h	% n_h	n
554	2	1	1,9%	2	0,67%	300
2557	18	2	17%	10	3,33%	300
11804	37	3	35%	27	9,00%	300
54490	39	4	37%	58	19,33%	300
251539	7	5	6,7%	44	14,67%	300
1161152	1	6	0,95%	34	11,33%	300
5360111	1	7	0,95%	124	41,33%	300

h : estrato

n : número total de muestras

V_h : Volumen máximo de trillado por estrato

n_m : número de molinos o establecimientos por estrato

n_h : número de muestras por estrato

% n_h : proporción de muestras por estrato

% wh : proporción de establecimientos por estrato

8. Diseño Muestral - Importado

Teniendo en cuenta que la capacidad analítica del laboratorio fisicoquímico de alimentos del Invima para el periodo 2022, es de 350 muestras y considerando que a nivel nacional se tomarán un total de 300 muestras, se establece un muestreo de 50 muestras a nivel de importación en puertos, aeropuertos y pasos de frontera-PAPF del país las cuales se tomarán a demanda, es decir producto que ingrese al país durante el año en curso, se muestrearán hasta completar el número de muestras establecido.

9. MEDIDAS CORRECTIVAS

De acuerdo con los resultados que se obtengan en el plan, estos constituirán la base para realizar la gestión de riesgos por parte de las entidades competentes, tanto en producción primaria como en procesamiento (molinos), con el objeto de minimizar los posibles riesgos a la salud de los consumidores.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que las acciones de carácter preventivo en producción primaria tal como la implementación de la BPA, entre otros, garantizan en gran medida la inocuidad de los alimentos de origen vegetal para consumo humano, evitando así las acciones de control posterior en los productos finales.

10. ANEXOS.

El Invima cuenta con un sistema de Gestión de Calidad Integrado -SGCI en el cual se puede consultar los siguientes documentos en su versión vigente:

- **Manual de procedimiento para toma de muestras**, “IVC-VIG-MN002-Manual de toma de muestras para el análisis de residuos de plaguicidas y contaminantes químicos en productos hortofrutícolas”
- **Acta de toma de muestras**, para el caso de PAPF “IVC-INS-FM012 Acta de Toma de Muestras de Alimentos y Bebidas” y para el caso de muestreo nacional “IVC-INS-FM085 “Acta de Toma de Muestras-Grupos de Trabajo Territorial”

11. Bibliografía

Bautista, L. (1998). *Diseños de muestreo estadístico*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Gutierrez, H. A. (2016). *Estrategias de muestreo. Diseño de encuestas y Estimación de parámetros*. (Segunda ed.). Bogotá: Ediciones de la U.

Kozak, M. (May de 2004). Optimal stratification using random search method in agricultural surveys. *Statistics in Transition*, 6(5).

Lavallée, P., & Hidirolou, M. (June de 1988). On the Stratification of Skewed Populations. *Survey Methodology*, 14(1).

Guía; Décimo novena Sesión de la Comisión Internacional del Arroz celebrada en El Cairo, Egipto, en septiembre de 1998, 19 países de Asia y el Pacífico, 22 países de África y 20 países de América Latina y el Caribe en los que se cultiva arroz, R. C. Chaudhary, J.S. Nanda y D. V. Tran.

R Core Team. (2017). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Recuperado el 15 de 6 de 2017, de R Foundation for Statistical Computing: <https://www.R-project.org/>

Rivest, L.-P., & Baillargeon, S. (2017). stratification: Univariate Stratification of Survey Populations. Obtenido de <https://CRAN.R-project.org/package=stratification>

FAO-Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Sistemas de control Alimentario, consultado 2023.