



La salud
es de todos

Minsalud

PLAN NACIONAL SUBSECTORIAL DE VIGILANCIA Y CONTROL DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS Y METALES EN ALIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL (ARROZ)-PNSVCR

AÑO 2022

**DIRECCION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
SISTEMA DE ANALISIS DE RIESGOS QUIMICOS EN ALIMENTOS Y BEBIDAS**



Tabla de Contenido

TABLA DE CONTENIDO	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	4
3. ANTECEDENTES A LO LARGO DE LA CADENA	4
4. NORMATIVIDAD APLICABLE	14
5. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS ANALITOS.	15
6. ANALITOS A MONITOREAR.	16
7. METODOLOGIA DE MUESTREO OFICIAL.	16
8. TAMAÑO DE LA MUESTRA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
9. MEDIDAS CORRECTIVAS	22
10. ANEXOS.	23
11. BIBLIOGRAFÍA	23



1. INTRODUCCIÓN

Los alimentos pueden ser fuente de tóxicos, intrínsecos o contaminantes. En la mayoría de los casos, los alimentos actúan como vehículos de los tóxicos, que a menudo son contaminantes presentes en el medio ambiente o resultado de los procesos de elaboración de estos.

La vía dietética es la principal vía de exposición a tóxicos y/o contaminantes para todas aquellas personas que no están expuestas a los mismos como consecuencia de su actividad laboral. La importancia de dicha vía depende de la cantidad total de tóxico ingerido y de la proporción de este disponible para el organismo, a esta última se le da el nombre de Biodisponibilidad, que depende de la fuente dietética de procedencia y del proceso de elaboración aplicado al alimento.

La monitorización de residuos en los alimentos, para la determinación del grado de exposición de una población humana, es crucial para determinar el grado de impregnación y las posibles consecuencias toxicológicas a largo plazo. El control rutinario de residuos debe realizarse tanto para aquellas moléculas de nueva síntesis que surgen como alternativas a los fitosanitarios menos eficaces o más contaminantes, como para estos últimos, haya determinado su restricción o prohibición.

La inocuidad de los alimentos es responsabilidad de todos a lo largo de la cadena alimenticia y para el caso de las autoridades sanitarias del orden nacional, le corresponde al Instituto Colombiano Agropecuario-ICA la IVC de la inocuidad en la producción primaria animal y vegetal y al Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos-**Invima** le corresponde la IVC en la producción y procesamiento de los alimentos.

El **Invima**, a través de la Dirección de Alimentos y Bebidas, específicamente por el Grupo del Sistema de Análisis de Riesgos Químicos en Alimentos y Bebidas ha venido formulando, ejecutando, haciendo seguimiento y evaluando planes y/o programas, encaminados a determinar y cuantificar la presencia de residuos de plaguicidas y metales en arroz para consumo humano de origen nacional e importados y para el año en curso teniendo en cuenta los resultados obtenidos a la fecha y otros criterios, se hace necesario continuar con el monitoreo de este alimento.

Es así como durante los años 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 al monitorear el arroz para consumo humano importado y nacional, encontrándose varios resultados que excedieron los Niveles Máximos (NM) de metales pesados (Cadmio y Plomo), de acuerdo con la normativa nacional sanitaria vigente, resolución 4506 de 2013 y los parámetros establecidos en el Codex Alimentarius quien es el referente internacional en inocuidad de los alimentos.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

El objetivo del Plan Nacional Subsectorial de Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas y Contaminantes Químicos en arroz para consumo humano, es identificar y cuantificar los peligros químicos priorizados que estén presentes en el alimento.

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. Determinar y cuantificar los residuos de plaguicidas y metales priorizados, presentes en el número de muestras del alimento establecido en el plan anual.
- c. 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).
- d. 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 el país.
- e. Realizar las acciones de intervención por parte del **Invima** de acuerdo con los resultados obtenidos y su competencia, si se requiere.

3. ANTECEDENTES DEL ARROZ

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 aparcero(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.



La salud
es de todos

Minsalud

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 Arrocerá. 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

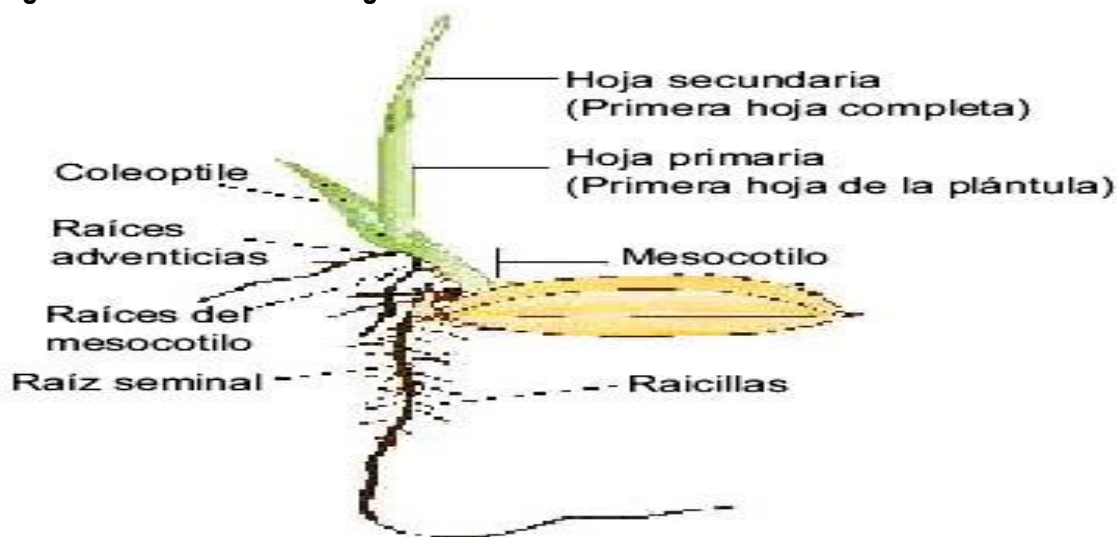


Figura 2. Partes vegetativas

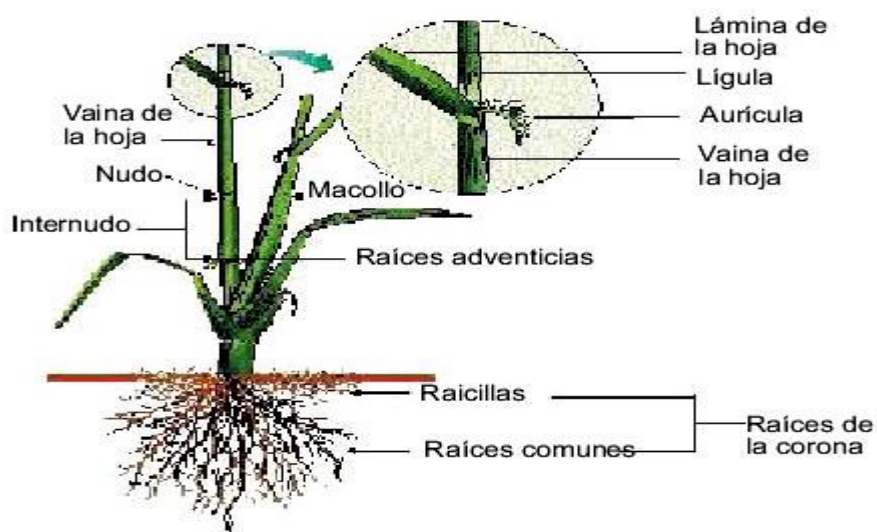


Figura 3. Partes de la cariósida de arroz (grano o semilla)

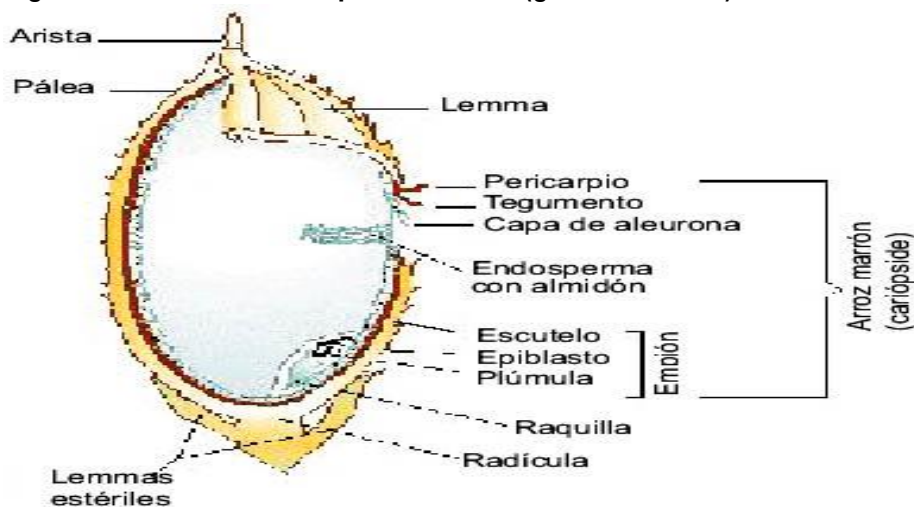
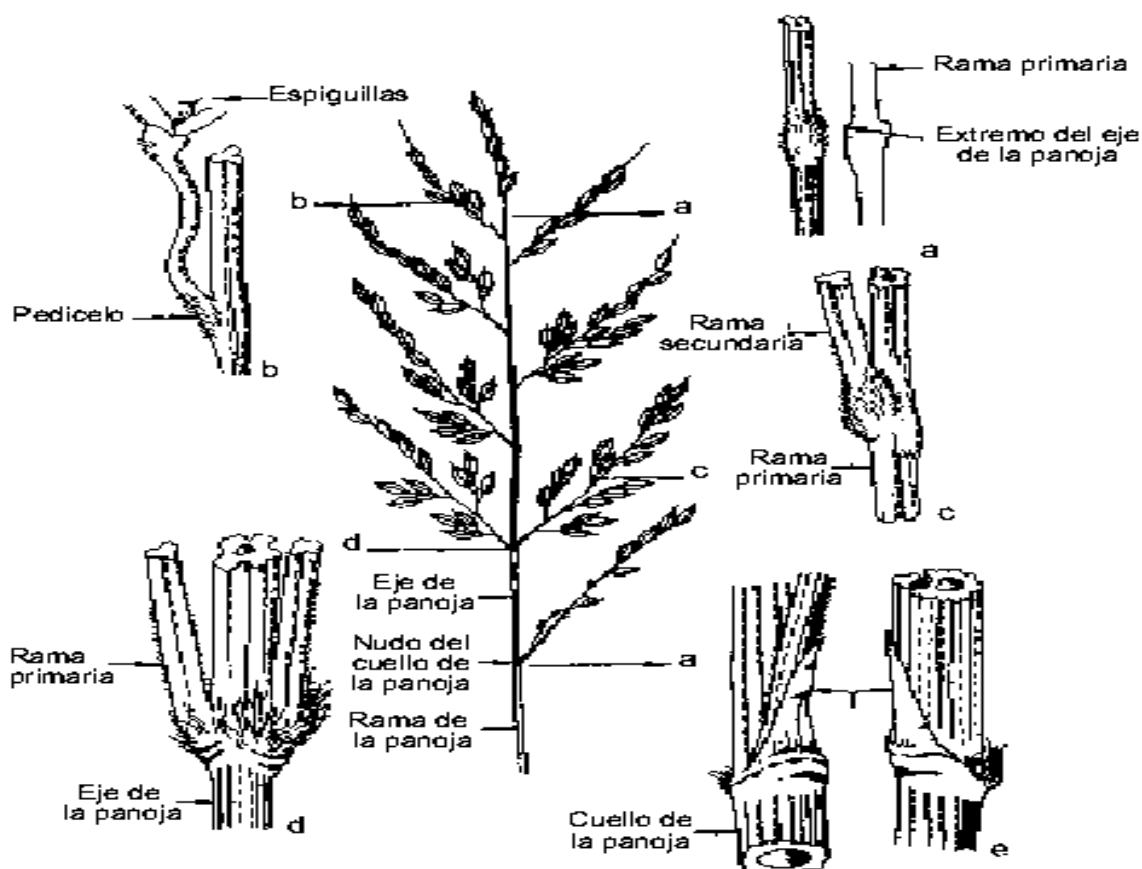


Figura 4. Partes de una panoja



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

Fuente: <http://www.fao.org/docrep/006/y2778s/y2778s02.htm#TopOfPage>

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.

Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. **Producido por:** [Departamento de Agricultura](http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja3.pdf), DEPOSITO DE LOS DOCUMENTOS DE LA FAO, <http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja3.pdf>

DESCRIPCIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA.

La Cadena productiva del arroz es un escenario de concertación integrado por los productores representados por Fedearroz, la industria agremiada en la Cámara Sectorial del Arroz de la ANDI-



INDUARROZ, Acosemillas (Entidad que reúne a los productores de semilla) y la Bolsa Nacional Agropecuaria.

Tiene como objetivo fortalecer y consolidar las ventajas competitivas de los actores de la cadena y garantizar el desarrollo económico y sostenible del sector arrocero nacional. Se cuenta con un Acuerdo Nacional del Competitividad firmado en junio de 1998 y uno regional para la zona de centro firmado en el 2000.

En el 2002 se creó el Consejo Nacional del Arroz mediante Resolución 28 de 28 de enero de 2002, como organismo asesor del Ministerio en materia de política agrícola para el sector arrocero.

Actualmente se cuenta con tres núcleos de producción como son: Tolima- Huila, Meta- Casanare, Bajo Cauca. Estas regiones se destacan por su productividad en los cultivos, cultura campesina y desarrollo de la industria molinera.

Fuente: Sistema de Información de Gestión y Desempeño de Organizaciones de Cadenas-SIOC, MINAGRICULTURA, sioc.minagricultura.gov.co/Arroz/Pages/default.aspx

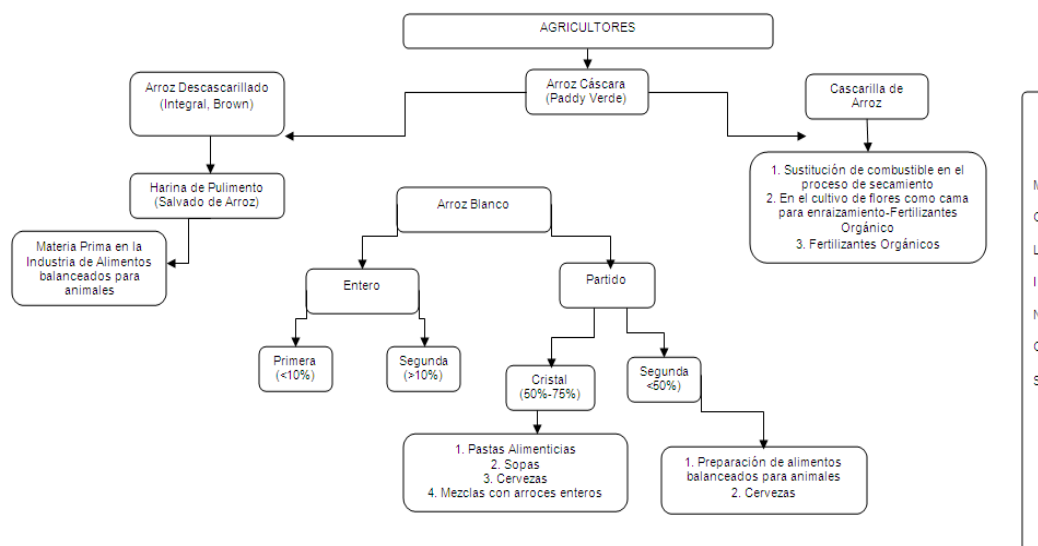
El esquema de producción y comercialización de la cadena arrocera se entiende de acuerdo con las actividades productivas de cada uno de los integrantes de este mercado. Así, en primer lugar, se encuentra la producción agrícola, que corresponde a la siembra y cosecha del arroz paddy verde por parte de los agricultores. Este producto constituye la materia prima de todo el proceso productivo. Posteriormente, tiene lugar el proceso industrial desarrollado por los molinos. El arroz paddy verde que llega al molino es sometido a procesos de limpieza y reducción del porcentaje de humedad con el objeto de prepararlo para el almacenamiento y la trilla.

De este modo, el proceso de molinería deja como principal producto el arroz blanco y subproductos como la cascarilla de arroz y el arroz integral. La cascarilla de arroz se considera como desecho, aunque en ocasiones es usada como combustible para el proceso de secamiento o como sustrato en viveros y cultivos. El arroz integral, que también puede destinarse directamente al consumo humano, es sometido a un proceso de pulimento, a partir del cual se obtienen el arroz blanco y la harina de pulimento o salvado de arroz. Esta última se utiliza generalmente como materia prima en la industria de alimentos balanceados para animales. Finalmente, el arroz blanco entero se destina directamente al consumo humano o se muele para obtener harina de arroz. En el mercado colombiano suele hacerse una distinción entre el arroz blanco de primera, el cual tiene un porcentaje de grano partido inferior al 10% y el de segunda, con un porcentaje de grano partido superior al 10%. Cuando el porcentaje de grado partido es muy superior al 10%, este arroz blanco es clasificado en: el arroz partido grande o cristal, vendido como insumo para la fabricación de pastas alimenticias, sopas y cervezas, y, en segundo lugar, el arroz partido pequeño o granza, que tiene tamaños inferiores a un cuarto de grano, se utiliza en la preparación de concentrados para animales y cerveza.



Según lo muestra el trabajo de Agrocadenas, para el año 2001 de los productos y subproductos creados por la molinería de arroz y que van al mercado en Colombia, el 8,6% lo constituye la producción de arroz blanco.

Diagrama 1. Estructura de la cadena productiva del arroz



Fuente: *Espinal et al.* (2005, p. 371).

PRODUCCIÓN DE ARROZ MECANIZADO POR DEPARTAMENTOS

Durante el primer semestre de 2017, la producción total de arroz paddy verde en Colombia fue de 989.959 toneladas registrando un incremento del 29,3 % con respecto al mismo periodo del año anterior. Todos los departamentos registraron incrementos; sin embargo, el mayor aumento en la producción la registró el grupo Resto Departamentos (38,4 %) con 83.709 toneladas más con respecto al mismo periodo del 2016, seguido por el departamento de Casanare (31,8 %) con un aumento de 25.995 toneladas y Huila (31,3 %) con 32.998 toneladas más que en el primer semestre del año anterior.

A continuación, se relaciona el histórico de producción en los principales departamentos del país desde el año 2000.

Tabla 1. Producción de arroz por departamentos de los años 2000-2016.



La salud
es de todos

Minsalud

DPTO	Producción (t)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total, Nacional	2.693.930	2.537.192	2.392.981	2.752.776	2.907.037	2.534.250	2.248.000	2.440.849
Meta	548.820	501.036	490.503	545.321	550.166	467.574	352.826	396.053
Casanare	326.644	342.077	428.108	503.464	482.636	336.984	279.922	375.023
Tolima	834.426	748.933	706.631	751.470	808.214	746.654	764.309	816.044
Huila	261.842	281.830	212.422	212.002	262.998	241.446	235.305	248.454
Resto Dptos.	722.199	663.316	555.318	740.519	803.024	741.593	615.638	605.275

Tabla 1. Producción de arroz por departamentos de los años 2000-2016. (Continuación)

DPTO	Producción (t)								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total, Nacional	2.792.203	2.855.019	2.262.055	2.283.981	2.175.538	2.287.374	2.051.167	2.339.042	2.971.975
Meta	502.197	567.558	490.079	391.466	326.667	306.853	192.635	283.648	409.235
Casanare	434.947	491.854	416.125	430.558	465.127	521.549	479.789	626.930	849.007
Tolima	883.244	867.044	625.647	758.515	690.180	678.123	657.973	689.305	697.717
Huila	262.999	262.497	216.981	236.685	225.138	196.907	200.643	202.068	258.599
Resto Dptos.	708.816	666.066	513.222	466.757	468.426	583.941	520.126	537.091	757.418

Gráfica 1. Ciclo de la cosecha del arroz en Colombia



Fuente: MADR (2010, p. 4).



CONSUMO DE ARROZ EN EL PAÍS.

De acuerdo con la Encuesta de Calidad de Vida ECV (2016), la cual indaga sobre el consumo de arroz promedio de los hogares de lunes a domingo, en la semana inmediatamente anterior al momento de la encuesta, en el 2016 la ECV se realizó en los meses de septiembre a noviembre.

En los hogares colombianos que consumen arroz, el consumo promedio semanal fue de 5,2 libras por hogar y 1,6 libras por persona (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Cantidad de libras de arroz semanal consumido por hogar, promedio por región, según zona.

Encuesta de Calidad de Vida 2016

Región	Zona	Libras de arroz consumido en la región	Total hogares	Consumo promedio libras de arroz por hogar	Número de hogares que consumen arroz	Consumo promedio de arroz por hogar consumidor
Total nacional	Total	74.879.425	14.447.476	5,2	13.653.845	5,5
	Cabecera	55.867.344	11.410.322	4,9	10.696.805	5,2
	Resto	19.012.081	3.037.155	6,3	2.957.039	6,4
Atlántica	Total	19.484.706	2.755.258	7,1	2.647.958	7,4
	Cabecera	13.613.366	2.067.483	6,6	1.978.361	6,9
	Resto	5.871.340	687.775	8,5	669.597	8,8
Oriental	Total	9.982.100	2.576.882	3,9	2.423.628	4,1
	Cabecera	6.995.113	1.858.554	3,8	1.720.179	4,1
	Resto	2.986.986	718.328	4,2	703.449	4,2
Central	Total	8.328.981	1.746.930	4,8	1.617.619	5,1
	Cabecera	5.590.080	1.269.300	4,4	1.158.054	4,8
	Resto	2.738.901	477.631	5,7	459.565	6,0
Pacífica (sin incluir valle)	Total	6.429.162	1.079.494	6,0	1.029.984	6,2
	Cabecera	2.816.885	517.789	5,4	479.613	5,9
	Resto	3.612.278	561.704	6,4	550.370	6,6
Antioquía	Total	9.551.893	1.989.335	4,8	1.916.164	5,0
	Cabecera	6.894.777	1.575.952	4,4	1.511.978	4,6
	Resto	2.657.115	413.382	6,4	404.186	6,6
Valle del cauca	Total	7.973.591	1.484.490	5,4	1.364.807	5,8
	Cabecera	6.828.129	1.306.156	5,2	1.194.935	5,7
	Resto	1.145.461	178.334	6,4	169.872	6,7
Orinoquía- Amazonía	Total	1.072.195	234.990	4,6	211.509	5,1
	Cabecera	1.072.195	234.990	4,6	211.509	5,1
Bogotá	Total	11.938.303	2.562.512	4,7	2.425.625	4,9
	Cabecera	11.938.303	2.562.512	4,7	2.425.625	4,9
San Andrés y Providencia	Total	118.494	17.586	6,7	16.553	7,2
	Cabecera	118.494	17.586	6,7	16.553	7,2

Fuente: DANE-Encuesta de Calidad de Vida 2016



La salud
es de todos

Minsalud

Tabla 3. Cantidad de libras de arroz semanal consumido por persona, promedio por región, según zona

Encuesta de calidad de vida 2016

Región	Zona	Libras de arroz consumido en la región	Total, personas	Consumo promedio libras de arroz por persona	Número de personas que pertenecen a un hogar que consumen arroz	Consumo promedio libras de arroz por persona de hogar consumidor de arroz
Total nacional	Total	74.879.425	48.305.151	1,6	47.064.014	1,6
	Cabecera	55.867.344	37.471.929	1,5	36.353.591	1,5
	Resto	19.012.081	10.833.222	1,8	10.710.423	1,8
Atlántica	Total	19.484.706	10.547.764	1,8	10.363.388	1,9
	Cabecera	13.613.366	7.824.998	1,7	7.676.366	1,8
	Resto	5.871.340	2.722.766	2,2	2.687.022	2,2
Oriental	Total	9.982.100	8.442.240	1,2	8.197.701	1,2
	Cabecera	6.995.113	5.978.340	1,2	5.755.689	1,2
	Resto	2.986.986	2.463.900	1,2	2.442.011	1,2
Central	Total	8.328.981	5.590.717	1,5	5.401.709	1,5
	Cabecera	5.590.080	3.929.897	1,4	3.769.972	1,5
	Resto	2.738.901	1.660.820	1,6	1.631.737	1,7
Pacífica (sin incluir valle)	Total	6.429.162	3.674.201	1,7	3.604.020	1,8
	Cabecera	2.816.885	1.686.784	1,7	1.632.822	1,7
	Resto	3.612.278	1.987.417	1,8	1.971.198	1,8
Antioquía	Total	9.551.893	6.557.732	1,5	6.438.459	1,5
	Cabecera	6.894.777	5.142.064	1,3	5.032.651	1,4
	Resto	2.657.115	1.415.668	1,9	1.405.808	1,9
Valle del cauca	Total	7.973.591	4.674.554	1,7	4.499.018	1,8
	Cabecera	6.828.129	4.091.903	1,7	3.926.373	1,7
	Resto	1.145.461	582.651	2,0	572.645	2,0
Orinoquía-Amazonía	Total	1.072.195	771.819	1,4	735.720	1,5
	Cabecera	1.072.195	771.819	1,4	735.720	1,5
Bogotá	Total	11.938.303	7.992.769	1,5	7.772.593	1,5
	Cabecera	11.938.303	7.992.769	1,5	7.772.593	1,5
2,3	Total	118.494	53.355	2,2	51.405	2,3
	Cabecera	118.494	53.355	2,2	51.405	

Fuente: DANE-Encuesta de Calidad de Vida 2016

SALUD PÚBLICA.

Existen varias clasificaciones para las sustancias químicas peligrosas, la siguiente se basa en la procedencia de las sustancias que pueden encontrarse en el arroz:

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos - Invima
Oficina Principal: Cra 10 N° 64 - 28 - Bogotá
Administrativo: Cra 10 N° 64 - 60
 (60)(1) 742 2121
www.invima.gov.co





- Contaminantes naturales.
- Contaminantes ambientales ligados a la industrialización y/o urbanización.
- Productos químicos autorizados y no autorizados.

Contaminantes naturales: Esta categoría incluye a las toxinas de hongos o Micotoxinas que pueden entrar a la cadena alimenticia

Contaminantes ambientales ligados a la industrialización y/o urbanización: en esta categoría se agrupan contaminantes ligados a la deposición atmosférica y a la contaminación de suelo y agua, destacándose los metales pesados.

Productos químicos autorizados y no autorizados: en esta categoría se incluyen los residuos de plaguicidas (insecticidas, herbicidas, etc.) que están autorizados para ser usados en este producto, así como aquellos que no están autorizados.

TOXICOLOGIA

Metales pesados: existen varios metales que pueden provocar toxicidad al ingerirse como contaminante de los alimentos, entre los principales cuyo contenido debe analizarse se encuentran arsénico (As), cadmio (Cd) y plomo (Pb).

La exposición al **arsénico** causa irritación a la piel, aparato digestivo y pulmones; también provoca disminución en los glóbulos rojos y blancos. Una exposición prolongada puede ocasionar cáncer de piel, pulmón, hígado y linfa. (Duruibe *et al.*...2007)

La intoxicación por **plomo** provoca anemia, náusea, vómitos y dolores abdominales. El plomo se distribuye en el hígado, riñón, cerebro y huesos. Puede provocar hipertensión y enfermedades cardiovasculares. Si la exposición se prolonga se produce la enfermedad conocida como saturnismo, que daña severamente al sistema muscular y al sistema nervioso. (WHO, 1995)

El cadmio es extremadamente tóxico, causa disfunción renal, desmineralización de los huesos y fallas en el aparato reproductor (Duruibe *et al.*...2007)

Los **plaguicidas**, están conformados por todas las sustancias o mezclas de sustancias que se usan para prevenir, controlar, destruir, repeler o mitigar cualquier plaga, también aquellas sustancias utilizadas como reguladores de plantas, herbicidas, defoliantes y desecantes.

Debido a los efectos tóxicos que producen, constituyen un problema de salud pública a nivel mundial, debido al gran número de estas sustancias, existen varias bases de datos en las que se pueden consultar los efectos toxicológicos de todos estos compuestos. (WHO, 2005)

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”.
- 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”.
- Ley 100 de 1993. Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones.
- Ley 101 de 1993. “Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero”.
- Decreto 1840 de 1994. “Por el cual se reglamenta el artículo 65 de la Ley 101 de 1993”.
- 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.
- 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.
- 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”.
- Decreto 4765 de 2008. “Por el cual se modifica la estructura del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, y se dictan otras disposiciones”.
- Decreto 2078 de 2012-reestructuración del INVIMA.
- Resolución 005296 de 2013, de los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural y de Salud y Protección Social, 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.
- Resolución 4506 de 2013. Del Ministerio de la Protección Social. Por la cual se establecen los niveles máximos de contaminantes en los alimentos destinados al consumo humano y se dictan otras disposiciones.
- 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”.
- Resolución 770 de 2014, de los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural y de Salud y Protección Social, 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.
- Otras normativas que apliquen modifiquen o sustituyan.

5. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS ANALITOS.

- a. Normatividad sanitaria nacional y parámetros del Codex Alimentarius vigentes.
- b. Resultados de los Planes Nacionales Subsectoriales de Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas y Contaminantes Químicos en arroz realizados.
- c. Importancia en salud pública de los residuos de plaguicidas y metales pesados a monitorear
- d. Trazabilidad de los diferentes resultados no conformes.
- e. Importancia según consumo teniendo en cuenta la información de la ENSIN 2005.



- f. Capacidad analítica del laboratorio nacional de referencia-Invima.
- g. Datos estadísticos oficiales del país.

6. ANALITOS POR MONITOREAR.

Los analitos por monitorear en el Plan Nacional Subsectorial de Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas y Contaminantes Químicos en arroz para consumo humano, corresponden a los relacionados y los cuales serán revisados y evaluados por periodos anuales.

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

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**

La población para la formulación del Plan Nacional Subsectorial de Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas y Metales en arroz, 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 75 molinos, que estuvieron activos en el año 2020, según datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

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.

Se evidencio que la información suministrada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural con respecto al volumen de producción (Trillado) de arroz anual promedio por molino para los últimos tres años, no es



uniforme entre los 75 molinos, razón por la cual se plantea un diseño estratificado proporcional al volumen de producción media en los últimos tres años.

Tamaño de muestra

El cálculo del tamaño de muestra se realizó con base a 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.

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 media por establecimiento de la producción de 2019 y 2020, 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

K₀ = número de establecimientos en el primer estrato



$L = \text{número de estratos}$

El límite superior del intervalo del estrato está determinado por:

$$K_h = K_0 r^h$$

$h = \text{estrato}$

$K_h = \text{límite superior del intervalo del estrato } h$

Tabla 4 Límites de producción de cada uno de los estratos.

Estrato	Límites de producción (Toneladas)
1	Menos de 2.056
2	Entre 2.057 a 52.344
3	Entre 52.345 a 257.040
4	Entre 257.041 a 359.604
5	Entre 359.605 a 2.180.079

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 5 Resumen de resultados del procedimiento estadístico.

V_h	n_m	h	% wh	n_h	% n_h	n
2.056,00	4	1	5,33%	4	1,33%	300
52.344,00	18	2	24,0%	19	7,00%	300
257.040,00	26	3	34,67%	51	17,00%	300
359.604,00	11	4	14,67%	61	20,33%	300
2.180.035,00	16	5	21,33%	166	54,67%	300

h : estrato

n : número total de muestras

V_h : Volumen maximo 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

Distribución de las muestras.

A continuación, en las tablas se relaciona la siguiente información para la distribución de las muestras: Estrato, GTT, Departamento, Municipio y Muestras.

Estrato	GTT	Molinos	Departamento	Municipio	Muestras
1	COSTA CARIBE 1	LAS TRES SSS SAS	ATLANTICO	Barranquilla	1
	COSTA CARIBE 2	ARROCERA KAYROS SAS	BOLÍVAR	Magangué	1
		ARROCERA CAUCA LTDA	BOLÍVAR	Magangué	1
	GAN	MOLINO SAN ANDRES DE TUMACO SAS	NARIÑO	Tumaco	1
		4		Total	4

Estrato	GTT	Molinos	Departamento	Municipio	Muestras
2	CENTRO ORIENTE 1	ARENAS BECERRA Y REMOLINA LTDA	SANTANDER	Bucaramanga	1
		VESGA BALLESTEROS HERMANOS SAS	SANTANDER	Bucaramanga	1
		ARROCERA SAN VALENTIN & CIA LTDA	NORTE DE SANTANDER	Cúcuta	1



La salud
es de todos

Minsalud

Estrato	GTT	Molinos	Departamento	Municipio	Muestras
		COMERCIALIZADORA PROAGRONORTE SAS	NORTE DE SANTANDER	Cúcuta	1
	CENTRO ORIENTE 3	MOLINO ESPINAL SA	TOLIMA	Espinal	1
		AGROPECUARIA LA CEIBA GONELLA HNOS LTDA	TOLIMA	Ibagué	1
	COSTA CARIBE 1	VICTOR GUERRA Y CIA S EN C	CESAR	Valledupar	1
		INDUSTRIA MOLINERA DEL ORIENTE SAS	CESAR	Valledupar	1
	COSTA CARIBE 2	SMPF ARROZ DE COLOMBIA SAS	CÓRDOBA	La Apartada (Frontera)	1
		ARROCERA AGRICOLA FILTMOTORES ZOMAC S.A.S	ANTIOQUIA	Caucasia	1
		ARROCERA PROPADDY SAS	SUCRE	San Marcos	1
		INVERSIONES NUTIBARA SAS	CÓRDOBA	Montería	1
		JOHN EDGAR GOMEZ ALZATE	BOLÍVAR	Magangué	1
		APROCAM SAS	CÓRDOBA	La Apartada	1
	OCCIDENTE 1	ALIMENTOS BASICOS LA PILANDERA SAS	TOLIMA	Venadillo	1
	ORINOQUIA	OBDULIO MAYORGA & CIA S EN C	META	San Martin	1
		INDUSTRIA ARROCERA LAPRIMAVERA LTDA	META	Villavicencio	1
	GAN	INVERSIONES LUKARO SAS	META	San Martin	2
		18		Total	19

Estrato	GTT	Molinos	Departamento	Municipio	muestras
3	CENTRO ORIENTE 1	ARROCERA VILLACRUCES SAS	SANTANDER	Barrancabermeja	2
		ARROCES DE SANTANDER SA	SANTANDER	Bucaramanga	2
		ARROZ SAN PEDRO SAS	NORTE DE SANTANDER	Cúcuta	2
		ARROCES Y CEREALES DE LA COSTA	SANTANDER	Bucaramanga	2
		DISTRIBUCIONES SANTA MARTA SAS	SANTANDER	Bucaramanga	2
		INVERSIONES RP LTDA	SANTANDER	Bucaramanga	2
		ARROCERA AGUA CLARA SAS	NORTE DE SANTANDER	Cúcuta	2
		COMERCIALIZADORA GOMEZ Y GOMEZ SAS	NORTE DE SANTANDER	Cúcuta	3
	CENTRO ORIENTE 3	ELIAS ACOSTA CIA SAS	TOLIMA	Alvarado	1



La salud
es de todos

Minsalud

Estrato	GTT	Molinos	Departamento	Municipio	muestras
		PROARROZ SAS	TOLIMA	Ibagué	1
	COSTA CARIBE 1	FARID CURE & CIA SAS ARROCERA DEL LITORAL	ATLANTICO	Barranquilla	2
	COSTA CARIBE 2	ARROCERA FORMOSA SAS	SUCRE	San Marcos	1
		ASOPROMOJANA	SUCRE	Majagual	2
		INGONZA SAS	CÓRDOBA	Montería	2
		AMOLEON SAS ZOMAC	ANTIOQUIA	Caucasia	2
		MOLINO Y ARROCERA MAGDALENA EG SAS	BOLÍVAR	Magangué	2
		MARAGRO SAS	CÓRDOBA	Planeta Rica	2
		ARROCERA SAHAGUN SAS	CÓRDOBA	Sahagún	3
		INDUSTRIA ARROCERA ARROPALMIRA SAS	CÓRDOBA	Sahagún	3
	ORINOQUIA	INDUSTRIA PRODUCTORA DE ARROZ LTDA	META	Villavicencio	1
		ARRROCERA LA GRANJA SARAVERA SAS	ARAUCA	Saravena	2
		GRANOS DEL CASANARE GRANDELCA SA	CASANARE	Aguazul	2
		SOCIEDAD ARROCERA LTDA	META	Acacias	2
		COPROARROZ DEL LLANO SAS	META	Guamal	2
		ALMAVIVA GLOBAL CARGO SAS	META	Villavicencio	2
		INDUPADDY SA	META	Villavicencio	2
		26		Total	51
Estrato	GTT	Molinos	Departamento	Municipio	Muestras
4	CENTRO ORIENTE 1	ARROCERA SANTA CLARA SAS	NORTE DE SANTANDER	Cúcuta	5
		ARROCERA GELVEZ SA	NORTE DE SANTANDER	Cúcuta	6
	CENTRO ORIENTE 3	MOLINO SAN ISIDRO DEL HUILA LTDA	HUILA	Campoalegre	4
		INVERSIONES MOLINO PACANDE SAS	TOLIMA	Ibagué	7
		FEDERAL SAS	TOLIMA	Piedras	7
	COSTA CARIBE 1	INVERSIONES LACHE & CIA LTDA	ATLANTICO	Barranquilla	4
	ORINOQUIA	MOLINO CASANARE LTDA CI	CASANARE	Yopal	4
		ARROZ BARICHARA SAS	CASANARE	Yopal	5
		AGROMILENIO SA	META	Puerto Lopez	5
		AGROPECUARIA DE COMERCIO LTDA	META	Villavicencio	7
		COMERCIALIZADORA DEL LLANO SA	META	Villavicencio	7
		11		Total	61

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos - Invima

Oficina Principal: Cra 10 N° 64 - 28 - Bogotá

Administrativo: Cra 10 N° 64 - 60

(60)(1) 742 2121

www.invima.gov.co





Estrato	GTT	Molinos	Departamento	Municipio	Muestras
5	CENTRO ORIENTE 1	COAGRONORTE LTDA	NORTE DE SANTANDER	Cúcuta	8
	CENTRO ORIENTE 3	ARROCERA BOLUGA LTDA	TOLIMA	Venadillo	7
		DIANA CORPORACION SAS	TOLIMA	Saldana	10
		DIANA CORPORACION SAS	HUILA	Rivera	10
		DIANA CORPORACION SAS	TOLIMA	Espinal	20
		UNION DE ARROCEROS SAS	TOLIMA	Ibagué	10
		DIANA CORPORACION SAS	TOLIMA	Lérida	10
		ORGANIZACIÓN ROA FLORHUILA SA	HUILA	Neiva	11
		AGROINDUSTRIAL MOLINO SONORA AP SAS	TOLIMA	Purificación	13
	COSTA CARIBE 1	GRANOS Y CEREALES DE COLOMBIA SA	ATLANTICO	Barranquilla	8
	OCCIDENTE 2	ARROCERA LA ESMERALDA SAS	VALLE	Jamundí	9
	ORINOQUIA	MOLINOS EL YOPAL LTDA	CASANARE	Yopal	7
		DIANA CORPORACION SAS	CASANARE	Yopal	10
		ORGANIZACIÓN ROA FLORHUILA SA	CASANARE	Pore	11
		ORGANIZACIÓN ROA FLORHUILA SA	CASANARE	Villanueva	11
		ORGANIZACIÓN ROA FLORHUILA SA	CASANARE	Granada	11
		16	Total		166

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 tomaran a demanda, es decir producto que ingrese al país durante el año en curso, se muestreará hasta completar el número de muestras establecido.

9. MEDIDAS CORRECTIVAS

De acuerdo con los resultados que se obtengan en el plan que se ejecuta anualmente, 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, proponiendo para ello las respectivas acciones de intervención en periodos anuales.



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., & Hidiroglou, M. (June de 1988). On the Stratification of Skewed Populations. *Survey Methodology*, 14(1).
- Ministerio de agricultura. (Junio de 2017). *Agronet*. Obtenido de MinAgricultura: <http://www.agronet.gov.co>
- 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>



La salud
es de todos

Minsalud

Duruibe JO, Ogwuegbu, MOC, Egwurugwu JN. Heavy metal pollution and human biotoxic effect, Int J Phys Sci 2007; 2:112-118.

World Health Organization (WHO). International program on chemical safety. Chemical safety information from intergovernmental organisations. 2005.

Espinal, C., Martínez, H., & Acevedo, X. (2005). La Cadena del Arroz en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica. 1991-2005. Documento de trabajo No. 52. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005112141728_caracterizacion_arroz