

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



TESIS

**HONGOS TOXIGÉNICOS Y DETERMINACION DE MICOTOXINAS
CARCINOGENICAS POR ELISA EN EL GÜÑAPO DE MAÍZ (ZEA
MAYS), DESTINADO A LA PRODUCCIÓN DE CHICHA EN EL
VALLE SAGRADO DE LOS INCAS, 2024**

PRESENTADO POR:

Br. GABILUZ EDITH CHOQUE CAHUANA

Br. JHON JIMMY TARIFA CHOQQUE

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO FARMACÉUTICO

ASESORA:

Dra. ANAHI KARINA CARDONA RIVERO

CUSCO – PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor DRA. ANAHI KARINA CARDONA RIVERO
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: HONGOS TOXIGÉNICOS y DETERMINACION DE
MICOTOXINAS CARCINOGENICAS POR ELISA EN EL GÜÑAPO DE MAÍZ (ZEA MAYS),
DESTINADO A LA PRODUCCIÓN DE CHICHA EN EL VALLE SAGRADO DE LOS
INCAS, 2024

Presentado por: GABILUZ EDITH CHOQUE CAHUANA DNI N° 72395024 ;

presentado por: JHON JIMMY TARIFA CHOQUE DNI N°: 46431172

Para optar el título Profesional/Grado Académico de
QUÍMICO FARMACÉUTICO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto**
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 15 de DICIEMBRE de 2025

Firma

Post firma Anahi Karina Cardona Rivero


Nro. de DNI 23998511

ORCID del Asesor 00000-0001-6397-9162

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:540291267

tesis micotoxinas final turnitin.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::27259:540291267

179 páginas

Fecha de entrega

18.364 palabras

13 dic 2025, 10:19 a.m. GMT-5

119.620 caracteres

Fecha de descarga

13 dic 2025, 11:56 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

tesis micotoxinas final turnitin.pdf

Tamaño del archivo

14.3 MB

10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cá...




Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones


- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
93 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A ti mi amado Dios, por la vida y porque guías mi camino dándome sabiduría para mejorar día a día en mi quehacer profesional y a lograr mis objetivos.

Con mucho cariño a mis padres por su sacrificio, confianza y apoyo incondicional, por estar conmigo en todo momento alentándome día a día y generar en mis las ganas de seguir adelante.

A mis hermanos por sus consejos y por su respaldo, por estar siempre en los momentos importantes de mi vida.

A mi hermoso hijo que es la razón de mi ser, por quien me esfuerzo y sacrifico a diario.

Gabiluz E. Choque Cahuana

A Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en todo momento, Sin su voluntad, nada de esto hubiera sido posible.

A mi madre, quien siempre ha sido mi fuente de apoyo incondicional. Su amor y sacrificio me han dado la fuerza necesaria para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Gracias mamá, por tu paciencia, por creer en mí, por ser mi guía y por darme el coraje de nunca rendirme.

A mi familia, por su comprensión, apoyo y aliento. Cada uno de ustedes ha sido una piedra angular en mi vida, y sin su constante respaldo emocional, este logro no hubiera sido posible. Gracias por estar a mi lado y darme esa fuerza que solo la familia puede ofrecer.

A mi hijo, mi mayor motivación. Tu sonrisa y tus abrazos son el combustible que me ha impulsado a seguir cada día con más determinación. Eres mi inspiración constante, y este logro también es para tí, con la esperanza de que siempre sigas persiguiendo tus sueños con el mismo amor y pasión que yo he aprendido de tí.

Jhon J. Tarifa Choque

AGRADECIMIENTO

Primeramente, queremos expresar nuestra gratitud a nuestro amado Dios por dirigirnos constantemente y proporcionarnos las fuerzas y la sabiduría que necesitamos para seguir adelante y abstenernos de rendirnos.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco por brindarnos una cálida acogida a lo largo de nuestra carrera profesional. Asimismo, quisiera expresar nuestro más sincero agradecimiento a los docentes la carrera de Farmacia y Bioquímica por orientarnos y brindarnos abundante información durante nuestra formación profesional.

Agradecemos enteramente a la Dra. Anahí Karina Cardona Rivero, nuestra asesora, por brindarnos la oportunidad de desarrollar el presente trabajo de investigación, así como por su apoyo, confianza, paciencia y amabilidad en nuestro proyecto.

A nuestros dictaminantes, la Dra. Yanet cuentas Romaña y Dra. Diana López Loaiza por sus acertadas correcciones y mejoras en la redacción de la tesis.

Agradecer al MSc. Jorge Acurio Saavedra por la ayuda incondicional durante el proceso del desarrollo del presente estudio y también por facilitarnos las instalaciones del laboratorio y los equipos que hemos necesitado.

Expresar nuestro agradecimiento a T.M. Abelardo por su paciencia, orientación y experiencia, todo lo cual fue muy beneficioso para el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ABREVIATURAS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS DE ESTUDIO.....	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA	4
1.4.1 JUSTIFICACIÓN SOCIAL	4
1.4.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	4
1.4.3 JUSTIFICACIÓN ALIMENTARIA	4
1.5 HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	5

2.1 VISIÓN HISTÓRICA.....	5
2.2 ANTECEDENTES DE ESTUDIO	6
2.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	6
2.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	9
2.2.3 ANTECEDENTES LOCALES	12
2.3 ESTADO DE LA CUESTIÓN	14
2.4 BASES TEÓRICAS	15
2.4.1 EL MAÍZ.....	15
2.4.1.1 ORIGEN DEL MAÍZ	16
2.4.1.3 TAXONOMÍA DEL MAÍZ	17
2.4.2 EL GÜIÑAPO O JORA	17
2.4.2.1 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL GÜIÑAPO DE MAÍZ	18
2.4.3 HONGOS TOXIGÉNICOS Y MICOTOXINAS	19
2.4.3.1 GÉNERO FUSARIUM SPP.	23
2.4.3.1.1 TAXONOMÍA DEL GÉNERO FUSARIUM SPP.	25
2.4.3.1.2 MICOTOXINA CARCINOGENÉTICA DEL GÉNERO FUSARIUM SPP. PRESENTE EN EL GÜIÑAPO DE MAÍZ Y SUS PATOLOGÍAS.....	26
2.4.3.2 GÉNERO PENICILLIUM SPP.....	27
2.4.3.2.1 TAXONOMÍA DEL GÉNERO PENICILLIUM SPP.....	29
2.4.3.2.2 MICOTOXINA CARCINOGENÉTICA DEL GÉNERO PENICILLIUM SPP. PRESENTE EN EL GÜIÑAPO DE MAÍZ Y SUS PATOLOGÍAS.....	29
2.4.3.3 GÉNERO ASPERGILLUS SPP.	30
2.4.3.3.1 TAXONOMÍA DEL GÉNERO ASPERGILLUS SPP.	32
2.4.3.3.2 MICOTOXINAS CARCINOGENÉTICAS DEL GÉNERO ASPERGILLUS SPP. PRESENTES EN EL GÜIÑAPO DE MAÍZ Y SUS PATOLOGÍAS	32
2.4.4 FACTORES CONDICIONANTES PARA EL DESARROLLO DE LOS HONGOS Y PRODUCCIÓN DE MICOTOXINAS	34
2.4.4.1 FACTORES FÍSICOS.....	34
2.4.4.1.1 HUMEDAD Y ACTIVIDAD DEL AGUA.....	34
2.4.4.1.2 TEMPERATURA.....	35
2.4.4.1.3 ZONAS DE MICROFLORA	36
2.4.4.1.4 INTEGRIDAD FÍSICA DE LOS GRANOS.....	36
2.4.4.2 FACTORES QUÍMICOS.....	36
2.4.4.2.1 pH.....	36
2.4.4.2.2 COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	36
2.4.4.2.3 MINERALES	36
2.4.4.2.4 POTENCIAL DE OXI- REDUCCIÓN (O ₂ /CO ₂)	36
2.4.4.3 FACTORES BIOLÓGICOS.....	37
2.4.4.3.1 PRESENCIA DE INVERTEBRADOS.....	37
2.4.4.3.2 CEPAS ESPECÍFICAS	37
2.4.5 NORMAS Y REGULACIONES DE MICOTOXINAS.....	37
2.4.5.1 NORMA DEL CÓDEX ALIMENTARIUS	38
2.4.6 MÉTODOS PARA DETERMINAR MICOTOXINAS EN ALIMENTOS	39
2.4.6.1 EL MÉTODO ELISA	40
2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	41
CAPÍTULO III.....	43
METODOLOGÍA.....	43

3.1 MATERIALES.....	43
3.1.1 MATERIAL DE ESTUDIO	43
3.1.2 MATERIALES DE ESCRITORIO	43
3.1.3 MATERIALES DE VIDRIO.....	43
3.1.4 EQUIPOS E INSTRUMENTOS.	44
3.1.5 REACTIVOS.....	44
3.1.6 MEDIOS DE CULTIVO	44
3.1.7 OTROS MATERIALES	44
3.2 DISEÑO METODOLÓGICO	46
3.2.1 UBICACIÓN Y TIEMPO DE ESTUDIO	46
3.2.2 TIPO DE ESTUDIO	47
3.2.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	47
3.3 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA	48
3.3.1 UNIVERSO	48
3.3.2 POBLACIÓN.....	48
3.3.3 MUESTRA.....	49
3.3.4 TIPO DE MUESTREO.....	49
3.3.5 RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS	49
3.4 CRITERIO DE SELECCIÓN	49
3.4.1 CRITERIO DE INCLUSIÓN	49
3.4.2 CRITERIO DE EXCLUSIÓN	49
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	50
3.6 FLUJOGRAMA DE INVESTIGACIÓN.....	52
3.7 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	53
3.8 OBTENCIÓN DE LA MUESTRA	53
3.9 ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRA PARA EL ANÁLISIS.....	54
3.10 OBTENCIÓN DE MOHOS EN MUESTRA DE GÜIÑAPO DE MAÍZ según (ANMAT, 2014).....	54
3.11 IDENTIFICACIÓN DE HONGOS TOXIGENICOS Y SUS GÉNEROS.....	55
3.12 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS EN EL GÜIÑAPO DE MAÍZ (Humedad, Acidez y pH)	56
3.12.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR EL MÉTODO DE DESECACIÓN EN ESTUFA Según NTP, 205.037: 1975. Revisado el 2016.....	56
3.12.2. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ POR EL MÉTODO VOLUMÉTRICO SEGÚN NTP 205.039: 1975. Revisado el 2011.....	57
3.12.3. DETERMINACIÓN DE pH POR EL MÉTODO COLORIMÉTRICO PAPEL INDICADOR DE pH (PAPEL MERCK) ..	57
3.13 CUANTIFICACIÓN DE AFLATOXINAS TOTALES POR EL MÉTODO INMUNOENZIMATICO ELISA	58
3.14 CUANTIFICACIÓN DE OCRATOXINA A POR EL MÉTODO INMUNOENZIMATICO ELISA.....	61
3.15 CUANTIFICACIÓN DE FUMONISINA TOTAL POR EL MÉTODO INMUNOENZIMATICO ELISA	64
3.16 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	67

CAPÍTULO IV.....	69
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
4.1 IDENTIFICACIÓN DE HONGOS TOXIGÉNICOS PRESENTES EN MUESTRAS DE GÜIÑAPO DE MAIZ.....	69
4.2 ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO.....	73
4.2.1 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL GÜIÑAPO DE MAÍZ.	73
4.2.2 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ DEL GÜIÑAPO DE MAÍZ.	75
4.2.3 DETERMINACIÓN DEL pH DEL GÜIÑAPO DE MAÍZ.	77
4.3 DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE MICOTOXINAS CARCINOGÉNICAS (AFLATOXINA TOTAL, OCRATOXINA A Y FUMONISINA TOTAL) EN LAS MUESTRAS DE GÜIÑAPO DE MAÍZ (<i>ZEА MAYS</i>), MEDIANTE EL MÉTODO DE ELISA.	81
4.4 RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE MICOTOXINAS CARCINOGÉNICAS Y LA PRESENCIA DE HONGOS TOXIGÉNICOS EN EL GÜIÑAPO DE MAÍZ (<i>ZEА MAYS</i>)	92
4.5 RELACIÓN ENTRE LOS FACTORES FÍSICOQUÍMICOS (HUMEDAD, ACIDEZ, pH) Y LA CONCENTRACIÓN DE MICOTOXINAS CARCINOGÉNICAS (<i>AFLATOXINAS, OCRATOXINAS A Y FUMONISINAS</i>) EN EL GÜIÑAPO DE MAÍZ.	98
CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES.....	103
BIBLIOGRAFÍA	104
ANEXOS	109

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	110
ANEXO 2: ETIQUETA PARA EL ROTULADO DE LAS MUESTRAS DEL GÜIÑAPO DE MAÍZ	111
ANEXO 3: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE HONGOS TOXIGÉNICOS	112
ANEXO 4: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE MICOTOXINAS CARCINOGÉNICAS EN LAS MUESTRAS	113
ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ANÁLISIS DE PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LAS MUESTRAS	114
ANEXO 6: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE ACIDEZ EN LAS MUESTRAS	115
ANEXO 7: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL ANÁLISIS DE PH EN LAS MUESTRAS PAPEL INDICADOR DE PH (PAPEL MERCK)	116
ANEXO 8: PANEL FOTOGRAFICO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y TOMA DE MUESTRA EN CHICHERIAS	117
ANEXO 9: FICHA DE MUESTREO	120
ANEXO 10: ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS	122
Anexo 11: NUMERACIÓN DE MOHOS EN GÜIÑAPO DE MAIZ	123
ANEXO 12: OBSERVACIÓN MACROSCÓPICA	126
ANEXO 13: OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA	127
ANEXO 14: REGISTRO MICROBIOLÓGICO	128
ANEXO 15 :PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	132
ANEXO 16: CUANTIFICACIÓN DE AFLATOXINAS, OCRATOXINA A Y FUMONISINAS TOTALES	135
ANEXO 17: CURVAS DE CALIBRACIÓN DE ELISA	136
ANEXO 18: PROCEDIMIENTO DE AFLATOXINA	138
ANEXO 19: PROCEDIMIENTO DE OCRATOXINA A	139
ANEXO 20: PROCEDIMIENTO DE FUMONISINA	140
ANEXO 21: RESULTADO DE AFLATOXINAS TOTALES	141
ANEXO 22: RESULTADO DE OCRATOXINAS A	144
ANEXO 23: RESULTADO DE FUMONISINAS TOTALES	147
ANEXO 24: NORMA DE CODEX ALIMENTARIUS PARA HUMEDAD	150
ANEXO 25: NORMA TÉCNICA PERUANA PARA ACIDEZ	152
ANEXO 26: NORMA TÉCNICA PERUANA PARA pH	156
ANEXO 27: CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS	157
ANEXO 28: NORMA DEL CODEX ALIMENTARIUS	158
ANEXO 29: NORMA DEL CODEX ALIMENTARIUS	160
ANEXO 30: AUTORIZACIÓN PARA LA TOMA DE MUESTRAS	164

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características nutricionales de un grano de maíz.	15
Tabla 2: Taxonomía del maíz.	17
Tabla 3: <i>Micotoxinas producidas por diferentes tipos de hongos.</i>	19
Tabla 4: <i>Hongos y Micotoxinas presentes en el maíz.</i>	20
Tabla 5: <i>Hongos y Micotoxinas carcinógenas presentes en el maíz.</i>	21
Tabla 6: <i>Efectos toxicos del genero Fusarium spp. en las personas.</i>	21
Tabla 7: <i>Efectos toxicos del genero Aspergillus spp. en las personas.</i>	22
Tabla 8: <i>Efectos toxicos del genero Penicilium spp. en las personas.</i>	23
Tabla 9: <i>Taxonomia del genero Fusarium spp.</i>	25
Tabla 10. <i>Taxonomia del genero Penicillium spp.</i>	29
Tabla 11: <i>Taxonomia del genero Aspergillus spp.</i>	32
Tabla 12: Valores de aw necesarios para el desarrollo de algunos mohos y para la producción de algunas Micotoxinas.....	34
Tabla 13: Valores de temperatura necesarios para algunos mohos y para la producción de algunas Micotoxinas....	35
Tabla 14: Centros de producción de Güiñapo y chicha	48
Tabla 15: Determinación de los puntos de muestreo.	53
Tabla 16: Porcentaje de los géneros de mohos contaminantes de Güiñapo de maíz por centro de Expendio.	69
Tabla 17: Porcentaje de humedad en las muestras de Güiñapo de maíz de centros de expendio de Güiñapo y chicha en el valle sagrado de los Incas (2025).	73
Tabla 18: Acidez de las muestras de Güiñapo de maíz procedentes de los centros de expendio de Güiñapo y chicha en el Valle Sagrado de los Incas (2025).....	75
Tabla 19 : pH de las muestras de Güiñapo de maíz procedentes de los centros de expendio del Valle sagrado de los Incas (2024).	77
Tabla 20: Cuantificación de Aflatoxina total por ELISA en muestras de Güiñapo de maíz procedentes de centros de expendio de Güiñapo y chicha en el Valle sagrado de los Incas (2024).	81
Tabla 21: Cuantificación de Ocratoxina A por ELISA en muestras de Güiñapo de maíz procedentes de centros de expendio del valle sagrado de los Incas (2024).....	84
Tabla 22: Cuantificación de Fumonisinas Totales por ELISA en muestras de Güiñapo de maíz procedentes de centros de expendio del Valle sagrado de los Incas (2024).	87

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<i>Diagrama 1: Métodos para determinar Micotoxinas en alimentos.....</i>	<i>39</i>
<i>Diagrama 2: Método ELISA.....</i>	<i>40</i>
<i>Diagrama 3:Flujograma de investigación.....</i>	<i>52</i>
<i>Diagrama 4: Método por diluciones en agua peptonada.....</i>	<i>54</i>
<i>Diagrama 5: Siembra por el método de incorporación.....</i>	<i>55</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso para la obtención de Güiñapo de maíz.	18
Figura 2: Hongo del género <i>Fusarium</i> spp. microscópicamente.	24
Figura 3: Hongo del género <i>Fusarium</i> spp. macroscópicamente.	25
Figura 4: Estructura química de la Fumonisin.	27
Figura 5: Hongo del género <i>Penicillium</i> spp. microscópicamente.	28
Figura 6: Hongo del género <i>Penicillium</i> spp. macroscópicamente.	29
Figura 7: Micotoxina carcinogénica del género <i>Penicillium</i> spp..	30
Figura 8: Hongo del género <i>Aspergillus</i> spp. microscópicamente.	31
Figura 9: Hongo del género <i>Aspergillus</i> spp. macroscópicamente.	31
Figura 10: Estructuras químicas de las Aflatoxinas.	33
Figura 11: Estructura química de la Ocratoxina A (OTA).	33
Figura 12: Mapa de ubicación de las zonas del valle sagrado de los incas.	46
Figura 13: Frecuencia de géneros de hongos contaminantes en el total de las muestras de Güiñapo de maíz.	70
Figura 14: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para <i>Aspergillus</i> spp.	71
Figura 15: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para <i>Penicillium</i> spp.	71
Figura 16: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para <i>Fusarium</i> spp.	72
Figura 17: Porcentaje de muestras aceptables y no aceptables según humedad (%).	74
Figura 18: Frecuencia de acidez de las muestras de Güiñapo de maíz.	76
Figura 19: Rango del pH total de las muestras de Güiñapo de maíz procedentes de los centros de expendio del Valle sagrado de los Incas.	78
Figura 20: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para % Humedad.	79
Figura 21: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para % de Acidez de la Muestra.	79
Figura 22: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para pH con papel indicador.	80
Figura 23: Cuantificación de Aflatoxinas.	82
Figura 24: Porcentaje de aflatoxinas en muestras de Güiñapo de maíz.	83
Figura 25: Cuantificación de Ocratoxina A.	85
Figura 26: Porcentaje de Ocratoxina A en muestras de Güiñapo de maíz.	86
Figura 27: Cuantificación de Fumonisin totales	88
Figura 28: Porcentaje de Fumonisin en muestras de Güiñapo de maíz.	89
Figura 29: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para Aflatoxinas.	90
Figura 30: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para % de Ocratoxinas.	90
Figura 31: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para pH Fumonisin.	91
Figura 32: Relación entre Aflatoxinas Totales y hongos Toxigénicos	92
Figura 33: Relación entre concentración de Aflatoxinas y numero de colonias de <i>Aspergillus</i> spp.	93
Figura 34: Relación entre Ocratoxina A y hongos toxigenicos	94
Figura 35: Correlación Rho de Spearman (ρ) entre Ocratoxinas y <i>Penicillium</i> spp.	95
Figura 36: Relación entre Fumonisin y hongos toxigenicos	96
Figura 37: Correlación Rho de Spearman (ρ) entre Fumonisin y <i>Fusarium</i> spp.	97
Figura 38: Correlación Rho de Spearman (ρ) entre humedad y Micotoxinas carcinogénicas	98
Figura 39: Correlación Rho de Spearman (ρ) Acidez y micotoxinas carcinogénicas.	99
Figura 40: Correlación Rho de Spearman (ρ) entre pH y Micotoxinas carcinogénicas.	100
Figura 41: Mapa de calor de Correlación Spearman entre Micotoxinas y Características fisicoquímicas.	101

ABREVIATURAS

AOAC: Asociación de Colaboración Analítica Oficial

DLLME: Método de microextracción líquido-líquido dispersiva

DMFS: Dimetilformamida

DON: Dexoxinivalenol

ELISA: Ensayo de Inmunoadsorción Ligado a Enzima

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

GC/MS: Cromatografía de gases / Espectrometría de masas

HPLC: Cromatografía Líquida de alta Resolución

IARC: Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer

MON: Moniliformina

NIV: Nivalenol

NTP: Norma Técnica Peruana

OMS: Organización Mundial de la Salud

OTA: Ocratoxina A

PCR: Reacción en cadena de la Polimerasa

ppm: Partes por millón

ppb: Partes por billón

TCT: Tricocetenos

UFC/g: Unidad Formadora de Colonias

ZEA: Zearalenonas

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como **Objetivo** Identificar los hongos toxigénicos y determinar los valores de Micotoxinas carcinogénicas por ELISA, presentes en el Güiñapo de maíz (*Zea mays*), destinado a la producción de chicha, del Valle Sagrado de los Incas. **Metodología:** Se procesaron 40 muestras de Güiñapo de maíz procedentes de diferentes centros de expendio: Pisac, Coya, Lamay, Calca, Urubamba y Ollantaytambo, mediante ELISA, donde los **Resultados** indican que el 60% presentan Aflatoxinas totales sobrepasando el límite máximo permisibles de (15ppb) y su producción se relaciona con la presencia de *Aspergillus spp.* Asimismo, se determinó Ocratoxina A, donde el 100% no superan el rango permitido de (5ppb) y cuya producción se relaciona con la presencia de *Aspergillus spp.* y *Penicillium spp.* y por último se determinó Fumonisinias totales, donde el 8% presentan Fumonisinias totales sobrepasando el límite máximo permisible (4ppm). Donde; su producción se relaciona con la presencia de *Fusarium spp.* Se identificaron hongos de los géneros: *Aspergillus spp.* 90.90%, *Fusarium spp.* 6.70% y *Penicillium spp.* 2.40%. También, se determinó la humedad y la acidez, resultando que el 100% de valores están por encima para la NTP; Respecto al pH el 90% son considerados aceptables por la NTP.

Se **concluye** que La correlación mediante Rho Spearson, entre hongos y micotoxinas fue positiva, mientras que las micotoxinas con humedad, acidez y pH, fueron no significativas.

Palabras clave: Aflatoxinas totales, Ocratoxina A, Fumonisinias totales, Güiñapo, ELISA

ABSTRACT

The objective of this research was to identify toxigenic fungi and determine the levels of carcinogenic mycotoxins, using ELISA, present in the corn (*Zea mays*) used for chicha production in the Sacred Valley of the Incas. Methodology: Forty corn samples from different distribution centers—Pisac, Coya, Lamay, Calca, Urubamba, and Ollantaytambo—were processed using ELISA. The results indicate that 60% of the samples contained total aflatoxins exceeding the maximum permissible limit of 15 ppb, and their production is related to the presence of *Aspergillus* spp. Ochratoxin A was also determined, with 100% of the samples not exceeding the permissible range of 5 ppb, and its production is related to the presence of *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. Finally, total fumonisins were determined, with 8% exceeding the maximum permissible limit (4 ppm). Their production is related to the presence of *Fusarium* spp. Fungi of the following genera were identified: *Aspergillus* spp. (90.90%), *Fusarium* spp. (6.70%), and *Penicillium* spp. (2.40%). Moisture and acidity were also determined, with 100% of the values exceeding the NTP (Peruvian Technical Standard). Regarding pH, 90% were considered acceptable according to the NTP.

It is concluded that the Spearson rho correlation between fungi and mycotoxins was positive, while the correlations between mycotoxins and moisture, acidity, and pH were not significant.

Keywords: Total aflatoxins, Ochratoxin A, Total fumonisins, Güiñapo, ELISA

INTRODUCCIÓN

El Güiñapo es un producto que se elabora mediante el método de germinación forzada del maíz u otros cereales, para la elaboración de chicha artesanal. El nombre «Güiñapo» tiene su origen en la palabra quechua “wiñay”, que puede traducirse como «crecer» o «provocar» la germinación del maíz. (19)

El maíz (*Zea mays L.*) es ampliamente considerado como uno de los cereales más cultivados a nivel mundial. Esto se debe principalmente a su alto valor nutricional, lo que le confiere una gran importancia en el mercado global. Es muy utilizado en la dieta humana ya que brinda elementos nutritivos, también forma parte de la alimentación de algunos animales, es un alimento muy susceptible a la contaminación por hongos. (1).

Los mohos son un tipo de hongos que producen diversas micotoxinas como: Aflatoxinas, Ocratoxinas, Fumonisinas, todas estas micotoxinas se encuentran en los alimentos y existen evidencias de que pueden ser potencialmente cancerígenos y causar una amplia gama de enfermedades que afectan tanto a humanos como a animales, así como mutagenicidad. (2)

La Aflatoxina B1 es producida por especies del género *Aspergillus spp.* es la más tóxica de todas, y se ha vinculado con el carcinoma hepatocelular en humanos y en una amplia variedad de especies animales, La Ocratoxina A (OTA), es generada principalmente por hongos pertenecientes a las especies del género *Aspergillus spp.* y *Penicillium spp.*, que en cantidades moderadas tienen el potencial de ser nefrotóxicas, mientras que en cantidades altas pueden ser hepatotóxicas, esta micotoxina es capaz de actuar como teratogénica, mutagénica y probablemente embriotóxica. Las especies de hongos del género *Fusarium spp.*, como *Fusarium spp. moniliforme* y *Fusarium spp. Proliferatum*, son responsables de la producción de Fumonisinas, micotoxinas que afectan principalmente al maíz, durante el cultivo y almacenamiento del grano. La alta cantidad de Fumonisinas en el maíz puede ser la causa de cáncer esofágico asociado con la exposición a esta micotoxina (3).

Con esta investigación se pretende determinar la presencia de micotoxinas carcinogénicas como Aflatoxinas, Ocratoxinas A y Fumonisinas totales por ELISA presentes en el Güiñapo de maíz procedentes de diferentes centros de producción para la elaboración de chicha, comercializado en el valle sagrado de los Incas, y con ello también se busca contribuir al conocimiento científico para la calidad alimentaria, reducir la ingesta de micotoxinas, prevenir las patologías humanas y desarrollar medidas de prevención, control de hongos toxigénicos y de micotoxinas.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las Micotoxinas son una clase de metabolitos tóxicos generados por una amplia gama de hongos filamentosos conocidos como (Hongos toxigénicos). Hay una serie de hongos, como *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Fusarium spp.* y *Alternaria spp.* Son capaces de atacar cereales, legumbres, frutas, verduras y hortalizas. Estas se forman no sólo durante el proceso de cultivo, sino también durante las etapas de cosecha, el transporte y el almacenamiento del alimento (4).

Al respecto, la Organización mundial de la salud (OMS, 2023) señala que las Micotoxinas constituyen un problema de salud pública a **Nivel Mundial**, debido a su elevada prevalencia en productos para consumo humano y en alimentos para animales; también porque la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) las clasifica como tóxicas, nefrotóxicas, hepatotóxicas, carcinógenas, inmunosupresoras y mutagénicas para los seres humanos. (5).

De acuerdo con la (FAO, 2024), el 25% de todos los cultivos, que se producen en el mundo están afectados por hongos productores de Micotoxinas. (6)

En América Latina un estudio realizado por la División avicultura VETANCO S.A. en 2022, se analizaron muestras de alimentos y materias primas en siete países Latinoamericanos para realizar una encuesta sobre las prevalencias de Micotoxinas, donde la Fumonisina sigue siendo la micotoxina de mayor prevalencia con concentraciones que se mantienen elevadas (59%) le siguieron la Zearalenona (51%), Aflatoxina (38%) y DON (30%). Esta situación se encuentra agravada por la capacidad de esta micotoxina de ser metabolizada durante la temporada de crecimiento de las plantas y adquirir la forma enmascarada u oculta, bajo condiciones climáticas particulares. (7)

A Nivel Nacional nuestro país no cuenta con estudios ni normas que determinen el nivel máximo permitido de Micotoxinas en los alimentos y específicamente en el gūiñapo de maíz por lo que la falta de estándares, rangos y datos crea riesgos para la salud pública, ya que este tipo de alimento pueden volverse inseguro y contaminado, provocando enfermedades en los consumidores. Además, genera problemas económicos y de reputación para los productores y más todavía debido a que nuestro país es productor e importador de maíz, su consumo es a través de una variedad de presentaciones, es un insumo también para fines industriales, en la fabricación de almidón, harina y snack, como la fabricación de maíz frito y desde luego también genera la pérdida de confianza del consumidor (8).

A Nivel Local la seguridad alimentaria asociada con el Güiñapo de maíz (*Zea mays*) representa un desafío significativo debido a la posible contaminación por Hongos Toxigénicos y Micotoxinas. Además, este producto no cuenta con un buen manejo debido al desconocimiento por parte de los expendedores, ya que este se vende a granel y están almacenados de manera inadecuada, ya sea en sacos, recipientes de plástico o en el suelo, tampoco cumplen con las condiciones ambientales adecuadas (temperatura y humedad). Como resultado, este producto contiene agua, lo que genera una causa fundamental para su contaminación; también mencionar que las Micotoxinas son resistentes al calor; una vez producidas por el hongo, no pueden ser eliminadas de la mazorca ni de ninguno de los productos derivados del maíz.

Existe limitada investigación sobre las Micotoxinas en alimentos por lo cual se pretende desarrollar esta investigación en el Güiñapo de maíz para así demostrar la presencia de Hongos Toxigénicos y la existencia de Micotoxinas Carcinogénicas, incluyendo la identificación, caracterización y así como sus concentraciones en dicho producto.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué hongos toxigénicos existen en el Güiñapo de maíz (*zea mays*) y cuáles serán los valores de Micotoxinas carcinogénicas por ELISA en el Güiñapo de maíz (*zea mays*), destinado a la producción de chicha en El Valle Sagrado de los Incas, 2024?

1.3 OBJETIVOS DE ESTUDIO

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Identificar los hongos toxigénicos en el Güiñapo de maíz y determinar los valores de Micotoxinas carcinogénicas por ELISA, presentes en el Güiñapo de maíz (*Zea mays*), destinado a la producción de chicha, recolectadas en El Valle Sagrado de los Incas.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Realizar la identificación de hongos toxigénicos presentes en muestras de Güiñapo de maíz (*Zea mays*).
2. Realizar el análisis de humedad, acidez, pH del Güiñapo de maíz (*Zea mays*).
3. Determinar los valores de Micotoxinas carcinogénicas (Aflatoxinas, Ocratoxina A y Fumonisinias) en las muestras de Güiñapo de maíz (*Zea mays*), mediante el método de ELISA.
4. Establecer la relación entre las Micotoxinas carcinogénicas (Aflatoxinas, Ocratoxina A y Fumonisinias) y la presencia de hongos toxigénicos en el Güiñapo de maíz (*Zea mays*).
5. Establecer la relación entre los Factores fisicoquímicos (Humedad, Acidez, pH) y Micotoxinas carcinogénicas (Aflatoxinas, Ocratoxinas A y Fumonisinias) en el Güiñapo de maíz.

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

1.4.1 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Aportará una perspectiva objetiva sobre el impacto de las Micotoxinas en la salud humana y proporcionará recomendaciones después de la evaluación de los resultados obtenidos, este con la intención de que los expendedores y/o productores, así como las autoridades municipales y de salud, tomen medidas oportunas para prevenir efectos indeseables en la salud pública y así minimizar el riesgo por contaminación de Micotoxinas, considerando el hecho de que , está vinculado con exposición crónica que incitan al cáncer, toxicidad renal y a la inmunosupresión.

1.4.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La aplicación de técnicas analíticas avanzadas como ELISA para la detección de Micotoxinas en alimentos no es novedoso ya que se viene aplicando desde años atrás y contribuye al desarrollo científico.

Los resultados del estudio servirán de referencia para la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA) – CUSCO, esto se hará para garantizar un monitoreo continuo de los insumos utilizados en la producción de bebidas artesanales para consumo humano.

1.4.3 JUSTIFICACIÓN ALIMENTARIA

El aporte de este estudio tiene como propósito de asegurar que el Güiñapo de maíz esté libre de contaminación por Micotoxinas y garantizar la calidad, tanto como la seguridad del producto final, “la chicha”. Esto es crucial tanto para la reputación de los expendedores y/o productores como para la confianza del consumidor.

1.5 HIPÓTESIS

Existe la presencia de hongos toxigénicos (*Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.* y *Penicillium spp.*) y elevadas concentraciones de Micotoxinas Carcinogénicas (Aflatoxinas, Ocratoxinas y Fumonisinias) en el Güiñapo de maíz (*Zea mays*), destinado para la producción de chicha en El Valle Sagrado de los Incas, 2024.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 VISIÓN HISTORICA

A lo largo de muchos siglos se han reconocido o sospechado las intoxicaciones causadas por alimentos asociados a Micotoxinas. Los reportes de los primeros casos que se tiene noticia se produjeron en Europa hacia el siglo XVI, estos casos se debieron al consumo de harinas derivadas de granos de trigo de invierno infectados con hongos pertenecientes al género *Claviceps*. La toxicidad de estas sustancias se caracteriza por el hecho de que contribuyen al desarrollo de una enfermedad conocida como ergotismo, que puede acabar provocando un estado gangrenoso de las extremidades. Por otra parte, el descubrimiento de las aflatoxinas en 1960 en Inglaterra llevó al reconocimiento de los peligros potenciales para la salud, relacionados a la presencia de Micotoxinas. Se trata de un grupo de toxinas que tienen un potente efecto cancerígeno y son producidas por hongos pertenecientes al género *Aspergillus spp.* Estos hongos fueron responsables de la muerte de doscientos mil pavos que fueron alimentados con granos de maíz contaminados. Otras dos Micotoxinas, la Zearalenona y el Deoxinivalenol, fueron descubiertas entre 1960 y 1970. Estas Micotoxinas fueron producidas por hongos pertenecientes al género *Fusarium spp.* La primera se distingue por su efecto estrogénico, que altera la reproducción, mientras que la segunda se caracteriza por sus propiedades Vomitoxinas, que disminuyen la cantidad de alimento el consumido por especies sensibles como los porcinos. Durante la década de los ochenta se documentaron las primeras epidemias producidas por Fumonisin. Los efectos de estas Fumonisin fueron letales en especies más susceptibles a ellas, como los equinos, debido al deterioro de su sistema nervioso. Debido a lo mencionado en la actualidad se dispone de un importante conocimiento sobre estas Micotoxinas, es necesario estar alerta ante la presencia de granos contaminados y tomar las medidas preventivas necesarias para evitar riesgos potenciales para la salud de los animales domésticos o de las personas (9).

2.2 ANTECEDENTES DE ESTUDIO

2.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Velásquez Ortiz, David (2022) "CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y MOLECULAR DE HONGOS TOXIGÉNICOS ASOCIADOS A LA MAZORCA DE MAÍZ EN EL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA"

Objetivo: Caracterizar morfológicamente como molecularmente Hongos toxigénicos asociados a la mazorca de maíz en cultivos del Valle de Cauca. **Método:** Para el muestreo, se realizaron visitas a veinticinco localidades productoras de maíz, durante las cuales se colectaron mazorcas secas y asintomáticas. Se obtuvo un total de cincuenta aislamientos, siendo *Fusarium spp.* el agente más frecuente (42%), en segundo lugar, *Talaromyces spp.* (28%), seguido de *Penicillium spp.* (18%) y por último encontrándose al *Aspergillus spp.* (12%). Para identificación de los diferentes géneros se realizó por claves taxonómicas y la amplificación de las regiones ITS, TEF-1a, y B-tubulina, obteniendo un porcentaje de identidad y cobertura entre 99-100%, esto permitió identificar tipos hongos que originan múltiples enfermedades en los cultivos de maíz y con la capacidad de producir importantes Micotoxinas como lo son *Fusarium Verticillioides*, *Fusarium Graminearum*, *Fusarium Proliferatum* y *Aspergillus Niger*. Además, se da conocer el primer reporte en Colombia y en el Valle del Cauca de nueve especies asociadas a la mazorca de maíz como *Fusarium spp.*, *Sororula*, *Aspergillus spp. Sydowii*, *Aspergillus spp. Tamarii*, *Aspergillus spp. Wentii*, *Penicillium spp. Citrinum*, *Talaromyces Funiculos*, *Talaromyces Sayulitensis*, *Talaromyces Stollii* y *Talaromyces Wortmannii*. La detección de las Micotoxinas se llevó a cabo mediante la amplificación por (PCR) y la cuantificación se llevó a cabo utilizando la técnica (ELISA) utilizando kits veratox de NEOGEN. **Resultado:** Como resultado revelaron que, de los 50 aislamientos, 24 de ellas se amplificaron mediante (PCR) para la determinación de Aflatoxinas, Deoxinivalenol, Fumonisinias y Zearalenona, los cuales presentaron altas concentraciones particularmente de Fumonisinias, sobrepasando los rangos máximos.

Así mismo fue posible brindar un reporte a nivel mundial sobre la presencia y producción de DON y ZEA por *Fusarium Sororula* y de Aflatoxinas por *Aspergillus sydowii* en el maíz. **Conclusiones:** La evaluación oportuna de las Micotoxinas, así como la identificación y caracterización de estos Hongos Toxigénicos, permitan desarrollar y fortalecer muchas estrategias de prevención, control y vigilancia de estos contaminantes que garanticen la calidad y seguridad del maíz, así como sus derivados destinados al consumo humano y animal. (10)

De Santiago Meza, Joel (2021) "HONGOS FITOPATÓGENOS RELACIONADOS A LA PUDRICIÓN DE MAÍZ ASIGNADO COMO ALIMENTO PARA EL GANADO"

Objetivo: Detectar los hongos presentes en tallos y granos de maíces híbridos: DK- 2069, DK-2061 y DK-2048, destinados para la alimentación de animales. **Método:** Se usaron medios de cultivo agar papa dextrosa (PDA), para la identificación morfológica de hongos. Se obtuvieron 15 muestras de tallos con diferentes pigmentaciones en el exterior y 15 mazorcas principales en un muestreo al azar sobre 10 surcos centrales por cada una de las parcelas evaluadas. La evaluación se llevó a cabo en el Laboratorio de Entomología Molecular y Alternativas de Control de Plagas del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, donde las muestras de tallos y granos colectados se desinfectaron y colocaron en medio de cultivo PDA y posteriormente se identificaron los patógenos mediante criterios morfológicos. **Resultado:** Las muestras de tallos se identificaron hongos fitopatógenos correspondientes a los géneros; *Penicillium spp.* y *Fusarium spp.* con una incidencia total de 33.89 a 68.89%, mientras que en las muestras de granos se identificaron los géneros *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* y *Fusarium spp.* con incidencia total de 27.10 a 70.99%. **Conclusión:** Debido a la incidencia de los hongos potencialmente toxigénicos (*Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*) en los granos de los diferentes genotipos, la zona de estudio requiere estrategias para una producción de forraje para el consumo animal más seguro, es decir, inocuo, para evitar enfermedades en múltiple de Tukey ($p=0.05$), utilizando el software SAS® versión 9.1 **Resultado:** Las muestras de tallos se identificaron hongos fitopatógenos correspondientes a los géneros; *Penicillium spp.* y *Fusarium spp.* con una incidencia total de 33.89 a 68.89%, mientras que en las muestras de granos se identificaron los géneros *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* y *Fusarium spp.* con incidencia total de 27.10 a 70.99% **Conclusión:** Debido a la incidencia de los hongos potencialmente toxigénicos (*Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*) en los granos de los diferentes genotipos, la zona de estudio requiere estrategias para una producción de forraje para el consumo animal más seguro, es decir, inocuo, para evitar enfermedades en el ganado y contaminación indirecta de las Micotoxinas a las personas" (11)

Arellano Galicia, Luis Javier (2019) "DETECCIÓN DE HONGOS E IDENTIFICACIÓN DE MICOTOXINAS EN GRANOS DE MAÍZ ALMACENADOS"

Objetivo: Determinar la presencia de hongos, conocidos por producir sustancias tóxicas, en granos de maíz destinados al consumo humano. **Metodología:** El estudio es experimental-cuantitativo, en la investigación se procedió a realizar un muestreo en ocho establecimientos que se dedican a la comercialización de granos de maíz estos establecimientos están ubicados en Cárdenas, Tabasco. Se utilizó la técnica de microcultivo para aislar y observar las características morfológicas de hongos pertenecientes a los géneros *Aspergillus spp.* y *Cunninghamella spp.* Adicionalmente, utilizando cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) acoplada a un detector de UV-VIS **Resultado:** Se logró determinar cuatro tipos diferentes de Aflatoxinas (Aflatoxina B1, Aflatoxina B2, Aflatoxina G1 y Aflatoxinas G2). los cuales presentaron concentraciones que oscilaban entre 55.22 y 1256.35 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Las muestras analizadas superaron el nivel máximo permisible de 20 $\mu\text{g kg}^{-1}$ para aflatoxinas, establecido por las Normas Oficiales Mexicanas. (12)

Him F., José J.; Tuñón Dora; Rodríguez Yaira (2021) "DETECCION DE AFLATOXINAS EN MANÍ Y MAÍZ PARA PALOMITAS EN TRES MARCAS LOCALES EN PANAMA"

Objetivo: Detectar aflatoxinas en productos de maní y maíz para palomitas normalmente consumidos en paquetes sellados en Panamá. También se evaluó la persistencia de estas toxinas en el tratamiento térmico que reciben las palomitas de maíz. **Método:** De cada producto se seleccionaron tres marcas diferentes y de cada marca se muestreó un total de tres paquetes, cada paquete pertenecía a un lote de producción diferente. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de análisis de alimentos del CRU de Coclé. El análisis de las micotoxinas fue realizado mediante el método ELISA competitiva de r-biopharm® para la detección de aflatoxinas. De cada muestra se pesó 5 g y fue homogenizada en 25 mL de metanol al 70%. Luego de una agitación manual de 25 veces, se filtró la mezcla con papel filtro Watman No 1 y el filtrado se diluyó con un mL de agua destilada estéril. Luego, 50 μL de esta solución fue procesada en el sistema rbiopharm®; usando el siguiente orden para cada muestra: 50 μL de solución estándar en el primer hoyo, 50 μL en los hoyos siguientes de cada muestra, 50 μL del conjugado enzimático a cada hoyo, 50 μL de anticuerpo aflatoxina; las placas se agitaron suavemente y fueron incubadas a 25 °C por 10 minutos. Posteriormente se decantó el líquido y se hizo el lavado correspondiente. A cada hoyo se le agregó el sustrato cromógeno; las placas se incubaron por cinco minutos a 25 °C en oscuridad, luego fueron agregados 100 μL de solución de ácido sulfúrico, y finalmente se midió la absorbancia a 450 nm. Las concentraciones de aflatoxinas fueron obtenidas del programa de Biopharm.

Resultado: Los datos fueron analizados con el programa SPSS, en varias ocasiones no se detectó presencia de aflatoxinas en las muestras, pero en todas las marcas se obtuvieron datos positivos. Las medias de las concentraciones para maní tuvieron un rango de 16 y 54 ppm, y las medias de maíz para palomitas presentaron rangos entre 18 y 90 ppm. Las pruebas de Kruskal – Wallis demostraron que todas las marcas presentaban igual concentración de aflatoxinas tanto para maní ($P=0.076$), como en maíz para palomitas ($P=0.083$) **Conclusión:** Aunque en algunas muestras no se detectaron aflatoxinas, se pudo observar que, en al menos una ocasión se presentaron resultados positivos en todas las marcas de los productos estudiados. Lo que demuestra que todos estos productos tienen este riesgo potencial. Todas las marcas de maní y maíz para palomitas estudiadas mostraron similar nivel de contaminación por micotoxinas. Los resultados de la comparación de las concentraciones de aflatoxinas fueron significativamente más bajos en las palomitas cocidas con respecto a los datos de las mismas muestras sin tratamiento térmico ($P = 0.005$). Esto significa que el tratamiento térmico al preparar las palomitas de maíz disminuye, pero no elimina, la concentración de aflatoxinas. Estos resultados muestran el riesgo de la presencia de aflatoxinas en estos productos en Panamá. Tanto el maní y el maíz para palomitas sin un empaque seguro son potencialmente peligrosos para los consumidores. (13)

2.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Cabanillas Villoslada, Kely Jackeline (2022) "EVALUACIÓN DE OCRATOXINA A Y ANÁLISIS MICOTOXIGÉNICO EN ZEA MAYS L. "MAIZ MORADO"

Objetivo: Evaluar la cantidad de OTA presente en *Zea mays* L. "maíz morado". **Método:** Las muestras procedieron del centro poblado de Santa Rosa de Callancas, provincia de San Pablo del departamento de Cajamarca. La Ocratoxina A fue evaluada mediante el método de HPLC y separada por columnas de inmunoafinidad, adicionalmente se identificó la presencia de hongos micotoxigénicos mediante método directo e indirecto. Se utilizó 25g por cada muestra, adicionándose 100 mL de acetonitrilo al 60%. Luego se adicionó 46mL de solución buffer fosfato salino a 4 mL de la anterior solución. Se trabajó a un nivel de contaminación del 5 ppb. **Resultados:** Se observó un nivel de contaminación de 10,917 en las muestras, junto con 13,271 partes por billón (ppb) de OTA. Además, las muestras presentaron un valor medio de recuperación del $80,81\% \pm 7,38$. La existencia de *Rhizopus spp.*, *Geotrichum spp.* y *Penicillium spp.* se determinó por el uso del método directo, mientras que *Rhizopus spp.* se determinó por el uso del método indirecto. **Conclusión:** El método de solventes que se utilizó en el proceso de identificación de la OTA es el adecuado presentando un porcentaje de recuperación adecuado, ya que demuestra un promedio de recuperación satisfactorio, y la

concentración de Micotoxinas en las muestras supera los límites normados. Como resultado de la proliferación de los servicios por aire (OTA) en todo el mundo, existe una necesidad urgente de seguimiento, vigilancia y control continuos del material de Ocratoxina A, que constituye una importante emergencia sanitaria y económica mundial. (14)

Tinco Castro, Abel Javier (2021) "DETERMINACIÓN DE FUMONISINAS EN GRANOS Y CORONTAS DE ZEA MAYS L. (MAÍZ VARIEDAD MORADA) CON EL MÉTODO ELISA COMPETITIVO DIRECTO (CD)"

Objetivo: Determinar si el maíz morado (*Zea mays L.*) contiene o no Fumonisina. **Método:** La detección cuantitativa de Fumonisinas se llevó a cabo mediante el uso kit para Fumonisinas a través de la utilización del inmunoensayo ELISA competitivo directo (CD-ELISA). Se seleccionó al azar una veintena de muestras de diferentes lugares de venta de la provincia de Lima, situados en diversas regiones productoras de maíz morado. **Resultados:** Se descubrieron Fumonisinas en todas y cada una de las muestras, y se descubrieron tanto en la corona (tusa) como en los granos. Las coronas tenían una concentración que oscilaba entre 0,160 partes por millón y 6.270 partes por millón, mientras que los granos tenían una concentración que se situaba entre 0,370 partes por millón y 8.800 partes por millón. **Conclusión:** Existe correlación, tanto en la concentración de Fumonisinas detectadas en granos de maíz, como la concentración de Fumonisinas identificadas en corontas de *Zea mays L.* (15)

Luna Ruiz, S. (2021). "DETERMINACIÓN DE MICOTOXINAS POR EL MÉTODO DE ELISA EN MAÍZ AMARILLO EN LA REGIÓN SAN MARTIN".

Objetivo: Para el propósito de este estudio, se utilizó el método ELISA para analizar el maíz amarillo de cuatro lugares diferentes dentro del área de San Martín, con el fin de identificar Micotoxinas. **Método:** Fue mediante el uso del Diseño Experimental de la técnica ELISA COMPETITIVA, que incluyó la lectura de las muestras para determinar si las Micotoxinas estaban presentes o no. **Resultados:** Se descubrió que los niveles de aflatoxinas eran bajos en las zonas de ojos de agua, Centro de Poblado de Consuelo y Caserío de Nuevo Chimbote. Por otro lado, la localidad de Centro Poblado de Winge exhibió un mayor contenido de aflatoxinas (29,4 ppb, 30,8 ppb), que fue ligeramente superior a los valores máximos permitidos. Los niveles de Vomitoxina, Fumonisinas, Ocratoxina, T2/HT2 y zearalenona no resultaron especialmente elevados en ninguno de los emplazamientos. **Conclusión:** Los niveles de Aflatoxina y Ocratoxina A demostraron ser estadísticamente significativos con el uso de ANOVA. Los resultados indicaron que la contaminación por Micotoxinas era leve, a

excepción de la Aflatoxina, que arrojó resultados superiores a los niveles máximos permitidos para el maíz amarillo (16).

Vilma Julia de la Cruz, Emilio Fredy Yabar Villanueva (2012) "DETECCIÓN DE HONGOS TOXIGÉNICOS EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL MAÍZ (ZEA MAÍZ)"

Objetivo: El objetivo de esta investigación fue cuantificar, aislar e identificar los hongos toxigénicos presentes en la cadena productiva del maíz. Los cuales provienen de tres provincias diferentes dentro de la jurisdicción del Departamento de Junín (Huancayo, Chupaca y Concepción), con la intención de proponer medidas de control y evitar su proliferación. **Método:** Se realizó un análisis físico, que incluyó la determinación de la humedad y un análisis microbiológico, que incluyó el recuento del número y la identificación de las especies de hongos que estaban en la cadena productiva de acuerdo a sus características, tanto macroscópicas como microscópicas, utilizando micocultivos e información obtenida de internet. **Resultados:** Se identificaron especies como: *Penicillium Oxalicum*, *Penicillium Viridicatum* y *Penicillium digitatum* en casi toda la investigación especialmente en la tierra de cultivo, *Fusarium roseum* y *Moniliforme*; *Aspergillus Niger*, *Rizophus stolonifer* y levaduras especialmente en la harina de maíz. Entre estos, los hongos tóxicos que se identificaron son *Fusarium moniliforme*, *Froseeurp. Penicillium Oviridicatum*, y *Aspergillus Niger*. Los hongos causantes de podredumbre fueron *Penicillium digitatum* y *Penicillium oxalium*. La repercusión de estos hongos oscila entre 10 y $4,5 \times 10^5$ µfc/g, siendo la media de $4,2 \times 10^4$ µfc/g en toda la cadena productiva. **Conclusión:** Se concluye, que tanto el maíz pelado como la harina de maíz contienen una elevada cantidad de hongos toxigénicos en especial los que provienen de Huancayo. Esto indica que se debe mejorar la etapa postcosecha y la venta de estos productos, ya que estos productos se expenden a granel y probablemente estén expuestos a un mayor riesgo de contaminación. (17)

2.2.3 ANTECEDENTES LOCALES

Muñoz Grovas, Josselin Madeleyne Pfuro Cabezas, Hellen Jessica (2023)"DETERMINACIÓN DE OCRATOXINA A Y FUMONISINAS TOTALES POR ELISA A PARTIR DE MAÍZ MORADO (ZEA MAYS) DE CENTROS DE EXPENDIO DEL CUSCO"

Objetivo: Fue de determinar los niveles de OTA y Fumonisinas totales, presentes en el maíz morado (*Zea mays L.*). En este estudio se utilizaron los estilos de investigación descriptivo y transversal. **Método:** El ELISA y el HPLC fueron las herramientas que se utilizaron para el estudio. En el transcurso del período que comenzó en enero de 2022 y finalizó en abril de 2022, se procesaron treinta y ocho muestras de maíz morado. Estas muestras provenían de los siguientes lugares en Cusco: seis mercados y dos supermercados. Luego de realizar la investigación, se utilizó ELISA para evaluar los niveles de Ocratoxina A. **Resultados:** Los resultados mostraron que el 7.9% de las muestras sobrepasaron los límites máximos permisibles establecidos por el Codex Alimentarius, que es de 5 partes por billón (ppb), con un rango que iba de 5.08 a 72.44 ppb. Se ha demostrado que la presencia de *Aspergillus spp.* y *Penicillium spp.* está asociada a la síntesis de Ocratoxina A. Cuando se midieron las Fumonisinas totales mediante ELISA, se observó que el 53% (20) de ellas superaban los límites máximos permitidos establecidos por el Codex Alimentarius, que es de 4 partes por millón, con un rango que iba de 2,15 a 13,80 partes por millón. Existe una correlación entre la presencia de *Fusarium spp.* y la generación de Fumonisinas totales. Las especies de *Penicillium spp.* representaron el 44,9% del total. Las especies de *Aspergillus spp.* representaron el 31,4%, las de *Fusarium spp.* el 18,9%, las de *Mucor spp.* el 4,1%, las de *Scopulariopsis spp.* el 0,5% y las de *Rhizopus spp.* el 0,2%. Además, se descubrió que el contenido promedio de humedad de las muestras era de 32,06 ($\pm 7,07$), lo que indica que todas las muestras superaban los límites máximos aceptables. En cuanto a la acidez, el 52,6% (20) de las muestras presentaban valores superiores al límite máximo admisible, mientras que el 47,4% (18) de las muestras presentaban valores inferiores al límite máximo admisible. La NTP 209.064 determinó que el 7,9% de las muestras, es decir, tres de ellas, presentaban un pH considerado insatisfactorio. **Conclusión:** Existía una relación positiva entre la cuantificación de mohos y las variaciones de humedad, acidez y pH; sin embargo, no había diferencias significativas entre las tres variables. (18)

Romero Pumahualcca, Ruth (2020) "CUANTIFICACIÓN DE AFLATOXINAS TOTALES EN HARINA DE MAÍZ QUE SE EXPENDE EN TRES MERCADOS DE LA CIUDAD DEL CUSCO"

Objetivo: Fue determinar los niveles de aflatoxinas, la frecuencia de mohos, la relación entre los mohos, la humedad y el pH. En la técnica del estudio se utilizó un enfoque descriptivo y transversal. **Método:** Para determinar las concentraciones totales de aflatoxina se utilizó como instrumento la técnica ELISA. La cuantificación de la frecuencia del tipo de moho se hizo en UFC/g. Utilizaron un sistema gravimétrico a fin de calcular la humedad, y un potenciómetro para la determinación del pH. Para el proyecto de estudio se procesaron un total de treinta y seis ejemplares de harina de maíz provenientes de 3 diferentes mercados: San Pedro, Ttio y Vinocanchón. **Resultados:** Los resultados obtenidos del 92% de las muestras tomadas de los mercados examinados revelaron un valor de 2,35 g/kg (#1,74) de aflatoxinas, estos están por debajo de los valores máximos permitidos en la escala de niveles aceptables. El 77,17% de las muestras eran de *Fusarium spp.*, el 17,14% de *Penicillium spp.*, el 5,01% de *Mucor spp.*, el 0,19% de *Aspergillus spp.*, el 0,49% de *Rhizopus* y el 0,05% de *Scopulariopsis*. En cuanto a humedad, el 94,4% de los ejemplares presentaba un valor del 12,74% ($\pm 1,20$), que no exceden los valores máximos permitidos. Además, el 5,6% de las muestras presentaban una media del 15,18% que superaba el límite según la norma. Entre las muestras, el 81% presentaba un valor de pH de 4,59 ($\pm 0,25$), que está dentro del intervalo definido por la norma. Por otra parte, el 19% de las muestras se encontraba fuera del intervalo establecido por la norma. **Conclusión:** No parece existir ninguna asociación sustancial entre la concentración de aflatoxina y los niveles de pH o humedad. En cuanto a la humedad y el pH, no existe ninguna asociación significativa entre el número de mohos y la humedad. (19)

2.3 ESTADO DE LA CUESTIÓN

Según la **(OMS 2024)**, definen a las Micotoxinas como sustancias nocivas generadas naturalmente por ciertas especies de mohos. Estos hongos productores de Micotoxinas pueden encontrarse creciendo en un sin número de alimentos, variedad de cereales, algunos frutos secos, nueces y especias. Es posible que crezcan pre o post cosecha, mientras se almacena el alimento, o en presencia en entornos cálidos y húmedos. Tras el procesado de los alimentos, la mayoría de las Micotoxinas permanecen en el organismo porque son químicamente estables. Además, **Gimeno y Martins (2011)** afirma que dichas Micotoxinas se sintetizan al comienzo de la etapa estacionaria o al término de la etapa exponencial del desarrollo de los mohos.

Estas Micotoxinas son compuestos policetónicos que tienen un bajo peso molecular, que suele oscilar entre 300 y 400 daltons. Se producen por reacciones de condensación que perturban la reducción de los grupos cetónicos en la biosíntesis de los ácidos grasos, que los mohos utilizan como fuentes de energía. Y también **Según Ornar Salcedo R., Teresa Arbaiza F., Orlando Lucas A. y Antonio Ampuero B. (2001)**, en la actualidad existen varios métodos que pueden ser utilizados para determinar la presencia de Micotoxinas en productos alimenticios en el Perú. Sin embargo, no existen estudios o estándares normativos establecidos sobre los niveles máximos y mínimos de Micotoxinas permitidos. Como punto adicional de interés, no existen entidades u organizaciones que se encarguen de evaluar y controlar los riesgos potenciales que podrían derivarse de la contaminación de productos alimenticios por la presencia de Micotoxinas, lo que conllevaría a la aparición de problemas de salud pública. Además, según la **(FAO).2003**, al menos 99 naciones tienen legislación vigente sobre la existencia de Micotoxinas en productos alimenticios. Para el año 1995 el mundo carecía de normas reconocidas sobre Micotoxinas., equivalente a un 23% de la población mundial, Debido a un leve incremento en América Latina y Europa, así como también en África y Asia/Oceanía, esta proporción se redujo a un 13% en el año 2003.

El **(IARC)**, se ocupa de efectuar una revisión constante de las investigaciones sobre Micotoxinas con el fin de determinar la posible carcinogenicidad de estas sustancias en los seres humanos, tal y como afirmaron **Claeys et al. en el año 2020**. Como resultado, la **(IARC)** ofrece una clasificación de las Micotoxinas en categorías según su conexión con el desarrollo del cáncer. El Grupo 1, compuesto por las cuatro aflatoxinas principales (AFB1, AFB2, AFG1 y AFG2), se ha descubierto como un grupo de sustancias que han demostrado causar cáncer en los humanos. La (AFM1), las Fumonisin y la OTA están clasificadas como pertenecientes al grupo 2B. Esta clasificación indica que existen pruebas mínimas que relacionan estas sustancias con el cáncer en las personas. En consecuencia, estas

sustancias se consideran potencialmente cancerígenas para el ser humano. Sin embargo, la zearalenona, el Deoxinivalenol, las toxinas T-2 y HT-2, la Patulina y la Citrinina están clasificadas como pertenecientes al grupo 3, con pruebas inadecuadas o insuficientes en animales. En consecuencia, estas sustancias no pueden clasificarse como carcinógenas para los seres humanos. Esto es según **Claeys et al. 2020 y Kamos-Girona et al. 2020**.

2.4 BASES TEORICAS

2.4.1 EL MAÍZ

Dentro del género *Zea*, que pertenece a la familia de las gramíneas o poáceas, se clasifican el maíz y sus primos silvestres, los teocintles. El maíz es originario del continente americano y se considera una de las contribuciones más vitales a la seguridad alimentaria en el mundo. El arroz y el trigo también son esenciales en términos de agricultura, se consideran los tres cereales que más se cultivan en todo el mundo. Estos tres cereales son los que más se cultivan en todo el planeta.

Tabla 1: Características nutricionales de un grano de maíz.

Almidón	72%
Proteína	10%
Grasa	4%
Fibra	6%
Minerales	5.5%
Otros carbohidratos	2%
Vitaminas	0.5%
Densidad energética	365Kcal/100 g

Fuente: Mendoza García PJ. (2017). Nota. La tabla representa las características nutricionales de un grano de maíz. (20).

El maíz es uno de los alimentos más importantes para los que viven en la sierra peruana. La mayor parte del maíz que se produce se destina al uso personal, y se consume en diversas formas, como maíz, cancha, mote, harina precocida y bebidas, entre otras aplicaciones (20). También es el cereal que más se cultiva en el planeta, y tanto su producción como su promedio obtenido en los últimos cinco años en el mundo han superado en un 23% el promedio registrado por la cosecha de trigo durante el mismo periodo de tiempo (20).

Una de las distinciones más significativas entre las numerosas especies de maíz que existen en el Perú es su color. Los granos de maíz pueden ser de color blanco, amarillo, rojo, negro, o morado dependiendo de la variedad del grano (20).

2.4.1.1 ORIGEN DEL MAÍZ

Sigue habiendo divergencias de opinión sobre los detalles de su origen. Por otra parte, suele pensarse que fue una de las primeras especies en cultivarse hace ya 7.000 y 10.000 años. Algunos yacimientos arqueológicos de México han proporcionado las pruebas más antiguas de la utilización del maíz como fuente de alimento por los seres humanos. En estos yacimientos se han descubierto pequeñas mazorcas de maíz con unos 5.000 años de antigüedad aproximadamente. Estas mazorcas se descubrieron en cuevas construidas por pueblos prehistóricos. (21) . Existen muchas hipótesis diferentes sobre el origen del maíz, que pueden resumirse como sigue:

Origen Asiático

Pudo haber evolucionado en el continente asiático, concretamente en los Himalayas, dando lugar a un híbrido como varias especies de Coix y Andropogoniae, y posiblemente tipos de Sorghum. Ambas especies patriarcales del maíz habrían tenido cinco pares de cromosomas. A pesar de que esta idea no ha recibido mucha aceptación, es comúnmente reconocido que uno de los cultivos alimentarios originarios del Nuevo Mundo es el maíz. (21)

Origen Andino

Los Andes, situados en Bolivia, Ecuador y Perú, son el lugar donde se habría originado el maíz. La existencia de maíz en Sudamérica y la extensa variedad genética que se encuentra en el maíz andino, particularmente en las regiones peruanas, fueron las principales justificaciones para esta idea. El hecho de que no se conozca la existencia de primos silvestres del maíz, incluido el teosinte, en ese lugar es una cuestión polémica con esta idea. (21).

Origen Mexicano

Son varios los estudiosos que opinan que tuvo su origen en México, país en el que el maíz y el teosinte coexistieron desde tiempos antiguos y donde estas dos muestras poseen diversas de características similares. La idea de que el maíz pudo originarse en México está firmemente respaldada por el descubrimiento de polen antiguo y mazorcas de maíz en cuevas situadas en yacimientos arqueológicos (21).

2.4.1.3 TAXONOMÍA DEL MAÍZ

Tabla 2: Taxonomía del maíz.

Nombre Científico	<i>Zea Mays L.</i>
Reino	<i>Vegetal (Plantae)</i>
División	<i>Angiospermae (Magnoliophyta)</i>
Subdivisión	<i>Pteropsidae</i>
Clase	<i>Monocotyledoneae</i>
Orden	<i>Poales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Tribu	<i>Andropogoneae</i>
Genero	<i>Zea</i>

Fuente: APG III, 2009; APG IV, 2016; Trópicos Org, 2013. Nota. La tabla representa la clasificación taxonómica del maíz. (22)

2.4.2 EL GÜIÑAPO O JORA

El nombre «Güiñapo» tiene su origen en la palabra quechua «wiñay», que puede traducirse como «crecer» o «provocar» la germinación del maíz. Como resultado de la germinación del maíz, se puede afirmar que el «Güiñapo» es el producto que se elabora mediante el método de germinación forzada del maíz u otros cereales, para la elaboración de la chicha artesanal. (23)

La chicha de Güiñapo es una bebida que ha mantenido su preparación artesanal desde tiempos milenarios, en la actualidad es una bebida ceremonial en la Sierra Peruana, por tal razón; el Güiñapo de maíz es el ingrediente principal de esta bebida.

2.4.2.1 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL GÜIÑAPO DE MAÍZ

Se puede utilizar maíz blanco, amarillo o de cualquier otro tipo para producir una deliciosa chicha. El proceso de elaboración es poco complejo, pero arduo.

Se sumerge los granos de maíz en cubetas de agua durante un periodo de cuatro a cinco días, después se coge el maíz y se extiende sobre una superficie de plástico muy lisa antes de cubrirlo con el mismo plástico. Para que germine el grano y salgan más raíces de la fécula tiene que ser sobre plástico ya que este material retiene el calor por abajo y por arriba, luego sobre el plástico se colocan papas andinas y algunas mantas viejas para temperar bien. El proceso de germinación demora unos 15 días, luego ya no se les llama maíz, sino jora, quince días por último la jora se hace secar. (24)

Figura 1: Proceso para la obtención de Güiñapo de maíz.



Fuente: Miglio P. (2024).

2.4.3 HONGOS TOXIGÉNICOS Y MICOTOXINAS

Los hongos se pueden clasificar principalmente en dos tipos de sistemas: por su ecología y por su taxonomía. Otra forma de clasificarlos es por su morfología.

CLASIFICACIÓN POR TIPO MORFOLÓGICO

- ☒ **Levaduras:** Hongos unicelulares que se reproducen principalmente por gemación.
- ☒ **Mohos:** Hongos filamentosos que forman una red de hifas llamada micelio y se reproducen asexualmente por esporas.
- ☒ **Setas:** Son la parte reproductiva visible de hongos más complejos, como los Basidiomicetos, y se caracterizan por tener cuerpos fructíferos grandes y visibles.

Los mohos de los géneros *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Fusarium spp.*, *Claviceps spp.* y *Alternaria spp.* Son las cinco especies de hongos que son responsables de Micotoxinas, las micotoxinas que se generan por estos hongos se destacan en la siguiente tabla.

Tabla 3: Micotoxinas producidas por diferentes tipos de hongos.

HONGO	TOXINA
<i>Aspergillus spp.</i>	Aflatoxinas Sterigmatocistina Ocratoxina A
<i>Fusarium spp. spp.</i>	Tricotocenos (DON, NIV, ToxinaT2, DAS) Zearalenonas Fumonisinias Fusarina Moniliformina
<i>Penicillium spp.</i>	Patulina Citrinina Ocratoxina A
<i>Alternaria spp.</i>	Alternariol Ácido tennazonico
<i>Clavicep spp.</i>	Alcaloides

Fuente: Fundación Ibérica Para La Seguridad Alimentaria (2021). Nota. La tabla representa las Micotoxinas producidas por diferentes tipos de hongos. (25)

Los hongos que infectan los granos se pueden dividir en dos categorías distintas, que son las siguientes:

- ☒ **Hongos de campo:** Infestan los granos antes de la cosecha (siempre previo a la trilladora). Necesitan una cantidad importante de humedad en el grano (20%-22%). Los ejemplos típicos son los géneros ***Alternaria spp.*** y ***Fusarium spp.***
- ☒ **Hongos de almacenaje:** Infestan los granos a niveles bajos de humedad. Géneros como ***Aspergillus spp.*** y ***Penicillium spp.*** (26)

Muchos hongos no son productores de Micotoxinas incluso pudiendo invadir el grano, por lo que un grano enmohecido no siempre es toxico. De manera similar, es posible detectarse una micotoxina sin la presencia del hongo productor, ya que éste puede haberse inactivado mediante procesos químicos o por modificación de los factores ambientales mientras las Micotoxinas permanecen en el sustrato. Hasta el momento, se han identificado más de 200 tipos de Micotoxinas. **Aflatoxinas (B1, B2, G1, G2 M1), Ocratoxinas, Zearalenona, Tricotecenas (Vomitoxina, T-2, Nivalenol, DON), Citrinina, Patulina y Fumosinas (B1 y B2).** Son los contaminantes naturales que pueden encontrarse con mayor frecuencia como en los alimentos para animales o humanos. (25)

Tabla 4: Hongos y Micotoxinas presentes en el maíz

HONGO PRESENTES EN MAÍZ	MICOTOXINA PRESENTES EN MAÍZ
<i>Fusarium spp. spp.</i>	Fumonisinás Tricocetenos (DON, NIV, Toxina T2) MON ZEA
<i>Penicilium spp.</i>	Patulina Citrinina Ocratoxina A
<i>Aspergillus spp.</i>	Aflatoxinas Sterigmatocistina Ocratoxina A

Fuente: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía (2021). Herbario Virtual

Fitopatología. (2021). Nota. La tabla representa los hongos y Micotoxinas presentes en el maíz. (26)

Tabla 5: Hongos y Micotoxinas carcinógenas presentes en el maíz.

TIPO DE HONGO	HONGOS PRESENTES EN MAÍZ	MICOTOXINAS CARCINÓGENAS
HONGOS DE CAMPO	<i>Fusarium spp. spp.</i>	Fumonisin
HONGOS DE ALMACENAMIENTO	<i>Penicillium spp.</i>	Ocratoxina A
	<i>Aspergillus spp.</i>	Aflatoxinas
		Ocratoxina A

Fuente: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía (2021). Herbario Virtual

Fitopatología. (2021). Nota. La tabla representa los hongos y Micotoxinas carcinógenas en el maíz.

(26)

TOXICIDAD DE LAS MICOTOXINAS

Resulta difícil determinar la etiología y las enfermedades crónicas causadas por una ingestión prolongada de alimentos que contienen ciertas cantidades de Micotoxinas, ya que los riesgos para la salud humana están susceptibles a varios factores:

- ☒ Tipo de micotoxina, biodisponibilidad, toxicidad y concentración de la misma en el alimento.
- ☒ Sinergismos entre las Micotoxinas presentes
- ☒ Cantidad del alimento consumido, y continuidad o intermitencia en la ingestión
- ☒ Peso del individuo, estado fisiológico y edad del mismo

Las Micotoxinas pueden tener diversos efectos biológicos y patológicos, entre ellos destacamos los siguientes:

Tabla 6: Efectos toxicos del genero *Fusarium spp.* en las personas.

HONGO PRODUCTOR	MICOTOXINA	EFFECTOS TÓXICOS EN LAS PERSONAS	ALIMENTO AFECTADO
<i>Fusarium spp.</i> , <i>F. Verticilloides</i> y <i>F. proliferatum</i>	Fumonisin (B1, B2)	Inmunotóxica, nefrotóxica, hepatotóxica Posiblemente carcinogénicas (IARC- Grupo 2B)	Maíz (el más afectado) Trigo, cebada, especias Productos derivados de los cereales

Fuente: ELIKA- Fundacion Vasca para la Seguridad Alimentaria (2018).Nota. Esta tabla representa los efectos toxicos del genero *Fusarium spp.* en las personas. (27)

Tabla 7: Efectos toxicos del *genero Aspergillus spp.* en las personas.

HONGO PRODUCTOR	MICOTOXINA	EFFECTOS TÓXICOS EN LAS PERSONAS	ALIMENTO AFECTADO
<i>Aspergillus spp.</i> <i>A.flavus</i> y <i>A.</i> <i>parasiticus</i>	Aflatoxinas (B1, M1, G1, B2, y G2)	Mutagénicas, teratogénicas, genotóxicas, inmunotóxicas Carcinogénicas (IARC- Grupo 1) excepto M1 (Grupo 2B posiblemente carcinogénica) B1: Hepatóxica Grado toxicidad: B1>M1>G1>B2>G2	Maíz, cacahuete y algodón (los más afectados) Frutos secos, arroz, trigo, semillas de girasol, higos y otras frutas desecadas, habas de cacao, soja, especias, aceites vegetales crudos Leche y productos lácteos (M1)
<i>Aspergillus</i> <i>ochraceus</i> y <i>Penicilium</i> <i>verricosum</i>	Ocratoxina A	Nefrotóxica, inmunotóxica, teratogénica, neurotóxica, mutagénica Posiblemente carcinogénica (IARC- Grupo 2B)	Trigo (el más afectado) Maíz, cebada, centeno, avena, arroz, y productos derivados (harina, cerveza, ...) Granos de cacao y café, especias Uvas y productos derivados (vino y zumo), frutas desecadas,

	frutos secos, regaliz, Queso y carne
--	--

Fuente: ELIKA- Fundacion Vasca para la Seguridad Alimentaria (2018).Nota. Esta tabla representa los efectos toxicos del genero *Aspergillus* spp. en las personas (27)

Tabla 8: Efectos toxicos del genero *Penicilium* spp. en las personas.

HONGO PRODUCTOR	MICOTOXINA	EFFECTOS TÓXICOS EN LAS PERSONAS	ALIMENTO AFECTADO
<i>Penicilium verrucosum</i>	Ocratoxina A	Nefrotóxica, inmunotóxica, teratogénica, neurotóxica, mutagénica Posiblemente carcinogénica (IARC- Grupo 2B)	Trigo (el más afectado), Maíz.

Fuente: ELIKA- Fundacion Vasca para la Seguridad Alimentaria (2018). Nota. Esta tabla representa los efectos toxicos del genero *Penicilium* spp. en las personas. (27)

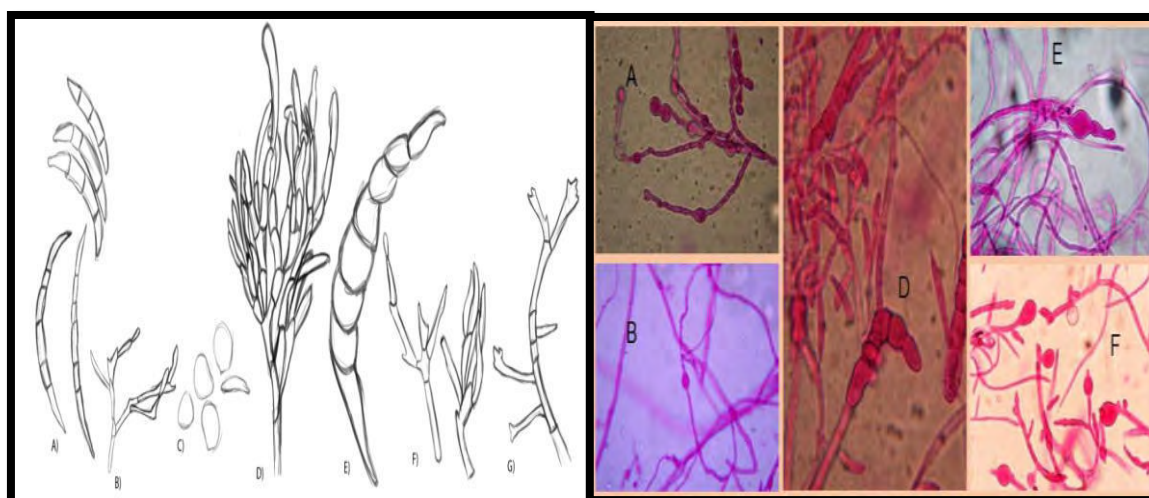
2.4.3.1 GÉNERO *FUSARIUM* SPP.

Los mohos filamentosos del género *Fusarium* spp. prevalecen en los suelos y tienen una amplia distribución mundial. Muchas de sus especies pueden infectar a personas, animales y plantas con enfermedades. Están relacionados sobre todo con los cultivos de cereales. Se consideran fitopatógenos y afectan a diversos cultivos, como ciertas semillas oleaginosas, girasol y lino, así como maíz, trigo, avena, cebada, judías, soja, calabaza, melón y sandía. En una amplia gama de plantas hospedadoras, inducen marchitez vascular, acronecrosis, tizón, clorosis, mortalidad de plántulas, aborto de semillas, podredumbre en el grano y las plántulas, y reducción del crecimiento. (28)

F. verticillioides es la especie de *Fusarium spp.* más importante para los cultivos de maíz. Las especies asociadas a la podredumbre del tallo y la mazorca son *Fusarium moniliforme*, *Fusarium Proliferatum*, *Fusarium Subglutinans* y *Fusarium Graminearum*, *Fusarium Sporotrichioides*, *Fusarium Oxysporum*, *Fusarium Solani* y *Fusarium Equiseti*. Las más comunes entre ellas son *F. Graminearum* y *F. Verticillioides*. (28)

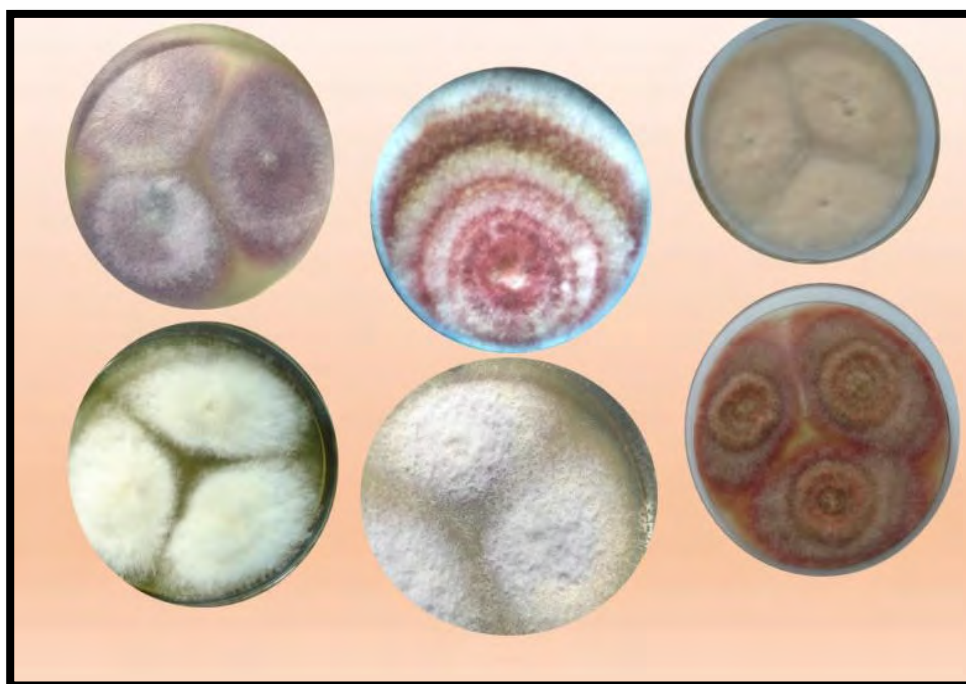
Las enfermedades causadas por *Fusarium spp.* están muy extendidas a nivel mundial, en el cual se cultiva granos, y suelen ser muy agresivas en condiciones húmedas. En lugares de baja humedad, la infección suele desencadenarse por el inóculo que se encuentra en restos de grano infectado en la tierra. Éste invade a la planta por las raíces o directamente en por los tallos, o por debajo cercano al suelo. En consecuencia, debido a su capacidad para disminuir la producción y la calidad de los alimentos, el género *Fusarium spp.* se considera un importante problema agrícola. Además, genera Micotoxinas, que son metabolitos secundarios causantes de graves enfermedades tanto en personas como en animales. (28).

Figura 2: Hongo del género *Fusarium spp.* microscópicamente.



Fuente: UNAM. (2021).

Figura 3: Hongo del género *Fusarium spp.* macroscópicamente.



Fuente: UNAM. (2021).

2.4.3.1.1 TAXONOMÍA DEL GÉNERO *FUSARIUM SPP.*

Tabla 9: Taxonomía del género *Fusarium spp.*

Reino	Fungi
Phylum	<i>Ascomycota</i>
Subphylum	<i>Pezizomycotina</i>
Clase	<i>Sordariomycetes</i>
Subclase	<i>Hypocreomycetidae</i>
Orden	<i>Hypocreales</i>
Familia	<i>Nectriaceae</i>
Genero	<i>Fusarium</i>

Fuente: Pérez Reyes MCJ (2021). Nota. Esta tabla representa la Taxonomía del género *Fusarium spp.* (28)

2.4.3.1.2 MICOTOXINA CARCINOGÉNICA DEL GÉNERO *FUSARIUM SPP.* PRESENTE EN EL GÜÑAPO DE MAÍZ Y SUS PATOLOGÍAS

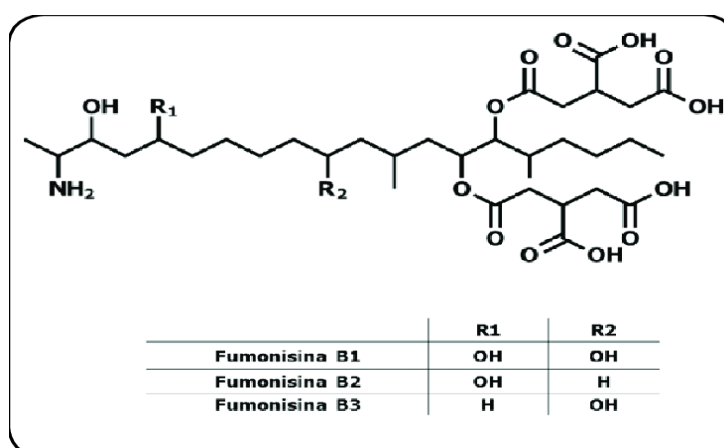
Son capaces de producir más de 100 Micotoxinas, en su mayoría son perjudiciales para la salud humana y animal. Los cereales, otras harinas y los piensos agrícolas están naturalmente contaminados por ellos, ya sea solos o en determinadas combinaciones de dos o más. Las Micotoxinas de *Fusarium spp.*, que se encuentran en los cereales en cantidades fisiológicamente relevantes, son principalmente la toxina T-2, HT-2, Fumonisin, zearalenona y tricotecenos como el Nivalenol y el Deoxinivalenol. Varias toxinas del género *Fusarium spp.* están asociadas con algunas variedades de granos. Tanto el (DON como ZEA) se hallan con frecuencia en especies (maíz y trigo), en la avena están las toxinas (T-2 y HT-2) y en maíz (Fumonisin). En humanos, los tricotecenos causan intoxicación aguda que provocando diarrea e irritación de la mucosa intestinal o cutánea. La ZEA son estrogénicos y hormonales y, a altos niveles de ingesta, induce infertilidad especialmente en cerdos. Las Fumonisin tienen relación con el cáncer de esófago en humanos, son hepatotóxicos y nefrotóxicos en animales. (28).

FUMONISINAS

Las siguientes especies de *Fusarium spp.*, como *Fusarium Verticillioides*, *Fusarium Proliferatum*, *Fusarium Anthophilum*, *Fusarium Nygamai* y *Fusarium Subglutinans*, son responsables de la producción de Fumonisin. Se han identificado 28 y se clasifican en las series: A, B, C y P. Como contaminantes naturales de los cereales, la (FB1), la (FB2) y la (FB3) son los más importantes venenos identificados. Aunque *Fusarium Verticillioides* genera varias Micotoxinas, la FB1 es la más importante debido a su alto nivel de toxicidad. Aunque la producción de toxinas puede ocurrir durante el almacenamiento, las toxinas alimentarias de este género se sintetizan sobre todo en el campo. La humedad y la temperatura tienen un impacto significativo en la proliferación de hongos y la creación de Fumonisin. Cuando las especies de *Fusarium spp.* productoras de toxinas contaminan granos (maíz, el arroz, el sorgo, la avena, la cebada, el trigo y sus derivados) pueden provocar enfermedades graves tanto en personas como en animales. En los cerdos (edema pulmonar e hidrotórax); en monos (efectos aterogénicos); en conejos (hemorragia cerebral), en ratas (cáncer de riñón) y en los equinos (leucoencefalomalacia). También, causan toxicidad entre moderada y grave en órganos (corazón, hígado y riñones) de caballos, cerdos, vacas, ovejas, pollos, patos, conejos, ratas y ratones. La (IARC) evaluó el peligro de ingerir alimentos contaminados con Fumonisin en las personas y los clasificó en el grupo 2B (probablemente cancerígenos),

basándose en datos epidemiológicos que relacionan su consumo con el cáncer de esófago en humanos. Además, la (CE) fijó unos niveles máximos de 4 ppm de Fumonisin (maíz no procesado), 1 ppm (alimentos consumo humano), 0,8 ppm (cereales para desayuno y botanas de maíz), y 0,2 ppm (alimentos infantiles de maíz) (28).

Figura 4: Estructura química de la Fumonisina.



Fuente: Pérez Reyes MCJ. (2021).

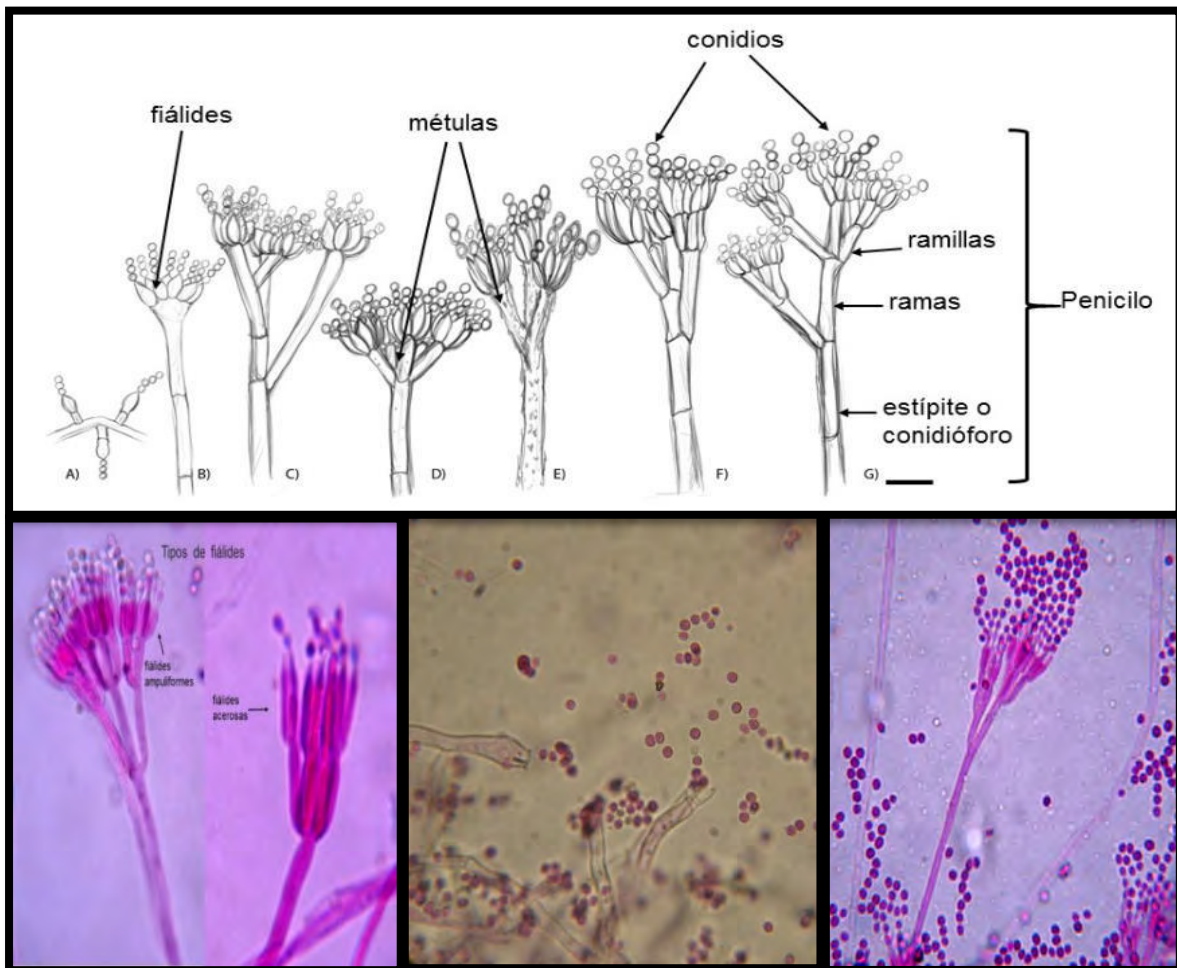
2.4.3.2 GÉNERO *PENICILLIUM SPP.*

Son las más prevalentes y amplias geográficamente, sus esporas pueden encontrarse en cualquier lugar, son numerosas en una gran variedad de hábitats y estos a su vez están presentes en procesos biológicos que tienen efectos en la vida de personas y también en los animales. Por su efecto en la degeneración de pieles y tejidos, además de en una amplia variedad de otros sustratos, los penicillia son un organismo importante. Numerosos expertos opinan que *Penicillium marneffe* es el único del género responsable en desarrollar de enfermedades en los seres humanos.

Dado que invaden granos y semillas después de la cosecha y crecen en humedades relativas que oscilan en porcentajes de 65-90, son características óptimas para el almacenamiento de granos, se ha descubierto que ciertos tipos de estas pueden invadir granos en el cultivo, sobre todo cuando ciertos factores ambientales favorecen su crecimiento. Los *Penicillium spp.* se consideran hongos de almacenamiento porque son responsables de la contaminación de grandes cantidades de granos y semillas almacenados. (29)

Algunas especies de hongos se consideran tóxicas, y tienen la suficiencia de desarrollar múltiples Micotoxinas, como patulina, OTA, Citrinina, ácido Penicílico, Islanditoxina y Rubratoxinas, estas son perjudiciales para los consumidores. Pueden infestar alimentos de todo tipo, no sólo por el nivel de descomposición que provocan, también debido a que algunos de ellos se consideran toxigénicos.

Figura 5: Hongo del género *Penicillium* spp. microscópicamente.



Fuente: UNAM. (2021).

Figura 6: Hongo del género *Penicillium spp.* macroscópicamente.



Fuente: UNAM. (2021).

2.4.3.2.1 TAXONOMÍA DEL GÉNERO *PENICILLIUM SPP.*

Tabla 10. Taxonomía del género *Penicillium spp.*

Reino	Fungi
Filo	<i>Ascomycota</i>
Clase	<i>Eurotiomycetes</i>
Orden	<i>Eurotiales</i>
Familia	<i>Trichocomaceaea</i>
Genero	<i>Penicillium</i>

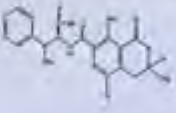
Fuente: Pérez Reyes MCJ (2021). Nota. Esta tabla representa la taxonomía del género *Penicillium spp.*. (29)

2.4.3.2.2 MICOTOXINA CARCINOGÉNICA DEL GÉNERO *PENICILLIUM SPP.* PRESENTE EN EL GÜÑAPO DE MAÍZ Y SUS PATOLOGÍAS

Las especies de *Penicillium spp.* producen Micotoxinas, que se caracterizan por su bajo peso molecular, estructuras químicas distintas y especificidad genotípica para un grupo de especies relacionadas. Las toxinas se crean normalmente al término de la etapa exponencial o al comienzo de la etapa de latencia del crecimiento del hongo, e inhiben a otros microorganismos que compiten por el sustrato en un entorno natural. Las Micotoxinas pueden inducir diferentes cambios y situaciones patológicas en personas y animales, contaminando

los alimentos y las materias primas usadas en la elaboración de alimentos y dando lugar a un conjunto de enfermedades y trastornos conocidos como micotoxicosis. La carcinogénesis, la teratogénesis, la inmunosupresión y los síntomas neurotóxicos, nefrotóxicos, hepatotóxicos, mielotóxicos, síntomas de toxicidad pulmonar y toxicidad endocrina pueden ser el resultado de la exposición a metabolitos peligrosos. Los procesos más significativos que conducen a la formación de estos síntomas son: estrés oxidativo, genotoxicidad causados por la micotoxina. Es por ello que es imposible inactivarlas por los tratamientos térmicos y la conservación de alimentos.(29).

Figura 7: Micotoxina carcinogénica del género *Penicillium spp.*.

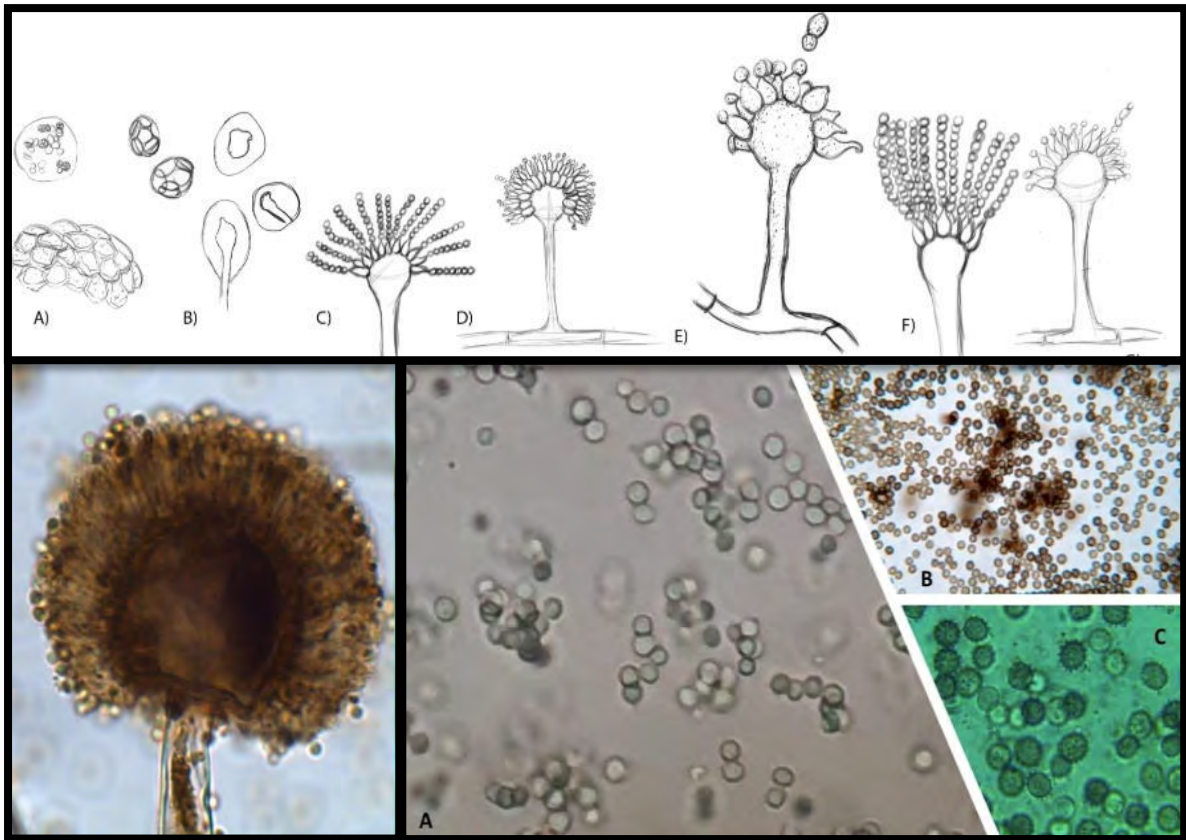
Ocratoxina A (OTA)		Nefrotóxicos Teratógenos Citotóxicos Genotóxicos Cancerígenos (tumores en patos) Inmunosupresores en animales y el humano.	<i>P. verrucosum</i> <i>P. viridicatum</i>	Granos de cereales (trigo, arroz, avena, cebada, maíz, sorgo), café verde, frutos secos.
-----------------------	---	--	---	--

Fuente: Pérez Reyes, M. C. (2021).

2.4.3.3 GÉNERO *ASPERGILLUS SPP.*

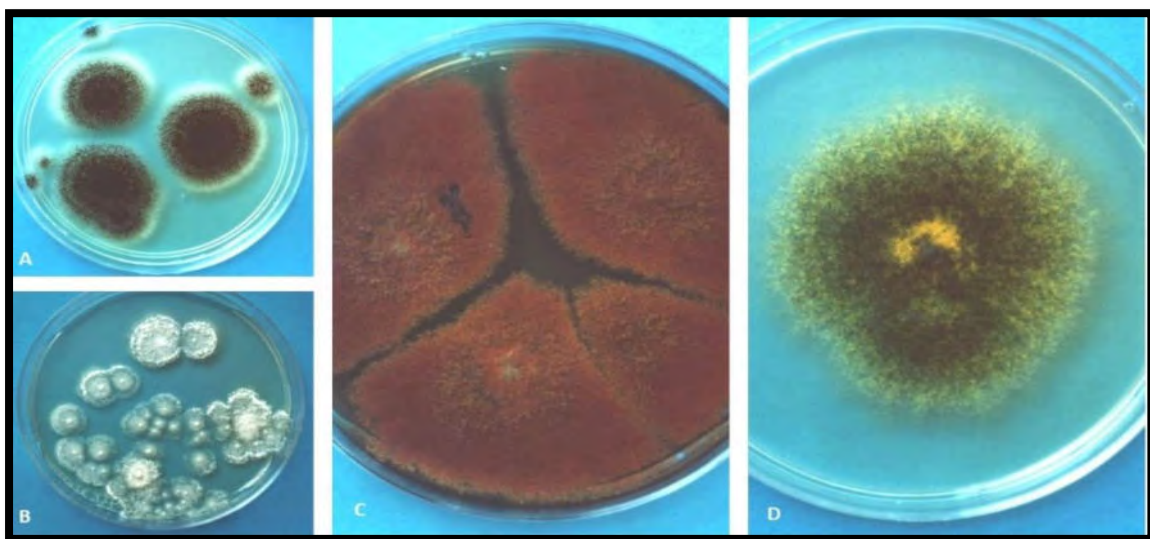
El género *Aspergillus spp.* se encuentra en todo el mundo es un género y tiene unas 350 especies registradas. Tiene la capacidad de crecer y dañar una amplia variedad de superficies, también es capaz de inducir micosis tanto en animales como en personas. A causa de la presencia de enzimas, ácidos orgánicos y metabolitos bioactivos que generan, poseen un gran valor en el campo de la biotecnología. La infestación de cereales, semillas y harinas con niveles de humedad relativamente bajos es la característica principal de las especies de *Aspergillus spp.* Los granos que presentan un contenido bajo de humedad del 13,0% y las semillas oleaginosas con un contenido de humedad del 8 al 9% son ejemplos de alimentos susceptibles a *Aspergillus spp.* Estos hongos son capaces de desarrollarse a temperaturas que oscilan entre 0 y 55 grados Celsius. Bajo la influencia de la especie *Aspergillus Flavus*, la invasión del maíz da lugar a la producción de potentes venenos cancerígenos conocidos como aflatoxinas. (30)

Figura 8: Hongo del género *Aspergillus* spp. microscópicamente.



Fuente: UNAM. (2021).

Figura 9: Hongo del género *Aspergillus* spp. macroscópicamente.



Fuente: UNAM. (2021).

2.4.3.3.1 TAXONOMÍA DEL GÉNERO *ASPERGILLUS SPP.*

Tabla 11: Taxonomía del *genero Aspergillus spp.*.

<i>Reino</i>	<i>Fungi</i>
<i>Filo</i>	<i>Ascomycota</i>
<i>Clase</i>	<i>Eurotiomycetes</i>
<i>Orden</i>	<i>Eurotiales</i>
<i>Familia</i>	<i>Trichomaceae</i>
<i>Genero</i>	<i>Aspergillus</i>

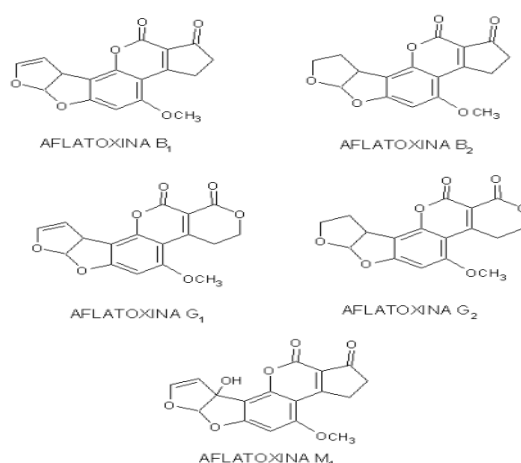
Fuente: Pérez Reyes MCJ(2021). Nota. Esta tabla representa la Taxonomía del *genero Aspergillus spp.* (30)

2.4.3.3.2 MICOTOXINAS CARCINOGÉNICAS DEL GÉNERO *ASPERGILLUS SPP.* PRESENTES EN EL GÜÑAPO DE MAÍZ Y SUS PATOLOGÍAS

AFLATOXINAS

El *Aspergillus flavus* es responsable de la creación de aflatoxina B1, así como de ácido ciclopiazónico, ácido 3-nitropropiónico, aspertoxina y ácido aspergílico dentro de su población. *Aspergillus parasiticus* tienen la capacidad de sintetizar las aflatoxinas B1, B2, G1 y G2. Tras ser identificadas por cromatografía en capa fina, las aflatoxinas recibieron los nombres de B (azul) y G (verde) debido a que presentaban fluorescencia azul y verde cuando se exponían a la luz ultravioleta (365 nm). En la leche de vaca, las aflatoxinas M1 y M2 (leche) resultaron ser un producto hidroxilado de las aflatoxinas B1 o B2. Estas aflatoxinas se encontraron en la leche de vaca a través del consumo y metabolismo de piensos contaminados con aflatoxina B, clasificada por (IARC) como carcinógeno potencial (grupo 2). En los seres humanos, la aflatoxina B1 se ha relacionado con el desarrollo de cáncer de hígado, e incluso puede tener un efecto sinérgico entre sí misma y el virus de la hepatitis B. Según el (IARC), se considera uno de los metabolitos secundarios carcinógenos más potentes que se encuentran actualmente en el (grupo 1). Las aflatoxinas suelen encontrarse en diversos alimentos: el maíz, el trigo, el sorgo y el arroz; semillas oleaginosas como las nueces, los cacahuets, los pistachos, las almendras y el coco; y especias como el chile, el jengibre, la cúrcuma y la pimienta. (30).

Figura 10: Estructuras químicas de las Aflatoxinas.

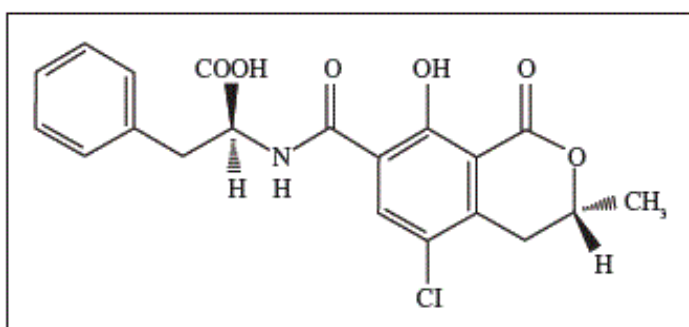


Fuente: Pérez Reyes MCJ. (2021).

OCRATOXINA A

Tanto las personas como los animales son susceptibles a sus efectos nefrotóxicos. La micotoxicosis conocida como nefropatía endémica Balcanica (BEN) fue causada por ella en los países como Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Rumanía, Serbia y Eslovenia. Esta intoxicación por Micotoxinas provocó degeneración tubular, fibrosis intersticial e hialinización de los glomérulos, lo que a su vez afectó a la función renal. Además, se ha relacionado con el desarrollo de consecuencias cancerígenas en el sistema urinario. Varias subespecies de *Aspergillus spp.*, como *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus ostianus* y *Aspergillus . melleus*, son responsables de su síntesis. Los alimentos, incluidos los cereales y sus derivados, el café en grano, el cacao, las pasas, las especias, el vino y el zumo de uva, son susceptibles de contaminación por esta sustancia. (30).

Figura 11: Estructura química de la Ocratoxina A (OTA).



Fuente: Pérez Reyes MCJ. (2021).

2.4.4 FACTORES CONDICIONANTES PARA EL DESARROLLO DE LOS HONGOS Y PRODUCCIÓN DE MICOTOXINAS

Para el crecimiento de los hongos y la producción de Micotoxinas existen tres factores fundamentales que son condicionantes:

2.4.4.1 FACTORES FÍSICOS

2.4.4.1.1 HUMEDAD Y ACTIVIDAD DEL AGUA.

La presencia de agua en el medio ambiente y en los sustratos son uno de los aspectos que juega un papel importante en el crecimiento de los hongos y micotoxinas. (31).

Humedad relativa de equilibrio (HRE): Es la cantidad de humedad disponible para los microorganismos una vez alcanzado el equilibrio entre la humedad libre del producto y el vapor de agua existente en el medio ambiente circundante, se expresa en porcentaje.

Actividad del agua: Es la relación entre el agua libre en los alimentos y la capacidad de los microorganismos para multiplicarse. Los valores de aw que los diversos grupos de hongos necesitan varían de acuerdo con el sustrato y la temperatura.

Tabla 12: Valores de aw necesarios para el desarrollo de algunos mohos y para la producción de algunas Micotoxinas.

Mohos	aw	Micotoxinas	aw
<i>Aspergillus flavus</i>	0,78	Aflatoxinas	0,83
<i>Aspergillus parasiticus</i>	0,70	Aflatoxinas	0,80
<i>Penicillium expansum</i>	0,85	Patulina	0,99
<i>Penicillium patulum</i>	0,83	Patulina	0,95
<i>Aspergillus clavatus</i>	0,85	Patulina	0,99
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0,77	Ocratoxinas	0,88
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0,77	Ácido penicílico	0,90
<i>Penicillium cyclopium</i>	0,82	Ocratoxinas	0,90
<i>Penicillium viridicatum</i>	0,83	Ocratoxinas	0,90
<i>Penicillium citrinum</i>	0,80	Citrinina	0,88
<i>Penicillium martensii</i>	0,79	Ácido penicílico	0,99

Fuente: Guerrero Canelo, A. M. (2018) UNSMP. Nota. Esta tabla representa los valores de aw necesarios para el desarrollo de algunos mohos y para la producción de algunas Micotoxinas. (31)

En la mayoría de los casos, el crecimiento y la proliferación de los hongos son muy lentos cuando el nivel de humedad es inferior al 13%. Sin embargo, cuando el nivel de humedad aumenta, el crecimiento y la proliferación de hongos se aceleran, y este fenómeno puede acentuarse aún más cuando el nivel de humedad alcanza el 16%. (31)

2.4.4.1.2 TEMPERATURA

Para el desarrollo de los hongos, la temperatura ideal oscila entre 25 y 30 grados °C, mientras que la temperatura máxima oscila entre 40 y 45 grados °C. La mayoría de los hongos no crecen por debajo de los 5°C. Sin embargo, hay ciertos hongos como el *Aspergillus Flavus*, *Aspergillus Candidus* y *Aspergillus Fumigatus* que pueden crecer sin problemas hasta los 55°C, además hay otros como el *Penicillium Expansum* y el *Penicillium Cyclopium*, que son capaces de crecer a 0°C. (31).

Tabla 13: Valores de temperatura necesarios para algunos mohos y para la producción de algunas Micotoxinas.

Mohos	°C	Micotoxinas	°C
<i>Aspergillus flavus</i>	10	Aflatoxinas	10
<i>Aspergillus clavatus</i>	10	Patulina	12
<i>Aspergillus ochraceus</i>	10 – 12	Ocratoxina	12
<i>Penicillium expansum</i>	0	Patulina	0 – 24
<i>Penicillium cyclopium</i>	0	Ocratoxina	0 – 24
<i>Penicillium cyclopium</i>	0	Acido penicílico	4
<i>Fusarium roseum</i>	15	Zearalenona	10

Fuente: Guerrero Canelo, A. M. (2018) UNSMP. Nota. Esta tabla representa los valores de temperatura necesarios para algunos mohos y para la producción de algunas Micotoxinas (31)

2.4.4.1.3 ZONAS DE MICROFLORA

En un almacén puede haber pequeñas zonas del alimento con una gran cantidad de humedad, lo que puede provocar el crecimiento de hongos. Esto puede dar lugar a un aumento general de la cantidad de humedad presente en el sustrato lo que a su vez puede provocar un aumento de la cantidad de contaminación fúngica y predisposición a la creación de Micotoxinas.

2.4.4.1.4 INTEGRIDAD FÍSICA DE LOS GRANOS

Los granos picados son más sensibles al hongo que los tegumentos de los granos enteros o no dañados, que impiden que el hongo acceda al almidón del endospermico del grano. (31).

2.4.4.2 FACTORES QUÍMICOS

2.4.4.2.1 pH

Los hongos son capaces de soportar un amplio rango de pH que va de 2,5 a 7,5, y toleran un medio ácido que un alcalino. Cabe mencionar que ellos mismos son capaces de alterar el pH, pueden hacerlo utilizando como fuente de energía los ácidos orgánicos de los alimentos o los ácidos liberados por bacterias acidificantes que pueden estar presentes durante el periodo de deterioro de los alimentos. (31).

2.4.4.2.2 COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO

Los hongos no son exigentes desde el punto de vista nutricional y ellos se nutren de micro y macro elementos presentes en el sustrato en el cual se desarrollan. Sin embargo, la composición del sustrato guarda una estrecha relación a la producción de la micotoxina. (31)

2.4.4.2.3 MINERALES

Los minerales, están ligados a la composición del sustrato y aunque el hierro y el zinc son los elementos más sigficativos para el desarrollo de los hongos, tanto estos como otros pueden ser esenciales para la producción de Micotoxinas. (31)

2.4.4.2.4 POTENCIAL DE OXI– REDUCCIÓN (O₂/CO₂)

Frecuentemente los hongos son organismos típicamente aerobios lo que significa que necesitan oxígeno para desarrollar plenamente sus actividades metabólicas. Una carencia de oxígeno condiciona el desarrollo de los hongos y la ausencia total de oxígeno podría provocar

la muerte de los hongos. Por otra parte, el dióxido de carbono (CO₂) tiene la capacidad de impedir la producción de algunas micotoxinas, como las aflatoxinas. (31)

2.4.4.3 FACTORES BIOLÓGICOS

2.4.4.3.1 PRESENCIA DE INVERTEBRADOS

La presencia de insectos actúa como agente de propagación de la microflora y por lo tanto conduce a la expansión y multiplicación de las comunidades fúngicas. El metabolismo del insecto aumenta la cantidad de humedad del sustrato y además la rotura del pericarpio permite la infección del interior del grano. (31)

2.4.4.3.2 CEPAS ESPECÍFICAS

En una misma especie fúngica, no todas las cepas se comportan de la misma forma. Así tenemos que, la cepa NRRL 1957 de *Aspergillus flavus* no produce aflatoxina, sin embargo, ella es producida por otras cepas. (31)

2.4.5 NORMAS Y REGULACIONES DE MICOTOXINAS

Existe la necesidad en todos los países del mundo de establecer una legislación para fijar límites en la concentración de micotoxinas tanto en alimentos para humanos y para animales; es por ello que todos los países que poseen una economía de mercado bien desarrollado cuentan con reglamentaciones sobre micotoxinas como la Legislación de la Unión Europea, así también la norma Codex Alimentarius; en cambio eso no se puede decir de países que recién están en desarrollo y donde la agricultura también es muy importante y aun no cuentan con reglamentaciones para micotoxinas. (32)

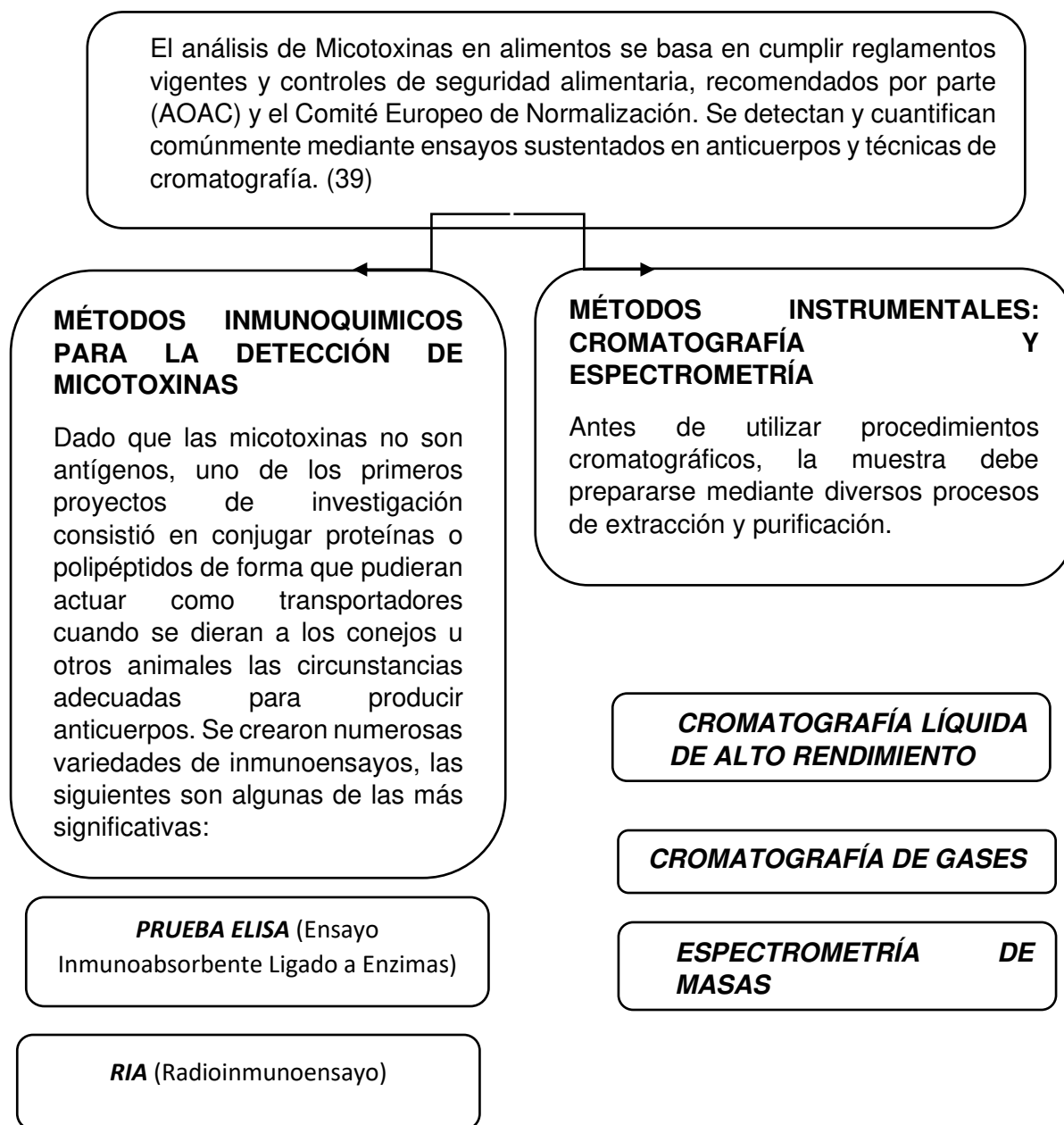
2.4.5.1 NORMA DEL CÓDEX ALIMENTARIUS

AFLATOXINAS TOTAL			
<i>Nombre del producto</i>	<i>Nivel máximo permitido (NM) ug/Kg</i>	<i>Parte del producto a la que se aplica el nivel máximo</i>	<i>Notas/observaciones</i>
Maiz	15 ppb	Todo el producto	Ver anexo 29
OCRATOXINA A			
<i>Nombre del producto</i>	<i>Nivel máximo permitido (NM) ug/Kg</i>	<i>Parte del producto a la que se aplica el nivel máximo</i>	<i>Notas/observaciones</i>
Maiz	5ppb	Todo el producto	Ver anexo 29
FUMONISINA TOTALES			
<i>Nombre del producto</i>	<i>Nivel máximo permitido (NM) ug/Kg</i>	<i>Parte del producto a la que se aplica el nivel máximo</i>	<i>Notas/observaciones</i>
Maiz	4ppb	Todo el producto	Ver anexo 29

Fuente: Codex Alimentarius, FAO y OMS

2.4.6 MÉTODOS PARA DETERMINAR MICOTOXINAS EN ALIMENTOS

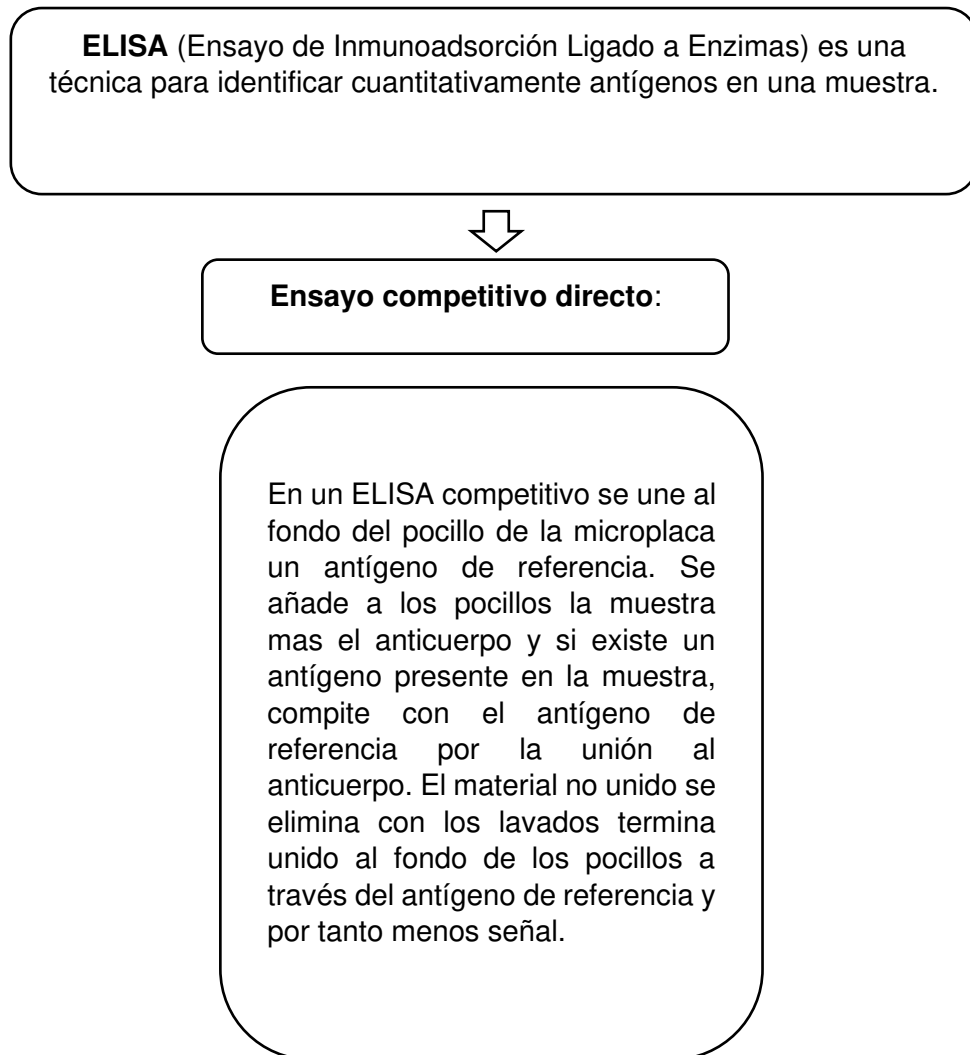
Diagrama 1: Métodos para determinar Micotoxinas en alimentos.



Fuente: MYCOTOXIN (2024).

2.4.5.1 EL MÉTODO ELISA

Diagrama 2: Método ELISA.



Fuente: MYCOTOXIN (2024).

2.5 DEFINICIÓN DE TERMINOS

- **HONGOS TOXIGENICOS:** Son algunos géneros que son capaces de producir toxinas, como producto de su metabolismo, su crecimiento y proliferación es una de la consecuencia habitual del mal estado los alimentos. (6)
- **MICOTOXINAS:** Se define como tóxicas, biosintetizadas naturalmente por ciertas variedades de mohos, las Micotoxinas pueden desarrollarse ampliamente en condiciones cálidas y húmedas, durante el almacenamiento o incluso antes o después de la cosecha, están en alimentos, granos, frutos secos y ciertas especias. (33)
- **MICOTOXICOSIS:** Son enfermedades que afectan tanto a personas como a animales, y están provocadas por las Micotoxinas, que son sustancias peligrosas producidas por diversos hongos. (34)
- **CARCINÓGENO:** Se conoce como una sustancia, organismo o agente capaz de causar cáncer. Pueden ser generados por las personas o pueden encontrarse en el medio ambiente de forma natural. La mayoría de los carcinógenos son responsables de mutaciones porque interactúan directamente con el ADN de la célula. (35)
- **GÜÑAPO DE MAÍZ:** Es el producto obtenido a partir de la germinación del maíz, utilizando técnicas y métodos ancestrales de los incas. (24)
- **AGAR:** Se trata de un agente solidificante, inocuo de contaminantes listos para ser utilizados para la preparar medios de cultivo y favorecen la identificación, crecimiento y desarrollo de microorganismos. (36)
- **ELISA:** Es una técnica que nos permite, identificar antígenos. Mediante ELISA se pueden analizarse sustancias específicas de interés en lisados celulares, sangre, alimentos y otros. Se conocen ELISA: directo, indirecto, competitivo y tipo sándwich. (37)
- **LECTOR DE ELISA:** Se trata de un espectrofotómetro que se emplea para interpretar los resultados de este método, para saber si hay anticuerpos o antígenos presentes. Estos equipos de laboratorio permiten el análisis de 96 pozos o más, con muestras, por

lo que su uso resulta muy ventajoso para los laboratorios. De este modo se reducen reactivos y muestras empleadas lo que se traduce a un mejor rendimiento. (37)

- **pH:** Se basa en medir el nivel de acidez o alcalinidad en una solución. (31)
- **Partes por millón (ppm):** Se define así a la medida que suele utilizarse para calcular el espacio que ocupan pequeñas cantidades de elementos en una mezcla. (38)
- **Partes por billón (ppb):** Se define así a la medida utilizada para cuantificar pequeñas cantidades en una mezcla. De forma similar a la ppm se refiere a porcentajes de volumen en gases y de peso en sólidos. (39)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MATERIALES

3.1.1 MATERIAL DE ESTUDIO

- Gũiñapo de maíz (*Zea Mays*) para la elaboración de chicha.

3.1.2 MATERIALES DE ESCRITORIO

- Engrapador
- Cinta adhesiva
- Hojas
- Lapiceros
- Laptop (HP)
- Software SSPS
- Software Veratox v3.8.0
- Cámara fotográfica
- Impresora
- Plumón marcador indeleble

3.1.3 MATERIALES DE VIDRIO

- Pipetas estériles 5 mL
- Placas Petri 100x15 mm
- Matraces 250 mL y 500 mL
- Tubos de ensayo de 16 x 160 mm
- Tubos de ensayo de 16x 160 mm con tapa rosca
- Probetas de 50 mL, 100 mL, 250 mL
- Cubre objeto y portaobjeto
- Frascos de vidrio con tapa de 100 mL
- Embudos de vidrio
- Bureta
- Baguetas de vidrio
- Vasos de precipitados 50 mL y 100 mL

3.1.4 EQUIPOS E INSTRUMENTOS.

- Equipo Analizador Semiautomatizado de ELISA (STAT FAX 4200) de 630 nm
- Molinillo eléctrico ELECTRIC GRINDER (200 watts)
- Potenciómetro (PHS-25CW MICROPROCESSOR)
- Balanza analítica
- Balanza de precisión (OHAUS PIONEER)
- Microscopio óptico (LEICA DM500)
- Autoclave Automático digital (FRAVILL)
- Horno (MEMMERT)
- Termohigrómetro (BOECO)
- Destilador de Agua (FRAVILL DES100-40)
- Micropipetas de 100 µl, 200 µl y 1000 µl

3.1.5 REACTIVOS

- Kit cuantitativo de ELISA para Ocratoxinas
- Kit cuantitativo de ELISA para Aflatoxina
- Kit cuantitativo de ELISA para Fumonisin
- Metanol 70%(Merck)
- Metanol 50%(Merck)
- Hidróxido de sodio al 0.1N
- Fenolftaleína al 2%
- Agua destilada
- Etanol 70 %

3.1.6 MEDIOS DE CULTIVO

- Agar OGA (Oxytetracycline Glucose Agar Base).
- Peptona MERCK.

3.1.7 OTROS MATERIALES

- Bolsa de polipropileno de 1 kg estéril
- Crisoles
- Papel aluminio
- Papel filtro
- Agujas de siembra
- Cintas para medir pH (Universal Test Paper DF)
- Balón de gas

- Papel Kraft
- Espátula de aluminio
- Guantes de látex descartables y de procedimiento estéril
- Cucharillas estériles
- Mechero bunsen
- Mascarillas
- Gorras para laboratorio
- Fosforo
- Punteras Tips de 100 μ L y 1000 μ L
- Franelas
- Pabilo
- Algodón 500g
- Pizeta
- Gradillas
- Papel toalla

3.2 DISEÑO METODOLÓGICO

3.2.1 UBICACIÓN Y TIEMPO DE ESTUDIO

El Valle sagrado está situado al noreste de Cusco a una altitud de 2000 a 2800 m s. n. m. Debido a ello, el Valle sagrado de los Incas tiene el mejor clima para el cultivo de maíz, oscila entre 22 y 25 °C durante el día. Está comprendido entre las provincias de Calca y Urubamba, por el discurre el río Vilcanota.

El Valle Sagrado del Cusco reúne las condiciones perfectas para el cultivo del maíz. Tiene días cálidos y noches frescas que no llegan al punto de congelación, así como suelos formados sobre material calcáreo con excelente agregación, un pH neutro, y una vegetación de malas hierbas. También dispone de abundante agua para el riego.

Figura 12: Mapa de ubicación de las zonas del valle sagrado de los incas.



Fuente: Willka Travel (2024).

3.2.2 TIPO DE ESTUDIO

TEÓRICO O DOGMÁTICO: El objetivo de este estudio fundamental, teórico o dogmático, fue proporcionar nueva información sobre los niveles de micotoxina y la presencia de hongos tóxicos en el Güiñapo de maíz que se vende en el Valle Sagrado de los Incas.

CUANTITATIVO: Dado que se desarrolló pruebas estadísticas para cuantificar la micotoxina y características fisicoquímicas del Güiñapo de maíz (humedad, acidez y pH). Según Hernández Sampieri, señala que el objetivo de un estudio cuantitativo es recopilar datos numéricos, evaluarlos mediante técnicas estadísticas, computacionales y matemáticas, y llegar a una conclusión (38).

3.2.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

- A) NO EXPERIMENTAL:** Con enfoque cuantitativo, dado que no hubo manipulación directa de variables ni intervención en la producción del Güiñapo de maíz, el diseño de investigación fue no experimental. En lugar de llevar a cabo manipulaciones directas, la investigación observó y describió las condiciones existentes.
- B) DESCRIPTIVO:** Debido a que permitió observar, medir y describir detalladamente las características de las variables, sin intentar explicar por qué o establecer relaciones de causa y efecto.
- C) TRANSVERSAL:** Debido a que los datos fueron recopilados en un único momento, con el objetivo de describir las variables y estudiarlo en el momento.
- D) CORRELACIONAL:** Debido a que en la investigación se pudo medir dos o más variables estableciendo una relación estadística entre cada una de ellas.

3.3 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 UNIVERSO

Estará compuesto por todas las muestras del Güiñapo de maíz, para la elaboración de chicha artesanal, que estas a su vez son comercializadas en las diferentes localidades entre las provincias de Calca y Urubamba en el Valle Sagrado de los Incas, donde existen al menos 40 centros de expendio, comercialización de Güiñapo de maíz y venta de chicha reconocidos.

3.3.2 POBLACIÓN

La población serán las muestras de Güiñapo comercializados en las distintas zonas del Valle Sagrado de los Incas, con la finalidad de la elaborar chicha.

Tabla 14: Centros de producción de Güiñapo y chicha

CENTROS DE PRODUCCIÓN DE GÜIÑAPO Y CHICHA	NÚMERO DE MUESTRAS
PISAC	7
COYA	3
LAMAY	8
CALCA	10
URUBAMBA	9
OLLANTAYTAMBO	3
TOTAL	40

Fuente: Elaboración propia. Nota. La tabla representa los centros de producción de Güiñapo en el Valle Sagrado de los Incas.

3.3.3 MUESTRA

Se realizó mediante el método no probabilístico por conveniencia, donde se encuentran al menos 40 centros de producción de Güiñapo más representativas situados en El Valle Sagrado de los Incas.

3.3.4 TIPO DE MUESTREO

Se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia debido a que se escogieron los lugares de comercialización de venta de Güiñapo de maíz conocidos y concurridos, con el propósito de afianzar el tiempo y los recursos que disponemos, enfatizando aquellos lugares donde se espera obtener datos más destacados para nuestro estudio.

Concretamente, se localizaron 40 centros de elaboración de Güiñapo, en base a lugares donde haya mayor frecuencia y cantidad de consumidores.

3.3.5 RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

Se recolectó 40 muestras de diferentes centros de expendio, se colocaron 1kg de cada muestra en bolsas de polipropileno estériles, las cuales fueron selladas y rotuladas para luego ser transportadas en un cooler con gel refrigerante, dispuesto de manera homogénea en la base y en los laterales para así garantizar que la temperatura no exceda los 4°C para su conservación. Esto garantizó la viabilidad de la muestra hasta su recepción en el laboratorio, con un tiempo de transporte no superior a las 24 hrs. Se registró la temperatura del contenedor antes de colocar la muestra y al llegar al laboratorio para confirmar que se mantuvo dentro de los límites.

3.4 CRITERIO DE SELECCIÓN

3.4.1 CRITERIO DE INCLUSIÓN

- centros de producción y venta de Güiñapo de maíz y elaboración de chicha.

3.4.2 CRITERIO DE EXCLUSIÓN

- centros de elaboración y venta solamente de chicha.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

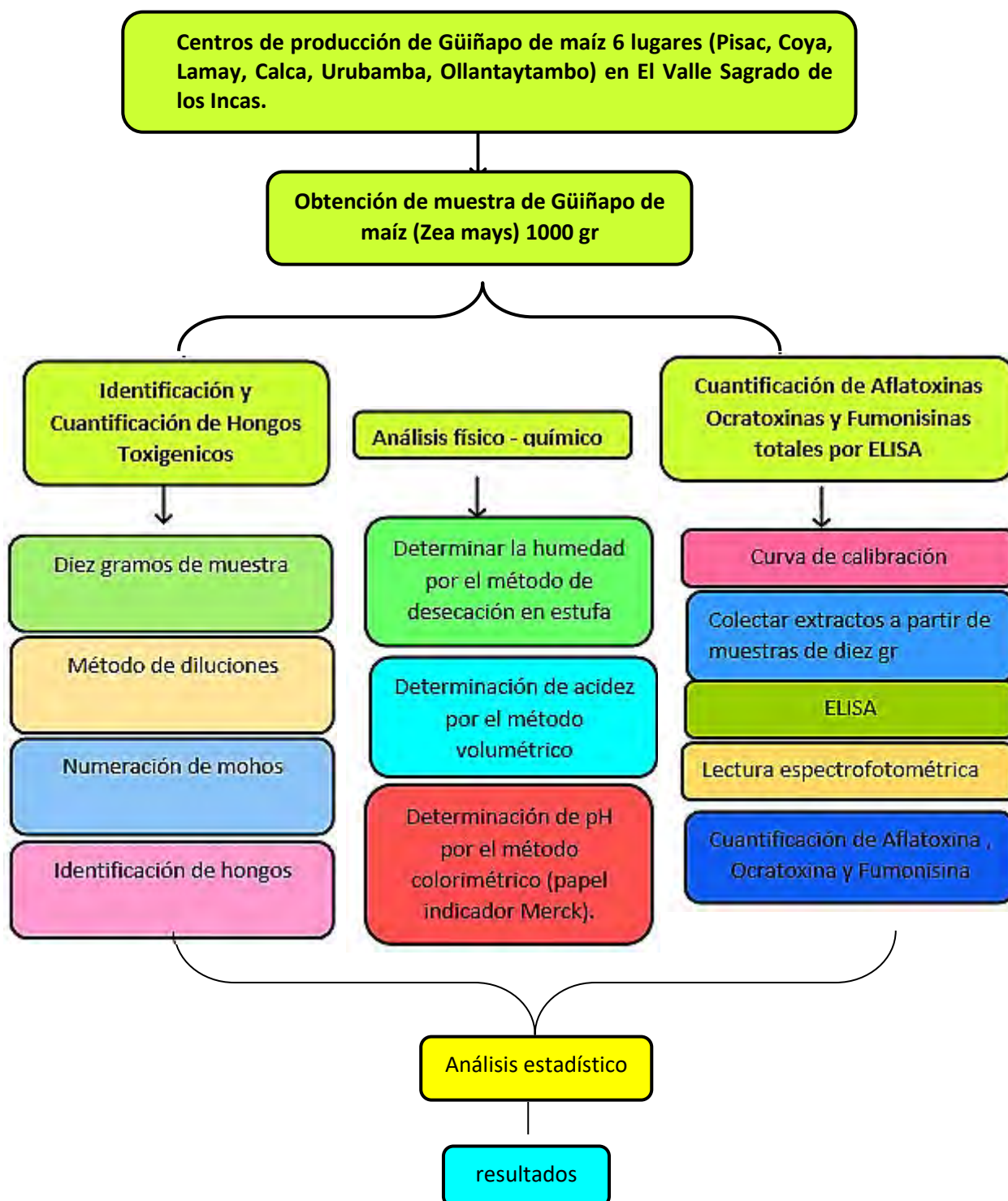
VARIABLES						
	VARIABLES INDEPENDIENTES			VARIABLES DEPENDIENTES		
	HONGOS TOXIGÉNICOS			CUANTIFICACIÓN DE MICOTOXINAS CARCINOGÉNICAS		
DEFINICIÓN CONCEPTUAL	Los hongos toxigénicos son hongos capaces de producir y liberar sustancias químicas llamadas Micotoxinas durante su crecimiento y reproducción. Su clasificación se distingue en dos categorías: de campo y almacenamiento			Las Micotoxinas son agentes tóxicos sintetizados por una gran sin número de hongos filamentosos (hongos toxigénicos). Estas pueden ser las responsables de contaminar alimentos y piensos, representando riesgos en la salud de la humanidad.		
DIFINICIÓN OPERACIONAL	Los hongos de campo , entre los que se incluyen miembros del género <i>Fusarium spp.</i> , infectan los granos en circunstancias agrícolas y a menudo no pueden sobrevivir a largos periodos de almacenamiento porque necesitan un alto contenido de agua para vivir. en cambio, los géneros <i>Penicillium spp.</i> y <i>Aspergillus spp.</i> involucran a las especies que suelen infiltrarse en los cereales almacenados, de ahí su nombre de hongos de almacenamiento , estos vendrían a ser las especies más frecuentes en el Güiñapo de maíz.			Las Micotoxinas carcinógenas más relevantes que se pueden encontrar en el Güiñapo de maíz mediante ELISA son: - (AFB ₁), B ₂ , G ₁ Y G ₂ - (OTA) - Fumonisina B ₁ Y B ₂ (FB ₁ Y FB ₂)		
INDICADORES	<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	(AFB ₁), B ₂ , G ₁ Y G ₂	(OTA)	Fumonisina B ₁ Y B ₂ (FB ₁ Y FB ₂)
NATURALEZA	Cualitativa	Cualitativa	Cualitativa	Cuantitativa	Cuantitativa	Cuantitativa
TIPO DE MEDICIÓN	Indirecta	Indirecta	Indirecta	Indirecta	Indirecta	Indirecta
TIPO DE ESCALA	Nominal			Intervalo		
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	Siembra en placa e Identificación			-Detector Fotométrico (STAT FAX 303 PLUS). (Para Realizar La Lectura Correspondiente) -Software VERATOX 3V Para WINDOWS. (Para Cálculo De Resultados)		
MÉTODO	Método de Diluciones			Método Inmunoenzimático ELISA		
EXPRESIÓN FINAL	Presencia/Ausencia			Ppb		

JUSTIFICACIÓN	Se utilizo la dilución seriada ´porque facilita el recuento de colonias aisladas ya que este proceso implica diluir la muestra original. Esto da como resultado una población bacteriana manejable para una enumeración precisa.	Este método de ELISA se utilizó debido a su alta sensibilidad y especificidad para detectar y cuantificar antígenos o anticuerpos en diversas muestras y también porque es una herramienta eficiente, económica y accesible.	
VARIABLES INTERVINIENTES			
	CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS		
DEFINICIÓN CONCEPTUAL	Las características fisicoquímicas son fundamentales para entender la composición, seguridad y calidad de los alimentos. Estos aspectos no solo son importantes para la industria alimentaria y los reguladores, sino también para los consumidores.		
DIFINICIÓN OPERACIONAL	Características fisicoquímicas del Güiñapo de maíz (humedad, acidez y pH)		
INDICADORES	Humedad	Acidez	Ph
NATURALEZA	Cuantitativa	Cuantitativa	Cuantitativa
FORMA DE MEDICIÓN	Indirecta	Indirecta	Indirecta
ESCALA DE MEDICIÓN	De razón	De razón	Intervalo
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	%	%	PAPEL INDICADOR DE pH (PAPEL MERCK)

Fuente: Elaboración propia

3.6 FLUJOGRAMA DE INVESTIGACIÓN

Diagrama 3:Flujograma de investigación.



Fuente: Elaboración propia

3.7 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Tabla 15: Determinación de los puntos de muestreo.

CENTROS DE PRODUCCIÓN DE GÜIÑAPO Y CHICHA	NÚMERO DE MUESTRAS	PORCENTAJE DEL TOTAL DE MUESTRA
PISAC	7	17.5%
COYA	3	7.5%
LAMAY	8	20.0%
CALCA	10	25.0%
URUBAMBA	9	22.5%
OLLANTAYTAMBO	3	7.5%
TOTAL	40	100%

Nota. Esta tabla representa la determinación de puntos de muestreo.

Fuente: Elaboración propia

3.8 OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

A continuación, se siguieron los siguientes procedimientos para la obtención de las muestras:

Se adquirió 1Kg de Güiñapo de maíz (*Zea mays*) por cada centro de producción de Güiñapo, utilizando un cucharón estéril, se recogieron las muestras y luego se introdujeron a bolsas estériles, las muestras obtenidas fueron selladas y rotuladas en el lugar donde se obtuvieron para su análisis. Para permitir identificar toda la información adicional de interés para el análisis de la investigación, se llevó un registro para cada toma de muestra. (6) (ANEXO N°8)

Los muestreos se realizaron en tres etapas: la primera etapa estuvo comprendido por todas las muestras entre los lugares de Pisac y Coya, la segunda etapa estuvo comprendido por todas las muestras entre Lamay y Calca y por último la tercera etapa estuvo comprendida por las muestras recolectadas de Urubamba y Ollantaytambo (ANEXO N°9). A continuación, las muestras se llevaron en un plazo de 24 horas a los ambientes de análisis de microbiología de nuestra carrera para su procesamiento. Los extractos de las muestras fueron conservados hasta que se reciba el número completo de muestras en la Escuela Profesional de Biología para poder utilizarlos en la prueba ELISA de detección de Micotoxinas. (39).

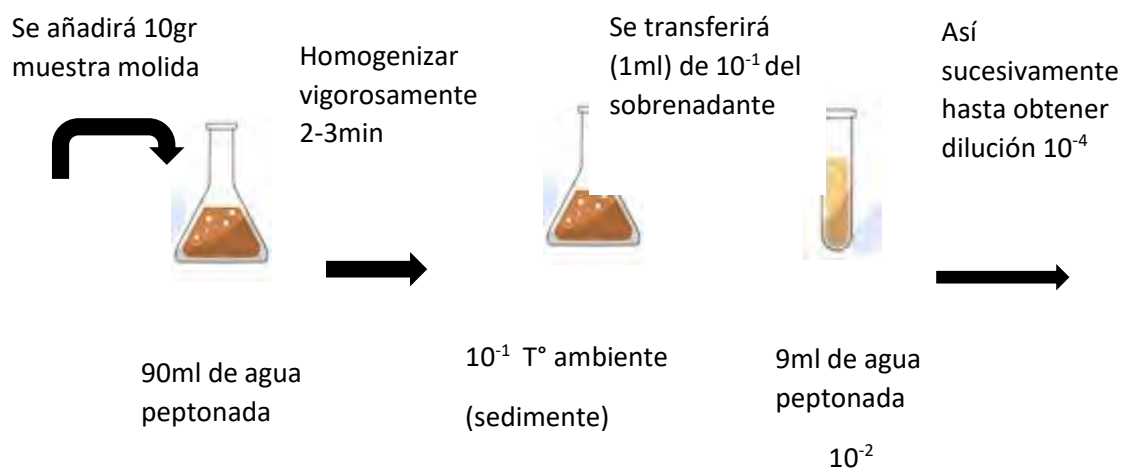
3.9 ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRA PARA EL ANÁLISIS

1. Se verificó las muestras obtenidas, considerando que estas no presenten algún tipo de defecto y deterioro de las bolsas, utilizando guantes estériles.
2. Luego con un molino eléctrico estéril se trituro el Güiñapo de maíz.
3. A una bolsa de polipropileno estéril debidamente rotulada se trasladó 200gr del producto obtenido, hasta su procesamiento. (ANEXO N°10).

3.10 OBTENCIÓN DE MOHOS EN MUESTRA DE GÜIÑAPO DE MAÍZ según (ANMAT, 2014)

MÉTODO POR DILUCIONES EN AGUA PEPTONADA (AP)

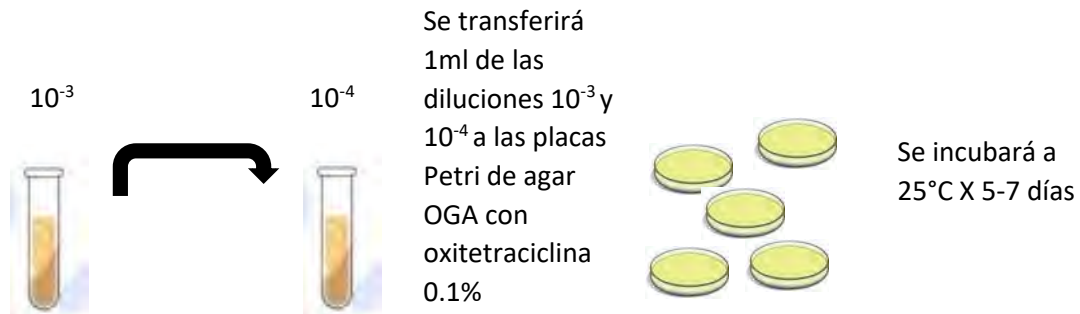
Diagrama 4: Método por diluciones en agua peptonada.



Fuente: Elaboración propia.

SIEMBRA POR EL MÉTODO DE INCORPORACIÓN

Diagrama 5: Siembra por el método de incorporación.



Fuente: Elaboración Propia.

3.11 IDENTIFICACIÓN DE HONGOS TOXIGENICOS Y SUS GÉNEROS

Según (Basilico et al.,2005)

Se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

A. Características macroscópicas:

- ☒ Color de la colonia
- ☒ Textura de la colonia
- ☒ Presencia de plegamiento
- ☒ Presencia de márgenes, zonificaciones
- ☒ Presencia de exudados y si estos presentan coloración.
- ☒ Aspecto de micelio vegetativo y del micelio reproductor (ANEXO N°13)

B. Características microscópicas:

- ☒ Estructura del cuerpo fructífero
- ☒ Estructura de los conidios (ANEXO N°12)

3.12 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS EN EL GÜIÑAPO DE MAÍZ (Humedad, Acidez y pH)

Para el análisis fisicoquímico se tomaron en cuenta la humedad, acidez y pH por ser estos de importancia en la proliferación de hongos en alimentos. (ANEXO N°14).

3.12.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR EL MÉTODO DE DESECACIÓN EN ESTUFA Según NTP, 205.037: 1975. Revisado el 2016.

PRINCIPIO DEL MÉTODO:

Este método se basa en la determinación del contenido de agua en la muestra, por diferencia de pesos (inicial y final), después de ser desecada en horno.

Primero:

Se pesó 10 gramos de cada muestra acondicionada, se colocó cada muestra en un crisol y se llevó al horno a 130°C por 5 horas, se pesó y se realizó los cálculos, el resultado se obtiene en porcentaje (%).

Según la siguiente formula:

$$\% \text{ Humedad} = \left(\frac{P1 - P2}{P1} \right) \times 100$$

Donde:

P1: peso de la muestra sin desecar

P2: peso de muestra desecada

3.12.2. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ POR EL MÉTODO VOLUMÉTRICO SEGÚN NTP 205.039: 1975. Revisado el 2011

PRINCIPIO DEL MÉTODO:

El fundamento del método se basa en la relación ácido-base, para lo cual se colocó la muestra en solución acuosa y se tituló con solución de NaOH en presencia del indicador fenolftaleína.

Procedimiento:

- ☒ Se pesó 5 gramos de muestra molida con 50 ml de agua estéril, luego se pesó en papel filtro hasta obtener 25 ml del filtrado en el Erlenmeyer
- ☒ Se añadió 3 gotas de la fenolftaleína al filtrado y se homogenizó
- ☒ Se tituló con NaOH 0.1N hasta que vire de color.

Se realizaron los cálculos, y los resultados se expresaron en % según la siguiente formula

$$x = \frac{V \times 0.1 \times 0.049 \times 50 \times 100}{5 \times 25} \times \frac{100 - 15}{100 - H^0}$$

Donde:

V: gasto de la solución 0.1N de hidróxido de sodio.

H°: humedad de la muestra (%).

3.12.3. DETERMINACIÓN DE pH POR EL MÉTODO COLORIMÉTRICO PAPEL INDICADOR DE pH (PAPEL MERCK)

PRINCIPIO DEL MÉTODO:

Este método se basa en determinar la acidez o alcalinidad de una solución donde el pH indica la concentración de iones hidronio (H₃O⁺). La tira se sumergió en un frasco de vidrio con agua estéril más la muestra, luego se comparó la coloración que adopta en la tabla colorimétrica.

3.13 CUANTIFICACIÓN DE AFLATOXINAS TOTALES POR EL MÉTODO INMUNOENZIMÁTICO ELISA

OBTENCIÓN DEL EXTRACTO DE LAS MUESTRAS DE MAÍZ

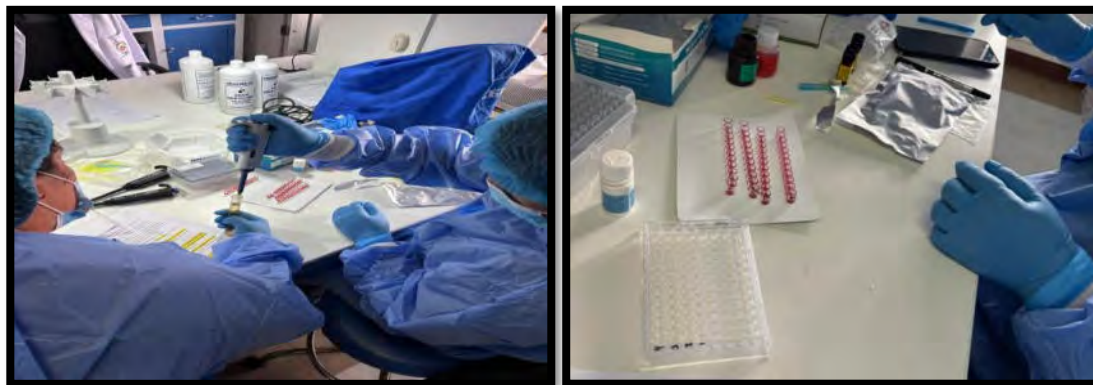
Se pesó 5 gr. de muestra molida y se mezcló con 25 ml de Metanol al 70% homogenizando bien durante 3 minutos, luego se filtró a través de papel Whatman # 1. La solución filtrada (extracto) se almacenó de 2 a 8 °C para su uso (ANEXO N°16).

PREPARACIÓN DE LA CURVA DE CALIBRACIÓN

Se tomó los 4 estándares de diferentes concentraciones (0, 5, 15 y 50 ppb) con los cuales se procedió a realizar la curva de calibración. (ANEXO N°1).

PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA ELISA., SEGÚN NEOGEN, 2018.

- 1) Se acondicionó los reactivos a temperatura ambiente antes de utilizarlos.
- 2) Se sacó los pozos, se colocó en la placa porta pozos, un pozo rojo de mezclado por cada control y un por pozo por cada muestra a evaluar. Se Colocó una línea más abajo el mismo número de pozos blancos



Fuente: Elaboración propia

- 3) Se adicionó 100 µL del conjugado del frasco con **etiqueta azul** a todos los pozos rojos de mezclado que ha separado.



Fuente: Elaboración propia

- 4) Se adicionó 100 μ L de cada control y de cada extracto filtrado de muestra a sus correspondientes pozos rojos de mezclado que ha separado. Se transfirió 100 μ L de cada pozo rojo de mezcla al correspondiente pozo blanco.



Fuente: Elaboración propia

- 5) Se mezcló el líquido en los pozos pipeteando hacia arriba y hacia abajo 5 veces. Después se desechó los pozos de mezcla marcados en rojo.
- 6) Se guardó por 5 minutos, mezclando los pozos durante los primeros 30 segundos, deslizándolos hacia adelante y hacia atrás.
- 7) Se vació el contenido de los pozos con anticuerpos. Se llenó bien los pozos con agua destilada o desionizada y deséchelo. Se repitió este paso 5 veces, luego se volteó los pozos y golpeó ligeramente sobre toalla de papel hasta eliminar el agua restante.



Fuente: Elaboración propia

- 8) Se adicionó 100 μ L de sustrato de la botella con **etiqueta verde** a todos los pozos blancos. Se agitó por deslizamiento.



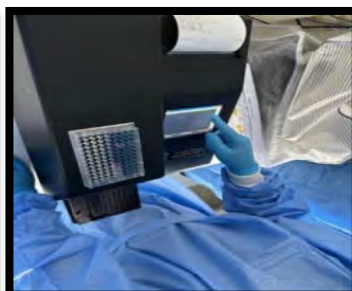
Fuente: Elaboración propia

- 9) Se guardó por 5 minutos, mezclando los pozos durante los primeros 30 segundos, deslizándolos hacia adelante y hacia atrás luego se desechó el sustrato restante y se enjuagó el reservorio de reactivo con agua estéril.
- 10) Se transfirió la solución Red Stop del recipiente con **etiqueta roja** a la tapa del recipiente.
- 11) Se procedió a pipetear 100 μL de Red Stop en cada pozo. Para combinarlos, deslízcelos hacia delante y hacia atrás sobre una superficie plana.



Fuente: Elaboración propia

- 12) Los fondos de los pocillos se limpiaron y, a continuación, se leyeron utilizando un lector de pocillos que tenga un filtro de 650 nm. Esto es necesario porque las burbujas de aire pueden influir en el resultado del análisis. Inmediatamente después de la adición de la solución Red Stop, los resultados se leyeron en un plazo de veinte minutos.
- 13) Se procesó y calculó los resultados mediante el software VERATOX 3V para WINDOWS.



Fuente: Elaboración propia

3.14 CUANTIFICACIÓN DE OCRATOXINA A POR EL MÉTODO INMUNOENZIMÁTICO ELISA

PRINCIPIO DEL ANÁLISIS, según (NEOGEN 2018)

Para la detección de Ocratoxinas, el kit Veratox funciona como un ensayo inmunoenzimático de competición directa (CD-ELISA), que permite determinar cantidades precisas en partes por billón (ppb). Esto hace posible que la Ocratoxina libre en las muestras y controles compitan con Ocratoxina enzimomarcada (conjugado) por los sitios de absorción de los anticuerpos. Tras el proceso de lavado, se introduce un sustrato, que produce el color azul al reaccionar con el conjugado que se ha unido. Cuanto mayor sea la coloración azul representara menos Ocratoxina. Se utiliza un lector de micropocillos para leer la prueba, lo que da lugar a la obtención de densidades ópticas.

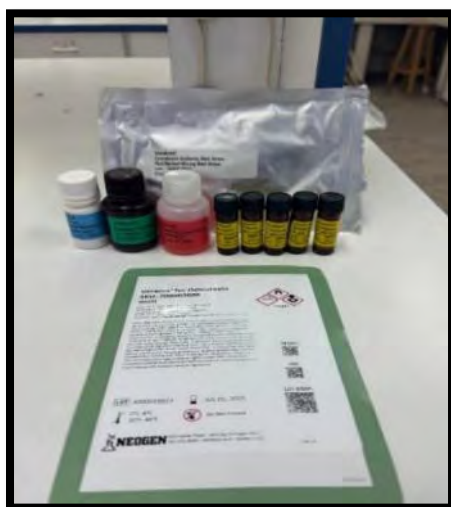
Cuando las densidades ópticas de los controles forman la curva típica, se trazó un gráfico de las densidades de las muestras contra dicha curva para calcular la concentración exacta de Ocratoxina.

OBTENCIÓN DEL EXTRACTO DE LAS MUESTRAS DE MAÍZ

Se pesaron 10gr de muestra molida y se mezclaron con 40 ml de metanol al 50% homogeneizando bien durante 3 minutos, luego se filtraron a través de papel Whatman #1. La solución filtrada (extracto) se almacena de 2 a 8 °C para su uso. (ANEXON°16)

PREPARACIÓN DE LA CURVA DE CALIBRACIÓN.

Se tomaron los 5 estándares de diferentes concentraciones (0,2,5,10 y 25 ppb) con los cuales se procedieron a realizar la curva de calibración. (ANEXO N°17)



Fuente: Elaboración propia

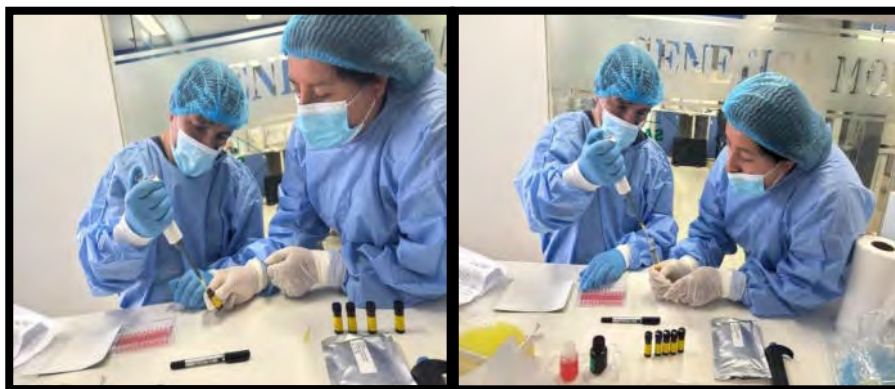
PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA ELISA., SEGÚN NEOGEN, 2018.

- 1) Se acondicionó los reactivos a temperatura ambiente antes de utilizarlos.
- 2) Se sacó los pozos rojos para las muestras, tanto cinco pozos rojos para los controles como también los pozos blancos y se colocó en la gradilla porta pozos.
- 3) Se mezcló y agitó los reactivos antes de usar.
- 4) Se vertió 100 μ L del conjugado del frasco con **etiqueta azul** en cada pozo marcado con rojo.



Fuente: Elaboración propia

- 5) Se transfirió 100 μ L de los controles y de las muestras a los pozos de marcados de rojo.



Fuente: Elaboración propia

- 6) Para mezclar bien el líquido en los pocillos se pipeteó arriba y abajo tres veces.
- 7) Se procedió a Transferir 100 μ L de la solución de anticuerpos a los pozos blancos con anticuerpos. Se agitó el contenido del soporte de pocillos mientras se mueve de un lado a otro sobre una superficie plana durante diez a veinte segundos.
- 8) Se Incubó durante 10 minutos. Se desechó los pozos marcados con rojo.
- 9) Se desechó el contenido que están en los pozos. Se llenó los pozos con agua destilada o desionizada y desechó dicha agua sacudiéndolos, repita esta operación

cinco veces, luego se volteó los micropocillos y golpeó suavemente sobre una toalla de papel, hasta eliminar el agua sobrante.

- 10)** Se transfirió la cantidad necesaria de solución de sustrato del frasco con la etiqueta verde a la parte superior de la tapa del frasco que lo contiene.



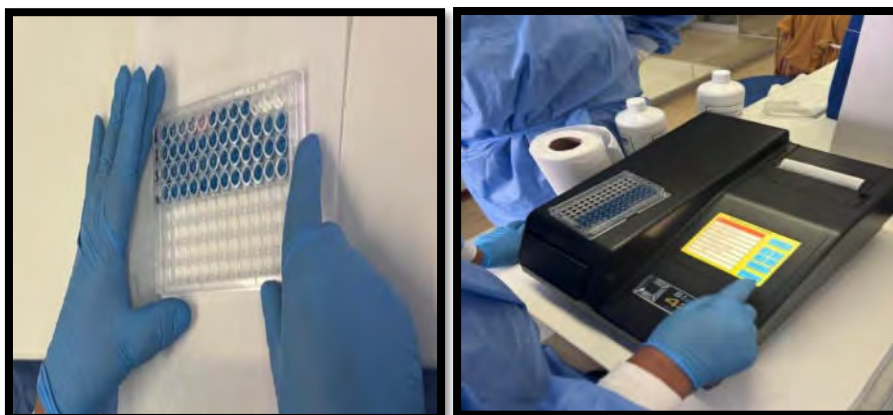
Fuente: Elaboración propia

- 11)** Para añadir 100 μ l de sustrato a los pocillos se utilizó una pipeta. El método de mezcla consistió en deslizar hacia delante y hacia atrás sobre una superficie lisa durante diez o veinte segundos.
- 12)** Se Incubó durante 10 minutos. Se desechó el sustrato restante y enjuagó con agua.
- 13)** Se vertió la solución detenedora Red Stop del frasco con **etiqueta roja** en su tapa.



Fuente: Elaboración propia

- 14)** Se pipeteó 100 μ L de solución red stop a cada pozo. Se mezcló deslizando hacia atrás y hacia adelante sobre una superficie plana.
- 15)** Se limpió bien el exterior de los pocillos y, a continuación, se leyó los resultados utilizando un lector de pocillos equipado con un filtro de 650 nm. Se eliminó las burbujas de aire, pues podrían influir en los resultados analíticos. Se recomienda leer los resultados dentro de los veinte minutos siguientes a la administración de la solución Red Stop.
- 16)** Se procesó y calculó los resultados mediante el software VERATOX 3V para WINDOWS.



Fuente: Elaboración propia

3.15 CUANTIFICACIÓN DE FUMONISINA TOTAL POR EL MÉTODO INMUNOENZIMÁTICO ELISA

PRINCIPIO DEL ANÁLISIS, según (NEOGEN, 2015)

El kit Veratox para la detección de fumonisinas actúa como un ensayo Inmunoenzimático competitivo directo (CD- ELISA) que permite obtener concentraciones exactas en partes por millones (ppm). La fumonisina libre que se encuentra presentan las muestras y controles compite con las fumonisinas o enzimomarcada (conjugado) para los sitios de absorción de los anticuerpos. Luego del lavado, se le agregara el sustrato, el cual reaccionara con el conjugado unido para producir el color azul. Cuanta mayor sea azul representa menos Fumonisina.

La prueba se lee en un lector de micro pocillos para producir densidades ópticas. Cuando las densidades ópticas de los controles forman la curva típica se traza un gráfico de las densidades ópticas de la muestra contra dicha curva para calcular la concentración exacta de Fumonisinas.

OBTENCIÓN DEL EXTRACTO DE LAS MUESTRAS DE MAÍZ

Se pesó 5gr de la muestra molida y se mezcló con 25ml de metanol al 70% agitando energéticamente durante 3 minutos, la mezcla se filtró con papel Whatman #1 y la solución filtrada (extracto) se almacenó a una temperatura de 2 a 8 °C para su uso (ANEXO N°16)

PREPARACIÓN DE LA CURVA DE CALIBRACIÓN.

Se tomó los 5 estándares de diferentes concentraciones (0,1, 2, 4 y 6 ppm) con los cuales se procedió a realizar la lectura como curva de calibración. (ANEXO N°17).



Fuente: Elaboración propia

PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA ELISA, SEGÚN NEOGEN, 2018.

- 1) Se acondicionó los reactivos a temperatura ambiente antes de utilizarlos.
- 2) Se sacó los pozos rojos para las muestras, y cinco pozos rojos para los controles como también los pozos blancos y se colocó en la gradilla portapozos.
- 3) Se mezcló y agitó los reactivos antes de usar.
- 4) Se vertió 100µL del conjugado del frasco con **etiqueta azul** en cada pozo marcado con rojo.
- 5) Utilizando una pipeta nueva para cada individuo, se transfirió 100 µl de controles a las muestras a los pozos de rojo.
- 6) Para mezclar bien el líquido en los pocillos, se pipeteó arriba y abajo tres veces.
- 7) Se transfirió 100 µL de cada pozo rojo a los pozos blancos recubiertos con anticuerpos, luego se mezcló deslizando el portapozos hacia adelante y hacia atrás sobre una superficie plana por 10-12 segundos.



Fuente: Elaboración propia

- 8) Se incubó por 10 minutos, luego se desechó los pozos marcados de rojo.

- 9) Se tiró el contenido de los pozos de anticuerpos, luego se llenó los pozos con agua destilada y después se vació. Seguidamente se repitió este proceso 5 veces, de vuelta al portapozos y de unos golpecitos hacia abajo sobre la toalla de papel.
- 10) Se transfirió la cantidad necesaria del sustrato de la botella con la **etiqueta verde** en su propia tapa.
- 11) Se transfirió 100 μ L del sustrato a cada pozo, se mezcló deslizando hacia adelante y hacia atrás sobre una superficie plana durante 10-12 segundos.



Fuente: Elaboración propia

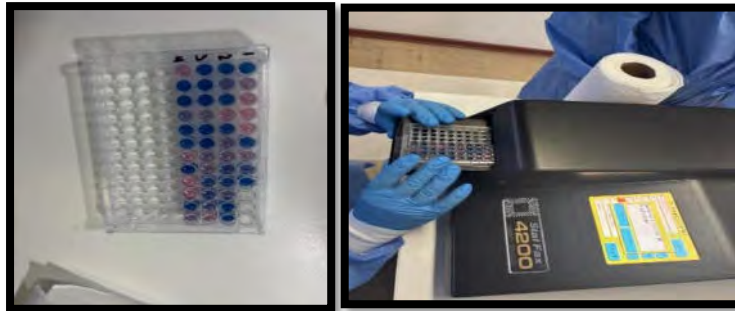
- 12) Se incubó durante 10 minutos a temperatura ambiente, después se desechó los pozos y enjuagó con agua repetidamente.
- 13) Se vertió la solución red stop de la botella con **etiqueta roja** sobre su tapa.
- 14) Se pipeteó 100 μ L de red stop en cada pozo, se mezcló deslizando hacia adelante y hacia atrás sobre una superficie plana.



Fuente: Elaboración propia

- 15) Después de limpiar el exterior de los pozos con un paño o toalla secos, los resultados se leyeron en un lector de pozos con un filtro de 650 nm. Elimine las burbujas de aire, pues existe la posibilidad de afectar los resultados del análisis. Se recomienda leer los resultados dentro de los 20 minutos siguientes a la adición de la solución Red Stop.

- 16) Se proceso y calculo los resultados mediante el software VERATOX 3V para WINDOWS.



Fuente: Elaboración propia

3.16 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.16.1 FRECUENCIA

La tabla de frecuencias, es una tabla que muestra la distribución de los datos mediante frecuencias, esta tabla es utilizada para variables cuantitativas y cualitativas. Además, permite ordenar los datos de manera que se presenten numéricamente las características de la distribución de un conjunto de datos o muestra.

3.16.2 PRUEBA DE NORMALIDAD – SAPHIRO WILK

Esta prueba utiliza hasta 50 muestras o datos para contrastar la normalidad. Para efectuar la prueba, se calcula la media y la varianza muestral S^2 , y se ordenan las observaciones de menor a mayor. El estadístico de la prueba es:

$$W = \frac{DD^2}{nS^2}$$

Donde:

D: Es la suma de las diferencias corregidas.

S^2 : varianza muestral.

3.16.3 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Rho DE SPEARMAN

El coeficiente de correlación de Spearman (ρ) es una medida estadística no paramétrica que evalúa la fuerza y dirección de la relación monotónica entre dos variables, reemplazando los datos originales por su rango. Se utiliza cuando los datos no cumplen con la distribución normal o cuando la relación no es necesariamente lineal. El valor del coeficiente varía entre -1 (correlación negativa perfecta) y +1 (correlación positiva perfecta), y 0 indica que no hay correlación.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

r_s = Coeficiente de correlación por rangos de Spearman

d = Diferencia entre los rangos (X menos Y)

n = Número de datos

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 IDENTIFICACIÓN DE HONGOS TOXIGÉNICOS PRESENTES EN MUESTRAS DE GÜIÑAPO DE MAÍZ.

Tabla 16: Porcentaje de los géneros de mohos contaminantes de Güiñapo de maíz por centro de Expendio.

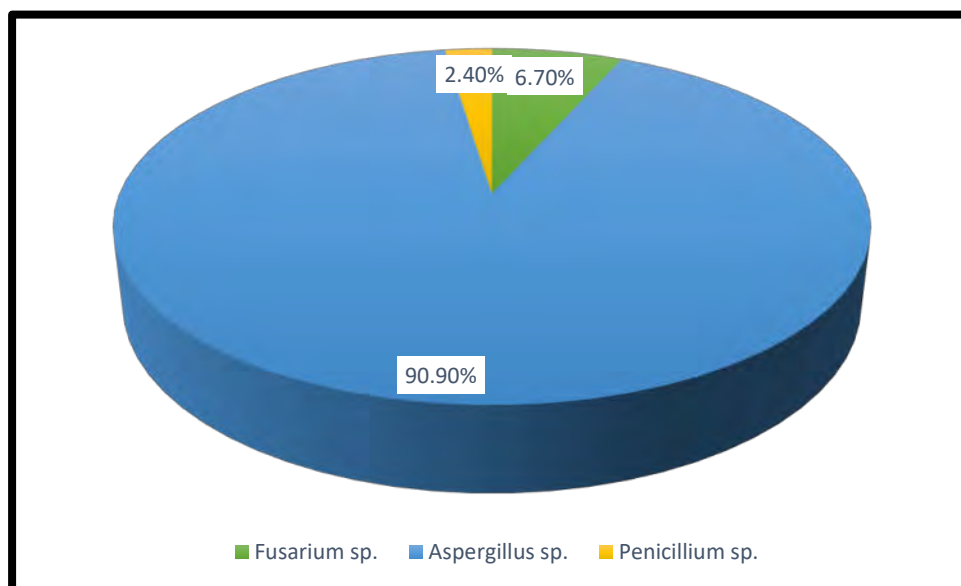
CENTROS DE EXPENDIO DE GÜIÑAPO Y CHICHA	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	TOTAL
PISAQ	8.56%	90.91%	0.53%	100%
COYA	16.00%	82.00%	2%	100%
LAMAY	1.42%	91.47%	7.11%	100%
CALCA	7.74%	92.26%	0%	100%
URUBAMBA	3.03%	94.44%	2.53%	100%
OLLANTAYTAMBO	9.86%	85.92%	4.23%	100%
TOTAL	6.70%	90.90%	2.40%	100%

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la tabla 16, se observa la frecuencia de los géneros de hongos en las muestras de güiñapo de maíz de los centros de expendio de güiñapo y chicha del Valle Sagrado de los Incas como: *Penicillium spp.* *Fusarium spp.* *Aspergillus spp.* (ANEXO N° 12 y 13)

Figura 13: Frecuencia de géneros de hongos contaminantes en el total de las muestras de Güiñapo de maíz.



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 13 se observa la frecuencia de géneros con el siguiente orden: *Aspergillus spp.* 90.90% (967), siendo el de mayor incidencia, seguido por *Fusarium spp.* 6.70% (71) y *Penicillium spp.* 2.40% (26).

DISCUSIÓN

En esta investigación estos resultados varían con el estudio realizado por Velasquez Ortiz en el 2022, que identificó mohos en granos de maíz como: *Fusarium spp.* con un 42% con una incidencia mayor, *Penicillium spp.* con 18% y *Aspergillus spp.* 12%. En un estudio realizado en Cusco por Muñoz y Pfuro en el año 2023, identificaron la presencia de *Penicillium spp.* con 44,9%, con una mayor incidencia, seguido por *Aspergillus spp.* 31.4% y *Fusarium spp.* 18.9% en muestras de maíz morado, lo cual difiere a nuestro estudio de investigación.

Los porcentajes elevados de hongos en el guiñapo de maíz pueden explicarse por varios factores. La contaminación de la materia prima como el maíz y la manera como fueron germinados, los utensilios y los materiales utilizados para su germinación facilita la proliferación de estos microorganismos durante la producción.

Además, un proceso de germinación del maíz incontrolado contribuye al crecimiento excesivo de hongos y levaduras. Finalmente, el almacenamiento del guiñapo en condiciones

inadecuadas, como una mala protección del producto y exposición al aire, acelera este crecimiento. El consumo de bebidas contaminadas como la chicha con micotoxinas puede causar efectos inmediatos, como irritación de la piel, inflamación de la mucosa intestinal y diarrea, así como efectos a largo plazo, como daño hepático, renal e incluso cáncer.

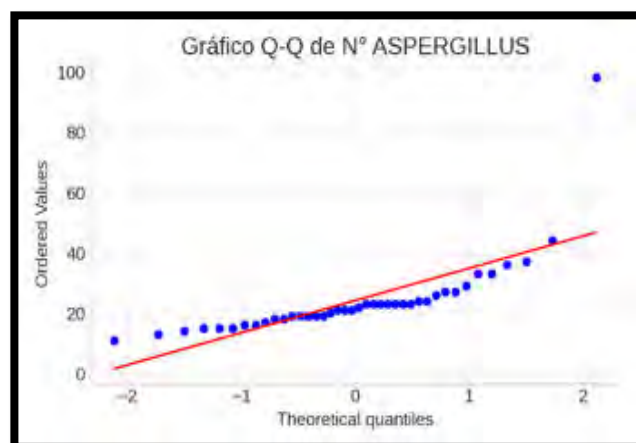
PRUEBA DE NORMALIDAD

Estos fueron los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para los hongos toxigénicos:

Hongo	Estadístico W	p-valor	Conclusión ($\alpha=0.05$)
<i>Aspergillus spp.</i>	0.587	2.08×10^{-9}	✗ No normal
<i>Penicillium spp.</i>	0.659	2.16×10^{-8}	✗ No normal
<i>Fusarium spp.</i>	0.642	1.22×10^{-8}	✗ No normal

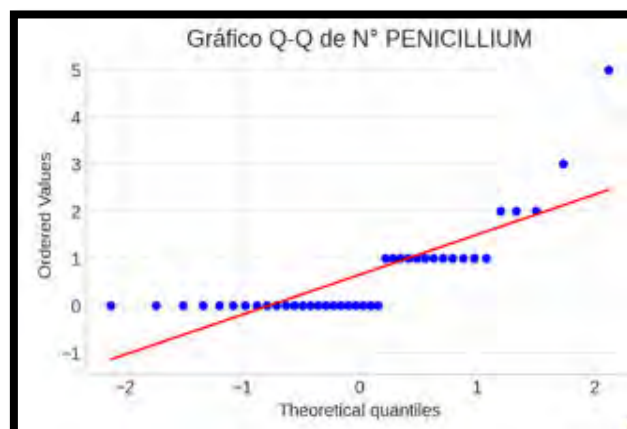
Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para *Aspergillus spp.*



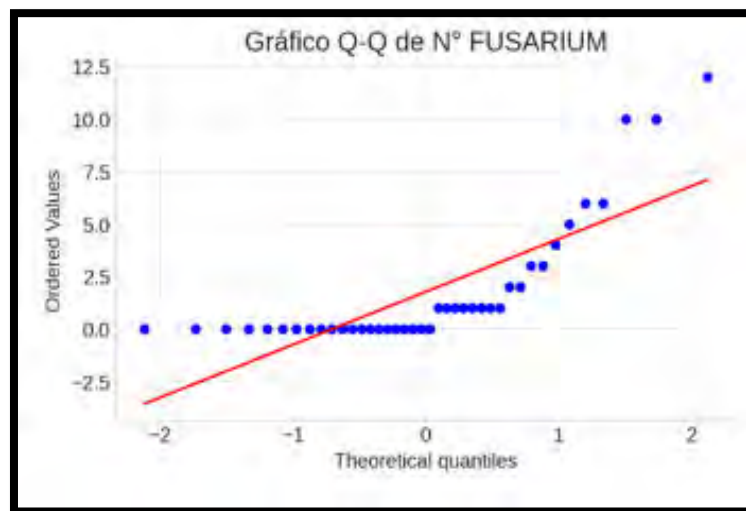
Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para *Penicillium spp.*



Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para *Fusarium spp.*



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

En la figura 14,15,16 en todos los casos, el p-valor es < 0.05 , por lo que se rechaza la hipótesis nula de normalidad. Esto indica que las variables *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* y *Fusarium spp.* siguen una distribución no normal. Se recomienda emplear métodos estadísticos no paramétricos para analizar estas variables.

4.2 ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO

4.2.1 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL GÜIÑAPO DE MAÍZ.

Tabla 17: Porcentaje de humedad en las muestras de Güiñapo de maíz de centros de expendio de Güiñapo y chicha en el valle sagrado de los Incas (2025).

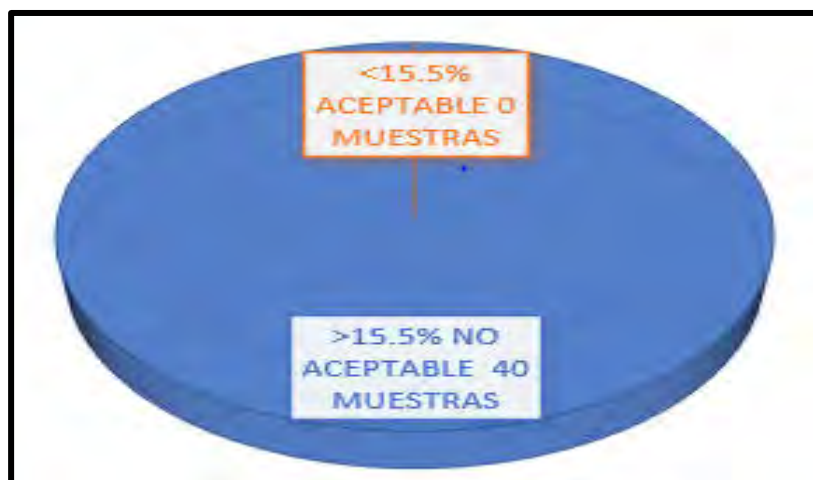
N° DE MUESTRAS	HUMEDAD						NORMA CODEX STAN 153 – 1985 Humedad máx.
	PISAQ	COYA	LAMAY	CALCA	URUBAMBA	OLLANTAYTAMBO	
1	49.440	47.150	44.670	46.750	51.950	38.380	15.500%
2	41.650	38.090	44.030	45.820	44.880	39.460	
3	44.530	45.040	43.370	48.120	50.820	44.890	
4	44.400	--	47.970	44.090	49.610	--	
5	43.790	--	48.340	45.060	44.870	--	
6	44.690	--	45.700	45.140	40.350	--	
7	47.180	--	43.260	45.850	48.130	--	
8	--	--	47.160	47.670	49.900	--	
9	--	--	--	42.800	44.540	--	
10	--	--	--	45.100	--	--	

Fuente: Elaboración propia. Nota: los valores marcados resaltados representan valores que sobrepasan el límite Según NORMA CODEX STAN 153 – 1985

INTERPRETACIÓN

En la tabla 17, se observa el contenido de humedad (%) obtenidas en las muestras de guiñapo de maíz de centros de expendio de guiñapo de maíz y chicha en el valle sagrado de los incas; donde se observa que el total de las muestras (40), sobrepasan el límite máximo de humedad 15.50% según la norma establecida CODEX STAN 153-1985 (Anexo N°24).

Figura 17: Porcentaje de muestras aceptables y no aceptables según humedad (%)



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 17, se observa que el 100% (40) de las muestras de guiñapo de maíz de los centros de expendio de guiñapo y chicha en el Valle Sagrado de Sagrado de los Incas superan el límite máximo permisible de 15.5%.

DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación asemejan con los resultados obtenidos por Muñoz & Pfuro en el año 2023 donde obtuvieron como resultado que, del total de las 38 muestras de maíz morado, el 100% de las muestras sobrepasaron 15.50% el Límite máximo de humedad según la norma establecida CODEX STAN 153 - 1985.

Así mismo también discrepa con el estudio realizado por Romero en el año 2020 que determino que el 94,4% de los ejemplares presentaba un valor del 12,74% ($\pm 1,20$), que no exceden los valores máximos permitidos de (15.5%) y también mencionar que el 5,6% de las muestras presentaban una media del 15,18% que superaba el límite según la norma.

Los valores de humedad inferiores al 13 % suelen presentar un crecimiento y proliferación fúngica bajos y a medida que la humedad aumenta, el crecimiento y proliferación fúngicas se aceleran, pudiendo ser de forma exagerada para valores de humedad del 16 %.

4.2.2 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ DEL GÜIÑAPO DE MAÍZ.

Tabla 18: Acidez de las muestras de Güiñapo de maíz procedentes de los centros de expendio de Güiñapo y chicha en el Valle Sagrado de los Incas (2025).

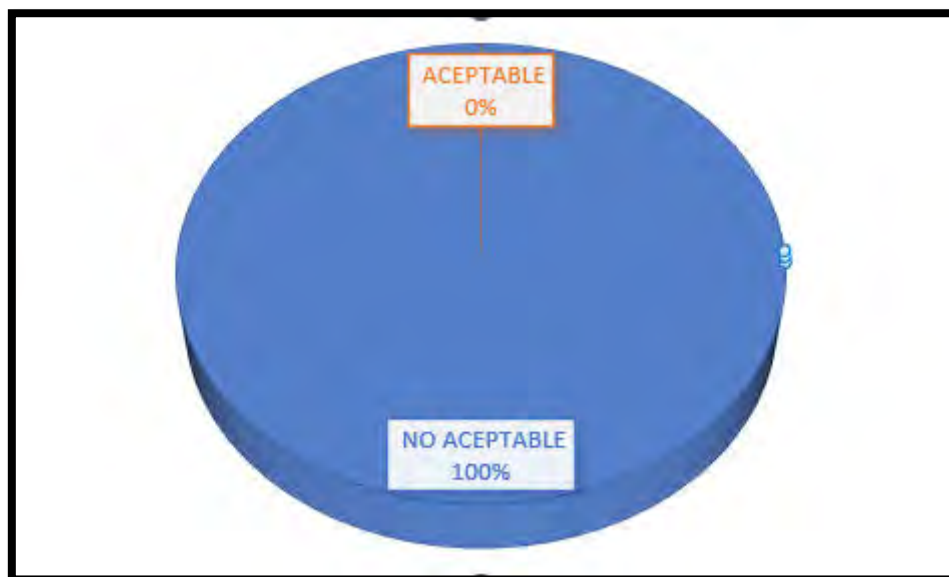
N° DE MUESTRAS	ACIDEZ						LIMITE 0.22 NTP 205.039 revisada 2016
	PISAC	COYA	LAMAY	CALCA	URUBAMBA	OLLANTAYTAMBO	
1	1.186	1.015	1.277	0.932	1.144	0.665	0.220
2	0.994	0.646	0.845	0.929	0.828	0.572	
3	0.841	0.864	1.059	1.111	1.118	0.320	
4	1.019	--	1.409	1.246	0.397	--	
5	0.771	--	1.219	1.365	1.040	--	
6	1.265	--	0.939	1.045	0.788	--	
7	1.025	--	1.034	0.683	0.777	--	
8	--	--	1.069	1.598	1.250	--	
9	--	--	--	0.845	0.811	--	
10	--	--	--	1.032	--	--	

Fuente: Elaboración propia Nota: los valores marcados resaltados representan valores que sobrepasan el límite según la NTP 205.039.

INTERPRETACIÓN

En la tabla 18, se observa que en los centros de expendio de guiñapo y chicha: Pisac, Coya, Lamay, Calca, Urubamba y Ollantaytambo, el 100% de las muestras de Guiñapo de maíz presentan una acidez que sobrepasan el límite máximo permisible de la norma técnica peruana (NTP 205.039).

Figura 18: Frecuencia de acidez de las muestras de Güiñapo de maíz.



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 18, se observa que el 0% (0) de las muestras se encuentran con un valor de acidez aceptable, mientras que el 100% (40) presenta valores no aceptables en cuanto a la acidez para muestras de maíz según la NTP205.039

4.2.3 DETERMINACIÓN DEL pH DEL GÜIÑAPO DE MAÍZ.

Tabla 19 : pH de las muestras de Güiñapo de maíz procedentes de los centros de expendio del Valle sagrado de los Incas (2024).

N° DE MUESTRAS	Ph						LIMITE 4, 5 A 6,5 NTP 209.064 revisada, 2016
	PISAQ	COYA	LAMAY	CALCA	URUBAMBA	OLLANTAYTAMBO	
1	5.0	4.5	5.5	5.0	4.5	4.5	4.5 – 6.5
2	5.5	5.0	6.0	5.0	5.5	4*	
3	5.5	5.5	5.0	5.5	4*	5.0	
4	5.0	--	5.0	5.0	4.5	--	
5	5.0	--	5.5	5.5	5.5	--	
6	4.5	--	5.5	5.0	4.5	--	
7	5.0	--	4.5	5.5	5.0	--	
8	--	--	4*	5.0	4.5	--	
9	--	--	--	5.5	5.0	--	
10	--	--	--	4*	--	--	

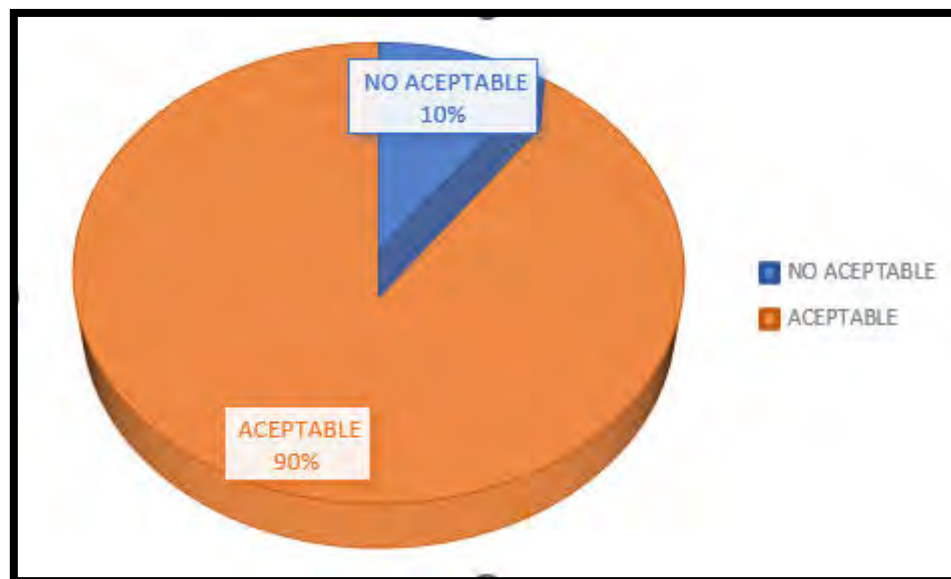
Fuente: Elaboración propia

Nota: (*) muestras que se encuentran por debajo de los límites de la NTP 209.064.

INTERPRETACIÓN

En la tabla 19, se observa que una muestra en Lamay, una en Calca, una en Urubamba y una en Ollantaytambo se encuentra por debajo del rango y el resto de muestras de los centros de expendio de Güiñapo y chicha se encuentra por encima del rango de la NTP 209.064.

Figura 19: Rango del pH total de las muestras de Güiñapo de maíz procedentes de los centros de expendio del Valle sagrado de los Incas.



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 19, se puede observar que el 90% (36) de muestras de guiñapo de maíz de los centros de expendio de guiñapo y chicha en el valle Sagrado de los Incas son aceptables según la NTP209.064 y el 10% (4) son considerados no aceptables por la norma.

DISCUSIÓN

Resultados que coinciden con los de Romero en el 2018, que encontró que el 81% de sus muestras se encontraron dentro del rango y el 19% sobrepasan los límites para la NTP 209.064.

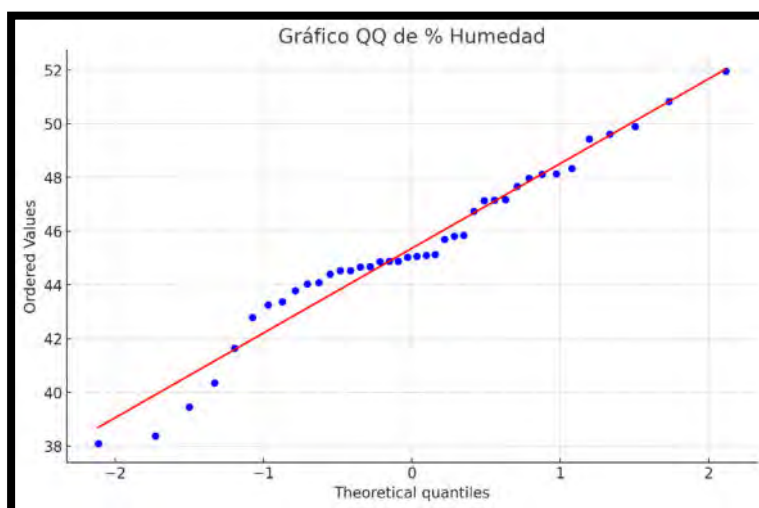
PRUEBA DE NORMALIDAD

Estos fueron los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para los hongos toxigénicos:

Variable	W Statistic	p-value	Conclusión
% Humedad	0.9665	0.2772	✓ Distribución normal
% de Acidez de la Muestra	0.9869	0.9172	✓ Distribución normal
pH con papel indicador	0.8935	0.0012	✗ No normal

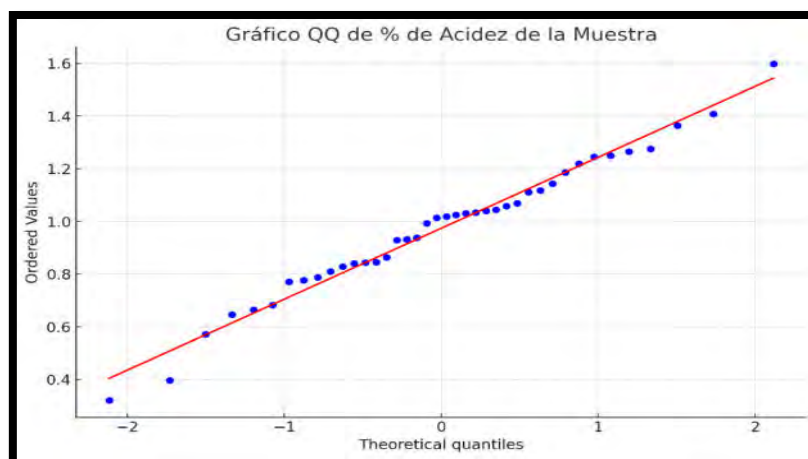
Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para % *Humedad*.



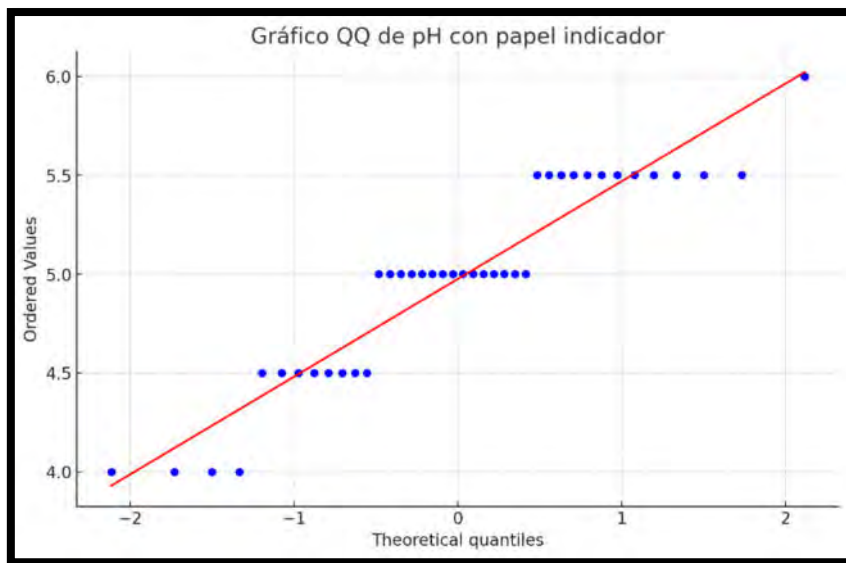
Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para % de Acidez de la Muestra.



Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para *pH con papel indicador*.



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

En la figura 20, 21 y 22; dos de las tres variables (Humedad y Acidez) cumplen los supuestos de normalidad, por lo que admiten métodos de estadística paramétrica, mientras que el pH requiere enfoques no paramétricos, al no ajustarse a una distribución normal.

4.3 DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE MICOTOXINAS CARCINOGENICAS (AFLATOXINA TOTAL, OCRATOXINA A Y FUMONISINA TOTAL) EN LAS MUESTRAS DE GÜIÑAPO DE MAÍZ (*ZEA MAYS*), MEDIANTE EL MÉTODO DE ELISA.

Tabla 20: Cuantificación de Aflatoxina total por ELISA en muestras de Güiñaipo de maíz procedentes de centros de expendio de Güiñaipo y chicha en el Valle sagrado de los Incas (2024).

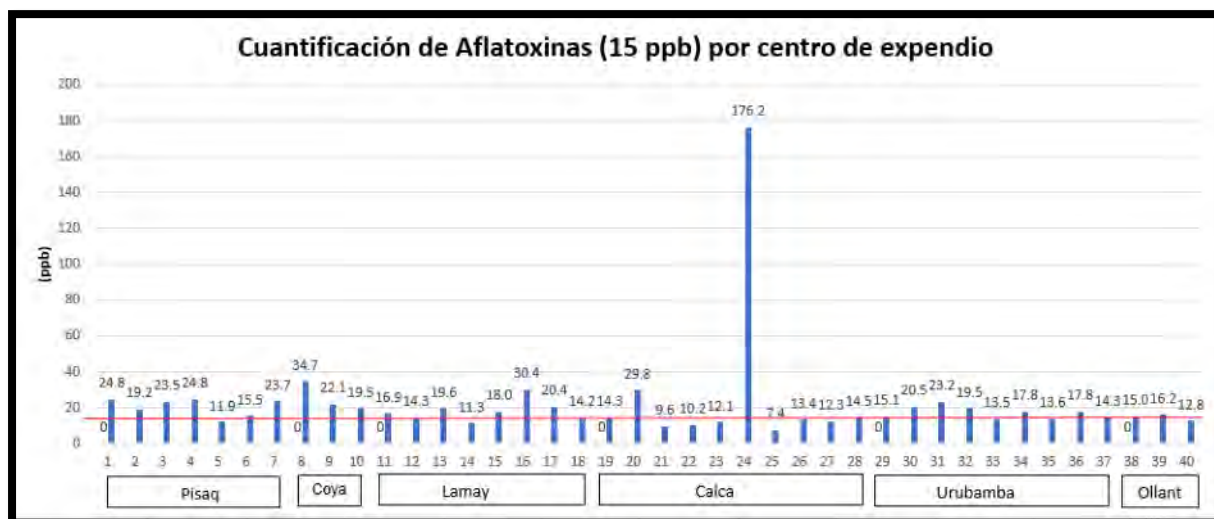
N° DE MUESTRAS	AFLATOXINAS						Límite máximo permisible según CODEX ALIMENTARIO
	PISAQ	COYA	LAMAY	CALCA	URUBAMBA	OLLANTAYTAMBO	
1	*24.8	*34.7	*16.9	14.3	*15.1	*15.0	15 ppb
2	*19.2	*22.1	14.3	*29.8	*20.5	*16.2	
3	*23.5	*19.5	*19.6	9.6	*23.2	12.8	
4	*24.8	--	11.3	10.2	*19.5	--	
5	11.9	--	*18.0	12.1	13.5	--	
6	*15.5	--	*30.4	*176.2	*17.8	--	
7	*23.7	--	*20.4	7.4	13.6	--	
8	--	--	14.2	13.4	*17.8	--	
9	--	--	--	12.3	14.3	--	
10	--	--	--	14.5	--	--	

Fuente: Elaboración propia. Nota: (*) muestras que se encuentran por encima de los límites del CODEX ALIMENTARIO.

INTERPRETACIÓN

En la tabla 20, se observa que del total de las (40), muestras ninguna de ella presentó valores no detectables para Aflatoxinas totales según NEOGEN ($\leq 2.5\text{ppb}$); y además 24 muestras presentan valores que sobrepasan los límites máximos permisibles para Aflatoxinas por encima de (15ppb) considerándose no apto para el consumo humano según la norma del Codex Alimentarius.

Figura 23:Cuantificación de Aflatoxinas.

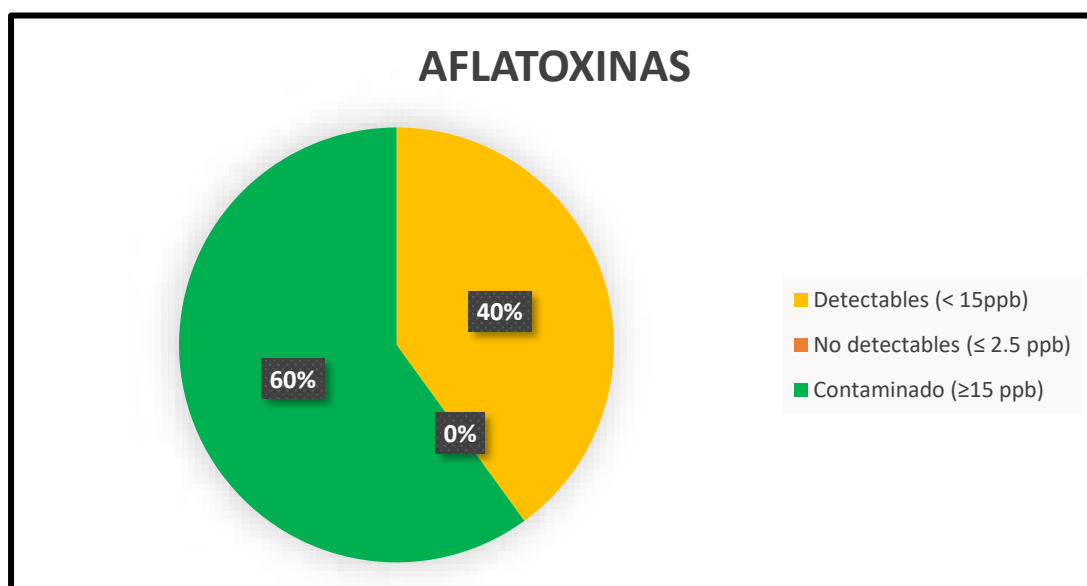


Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 23, se observa que de las 40 muestras de guiñapo de maíz 24 resultaron contaminadas con Aflatoxinas totales con un rango mayor a 15ppb y 0 muestras se encuentran por debajo del límite de detección para Aflatoxinas totales.

Figura 24: Porcentaje de aflatoxinas en muestras de Güiñapo de maíz.



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

Figura 24, se observa que 60% (24) presentan Aflatoxinas totales sobrepasando el límite máximo permisibles según el Codex Alimentarius (15ppm), Existe también un 40% (16) que se encuentra dentro de la norma con un rango <15ppb de Aflatoxinas totales y un 0% (0) del total de las muestras se encuentra con valores por debajo del límite de detección (2.5ppm) para Aflatoxinas según NEOGEN (2015).

Tabla 21: Cuantificación de Ocratoxina A por ELISA en muestras de Güiñapo de maíz procedentes de centros de expendio del valle sagrado de los Incas (2024).

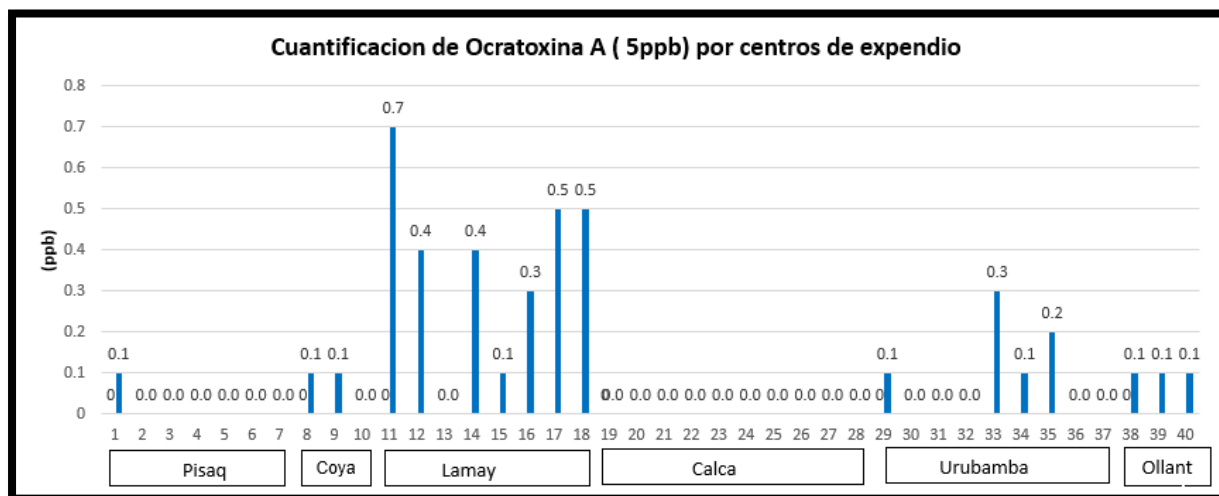
N° DE MUESTRAS	OCRATOXINA A (ppb)						Límite máximo permisible según CXS 193-1995
	PISAQ	COYA	LAMAY	CALCA	URUBAMBA	OLLANTAYTAMBO	
1	0.1	0.1	0.7	0.0	0.1	0.1	5 ppb
2	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.1	
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	
4	0.0	--	0.4	0.0	0.0	--	
5	0.0	--	0.1	0.0	0.3	--	
6	0.0	--	0.3	0.0	0.1	--	
7	0.0	--	0.5	0.0	0.2	--	
8	--	--	0.5	0.0	0.0	--	
9	--	--	--	0.0	0.0	--	
10	--	--	--	0.0	--	--	

Fuente: Elaboración propia. Nota: Las muestras resaltadas representan valores que no sobrepasan los valores máximos permisibles. (*) Muestras no detectables \leq a 1ppb según NEOGEN.

INTERPRETACIÓN

En la tabla 21, se observa que, del total de las muestras, 40 mostraron valores no detectables para Ocratoxina A según NEOGEN (\leq 1ppb) por ELISA; y que no hay muestras que presenten Ocratoxina A ya que no superan el rango permitido de (5ppb), considerándose apto para el consumo humano según la norma del Codex Alimentarius.

Figura 25: Cuantificación de Ocratoxina A.

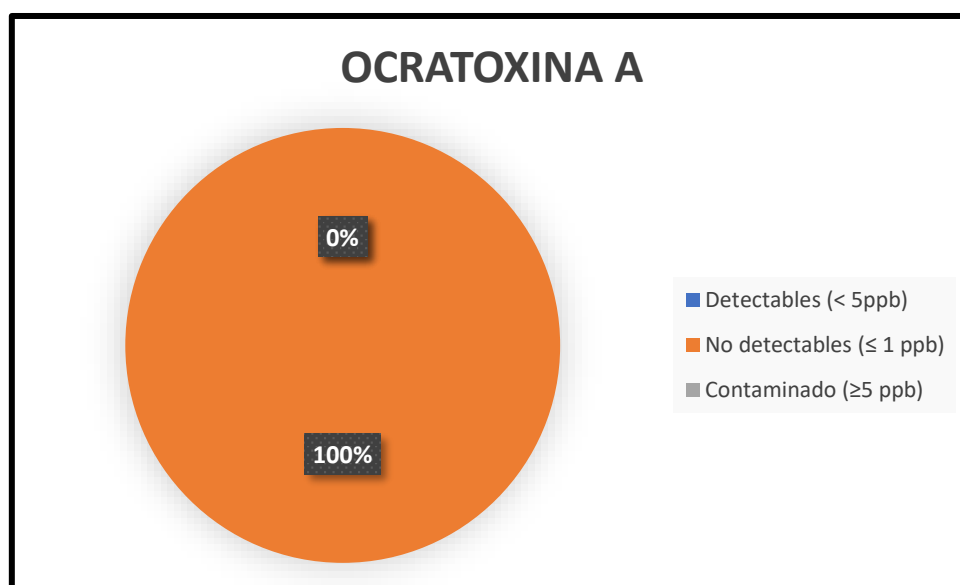


Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 25, se observa que ninguna de la muestra sobrepasa los límites máximos permisibles para Ocratoxinas A según la norma del Codex Alimentarius.

Figura 26: Porcentaje de Ocratoxina A en muestras de Güiñapo de maíz.



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 26, se observa que el 100% (40) de las muestras se encuentran con valores por debajo de límite de detección (1ppb) para Ocratoxina A según NEOGEN (2024).

Tabla 22: Cuantificación de Fumonisinas Totales por ELISA en muestras de Güiñapo de maíz procedentes de centros de expendio del Valle sagrado de los Incas (2024).

N° DE MUESTRAS	FUMONISINAS						Límite máximo permisible según CXS 193-1995
	PISAQ	COYA	LAMAY	CALCA	URUBAMBA	OLLANTAYTAMBO	
1	2.4	0.0	0.0	0.7	0.0	1.5	4 ppm
2	0.0	9.0	0.4	1.1	0.5	0.1	
3	0.0	6.9	0.0	0.0	0.8	0.0	
4	0.2	--	0.0	0.1	0.0	--	
5	0.0	--	0.0	0.2	0.0	--	
6	0.0	--	0.7	3.6	0.4	--	
7	4.4	--	0.0	0.0	0.0	--	
8	--	--	0.0	0.1	0.0	--	
9	--	--	--	0.0	0.0	--	
10	--	--	--	3.8	--	--	

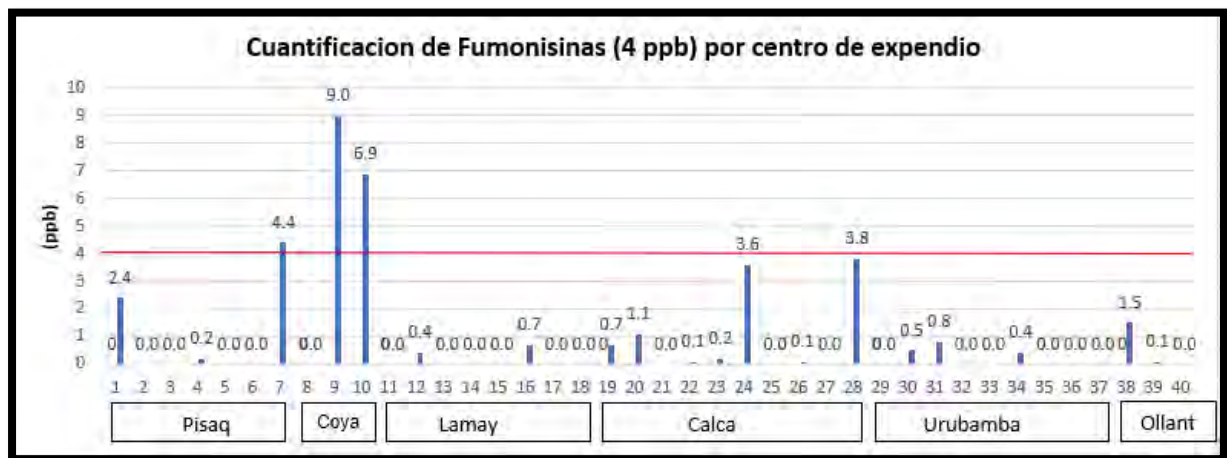
Fuente: Elaboración propia

Nota: Las muestras resaltadas representan valores que sobrepasan los valores máximos permisibles.

INTERPRETACIÓN

En la tabla 22, se observa que del total de las (40) muestras, 26 muestras presentaron valores no detectables para fumonisinas totales según NEOGEN (≤ 0.2 ppm); además, 3 muestras presentan valores que sobrepasan los límites máximos permisibles para fumonisinas por encima de 4ppm considerándose no apto para el consumo humano según la norma del Codex Alimentarius.

Figura 27:Cuantificación de Fumonisinas totales

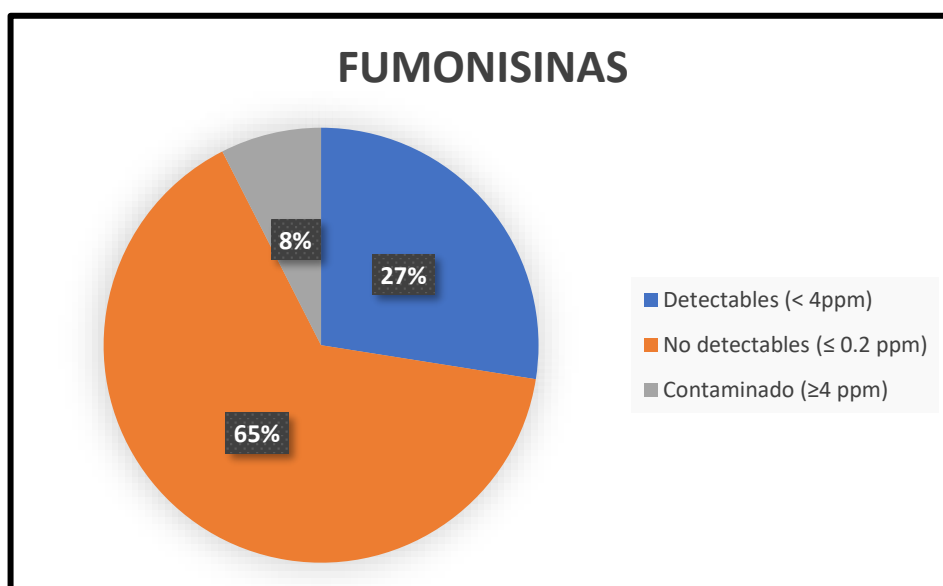


Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 27, se observa que, de las 40 muestras de guiñapo de maíz, 3 resultaron contaminadas con Fumonisinas totales con un rango de 4.4-6.9ppm y 26 muestras se encuentran por debajo del límite de detección para Fumonisinas totales con un rango de 0.00-0.2ppb.

Figura 28: Porcentaje de Fumonisinas en muestras de Güiñapo de maíz.



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 28, se observa que 8 % (3) presentan Fumonisinas totales sobrepasando el límite máximo permisible según el Codex Alimentarius (4 ppm), existe también un 27% (11) que se encuentra dentro de la norma con un rango entre 0.55-3.97 ppm de Fumonisinas totales y un 65% (26) de total de las muestras se encuentra con valores por debajo del límite de detección (0.2 ppm) para Fumonisinas según NEOGEN (2015).

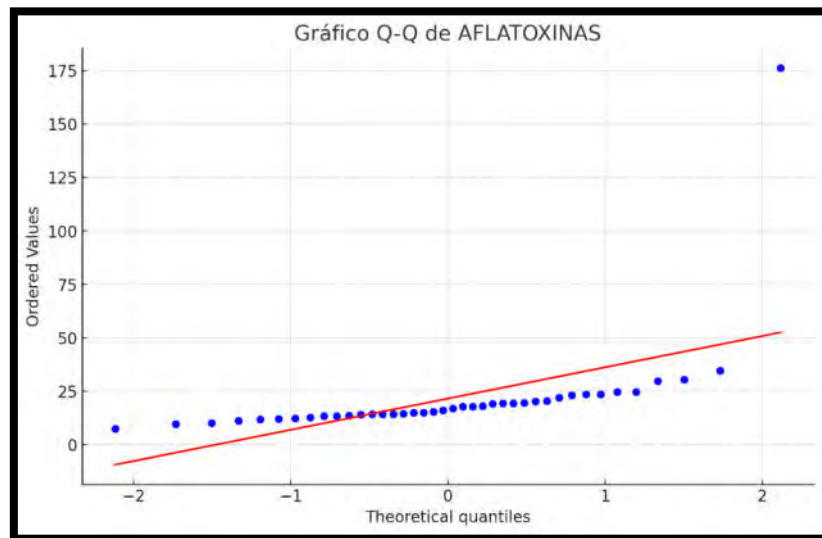
PRUEBA DE NORMALIDAD

Estos fueron los resultados de la **prueba de normalidad de Shapiro-Wilk** para las micotoxinas:

Micotoxina	W Statistic	p-value	Conclusión
Aflatoxinas	0.3315	2.78×10^{-12}	✗ No normal
Ocratoxinas	0.6640	2.63×10^{-8}	✗ No normal
Fumonisinas	0.5403	5.21×10^{-10}	✗ No normal

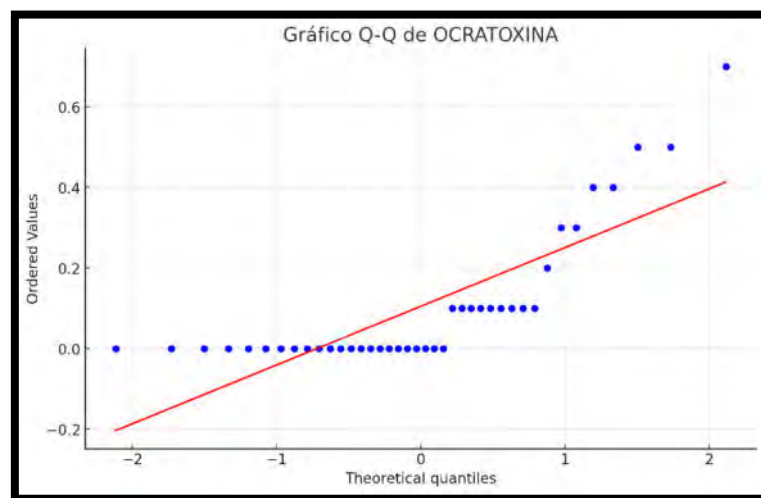
Fuente: Elaboración propia

Figura 29: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para *Aflatoxinas*.



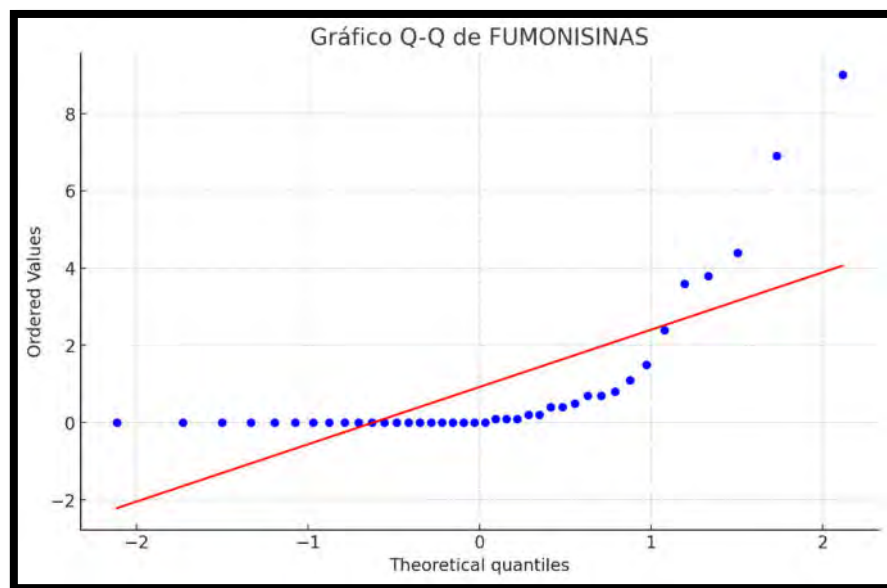
Fuente: Elaboración propia

Figura 30: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para % de *Ocratoxinas*.



Fuente: Elaboración propia

Figura 31: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para *pH Fumonisin*.



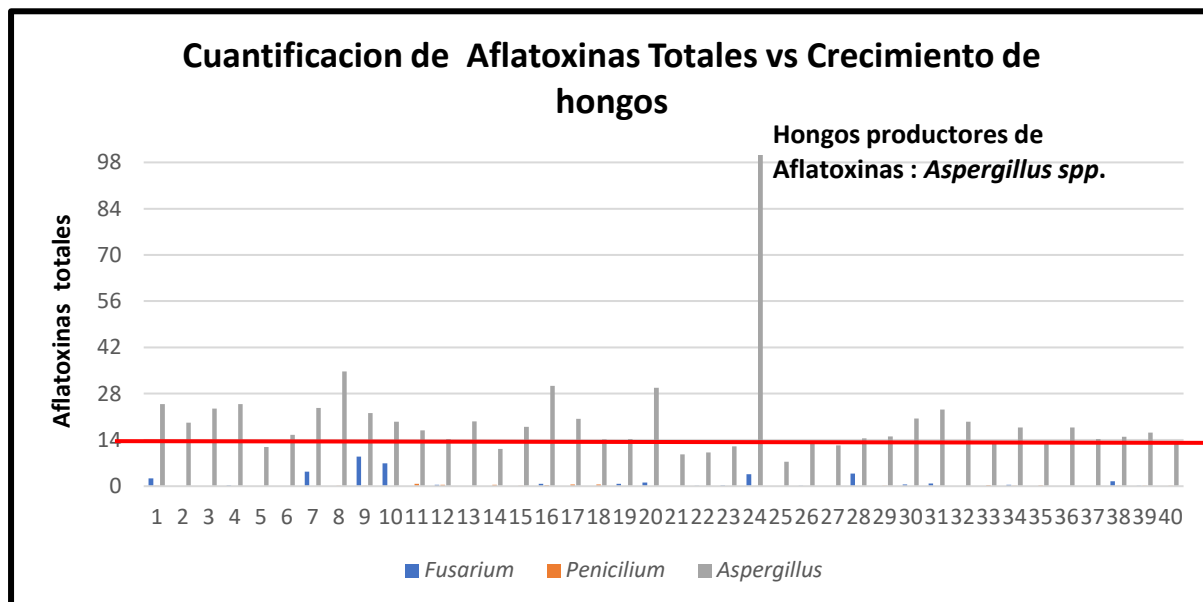
Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

En la figura 29, 30 y 31; presentan distribuciones no normales, tanto desde el análisis estadístico como desde la revisión visual mediante gráficos. Esto implica que la normalidad para análisis paramétrico no se cumple, por tanto, se deben emplear métodos no paramétricos.

4.4 RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE MICOTOXINAS CARCINOGÉNICAS Y LA PRESENCIA DE HONGOS TOXIGÉNICOS EN EL GÜÑNAPO DE MAÍZ (*ZEAMAYS*)

Figura 32: Relación entre Aflatoxinas Totales y hongos Toxigénicos



Fuente: Elaboración propia

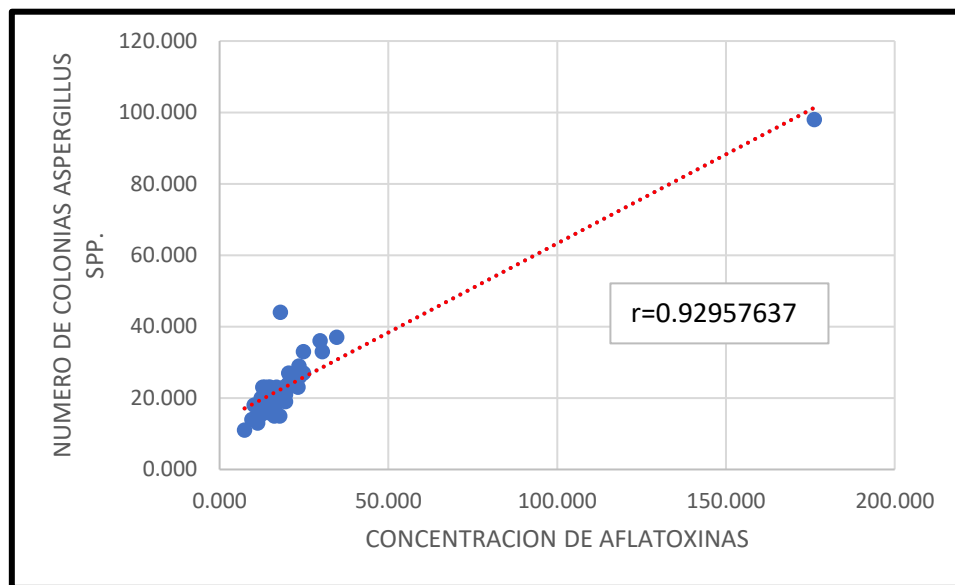
INTERPRETACIÓN

En la figura 32 se observa que las muestras 1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;15;16;17;20;24;30;31;32;34;36;38;39 superan los límites máximos permisibles para Aflatoxinas, demostrando que la producción de Aflatoxinas está relacionada con el abundante crecimiento de hongos del género *Aspergillus spp.*

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos concuerdan con el estudio de Arellano y Javier (2019) en su estudio sobre detección de hongos e identificación de micotoxinas en granos de maíz almacenados donde Se logró determinar cuatro tipos diferentes de Aflatoxinas (Aflatoxina B1, Aflatoxina B2, Aflatoxina G1 y Aflatoxina G2). los cuales presentaron concentraciones que oscilaban entre 55.22 y 1256.35 ug kg⁻¹. Las muestras analizadas superaron el nivel máximo permisible de 20 ug kg⁻¹ para aflatoxinas, establecido por las Normas Oficiales Mexicanas.

Figura 33: Relación entre concentración de Aflatoxinas y numero de colonias de *Aspergillus* spp.

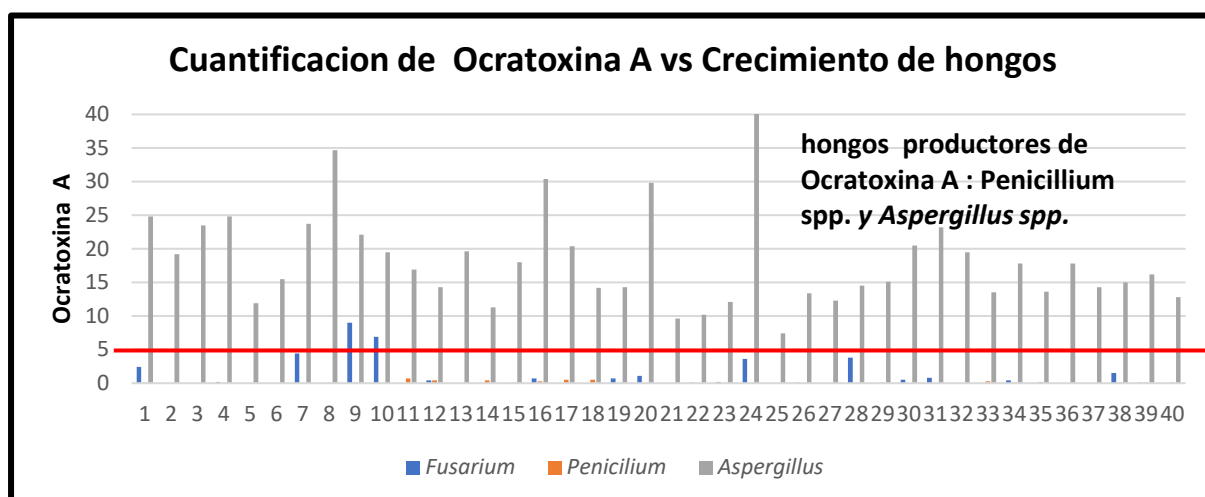


Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 33, se observa que el valor estadístico de coeficiente de Pearson es de 0.92957637, cercana a 1; en el cual podemos decir que existe una correlación positiva alta entre la concentración de Aflatoxinas y el número de colonias de *Aspergillus* spp., lo que sugiere que a mayor concentración de Aflatoxinas existe mayor presencia de colonias visibles de *Aspergillus* spp.

Figura 34:Relación entre Ocratoxina A y hongos toxigenicos



Fuente: Elaboración propia

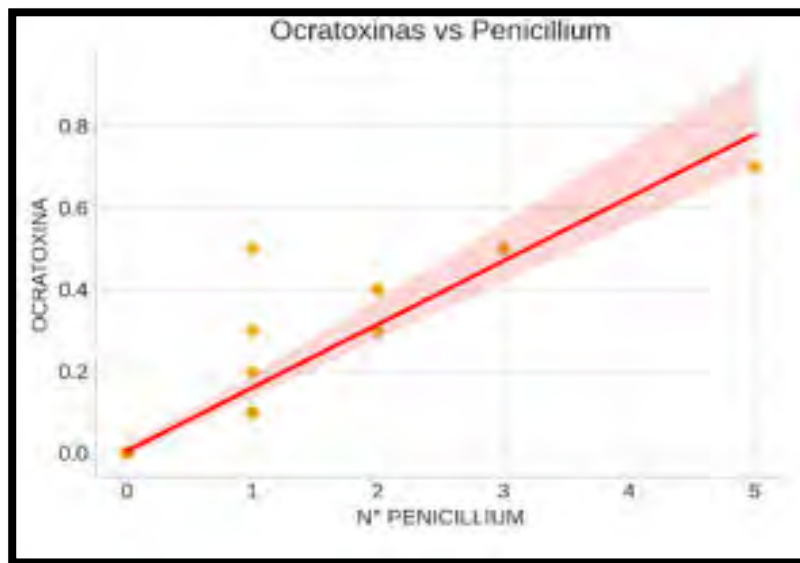
INTERPRETACIÓN

En la figura 34, se observa que todas las muestras no superan los límites máximos permisibles para Ocratoxina A, sin embargo, si se encontró escasa presencia de crecimiento de hongos del género *Penicillium* spp. y por el contrario mucho crecimiento de hongos del género *Aspergillus* spp. en todas las (40) muestras de hongos del género *Aspergillus* spp. en todas las (40) muestras. Demostrando que la producción de Ocratoxina A esta relaciona con el crecimiento de los hongos del género *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp.

DISCUSIÓN

Este resultado es diferente al que obtuvieron Muñoz y Pfuro ,(2023) en su estudio de determinación de Ocratoxina A y Fumonisinas totales por ELISA en Güiñapo de maíz ya que como resultado obtuvieron Las especies de *Penicillium* spp. representaron el 44,9% del total. Las especies de *Aspergillus* spp. representaron el 31,4%, las de *Fusarium* spp. el 18,9%, las de *Mucor* spp. el 4,1%, las de *Scropulariopsis* spp. el 0,5% y las de *Rhizopus* spp. el 0,2%.

Figura 35: Correlación Rho de Spearman (ρ) entre Ocratoxinas y *Penicillium spp.*

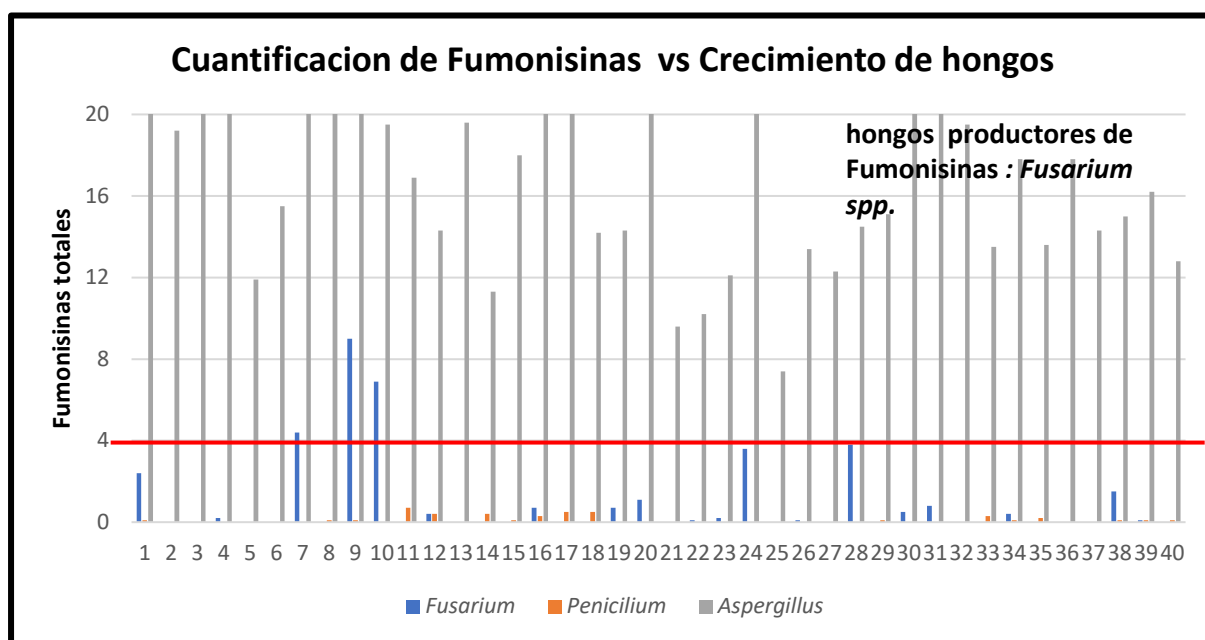


Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 35, se observa que el valor estadístico de coeficiente de Correlación Rho de Spearman (ρ) es de 0.983, cercana a 1; en el cual podemos decir que existe una correlación positiva alta entre la concentración de Ocratoxina A y el número de colonias de *Penicillium spp.* lo que sugiere que a mayor concentración de Ocratoxina A existe mayor presencia de colonias visibles de *Penicillium spp.*

Figura 36: Relación entre Fumonisinias y hongos toxigenicos



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 36, se observa que las muestras 7,9,10, presenta crecimiento de hongos del genero *Fusarium spp.*, demostrando que la produccion de Fumonisinias totales se relacionan con la presencia del hongo *Fusarium spp.*

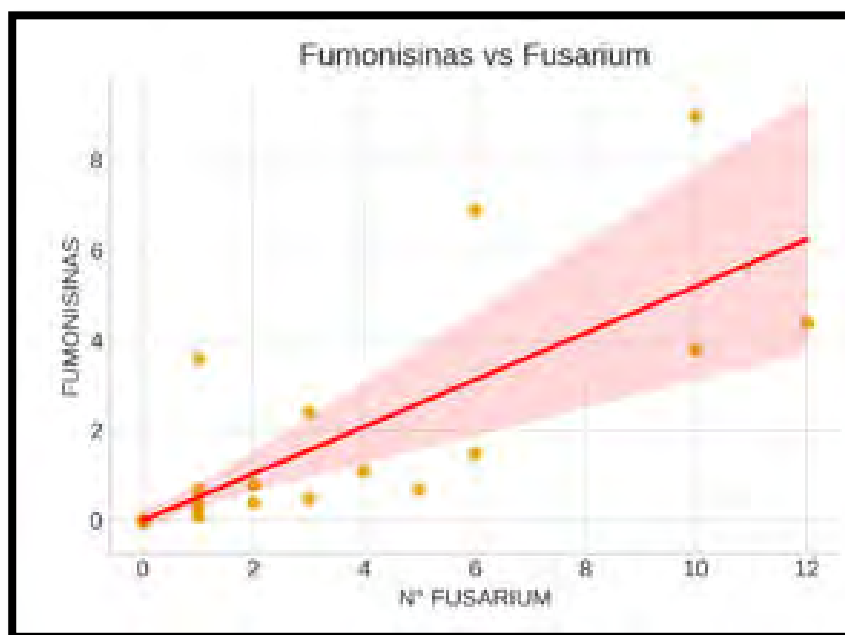
DISCUSIÓN

Este resultado se relaciona con el estudio realizado por Velásquez Ortiz, David (2022) donde se Caracterizó morfológicamente como molecularmente Hongos Toxigénicos asociados a la mazorca de maíz en cultivos del Valle de Cauca en el cual se realizaron visitas a veinticinco localidades productoras de maíz, durante las cuales se colectaron mazorcas secas y asintomáticas y como resultado se obtuvo un total de cincuenta aislamientos, siendo *Fusarium spp.* el agente más frecuente (42%), en segundo lugar, *Talaromyces* (28%), seguido de *Penicillium spp.* (18%) y por último encontrándose al *Aspergillus spp.* (12%). Para la identificación de los diferentes géneros se realizó por claves taxonómicas.

Por otra parte, también se asemeja con el estudio de Tinco (2021) sobre determinación de Fumonisinias en granos y corontas de *zea mays* (maíz variedad morada) con el método ELISA

competitivo directo (CD) donde se descubrieron Fumonisinas, en todas y cada una de las muestras, y se descubrieron tanto en la corona (tusa) como en los granos. Las coronas tenían una concentración que oscilaba entre 0,160 partes por millón y 6.270 partes por millón, mientras que los granos tenían una concentración que se situaba entre 0,370 partes por millón y 8.800 partes por millón. Como conclusión mencionó que, si existe correlación, tanto en la concentración de fumonisinas detectadas en granos de maíz, como la concentración de fumonisinas identificadas en corontas de *Zea mays* L.

Figura 37: Correlación Rho de Spearman (ρ) entre Fumonisinas y *Fusarium spp.*



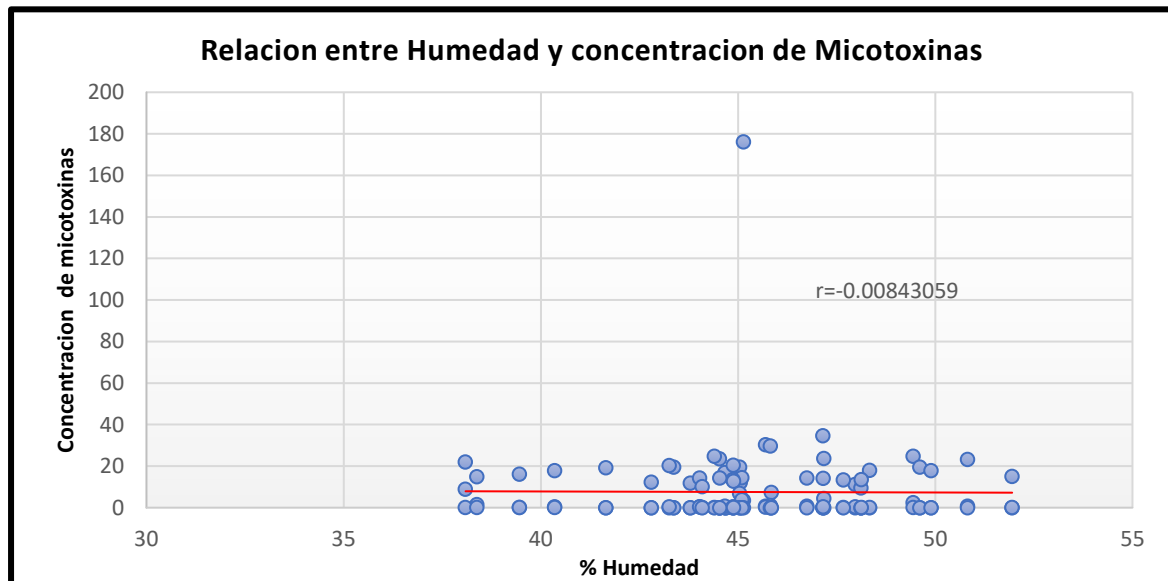
Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 37, se observa que el valor estadístico de coeficiente de Correlación Rho de Spearman (ρ) es de 0.975, cercana a 1; en el cual podemos decir que existe una correlación positiva alta entre la concentración de Fumonisinas totales y el número de colonias de *Fusarium*, lo que sugiere que a mayor concentración de Fumonisinas Totales existe mayor presencia de colonias visibles de *Fusarium spp.*

4.5 RELACIÓN ENTRE LOS FACTORES FISICOQUÍMICOS (HUMEDAD, ACIDEZ, pH) Y LA CONCENTRACIÓN DE MICOTOXINAS CARCINOGENICAS (AFLATOXINAS, OCRATOXINAS A Y FUMONISINAS) EN EL GÜÍNAPO DE MAÍZ.

Figura 38:Correlación Rho de Spearman (ρ) entre humedad y Micotoxinas carcinogénicas

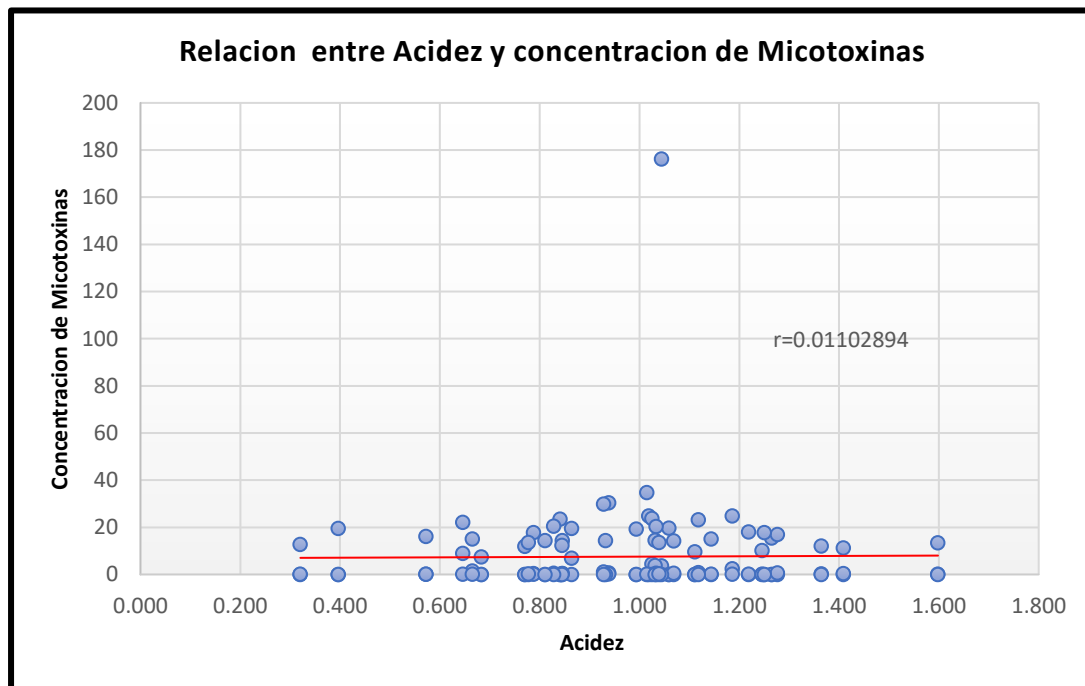


Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 38, se observa que el valor estadístico de Correlación Rho de Spearman (ρ) es de -0.0350 en el cual es una correlación negativa baja entre la concentración de micotoxinas y humedad. Lo que sugiere es que la concentración de micotoxinas no depende del mayor porcentaje de humedad ya que no hubo mayor concentración de micotoxinas a pesar de que hubo mayor porcentaje de humedad.

Figura 39:Correlación Rho de Spearman (ρ) Acidez y micotoxinas carcinogénicas

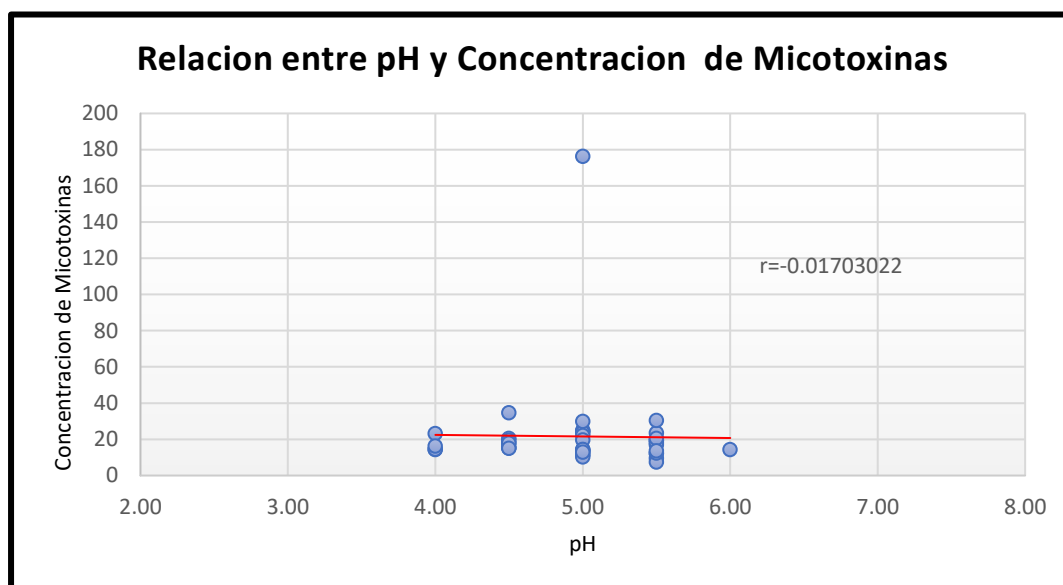


Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 39, se observa que el valor estadístico r de Pearson es de 0.01, lo que significa en el ámbito de estudio que es una correlación positiva muy débil entre concentración de micotoxinas y acidez. Lo que sugiere que cada aumento en la acidez genera un aumento proporcional en la concentración de micotoxinas.

Figura 40:Correlación Rho de Spearman (ρ) entre pH y Micotoxinas carcinogénicas



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN

En la figura 40, se observa que el valor estadístico de correlación Rho de Spearman (ρ) es de -0.0867 lo cual representa un grado de correlación negativa inversa entre la concentración de micotoxinas y pH. Lo que sugiere que la concentración de micotoxinas no siempre aumenta si hay mayor porcentaje de pH, sino que puede haber menor concentración de micotoxinas y mayor porcentaje de pH.

Estos fueron los resultados de la correlación Rho de Spearman (ρ) entre las micotoxinas y las características fisicoquímicas:

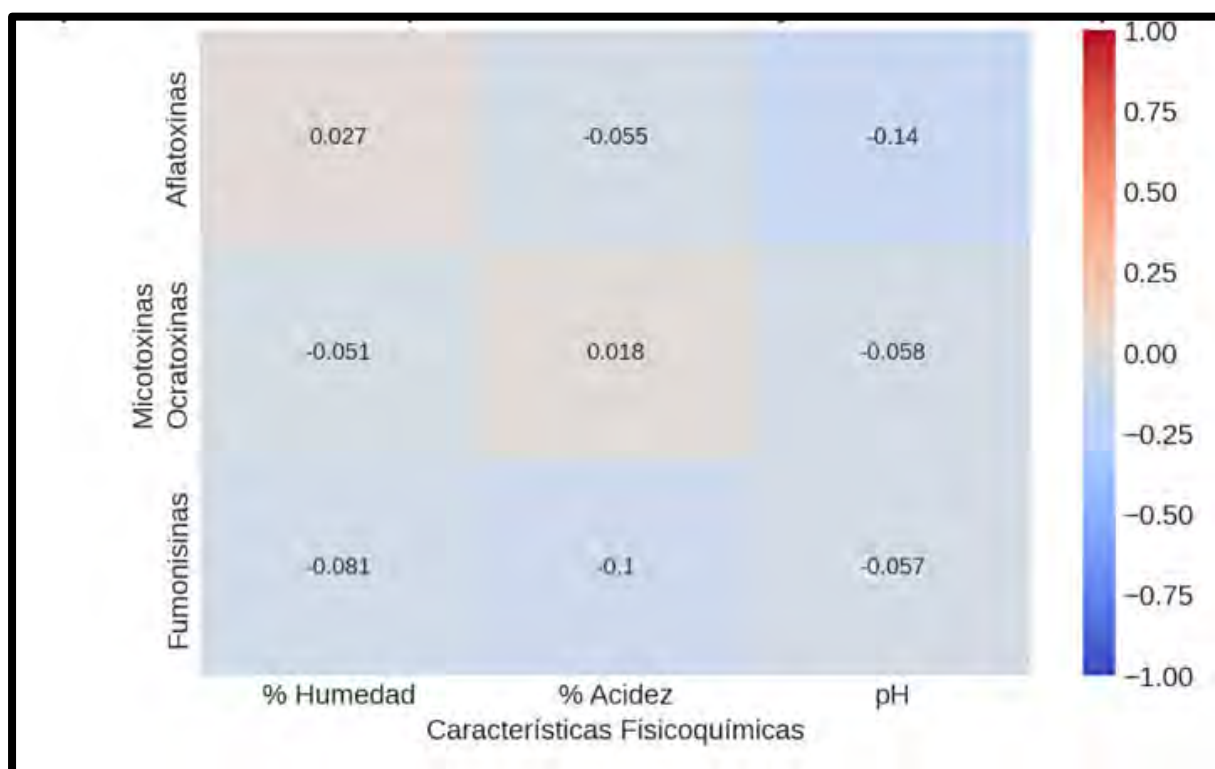
Relación	Coefficiente ρ	p-valor	Interpretación
Aflatoxinas – % Humedad	0.027	0.866	No significativa
Aflatoxinas – % Acidez	-0.055	0.738	No significativa
Aflatoxinas – pH	-0.145	0.372	No significativa
Ocratoxinas – % Humedad	-0.051	0.755	No significativa
Ocratoxinas – % Acidez	0.018	0.912	No significativa
Ocratoxinas – pH	-0.058	0.723	No significativa
Fumonisinas – % Humedad	-0.081	0.621	No significativa
Fumonisinas – % Acidez	-0.103	0.527	No significativa
Fumonisinas – pH	-0.057	0.728	No significativa

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

Todas las correlaciones presentan valores de ρ cercanos a 0 y p-valores mayores a 0.05, lo que indica ausencia de correlación estadísticamente significativa. En otras palabras, las características fisicoquímicas (% humedad, % acidez, pH) no tuvieron una relación significativa con la concentración de Aflatoxinas, Ocratoxinas o Fumonisinas en las muestras.

Figura 41: Mapa de calor de Correlación Spearman entre Micotoxinas y Características fisicoquímicas.



Fuente: Elaboración propia

El mapa de calor (heatmap) que muestra la correlación Rho de Spearman entre las micotoxinas y las características fisicoquímicas.

INTERPRETACIÓN:

En la figura 41, los tonos azules indican correlaciones negativas y los rojos, positivas. En general, todos los valores están muy cerca de cero, lo que confirma la ausencia de correlaciones significativas entre las variables. Las propiedades fisicoquímicas (humedad, acidez y pH) no parecen influir en las concentraciones de Aflatoxinas, Ocratoxinas o Fumonisinas.

CONCLUSIONES

- 1) Se realizó la identificación de hongos toxigénicos presentes en muestras de Güiñapo de maíz comercializada en el Valle Sagrado de los Incas, Identificando hongos de los géneros: *Aspergillus spp.* En mayor proporción, seguido del género *Fusarium spp* y en menor proporción al género *Penicillium spp*
- 2) Se realizó un análisis de los niveles de Humedad, Acidez, pH del Güiñapo de maíz comercializado en el Valle Sagrado de los Incas. Las muestras presentaron un promedio de humedad que supero el límite máximo permitido según la norma establecida CODEX STAN 153 1985, la acidez las muestras también fueron superiores al nivel máximo permitido y en cuanto al pH el 90% las muestras son considerados aceptables por la NTP 209.064.
- 3) Se determinó los valores de Aflatoxinas totales y se comprobó que el 60% de las muestras superaban el límite máximo permitido. Asimismo, se determinó también Ocratoxina A donde todas las muestras tenían concentración de Ocratoxina A inferiores al límite máximo permitido y por último determino los valores de Fumonisinass totales solo en algunas muestras.
- 4) Se estableció que existe una relación significativa y positiva entre micotoxinas y hongos toxigenicos, donde: las Aflatoxinas está relacionada con el crecimiento de hongos del género *Aspergillus spp.* Asimismo, la Ocratoxina A Y el crecimiento de hongos del género *Aspergillus spp.* y *Penicillium spp*, por ultimo las Fumonisinass totales está relacionada con la presencia del hongo *Fusarium spp*, y esto mediante el coeficiente de Rho Spearson.
- 5) Se estableció que no existe una relación lineal significativa entre micotoxinas y los factores fisicoquímicos, esto debido a que el coeficiente de correlación de Rho Spearson es cercano a cero.

RECOMENDACIONES

- Con el fin de analizar los niveles de concentración de las micotoxinas en los alimentos destinados al consumo humano y animal, se recomienda continuar con este tipo de estudios en los alimentos sensibles, que incluyen semillas, cereales, carnes, productos lácteos, frutas, frutos secos y harinas, entre otros alimentos.
- En futuros estudios realizar la determinación de otro tipo de micotoxinas en maíz que puedan ocasionar un riesgo potencial para la salud de los consumidores.
- Se recomienda a las autoridades competentes impartan capacitaciones y orientación técnica sobre las Buenas Prácticas Agrícolas, limpieza y manipulación del maíz para preparar el Güiñapo de maíz. Esto ayudaría a evitar riesgos y en consecuencia así controlar la calidad del producto para su venta.
- Se sugiere a las chicherías que garanticen condiciones adecuadas en la, germinación, almacenamiento de Güiñapo para la elaboración de chicha y también es importante evitar que la chicha permanezca demasiado tiempo en los recipientes de fermentación, ya que esto puede llevar a la acumulación de mohos y levaduras.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Bolivar Blancas Mario.** Manejo de granos en almacenamiento, causas de deterioro y prevencion [Internet]. 2007 [citado 11/05/24]; 15(1). Disponible en: <https://utoronto.scholaris.ca/server/api/core/bitstreams/dad2a366-75c9-4ae5-b92a-a9a90e5aaac0/content>
2. **Perusia Oscar, Rodríguez Roberto.** Micotoxicosis.[Internet]. 2001[citado 22/07/24]; 12(2). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200013
3. **Santillán Mendoza Ricardo.** Micotoxinas: ¿Qué son y cómo afectan a la salud pública? Revista Digital Universitaria [Internet] .2017 [citado 13/08/24] ; 18(6). Disponible en: <https://www.revista.unam.mx/vol.18/num6/art46/index.html>
4. **Fundacion Vasca para la Seguridad Agroalimentaria.** Las micotoxinas en alimentos. Eliko [Internet]. 2018 [citado 13/08/24]. Disponible en: <https://seguridadalimentaria.eliko.eus/wp-content/uploads/2018/05/Articulo-micotoxinas-alimentos-2018.pdf>
5. **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.(OMS)** [Internet].2023 [citado 24/07/24]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>.
6. **ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA.(FAO)** [Internet].2024 [citado 24/07/24]. Disponible en: <https://www.fao.org/food/food-safety-quality/a-z-index/mycotoxins/es/>.
7. **Rodriguez Cecilia.** Prevalencias de micotoxinas en Latinoamérica 2022. Avinews.com[Internet]. 2023[citado 11/08/24]. Disponible en: <https://avinews.com/prevalencias-de-micotoxinas-en-latinoamerica-2022/>
8. **Salcedo R. O, Arbaiza F. T, Lucas A. A, Ampuero B. O.** Determinacion de Ocratoxinas en maíz utilizado en granjas porcinas de Lima. Rev Inv Vet Peru[Internet]. 2001[citado 12/08/24]; 12(1). Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/6807/12625>
9. **Presello Daniel.** Micotoxinas en Grano, un riesgo silencioso para la salud. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) [Internet]. 2015[citado 20/09/24]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/151-Micotoxinas-grano-riesgo-salud.pdf
10. **Velasquez Ortiz ,D.** Caracterización morfológica y molecular de hongos toxigénicos asociados a la mazorca de maíz en el Valle del Cauca, Colombia. Tesis. Valle del Cauca: Universidad Nacional de Colombia, Palmira; 2022.

11. **De Santiago Meza J.** Hongos fitopatógenos asociados a la pudrición de maíz destinado como alimento para el ganado. Tesis, Coahuilla; 2021.
12. **Arellano Galicia LJ.** Detección de hongos e identificación de micotoxinas en granos de maíz almacenados. Tesis. Tabasco: Colegio de Postgraduados, Veracruz; 2019.
13. **Almazan Alvarez LO, Monterrosa Aguilar HG.** Determinacion de Deoxinivalenol (DON) en maiz (*Zea mays*) mediante el metodo de inmunoabsorcion enzimatica (ELISA) competitivo. Tesis. El Salvador: Universidad de El Salvador, San Salvador; 2019.
14. **Cabanillas Villoslada KJ.** Evaluación de ocratoxina A y Análisis micotoxigénico en *Zea mays L.* “maíz morado”. Tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima; 2022.
15. **Castro Tinco AJ.** Determinación de fumonisinas en granos y corontas de *Zea mays L.* (maíz variedad morada) con el método ELISA competitivo directo (CD). Tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima; 2021.
16. **Luna Ruiz S.** Determinación de Micotoxinas por el Método de Elisa en maíz amarillo en la Región San Martín. Tesis. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martin, Loreto; 2022.
17. **Reyes De la Cruz VJ, Yábar Villanueva EF.** Deteccion de hongos toxigénicos en la cadena productiva del maiz (*Zea maíz L.*). Prospecto Universitario [Internet]. 2010[citado 10/10/24]; 7(1).Disponible en:

<https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2010.7.1145>
18. **Muñoz Grovas JM, Jessica PCH.** Determinación de ocratoxina A y fumonisinas totales por ELISA a partir de maíz morado (*Zea mays*) de centros de expendio del cusco. Tesis. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco; 2023.
19. **Romero Pumahualcca R.** Cuantificación de aflatoxinas totales en harina de maíz que se expende en tres mercados de la ciudad del Cusco. Tesis. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco; 2020.
20. **Mendoza García PJ.** El cultivo del maíz en el mundo y en Perú. Revista De Investigaciones De La Universidad Le Cordon Bleu[Internet]. 2017[citado 10/10/24]; 4(2).
21. **Paliwal RL.** El maiz en los tropicos:mejoramiento y produccion [Internet].2001 [citado 26/10/24]. Disponible en:

<https://www.fao.org/4/x7650s/x7650s03.htm>.
22. **Ministerio del Ambiente (MINAM).** Línea de base de la diversidad genética del maíz peruano con fines de bioseguridad[Internet].2018 [citado 16/10/24] ; 1(1). Disponible en:
<https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/Linea-de-base-ma%C3%ADz-LowRes.pdf>
23. **Cornejo H.** La ancestral chicha de guiñapo.Revista Festin[Internet].2010[citado 16/10/24];2(5). Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/349410256/La-ancestral-chicha-de-guinapo-Revista-Festin-Lima-numero-2-pp-5>

24. **Miglio P.** MOMENTO: ¿CÓMO SE HACE LA CHICHA DE JORA EN EL VALLE?[Internet].2013 [citado 26/07/24] Disponible en:
<https://www.eltrinch.com/datos-calientes/momento-como-se-hace-la-chicha-de-jora-en-el-valle/>.
25. **Antón A, Lizaso J.** Hongos y Micotoxinas. Fundacion Iberica para la Seguridad Alimentaria. 2001 Enero 15; 1: p. 25.
26. **Universidad de Buenos Aires**, Facultad de Agronomía. Herbario Virtual Fitopatología. [Internet]. 2021 [citado 26/07/24]. Disponible en :
https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=25422.
27. **Elika- Fundacion Vasca para la Seguridad Alimentaria.** Las micotoxinas en Alimentos [Internet].2018 [citado 27/07/24]. Disponible en :
<https://seguridadalimentaria.elika.eus/wp-content/uploads/2018/05/Articulo-micotoxinas-alimentos-2018.pdf>
28. **Pérez Reyes MCJ.** Mohos productores de Micotoxinas [Internet]. 2021 [citado 26/07/24]. Disponible en :
https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/fusarium.html.
29. **Pérez Reyes MCJ.** Mohos productores de Micotoxinas [Internet]. 2021 [citado 26/07/24]. Disponible en:
https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/penicillium.html.
30. **Pérez Reyes MCJ.** Mohos productores de Micotoxinas [Internet]. 2021. [citado 26/07/24] Disponible en:
https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/aspergillus.html.
31. **Guerrero Canelo AM.** Determinación de micotoxinas por el método de Elisa en soya para aves en producción en la provincia de Chíncha, año 2016. Tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima; 2018.
32. **Alberto G.** La Legislación de la Unión Europea y Tolerancias para algunas Micotoxinas en la Alimentación[Internet]. 2005[citado 26/07/24] .Disponible en:
https://www.engormix.com/micotoxinas/micotoxinas-alimentacion-humana/legislacion-union-europea-tolerancias_a26196/
33. **ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).** [Internet].;2023. [citado 26/07/24] Disponible en :
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>.
34. **Perusia Oscar, Rodríguez Roberto.** Micotoxicosis.[Internet]. 2001[citado 22/07/24]; 12(2). Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200013

35. **Instituto Nacional del Cancer(INC).** [Internet].; 2015. [citado 20/08/24] Disponible en :
<https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/carcinogenos>.
36. **MDM científica Microbiología Integral.**¿Para que sirve un agar en microbiología? [Internet].; 2018 [citado 15/08/24]. Disponible en:
<https://mdmcientifica.com/agar-microbiologia/>.
37. **Microplanet.**Lector ELISA para alérgenos y micotoxinas [Internet].; 2024 . [citado 20/08/24] Disponible en:
<https://www.microplanet-psl.com/blog/lector-elisa-alergenos-micotoxinas/#:~:text=Tecnolog%C3%ADa%20ELISA%20para%20an%C3%A1lisis%20de,%2C%20prote%C3%ADnas%2C%20anticuerpos%20y%20hormonas>.
38. **Hernández Sampieri R, Mendoza Torres CP.** Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta Mexico: Editorial Mc Graw Hill Education; 2018.
39. **Mycotoxinsite.com.**Detección de las Micotoxinas y métodos de análisis [Internet]. 2024 [citado 20/08/24]. Disponible en:
<https://mycotoxinsite.com/metodos-de-analisis-para-identificar-micotoxinas/>.
40. **De los Angeles Gutiérrez M.** Prevalencias de micotoxinas en Latinoamérica 2022. [Internet].; 2022 . [citado 20/08/24] Disponible en:
<https://avinews.com/prevalencias-de-micotoxinas-en-latinoamerica-2022>.
41. **ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).** [Internet].;2023. [citado 26/08/24] Disponible en :
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>.
42. **ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).** [Internet].;2023. [citado 26/08/24] Disponible en :
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>.
43. **NUTRINEWS.** Micotoxinas en latinoamérica:Relevamiento 2023 [Internet].2023. [citado 26/08/24]. Disponible en:
<https://nutrinews.com/micotoxinas-latinoamerica-relevamiento-2023/>.
44. **AVINEWS.** Relevamiento de Micotoxinas en Latinoamérica [Internet]. 2023 [citado 24/07/24]. Disponible en:
<https://avinews.com/relevamiento-de-micotoxinas-en-latinoamerica-2023>.
45. **Dirección General de Políticas Agrarias (MINAGRI).** Requerimientos Agroclimáticos del Cultivo de Maíz Amiláceo [Internet]. 2017 [citado 24/07/24]

46. **Agronet MinAgricultura.**En maíz identifican y caracterizan hongos que producen toxinas [Internet].; 2023[citado 24/07/24]. Disponible en:
<https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/En-ma%C3%ADz-identifican-y-caracterizan-hongos-que-producen-toxinas.aspx>
47. **Bogantes Ledezma P, Bogantes Ledezma D, Bogantes Ledezma S.** Aflatoxinas[Internet]. 2004 [citado 25/07/24]; 46(4).Disponible en:
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022004000400004
48. **Ortega Sánchez I.** Maíz I (Zea mays) [Internet]. 2014[citado 24/07/24]; 7(2): p. 21. Disponible en:
<https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/ae41001e-474e-4d61-b12f-90f071ff82b1/content>
49. **Pujals Sanchez Edgar.** Micotoxinas en Latinoamerica. Veterinaria Digital[Internet]. 2016[citado 25/07/24].Disponible en:
<https://www.veterinariadigital.com/articulos/micotoxinas-en-latinoamerica/>
52. **Willka Travel.** [Internet].; 2024[citado 24/07/24] . Disponible en:
<https://www.willkatravel.com/es/valle-sagrado-de-los-incas-dia-completo/>.
53. **Agencia Española de la seguridad alimentaria y nutricion (AESAN).**Micotoxinas [Internet]. 2024[citado 24/07/24] . Disponible en:
https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/micotoxinas.htm#:~:text=La%20presencia%20de%20micotoxinas%20en,gastrointestinales%20o%20en%20el%20ri%C3%B1%C3%B3n.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

"HONGOS TOXIGÉNICOS Y DETERMINACION DE MICOTOXINAS CARCINOGENICAS POR ELISA EN EL GÜIÑAPO DE MAÍZ (ZEA MAYS), DESTINADO A LA PRODUCCIÓN DE CHICHA EN EL VALLE SAGRADO DE LOS INCAS, 2024"				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	METODOLOGÍA
¿Qué hongos toxigénicos existen y cuáles son los valores de Micotoxinas carcinogénicas por ELISA en el Güiñapo de maíz (<i>zea mays</i>), destinado a la producción de chicha en El Valle Sagrado de los Incas, 2024?	<p>Objetivo general Identificar los hongos toxigénicos y determinar los valores de Micotoxinas carcinogénicas por ELISA, presentes en el Güiñapo de maíz (<i>Zea mays</i>), destinado a la producción de chicha, recolectadas en El Valle Sagrado de los Incas.</p> <p>Objetivos Específicos -Realizar la identificación de hongos toxigénicos presentes en muestras de Güiñapo de maíz (<i>Zea mays</i>). -Realizar el análisis Físico-Químico (humedad, acidez, pH y temperatura de almacenamiento) del Güiñapo de maíz (<i>Zea mays</i>) y maíz amarillo (patrón). -Determinar la concentración de Micotoxinas en las muestras de Güiñapo de maíz (<i>Zea mays</i>), mediante el método de ELISA. -Establecer la relación entre la presencia de hongos toxigénicos y la concentración de Micotoxinas en el Güiñapo de maíz (<i>Zea mays</i>). -Establecer la relación entre los factores físicoquímicos (humedad, acidez, pH) del Güiñapo de maíz y la concentración de Micotoxinas carcinogénicas.</p>	Existe la presencia de hongos toxicogénicos de los géneros, <i>Aspergillus</i> spp., <i>Fusarium</i> spp. y <i>Penicillium</i> spp., y concentraciones elevadas de Micotoxinas en el Güiñapo de maíz (<i>Zea mays</i>), destinado para la producción de chicha, en el Valle sagrado de los Incas, 2024.	<p>Variable independiente Identificación de hongos toxigénicos presentes en el Güiñapo de maíz (<i>Zea mays</i>),</p> <p>Variable dependiente Cuantificación de Micotoxinas presentes en el Güiñapo de maíz (<i>Zea mays</i>),</p> <p>Variable interviniente Características físicoquímicas del Güiñapo de maíz (humedad, acidez, pH y temperatura de almacenamiento)</p>	<p>Tipo de estudio: Básico Enfoque: cuantitativo Diseño: experimental Nivel de estudio: descriptivo y transversal. Unidad de Investigación: kilos de Güiñapo Población: - 6 Centros de expendio de Güiñapo de maíz (<i>Zea mays</i>) en el Valle sagrado de los Incas. Muestra: -40 muestras de Güiñapo de maíz (<i>Zea mays</i>) Técnicas de recolección de datos: -Observación de campo Instrumentos de recolección de datos: -Ficha de registro de muestras.</p>

Fuente: Elaboración propia

FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANEXO 2: ETIQUETA PARA EL ROTULADO DE LAS MUESTRAS DEL GÜIÑAPO DE MAÍZ.

HONGOS TOXIGÉNICOS Y DETERMINACIÓN DE MICOTOXINAS CARCINOGÉNICAS POR ELISA EN EL GÜIÑAPO DE MAÍZ (ZEA MAYS), DESTINADO A LA PRODUCCIÓN DE CHICHA EN EL VALLE SAGRADO DE LOS INCAS, 2024"	
CARACTERÍSTICAS	DETALLES
NOMBRE CIENTIFICO	<i>Zea Mays L.</i>
NOMBRE COMÚN	Maíz blanco
FECHA DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA	
HORA DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA	
NUMERO DE MUESTRA	
PESO DE MUESTRA	
NOMBRE DE LA LOCALIDAD	DEPARTAMENTO: PROVINCIA: DISTRITO: LOCALIDAD:
NOMBRE DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN	
INVESTIGADORES	Bach. GABILUZ EDITH CHOQUE CAHUANA Bach. JHON JIMMY TARIFA CHOQUE
OBSERVACIONES	

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE HONGOS TOXIGÉNICOS.

NÚMERO DE MUESTRA	DILUCIÓN DE LA PLACA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	LUGAR DE MUESTREO	TIPOS DE HONGOS TOXIGENICOS			OBSERVACIONES
					<i>Género Aspergillus spp.</i>	<i>Género Penicillium spp.</i>	<i>Género Fusarium spp.</i>	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE MICOTOXINAS CARCINOGÉNICAS EN LAS MUESTRAS.

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ANÁLISIS DE PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LAS MUESTRAS.

LOCALIDAD	NÚMERO DE MUESTRA	Peso crisol	Peso crisol + Muestra	Peso de Muestra	Peso Muestra seca	% de HUMEDAD	OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE ACIDEZ EN LAS MUESTRAS.

LOCALIDAD	NÚMERO DE MUESTRA	Peso de Muestra	Gasto de 0.1N de NaOH	% de HUMEDAD	% de Acidez de la muestra	OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL ANÁLISIS DE PH EN LAS MUESTRAS PAPEL INDICADOR DE PH (PAPEL MERCK).

LOCALIDAD	NUMERO DE MUESTRA	RESULTADOS

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 8: PANEL FOTOGRAFICO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y TOMA DE MUESTRA EN CHICHERIAS



A



B



C



D



E



F



G



H



I



J



K



L



M

Chicherías: A),B),C)Pisac; D),F)Coya ,G),H)Lamay;I),J),K)Calca ,L)Urubamba, M)Ollantaytambo

ANEXO 9: FICHA DE MUESTREO

FICHA DE MUESTREO (INFORMACION DE TOMA DE MUESTRA)

NUMERO	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	LUGAR DE MUESTREO	NOMBRE DE LUGAR DE PRODUCCION	TEMPERATURA	HUMEDAD	OBSERVACIONES
M-01	26-01-25	10:45 AM	Pisac	Calle Callao	18°C	59%	La chicharia no cuenta con nombre
M-02	26-01-25	11:05 AM	Pisac	Jr. Grau	18°C	59%	La chicharia no cuenta con nombre
M-03	26-01-25	11:25 AM	Pisac	Jr. Grau	18°C	59%	La chicharia no cuenta con nombre
M-04	26-01-25	11:43 AM	Pisac	Jr. Vigil	18°C	59%	La chicharia no cuenta con nombre
M-05	26-01-25	12:03 PM	Pisac	Av. Arequipa	18°C	59%	La chicharia no cuenta con nombre
M-06	26-01-25	12:30 PM	Pisac	Av. Zamballoa	18°C	59%	La chicharia no cuenta con nombre
M-07	26-01-25	13:15 PM	Pisac	Av. Amazonas	18°C	59%	No cuenta con nombre
M-08	26-01-25	13:38 PM	Coya	Av. Espinar	20°C	62%	No cuenta con nombre
M-09	26-01-25	13:42 PM	Coya	Av. Espinar	20°C	62%	No cuenta con nombre
M-10	26-01-25	13:57 PM	Coya	Av. Arica	20°C	62%	No cuenta con nombre
M-11	26-01-25	14:30 PM	Lamay	Calle Mainique	22°C	81%	No cuenta con nombre
M-12	26-01-25	14:48 PM	Lamay	Av. Grau	22°C	81%	La chicharia no cuenta con nombre
M-13	26-01-25	14:59 PM	Lamay	Jr. Encuentro	22°C	81%	La chicharia no cuenta con nombre
M-14	26-01-25	15:12 PM	Lamay	Jr. Atahualpa	22°C	81%	La chicharia no cuenta con nombre
M-15	26-01-25	15:33 PM	Lamay	Jr. Tumbes	22°C	81%	No tiene nombre La chicharia
M-16	26-01-25	15:45 PM	Lamay	Jr. Huascar	22°C	81%	No tiene nombre La chicharia
M-17	26-01-25	16:01 PM	Lamay	Av. Lima	22°C	81%	No tiene nombre La chicharia
M-18	26-01-25	16:20 PM	Lamay	Jr. Ayacucho	22°C	81%	No presenta nombre

M-19	27-01-25	09:30 AM	Calca	Prolongación Ucayali	24°C	82 %	El lugar no tiene nombre
M-20	27-01-25	09:38 AM	Calca	Prolongación Ucayali	24°C	82 %	Lachicharia no tiene nombre
M-21	27-01-25	09:54 AM	Calca	Av. San Martín	24°C	82 %	Lachicharia no tiene nombre
M-22	27-01-25	10:12 AM	Calca	Jr. Mariano de los Santos	24°C	82 %	Lachicharia no tiene nombre
M-23	27-01-25	10:28 AM	Calca	Av. Espinosa	24°C	82 %	Lachicharia no tiene nombre
M-24	27-01-25	10:43 AM	Calca	Av. Miguel Grau	24°C	82 %	No cuenta con nombre
M-25	27-01-25	10:58 AM	Calca	Jr. Ollanta	24°C	82 %	No tiene nombre
M-26	27-01-25	11:15 AM	Calca	Jr. Tupac Amaru	24°C	82 %	No tiene nombre
M-27	27-01-25	11:29 AM	Calca	Av. Calca	24°C	82 %	No tiene nombre
M-28	27-01-25	11:46 AM	Calca	Av. Calca	24°C	82 %	No tiene nombre
M-29	27-01-25	13:09 PM	Urubamba	Jr. Chocco - Yucay	29°C	81 %	El local no tiene nombre
M-30	27-01-25	13:17 PM	Urubamba	Av. Primero de Mayo	29°C	81 %	El local no tiene nombre
M-31	27-01-25	13:22 PM	Urubamba	Av. Primero de Mayo	29°C	81 %	No tiene nombre
M-32	27-01-25	13:28 PM	Urubamba	Av. Primero de Mayo	29°C	81 %	No tiene nombre
M-33	27-01-25	13:35 PM	Urubamba	Av. Primero de Mayo	29°C	81 %	No tiene nombre
M-34	27-01-25	13:46 PM	Urubamba	Jr. Pintacha	29°C	81 %	No tiene nombre
M-35	27-01-25	13:58 PM	Urubamba	Av. Cidrachayoc	29°C	81 %	No tiene nombre
M-36	27-01-25	14:07 PM	Urubamba	Jr. Villateresa	29°C	81 %	No tiene nombre
M-37	27-01-25	14:16 PM	Urubamba	Jr. San Isidro	29°C	81 %	No tiene nombre
M-38	27-01-25	14:48 PM	Ollantaytambo	Calle Principal	28°C	81 %	No tiene nombre

M-39	27-01-25	15:03 PM	Ollantaytambo	Calle Imasumac	28°C	81 %	El puesto no tiene nombre
M-40	27-01-25	15:35 PM	Ollantaytambo	Calle Turistas	28°C	81 %	El puesto no tiene nombre

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 10: ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS



A



B



C

A) muestras en laboratorio; **B)** trituración de muestras y **C)** muestras molidas y almacenadas.

Anexo 11: NUMERACIÓN DE MOHOS EN GÜIÑAPO DE MAIZ

A. PREPARACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO Y AGUA PEPTONADA



A



B



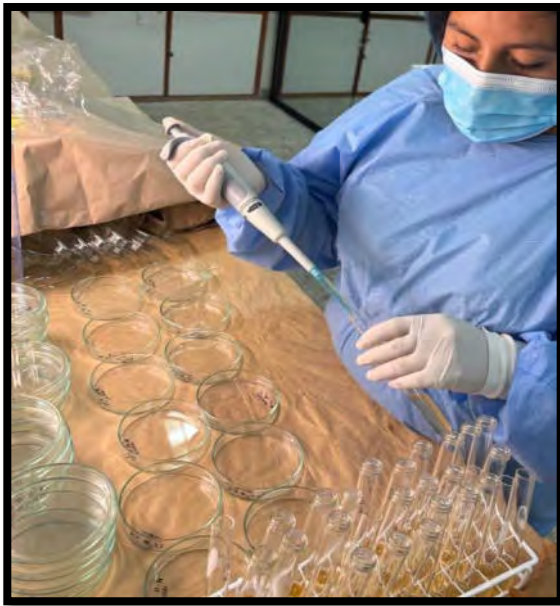
C



D



E



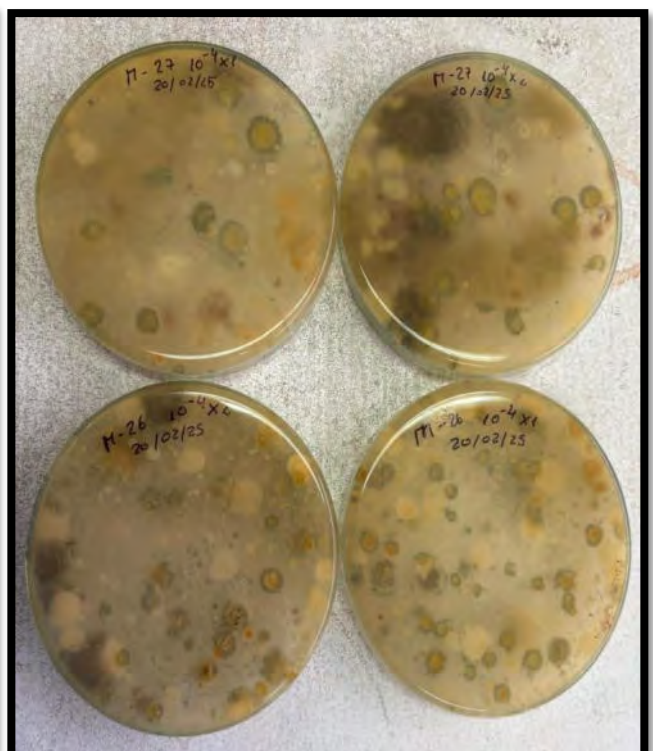
F



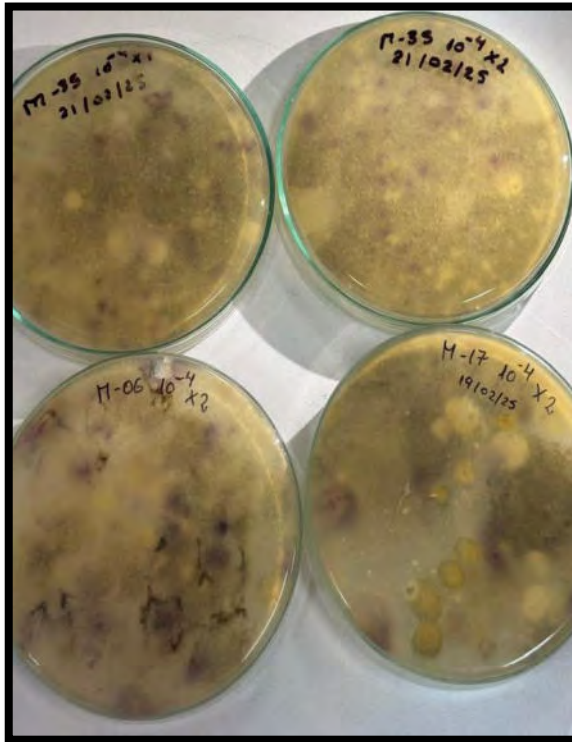
G



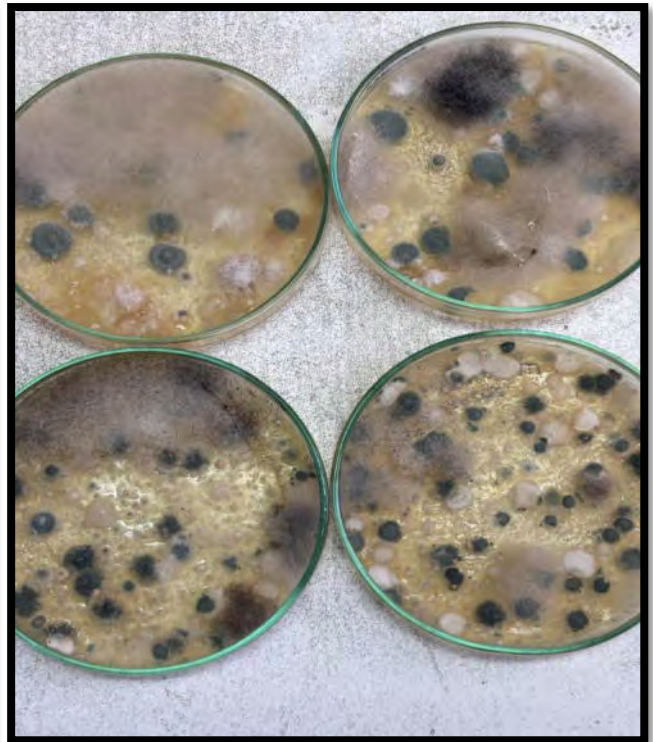
H



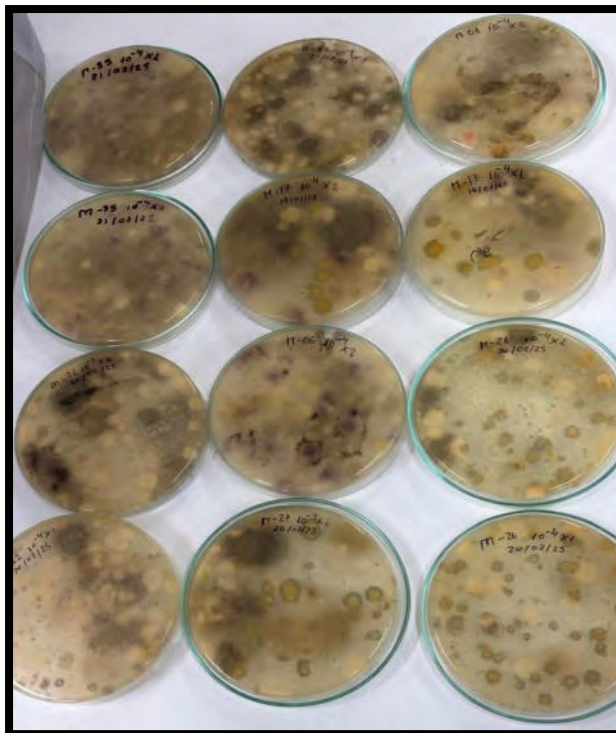
I



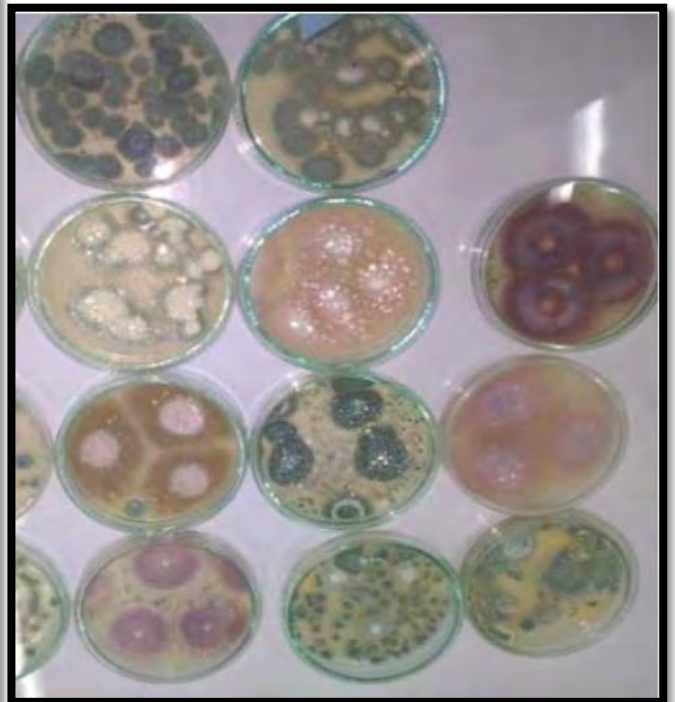
J



K



L

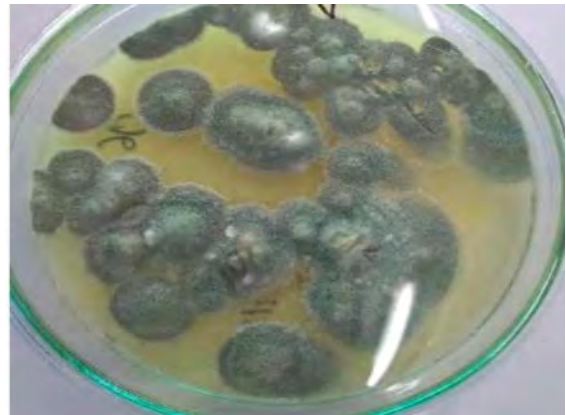
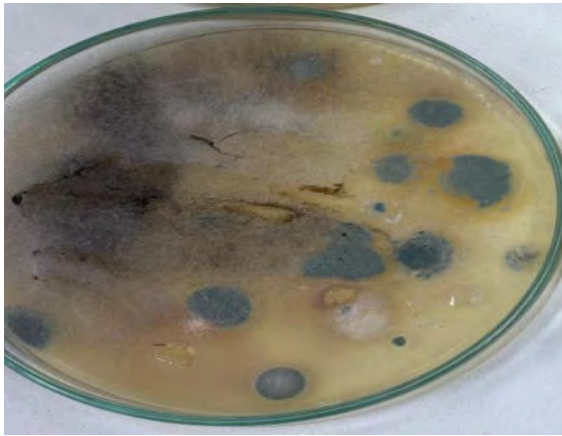


M

A) Autoclavado de materiales, **B)** rotulado de placas, **C)** Preparación y autoclavado de agua peptonada y medio de cultivo OGY+ oxitetraciclina al 0.1%;; **D,E,F)** Realizando las diluciones 10-1, 10-2, 10-3 y 10-4 **G)**sembrado en las placas; **H)**Incubación de placas **I,J,K,L)** crecimiento de mohos; **M)** crecimiento de los repiques.

ANEXO 12: OBSERVACIÓN MACROSCÓPICA

Observación macroscópica de colonias de mohos de *Aspergillus spp.*



Observación macroscópica de colonias de mohos de *Penicillium*.

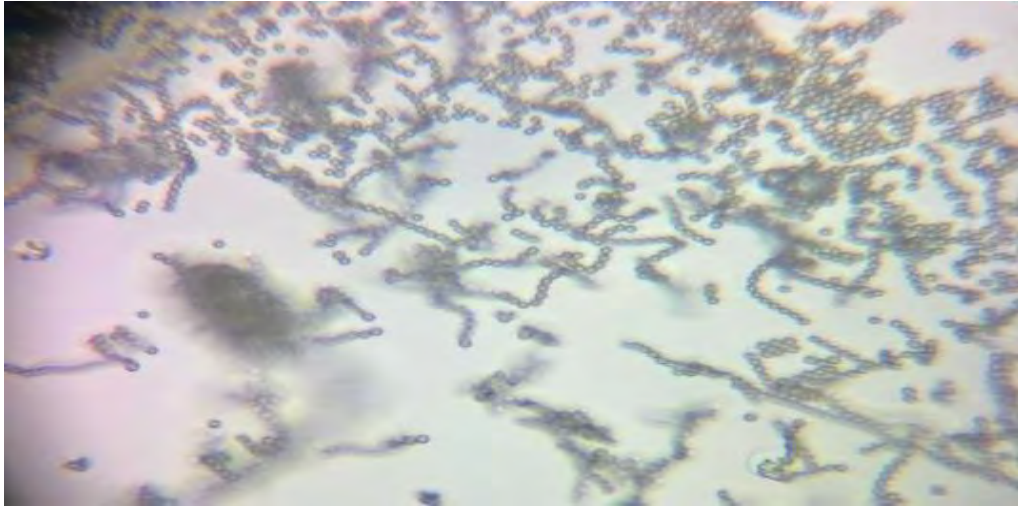


Observación macroscópica de colonias de mohos de *Fusarium spp.*

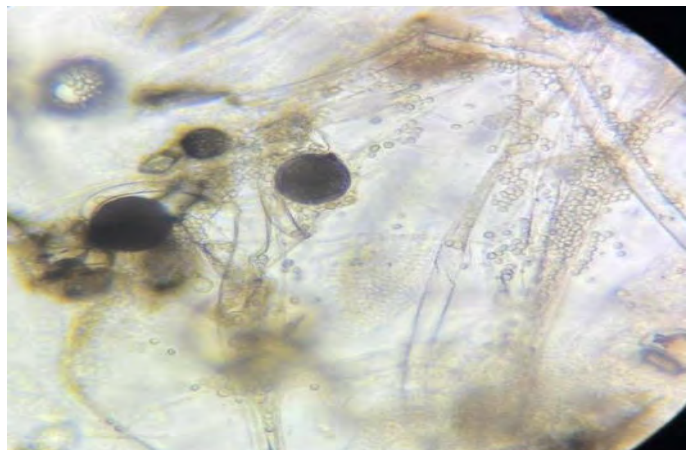
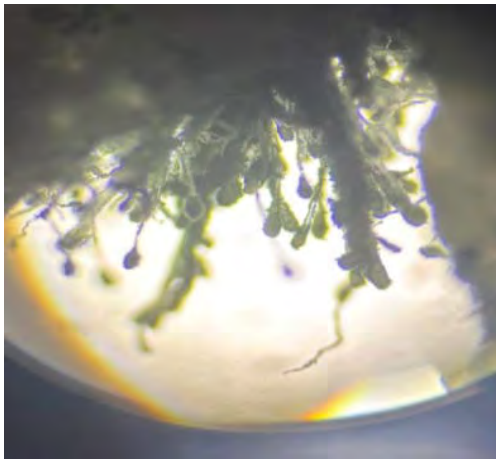


ANEXO 13: OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA

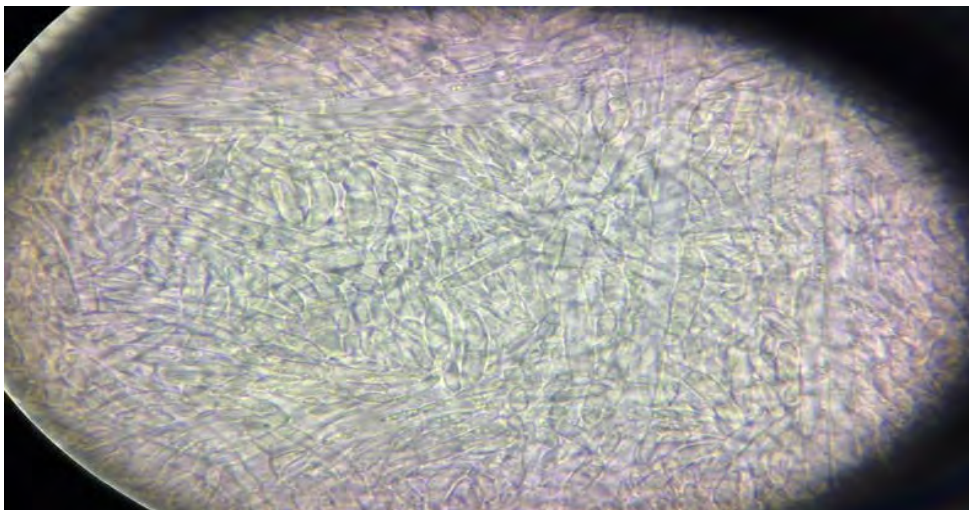
Observación microscópica a 400X de género *Aspergillus spp. sp.*



Observación microscópica a 400X de género *Penicillium spp. sp.*



Observación microscópica a 400X de genero *Fusarium spp. sp.*



ANEXO 14: REGISTRO MICROBIOLÓGICO

REGISTRO MICROBIOLÓGICO

FECHA	HORA	NUMERO DE MUESTRA	DILUCION DE PLACA	RESULTADO NUMERO DE COLONIAS	OBSERVACIONES
26/02/25	9:00	1	10^{-3}	21	NINGUNO
26/02/25	9:05	1	10^{-4}	16	"
26/02/25	9:10	2	10^{-3}	13	"
26/02/25	9:15	2	10^{-4}	10	"
26/02/25	9:20	3	10^{-3}	16	"
26/02/25	9:25	3	10^{-4}	13	"
26/02/25	9:30	4	10^{-3}	17	"
26/02/25	9:35	4	10^{-4}	11	"
26/02/25	9:40	5	10^{-3}	7	"
26/02/25	9:45	5	10^{-4}	8	"
26/02/25	9:50	6	10^{-3}	8	"
26/02/25	9:55	6	10^{-4}	9	"
26/02/25	10:00	7	10^{-3}	18	"
26/02/25	10:05	7	10^{-4}	20	"
26/02/25	10:10	8	10^{-3}	22	"
26/02/25	10:15	8	10^{-4}	15	"
26/02/25	10:20	9	10^{-3}	24	"
26/02/25	10:25	9	10^{-4}	11	"
26/02/25	10:30	10	10^{-3}	19	"
26/02/25	10:35	10	10^{-4}	8	"
26/02/25	10:40	11	10^{-3}	11	"

26/02/25	10:45	11	10^{-4}	13	NINGUNO
26/02/25	10:50	12	10^{-3}	7	"
26/02/25	10:55	12	10^{-4}	15	"
26/02/25	11:00	13	10^{-3}	12	"
26/02/25	11:05	13	10^{-4}	10	"
26/02/25	11:10	14	10^{-3}	6	"
26/02/25	11:15	14	10^{-4}	9	"
26/02/25	11:20	15	10^{-3}	29	"
26/02/25	11:25	15	10^{-4}	16	"
26/02/25	11:30	16	10^{-3}	17	"
26/02/25	11:35	16	10^{-4}	18	"
26/02/25	11:40	17	10^{-3}	12	"
26/02/25	11:45	17	10^{-4}	13	"
26/02/25	11:50	18	10^{-3}	7	"
26/02/25	11:55	18	10^{-4}	12	"
26/02/25	12:00	19	10^{-3}	16	"
26/02/25	12:05	19	10^{-4}	8	"
26/02/25	13:00	20	10^{-3}	25	"
26/02/25	13:05	20	10^{-4}	15	"
27/02/25	14:30	21	10^{-3}	7	"
27/02/25	14:35	21	10^{-4}	7	"
27/02/25	14:40	22	10^{-3}	8	"
27/02/25	14:45	22	10^{-4}	11	"

27/02/25	14:50	23	10^{-3}	8	NINGUNO
27/02/25	14:55	23	10^{-4}	9	
27/02/25	15:00	24	10^{-3}	67	
27/02/25	15:05	24	10^{-4}	32	
27/02/25	15:10	25	10^{-3}	6	
27/02/25	15:15	25	10^{-4}	5	
27/02/25	15:20	26	10^{-3}	11	
27/02/25	15:25	26	10^{-4}	9	
27/02/25	15:30	27	10^{-3}	8	
27/02/25	15:35	27	10^{-4}	12	
27/02/25	15:40	28	10^{-3}	12	
27/02/25	15:45	28	10^{-4}	11	
27/02/25	15:50	29	10^{-3}	8	
27/02/25	15:55	29	10^{-4}	14	
27/02/25	16:00	30	10^{-3}	17	
27/02/25	16:05	30	10^{-4}	13	
27/02/25	16:10	31	10^{-3}	7	
27/02/25	16:15	31	10^{-4}	18	
27/02/25	16:20	32	10^{-3}	9	
27/02/25	16:25	32	10^{-4}	10	
27/02/25	16:30	33	10^{-3}	14	
27/02/25	16:35	33	10^{-4}	11	
27/02/25	16:40	34	10^{-3}	8	

27/02/25	16:45	34	10^{-4}	9	NINGUNO
27/02/25	16:50	35	10^{-3}	13	//
27/02/25	16:55	35	10^{-4}	9	//
27/02/25	17:00	36	10^{-3}	5	//
27/02/25	17:05	36	10^{-4}	14	//
27/02/25	17:10	37	10^{-3}	11	//
27/02/25	17:15	37	10^{-4}	7	//
27/02/25	17:20	38	10^{-3}	23	//
27/02/25	17:25	38	10^{-4}	7	//
27/02/25	17:30	39	10^{-3}	6	//
27/02/25	17:35	39	10^{-4}	11	//
27/02/25	17:40	40	10^{-3}	18	//
27/02/25	17:45	40	10^{-4}	6	//

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 15 :PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

A. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD



A



B



C



D

A) Pesado de 10gr de muestra acondicionada; **B)** Llevar al horno a 310° por 5 horas; **C)** Pesado de muestras secas. **D)** Muestras ya pesadas.

B. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ



A



B



C

A) muestra acondicionada 5gr más agua estéril 50ml; **B)** filtrar la muestra **C)** añadir cloruro de sodio 0.1N a la muestras y titular con fenolftaleína.

C. DETERMINACIÓN DEL pH



A



B



C

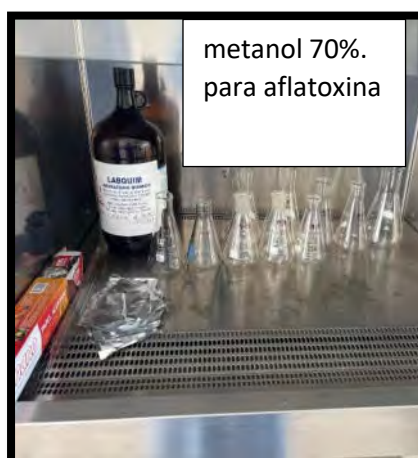
A) Se pesó 5gr de muestra acondicionada; **B)** frasco de vidrio con muestras más agua estéril **C)** tiras de pH y estériles.

ANEXO 16: CUANTIFICACIÓN DE AFLATOXINAS, OCRATOXINA A Y FUMONISINAS TOTALES

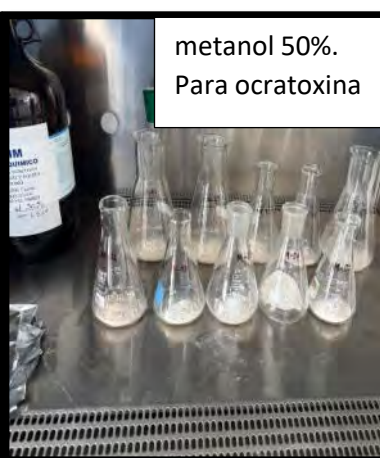
A. OBTENCIÓN DEL EXTRACTO



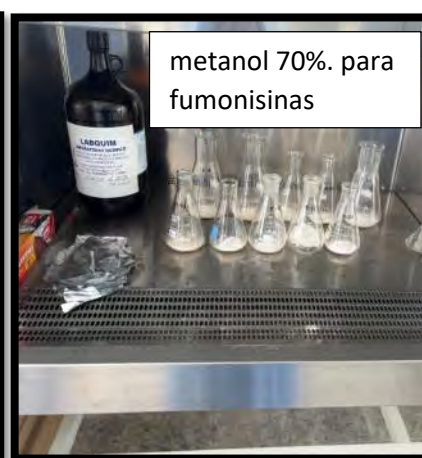
A



B



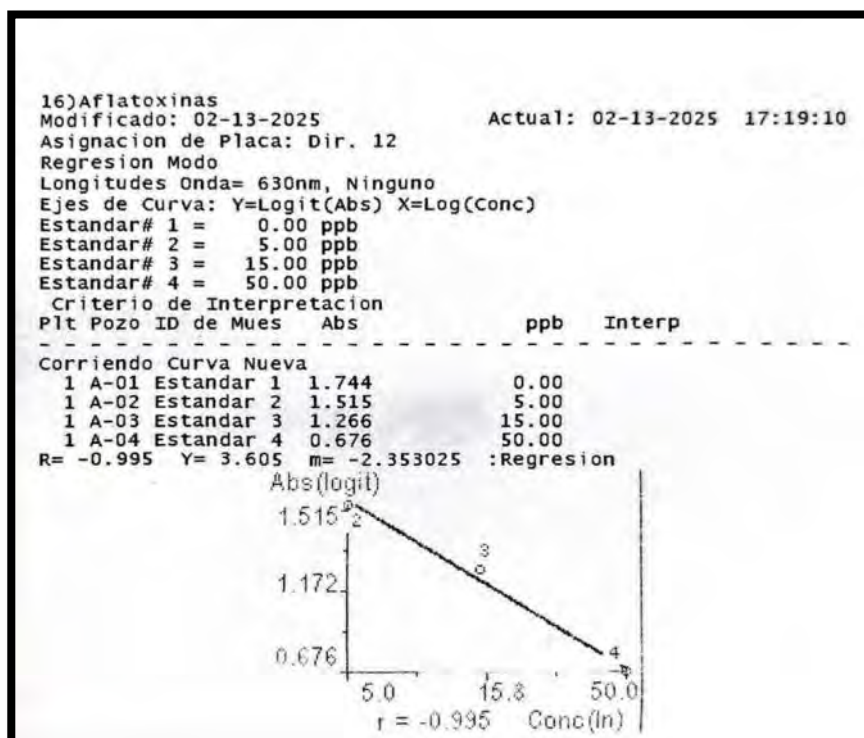
C



A) Peso de la muestra **B)** Muestra + metanol al 70% para Aflatoxina A, 50% para Ocratoxinas y 70% para fumonisinas; **C)** extractos extraídos.

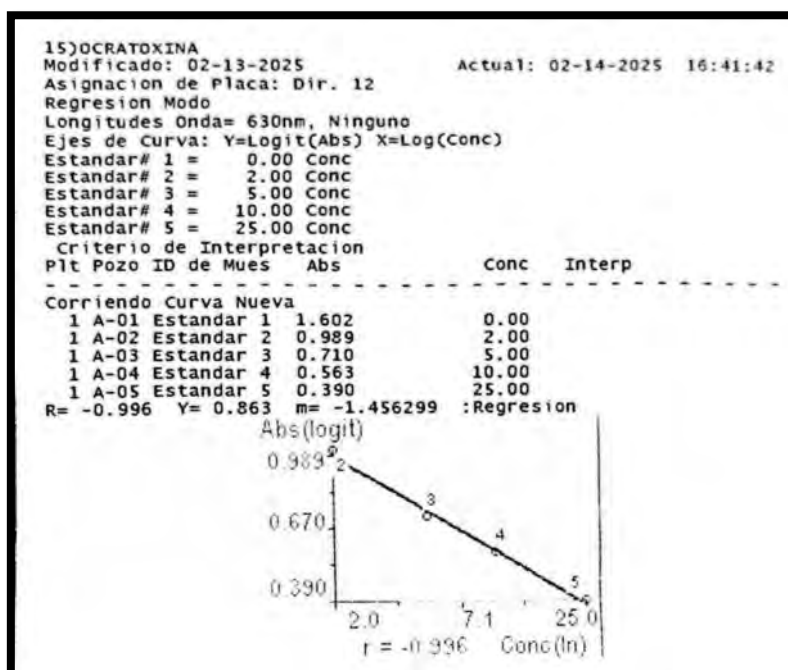
ANEXO 17: CURVAS DE CALIBRACIÓN DE ELISA.

A. CURVA DE CALIBRACIÓN PARA AFLATOXINAS TOTALES



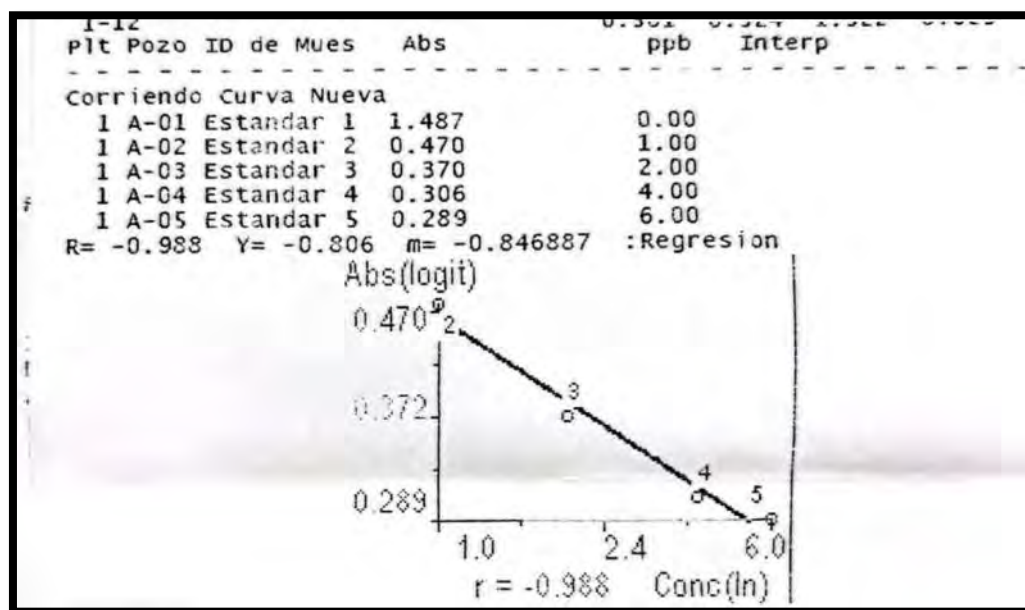
Fuente: Elaboración propia

B. CURVA DE CALIBRACIÓN PARA OCRATOXINA A



Fuente: Elaboración propia

C. CURVA DE CALIBRACIÓN PARA FUMONISINAS TOTALES

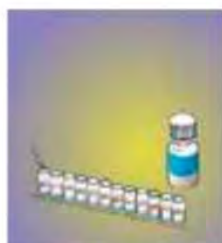


Fuente: Elaboración propia

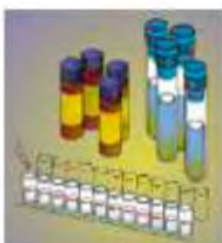
ANEXO 18: PROCEDIMIENTO DE AFLATOXINA

Veratox Procedure for Aflatoxin HS

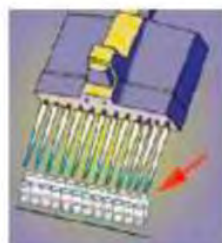
Note: Please read kit instructions completely before performing test.
Questions? Call 800/234-5333 or 517/372-9200.



1. Add 100 μ L conjugate to red marked mixing wells.



2. Add 100 μ L controls and samples to the red marked mixing wells.



3. Mix. Transfer 100 μ L to the antibody wells. Incubate for 10 minutes.



4. Dump liquid from antibody wells.



5. Wash wells thoroughly 5 times with deionized water.



6. Tap out water on absorbent paper towel.



7. Transfer 100 μ L substrate from reagent boat to antibody wells using 12-channel pipette. Incubate for 10 minutes.



8. Transfer 100 μ L Red Stop from reagent boat to antibody wells.



9. Read results using a microwell reader with a 630 nm filter.

Product Specifications

Lower limit of detection:	0.5 ppb
Range of quantitation:	1 ppb - 8 ppb
Controls provided:	0, 1, 2, 4 and 8 ppb
Testing time:	20 minutes
Antibody cross-reactivity:	Total aflatoxins (B_1 , B_2 , G_1 , G_2)



620 Leshar Place • Lansing, MI 48912
800/234-5333 (USA and Canada only) • 517/372-9200 • fax: 517/372-2006
e-mail: foodsafety@neogen.com • www.neogen.com

© Neogen Corporation 2007. Neogen and Veratox are registered trademarks of Neogen Corporation, Lansing, MI.

V Afla-45 1007

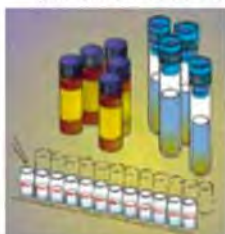
ANEXO 19: PROCEDIMIENTO DE OCRATOXINA A

Veratox Procedure for Ochratoxin

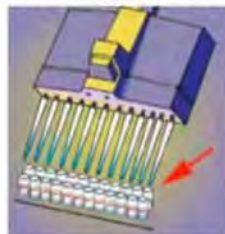
Note: Please read kit instructions completely before performing test.
Questions? Call 800/234-5333 or 517/372-9200.



1. Add 100 μ L conjugate to each red-marked mixing well.



2. Add 100 μ L controls and samples to their respective wells.



3. Mix. Transfer 100 μ L to antibody wells. Incubate for 10 minutes.



4. Dump liquid from antibody wells.



5. Wash 5 times with de-ionized water.



6. Tap out water on paper towel.



7. Transfer 100 μ L substrate from reagent boat to antibody wells using 12-channel pipettor. Incubate for 10 minutes.



8. Transfer 100 μ L Red Stop from reagent boat to antibody wells.



9. Read results using a microwell reader with a 650 nm filter.

Product Specifications

Lower limit of detection: 1 ppb
Range of quantitation: 2 ppb - 25 ppb
Controls provided: 0, 2, 5, 10, 25 ppb
Testing time: 20 minutes
Antibody cross-reactivity: Ochratoxin A 100%, Ochratoxin B 18%



620 Leshar Place • Lansing, MI 48912
800/234-5333 (USA and Canada only) • 517/372-9200 • fax: 517/372-2006
e-mail: foodsafety@neogen.com • www.neogen.com

©Neogen Corporation 2007. Neogen and Veratox are registered trademarks of Neogen Corporation, Lansing, MI.

V-Ochra-1007

ANEXO 20: PROCEDIMIENTO DE FUMONISINA

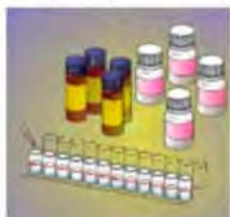
Veratox Procedure for Fumonisin

Note: Samples must be diluted before performing test.

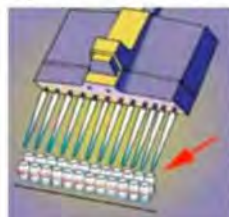
Please read kit instructions completely before beginning. Questions? Call 800/234-5333 or 517/372-9200.



1. Add 100 μ L conjugate to each red marked mixing well.



2. Add 100 μ L controls and diluted samples to their respective wells.



3. Mix. Transfer 100 μ L to antibody wells. Incubate for 10 minutes.



4. Dump liquid from antibody wells and wash wells thoroughly 5 times with deionized water.



5. Tap out water on absorbent paper towel.



6. Transfer 100 μ L substrate from reagent boat to antibody wells using 12-channel pipettor. Incubate for 10 minutes.



7. Transfer 100 μ L Red Stop from reagent boat to antibody wells.



8. Read results using a microwell reader with a 650 nm filter.

Product Specifications

Lower limit of detection:	0.2 ppm
Range of quantitation:	1 ppm - 6 ppm
Controls provided:	0, 1, 2, 4 and 6 ppm
Testing time:	20 minutes
Antibody cross-reactivity:	Total fumonisins (B_1 , B_2 , B_3)



620 Leshar Place • Lansing, MI 48912
800/234-5333 (USA and Canada only) • 517/372-9200 • fax: 517/372-2006
e-mail: foodsafety@neogen.com • www.neogen.com

ANEXO 21: RESULTADO DE AFLATOXINAS TOTALES



MICOTOXINAS CARCINOGENICAS
EP. FARMACIA Y BIOQUIMICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

Grupo de Aflatoxin
ensayo:

Descripción:

Kit de Lot#:

Usuario: gl

Fecha: 26/02/2025 16:11:12

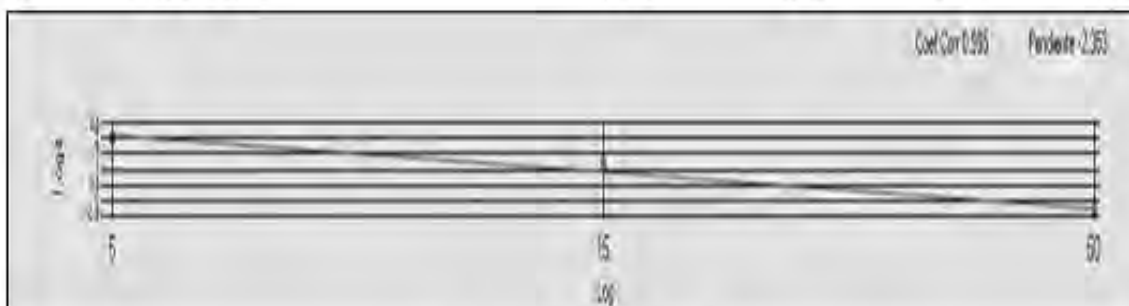
Método: Direct Competitive

Pendiente: -2.353

Coef Corr:0.995

Unidades: ppb

Muestra	Descripción:	Densidad óptica	Resultados preliminares	Factor de dilución	Resultados de la final
1	0 ppb	1.744	0.0		
2	5 ppb	1.515	5.4		
3	15 ppb	1.266	13.1		
4	50 ppb	0.876	53.3		
5	Muestra 1	1.012	24.8	1.0	24.8
6	Muestra 2	1.120	19.2	1.0	19.2
7	Muestra 3	1.035	23.5	1.0	23.5
8	Muestra 4	1.012	24.8	1.0	24.8
9	Muestra 5	1.299	11.9	1.0	11.9
10	Muestra 6	1.205	15.5	1.0	15.5
11	Muestra 7	1.031	23.7	1.0	23.7
12	Muestra 8	0.864	34.7	1.0	34.7
13	Muestra 9	1.062	22.1	1.0	22.1
14	Muestra 10	1.113	19.5	1.0	19.5

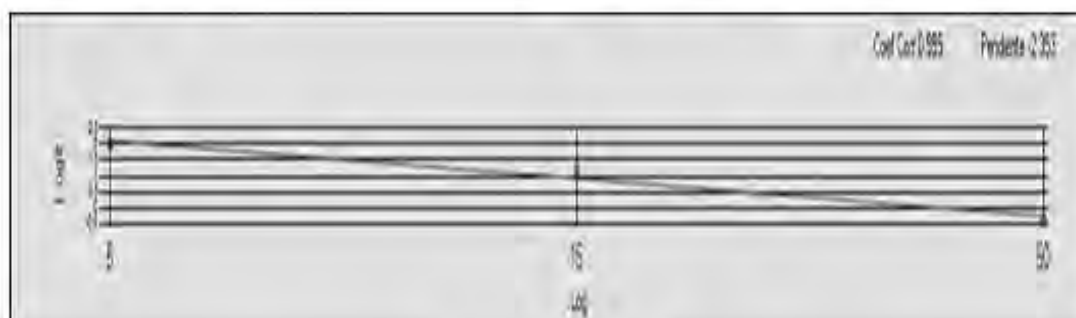


Desarrollado por Neogen



MICOTOXINAS CARCINOGENICAS
EP. FARMACIA Y BIOQUIMICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

15	Muestra 11	1.172	16.9	1.0	16.9
16	Muestra 12	1.235	14.3	1.0	14.3
17	Muestra 13	1.111	19.6	1.0	19.6
18	Muestra 14	1.316	11.3	1.0	11.3
19	Muestra 15	1.147	18.0	1.0	18.0
20	Muestra 16	0.922	30.4	1.0	30.4
21	Muestra 17	1.096	20.4	1.0	20.4
22	Muestra 18	1.239	14.2	1.0	14.2
23	Muestra 19	1.235	14.3	1.0	14.3
24	Muestra 20	0.931	29.8	1.0	29.8
25	Muestra 21	1.369	9.6	1.0	9.6
26	Muestra 22	1.349	10.2	1.0	10.2
27	Muestra 23	1.295	12.1	1.0	12.1
28	Muestra 24	0.274	176.2	1.0	176.2
29	Muestra 25	1.442	7.4	1.0	7.4
30	Muestra 26	1.258	13.4	1.0	13.4
31	Muestra 27	1.290	12.3	1.0	12.3
32	Muestra 28	1.230	14.5	1.0	14.5
33	Muestra 29	1.214	15.1	1.0	15.1
34	Muestra 30	1.094	20.5	1.0	20.5
35	Muestra 31	1.040	23.2	1.0	23.2
36	Muestra 32	1.114	19.5	1.0	19.5
37	Muestra 33	1.256	13.5	1.0	13.5
38	Muestra 34	1.150	17.8	1.0	17.8
39	Muestra 35	1.254	13.6	1.0	13.6
40	Muestra 36	1.150	17.8	1.0	17.8



Desarrollado por Neogen



MICOTOXINAS CARCINOGENICAS
EP. FARMACIA Y BIOQUIMICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

41	Muestra 37	1.235	14.3	1.0	14.3
42	Muestra 38	1.217	15.0	1.0	15.0
43	Muestra 39	1.187	16.2	1.0	16.2
44	Muestra 40	1.274	12.8	1.0	12.8



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 22: RESULTADO DE OCRATOXINAS A



MICOTOXINAS CARCINOGENICAS
EP. FARMACIA Y BIQUIMICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

Grupo de Ochratoxin
ensayo:

Descripción:

Kit de Lot#:

Usuario: gl

Fecha: 26/02/2025 16:51:09

Método: Direct Competitive

Pendiente: -1.452

Coef Corr:0.996

Unidades: ppb

Muestra	Descripción:	Densidad óptica	Resultados preliminares	Factor de dilución	Resultados de la final
1	0 ppb	1.602	0.0		
2	2 ppb	0.988	1.8		
3	5 ppb	0.711	5.6		
4	10 ppb	0.563	10.3		
5	25 ppb	0.391	23.5		
6	Muestra 1	1.461	0.1	1.0	0.1
7	Muestra 2	1.570	0.0	1.0	0.0
8	Muestra 3	1.811	0.0	1.0	0.0
9	Muestra 4	1.614	0.0	1.0	0.0
10	Muestra 5	1.829	0.0	1.0	0.0
11	Muestra 6	1.893	0.0	1.0	0.0
12	Muestra 7	1.749	0.0	1.0	0.0
13	Muestra 8	1.424	0.1	1.0	0.1
14	Muestra 9	1.493	0.1	1.0	0.1



Desarrollado por Neogen



MICOTOXINAS CARCINOGENICAS
EP. FARMACIA Y BIOQUIMICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

15	Muestra 10	1.648	0.0	1.0	0.0
16	Muestra 11	1.195	0.7	1.0	0.7
17	Muestra 12	1.309	0.4	1.0	0.4
18	Muestra 13	1.513	0.0	1.0	0.0
19	Muestra 14	1.300	0.4	1.0	0.4
20	Muestra 15	1.483	0.1	1.0	0.1
21	Muestra 16	1.326	0.3	1.0	0.3
22	Muestra 17	1.274	0.5	1.0	0.5
23	Muestra 18	1.267	0.5	1.0	0.5
24	Muestra 19	1.732	0.0	1.0	0.0
25	Muestra 20	1.701	0.0	1.0	0.0
26	Muestra 21	1.790	0.0	1.0	0.0
27	Muestra 22	1.573	0.0	1.0	0.0
28	Muestra 23	1.570	0.0	1.0	0.0
29	Muestra 24	1.618	0.0	1.0	0.0
30	Muestra 25	1.611	0.0	1.0	0.0
31	Muestra 26	1.638	0.0	1.0	0.0
32	Muestra 27	1.671	0.0	1.0	0.0
33	Muestra 28	1.762	0.0	1.0	0.0
34	Muestra 29	1.502	0.1	1.0	0.1
35	Muestra 30	1.671	0.0	1.0	0.0
36	Muestra 31	1.643	0.0	1.0	0.0
37	Muestra 32	1.604	0.0	1.0	0.0
38	Muestra 33	1.338	0.3	1.0	0.3
39	Muestra 34	1.495	0.1	1.0	0.1
40	Muestra 35	1.419	0.2	1.0	0.2

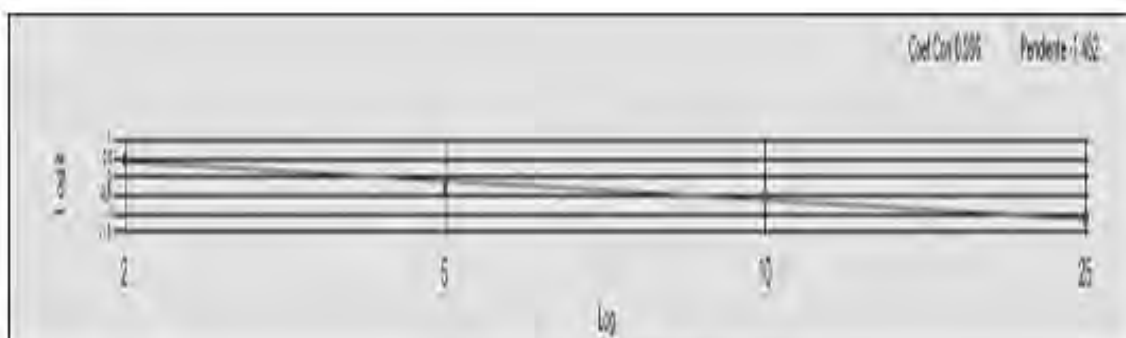


Desarrollado por Neogen



MICOTOXINAS CARCINOGENICAS
EP. FARMACIA Y BIOQUIMICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

41	Muestra 36	1.573	0.0	1.0	0.0
42	Muestra 37	1.524	0.0	1.0	0.0
43	Muestra 38	1.504	0.1	1.0	0.1
44	Muestra 39	1.421	0.1	1.0	0.1
45	Muestra 40	1.491	0.1	1.0	0.1



Desarrollado por Neogen

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 23: RESULTADO DE FUMONISINAS TOTALES



MICOTOXINAS CARCINOGENICAS
EP: FARMACIA Y BIOQUIMICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

Grupo de Fumonisin 10/10
ensayo:

Descripción:

Kit de Lot#:

Usuario: gl

Fecha: 26/02/2025 17:19:53

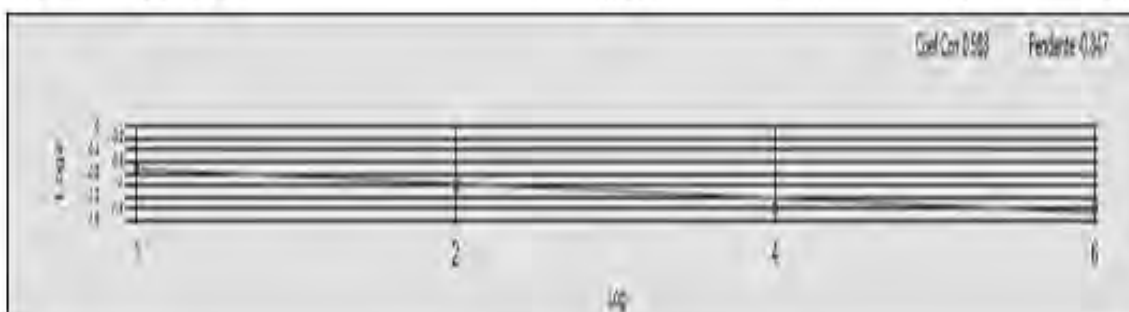
Método: Direct Competitive

Pendiente: -0.847

Coef Corr:0.988

Unidades: ppm

Muestra	Descripción:	Densidad óptica	Resultados preliminares	Factor de dilución	Resultados de la final
1	0 ppm	1.487	0.0		
2	1 ppm	0.470	0.9		
3	2 ppm	0.370	2.3		
4	4 ppm	0.306	4.4		
5	6 ppm	0.289	5.3		
6	Muestra 1	0.362	2.4	1.0	2.4
7	Muestra 2	1.529	0.0	1.0	0.0
8	Muestra 3	1.587	0.0	1.0	0.0
9	Muestra 4	0.643	0.2	1.0	0.2
10	Muestra 5	1.425	0.0	1.0	0.0
11	Muestra 6	1.302	0.0	1.0	0.0
12	Muestra 7	0.305	4.4	1.0	4.4
13	Muestra 8	1.651	0.0	1.0	0.0
14	Muestra 9	0.247	9.0	1.0	9.0

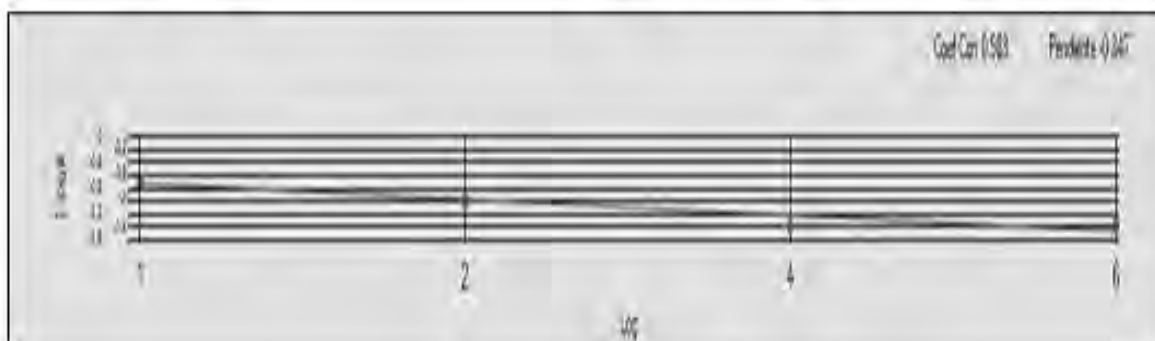


Desarrollado por Neogen



MICOTOXINAS CARCINOGENICAS
EP. FARMACIA Y BIOQUIMICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

15	Muestra 10	0.267	6.9	1.0	6.9
16	Muestra 11	1.326	0.0	1.0	0.0
17	Muestra 12	0.561	0.4	1.0	0.4
18	Muestra 13	1.514	0.0	1.0	0.0
19	Muestra 14	1.602	0.0	1.0	0.0
20	Muestra 15	1.693	0.0	1.0	0.0
21	Muestra 16	0.507	0.7	1.0	0.7
22	Muestra 17	1.527	0.0	1.0	0.0
23	Muestra 18	1.697	0.0	1.0	0.0
24	Muestra 19	0.510	0.7	1.0	0.7
25	Muestra 20	0.444	1.1	1.0	1.1
26	Muestra 21	0.890	0.0	1.0	0.0
27	Muestra 22	0.842	0.1	1.0	0.1
28	Muestra 23	0.680	0.2	1.0	0.2
29	Muestra 24	0.324	3.6	1.0	3.6
30	Muestra 25	1.450	0.0	1.0	0.0
31	Muestra 26	0.718	0.1	1.0	0.1
32	Muestra 27	1.296	0.0	1.0	0.0
33	Muestra 28	0.319	3.8	1.0	3.8
34	Muestra 29	1.202	0.0	1.0	0.0
35	Muestra 30	0.547	0.5	1.0	0.5
36	Muestra 31	0.487	0.8	1.0	0.8
37	Muestra 32	0.872	0.0	1.0	0.0
38	Muestra 33	1.054	0.0	1.0	0.0
39	Muestra 34	0.570	0.4	1.0	0.4
40	Muestra 35	1.540	0.0	1.0	0.0



Desarrollado por Neogen



MICOTOXINAS CARCINOGENICAS
EP. FARMACIA Y BIOQUIMICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

41	Muestra 36	1.522	0.0	1.0	0.0
42	Muestra 37	1.249	0.0	1.0	0.0
43	Muestra 38	0.410	1.5	1.0	1.5
44	Muestra 39	0.847	0.1	1.0	0.1
45	Muestra 40	1.556	0.0	1.0	0.0



Desarrollado por Neogen

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 24: NORMA DE CODEX ALIMENTARIUS PARA HUMEDAD



NORMA PARA EL MAÍZ

CXS 153-1985

Adoptada en 1985. Revisada en 1995. Enmendada en 2019.

Fuente: (FAO & WHO, 2019)

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Norma se aplica al maíz para el consumo humano, es decir, listo para ser utilizado como alimento humano, presentado en forma envasada o vendido suelto directamente del envase al consumidor. En esta Norma se especifican los requisitos para el maíz en grano entero desgranado de tipo dentado, *Zea mays indentata* L., y/o el maíz desgranado de grano duro, *Zea mays indurata* L., o para sus híbridos. No se aplica al maíz elaborado.

2. DESCRIPCIÓN

2.1 Definición del producto

Por maíz se entienden los granos desgranados de las especies definidas en el ámbito de aplicación.

3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

3.1 Factores de calidad – generales

3.1.1 El maíz deberá ser inocuo y apropiado para el consumo humano.

3.1.2 El maíz deberá estar exento de sabores y olores extraños y de insectos vivos.

3.1.3 El maíz deberá estar exento de suciedad en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

3.2 Factores de calidad – específicos

3.2.1 **Contenido de humedad** 15,5 % m/m máximo

Para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos.

3.2.2 **Materias extrañas** son los componentes orgánicos e inorgánicos que no sean maíz; granos rotos, otros granos y suciedad.

3.2.2.1 **Suciedad** son las impurezas de origen animal (incluidos insectos muertos) 0,1 % m/m máximo

3.2.2.2 **Semillas tóxicas o nocivas**

Los productos regulados por las disposiciones de esta Norma estarán exentos de las siguientes semillas tóxicas o nocivas, en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

- La crotalaria (*Crotalaria* spp.), la neguilla (*Agrostemma githago* L.), el ricino (*Ricinus communis* L.), el estramonio (*Datura* spp.) y otras semillas, son comúnmente reconocidas como nocivas para la salud.

3.2.2.3 **Otras materias orgánicas extrañas** que se definen como componentes orgánicos que no sean granos de cereales comestibles (semillas extrañas, tallos, etc.) (1,5 % m/m máx.).

3.2.2.4 **Materias inorgánicas extrañas** que se definen como componentes inorgánicos (piedras, polvo, etc.) (0,5 % m/m máx.).

4. CONTAMINANTES

4.1 Metales pesados

El maíz deberá estar exento de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

4.2 Residuos de plaguicidas

El maíz deberá ajustarse a los límites máximos para residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

4.3 Micotoxinas

El maíz deberá ajustarse a los límites máximos para micotoxinas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

5. HIGIENE

5.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de esta Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas de los *Principios generales de higiene de los alimentos* (CXC 1-1969) y otros códigos de prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean pertinentes para este producto.

ANEXO 25: NORMA TÉCNICA PERUANA PARA ACIDEZ

NORMA TÉCNICA PERUANA

NTP 205.039
1975 (revisada el 2016)

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

HARINAS. Determinación de la acidez titulable

FLOURS. Determination of titratable acidity

2016-07-21
1ª Edición

R.D. N° 017-2016-INACAL/DN. Publicada el 2016-07-27

I.C.S.: 67.060

Descriptores: Harina, acidez titulable, acidez

Precio basado en 04 páginas

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

© INACAL 2016

Fuente:(Espinoza, 2019)

HARINAS. Determinación de la acidez titulable

1 OBJETO

1.1 La presente Norma Técnica Peruana establece el método de ensayo para determinar la acidez titulable de la Harina a emplearse en la elaboración de productos alimenticios.

1.2 La presente Norma Técnica Peruana es aplicable a las harinas de cereales, leguminosas de grano, tubérculos y raíces, alimenticios.

2 PRINCIPIO DEL MÉTODO

Se basa en la neutralización de la acidez de la muestra, mediante titulación con una solución de hidróxido de sodio.

3 APARATOS

3.1 Balanza analítica con sensibilidad de 0,1 mg .

3.2 Frascos Erlenmeyer de 300 mL y 125 mL .

3.3 Bureta calibrada, graduada al décimo de mililitro.

3.4 Pipeta volumétrica de 50 mL de capacidad.

3.5 Embudo de vidrio.

3.6 Papel de filtro de porosidad media, como el Schleiter and Shull 389¹, cinta negra.

4 REACTIVOS

4.1 Solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

4.2 Solución indicadora, que se prepara disolviendo 1 g de fenolftaleína en 50 mL de alcohol etílico al 95 % y llevando el volumen a 100 mL con agua destilada.

4.3 Agua destilada.

5 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA Y ESPECIMEN

Se pesan 10,000 g (diez gramos) de harina de la muestra.

6 PROCEDIMIENTO

6.1 En un frasco Erlenmeyer de 300 mL de capacidad se deslién los 10,000 g de harina en 100 mL de agua destilada.

6.2 Se agita la suspensión contenida en el frasco cada 10 minutos, por espacio de 1 hora.

6.3 Se filtra la suspensión hasta obtener un volumen de filtrado que sobrepase los 50 mL.

¹ Es un ejemplo de producto adecuado disponible comercialmente. Esta información se facilita para comodidad de los usuarios de esta NTP y no representa una garantía del Organismo Peruano de Normalización para este producto. Se pueden utilizar productos equivalentes si se puede demostrar que ofrecen los mismos resultados.

6.4 Se toman 50 ml de filtrado y se colocan en un frasco Erlenmeyer de 125 mL de capacidad.

6.5 Se agrega 1 mL de solución indicadora de fenolftaleína.

6.6 Se titula con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio hasta que se produzca el cambio de coloración. El color rosado deberá persistir por espacio de 30 segundos.

6.7 Se anota el gasto de solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

7 EXPRESIÓN DE RESULTADOS

7.1 La acidez se expresa en porcentaje, referida a ácido sulfúrico y calculada en base a 15 % de humedad.

7.2 El porcentaje de acidez se obtiene aplicando la fórmula siguiente:

$$\% = \frac{V \times 0,1 \times 49 \times 10^{-3} \times 100 \times 100}{10 \times 50} \times \frac{100 - 15}{100 - H}$$

$$\% = V \times 0,098 \times \frac{85}{100 - H}$$

donde:

V = Gasto de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

H = Humedad de la muestra (%).

ANEXO 26: NORMA TÉCNICA PERUANA PARA pH

ALIMENTACION ESCOLAR QALI WARMA

	PERÚ	Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	Viceministerio de Prestaciones Sociales	Programa Nacional de Alimentación Escolar QALI WARMA
Versión N° 01	ALMIDÓN DE MAÍZ (MAICENA)			Resolución Dirección Ejecutiva N° D000233-2021-MIDIS/PNAEQW-DE
	CÓDIGO: HAR-AM-2022			Pág. 1 de 4

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1 Denominación técnica	Almidón de maíz (maicena).
1.2 Tipo de alimentos	No Perecible
1.3 Grupo de alimentos	Harinas y derivados
1.4 Descripción general	Es el producto obtenido a partir de las diversas variedades del maíz, es un polvo fino de color blanco, inodoro e insípido. Envasado herméticamente.

2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

2.1. Características Organolépticas

Característica	Especificación	Referencia
Apariencia	Polvo fino	NTP 209.064:1974. (revisada el 2013) ALMIDÓN DE MAÍZ NO MODIFICADO. Uso alimenticio y farmacéutico
Color	Blanco	
Olor	Inodoro, exento de olor extraño	
Sabor	Insípido, exento de sabor extraño	
Aspecto	Sin grumos, exento de materias extrañas	Requisito del PNAEQW

2.2. Características Físico Químicas

Característica	Especificación	Referencia
Pureza de almidón de maíz no modificado (%)	Mínimo 99	NTP 209.064:1974. (revisada el 2013) ALMIDÓN DE MAÍZ NO MODIFICADO. Uso alimenticio y farmacéutico.
Humedad (%)	Máximo 12.5	
pH	4.5 – 6.5	
Grasa (%)	Máximo 0.10	
Proteínas (%)	Máximo 0.45	
Ceniza (%)	Máximo 0.5	
Tamaño de partículas: pasa a través de malla 177 micras (N° 80) (%)	Mínimo 99.9	
Tamaño de partículas: pasa a través de malla 149 micras (N° 100) (%)	Mínimo 97	

2.3. Características Microbiológicas

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ⁻³	10 ⁻⁴
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	7	3	5	2	10 ³	10 ⁴
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25g	-

Fuente: R.M. N° 591-2008-MINSA "Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano", Criterio V.3 Féculas y almidones.

ANEXO 27: CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS

MINISTERIO DE SALUD

No. 591-2008/H.M.S



Resolución Ministerial

Lima, 27 de AGOSTO del 2008

Visto: el Expediente N° 07-051670-002, que contiene el Oficio N° 5868-2008/DG/DIGESA, cursado por la Dirección General de Salud Ambiental;

CONSIDERANDO:



Que, el artículo 92° de la Ley N° 26842, Ley General de Salud establece que la Autoridad de Salud de nivel nacional es la encargada entre otros, del control sanitario de los alimentos y bebidas;



Que, el literal a) del artículo 25° de la Ley N° 27657, Ley del Ministerio de Salud, señala que la Dirección General de Salud Ambiental-DIGESA es el órgano técnico-normativo en los aspectos relacionados al saneamiento básico, salud ocupacional, higiene alimentaria, zoonosis y protección del ambiente;



Que, el literal c) del artículo 49° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, aprobado por Decreto Supremo N° 023-2005-SA, establece como función general de la Dirección de Higiene Alimentaria y Zoonosis de la DIGESA, concertar y articular los aspectos técnicos y normativos en materia de inocuidad de los alimentos, bebidas y de prevención de la zoonosis;

S. Reyes N.

Que, mediante Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM, se aprobaron los "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano", en el cual se señalan los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o procesados, para ser considerados aptos para el consumo humano, estableciendo que la verificación de su cumplimiento estará a cargo de los organismos competentes en vigilancia sanitaria de alimentos y bebidas a nivel nacional;

Que, por Resolución Ministerial N° 709-2007/MINSA, se dispuso que la Oficina General de Comunicaciones efectúe la publicación en el portal de Internet del Ministerio de Salud, hasta por un período de treinta (30) días calendario, del proyecto de la NTS N° -MINSA/DIGESA - V.01 "Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para

Fuente:(FAO & WHO, 2019)

NTS N° 071 - MINSADIGESA-V.01
**NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD
PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO**

(*) De acuerdo con Métodos Normalizados o métodos descritos por organizaciones con credibilidad internacional tales como la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC), ó Asociación Americana de Salud Pública (APHA) sobre Prueba de Esterilidad Comercial, considerando las temperaturas, tiempos de incubación e indicadores microbiológicos del mencionado método, los cuales deben especificarse en el Informe de Ensayo.

Nota 1: La prueba de esterilidad comercial se realiza en envases que no presenten ningún defecto visual. Si luego de la incubación el producto presenta alguna alteración en el olor, color, apariencia, pH, el producto se considerará "No estéril Comercialmente".

Nota 2: Si tras la inspección sanitaria resulta necesario tomar muestras de unidades defectuosas para determinar las causas, se procederá con el Método de análisis microbiológico para determinar las causas microbiológicas del deterioro según métodos establecidos en el Codex Alimentarius, Manual de Bacteriología Analítica BAM de la Administración de Alimentos y Drogas FDA ó Asociación Americana de Salud Pública APHA.

7. RESPONSABILIDADES

A nivel nacional la autoridad sanitaria responsable de vigilar el cumplimiento de la presente norma es el Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y por delegación, las Direcciones de Salud (DISAS); a nivel regional, las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) y a nivel local las Municipalidades.

8. DISPOSICIONES FINALES

Primera: Queda derogada la norma sobre "Criterios Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano", aprobado por Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM, toda vez que la presente Norma Sanitaria la actualiza y la reemplaza.

Segunda: La Autoridad Sanitaria del nivel nacional, regional y local supervisará el cumplimiento de la aplicación de la presente norma sanitaria en resguardo de la salud de la población.

Tercera: La Autoridad Sanitaria podrá realizar y solicitar muestreos y análisis adicionales con el fin de detectar y/o cuantificar otros microorganismos, sus toxinas o metabolitos, a efectos de verificar procesos, de evaluar riesgos, con fines epidemiológicos ante brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA), de alertas sanitarias, de rastreabilidad, por denuncias y operativos, entre otras, necesarias para el resguardo de la salud de la población.

En caso ETA, especialmente en la investigación de la etiología de toxi-infecciones, la autoridad sanitaria en inocuidad de alimentos debe procurar obtener todos los restos de alimentos sospechosos y los análisis microbiológicos a realizar deben estar de acuerdo a los antecedentes clínicos y epidemiológicos del brote.



C. Reyes J.

NTS N° 071 - MINSA/DIGESA-V.01
NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD
PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

Coliformes	4	3	5	3	10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i> (*)	8	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Salmonella</i> sp. (**)	10	2	5	0	Ausencia /25 g	—

(*) Sólo para productos que contengan leche o cereales.

(**) Sólo para productos que contengan leche, cacao y/o huevo

IV.5 Caldos concentrados en pasta (que requieren cocción).

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 ³	10 ³
Coliformes	4	3	5	3	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i>	7	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia /25 g	—

V. GRANOS DE CERALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODIÁCEAS Y DERIVADOS (harinas y otros).

V.1 Granos secos.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁵

V.2 Harinas y sémolas.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁵
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i> (*)	7	3	5	2	10 ³	10 ⁴
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia /25 g	—

(*) Sólo para harinas de arroz y/o maíz.

V.3 Féculas y almidones.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ³	10 ⁴
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	7	3	5	2	10 ³	10 ⁴
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia /25 g	—

V.4 Pastas y masas frescas y/o precocidas sin relleno refrigeradas o congeladas (panes, precocidos, masas para wantan, para lasaña, para fideos chinos, pre pizzas, masas crudas, otros).

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ³	10 ⁴
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Bacillus cereus</i> (*)	7	3	5	2	10 ³	10 ⁴
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia /25 g	—

(*) Sólo para productos que contengan arroz y/o maíz.

V.5 Pastas y masas frescas y/o precocidas con relleno refrigeradas o congeladas (wantan, lasaña, ravioles, canelones, pizzas, minpao, otros).

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ³	10 ⁴



J. HERNÁNDEZ C.



C. Reyes J.

ANEXO 29: NORMA DEL CODEX ALIMENTARIUS

CODEX ALIMENTARIUS

NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



Organización
Mundial de la Salud

E-mail: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

NORMA GENERAL PARA LOS CONTAMINANTES Y LAS TOXINAS PRESENTES EN LOS ALIMENTOS Y PIENSOS

CXS 193-1995

Adoptada en 1995

Revisada en 1997, 2006, 2008, 2009

Enmendada en 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2021, 2022, 2023

Fuente: (FAO & WHO, 2019)

AFLATOXINAS, TOTAL

Referencia al JECFA:	31 (1987), 46 (1996), 49 (1997), 68 (2007)
Orientación toxicológica:	Estimaciones de la capacidad cancerígena de las aflatoxinas B, G, M (1997, la ingestión debe reducirse a los niveles más razonablemente bajos que sea posible).
Definición del residuo:	Total de aflatoxinas (B ₁ + B ₂ + G ₁ + G ₂)
Sinónimos:	Abreviaturas, AFB, AFG, con números para designar los distintos compuestos
Código de prácticas relacionado:	Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación del maní (cacahuete) por aflatoxinas (CXC 55-2004) Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación de las nueces de árbol por aflatoxinas (CXC 59-2005) Código de prácticas para reducir la aflatoxina B1 presente en las materias primas y los piensos suplementarios para animales productores de leche (CXC 45-1997) Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación por aflatoxinas en los higos secos (CXC 65-2008) Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación por micotoxinas en las especias (CXC 78-2017)

Nombre del producto básico/producto	Nivel máximo (NM) µg/kg	Parte del producto básico/producto a la que se aplica el nivel máximo (NM)	Notas/observaciones
Almendras	10	Todo el producto después de eliminar la cáscara	El NM se aplica a las almendras listas para el consumo (**). El plan de muestreo figura en el Anexo 2.
Almendras	15	Todo el producto después de eliminar la cáscara	El NM se aplica a las almendras destinadas a ulterior elaboración (*). El plan de muestreo figura en el Anexo 2.
Nueces del Brasil	10	Todo el producto	El NM se aplica a las nueces del Brasil, sin cáscara, listas para el consumo (**). El plan de muestreo figura en el Anexo 2.
Nueces del Brasil	15	Todo el producto	El NM se aplica a las nueces del Brasil, sin cáscara, destinadas a ulterior elaboración (*). El plan de muestreo figura en el Anexo 2.
Avellanas	10	Todo el producto después de eliminar la cáscara	El NM se aplica a las avellanas "listas para el consumo" (**). Para el plan de muestreo, véase el Anexo 2.
Avellanas	15	Todo el producto después de eliminar la cáscara	El NM se aplica a las avellanas destinadas a ulterior elaboración (*). Para el plan de muestreo, véase el Anexo 2.
Cacahuete (maní)	15	A no ser que se especifique, las semillas o los granos después de eliminar la cáscara o la piel	El NM se aplica al maní, también conocido como cacahuete, destinados a ulterior elaboración (*). Para el plan de muestreo, véase el Anexo 1.
Pistachos	10	Todo el producto después de eliminar la cáscara	El NM se aplica a los pistachos listos para el consumo. El plan de muestreo figura en el Anexo 2 (**).
Pistachos	15	Todo el producto después de eliminar la cáscara	El NM se aplica a los pistachos destinados a ulterior elaboración (*). El plan de muestreo figura en el Anexo 2.
Higos secos	10	Todo el producto	El NM se aplica a los higos secos listos para el consumo (**). El plan de muestreo figura en el Anexo 3.
Chile, nuez moscada	20	Entero/Polvo/Triturado/Molido	Las normas correspondientes del Codex para los productos son CXS 352-2022 y CXS 353-2022. El NM se aplica a las especias (secas/desecadas).
Maíz en grano, destinado a un posterior procesamiento	15	Todo el producto	«Destinado a ulterior elaboración» significa que tiene como fin someterse a un tratamiento/elaboración adicional que se ha demostrado que reduce los niveles de aflatoxinas antes de que se utilicen como ingredientes de productos alimenticios elaborados u ofrecidos de otra forma para consumo humano. Los miembros del Codex pueden definir los procesos que han demostrado reducir los niveles. El NM no se aplica al maíz destinado a pienso animal o a la molturación en húmedo.

OCRATOXINA A

Referencia al JECFA:	37 (1990), 44 (1995), 56 (2001), 68 (2007)
Orientación toxicológica:	ISTP 0,0001 mg/kg pc (2001)
Definición del contaminante:	Ocratoxina A
Sinónimos:	(El término "ocratoxinas" incluye una serie de micotoxinas relacionadas (A, B, C y sus ésteres y metabolitos), de los cuales la más importante es la ocratoxina A)
Códigos de prácticas correspondientes:	<p><i>Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de los cereales por micotoxinas (CXC 51-2003)</i></p> <p><i>Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación por ocratoxina A en el vino (CXC 63-2007)</i></p> <p><i>Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de ocratoxina A en el café (CXC 69-2009)</i></p> <p><i>Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación del cacao por Ocratoxina A (CXC 72-2013)</i></p> <p><i>Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación por micotoxinas en las especias (CXC 78-2017)</i></p>

Nombre del producto básico/producto	Nivel máximo (NM) µg/kg	Parte del producto básico/producto a la que se aplica el nivel máximo (NM)	Notas/observaciones
Trigo	5	Todo el producto	El NM se aplica al trigo blando sin elaborar, trigo duro sin elaborar, espelta sin elaborar y la escanda sin elaborar.
Cebada	5	Todo el producto	El NM se aplica a la cebada sin elaborar.
Centeno	5	Todo el producto	El NM se aplica al centeno sin elaborar.
Chile, pimentón dulce, nuez moscada	20	Entero/Polvo/Triturado/Molido	<p>Las normas del Codex correspondientes para los productos son CXS 352-2022 y CXS 353-2022.</p> <p>El NM se aplica a las especias (desecadas/secas).</p>

FUMONISINAS (B₁ + B₂)

Referencia al JECFA	56 (2001), 74 (2011)
Valor de referencia toxicológica:	IDMTP 0,002 mg/kg pc (2001, 2011)
Definición del contaminante:	Fumonisin (B ₁ +B ₂)
Sinónimos:	Se han descrito varios compuestos relacionados, especialmente las fumonisin B1, B2 y B3. (abreviatura: FB1, etc.)
Código de prácticas correspondiente:	<i>Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de los cereales por micotoxinas (CXC 51-2003)</i>

Nombre del producto básico/producto	Nivel máximo (NM) (µg /kg)	Porción del producto/producto a la que se aplica el NM	Notas/observaciones
Maíz en grano crudo	4 000	Todo el producto	
Harina de maíz y sémola de maíz	2 000	Todo el producto	

ANEXO 30: AUTORIZACIÓN PARA LA TOMA DE MUESTRAS

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Urubamba, 7 de agosto del 2025.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE URUBAMBA
ATENCIÓN AL CIUDADANO

Fecha: 07 AGO. 2025
Exp. N°: 14504
Hora: 14:02. Folio: 01

SOLICITO: PERMISO PARA REALIZAR TRABAJO DE INVESTIGACION EN LOS LOCALES DE EXPENDIO DE VENTA DE CHICHA Y GUIÑAPO A NIVEL DE LA PROVINCIA DE URUBAMBA

ING. RONALD VERA GALLEGOS
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE URUBAMBA

Yo JHON JIMMY TARIFA CHOQQUE con DNI: 46431172 y GABILUZ EDITH CHOQUE CAHUANA con DNI: 72395024 estudiantes de la escuela profesional de FARMACIA Y BIOQUIMICA, de la Universidad Nacional SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, nos presentamos ante usted con el debido respeto y exponemos lo siguiente.

Que, con el fin de adquirir la autorización de la municipalidad Provincial de URUBAMBA para la toma de muestras, en los locales de expendio y venta de chicha y Guiñaipo a nivel de la provincia de URUBAMBA, para nuestro proyecto de TESIS cuya denominación es: **"HONGOS TOXIGÉNICOS Y DETERMINACION DE MICOTOXINAS CARCINOGENICAS POR ELISA EN EL GUIÑAPO DE MAÍZ (ZEA MAYS), DESTINADO A LA PRODUCCIÓN DE CHICHA EN EL VALLE SAGRADO DE LOS INCAS"**, el aporte de este estudio tiene como propósito de asegurar que el guiñaipo de maíz esté libre de contaminación por Micotoxinas y garantizar la calidad, tanto como la seguridad del producto final (la chicha). Esto es crucial tanto para la reputación de los expendedores y/o productores como para la confianza del consumidor. También este estudio tiene como objetivo prevenir efectos indeseables en la salud pública y así minimizar el riesgo por contaminación de Micotoxinas, considerando el hecho de que, está vinculado con exposición crónica que incitan al cáncer, toxicidad renal y a la inmunosupresión. Recurrimos a su digno despacho para que lo autorice.

Aprovechamos la oportunidad para saludarlo y reiterarle nuestras más altas consideraciones y estima personal.

Atentamente,


JHON JIMMY TARIFA CHOQQUE
46431172

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Calca, 7 de agosto del 2025.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CALCA
ATENCIÓN AL CIUDADANO

Fecha: 07 AGO. 2025
Exp. N°: 13804
Hora: 14:58. Folio: 01

SOLICITO: PERMISO PARA REALIZAR TRABAJO DE INVESTIGACION EN LOS LOCALES DE EXPENDIO DE VENTA DE CHICHA Y GUIÑAPO A NIVEL DE LA PROVINCIA DE CALCA

EDWARD ALBERTO DUEÑAS BECERRA
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CALCA

Yo JHON JIMMY TARIFA CHOQQUE con DNI: 46431172 y GABILUZ EDITH CHOQUE CAHUANA con DNI: 72395024 estudiantes de la escuela profesional de FARMACIA Y BIOQUIMICA, de la Universidad Nacional SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, nos presentamos ante usted con el debido respeto y exponemos lo siguiente.

Que, con el fin de adquirir la autorización de la municipalidad Provincial de CALCA para la toma de muestras, en los locales de expendio y venta de chicha y Guiñaipo a nivel de la provincia de CALCA, para realizar nuestro proyecto de TESIS, cuya denominación es: **"HONGOS TOXIGÉNICOS Y DETERMINACION DE MICOTOXINAS CARCINOGENICAS POR ELISA EN EL GUIÑAPO DE MAÍZ (ZEA MAYS), DESTINADO A LA PRODUCCIÓN DE CHICHA EN EL VALLE SAGRADO DE LOS INCAS"**, el aporte de este estudio tiene como propósito de asegurar que el guiñaipo de maíz esté libre de contaminación por Micotoxinas y garantizar la calidad, tanto como la seguridad del producto final (la chicha). Esto es crucial tanto para la reputación de los expendedores y/o productores como para la confianza del consumidor. También este estudio tiene como objetivo prevenir efectos indeseables en la salud pública y así minimizar el riesgo por contaminación de Micotoxinas, considerando el hecho de que, está vinculado con exposición crónica que incitan al cáncer, toxicidad renal y a la inmunosupresión. Recurrimos a su digno despacho para que lo autorice.

Aprovechamos la oportunidad para saludarlo y reiterarle nuestras más altas consideraciones y estima personal.

Atentamente,


JHON JIMMY TARIFA CHOQQUE
46431172