



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**Determinación de Micotoxinas por el Método de Elisa en maíz amarillo en la
Región San Martín**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

AUTOR:

Saulo Luna Ruiz

ASESOR:

Ing. Dr. Ricardo Raúl Layza Castañeda

Tarapoto – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**Determinación de Micotoxinas por el Método de Elisa en maíz amarillo en la
Región San Martín**

AUTOR:

Saulo Luna Ruiz

Sustentada y aprobada 18 de noviembre de 2021, por los siguientes jurados:

.....
Ing. Dra. Mari Luz Medina Vivanco
Presidente

.....
Ing. Nelson García Garay
Secretario

.....
Ing. M.Sc. Enrique Terleira García
Vocal

.....
Ing. Dr. Ricardo Raúl Layza Castañeda
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Avenida Universitaria cuadra 3 – Morales, Telefax (042)524429 – E-mail: fai@unsm.edu.pe

CIUDAD UNIVERSITARIA-MORALES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Siendo las 16 horas con 15 minutos, del día jueves 18 de noviembre de 2021, en la ciudad de Tarapoto, en cumplimiento a lo establecido en la Directiva N° 01-2020-UNSM-T, aprobada con Resolución N° 367-2020-UNSM/CU-R de fecha 29 de mayo del 2020, sobre Sustentación de Tesis de Pregrado según la Modalidad No Presencial (forma virtual), en la Facultad de Ingeniería Agroindustrial se reunieron virtualmente el Jurado de Tesis integrado por:

Presidente : Ing. Dra. MARI LUZ MEDINA VIVANCO
Secretario : Ing. NELSON GARCÍA GARAY
Vocal : Ing. M.Sc. ENRIQUE TERLEIRA GARCÍA
Asesor : Ing. Dr. RICARDO RAÚL LAYZA CASTAÑEDA

Para evaluar la tesis: “**DETERMINACIÓN DE MICOTOXINAS POR EL MÉTODO DE ELISA EN MAÍZ AMARILLO EN LA REGIÓN SAN MARTÍN**” presentado por el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **SAULO LUNA RUÍZ**. Los señores miembros del jurado, después de haber atendido la sustentación virtual, evaluadas las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran **APROBADO**, por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO**, en fe de lo cual se firmó la presente acta, siendo las 17 horas con 20 minutos del mismo día, con lo que se dio por concluido el acto de sustentación.

.....
Ing. Dra. MARI LUZ MEDINA VIVANCO
PRESIDENTE

.....
Ing. NELSON GARCÍA GARAY
SECRETARIO

.....
Ing. M.Sc. ENRIQUE TERLEIRA GARCÍA
VOCAL

.....
Ing. Dr. RICARDO RAÚL LAYZA CASTAÑEDA
ASESOR

Declaratoria de autenticidad

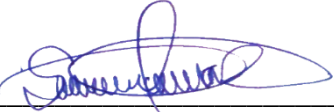

Saulo Luna Ruiz, con DNI N° 45626907, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada **Determinación de Micotoxinas por el Método de Elisa en maíz amarillo en la Región San Martín**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis que se presenta es propia.
2. La redacción se realizó respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas
3. Ninguna información en la tesis ha sido copiada de ninguna manera.;
4. La información de esta investigación debe tomarse en consideración como una adición a la realidad que se investiga porque los datos que se muestran en los resultados son precisos y no se han modificado de ninguna manera.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 18 de noviembre de 2021



Saulo Luna Ruiz
DNI N°45626907

Dedicatoria

A **Dios**, por caminar conmigo, direccionarme y bendecirme con sabiduría e inteligencia en todo tiempo a lo largo del presente trabajo y por brindarme hermosa familia

A mis padres Pepe Luna Castro y Carmen Ruiz Lozano, ante todo, por darme la vida. Y porque a pesar de las dificultades que presenta la vida siempre han sabido enseñarme a salir a delante y ano rendirme

A mi esposa Marta Esther Marcelo Atencia, por ser mi amiga, mi motivadora y esperanzadora, me decías que lo lograría perfectamente, me apoyaste hasta donde te era posible

A mis queridos abuelos Eduardo Ruiz Ushiñahua y Luzmila Lozano Ramírez, por confiar en mí y darme la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida. Me Enseñaron a ser quien soy. Gracias por tu paciencia, y por enseñarme el camino de la vida, gracias por sus consejos, por el amor que me han dado y por tanto apoyo incondicional en mi vida

Saulo

Agradecimiento

A la Empresa Industrial Don pollo Tropical SAC, por la oportunidad y apoyo que me brindo para poder ejecutar el presente trabajo de investigación.

A mi familia, por todo su apoyo incondicional brindado en todo aspecto necesario a mis tíos. María Elena Ruiz, Prospero Ruiz Lozano, a mis padres; Pepe Luna Castro, Carmen Ruiz Lozano, y en especial a mis abuelitos Eduardo Ruiz Ushiñahua, Luzmila Lozano Ramírez por confiar siempre en mí.

Al Ing. Dr. Ricardo Raúl Layza Castañeda por su apoyo como asesor de tesis en la realización del presente trabajo

Al Ing. Dr. Thony Arce Saavedra y a la Química. Esther Marcelo Atencia, por apoyarme en la formulación de mi tema de investigación

A mi amigo, Billy Joseff Gonzales Vela por su predisposición en apoyarme y compartir sus conocimientos en el desarrollo del trabajo de investigación.

Índice general

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2. Bases teóricas.....	4
1.2.1. Generalidades del cultivo de maíz.....	4
1.2.2. Origen y distribución del maíz.....	5
1.2.3. Importancia del cultivo de maíz.....	5
1.2.4. Taxonomía del maíz amarillo.....	5
1.2.5. Consideraciones a tener en cuenta para el uso de granos contaminados.....	6
1.2.6. Factores que influyen en la conservación de los granos almacenados.....	6
1.2.7. Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS).....	6
1.2.7.1. Análisis mediante tecnología NIRS.....	7
1.2.7.2. Calibración NIRS.....	8
1.2.7.3. Características de la muestra.....	8
1.2.7.4. Aplicaciones del NIRS.....	8
1.3. Métodos analíticos.....	9
1.3.1. Métodos inmunoquímicos.....	9
1.3.2. ELISA.....	9
1.3.2.1. ELISA competitivo directo.....	9
1.3.2.2. Kit Elisa para Micotoxinas.....	11
1.3.2.3. Analizador de Elisa.....	11
1.3.2.4. Especificaciones Técnicas del Analizador Elisa:.....	11
1.3.2.5. Principios de Operación.....	12
1.4. Micotoxinas.....	12

1.4.1. Factores desencadenantes de la producción de micotoxinas.	13
1.4.2. Principales micotoxinas en Piensos y materia primas.	14
1.4.2.1. Aflatoxina.	15
1.4.2.2. Ocratoxina (OTA)	15
1.4.2.3. Fumonisina	15
1.4.2.4. Zearalenona	16
1.4.2.5. T2/HT2	16
1.4.2.6. Vomitoxina (DON).....	16
1.4.3. Impacto sobre la salud y productividad de los animales.	16
1.4.4. Agente secuestrante	18
1.4.5. Normativas y regulaciones de las micotoxina	18
CAPÍTULO II.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
2.1. Lugar de Ejecución.....	21
2.1.1. Materiales, Equipos y Reactivos de Laboratorio.....	21
2.1.2. Materia Primas e Insumos	21
2.1.2.1. Sector Ojos de Agua, Distrito de Pucacaca, Provincia Picota.....	21
2.1.2.2. Centro Poblado de Winge Distrito Picota, Provincia Picota	22
2.1.2.3. Centro Poblado de Consuelo, Distrito de Bellavista, Provincia Bellavista.	23
2.1.2.4. Caserío Nuevo Chimbote, Distrito de Bellavista, Provincia Bellavista.	23
2.2. Diseño Estadístico.....	24
2.3. Equipos	26
2.4. Reactivos.....	26
2.5. Metodología Experimental	27
2.6. Descripción del proceso de extracción de micotoxinas.	29
2.6.1. Extracción de Aflatoxina, según las recomendaciones del fabricante.....	30
2.6.2. Extracción de la ocratoxina, según las recomendaciones del fabricante (Neogen Corporation, 2012).....	30

2.6.3. Extracción de la T2/HT2, según las recomendaciones del fabricante	30
2.6.4. Extracción de la vomitoxina, DON según las recomendaciones del fabricante ...	31
2.6.5. Extracción de la fumonisina, según las recomendaciones del fabricante.....	31
2.6.6. Extracción de la zearalenona según las recomendaciones del fabricante.....	31
2.6.7. Detección de las Micotoxinas.....	31
2.6.8. Lecturas de resultados.	32
CAPÍTULO III	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
3.1. Cuantificación de aflatoxina en el maíz amarillo en las 4 zonas.....	33
3.2. Cuantificación de la ocratoxina en el maíz amarillo en las 4 zonas.....	36
3.3. Cuantificación de la zearalenona en el maíz amarillo en las 4 zonas.....	37
3.4. Cuantificación de la vomitoxina (Don) en el maíz en las 4 zonas.	39
3.5. Cuantificación de la fumonisina en el maíz amarillo en las 4 zonas.....	40
3.6. Cuantificación de la T2/HT2, en el maíz amarillo en las 4 zonas.	42
3.7. Determinación de los valores proximales del maíz amarillo de las 4 zonas.	43
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	48
ANEXOS	55
Calibración para las lecturas.....	56
Anexo 1. Resultados de las 6 micotoxinas en la zona 1. Ojos de Agua Distrito de Pucacaca	58
Anexo 2. Resultados de las 6 micotoxinas en la zona 2 Centro Poblado de Winge Provincia de Picota	60
Anexo 3. Resultados de las 6 micotoxinas en la zona 3 Centro Poblado de Consuelo Provincia de Bellavista	62
Anexo 4. Resultados de las 6 micotoxinas en la zona 4 Caserío Nuevo Chimbote Provincia de Bellavista	64

Anexo 5. Análisis estadístico para niveles de aflatoxina en los tratamientos del maíz amarillo en las 4 zonas de investigación.	66
Anexo 7. Análisis estadístico para niveles de zearalenona en los tratamientos del maíz amarillo en las 4 zonas de investigación.	69
Anexo 8. Resultados obtenidos con la técnica de ELISA para vomitoxinas (DON), en maíz amarillo en las 4 zonas de investigación	70
Anexo 9. Análisis estadístico para niveles de fumonisina en los tratamientos del maíz amarillo en las 4 zonas de investigación.....	71
Anexo 10. Análisis estadístico para niveles de T2/HT2 toxina en los tratamientos del maíz amarillo en las 4 zonas de investigación.....	72
Anexo 11. Preparación y molienda del maíz amarillo.....	74
Anexo 12. Pesado de la muestra (maíz amarillo).....	74
Anexo 13. Adición de metanol a las muestras para extracción de micotoxinas.....	74
Anexo 14. filtraciones del extracto para la obtención de micotoxinas.....	74
Anexo 17. Adición de 100 ul de controles positivos (frasco de etiqueta amarillo) y las muestras al pocillo marcados de color rojo.....	75
Anexo 18. Mezcla y transferencia de 100 ul a los pocillos de anticuerpos. Incubado durante los minutos de cada micotoxina.....	75
Anexo 19. Removido del líquido de los pocillos de anticuerpos.	76
Anexo 20. Lavado de pocillos de anticuerpos por 6 veces agua destilada	76
Anexo 21. Invertido de los pocillos de anticuerpos sobre un papel toalla absorbente, con varias repeticiones hasta que no queda líquidos en los pocillos	76
Anexo 22. Adición 100 ul de sustrato cromógeno (etiqueta verde) a todos los pozos blancos, agitar por deslizamientos. Limpiar las bases de los pozos...	76
Anexo 23. Adición de 100 ul de sustrato (frasco etiqueta rojo) a todos los pozos blancos. Agitar por deslizamientos, limpiar las bases de los pozos.	77
Anexo 25. Obtención de Valores proximales del maíz amarillo por la técnica espectrofotómetro infrarrojo cercano (NIR).....	77

Índice de tablas

Tabla 1. Valores de Valores de ocratoxina en muestras de maíz y derivados	4
Tabla 2. Parámetros de evaluación nutritiva tradicionalmente analizados por NIRS.	9
Tabla 3. Principales especies productoras de micotoxinas.	13
Tabla 4. Condiciones propicias de producción de micotoxinas por diferentes hongos ..	14
Tabla 5. Incidencia de micotoxinas por zonas geográficas.	15
Tabla 6. Las micotoxinas y sus efectos en los animales domésticos	17
Tabla 7. Concentraciones máximas (ppb), microgramos/kg) tolerables para ciertas micotoxinas en el alimento completo y en diferentes especies animales	19
Tabla 8. Contenido de micotoxinas niveles de riesgos permisibles para animales	20
Tabla 9. Tratamientos de estudios	25
Tabla 10. Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para aflatoxina que representan niveles en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas.	33
Tabla 11. Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para zearalenona que representan niveles en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas	36
Tabla 12. Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para zearalenona que representan niveles en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas	37
Tabla 13. Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para vomitoxina (DON) que representan niveles en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas	39
Tabla 14. Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para fumonisina que representan niveles en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas	40
Tabla 15. Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para T2/HT2 Toxina que representan niveles en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas.	42
Tabla 16. Valores pro. ximales del maíz amarillo	44

Índice de figuras

Figura 1: ELISA competitiva directo de micotoxinas	10
Figura 2: Analizador ELISA.....	11
Figura 3: Factores que afectan al crecimiento fúngico y la producción de micotoxinas.	14
Figura 4: Ubicación Satelital de las Instalaciones de la Empresa Don Pollo Tropical .	21
Figura 5. Molienda del maíz amarillo	27
Figura 6. Verificación del equipo NIR.	27
Figura 7. Corrida de las muestras	28
Figura 8. Determinación de resultados en el NIRS	28
Figura 9: Flujograma para la determinación de micotoxinas	29
Figura 10. Preparación de las muestras.	30

Listado de siglas o abreviaturas

AF	Aflatoxina
AFB1	Aflatoxina B1
DAS	Diacetoxiscirpenol
DON	Deoxinivalenol
ELISA	Enzyme – Linked Inmuno Sorbent Assay
ETA	Enfermedades Transmitidas por Alimentos
NMP	Niveles Máximos Permitidos
OMS	Organización Mundial de la Salud
OTA	Ocratoxina A
PPB	Partes por billón
PPM	Partes por millón
T-2	Toxina T-2

Resumen

La contaminación por aflatoxina, vomitoxina, zearalenona, ocratoxina, T2/HT2 y fumonisinas, son presentados constantemente en los cultivos de maíz. Existe una escasez de estudios en el Perú básicamente en la región San Martín sobre el nivel de contaminación, por lo que estos cambian debido a las condiciones ambientales y geográficas. El objetivo de la presente investigación fue la determinación de micotoxinas a través de la metodología de Elisa en el maíz amarillo en 4 localidades de la región San Martín, el método Elisa competitivo consistió en efectuar las lecturas de las muestras para determinar la presencia de las micotoxinas. El total de las muestras analizadas fueron 18 por cada zona, haciendo un total de 72 análisis por las 4 zonas. Los niveles de aflatoxina fueron bajos entre las localidades de ojos de agua, Centro de Poblado de Consuelo, Caserío de Nuevo Chimbote, sin embargo, la localidad Centro Poblado de Winge, presentó mayor contenido de aflatoxina (29.4 ppb, 30.8 ppb), superando ligeramente los valores máximos permitidos según la tabla de Gimeno (2006) y la tabla 8 de Alltech (2017). Los valores de vomitoxina, fumonisinas, ocratoxina, T2/HT2 y zearalenona, no presentaron niveles altos en todas las localidades. Se utilizó el Diseño Experimental al Azar en esta investigación y fueron comparados por ANOVA a un grado de significancia del 5%. Al realizar la prueba de ANOVA, los valores de aflatoxina y ocratoxina fueron significativos. Los resultados evidenciaron una contaminación moderada por micotoxinas a excepción de la aflatoxina que presentó resultados por encima a los límites máximos permisibles en el maíz amarillo.

Palabras clave: Aflatoxina, ocratoxina, T-2/HT2, vomitoxina, zearalenona, fumonisina
maíz amarillo, ELISA competitivo directo

Abstract

Contamination by aflatoxin, vomitoxin, fumonisins, ochratoxin, T2/HT2 and zearalenone occurs frequently in corn crops. There are few studies in Peru, mainly in the San Martin region, regarding the degree of contamination, which varies depending on geographical and environmental conditions. The objective of this research was the determination of mycotoxins by the Elisa method in yellow corn in 4 localities of the San Martin region. The competitive Elisa method consisted of reading samples to determine the presence of mycotoxins. The total of the samples analyzed were 18 for each zone, making a total of 72 analyzes for the 4 zones. Aflatoxin levels were low among the localities of Ojos de agua, village of Consuelo, village of Nuevo Chimbote, however, the village of Winge, presented higher aflatoxin content (29.4 ppb, 30.8 ppb), slightly exceeding the maximum allowed values according to Gimeno's table (2006) and Alltech's table 8 (2017). Vomitoxin, fumonisins, ochratoxin, T2/HT2 and zearalenone values did not show high levels in all locations. The statistical design used during the investigation was a Completely Randomized Experimental Design and they were compared by ANOVA at a 5 % significance level. When the ANOVA test was performed, aflatoxin and ochratoxin were significant. The results showed moderate mycotoxin contamination with the exception of aflatoxin, which showed results above the maximum permissible limits for yellow corn.

Key words: Aflatoxin, ochratoxin, T-2/HT2, vomitoxin, zearalenone, fumonisin yellow corn, direct competitive ELISA.



Introducción

Uno de los cultivos más significativos en Perú es el maíz amarillo. Básicamente en la zona San Martín, y en gran parte el maíz amarillo se utiliza para alimento balanceado y destinado a la producción avícola, la producción en la provincia San Martín fue aproximadamente 126,000 toneladas en 44,000 hectáreas según (INIA, 2020).

El maíz amarillo durante su cosecha y postcosecha está expuesto a ataques de toxinas microbianas. Estos organismos generan metabolitos secundarios, como resultado de esto, el sistema inmunológico del animal se debilita, permitiendo la entrada de más agentes microbianos y resultando en enfermedades recurrentes. Estos problemas incluyen problemas hormonales, respiratorios, nerviosos y hepáticos (Soriano, 2007).

Micotoxinas, proviene del léxico griego con las palabras: *mikess* y *toxina*, lo cual su significado son hongo y veneno, en el orden presentado. Algunos hongos son capaces de producir compuestos tóxicos secundarios durante su fase de estasis, lo que puede tener efectos perjudiciales graves para la salud del ser humano como animal. Estas sustancias tóxicas se denominan típicamente mico toxinas (Fokunang et al, 2006; Soriano, 1997). Dada su naturaleza inevitable e impredecible, la contaminación de los alimentos con mico toxinas plantea una preocupación única para la seguridad alimentaria (Lopez, Garcia et al., 1999).

Los alimentos y las raciones son contaminados constantemente por la Aflatoxina, Fumonisin, Zearalenona, Vomitoxina, Ocratoxina, y la toxina T – 2 (Pereira et al., 2014).

Es por ello que en esta investigación se presenta la forma de evaluar, cuantificar e identificar las micotoxinas que se encuentra en mayor cantidad en el maíz amarillo y compararlo con los demás tipos de maíz, incluidos en la alimentación animal utilizando el método Elisa.

Este trabajo tuvo por objetivo general:

- Cuantificar las micotoxinas en maíz amarillo por el método de Elisa en la zona San Martín.

Para el alcance del objetivo general es necesario detallar objetivos específicos, los cuales son:

- Prescribir la presencia de micotoxinas en granos de maíz producidos en Ojos de Agua, Centro Poblado de Winge, Provincia de Picota, y en el Centro de Poblado de Consuelo, Caserío de Nuevo Chimbote, Provincia de Bellavista por el método Elisa.
- Comparar los resultados obtenidos con los valores de la tabla FAO y OMS (Límites Permisibles) y ALLTECH (Niveles de Riesgo).
- Establecer el valor proximal del maíz amarillo por la técnica espectrofotómetro infrarrojo cercano (NIR).

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación.

Castro, Alvarado, Koga, & Tinoco (2015) realizaron la investigación que lleva el título de “Cuantificación de micotoxinas en componentes de consumo usados en el estipendio de aves comerciales”, en la cual cuantificaron disposiciones de las toxinas microscópicas ocratoxina y toxina T-2 en dos componentes alimentarios de uso común en diferentes dietas aviares. Las mismas muestras que se recibieron para análisis entre 2007 y 2011 fueron examinadas para la presencia de ocratoxina A en 139 muestras de maíz y 64 tortas de muestra de soya, y para la presencia de toxina T-2 en 193 muestras de maíz y 144 tortas de muestra de soya. Sus resultados mostraron un 66,2 y un 67,4 % de resultados positivos en la prueba del laberinto para ocratoxina y T-2, respectivamente. Además, las muestras de torta de soya fueron positivas para ocratoxina y toxinas T-2, respectivamente, en el 71,9 y el 88,9% de los casos. De acuerdo con las recomendaciones de la Comisión de Europa, ninguno de sus productos logró superar los límites permitidos de ocratoxina y T-2 (2006/576/EC).

Mejía (2014) realizó una investigación sobre los niveles de aflatoxinas en productos derivados de cereales de uso humano en los mercados de Trujillo (Perú), y determinó la acumulación de mico toxinas tipo Aflatoxina en mercancías terminadas de cereales vendidos en los mercados de la ciudad de Trujillo, Perú, y consumidos por sus residentes como objetivo principal del estudio. Para su detección, el autor utilizó el método competitivo ELISA acoplado a un espectrómetro que opera a una longitud de onda de 450 nm. Análisis de harina de varios granos comprados en Trujillo como trigo, avena y maíz. Los niveles de Aflatoxinas de 1,0 ug/kg y 1,2 ug/kg, que son las que están permitidas en porciones inferiores a 20 ppb en varios países, se determinaron cuantitativamente en harina de maíz con un valor de 12,5%.

Reyes (2016) en su investigación, “*determino la Zearalenona, Deoxinivalenol y Aflatoxinas en rastrojos de maíz cosechados en México, Jalisco, Tepatitlán*”, determinó que las concentraciones de Zearalenona, Deoxinivalenol y Aflatoxinas en rastrojo de maíz amarillo y blanco que se cultivan en el municipio de Tepatitlán, Jalisco. Los resultados muestran una aguda proporción de aflatoxinas totales (88.2 %) y AFB1 usando HPLC (84 %), el autor señala que ninguna muestra superó el máximo nivel que se recomienda por la

ley de México para los niveles de aflatoxina en alimento de animal (20 mg. Kg⁻¹), sin embargo, 23.5 % de la muestra determinada por HPLC excedieron los límites permitidos para AFB1 por la Comunidad Europea (5 mg. Kg⁻¹).

La Organización Mundial de la Salud indicó en 1985 que alrededor del 25% de los cereales del mundo estaban contaminados con mico toxinas. Sin duda, estas cifras han aumentado desde entonces como resultado del aumento de las importaciones y exportaciones de semillas y cereales en todo el mundo, así como de las cambiantes tendencias ambientales y climáticas (Devegowda, 1998)

Según el Centro de Investigación en Óptica (2017) realizaron estudios en México, realizaron un análisis a través de ELISA encontrando resultados que se presentan en la tabla 1. El 100% de las muestras en los gránulos de maíz tienen presencia de OTA, y la concentración promedio fue de 3,41µg/kg con rangos de concentración entre 2.73µg/kg - 4.16µg/kg. Ninguna de las muestras de granos de maíz tuvo concentraciones superiores a las permitidas por la Unión Europea.

Tabla 1

Valores de Valores de ocratoxina en muestras de maíz y derivados

Producto	Numero de Muestras	Incidencias	Concentración Promedio (µg/Kg)	Intervalos de Concentración(µg/Kg)	Límite U.E ((µg/Kg)
Granos de maíz	18		3.4	2.73 - 4.16	5
Cereales para desayuno	4	100%	3.5	3.19 - 3.69	
Frituras de maíz	7		3.21	2.991 - 6.51	3
Harina de maíz	2		3.38	2.98 - 3.44	

Fuente: Centro De Investigaciones En Óptica (2017)

1.2. Bases teóricas.

1.2.1. Generalidades del cultivo de maíz

El maíz (*Zea mays* L) es uno de los cultivos más diversos del mundo y es uno de los más antiguos, con más de 7.000 años. Se utiliza para alimentar tanto a humanos como a todo tipo de animales, desde pájaros hasta bovinos y ganado lechero; ocupa el tercer lugar en la cadena alimentaria mundial detrás del arroz y trigo (Nole, 2012).

1.2.2. Origen y distribución del maíz

Se desconoce la ubicación exacta del origen del maíz, pero hay indicios de que estuvo presente en México hacia el año 5000 a.C., lo que significa que este se produjo en el sur de Centroamérica y México, con un genético origen secundario en los valles altos de países como Bolivia, Ecuador y Perú. Actualmente, este tiene una distribución masiva geográficamente y se encuentra en Centroamérica, al sureste, este y oeste de los Estados Unidos (Cazco, 2006).

1.2.3. Importancia del cultivo de maíz

El maíz se consigue como uno de los cultivos con mayor importancia a nivel mundial y el cereal de grano con mayor nivel de uso industrial. Solo el trigo y el arroz son más abundantes que el maíz, que actualmente tiene el tercer puesto dentro de todos los cereales en el mundo en cuanto a producción. Además, el mundo obtiene el 15% de la proteína y el 19% de las calorías en 20 países en desarrollo, principalmente en América Latina y África, del maíz. Los beneficios y usos del maíz son numerosos, ya que puede usarse muchas de las partes esenciales de la planta, no solo el grano. La industria farmacéutica también hace un uso extensivo de él como materia primaria para producir productos derivados y uso del consumidor en la industria alimentaria (Nole, 2012).

1.2.4. Taxonomía del maíz amarillo.

Desde el punto de vista de Valladares (2010), el maíz se distribuye de la siguiente manera taxonómicamente:

Reino : Plantae

División : Magnoliophyta

Clase : Liliopsida

Orden : Cyperales

Familia : Poaceae

Género : Zea

Especie : mayz

Nombres Comunes: Maíz, morochillo, maíz duro amarillo.

Nombre científico: *Zea mays* L

1.2.5. Consideraciones a tener en cuenta para el uso de granos contaminados

- Evitar el uso de las partidas de grano rigurosamente atacadas por hongos.
- Utilizar secuestrantes que se adhieren a determinadas mico toxinas facilitando su eliminación a través de las heces.
- Evitar utilizar las partes más contaminadas en los miembros más vulnerables de la planta, como animales jóvenes o animales reproductores.
- Reducir la concentración del veneno mezclando gránulos menos contaminados.
- Siempre se recomienda asesorarse con un profesional de confianza.
- Nunca use granos dañados por hongo para la nutrición humana.
- Los alimentos elaborados con granos que no se consumen de inmediato también pueden contaminarse con mico toxinas, por lo que deben almacenarse en ambientes frescos y secos para evitar el crecimiento de hongos,
(INTA, 1993).

1.2.6. Factores que influyen en la conservación de los granos almacenados.

Según (Enciclopedia agropecuaria, 1995), las semillas deben almacenarse en condiciones que permitan tiempos adecuados de conservación y eviten el crecimiento de microorganismos e insectos que provoquen su deterioro. Además, afirma que los siguientes factores tienen el mayor impacto en el almacenamiento: mantener la humedad del grano es el aspecto más crucial para mantener su calidad, ya que tiene la capacidad de absorber o reponer la humedad, por lo cual se han establecido una serie de niveles recomendados de contenido de humedad para el almacenamiento del grano. La humedad de equilibrio, depende de la humedad relativa y la temperatura exterior, es una consideración importante. Temperatura del gránulo: las variaciones de temperatura generan corrientes de aire que mueven la humedad de un área de la masa del gránulo a otra, lo que provoca migraciones de humedad; existe una clara correlación entre la temperatura del grano almacenado y los insectos que lo infestan también.

1.2.7. Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS)

El procedimiento es fundamentado en que la luz (energía) afecta la muestra, algunos de los fotones pasan mediante ella y lo demás es absorbido. Las conexiones entre Carbono e Hidrógeno (C-H), Oxígeno e Hidrógeno (O-H), y Nitrógeno e Hidrógeno (N-H), que son

los tres elementos esenciales en estructura fundamental de las sustancias orgánicas, vibran de diversas formas como resultado de la absorción de energía de la exposición (Cozzolino, 2002).

La Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIR) es un tipo de vibración espectroscopia que emplea energía fotónica ($h\nu$) en el rango de energía de $2,65 \times 10^{-19}$ a $7,96 \times 10^{-20}$ J, que corresponde a la gama de longitud de onda de 750 a 2500 nm (números de onda: 13.300 y 4.000 cm^{-1}). Este rango de energía es mayor que la necesaria para promover moléculas sólo a sus estados vibracionales excitados más bajos (a través de una transición vibracional fundamental) y la más baja de lo habitual valores necesarios para la excitación de electrones en las moléculas (a excepción de algunos compuestos de tierras raras) (Pasquini, 2003).

La relación entre materia y energía se adhiere a la Ley de Beer Lambert, que indica que las absorbencias de cada longitud de onda son de acuerdo a la concentración o cantidad de la molécula o absorbente presente a lo largo de los caminos recorridos por las radiaciones (Alomar, 1998).

1.2.7.1. Análisis mediante tecnología NIRS

La complejidad del NIR hace que sea esencial que se utilicen técnicas matemáticas (químico métrica) que permitan leer, comprender y modelar grandes conjuntos de datos (Castillo, 2007).

Estas técnicas utilizan espectroscopia, estadísticas y computaciones para producir el modelo matemático que se relaciona con el cambio de energía en las regiones correspondientes a los rangos cercanos con la longitud de ondas entre 800 y 2500 nm con la presencia de grupos químicos activos (Vázquez et al, 2004).

Los pasos involucrados en el uso de la tecnología NIRS son los siguientes: selecciones de muestra, recopilaciones de información, lecturas espectrales, procesamientos matemáticos, demostraciones de ecuación, validaciones y, para finalizar, rutinas analíticas (Saliba et al., 2003).

Los beneficios de este proceso incluyen poder brindar datos en cuanto a la estimación de los alimentos rápidamente, es un método no destructivo que necesita un mínimo manejo de muestra, minimiza el daño del ambiente y ser un método multi analítico de precisión alta que ayuda a la predicción simultánea de múltiples factores. Cuando el espectrofotómetro está calibrado, el uso de NIRS reduce los costos de análisis para los usuarios que los necesitan, lo que la convierte en una tecnología con amplia aceptación a escala mundial (Vásquez et al., 2004).

1.2.7.2. Calibración NIRS

Es necesario realizar una calibración para la predicción de las composiciones químicas de una muestra. Para hacerlo, es necesario tener una gran colección de representativas muestras, recopilar los datos espectrales, estudiar la muestra utilizando un método de referencias y validando las 12 ecuaciones resultantes utilizando muestras que no están incluidas en el conjunto de muestras de calibración (Garrido et al., 1996).

1.2.7.3. Características de la muestra

La muestra debe ser sometida a las preparaciones suaves y homogéneas (molienda) con molino ciclónico y partículas diminutas de alrededor de 1 mm para que se mantenga un camino efectivo óptico que sea constante. Adicionalmente es recomendable el uso de los mismos tamaños para los desarrollos de la calibración y para los análisis NIRS de la futura muestra (Garrido et al., 2003).

1.2.7.4. Aplicaciones del NIRS

Existen numerosas aplicaciones de la espectroscopia de reflectancia del infrarrojo cercano; entre estos resaltan las rupturas certeras en algunos análisis como la presencia de fibras tanto en forrados procesados y frescos (Cozzolino et al, 2003 y Alomar,1998), en la determinación de la digestión cinética en maíz híbridos, la composición química de semillas de trigos, y comestibles (Vásquez et al., 2004). Los parámetros de evaluación son presentados en la tabla 2

Tabla 2.

Parámetros de evaluación nutritiva tradicionalmente analizados por NIRS.

Químicos	Biológicos
Minerales	Digestibilidad enzimática
Extracto de etéreo	Minerales Energía (EB,EI) (EM, EN
Cezina	Ingestión de materia seca
fibra (FB, FNB FAD LAD)	Digestibilidad in vitro, T&T
Proteína bruta	Nutrientes Digestibles Totales
Materia seca	Digestibilidad in vivo

Fuente: Garrido (1996)

1.3. Métodos analíticos.

1.3.1. Métodos inmunoquímicos

El ensayo inmuno absorbente ligado a enzimas (ELISA) es posiblemente la técnica inmunológica más utilizada para determinar la presencia de microtoxinas entre todas las metodologías inmunológicas descubiertas (Pereira, Fernández & Cunha, 2014).

1.3.2. ELISA.

Es una técnica que hace uso de principios tanto inmunológicos como enzimáticos para permitir detectar determinados antígenos o estudios en una muestra. Todas las pruebas ELISA contienen estos componentes: los antígenos o anticuerpos específicos marcados con unas enzimas, unos soportes, unos sustratos que las enzimas convertirán en productos detectables y unos sistemas para ser detectados (Pereira, et al 2014). Si bien ELISA puede ser realizada de diversas formas, incluso a través de pruebas directas, pruebas directas competitivas y pruebas indirectas competitivas, las pruebas directas competitivas son las más comunes (Kos, Jani, Krstovi, Mastilovi, Sari y Yonano, 2016).

1.3.2.1. ELISA competitivo directo

La base de este tipo de ELISA es la competitividad entre las micotoxinas presentes en las muestras y los conjugados (micotoxinas que son marcadas a través de la enzima, comúnmente la peroxidasa, así como la fosfatasa alcalina y β – galactosidasa) en las mismas partes donde se unen las mismas en las estructuras inmovilizadas en la superficie sólida del anticuerpo porque se concentran de conjugados y anticuerpos son constantes, las relaciones

entre las intensidades de los colores y las concentraciones de toxinas es inversa (Turner, 2009).

Procedimiento:

- El anticuerpo anti-micotoxina es inmovilizado en el soporte insoluble se inmoviliza en un soporte insoluble (por ejemplo, una esfera de nailon o material plástico, una tarjeta plástica o una placa de micro titulación).
- Lavar para prescindir las antitoxinas fijas deficientes o no fijados.
- Adicionar la muestra que se estudiará y el conjugado, para la detección de la micotoxina.
- Paralelo, es añadido solamente el conjugado.
- Para deshacerse de los antígenos que no hayan respondido con el anticuerpo se lava.
- Se añade una sustancia que actúa como peróxido de hidrógeno oxidante cromógeno. La interacción entre el anticuerpo del conjugado y su micotoxina está controlada por la enzima que actúa sobre el sustrato.
- Seguidamente se agrega la solución de “stop”.
- La lectura colorimétrica de la producción final ya coloreado de las dos pruebas y son comparados los resultados. Si las lecturas de las dos pruebas se pueden llegar a comparar, el antígeno de la muestra que se está estudiando no tiene relación con los anticuerpos colocados para el tapizado del soporte. Si se encuentra una diferencia entre las lecturas de las dos muestras, el antígeno de la muestra en estudio, se encuentra relacionada serológicamente con el anticuerpo colocado para la tapización del soporte y la diferencia sobre la densidad óptica está relacionada con la agrupación del antígeno emitido en la muestra (Zheng, et al 2006). (Ver figura 1).

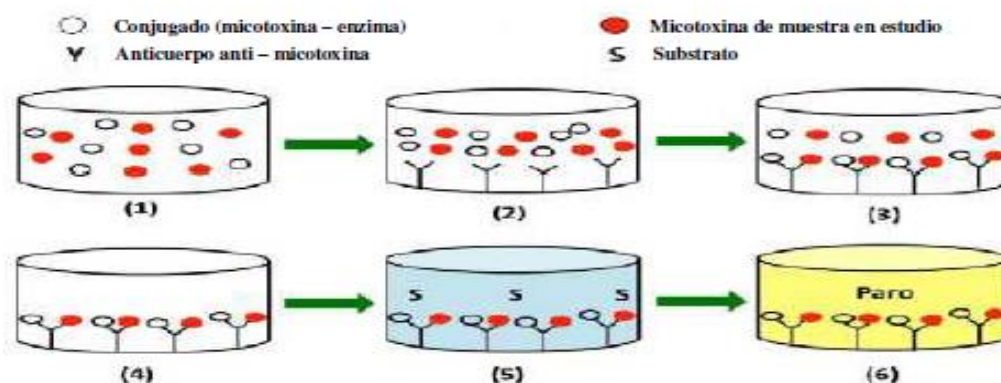


Figura 1: ELISA competitiva directo de micotoxinas (Zeng, et al 2006).

1.3.2.2. Kit Elisa para Micotoxinas

Veratox para micotoxinas es un análisis competitivo enzimo-inmunoabsorción en formato de gota que permite obtener agrupaciones precisas señaladas en partes por mil millones (ppmm) y partes por millón, dependiendo de la micotoxina en estudio. Es aceptable que la micotoxina libre de pantallas y controles compita con la micotoxina enzimo marcada (unida) por los sitios anticuerpo. Después de lavarlo son agregadas sustancias que actúan con la muestra absorbida para la producción del color azul, más tono azul indica menos micotoxina. El análisis realiza en el lector de bolsillo para la obtención de las densidades ópticas. La curva típica se dibuja usando las densidades ópticas de los controles, y luego las densidades ópticas de la muestra se grafican contra esa curva para determinar la cantidad precisa de micotoxina presente (Engvall, 1975).

1.3.2.3. Analizador de Elisa.

El analizador ELISA es un espectrómetro científico creado para realizar la lectura de los resultados de una técnica utilizada para comprobar la presencia de determinados antígenos o anticuerpos en una muestra; la reacción que resulta puede ser leída por el espectrómetro. Lector de ELISA es otro nombre por el que se le conoce, y la palabra ELISA inglesa Assay es el acrónimo de las palabras en lengua (Washington, 2005). (Ver figura 2)



Figura 2: Analizador ELISA (Washington, 2005).

1.3.2.4. Especificaciones Técnicas del Analizador Elisa:

Capacidad de alimentar hasta 3 tiras con las pruebas deseada (Washington, 2005):

- ✓ Pantalla táctil interactiva LCD con la opción de uso con ratón de USB
- ✓ Los porta-tiras vienen en dos estilos, 3x12 o 3x8
- ✓ Capacidad de lectura de Bicromática

- ✓ El modelo estándar incluye cuatro filtros: 405, 450, 492 y 630 y tiene capacidad de hasta seis filtros a su elección.
- ✓ Filtros disponibles desde 340nm hasta 700 nm.
- ✓ Lleva a cabo cálculos de curvas solicitadas por el usuario
- ✓ Impresora incluida con capacidad de impresión de gráficos
- ✓ La memoria permanente almacena hasta 120 resultados
- ✓ Cuenta con 50 canales para almacenaje de pruebas
- ✓ Los lectores del Stat Fax® utilizan los filtros del IAD
- ✓ Dimensiones: 24 x 34 x 13 cms. Peso: 4.5 kgs.
- ✓ Velocidad: 3 segundos por lectura Certificaciones: CE NRTL

1.3.2.5. Principios de Operación.

Es un instrumento utilizado para leer la respuesta fluorescente, quimioluminiscente o cromogénica del ELISA en una placa de 96 pocillos, esto tiene a disposición rejillas de difracción que delimitan el rango de longitudes de onda a las que se son usadas en el método ELISA, la cual normalmente es realizada a través de longitudes entre los 400 y los 750 nm (nanómetros), el umbral de lectura para micotoxinas es de 650 nm. Los sistemas ópticos de muchos fabricantes utilizan fibra óptica para transmitir luz a los pozos de la placa, donde se está la muestra en análisis. La luz que atraviesa la muestra tiene un diámetro que varía entre 1 y 3 mm. La energía de la luz de la muestra es recibida por un sistema de detección, que luego la amplifica, determina su absorbancia y la convierte en información que puede usarse para interpretar los resultados de la prueba usando un sistema de lectura. Las muestras de la prueba ELISA se colocan en placas especialmente diseñadas que tienen una cantidad específica de pocillos o recipientes en los que se lleva a cabo el procedimiento o la prueba. Son comunes las placas de 8 columnas por 12 filas, con un total de 96 pozos (Washington, 2005).

1.4. Micotoxinas

Los subproductos tóxicos conocidos como micotoxinas son producidos por ciertos microorganismos que se desarrollan en componentes, como *Aspergillus* y *Fusarium sp.* El nombre "micotoxina" fue usado por primera vez en 1960 luego morir más de 100,000 aves

(pavos) debido al consumo de harina cacahuete que estaba contaminado con aflatoxina (Bannett y klich, 2003).

Actualmente han sido descubiertas una 300 micotoxinas, pero pocas han recibido un estudio significativo debido a su peligro potencial para la salud animal o humana. Las disparejas especies de hongos y sus micotoxinas con alto interés biológico o económico son detallados en la tabla 3 (Mello y Donald, 1997).

Tabla 3

Principales especies productoras de micotoxinas.

Especies fúngicas	Micotoxinas
<i>Aspergillus flavus</i> y <i>A. parasiticus</i>	Aflatoxinas
<i>A. ochraceus</i> , <i>Peniillium viridicatum</i> y <i>P. cyclopium</i>	Ocratoxinas
<i>Fusarium culmorum</i> <i>F. graminearum</i> y <i>F. poae</i>	Zearalenona
<i>F. culmorum</i> , <i>F. graminearum</i> y <i>F. sporotrichioides</i>	Vomitoxinas
<i>F. proliferatum</i> y <i>F. verticillioides</i>	Fumonisinias
<i>F. sporotrichioides</i> y <i>F. poae</i>	T-2 toxinas

Fuente: (Mello y Donald, 1997).

1.4.1. Factores desencadenantes de la producción de micotoxinas.

Hay varios tipos de hongos que pueden llegar a presentar toxinas en los componentes alimenticios, pudiéndose producir en el crecimiento de estos cultivos o después de cosecharlos o cuando son almacenados, transportados y procesados, además de la utilización de semillas en las granjas. La temperatura, la humedad y la actividad de varios insectos son causales ambientales que pueden llegar a ayudar a producir la propagación y el nacimiento de los hongos, además de producir las micotoxinas. Además, son significativas las condiciones desarrolladas durante la fabricación, el almacenamiento y el transporte (Sweeney y Dobson, 1998).

Los hongos productores de micotoxinas generalmente llegan a crecer a temperaturas que difieren entre -3°C hasta 40°C, con valores de PH entre 2.0 y 10.0 y por encima de 0.77-0.99 de actividad de agua (aw). Sin embargo, cada género tiene sus propias condiciones únicas, como se muestra en la Tabla 4, que enumera las condiciones para que se produzcan las micotoxinas por varios hongos (Sweeney y Dobson, 1998).

Tabla 4

Condiciones propicias de producción de micotoxinas por diferentes hongos

Especie	Temperatura °C		PH		Actividad de agua (Aw)	
	Rango Cto.	Max. Toxin producción	Rango Cto.	Max. Toxin producción	Rango Cto.	Max. Toxin producción
<i>Aspergillus spp</i>	12 – 40	27 – 33	2,2 - 8,0	5 – 6	0,77 - 0,88	0,82 - 0,99
<i>Fusarium spp</i>	0 – 31	22 – 28	2,0- 6,0	3 – 4	0,85 - 0,97	0,85 - 0,87
<i>Penicillium spp</i>	-3 – 40	15 – 30	2,1 - 10,0	5 – 7	0,80 - 0,95	0,80 - 0,86

Fuente: (Sweeney y Dobson, 1998).

1.4.2. Principales micotoxinas en Piensos y materia primas.

En el mundo más del 25% de la producción de alimentos, según la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), está contaminada en cierta medida por micotoxinas (Lawlor y Lynch, 2001).

Casi todos los hongos se desarrollan con semillas y producen sus toxinas en circunstancias adecuadas. Como resultado, se puede estimar que entre un 25 y un 40% de los cereales pueden estar contaminados con una o más micotoxinas (Pittet, 1998).

De esta manera, los cereales demandan una mayor vigilancia debido a los porcentajes de que probablemente están contaminados,

además de su alto consumo tanto por parte de humanos como de animales. Anexo a ello, la concentración e incidencia de micotoxinas en estos componentes varía según la ubicación geográfica y el año. En la figura 3, se muestra los factores que afectan al crecimiento fúngico y la producción de micotoxinas.

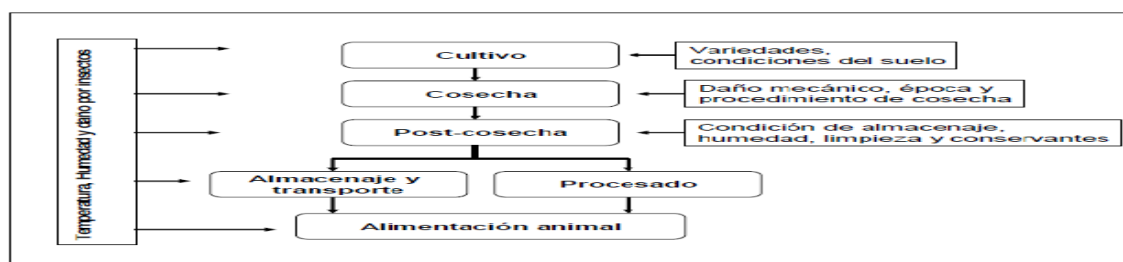


Figura 3: Factores que afectan al crecimiento fúngico y la producción de micotoxinas (Denli y Pérez, 2006).

En la tabla 5, se muestra las incidencias de las micotoxinas por zonas geográficas.

Tabla 5.

Incidencia de micotoxinas por zonas geográficas.

Localización	Micotoxinas
Europa occidental	Ocratoxinas Vomitoxina, zearalenona
Europa (Este)	Vomitoxina, zearalenona
América del Norte	Ocratoxinas Vomitoxina, zearalenona, Aflatoxina
América del Sur	Aflatoxina, Fumonisina, Ocratoxina, Vomitoxina, T-2 toxina
África	Aflatoxina, Fumonisina, Zearalenona
Asia	Aflatoxina
Australia	Aflatoxina, Fumonisina

Fuente: (Devegowda et al., 1998).

1.4.2.1. Aflatoxina.

Son el grupo de micotoxinas más estudiadas hasta el momento, producidas principalmente por los hongos del género *Aspergillus*, se consideran las micotoxinas más riesgosas generadas por *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. La presencia de estos hongos está muy extendida en climas templados, tropicales y subtropicales, tanto antes como después de la recolección de oleaginosas, frutos secos y cereales. (Coker, 1997).

1.4.2.2. Ocratoxina (OTA)

Durante el almacenamiento de las recolecciones *Aspergillus ochraceus* y *penecillium viridicatum* producen esta sustancia. La Ocratoxina es producida naturalmente en una extendida diversidad de componentes vegetales, incluidos cereales, legumbres y frutos secos. Se le considera más tóxica que la aflatoxina en los pollos, es nefrotóxica y tiene particular importancia en la industria avícola (Varga, Kevei, Rinyu, Teren y Kozakiewicz, 1996).

1.4.2.3. Fumonisina

Son una clase de micotoxinas (FB1, FB2, FB3) se producen debido al *fusarium*

moniliforme. La razón principal del creciente interés en estas micotoxinas es que con frecuencia están presentes en el maíz y sus subproductos (Ross, Nelsonm, Richard., Osweiler, Plattner y Wilson, 1990).

1.4.2.4. Zearalenona

Esta micotoxina, concretamente *Fusarium graminearum*, es un metabolito secundario con características estrogénicas que es producido por hongos del género *Fusarium*. Los micelios y esporas de los hongos citados crean pigmentos rojos o amarillos. Esta micotoxina se puede encontrar como una contaminación alimentaria natural en una variedad de alimentos, incluidos el maíz, el arroz, la avena, la cebada y trigo, siendo el maíz o la harina los más significativos, es una micotoxina con actividad estrogénicas que actúa interfiriendo el sistema hormonal del aparato reproductor (Shier, 1998).

1.4.2.5. T2/HT2

Pertencen a la familia de los Tricotecenos, estos compuestos presentan actividad citotóxica e inmunodepresiva. Contaminantes naturales en muchos productos agrícolas, principalmente en maíz y trigo. Su nombre se deriva de *Trichothecium roseum*, que se aisló en 1984. La parte fundadora del grupo, el tricotecin. Estas toxinas son inhibidores efectivos de la síntesis proteica en organismos eucariotas, tales como animales, plantas y hongos (Desjardins, Hohn y Cormick, 1993).

1.4.2.6. Vomitoxina (DON)

Es una micotoxina que pertenece a la especie tricoteceno del grupo B. Los tricotecenos son una familia de micotoxinas que se producen por distintas especies de *Fusarium* en regiones templadas de América del Norte, Europa y Asia sobre cultivos de cereales. El Don se refiere con frecuencia como una vomitoxina o un factor de rechazo de alimentos como debido a su sintomatología más distintiva. Al comer alimentos que contienen vomitoxina, los rumiantes son menos sensibles que los monogástricos (Acsa, 2013).

1.4.3. Impacto sobre la salud y productividad de los animales.

Los alimentos contaminados presentan un riesgo de toxicosis y afecta el valor nutricional y la delectabilidad de los alimentos. Los efectos tóxicos de las micotoxinas varían

según su estructura química única, concentración, duración de la exposición y la especie, edad, sexo y vulnerabilidad del animal afectado. Los animales monogástricos y jóvenes tienden a ser más sensibles a las micotoxinas que los rumiantes o mayores. El consumo elevado de micotoxinas puede resultar en una disminución significativa de la salud y la productividad de los animales. Como resultado, las enfermedades causadas por micotoxinas se conocen como micotoxicosis, con síntomas que van desde la inapetencia hasta una reducción en la producción y un aumento en las tasas de conversión que conducen a una mayor morbilidad y mortalidad por una variedad de enfermedades (Denli y Pérez, 2006). En la tabla 6, se muestra los efectos de las micotoxinas en los animales domésticos.

Tabla 6

Las micotoxinas y sus efectos en los animales domésticos

Micotoxinas	Animales	Efectos observados
Aflatoxina	Aves	Reducción de la función inmunológica, aumento de la mortalidad y disminución del crecimiento, la producción, el peso y la calidad de los huevos, incluida su capacidad de incubación.
	Cerdos	Disminución de la eficiencia en la producción, el consumo y el uso de alimentos. Inmunosupresión, aumento en la prevalencia de otras enfermedades, diarrea, cambios en los niveles de hormonas reproductivas y mortalidad
	Vacuno, ovino y caprino lechero	Disminución en la producción de leche y crecimiento.
	Otros rumiantes	Reducción en el consumo, el crecimiento y la respuesta inmune
Ocratoxina	Aves	Disminución en el crecimiento de la producción de huevos, el consumo y la eficiencia en la utilización de los alimentos. Descenso en el uso de energía y proteína. Inmunosupresión y aumento de la mortalidad
	Vacuno, ovino y caprino lechero	Residuos de OTA y sus derivados en leche
	Cerdos	Característico declive en el crecimiento

	Cerdos	Infertilidad, hiperestrogenismo, anoestro, y reducción de la camadas
Zearalenona	Rumiantes	Hiperestrogenismo y reducción de la producción de leche
Vomitoxina (DON)	Todas las especies	Descenso en el consumo de alimento y aumento de peso
Fumonisina	Todas las especies	Lesiones hepáticas en cerdos y vacas. Leucoencefalomalacia equina (ELEM). Edema porcino pulmonar (PPE)
Toxina T-2/HT-2	Aves y cerdos	Pérdida de peso, lesiones en la piel , hemofilias

Fuente: (Denli y Pérez, 2006).

1.4.4. Agente secuestrante

Es cualquier cosa que previene o restringe el tracto gastrointestinal de un animal para que no absorba toxinas. Estos agentes se activan debido al fenómeno físico sobre la adsorción; su inclusión como aditivos en alimentos para animales ayudar para que sean formados compuestos inertes, irreversibles y estables que son eliminados vía renal y evitan la formación de cualquier subproducto tóxicas más peligroso que la micotoxina de partida, independientemente de las condiciones del tracto gastrointestinal y su flora, así como el uso de antibióticos o enzimas (Dale, 1997).

1.4.5. Normativas y regulaciones de las micotoxina

Con base en los peligros para la salud animal y la amenaza cancerígena para la salud humana y animal, la FAO, 1995 y la OMS establecieron los niveles superlativos autorizados de micotoxinas en los comestibles. En la tabla 7 son reportados los máximos niveles de micotoxinas, según los tipos de animales (Gimeno, 2010).

Tabla 7

Concentraciones máximas (ppb), microgramos/kg) tolerables para ciertas micotoxinas en el alimento completo y en diferentes especies animales

Animales						
Micotoxinas	Aves jóvenes (pollos, pollitas, patos, pavos)	Aves adultas (pollos, patos, pavos)	Gallinas ponedoras reproductoras	Cerdos jóvenes (<34 kg de peso vivo)	Cerdos adultos (34-57 kg de peso vivo)	Cerdos adultos (>57 kg de peso vivo)
<i>Aflatoxina</i>	10	20	20	20	50	100
<i>Ocratoxina</i>	50	100	100	50	50	50
<i>Zearalenona</i>	30,000	40,000	30,000	100	200	200
<i>Vomitoxinas (DON)</i>	15,000	15,000	200	200	250	250
<i>(T2/HT2)</i>	150	150	150	150	200	200
<i>Fumonisina</i>	5,000	8,000	4,000	1,500	1,500	1,500

Fuente: (Gimeno, 2010)

Tabla 8*Contenido de micotoxinas niveles de riesgos permisibles para animales*

TIPO DE MICOTOXINA	CONTENIDO DE MICOTOXINA SEGÚN RIESGO PARA ANIMALES (ppb)			ANIMALES AFECTADOS
	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto	
Aflatoxina	35	75	100	Aves pollos
	20	40	80	Aves reproductoras
	20	35	50	Cerdos Reproductoras
Fumonisina	10000	15000	20000	Aves pollos
	5000	7500	10000	Aves reproductoras
	1000	2000	3000	Cerdos reproductoras
Ocratoxina	20	50	75	Aves pollos
	20	50	75	Aves reproductoras
	20	35	50	Cerdos Reproductoras
Zearalenona	500	1000	2000	Aves pollos
	250	500	750	Aves reproductoras
	25	50	75	Cerdos Reproductoras
(Deoxinivalenol +15- +DON -3-Glucoside)	500	1000	1500	Aves pollos
	500	1000	1500	Aves reproductoras
	250	500	750	Cerdos reproductoras
Tricotecenos A (T2/ HT2)	30	65	100	Aves pollos
	30	65	100	Aves reproductoras
	50	100	150	Cerdos reproductores

Fuente: (Alltech, 2017).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de Ejecución.

El presente estudio fue realizado en el laboratorio de Control de Calidad de la Planta de Elaboración de Alimento Balanceado para Aves de la Empresa Industrial Don pollo Tropical SAC, ubicada al margen derecho de la carretera FERNANDO BELAUNDE TERRY tramo Tarapoto, Picota km 59, Provincia de Picota. (Ver figura 4)



Figura 4: Ubicación Satelital de las Instalaciones de la Empresa Don Pollo Tropical SA Fuente. Google Maps.

2.1.1. Materiales, Equipos y Reactivos de Laboratorio

2.1.2. Materia Primas e Insumos

En cuanto al componente principal (maíz amarillo), las informaciones recopiladas fueron (Tiempo de almacenamiento, temperatura de almacenamiento, humedad relativa del ambiente, condiciones de cosecha y poscosecha del maíz, etc.)

2.1.2.1. Sector Ojos de Agua, Distrito de Pucacaca, Provincia Picota

a) Lugares del almacenamiento o de acopio del maíz amarillo

El maíz fue almacenado en áreas acondicionadas dentro de las zonas de cultivo donde

los sacos de maíz se encontraban cubiertos por mantas para protegerlos de la lluvia.

b) Tiempo de almacenamiento, temperatura de almacenamiento, humedad relativa del ambiente

El tiempo de almacenamiento fue aproximadamente 5 días con una temperatura ambiente de 32°C y con una humedad relativa del ambiente de 65%

c) Condiciones de cosecha y pos cosecha del maíz amarillo

Las semillas sembradas fueron de la variedad de ATLAS 777 mejorado. El área sembrada fue de 40 hectáreas, el rendimiento de producción fue aproximadamente de 320 toneladas. Las cosechas fueron realizadas entre 4 a 5 meses después de la siembra, se realizó con el apoyo de tractores agrícolas cosechadoras “deshojando” las mazorcas de las plantas paradas. Las mazorcas fueron colocadas en sacos para el secado al sol por 4 días y luego fueron trasladados a lugares con techo dentro del mismo cultivo para completar el secado en forma natural, la humedad del maíz en mazorca fue de 16 %, se desgrano y se expuso a secado natural hasta llegar a la humedad de comercialización, la cual fue de 15%.

2.1.2.2. Centro Poblado de Winge Distrito Picota, Provincia Picota

a) Lugares del almacenamiento o de acopio del maíz amarillo

El maíz fue almacenado en áreas acondicionadas dentro de las zonas de cultivo donde los sacos de maíz se encontraban cubiertos por mantas para protegerlos de la lluvia

b) Tiempo de almacenamiento, temperatura de almacenamiento, humedad relativa del ambiente

El tiempo de almacenamiento fue aproximadamente 7 días con una temperatura ambiente de 33°C y con una humedad relativa del ambiente de 64%

c) Condiciones de cosecha y postcosecha del maíz amarillo.

Las semillas sembradas fueron de la variedad de ATLAS – 555 mejorado, el Área

sembrada fue de 20 hectáreas, utilizaron 500 kilos en la siembra, el rendimiento de producción fueron aproximadamente 140 toneladas. Las mazorcas fueron colocadas en sacos para el secado al sol por 3 días y luego fueron trasladados a lugares con techo dentro del mismo cultivo para completar el secado en forma natural, la humedad del maíz en mazorca fue de 15 %, se desgrano y se expuso a secado natural hasta llegar a la humedad de comercialización, la cual fue de 14%. No utilizaron tratamiento contra gorgojo por su rápido almacenamiento y venta

2.1.2.3. Centro Poblado de Consuelo, Distrito de Bellavista, Provincia Bellavista.

a) Lugares del almacenamiento o de acopio del maíz amarillo

El maíz fue almacenado en áreas acondicionadas dentro de las zonas de cultivo donde los sacos de maíz se encontraban cubiertos por mantas para protegerlos de la lluvia

b) Tiempo de almacenamiento, temperatura de almacenamiento, humedad relativa del ambiente

El tiempo de almacenamiento fue aproximadamente 14 días con una temperatura ambiente de 35°C y con una humedad relativa del ambiente de 67%

c) Condiciones de cosecha y postcosecha del maíz amarillo.

La semilla sembrada fue de la variedad de ATLAS -777 mejorado; el Área sembrada fue de 50 hectáreas, con un rendimiento que fueron de 350 toneladas. Las mazorcas fueron colocadas en sacos para el secado al sol por 2- 3 días y luego fueron trasladados a lugares con techo dentro del mismo cultivo para completar el secado en forma natural, la humedad del maíz en mazorca fue de 17 %, se desgrano y se expuso a secado natural hasta llegar a la humedad de comercialización, la cual fue de 14%. o se adicionaron ningún tipo de tratamiento por la rápida comercialización

2.1.2.4. Caserío Nuevo Chimbote, Distrito de Bellavista, Provincia Bellavista.

a) Lugares del almacenamiento o de acopio del maíz amarillo

El maíz fue almacenado en áreas acondicionadas dentro de las zonas de cultivo donde los sacos de maíz se encontraban cubiertos por mantas para protegerlos de la lluvia

b) Tiempo de almacenamiento, temperatura de almacenamiento, humedad relativa del ambiente.

El tiempo de almacenamiento fue aproximadamente de 7 días con una temperatura ambiente de 34°C y con una humedad relativa del ambiente de 60%

c) Condiciones de cosecha y postcosecha del maíz amarillo

La semilla sembrada fue de la variedad de ATLAS -777 mejorado, el Área sembrado fue de 15 hectáreas y el rendimiento fue 105 toneladas. Las mazorcas fueron colocadas en sacos para el secado al sol por 5 días y luego fueron trasladados a lugares con techo dentro del mismo cultivo para completar el secado en forma natural, la humedad del maíz en mazorca fue de 16 %, se desgrano y se expuso a secado natural hasta llegar a la humedad de comercialización, la cual fue de 14%, no adicionaron tratamiento por el poco día de almacenamiento y su rápida

2.2. Diseño Estadístico.

Fue utilizado un diseño estadístico a lo largo del estudio un Diseño Experimental al Azar, mediante tres repeticiones, que se basan en el estudio de varianza; la finalidad es la determinación de una diferencia importante entre los análisis de las 4 zonas de la investigación. Siendo la variable independiente las 4 zonas (*Ojos de Agua Distrito de Pucacaca, Centro Poblado de Winge Distrito de Picota, Centro Poblado de Consuelo Provincia de Bellavista y Caserío de Nuevo Chimbote Provincia de Bellavista*) y las variables dependientes: todas las 6 pruebas de micotoxinas (*aflatoxina, ocratoxina, zearalenoa, vomitoxina, fumonisina, t-2 H-t toxina*). Los datos se examinaron a través análisis de varianza con un nivel de significancia del 5% y una prueba Significativa y Honestamente Distinto (HSD), con la prueba de Tukey ($HSD=W = q \sqrt{(MSE / r)}$)

Tabla 9*Tratamientos de estudios*

Lugar de Muestreo	Cantidad de muestra	Tipos de Micotoxinas	Análisis por triplicado
Zona 1 (Sector Ojos de Agua)	20 kg	Aflatoxina	3 análisis de aflatoxina
		Ocratoxina	3 análisis de ocratoxina
		Zearalenona	3 análisis de zearalenona
		Vomitoxina	3 análisis de vomitoxinas
		Fumonisina	3 análisis de fumonisina
		T-2/HT-2 Toxina	3 análisis de T-2/HT-2
Zona 2 (Centro Poblado de Winge)	20 kg	Aflatoxina	3 análisis de aflatoxina
		Ocratoxina	3 análisis de ocratoxina
		Zearalenona	3 análisis de zearalenona
		Vomitoxina	3 análisis de vomitoxinas
		Fumonisina	3 análisis de fumonisina
		T-2/HT-2 Toxina	3 análisis de T-2/HT2
Zona 3 (Centro Poblado de consuelo)	20 kg	Aflatoxina	3 análisis de aflatoxina
		Ocratoxina	3 análisis de ocratoxina
		Zearalenona	3 análisis de zearalenona
		Vomitoxina	3 análisis de vomitoxinas
		Fumonisina	3 análisis de fumonisina
		T-2/HT-2 Toxina	3 análisis de T-2/HT2
Zona 4 (Caserío Nuevo Chimbote)	20 kg	Aflatoxina	3 análisis de aflatoxina
		Ocratoxina	3 análisis de ocratoxina
		Zearalenona	3 análisis de zearalenona
		Vomitoxina	3 análisis de vomitoxinas
		Fumonisina	3 análisis de fumonisina
		T-2/HT-2 Toxina	3 análisis de T-2/HT2

Materiales

- Micropipeta rango fijo de 100ul
- Micropipeta de rango fijo de 500 ul
- Pizeta plast. 500 ml t/amarilla
- Tubo de prueba c/t rosca 13x100 mm
- Tubos de microcentrifuga x 2 ml
- Pipeta pasteur de plastico x 3 ml
- Soporte para los tubos (gradilla)
- Papel filtro N° 42 de 125 mm.

- Tips o punteras amarillas por 200 ul
- Tips o punteras azules por 1000 ul
- Recipientes
- Bolsas 4x8
- Frascos de vidrio autoclave 100 ml
- Frascos de vidrio autoclave 50 ml
- Probeta de vidrio de 100 ml
- Papel térmico
- Probeta de vidrio de 1000 ml
- Papel toalla.
- Equipo de protección personal.
- Guantes de nitrilo talla M
- Mascarilla de media cara
- Filtro contra vapores tóxicos
- Mandil
- Espátula
- Marcador indeleble
- Tijera

2.3. Equipos

- Balanza analítica
- Molino semi industrial de martillo.
- Refrigeradora
- Analizador Elisa de Neogen Awarenes Modelo 4700
- Cronometro
- Estufa
- Equipo espectrofotómetro infrarrojo cercano (NIR)

2.4. Reactivos

- Veratox aflatoxina x 48 pozos
- Veratox ocratoxina x 48 pozos
- Veratox toxina T/HT2 x 48 pozos

- Veratox fumonisin x 48 pozos
- Veratox zearalenona x 48 pozos
- Veratox vomitoxinas (DON) x 48 pozos
- Agua destilada

2.5. Metodología Experimental

Para determinar los valores cercanos del maíz amarillo por la técnica espectrofotómetro infrarrojo cercano (NIR), se desarrolló en los siguientes pasos:

a) Molienda del maíz amarillo

Se utilizó un molino de martillo con malla de 0.5 milímetros de abertura, a partir de esta muestra molida se mesclo y se pesaron las cantidades exactas para las corridas en el equipo NIRS, tal como se puede observar en la figura 5 a, b, c



a). Maíz amarillo

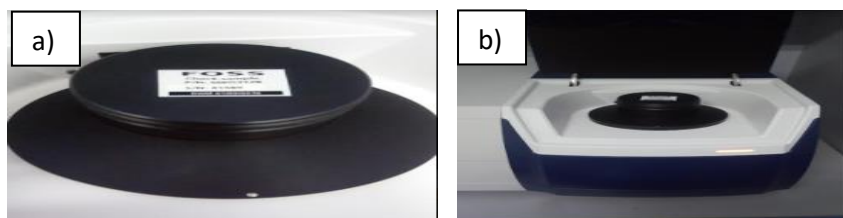
b) Molino seme industrial

c) Harina de maíz amarillo molido

Figura 5. Molienda del maíz amarillo

b) Verificación del equipo NIR (Check Sample)

La verificación se realizó con la copa control o Check Sample, la cual se corrió en el equipo Nirs, con la finalidad de asegurar que el equipo esta funcionando en óptimas condiciones (software y longitud de onda), (Ver figura 6 a, b,)



a). Lámpara

b) Verificación al equipo

Figura 6. Verificación del equipo NIR.

c.). Corrida de las muestras.

La corrida se procedió usando copas de base de cuarzo, donde se colocaron las muestras dentro de ellas, para ser leídas en el equipo NIRS. (Ver figura 7 a, b, c)

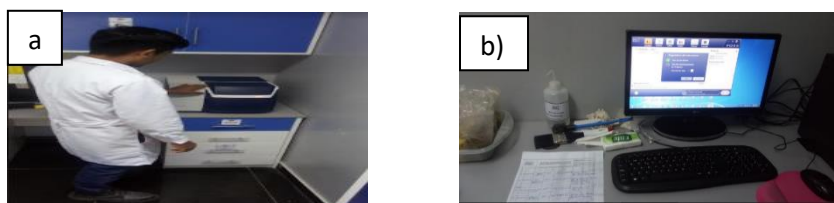


a). Colocado de muestra en copas b) copas con muestra c) Colocado de las muestras en el equipo

Figura 7. Corrida de las muestras

d). Determinación de resultados en el NIRS

Los resultados se determinaron como porcentaje en base seca, mediante una plataforma, en donde se subieron los espectros obtenidos de las muestras corridas en el equipo. Los parámetros químicos de referencia que se usaron fueron: % Proteína cruda, % Extracto de eterio o grasa, % Fibra cruda, % Ceniza bruta, % Almidón, % Materia seca, % Humedad. (Ver figura 8 a, b).



a). Corridas de las muestras

b) Verificación de resultados en el sistema

Figura 8. Determinación de resultados en el NIRS

Para la cuantificación de las micotoxinas por el procedimiento de Elisa en maíz amarillo se desarrollaron de acuerdo a los pasos del flujograma que se muestra en la figura 9.

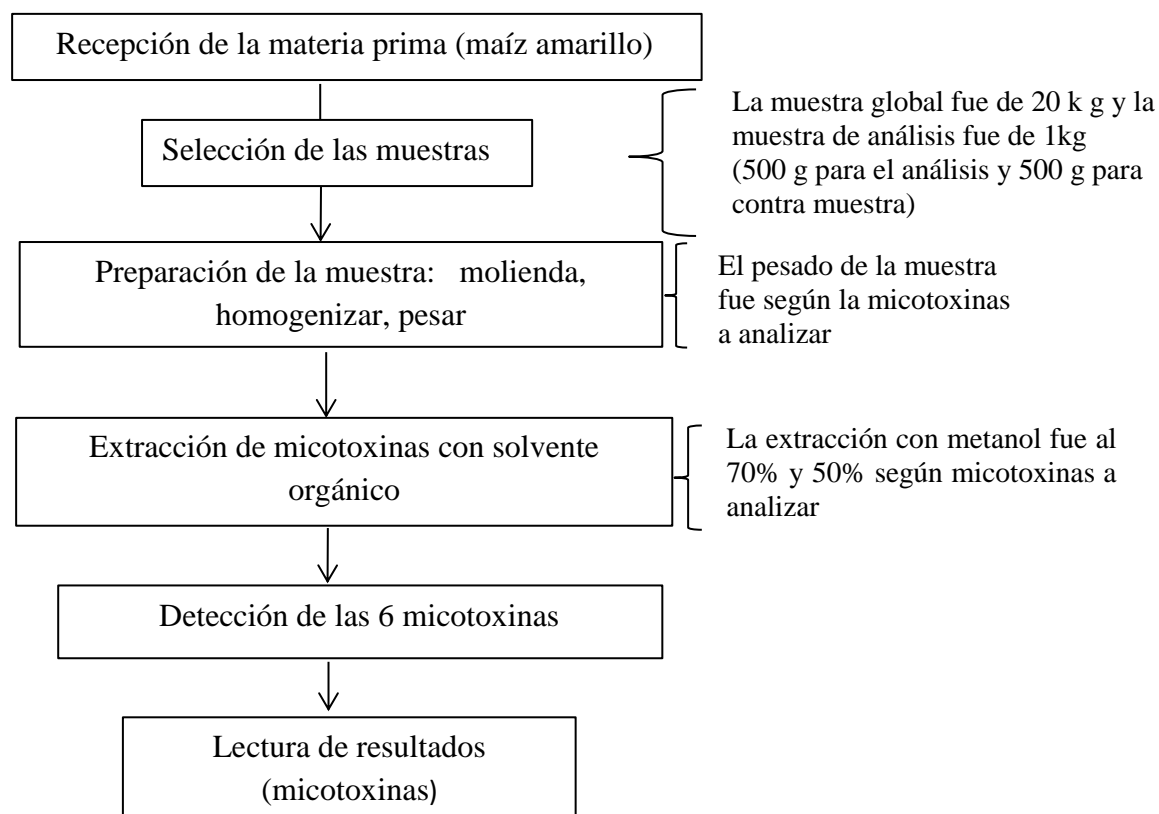


Figura 5: Flujograma para la determinación de micotoxinas

2.6. Descripción del proceso de extracción de micotoxinas.

a) Recepción de la materia prima.

La materia prima (maíz amarillo), fue recolectada en la Provincia de Picota (sector Ojos de Agua, Distrito de Pucacaca y del centro Poblado de Winge) y en la Provincia de Bellavista (centro poblado de consuelo y caserío de nuevo Chimbote), Región San Martín.

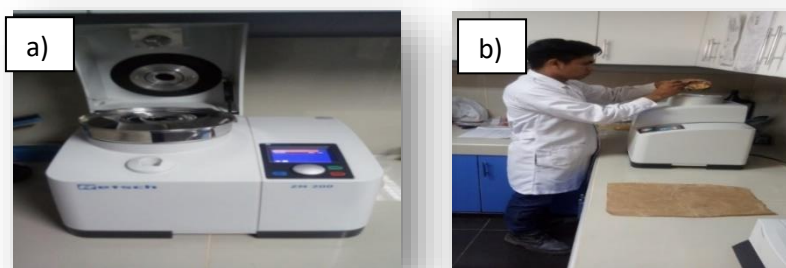
b) Selección de las muestras.

Por cada lugar de muestreo se tomó una muestra de 20 kg, se seleccionaron todos los sacos posibles para un muestreo aleatorio (dos de los extremos y uno del centro).

Utilizando un calador, se recolecto de diferentes puntos de muestreo 50 submuestras obteniéndose 400 g por submuestra.

c) Preparación de las muestras.

La muestra recopilada se llevó a molienda para un triturado, para ello se utilizó un molino de martillo con malla de 0.5 milímetros de abertura, a partir de esta muestra molida se mezcló y se empezó a pesar las cantidades exactas para cada una de las extracciones de las micotoxinas. (Ver figura 10 a, b).



a). Molino sami industrial

b) molino de maíz amarillo

Figura 10. Preparación de las muestras.

2.6.1. Extracción de Aflatoxina, según las recomendaciones del fabricante (Neogen Corporation, 2008).

Se pesó 5 g de muestra + 25 ml metanol 70%. Agitar.

Después de la agitación de la muestra con el solvente de extracción, se esperó 2 minutos al sobrenadante. Luego se realizó el filtrado solo el sobrenadante usando papel de filtración rápida o Whatman # 1.

2.6.2. Extracción de la ocratoxina, según las recomendaciones del fabricante (Neogen Corporation, 2012)

Se pesó 10 g de muestra + 40 ml metanol 50%. Agitar.

Después de la agitación de la muestra con el solvente de extracción, se esperó 1 minuto al sobrenadante. Luego se filtró solo el sobrenadante usando papel de filtración rápida o Whatman # 1.

2.6.3. Extracción de la T2/HT2, según las recomendaciones del fabricante (Neogen Corporation, 2014)

Se pesó 5 g. de muestra + 25 ml metanol 70%. Agitar.

La dilución del extracto fue *1 ml de extracto filtrado + 1 ml de agua destilada*.

Después de la agitación de la muestra con el solvente de extracción, se esperó 2 minutos al sobrenadante. Se procedió al Filtrado solo el sobrenadante usando papel de filtración rápida o Whatman # 1.

2.6.4. Extracción de la vomitoxina, DON según las recomendaciones del fabricante (veratox Corporation, 2018)

Se pesó 10 g de muestra + 50 ml de agua destilada. Agitar

La dilución del extracto fue *1 ml de extracto filtrado + 1 ml de agua destilada*.

Después de la agitación de la muestra con el solvente de extracción, se esperó 1 minuto al sobrenadante. Luego de se filtró solo el sobrenadante usando papel de filtración rápida o Whatman # 1.

2.6.5. Extracción de la fumonisina, según las recomendaciones del fabricante (veratox Corporation, 2018)

Se pesó 5 g de muestra + 25 ml de metanol al 70%. Agitar

La dilución del extracto fue *100 ul al frasco buffer de dilución proveído por ekit*

Después de la agitación de la muestra con el solvente de extracción, se esperó 1- 2 minutos al sobrenadante. Posteriormente se filtró solo el sobrenadante usando papel de filtración rápida o Whatman # 1.

2.6.6. Extracción de la zearalenona según las recomendaciones del fabricante (veratox corporation, 2018)

Se pesó 5 g de muestra + 25 ml de metanol al 70%. Agitar.

La dilución del extracto fue *1 ml de extracto + 4 ml de agua destilada*.

Después de la agitación de la muestra con el solvente de extracción, se esperó 2 minutos al sobrenadante. Seguidamente se Filtró solo el sobrenadante usando papel de filtración rápida o Whatman # 1

2.6.7. Detección de las Micotoxinas.

Se colocó en la placa porta pozos, 1 pozo rojo mezclado por cada control y otro pozo por cada muestra a evaluar. Se volvió a colocar en la placa porta pozos unas líneas más abajo

el mismo número de pozos blancos de captura. Se adiciono de 100 ul de Conjugado (frasco azul) a todos los pozos rojos de mezclado que ha separada

0 5 15 50 S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8Tira 1
S9 S10 S11 S12 S13 S14 S15 S16 S17 S18 S19 S20.....Tira 2

Se adiciono 100 ul de cada control y de cada extracto filtrado de muestra a su correspondiente pozo rojo de mezclado. Se mezcló 3 veces antes de transferir, se realizó la trasferencia de 100 ul de cada pozo rojo de mezcla al correspondiente pozo blanco de captura. Luego se agito por deslizamiento.

Se precedió a la incubación en 2 minutos, luego se hizo el lavado de todos los pozos con agua destilada por 6 veces.

Se adiciono 100 ul de Substrato cromógeno (frasco verde) a todos los pozos blancos, luego se agito por deslizamiento, nuevamente se procedió a la incubación en 3 minutos, luego se adiciono 100 ul de Solución stop (frasco rojo) a todos los pozos blancos. Se agito por deslizamiento. Por último, se procedió a limpiar bien la base de los pozos.

2.6.8. Lecturas de resultados.

La lectura de los resultados se interpretó de la siguiente manera, si a mayor cantidad de micotoxinas, mayor tono de color rojo tiene el pozo. A menor cantidad de micotoxinas, mayor tono de color azul tiene el pozo. **Lectura cuantitativa:** Usando Lector ELISA con filtro 650 nm. Para reporte de resultado se usa Software Veratox.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Cuantificación de aflatoxina en el maíz amarillo en las 4 zonas.

Tabla 10

Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para aflatoxina que representan niveles en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas.

AFLATOXINA				
Repeticiones	Zona1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
	Ojos de Agua Distrito de Pucacaca	Centro Poblado de Winge – Picota	Centro Poblado de Consuelo – Bellavista	Caserío Nuevo Chimbote- Bellavista
1	1	29.4	0.6	0.1
2	1	19.4	0.6	0.1
3	1	30.8	0.6	0.1

En la tabla 10, es presentado el contenido de micotoxinas en las 4 zonas, se aprecia que los niveles de aflatoxina en el maíz amarillo fue bajo entre la zonas de Ojos de Agua Distrito de Pucacaca, la zona 3 en el Centro Poblado de Consuelo Provincia de Bellavista y la zona 4 en el Caserío Nuevo Chimbote Provincia de Bellavista, sin embargo, la zona 2 en el Centro Poblado de Winge Provincia de Picota presenta mayor contenido de aflatoxina, superando ligeramente los valores máximos permitidos según la tabla 7 de Gimeno (2006); donde se indica que para aves el valor máximo permitido es de 10 ppb y para cerdos es 20 ppb, al igual que la tabla 8 de Alltech (2017); indica que para aves el riesgo bajo permisible es 35 ppb y para cerdos el riesgo bajo permitido es 20 ppb.

Según Hernández (2007), en el almacenamiento, factores como las altas temperaturas, la humedad, el flujo de aire y el pesticida principal del campo afectan la cantidad de aflatoxina que se acumula en el grano de maíz.

Desde el punto de vista de Ochoa (2016), la aflatoxina contagia a los granos cuando la humedad relativa fluctúa entre 75% y 85%, el contenido de humedad del grano es superior al 14% y la temperatura ambiente se encuentra entre 30 °C a 35 °C.

Las condiciones climáticas ideales para el proceso de aflatoxinas se presentaron en el caso del Centro Poblado de Winge Provincia de Picota, exceptuando la humedad relativa, hay un conflicto con las condiciones climáticas, la humedad relativa estuvo por debajo de los rangos establecidos donde crece el hongo, la temperatura del ambiente no era firme, el comportamiento fue el siguiente:

En la mañana (6:00 h – 17:00 h) la temperatura promedio dentro del edificio de almacenamiento de estilo residencial solo techo sin paredes (30-35°C), humedad del grano 14 %, el promedio de humedad fue de (63-66 %).

La cantidad de aflatoxina obtenida de la semilla de maíz amarillo como ingrediente principal en los alimentos los hace más sensibles a la contaminación por aflatoxinas. La contaminación internacionalmente significativa por esta micotoxina es un problema, particularmente en países tropicales y subtropicales donde se fomenta el crecimiento de *Aspergillus*. Entre otras cosas, se ha informado que la sequía sirve como un entorno propicio para la síntesis de aflatoxinas en el campo.

Los resultados obtenidos en las muestras de maíz amarillo fueron positivos y es muy parecido a lo conseguido en un trabajo anterior, en la cual encontraron de ocurrencia cercana por López y Chávez (2012), quienes obtuvieron los valores de aflatoxina en maíz: (18.5 ppb), (3,2 ppb), (20,7 ppb), (2,8 ppb). Cuando se comparan los resultados, queda claro que aún existen deficiencias en el manejo del grano, particularmente en el área de almacenamiento donde es frecuente la contaminación por aflatoxinas, ya que diferentes regiones, épocas y años muestran porcentajes de ocurrencia comparables.

La presencia de aflatoxina en las tres muestras de maíz amarillo indica que existen ciertas deficiencias en el manejo del grano posterior a la cosecha, particularmente durante el almacenamiento. Aunque los resultados son preliminares, muestran que se deben implementar estrategias para monitorear, rastrear y controlar esta clase de contaminantes naturales cuyos efectos sobre la salud animal son directos. Los resultados pueden variar dependiendo de otras áreas geográficas, estaciones del año y circunstancias únicas. Por lo tanto, es necesario continuar con este tipo de exhibición para recopilar más información que permita analizar la conducta de los niveles de aflatoxinas en los alimentos de consumo animal.

Bucio y Villalobos (2001) hallaron que este contagio por aflatoxinas en maíz fue causado por los entornos inadecuados de almacenamiento después de la cosecha en una investigación realizada en México, el Bajía para encontrar si el maíz es contaminado en esta ubicación, estando vinculada con la infección por *Aspergillus* del campo. El inadecuado

manejo del grano a través de la preparación, el transporte y el almacenamiento generalmente contribuye a un aumento en el grano mohoso. La recolección inoportuna, el uso de cosechadoras mal calibradas que causan daños mecánicos al grano, la deshidratación inadecuada del grano antes del almacenamiento y otros factores favorecen el crecimiento de *Aspergillus* en el grano de maíz, donde pueden estar presentes especies que producen aflatoxinas. Como resultado, el manejo inadecuado de la temperatura en las instalaciones de almacenamiento origina el crecimiento de organismos latentemente tóxicos, así como la creación de aflatoxinas.

Esto posiblemente que los resultados obtenidos fueron influenciados por factores tales como los que establece Denli y Pérez, (2006). El momento de la cosecha de maíz, manejo del grano, transporte almacenamiento, factor, como roedores, plagas que dañan al grano, el clima y factor físico y químicos, que favorecen en los hongos que producen aflatoxina. Viendo el nivel de contaminación en las muestras se recuerda lo citado por Devegowa (1998) en su investigación más del 25% de los granos del mundo están contaminados con micotoxinas de tipo aflatoxina y a demás estas cifras siguen creciendo.

Se demostró estadísticamente que para la micotoxinas aflatoxina, si hubo diferencia significativa (F calculada $>$ F tablas). (Ver Anexo 5). lo que quiere decir que existe uno o varios resultados analizados de la zona de investigación con niveles más altos de aflatoxina en el maíz amarillo, siendo los valores de la zona 2 en el Centro Poblado de Winge Provincia de Picota, la que presenta niveles más altos de aflatoxina, al realizar las comparaciones con la prueba de significancia y honestamente distinto de Tukey. (Ver anexo 5), se pudo observar que hubo diferencia significancia de la media de los valores de la zona 2 del Centro Poblado de Winge Provincia de Picota, con las medias de los resultados de la zona 1 de Ojos de Agua Distrito de Pucacaca, zona 3 en el Centro Poblado de Consuelo Provincia de Bellavista y la zona 4 en el Caserío Nuevo Chimbote Provincia de Bellavista, obtenidas un nivel de aflatoxina en ppb más bajas.

3.2. Cuantificación de la ocratoxina en el maíz amarillo en las 4 zonas.

Tabla 11

Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para zearalenona que representan niveles en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas

OCRATOXINA				
Repeticiones	Zona 1 Ojos de Agua Distrito de Pucacaca	Zona 2 Centro Poblado de Winge – Picota	Zona 3 Centro Poblado de Consuelo – Bellavista	Zona 4 Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista
1	0	0	0.4	5.8
2	0	0	0.5	5.1
3	0.6	0	0.5	4.5

En la tabla 11, se reportan los resultados de ocratoxina en maíz amarillo en las 4 zonas, se observa que los niveles de ocratoxina en el maíz amarillo fueron bajos en la zona 1 de Ojos de Agua Distrito de Pucacaca, zona 2 en el Centro Poblado de Winge Provincia de Picota y la zona 3 en el Centro Poblado de Consuelo Provincia de Bellavista, sin embargo, la zona 4 del Caserío Nuevo Chimbote Provincia de Bellavista presenta mayor contenido de ocratoxina, pero no superan los valores máximos permitidos según la tabla 7 de Gimeno (2006), donde indica que para aves el valor máximo permitido es de 50 ppb y para cerdos es de 50 ppb, al igual que la tabla 8 de Alltech (2017) indica que para aves un riesgo bajo permisible es 20 ppb y para cerdo el riesgo bajo permitido es 20 ppb.

Las condiciones climáticas en la región San Martín son favorables para la proliferación de hongos en cultivos que presentan factores influyentes, debido a que las temperaturas durante la producción de las mismas fueron entre los 28- 34°C, así como la humedad relativa era (64-66%), favoreciendo la aparición de estas micotoxinas en cualquier estado del maíz amarillo. El tratamiento post cosecha y de secado son cruciales para evitar una posterior contaminación principalmente para el desarrollo de estos géneros de hongos.

Por otro lado, Sierra (2004), obtuvo resultados en ocratoxina en maíz: 2.8 ppb, 2.5 ppb, 1.23 ppb, 1.2 ppb, 1.57 ppb, 3.2. Podemos mencionar que existe una ligera diferencia entre lo reportado por el autor y lo encontrado en este estudio.

En esta investigación se consiguieron resultados muy superiores a excepto de la zona 4 en el Caserío Nuevo Chimbote, a lo reportado previamente en Colombia en donde 4 de 33 muestras de maíz resultaron positivas a ocratoxina, con concentraciones en promedios de (3.4 ppb, 3.5 ppb, 3.21 ppb, 3.38 ppb) (Castillo, 2019)

Se demostró estadísticamente que para la micotoxina ocratoxina, si hubo diferencia significativa (F calculada $>$ F tablas). (Ver Anexo 6), lo que se quiere decir es que existe uno o varios valores de la zona de investigación con niveles más altos de ocratoxina en el maíz amarillo, siendo el valor de la zona 4 en el Caserío Nuevo Chimbote Provincia de Bellavista, la que presenta niveles más altos de ocratoxina, como se muestra al realizar la comparación con la prueba de significancia y honestamente distinto de Tukey. (Ver anexo 6), se pudo demostrar la diferencia significativa de la media en los valores de la zona 4 en el Caserío Nuevo Chimbote Provincia de Bellavista con los resultados de la media de la zona 3 en el Centro Poblado de Consuelo Provincia de Bellavista, zona 2 en el Centro Poblado de Winge Provincia de Picota y la zona 1 en Ojos de Agua Distrito de Pucacaca, que son niveles en ppb bajos.

3.3. Cuantificación de la zearalenona en el maíz amarillo en las 4 zonas.

Tabla 12

Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para zearalenona que representan niveles en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas

ZEARALENONA				
Repeticiones	Zona 1 Ojos de Agua Distrito de Pucacaca	Zona 2 Centro Poblado de Winge – Picota	Zona 3 Centro Poblado de Consuelo – Bellavista	Zona 4 Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista
1	0.9	0.3	2.3	4.3
2	0	30.3	2.3	6.7
3	0	11.6	1.4	5.7

En la tabla 12, se reportan los resultados de la zearalenona en maíz amarillo en las 4 zonas, se observa que los niveles fueron bajos entre la zona 1 en Ojos de Agua Distrito de Pucacaca ,zona 3 en el Centro Poblado de Consuelo Provincia de Bellavista y la zona 4 en el Caserío Nuevo Chimbote Provincia de Bellavista, sin embargo, la zona 2 en el Centro Poblado de Winge Provincia de Picota presenta mayor contenido de zearalenona en valores, 30 ppb y 11.6 ppb, pero no superan los valores máximos permitidos, según la tabla 7 de Gimeno (2006), donde indica que para aves el valor máximo permitido es de 30,000 ppb y para cerdos es de 100 ppb, al igual que la tabla 8 de Alltech (2017); indica que para aves un riesgo bajo permisible es 500 ppb y para cerdo el riesgo bajo permitido es 25 ppb, siendo este valor superado por lo encontrado en la presente investigación con 30.3 ppb.

Los valores obtenidos de zearalenona en el maíz amarillo, son inferiores a lo obtenido por Sierra (2003), quien obtuvo valores de (0.11 ppb, 0.32 ppb, 0.35ppb, 0.51 ppb y 0.25 ppb) además, en Chile indican una contaminación de 0.3 ppb a 31 ppb (Vega y col. 2000). Estos valores se asemejan a los resultados encontrados en el proyecto de investigación.

Los niveles de zearalenona obtenidos no representan riesgo, aunque los valores fueron positivos, también indica que el contagio del maíz acontece en cualquier época, tal como lo menciona (Adams, et al. 1998) indicando que, un alimento fresco es el que tiene más del 15% de humedad, mientras que un alimento seco contiene menos del 12% de humedad. Todo esto lleva a la conclusión de que las temperaturas extremas y la humedad en los granos permiten que sean desarrollados hongos tóxicos, ya sea que se cosechen antes (hongos de granja) o después (hongos de almacén).

La zearalenona se encuentra con en los cereales constantemente, particularmente en el maíz y el trigo. Nueve países han presentado los niveles tope de zearalenona en los componentes alimenticios que oscilan entre 0 y 1000 ppb. Entre estos, Uruguay, Brasil y Francia establecieron 200 partes por billón (ppb) para granos como el trigo y maíz (Vega y col. 2000).

No se deben suministrar niveles superiores a 1 ppm cuando se trata de alimentos para cerdos (FAO/OMS/PNUMA, 1999). No han sido determinados o presentado los niveles aceptables en Perú, por lo que venideramente deben impulsar estudios que permitan determinar dichos niveles.

Se demostró estadísticamente que para la micotoxina zearalenona con una (F calculada $< F$ tablas). Con esto se menciona que no existen diferencias importantes entre los resultados, lo cual se expresa que el contenido de zearalenona no difiere según las 4 zonas en el cual fue cultivado y almacenado el maíz amarillo, por otro lado, para la prueba de significancia

y honestamente distinto de Tukey aplicados a las medias no existió diferencias significativas. (Ver anexo 7).

3.4. Cuantificación de la vomitoxina (Don) en el maíz en las 4 zonas.

Tabla 13

Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para vomitoxina (DON) que representan niveles en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas

(VOMITOXINAS)				
Repeticiones	Zona 1 Ojos de Agua Distrito de Pucacaca	Zona 2 Centro Poblado de Winge – Picota	Zona 3 Centro Poblado de Consuelo – Bellavista	Zona 4 Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0.3	0	0	0

En la tabla 13 es presentado el contenido de vomitoxina en las 4 zonas, se observa que los niveles de vomitoxina en el maíz amarillo fueron bajos, ningún valor sobre pasa los máximos permitidos según la tabla 7 de Gimeno (2010), donde indica que para aves el valor máximo permitido es de 15000 ppb y para cerdos es de 200 ppb, al igual, al igual que la tabla 8 de Alltech (2017); indica que para aves un riesgo bajo permisible es 500 ppb y para cerdo el riesgo bajo permitido es 250 ppb

Todas las muestras analizadas fueron valores bajos, los parámetros, entre ellos tiempo de almacenamiento, temperatura de almacenamiento, humedad relativa del ambiente favorecieron el desarrollo de mohos de vomitoxina. Esto nos lleva a concluir que no se encontró el hongo del género *Fusarium* en niveles de DON en las muestras analizadas en las 4 zonas de investigación acepto un valor de 0.3 ppb en la zona 1 de ojos de agua Distrito de Pucacaca, estas micotoxinas se encuentran a nivel de campo o en alguna de las fases del proceso antes de ser almacenados.

Dentro de los resultados obtenidos encontramos que en comparación con los valores que obtuvieron Almazán y Monterrosa (2019), quienes obtuvieron los siguientes valores:

0.1 ppb, 0.1 ppb, 0 ppb, 0.1, 0 ppb, se puede decir que no hay mucha diferencia entre los valores obtenidos en la presente investigación.

En comparación con los valores registrados por Sierra (2004), que obtuvo los siguientes valores: 3.13 ppb, 3.53 ppb, 3.97 ppb, 0.70 ppb, 1.07 ppb, 0.40 ppb, donde presenta mayor contenido de vomitoxina, aunque estos valores no sobrepasan los límites citados por los autores Gimeno (2010) y Alltech (2019).

Los resultados de vomitoxina derivados en la presente investigación fue menor a lo reportado en Chile, por Vega y col. (2000), quienes encontraron valores de 0.8 a 5.3 ppm.

Los 58 niveles patentados en los Estados Unidos en 1981 variaron de 0,1 a 42 ppm en laberinto, mientras que China informó de 1 a 40 ppm de contaminación, Reino Unido de 0,01 a 0,36 ppm, Francia de 0,14 a 0,6 ppm y Argentina de 0,20 a 0,40 ppm (FAO/OMS, 1999). Investigaciones recientes en Turquía revelaron niveles de 2,67 ppm en harina de maíz (Omurtag y Boyoglu, 2003).

3.5. Cuantificación de la fumonisina en el maíz amarillo en las 4 zonas

Tabla 14

Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para fumonisina que representan niveles en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas

FUMONISINA				
Repeticiones	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
	Ojos de Agua Distrito de Pucacaca	Centro Poblado de Winge – Picota	Centro Poblado de Consuelo – Bellavista	Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista
1	0	1.4	0.6	3.3
2	2	0.1	1.2	6.5
3	0	4.2	1.4	1.2

En la tabla 14, se presenta el contenido de fumonisina entre las 4 zonas, se observa que los niveles de fumonisina en el maíz amarillo fueron bajos, ningún valor sobre pasa los límites máximos permitidos según la tabla 7 de Gimeno (2010), donde indica que para aves

el valor máximo permitido es de (5000 ppb) y para cerdos es de (1500 ppb), al igual que la tabla 8 de Alltech (2017); indica que para aves un riesgo bajo permisible es 10000 ppb y para cerdo el riesgo bajo permitido es 1000 ppb. La mayoría de las muestras analizadas no superan los niveles tolerables para las especies de animales

Las condiciones climáticas que predominaron en las áreas investigadas son favorables para el impulso de especies de *Fusarium* fabricantes de micotoxinas (Chulze, et al. 1996). Elisa encontró que las concentraciones detectadas de las muestras no superaron los niveles tolerables para animales.

Los valores obtenidos de fumonisina en maíz amarillo fueron semejantes a lo obtenido en Guadalajara que fue reportador por Sierra (2004), quien obtuvo los siguientes valores: 0.43 ppb, 0.13 ppb, 3.0 ppb, 3.4 ppb, 4ppb, 0.37 ppb, 0 ppb.

En otra publicación realizada en Ecuador se informó que entre el 90- 100% de las muestras de grano de maíz recolectadas en varias zonas del país estaban contagiadas con fumonisinas con niveles medios de 6.05 ppb, 1,60 ppb, 3.73 ppb, 3.08 ppb (Molina y Ochoa, 2015). En el mismo se explicó que el crecimiento de este tipo en granos de maíz estuvo relacionado con variables climáticas como la temperatura y humedad relativa (Pérez Culcay & Zárate Ochoa, 2013).

Se demostró estadísticamente para la micotoxina Fumonisinina con una (F calculada < F tablas). Con esto se menciona que no existen fuertes diferencias entre los resultados, lo cual se expresa que el contenido de fumonisina no difiere según las 4 zonas en el cual fue cultivado y almacenado el maíz amarillo, por otro lado, para la prueba de significancia y honestamente distinto de Tukey, aplicados a las medias no existió diferencias significativas. (Ver anexo 9).

3.6. Cuantificación de la T2/HT2, en el maíz amarillo en las 4 zonas.

Tabla 15

Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para T2/HT2 Toxina que representan niveles en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas

T2/HT2- TOXINA				
Repeticiones	Zona 1 Ojos de Agua Distrito de Pucacaca	Zona 2 Centro Poblado de Winge – Picota	Zona 3 Centro Poblado de Consuelo – Bellavista	Zona 4 Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista
1	1.3	0	0	1.5
2	1.5	10.7	1.2	1.5
3	0.1	0	2.1	1.5

En la tabla 15, se presenta el contenido de T2/HT2 en las 4 zonas, se observa que los valores en los niveles de T2/HT2 en el maíz amarillo fueron bajos, ningún valor sobre pasa los máximos permitidos según la tabla 7 de Gimeno (2010), donde indica que para aves el valor máximo permitido es de (150 ppb) y para cerdos es de (150 ppb), al igual que la tabla 8 de Alltech (2017); indica que para aves un riesgo bajo permisible es (30 ppb) y para cerdo el riesgo bajo permitido es (50 ppb).

Los valores obtenidos en el trabajo de investigación fueron similares a los valores reportado por Donald (2004) quien obtuvo en su investigación los siguientes valores: 14% de humedad del maíz, 0 ppb; con 18% de humedad, 30 ppb; con 28% de humedad, 6.3 ppb. Es posible que la variación de estos valores se debió a los cambios climáticos. Se demostró en la investigación que todas las muestras clasificadas fueron positivas en micotoxina de tipo T-2, que provinieron de medios de almacenamiento con humedad relativa del ambiente y temperatura del grano, al respecto, la humedad relativa del almacenaje (Calderón, 1987), así como el contenido de humedad y la temperatura del grano son eventualidades que ayudan a que sean producidas las micotoxinas y, en consecuencia, inciden en la pérdida de calidad y cantidad de los granos. Además, la investigación realizada por Donal (2004) se llevó a cabo en Uruguay, la cual tiene condiciones climatológicas diferentes en comparación a la de la zona de donde se extrajeron las muestras para el presente proyecto, por lo tanto, los

resultados que se reportó variaron ligeramente con respecto a la humedad del maíz (De Antonino Faroni, 1993).

Menciona un método para reducir naturalmente la cantidad de agua en el grano y, en consecuencia, la humedad relativa dentro de la instalación de almacenamiento. Además, al reducir el número de días que los granos están expuestos a altas temperaturas (50 a 55 °C) con secado solar suplementario sobre concreto o plástico laminado, se previene que se fisuren y sean susceptibles a la invasión por hongos toxicogénicos.

Finalmente, los hallazgos apuntan a las malas condiciones del maíz amarillo en la zona de San Martín, lo que sugiere la participación de una serie de factores, incluidas las circunstancias desfavorables de almacenamiento y preservación. Esto requiere una estimación e inspección continuas de todos los métodos de elaboración, así como la preservación del maíz amarillo en los establecimientos para evitar pérdidas económicas para los productores del mismo y aves.

Se demostró estadísticamente para las mictoxina T2/HT2- toxina a con una (F calculada < F tablas). Con esto se quiere decir que no existen diferencias resaltantes entre los tratamientos, lo cual se expresa que los niveles contenido de T2/HT2- toxina no difiere entre las 4 zonas en el cual fue cultivado y almacenado el maíz amarillo, por otro lado, para la prueba significancia y honestamente distinto de Tukey aplicados a las medias no existió diferencias significativas. (Ver anexo 10).

3.7. Determinación de los valores proximales del maíz amarillo de las 4 zonas.

En tabla 16, se presenta los valores proximales del maíz amarillo determinada por la técnica espectrofotómetro infrarrojo cercano (NIR), procedente de la zona 1 (Sector Ojos de Agua, Distrito de Pucacaca), zona 2 (Centro Poblado de Winge, Provincia de Picota), zona 3 (Centro Poblado de Consuelo, Provincia de Bellavista), la zona 4 (Caserío Nuevo Chimbote, Provincia de Bellavista).

Tabla 16*Valores proximales del maíz amarillo*

Parámetros	Ojos de Agua	Centro	Centro	Caserío Nuevo
	Distrito de Pucacaca	Poblado de Winge Picota	Poblado de Consuelo Bellavista	Chimbote Bellavista
Contenido (%)				
Proteína cruda	7.621	7.617	7.568	7.545
Extracto de etéreo o grasa	3.9	3.9	3.9	3.9
Fibra cruda	1.7	1.5	1.4	1.8
Ceniza bruta	1.2	1.3	1.2	1.3
Almidón	64.1	64	64.2	64.1
Materia seca	89.23	89.39	89.33	89.31
% Humedad	10.77	10.61	10.67	10.69
Energía metabolizable aparente (K cal/ kg)	3355	3347	3359	3342

Dentro de los resultados obtenidos encontramos que en comparación con los valores establecidos por Calsamiglia (2004), quien obtuvo los siguientes resultados: Materia seca (<20 %), cenizas (6.40 %), proteína bruta (9.37%), extracto etéreo (4.54 %), fibra bruta (28.21%), almidón (10.50 %).

Estos resultados superan a los valores obtenidos en la investigación con un mayor contenido de proteína cruda, contenido de cenizas, contenido de extracto etéreo o grasa y fibra bruta, aunque menor contenido de almidón, estos valores proximales del maíz fueron en función de base seca, dicho esto, el parámetro de la humedad de este resultado contiene un porcentaje alto de humedad.

Así mismo, en comparación con los valores registrados por Calsamiglia (2006) obtuvo de la misma variedad del maíz amarilla: materia seca (>35%), ceniza (4.80%), proteína bruta (7.58%), extracto de etéreo (3.76%), fibra bruta (19.71%), almidón (33,30%).

Estos últimos resultados del maíz tienen similitud a algunos valores obtenidos en la investigación como proteína cruda y extracto de etéreo o grasa.

Desde el punto de vista nutritivo. El contenido en almidón fue elevado en los valores obtenidos en la investigación, este parámetro aporta un alto contenido en carbohidratos y esto ayuda a proporcionar un elevado valor energético al organismo, Con respecto a la

humedad los valores de Calsamiglia (2004); en su investigación presento una humedad elevada comparando los valores generados en el estudio, con esto se quiere decir que al contener mayor humedad el alimento elaborado con este maíz tendrá menos tiempo de vida útil y a su vez contribuirá a la rápida proliferación de algunos hongos causando peligro para su consumo.

FEDNA (2019) obtuvo un porcentaje similar al encontrado en la presente investigación, al hallar la materia seca (86.20 %), proteína cruda (7.90 %), extracto etéreo (3.50 %), fibra cruda (2.30 %) y almidón (62.0 %).

Por otro lado, Restagno (2017) obtuvo un porcentaje superior a FEDNA (2019) y al presente estudio, pero excepto a un parámetro que fue inferior, la fibra cruda.

Estos fueron los siguientes valores que obtuvo Restagno (2017), materia seca (92.60 %), proteína cruda (8.80 %), extracto etéreo (4.08 %), *fibra cruda* (1.48 %), almidón (66.10 %).

CONCLUSIONES

Se realizó la cuantificación de los niveles de micotoxinas en las 4 zonas de investigación por el procedimiento de Elisa en el maíz amarillo en la Provincia de Picota y Bellavista de la región San Martín.

Según lo investigado fueron encontradas micotoxinas en las matrices de las muestras de maíz amarillo, usando el método Elisa (kit de Elisa)

Se cuantificó los niveles para las 6 micotoxinas (aflatoxina, ocratoxina, zearalenona, vomitoxina, fumonisina, T2HT-2) presentes en las muestras de maíz amarillo, con diferentes concentraciones en ppb.

Todos los lugares de estudio del proyecto de investigación (Ojos de Agua Distrito de Pucacaca, Centro Poblado de Winge – Picota, Centro Poblado de Consuelo – Bellavista Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista), presentaron contaminación por aflatoxina, ocratoxina, zearalenona, vomitoxina, fumonisina, T2HT-2 Toxina, siendo mayor la concentración de aflatoxina (29.4 ppb, 19.4 ppb, 30.8 ppb) en el Centro Poblado de Winge Picota. Los valores tienen una influencia principalmente en la salud animal, aunque los niveles de las otras micotoxinas fueron similares en diferentes lugares.

Entre las muestras de maíz amarillo de la localidad del Centro Poblado de Winge; sobrepasa el límite permisible de Aflatoxina con valores de (29.4 ppb, 30.8 ppb, 19.4 ppb), tomando como referencia a las tablas 7 y 8 de Gimeno (2010) y Alltech (2017) donde indican los límites máximos permisible y niveles de riesgos permisible en micotoxinas de tipo aflatoxina

Se realizó los análisis estadísticos por ANOVA en los datos experimentales correspondiente a una significancia del 5% para variables de las micotoxinas en ppb en las 4 zonas de la investigación, donde se comprobó que los valores de aflatoxina y ocratoxina fueron estadísticamente significativos. A si mismo los valores de las medias de la aflatoxina y ocratoxina hubo diferencia significativa comprobado con la prueba Tukey.

Se realizó el análisis proximal del maíz amarillo en estado seco en las 4 zonas del proyecto de investigación, por medio de la técnica espectrofotómetro infrarrojo cercano NIR, los resultados en promedio fueron: proteína 7.58 %, extracto de etéreo 3.9 %, fibra bruta 1.25 %, almidón 64.4 %, materia seca 89.31 % y humedad 10.69 %.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda al analizar las micotoxinas usar el kit de Elisa debido a que los beneficios que esta metodología dan son ventajosos, siendo detallados a continuación: Alta especificidad y sensibilidad:
 - Bajo costo por análisis
 - Tiempo reducción de operación
 - Es útil para realizar pruebas rápidas y cuantificaciones en los centros de acopio de diversos componentes.
- Se recomienda realizar investigaciones sobre micotoxinas en las demás variedades del maíz amarillo, ya que es un producto con potencial económico y sobre todo propio de la selva peruana.
- Se recomienda realizar una investigación más detallada en cuanto a las micotoxinas presente en el maíz, debido a que este es un componente alimenticio de alta prioridad que tiene diversos derivados, y al mismo tiempo tiene utilidad como materia primaria para la elaboración de productos alimenticios para animales de crianza.
- Realizar una investigación por NIRS, sobre el análisis del contenido nutricional específico en las variedades del maíz amarillo en la Región San Martín.
- Se recomienda a las empresas que elaboran alimento del maíz amarillo que sirve como materia prima, implementar el uso de secuestrante para las micotoxinas en el proceso de elaboración de alimento para evitar o disminuir el riesgo de su proliferación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ACSA. Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. (2013) *Tricótesenos del grupo B: deoxinivalenol*. Micotoxinas: “Estudio de dieta total en Cataluña 2008-2009”.
- Adams, R.S., K.B. Kephart, V.A. Ishler, L.J. Hutchinson and G.W. Roth. (1998). *Mold and mycotoxin problems in livestock feeding*. College of Agricultural Sciences, Penn State University. Document number 289027. pp 11.
- Alltech. (2017). *Mycotoxin analyses traffic light report*. *Id mistral*: LM1253-1254
- Almazan, A., y Monterrosa, A. (2019). *Determinación de deoxinivalenol (don) en maíz (Zea mays) mediante el método de inmunoadsorción enzimática (Elisa) competitivo*. Trabajo de Graduación). Universidad de El Salvador Facultad de Química y Farmacia.
- Alomar, D. (1998). *Fundamentos de la Espectroscopía de reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS)*. Como método de análisis para forrajes. *Agro Sur*, 88-104.
- Bennett, J.W. and Klich, M. (2003). *mycotoxins*. *clinic. microb. rev.* 16 (3): 497-516.
- Bucio, V. C. M. Guzmán de Peñas D, Peña-Cabriales JJ. (2001). *Aflatoxina synthesis in Corn fields in Guanajuato*. México. *Rev Iberoam Micol*; 18: 83-7
- Calderón, G.R. (1987). Aflatoxina in El Salvador. En M.S. Zuber, E.B. Lillehoj & B.L. Renfro (Eds.), *Aflatoxin in Maize: A Proceedings of the Workshop* (pp.293- 297). México D.F.: The International Maize and Wheat Improvement Center
- Castillo, W, N. (2019). *Incidencia de hongos ocratoxigénicos en granos de maíz* Proveniens de distintos Sistema de almacenamiento. Universidad de Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. Facultad de Veterinaria y Zootecnia.
- Castillo, A. (2007). Review on the toxicity, occurrence, metabolism, *detoxification, regulations and intake of zearalenone: an oestrogenic mycotoxin* AZinedine, JM Soriano, JC Molto, J Manes *Food and chemical toxicology* 45 (1), 1-18

- Castillo, M. (2007). *Aplicación de la Espectroscopia NIR Control Analítico de proceso de la Industria Química*. Bellaterra.
- Castro, J., Alvarado, A., Koga & Tinoco R. (2015). *Cuantificación de micotoxinas en ingredientes alimenticios utilizados en la dieta de aves comerciales*. Rev Inv Vet Perú. 26 (4): 558 – 564.
- Calsamiglia, S. A. (2004). *Tablas FEDNA de valor nutritivo de Forrajes y Subproductos fibrosos húmedos*. Fundación para el desarrollo de la nutrición animal, 70.
- Cazco, C. (2006). *Maíz Cultivos andinos. Clase tercer año de ingeniería agropecuaria*. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.
- Centro de Investigaciones en Óptica - (CIO) (2017). *Avances de la ciencia en México*, recuperado el 21 de abril -2019, de:https://www.cio.mx/archivos/avances_de_la_ciencia_en_Mexico_2017/BYQ_S1-S5%20.pdf
- Coker, R. D. (1997). NRI BULLETIN 73. *Chanthan, UK, Natural Resources Institute*
- Cozzolino, D. (2002). *Uso de la Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS) en el Análisis de Alimentos para Animales*. Agrociencia, 25-32.
- Cozzolino, D., Fassio, A., y Fernández, E. (2003). *Uso de la Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano para el análisis de calidad de ensilaje de Maíz*. Agricultura Técnica, 387- 393
- Chulze S., Ramírez M.L., Famochi M.C., Michelangelo P., Visconti A. and March G. (1996). *Fusarium and fumonisins occurrence in Argentinian corn at different ear maturity*. J. Agric. Food Chem. 44:2797-2801.
- Dale, N. (1997). *Secuestrantes de Micotoxinas: se exige más criterio*. Industria Avícola. Oct.: 36-37.
- Donals, M. JPF & MC Donalld. AMC. (1997) *Animen Feed Technol* 69. 155-166

- Desjardins, A.E., Hohn T.M., and McCormick S.P. (1993) *Trchothecene biosynthesis in Fusarium species: chemistry, genetics and significance*. *Microbio/. Rev.*, 57:595-604.
- De Antonino, Faroni, L.R. (1993). *Los granos y su calidad*. En C. Arias (Ed.), *Manual de Manejo Poscosecha de Granos*. a Nivel Rural (s.pp.). Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S01.htm#I.%20Los%20granos%20y%20osu%20calidad>
- Devegowda, G. (1998). Boletín informativo Head, División of Animal Sciences Colleg of veterinary Medicine, University of Agricultura Sciences Bangalore india. *El Efecto de Las Micotoxinas en La Producción Porcina (en línea)*. Consultado 10 de mayo de 2010. Disponible en <http://www.Sian.Info.Ve/porcinos/eventos/expoferia/devengada.htm>.
- Denli, M., Pérez, JF. (2006). *Contaminación por Micotoxinas en los Piensos: efectos, tratamientos. Prevención*. (En línea). Consultado 15 de julio de 2011. Disponible en <http://www1.et.sia.upm.es/fedna/capitulos/06CAP.1.pdf>
- Donald J. Chalkling. (2004). *Problemática del Almacenaje de Granos con Humedades Intermedias*. Young; URUGUAY. Proyecto Línea de investigación Aplicada 044; Convenio: INIA Soc. Rural de Río Negro (con Financiamiento BID). Ing. Agr. Sociedad Rural de Río Negro (UEDY). Responsable del Proyecto.
- Engvall, E. (1975). *ELISA: ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas*. Estocolmo: Univ. Libris 896483
- Enciclopedia agropecuaria - (EA) (1995). Ingeniería y Agroindustria. Editorial Terranova. Santa Fe de Bogotá – Colombia. Pág. 480.
- FAO/OMS/PNUMA (1999) *Micotoxinas de interés creciente*. Tricotecenos. Tercera conferencia internacional mixta. Túnez.

FEDNA Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (2019). Maíz USA (rev. Nov. 2016) (en línea). España. Consultado el 27 de Julio de 2019. (<http://www.fundacionfedna.org/node/372>).

Garrido, A., Gómez, A., Guerrero, J., & Fernández, V. (1996). *NIRS: Una Tecnología de Apoyo para un Servicio Integral en 46 Alimentación Animal*. XII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA, (pág. 27p). Madrid.

Garrido, A., Pérez, M., Guerrero, J., & Gómez, A. (2003). *Avances en La Utilización de La Tecnología Nirs*. Aplicaciones en Producción Animal. Madrid: Universidad Politécnica de Córdoba

Jimeno, A. (2010). *Revisión de las concentraciones máximas tolerables para ciertas Micotoxinas en animales*. Consultor técnico de Special Nutrientes, Inc., 2766 Douglas Road, Miami, Florida, 33133 USA; 2010.

Hernández Guzmán, JA; Carballo Carballo, A. (2007). *Almacenamiento y conservación de granos y semillas (en línea)*. México, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Consultado 13 jul. 2017. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Almacenamiento%20de%20semillas.pdf>

INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (1993).

INIA Ministerio de Agricultura. Agosto (2020)

<https://www.google.com/search?q=inia+san+martin+cantidad+producida+d+e69i+57.3377+4j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Kos, J., Janić E., Jajic, I., Krstovic, S., Mastilovic, J., Saric, B., Jovanov, P. (2016). Comparison of ELISA, HPLC – FLD and HPLC – MS/MS methods for determination of aflatoxin M1 in natural contaminated milk samples. *Acta Chimica Slovenica*, 63, 747–756.

Lawlor, P.G. y Lynch, P.B. (2001) *.Peer Review* 54: 117-120

López, G., Park, D., Phillips, T. (1999). *Sistema integrado de gestión de micotoxinas*. Tercera conferencia internacional sobre micotoxinas. FAO/OMS/PMA sobre

Micotoxinas. Túnez.

Mejía, N., Alvarado, P. y Vásquez, N. (2014). *Determinación de aflatoxinas en productos derivados de cereales de consumo humano en Mercados de Trujillo (Perú)*. REBIOLEST. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú

Molina M, J C &. Ochoa, M, C. A. (2015). *Caracterización del proceso tradicional del pelado de maíz con ceniza a ser utilizado como estrategia de detoxificación de aflatoxinas y fumonisinas*. Caso de estudio: nabón – ecuador.

Neogen Corporation. (2008). *Veratox R HS Quantitative Aflatoxin High Sensitivity Test*. USA.

Neogen Corporation. (2012). *Veratox R for Ochratoxin Grain*. USA.

Neogen Corporation. (2014). *Veratox R for T – 2*. USA.

Neogen Corporation. (2018). *Veratox R for Fumonisin*. USA.

Neogen Corporation. (2018). *Veratox R for Vomitoxina* USA.

Neogen Corporation. (2018). *Veratox R for Zearalenona*. USA.

Neogen Corporation. (2014). *V- Ochra –ES -1214*

Nole, P, P. (2012). *Evaluación agronómica de ocho híbridos experimentales frente a tres híbridos comerciales de maíz (Zea mays)*, en el barrio almendral del Cantón Paltas. Tesis para optar el Título de Ingeniero en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Loja-Ecuador. 123 p.

Ochoa, Schaad, JR. (2016). *Los hongos y producción de sustancias tóxicas que afectan a los seres humanos y animales*. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Departamento de Almacenamiento de Alimentos. 15 diapositivas.

Omurtag, GZ, Beyoğlu, D. (2003). *Presencia de desoxinivalenol (vomitoxina) en cereales procesados y legumbres en Turquía*. *Alimentos Addit Contam* 20 (4): 405-9. doi: 10.1080 / 0265203031000082512.PMID: 12775484

Pasquini, C. (2003). *Near Infrared Spectroscopy: Fundamentals, Practical Aspects and Analytical Aplicación*. *J. Braz. Chem. Soc.*, 198-219.

- Pereira, V., Fernández, J, y Cunha, S. (2014). *Mycotoxins in cereals and related foodstuffs: A review on occurrence and recent methods of analysis*. Trends in Food Science and Technology, 36, 96–136.
- Pérez, Culcay, D. R., & Zárate, Ochoa, M. E. (2013). *Determinación de la flora micológica del maíz seco y su harina en la parroquia*. San Juan-cantón Gualaceo
- Pittet, A. (1998). *Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds an updated review* Rev. Med. Vet. 149: 479- 492.
- Reyes, W., Patricio, S., Pereyra, C., González, M.L., Cavaglieri, L., Dalcero, A. (2016). *Determinación Aflatoxinas, Deoxivalenol y Zearalenona en rastrojo de maíz cosechado en Tepatitlán, Jalisco, México*. Revista Bio Ciencias 4(1): 3-14 mayo
- Rostagno. H., Albino, L., Hannas, M., Donzele, J., Sakomura, N., Perazzo, F., Saraiva, A. Brito, C. (2017). *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos: Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales*. 4 Ed. Universidad Federal de Viçosa. Brasil. 488p.
- Ross P.F., Nelson P.E., Richard J.L., Osweiler G.D., Rice L.G., Plattner R.O., and Wilson T.M. (1990). *Production of fumonisins by F. moniliforme and F. Proliferatum, isolated associated with equine leukoencephalomalacia and pulmonary edema syndrome in swine*. Appl. Environ. Microbio/56: 3225-3226
- Saliba, E., Montijo, M., Rodríguez, N., Miranda, L., & Obeid, J. (2003). *Predicção da Composição química do sorgo pela tecnica de espectroscopia de reflectancia no infravermelho próximo*. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia, 357-360
- Sierra, A R. (2004). *Estudio de la contaminación por micotoxinas en maíz (zea mays) de tres variedades cosechadas en el estado de jalisco*. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco.

- Shier, W.T. (1998). *Estrogenic mycotoxins*. *Revue Med. Vet.*, 149:599-604
- Sweeney, M.J, & Dobson, D.N (1998) *Int. J. Foot mier.* 43
- Soriano del Castillo, J. M. (2007) *Micotoxinas en Alimentos*. España: Díaz de Santos. *Productos derivados de cereales de consumo humano en Mercados de Trujillo (Perú)*. (2): e30. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Peru
- Turner, N., Subrahmanyam, S. y Piletsky, S. (2009). *Analytical methods for termination of mycotoxins: A review*. *Analytica Chimica Acta*, 632(2),168
- Varga J., Kevei E., Rinyu E. Teren J., and Kozakiewicz Z. (1996). *Ochratoxin Production by Aspergillus species*. *Appl. Environ. Microbio/.* 62: 4461-4464.
- Vásquez, D., Abadia, B., & Arreaza, L. (2004). *Aplicación de la espectroscopía reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) para la caracterización nutricional del pasto Guinea y del grano del maíz*. CORPOICA , 49-55
- Valladares, César Augusto. (2010). *Taxonomía, Botánica y Fisiología de los cultivos de grano*. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. 28 p.
- Vega, H., Saelzer, R., Rios, G., Herlitz, E., Bastías C. y Vega M. (2000). *Contaminación por micotoxinas de alimentos y piensos en Chile; resultados del trienio 1997-2000*. Memorias III Congreso Latinoamericano de Micotoxicología, celebrado 6-10 noviembre 2000 Córdoba, Argentina.
- Washington, D. C. (2005). *Manual de Mantenimiento para Equipo de Laboratorio*. Tecnología y Prestación de Servicios de Salud (THS). Medicamentos Esenciales, Vacunas y Tecnologías en Salud (EV)
- Zheng, X., Zugates, T., Lu, Z., Shi, L., Bai, J.M., Lee, T. (2006). *Baboon/dSmad2 TGF-beta signaling is required during late larval stage for development of adult-specific neurons*. *EMBO J.* 25(3): 615--627.

ANEXOS

Calibración para las lecturas.

*Los resultados de ELISA competitivo directo, fueron generados a través de la densidad óptica, y a través del programa Neogen, fueron encontrados los de micotoxinas para cada muestra en términos de absorbancia; los cuales se resumen en los **anexos***

Después de realizar la curva de calibración se observó el comportamiento del coeficiente de correlación (R^2) cercano a 1. La presentación de las 24 curvas de calibración con los resultados se mostrará en la sección de anexos.

Para la calibración a través del procedimiento espectrométrico fueron analizados los patrones con concentraciones que van desde 0 ppb hasta llegar al último número que es la máxima concentración de los patrones incluidos en el kit ELISA.

Número de controles para las 6 micotoxinas

N° de Patrones	Aflatoxina	Ocratoxina	Zearalenona	Vomitoxina	Fumonisina	T2/HT2 Toxina
1	0 ppb	0 ppb	0 ppb	0 ppb	0 ppb	0 ppb
2	5 ppb	2 ppb	25 ppb	0.5 ppb	1 ppb	25 ppb
3	15 ppb	5 ppb	75 ppb	1 ppb	2 ppb	50 ppb
4	50 ppb	10 ppb	150 ppb	2 ppb	4 ppb	100 ppb
5		25 ppb	500 ppb	6 ppb	6 ppb	250 ppb

En cuanto a los datos generados se consigue que: el valor de (R^2) se acercó mucho a los valores ideales en cual es cercano a 1, esto señala que la curva de calibración se aproxima a una línea recta, presentando una adecuada correlación entre las variables. El equipo espectrofotométrico lo que permite tener rangos de probabilidad de erros muy pequeño, además el equipo a través de su parámetro es un dato cualitativo permitiendo identificar si el analito de interés se encuentra presente o no, así sea a bajas concentraciones en la muestra a analizar minimizando el riesgo de cometer falsos positivos y falsos negativos.

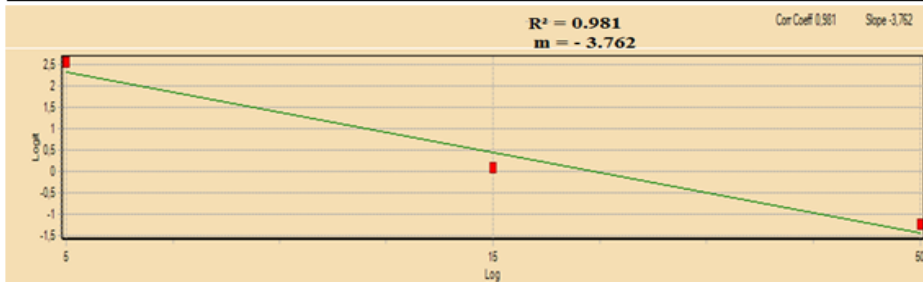
Se observa que la pendiente es negativa, esto se debe a que la relación entre concentraciones de las micotoxinas de Aflatoxina, Ocratoxina, Zearalenona, Vomitoxina, Fumonisina y T-2/HT-2 Toxina en la muestra y la absorbancia (densidades ópticas) leída por el equipo es inversamente proporcional, es decir, a mayor intensidad de color, menor es la concentración

de las micotoxinas mencionadas, este comportamiento es debido a que este es un enzimoimmunoanálisis de adsorción directo competitivo, donde se permite que las micotoxinas libres de las muestras y controles compitan con la micotoxinas enzimomarcada (el conjugado) por los sitios de adsorción de los anticuerpos.

Anexo 1. Resultados de las 6 micotoxinas en la zona 1. Ojos de Agua Distrito de Pucacaca

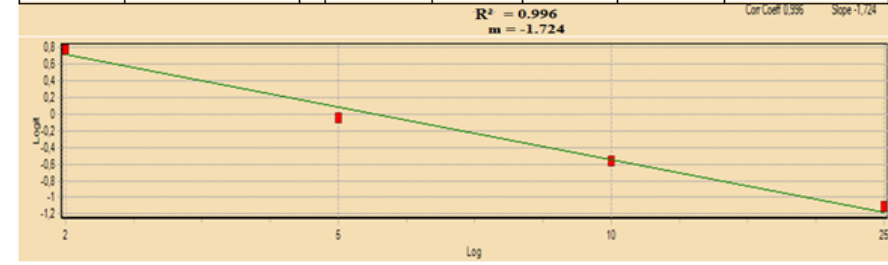
Resultados de micotoxinas tipo Aflatoxina (ppb) – zona 1

Ensayo	AFLATOXINA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Pucacaca	1	0 ppb	3.000	0.0		
Método	Competitivo directo	2	5 ppb	2.784	4.4		
		3	15 ppb	1.581	19.5		
		4	50 ppb	0.681	44.1		
		5	Muestra 1	3.000	1.0	1.0	1.0
		6	Muestra 2	3.000	1.0	1.0	1.0
		7	Muestra 3	3.000	1.0	1.0	1.0



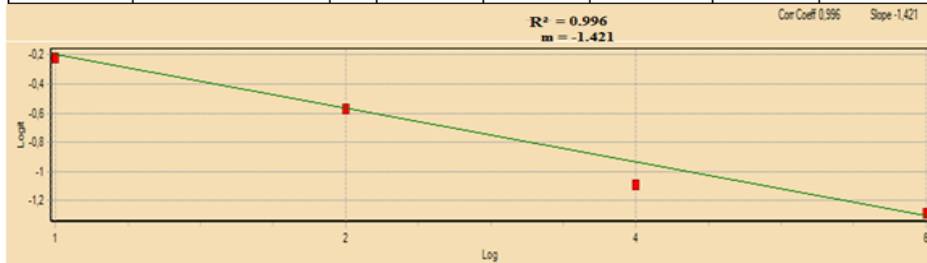
Resultados de micotoxinas tipo Ocratoxina (ppb)- zona 1

Ensayo	OCRATOXINA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Pucacaca	1	0 ppb	1.984	0.0		
Método	Competitivo directo	2	2 ppb	1.358	1.8		
		3	5 ppb	0.973	5.4		
		4	10 ppb	0.720	11.0		
		5	25 ppb	0.490	22.9		
		6	Muestra 1	2.114	0.0	1.0	0.0
		7	Muestra 2	2.067	0.0	1.0	0.0
		8	Muestra 3	1.648	0.6	1.0	0.6



Resultados de micotoxinas tipo Zearalenona (ppb) zona 1

Ensayo	ZEARALENONA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Pucacaca	1	0 ppb	2.737	0,0		
Método	Competitivo directo	2	25 ppb	1.906	23.3		
		3	75 ppb	1.409	67.8		
		4	150 ppb	0.876	208.5		
		5	500 ppb	0,600	426.1		
		6	Muestra 1	2.626	0.9	1,0	0,9
		7	Muestra 2	2.805	0,0	1,0	0,0
		8	Muestra 3	2.805	0,0	1,0	0,0



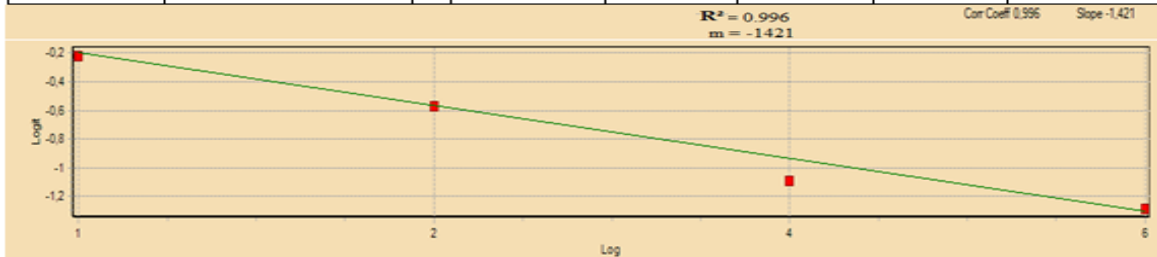
Resultados de micotoxinas tipo Vomitoxinas (ppt) zona 1

Ensayo	VOMITOXINA (DON)	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Pucacaca	1	0.0 ppm	3.00	0,0		
Método	Competitivo directo	2	0.5 ppm	2.037	0.5		
		3	1 ppm	1.411	1.1		
		4	2 ppm	0.882	2.1		
		5	6 ppm	0.383	5.7		
		6	Muestra 1	3,000	0,0	1,0	0,0
		7	Muestra 2	3,000	0,0	1,0	0,0
		8	Muestra 3	2,300	0,3	1,0	0,3



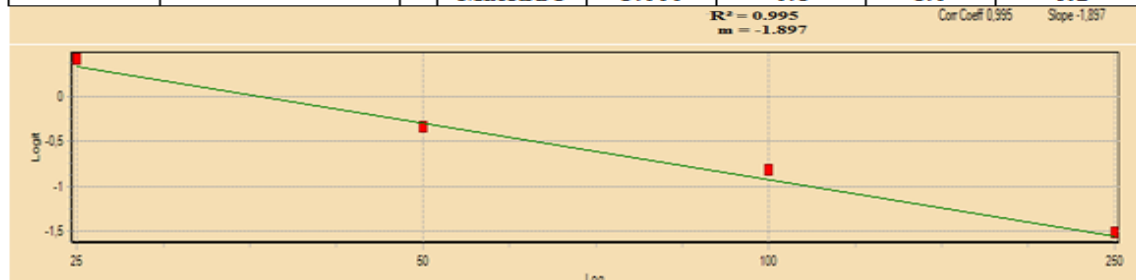
Resultados de micotoxinas tipo Fumonisina (ppt) zona 1

Ensayo	FUMONISINA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Pucacaca	1	0 ppb	1.746	0.0		
Método	Competitivo directo	2	1 ppm	0.778	1.0		
		3	2 ppm	0.630	1.8		
		4	4 ppm	0.438	4.3		
		5	6 ppm	0.377	5.9		
		6	Muestra 1	1.681	0.0	1.0	0.0
		7	Muestra 2	0.615	2.0	1.0	2.0
		8	Muestra 3	1.860	0.0	1.0	0.0



Resultados de micotoxinas tipo T-2/HT-2 Toxina (ppb) zona 1

Ensayo	T-2/HT-2 TOXINA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Pucacaca	1	0 ppb	3.000	0.0		
Método	Competitivo directo	2	25 ppb	1.813	22.6		
		3	50 ppb	1.248	57.1		
		4	100 ppb	0.920	101.8		
		5	250 ppb	0.541	237.6		
		6	Muestra 1	2.825	1.3	1.0	1.3
		7	Muestra 2	2.804	1.5	1.0	1.5
		8	Muestra 3	3.000	0.1	1.0	0.1



Anexo 2. Resultados de las 6 micotoxinas en la zona 2 Centro Poblado de Winge Provincia de Picota

Resultados de micotoxinas tipo Aflatoxina (ppb) zona 2

Ensayo	AFLATOXINA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Winge	1	0 ppb	3.000	0.0		
Método	Competitivo directo	2	5 ppb	2.419	30.8		
		3	15 ppb	1.148	65.1		
		4	50 ppb	0.566	90.8		
		5	Muestra 1	0.766	29.4	1.0	29.4
		6	Muestra 2	1.443	19.4	1.0	19.4
		7	Muestra 3	0.783	30.8	1.0	30.8



Resultados de micotoxinas tipo Ocratoxina (ppb) zona 2

Ensayo	OCRATOXINA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Winge	1	0 ppb	1.900	0.0		
Método	Competitivo directo	2	2 ppb	1.129	2.1		
		3	5 ppb	0.922	4.2		
		4	10 ppb	0.625	11.3		
		5	25 ppb	0.429	24.7		
		6	Muestra 1	1.902	0.0	1.0	0.0
		7	Muestra 2	1.895	0.0	1.0	0.0
		8	Muestra 3	1.970	0.0	1.1	0.0



Resultados de micotoxinas tipo Zearalenona (ppb) zona 2

Ensayo	ZEARALENONA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Winge	1	0 ppb	3.000	0.0		
Método	Competitivo directo	2	25 ppb	2	22.3		
		3	75 ppb	0.997	86.9		
		4	150 ppb	0.775	158.7		
		5	500 ppm	0.470	457.9		
		6	Muestra 1	2.805	0.3	1.0	0.3
		7	Muestra 2	1.446	30.3	1.0	30.3
		8	Muestra 3	1.864	11.6	1.1	11.6



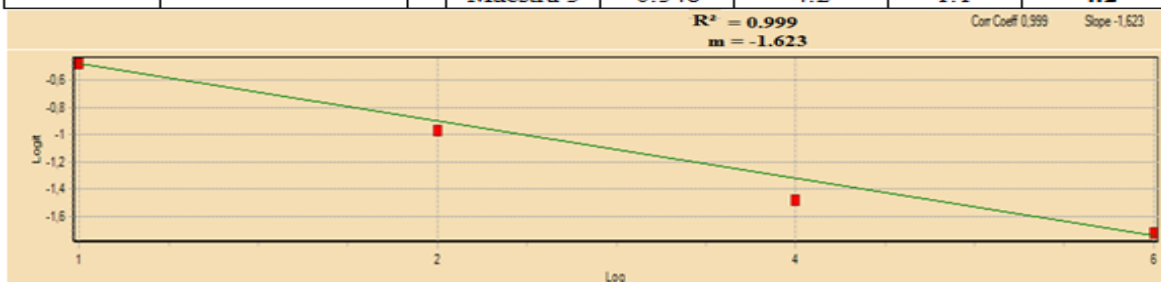
Resultados de micotoxinas tipo Vomitoxina (ppt) zona 2

Ensayo	VOMITOXINA (DON)	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Winge	1	0 ppm	>3.0	0,0		
Método	Competitivo directo	2	0.5 ppm	>3.0	4.0		
		3	1 ppm	>3.0	12.0		
		4	2 ppm	>3.0	24.0		
		5	6 ppm	>3.0	52.0		
		6	Muestra 1	>3.0	0.0	1.0	0.0
		7	Muestra 2	>3.0	0.0	1.0	0.0
		8	Muestra 3	>3.0	0.0	1.1	0.0



Resultados de micotoxinas tipo Fumonisina (ppt) zona 2

Ensayo	FUMONISINA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Winge	1	0 ppm	3.000	0.0		
Método	Competitivo directo	2	1 ppm	1.150	1.0		
		3	2 ppm	0.828	2.0		
		4	4 ppm	0.556	4.1		
		5	6 ppm	0.454	5.9		
		6	Muestra 1	0.996	1.4	1.0	1.4
		7	Muestra 2	2.323	0.1	1.0	0.1
		8	Muestra 3	0.548	4.2	1.1	4.2



Resultados de micotoxinas tipo T-2/HT-2 Toxina (ppb) zona 2

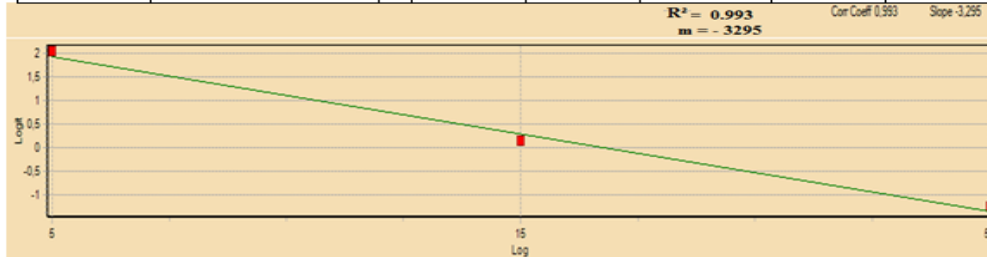
Ensayo	T-2/HT-2 TOXINA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Winge	1	0 ppb	3	0.0		
Método	Competitivo directo	2	25 ppb	2	24.4		
		3	50 ppb	1.332	52.3		
		4	100 ppb	0.946	98.7		
		5	250 ppb	0.504	248.6		
		6	Muestra 1	3	0.0	1.0	0.0
		7	Muestra 2	2	10.7	1.0	10.7
		8	Muestra 3	3	0.0	1.1	0.0



Anexo 3. Resultados de las 6 micotoxinas en la zona 3 Centro Poblado de Consuelo Provincia de Bellavista

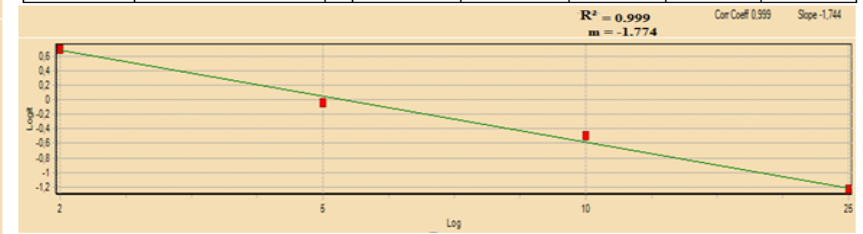
Resultados de micotoxinas tipo Aflatoxina (ppb) zona 3

Ensayo	AFLATOXINA	Descripción	Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Consuelo - Bellavista	1 0 ppb	3.000	0.0		
Método	Competitivo directo	2 5 ppb	2.660	4.6		
		3 15 ppb	1.614	17.5		
		4 50 ppb	0.669	46.5		
		5 Muestra 1	3.000	0.6	1.0	0.6
		6 Muestra 2	3.000	0.6	1.0	0.6
		7 Muestra 3	3.000	0.6	1.0	0.6



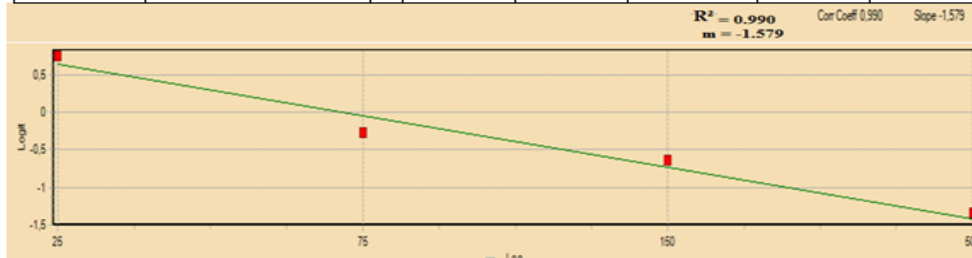
Resultados de micotoxinas tipo Ocratoxina (ppb) zona 3

Ensayo	OCRATOXINA	Descripción	Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Consuelo - Bellavista	1 0 ppb	2.304	0.0		
Método	Competitivo directo	2 2 ppb	1.540	2.0		
		3 5 ppb	1.130	5.2		
		4 10 ppb	0.876	9.5		
		5 25 ppb	0.520	25.4		
		6 Muestra 1	2.003	0.4	1.0	0.4
		7 Muestra 2	1.963	0.5	1.0	0.5
		8 Muestra 3	1.953	0.5	1.0	0.5



Resultados de micotoxinas tipo Zearalenona (ppb) zona 3

Ensayo	ZEARALENONA	Descripción	Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Consuelo - Bellavista	1 0 ppb	2.539	0.0		
Método	competitivo directo	2 25 ppb	1.723	21.2		
		3 75 ppb	1.100	93.2		
		4 150 ppb	0.875	160.8		
		5 500 ppb	0.528	442.8		
		6 Muestra 1	2.299	2.3	1.0	2.3
		7 Muestra 2	2.301	2.3	1.0	2.3
		8 Muestra 3	2.365	1.4	1.0	1.4



Resultados de micotoxinas tipo Vomitoxina (ppt) zona 3

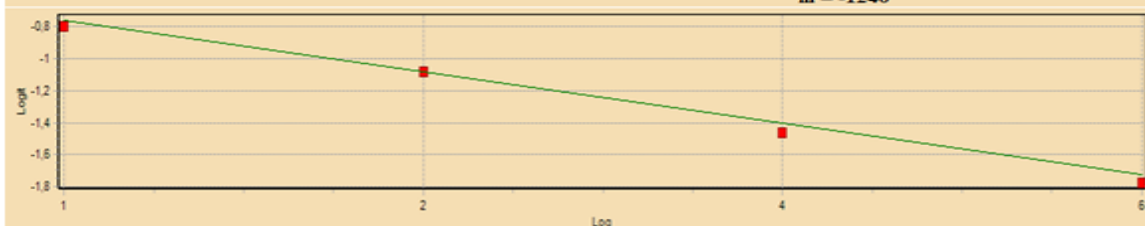
Ensayo	VOMITOXINA (DON)	Descripción	Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Consuelo - Bellavista	1 0 ppm	3.000	0.0		
Método	competitivo directo	2 0,5 ppm	2.543	0.4		
		3 1 ppm	1.663	1.2		
		4 2 ppm	1.042	2.3		
		5 6 ppm	0.420	5.3		
		6 Muestra 1	3.000	0.0	1.0	0.0
		7 Muestra 2	3.000	0.0	1.0	0.0
		8 Muestra 3	3.000	0.0	1.0	0.0



Resultados de micotoxinas tipo Fumonisina (ppt) zona 3

Ensayo	FUMONISINA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Consuelo - Bellavista	1	0 ppm	2.166	0.0		
Método	competitivo directo	2	1 ppm	0.672	1.1		
		3	2 ppm	0.547	1.8		
		4	4 ppm	0.408	3.7		
		5	6 ppm	0.313	6.6		
		6	Muestra 1	0.844	0.6	1.0	0.6
		7	Muestra 2	0.642	1.2	1.0	1.2
		8	Muestra 3	0.600	1.4	1.0	1.4

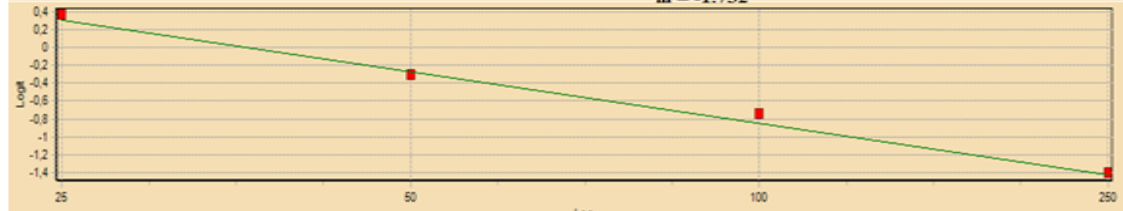
$R^2 = 0.992$ Cor Coeff 0.992 Slope -1.240
 $m = -1.240$



Resultados de micotoxinas tipo T-2/HT-2 Toxina (ppb) zona 3

Ensayo	T-2/HT-2 TOXINA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Consuelo - Bellavista	1	0 ppb	2.849	0.0		
Método	competitivo directo	2	25 ppb	1.684	23.0		
		3	50 ppb	1.210	56.2		
		4	100 ppb	0.922	100.1		
		5	250 ppb	0.564	241.2		
		6	Muestra 1	2.857	0.0	1.0	0.0
		7	Muestra 2	2.649	1.2	1.0	1.2
		8	Muestra 3	2.562	2.10	1.0	2.1

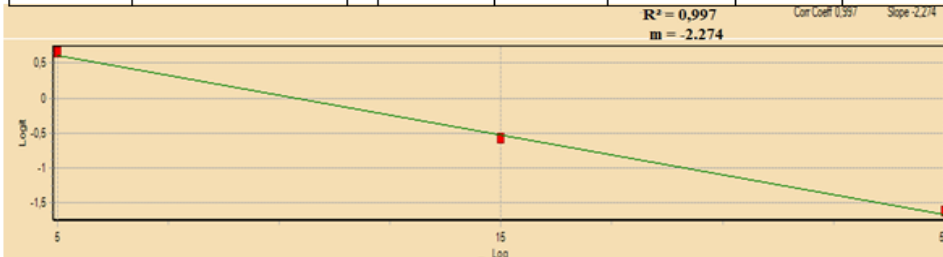
$R^2 = 0.996$ Cor Coeff 0.996 Slope -1.732
 $m = -1.732$



Anexo 4. Resultados de las 6 micotoxinas en la zona 4 Caserío Nuevo Chimbote Provincia de Bellavista

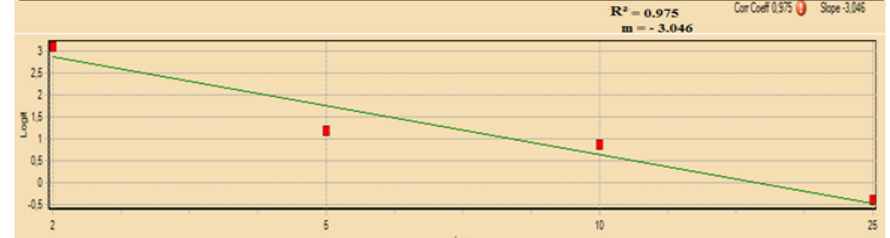
Resultados de micotoxinas tipo Aflatoxina (ppb) zona 4

Ensayo	AFLATOXINA	Descripción	Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Nuevo Chimbote -B	1 0 ppb	3,000	0,0		
Método	Competitivo directo	2 5 ppb	1,979	4,7		
		3 15 ppb	1,079	16,6		
		4 50 ppb	0,497	47,6		
		5 Muestra 1	3,000	0,1	1,0	0,1
		6 Muestra 2	3,000	0,1	1,0	0,1
		7 Muestra 3	3,000	0,1	1,0	0,1



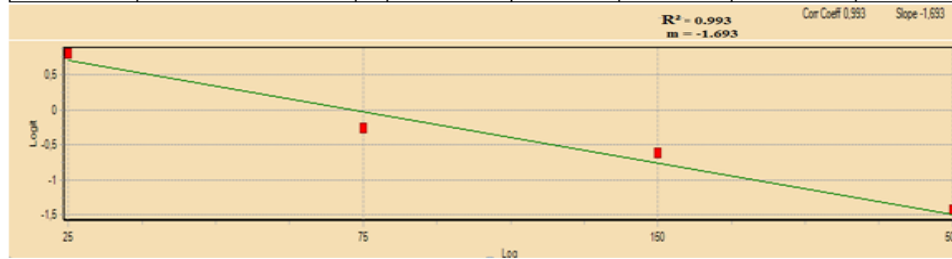
Resultados de micotoxinas tipo Ocratoxina (ppb) zona 4

Ensayo	OCRATOXINA	Descripción	Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Nuevo Chimbote -B	1 0 ppb	2,297	0,0		
Método	Competitivo directo	2 2 ppb	2,199	1,7		
		3 5 ppb	1,756	7,1		
		4 10 ppb	1,622	9,0		
		5 25 ppb	0,922	23,5		
		6 Muestra 1	1,858	5,8	1,0	5,8
		7 Muestra 2	1,919	5,1	1,0	5,1
		8 Muestra 3	1,970	4,5	1,0	4,5



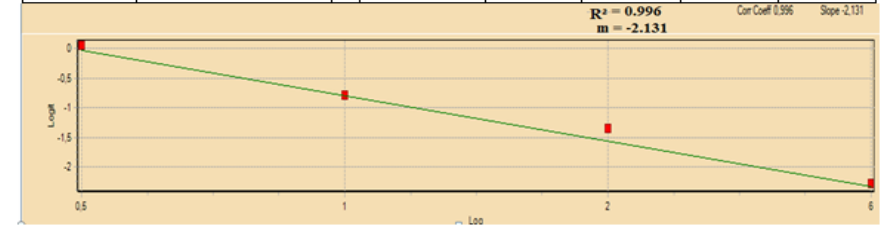
Resultados de micotoxinas tipo Zearalenona (ppb) zona 4

Ensayo	ZEARALENONA	Descripción	Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Nuevo Chimbote -B	1 0 ppb	2.676	0.0		
Método	Competitivo directo	2 25 ppb	1.852	21.8		
		3 75 ppb	1.172	92.2		
		4 150 ppb	0.939	151.6		
		5 500 ppb	0.516	460.5		
		6 Muestra 1	2.357	4.3	1.0	4.3
		7 Muestra 2	2.256	6.7	1.0	6.7
		8 Muestra 3	2.295	5.7	1.0	5.7



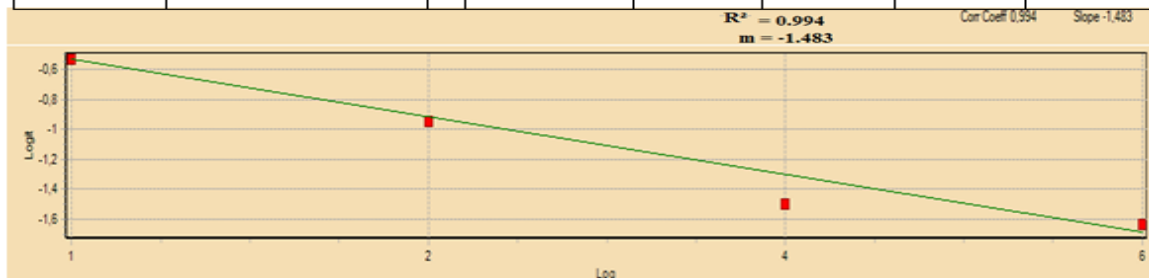
Resultados de micotoxinas tipo Vomitoxina (ppt) zona 4

Ensayo	VOMITOXINA (DON)	Descripción	Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Nuevo Chimbote -B	1 0 ppm	2.439	0.0		
Método	Competitivo directo	2 0.5 ppm	1.257	0.5		
		3 1 ppm	0.766	1.1		
		4 2 ppm	0.502	2.1		
		5 6 ppm	0.226	5.7		
		6 Muestra 1	3.000	0.0	1.0	0.0
		7 Muestra 2	3.000	0.0	1.0	0.0
		8 Muestra 3	3.000	0.0	1.0	0.0



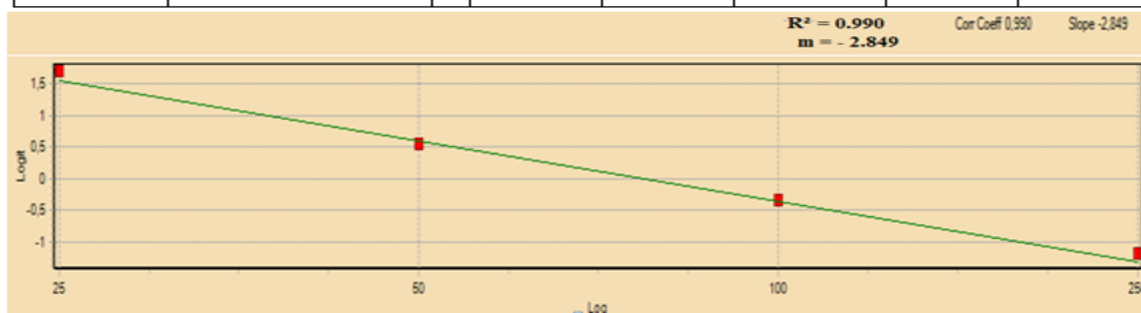
Resultados de micotoxinas tipo Fumonisina (ppt) zona 4

Ensayo	FUMONISINA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Nuevo Chimbote -B	1	0 ppm	3.000	0.0		
Método	Competitivo directo	2	1 ppm	1.111	1.0		
		3	2 ppm	0.838	1.9		
		4	4 ppm	0.547	4.5		
		5	6 ppm	0.489	5.6		
		6	Muestra 1	0.641	3.3	1.0	3.3
		7	Muestra 2	0.450	6.5	1.0	6.5
		8	Muestra 3	1.042	1.2	1.0	1.2



Resultados de micotoxinas tipo T-2/HT-2 Toxina (ppt) zona 4

Ensayo	T-2/HT-2 TOXINA	Descripción		Densidad óptica	Resultado preliminar	Factor de dilución	Resultado final
Lote de kit	Nuevo Chimbote -B	1	0 ppb	3.000	0.0		
Método	Competitivo directo	2	25 ppb	2.537	21.9		
		3	50 ppb	1.897	56.0		
		4	100 ppb	1.251	113.8		
		5	250 ppb	0.710	223.6		
		6	Muestra 1	3.000	1.5	1.0	1.5
		7	Muestra 2	3.000	1.5	1.0	1.5
		8	Muestra 3	3.000	1.5	1.0	1.5



Anexo 5. Análisis estadístico para niveles de aflatoxina en los tratamientos del maíz amarillo en las 4 zonas de investigación.

Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para aflatoxina que representan niveles de aflatoxina en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas

Aflatoxina					
Repeticiones	Zona 1 Ojos de Agua Distrito de Pucacaca	Zona 2 Centro Poblado de Winge – Picota	Zona 3 Centro Poblado de Consuelo – Bellavista	Zona 4 Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista	Suma
1	1	29.4	0.6	0.1	31.1
2	1	19.4	0.6	0.1	21.1
3	1	30.8	0.6	0.1	32.5
Suma	3	79.6	1.8	0.3	84.7
Promedio	1	26.53	0.60	0.10	
Suma de cuadrados	3	2189.36	1.08	0.03	2193.5

ANOVA de los datos experimentales correspondiente con una significancia del 5% (0.05) para variables de aflatoxina

Fuentes de variación	de G.L	SC	CM	F.Cal	F.Tabla ($\alpha = 0.05$)
Tratamientos	3	1518.35	506.11	52.39 *	4.06
Error experimental	8	77.31	9.66		
Total	11	1595.66			

FV = Fuente de Variación

GL = Grados de libertad.

NS = No Significativo

SC = Sumatoria de Cuadrados

CM = Cuadrados Medios.

* = **significativo** al 5 %

F. Cal = F calculada.

F. Tab. = F tabulada (al 5 %)

Doble entrada para comparar la significación de la prueba de Tukey entre las medias de los 4 tratamientos para la variable aflatoxina

(Aflatoxina)				
Medias	Zona 2 Centro Poblado de Winge – Picota (26.53)	Zona 1 Ojos de Agua Distrito de Pucacaca (1.0)	Zona 3 Centro Poblado de Consuelo – Bellavista (0.60)	Zona 4 Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista (0.10)
Zona 4 = 0.10	26.43 *	0.9 NS	0.5 NS	-
Zona 3 = 0.60	25.93 *	0.4 NS	-	-
Zona 1 = 1	25.53 *	-	-	-
Zona 2 = 26.53	-	-	-	-

$W = q \sqrt{CME/r}$ $W = 4.89 \times 1.7944 = 8.77$ es el valor de Tukey

Anexo 6. Análisis estadístico para niveles de ocratoxina en los tratamientos del maíz amarillo en las 4 zonas de investigación.

Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para ocratoxina que representan niveles de ocratoxina en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas

(OCRATOXINA)					
Repeticiones	Zona 1 Ojos de Agua Distrito de Pucacaca	Zona 2 Centro Poblado de Winge – Picota	Zona 3 Centro Poblado de Consuelo – Bellavista	Zona 4 Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista	Suma
1	0	0	0.4	5.8	6.2
2	0	0	0.5	5.1	5.6
3	0.6	0	0.5	4.5	5.6
Suma	0.6	0	1.4	15.4	17.4
Promedio	0.20	0.00	0.47	5.13	
Suma de cuadrados	0.36	0	0.66	79.9	80.92

ANOVA de los datos experimentales correspondiente con una significancia del 5% (0.05) para variables de ocratoxina.

Fuentes de variación	G.L	SC	CM	F.Cal	F.Tabla ($\alpha = 0.05$)
Tratamientos	3	54.59	18.19	132.77*	4.06
Error experimental	8	1.1	0.137		
Total	11	55.69			

FV = Fuente de Variación
GL = grados de libertad.
F. Cal = F calculada.

SC = Sumatoria de Cuadrados
CM = Cuadrados Medios.
F. Tab.= F tabulada(al 5 %)

NS = No Significativo
 * = significativo al 5 %

Doble entrada para comparar la significación de la prueba de Tukey entre las medias de los 4 tratamientos para la variable *Ocratoxina*

(Ocratoxina)				
Medias	Zona 4 Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista (5.13)	Zona 3 Centro Poblado de Consuelo – Bellavista (0.47)	Zona 1 Ojos de Agua Distrito de Pucacaca (0.20)	Zona 2 Centro Poblado de Winge – Picota (0.0)
Zona 2 = 0.0	5.13*	0.47NS	0.2NS	-
Zona 1 = 0.20	4.93*	0.27NS	-	-
Zona 3 = 0.47	4.66*	-	-	-
Zona 4 = 5.13	-	-	-	-

$W = q \sqrt{CME/r}$ $W = 4.89 \times 0.21369 = 1.044$ es el valor de Tukey

Anexo 7. Análisis estadístico para niveles de zearalenona en los tratamientos del maíz amarillo en las 4 zonas de investigación.

Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para zearalenona que representan niveles de ocratoxina en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas

(Zearalenona)					
Repeticiones	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Suma
	Ojos de Agua Distrito de Pucacaca	Centro Poblado de Winge – Picota	Centro Poblado de Consuelo – Bellavista	Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista	
1	0.9	0.3	2.3	4.3	7.8
2	0	30.3	2.3	6.7	39.3
3	0	11.6	1.4	5.7	18.7
Suma	0.9	42.2	6	16.7	65.8
Promedio	0.30	14.07	2.00	5.57	
Suma de cuadrados	0.81	1052.74	12.54	95.87	1161.96

ANOVA de los datos experimentales correspondiente con una significancia del 5% (0.05) para variables de zearalenona

Fuentes de variación	G.L	SC	CM	F.Cal	F.Tabla ($\alpha = 0.05$)
Tratamientos	3	338.04	112.68	1.95 NS	4.06
Error experimental	8	463.12	57.89		
Total	11	801.16			

FV = Fuente de Variación
GL = grados de libertad.
F. Cal = F calculada.

SC = Sumatoria de Cuadrados
CM = Cuadrados Medios.
F. Tab.= F tabulada(al 5 %)

NS = No Significativo
* = significativo al 5 %

Doble entrada para comparar la significación de la prueba de Tukey entre las medias de los 4 tratamientos para la variable zearalenona

(Zearalenona)				
Medias	Zona 2 Centro Poblado de Winge – Picota (14.07)	Zona 4 Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista (5.57)	Zona 3 Centro Poblado de Consuelo – Bellavista (2.0)	Zona 1 Ojos de Agua Distrito de Pucacaca (0.30)
Zona 1 = 0.30	13.77 NS	5.27 NS	1.7NS	-
Zona 3 = 2.0	12.07 NS	3.57 NS	-	-
Zona 4 = 5.57	8.5 NS	-	-	-
Zona 2 = 14.07	-	-	-	-

$W = q \sqrt{CME/r}$ $W = 4.89 \times 4.3927 = \mathbf{21.48}$ es el valor de Tukey

Anexo 8. Resultados obtenidos con la técnica de ELISA para vomitoxinas (DON), en maíz amarillo en las 4 zonas de investigación

Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para vomitoxinas (DON) que representan niveles de Vomitoxinas en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas

(VOMITOXINAS)					
Repeticiones	Zona 1 Ojos de Agua Distrito de Pucacaca	Zona 2 Centro Poblado de Winge – Picota	Zona 3 Centro Poblado de Consuelo – Bellavista	Zona 4 Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista	Suma
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0.3	0	0	0	0
Suma	0.3	0	0	0	0
Promedio	0.1	0	0	0	0
Suma de cuadrados	0.09	0	0	0	0

Anexo 9. Análisis estadístico para niveles de fumonisina en los tratamientos del maíz amarillo en las 4 zonas de investigación.

Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para fumonisina que representan niveles de Fumonisinina en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas

(FUMONISINA)					
Repeticiones	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Suma
	Ojos de Agua Distrito de Pucacaca	Centro Poblado de Winge – Picota	Centro Poblado de Consuelo – Bellavista	Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista	
1	0	1.4	0.6	3.3	5.3
2	2	0.1	1.2	6.5	9.8
3	0	4.2	1.4	1.2	6.8
Suma	2	5.7	3.2	11	21.9
Promedio	0.67	1.90	1.07	3.67	
Suma de cuadrados	4	19.61	3.76	54.58	81.95

ANOVA de los datos experimentales correspondiente con una significancia del 5% (0.05) para variables de fumonisina

Fuentes de variación	G.L	SC	CM	F.Cal	F.Tabla ($\alpha = 0.05$)
Tratamientos	3	15.94	5.31	1.63 NS	4.06
Error experimental	8	26.05	3.25		
Total	11	41.99			

FV = Fuente de Variación
GL = grados de libertad.
F. Cal = F calculada.

SC = Sumatoria de Cuadrados
CM = Cuadrados Medios.
F. Tab. = F tabulada (al 5 %)

* = significativo al 5 %
NS = No Significativo

Doble entrada para comparar la significación de la prueba de Tukey entre las medias de los 4 tratamientos para la variable fumonisina

(Fumonisin)				
Medias	Zona 4 Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista (3.67)	Zona 2 Centro Poblado de Winge – Picota (1.90)	Zona 3 Centro Poblado de Consuelo – Bellavista (1.07)	Zona 1 Ojos de Agua Distrito de Pucacaca (0.67)
Zona 1 = 0.67	3 NS	1.23 NS	0.4NS	-
Zona 3 = 1.07	2.6 NS	0.83 NS	-	-
Zona 2 = 1.90	1.77 NS	-	-	-
Zona 4 = 3.67	-	-	-	-

$W = q \sqrt{CME/r}$ $W = 4.89 \times 1.0408 = 5.08$ es el valor de Tukey

Anexo 10. Análisis estadístico para niveles de T2/HT2 toxina en los tratamientos del maíz amarillo en las 4 zonas de investigación.

Resultados obtenidos con la prueba de ELISA para T2/HT2 Toxina que representan niveles de T2/HT2 Toxina en ppb en muestras de maíz amarillo en las 4 zonas

(T2/HT2 TOXINA)					
Repeticiones	Zona 1 Ojos de Agua Distrito de Pucacaca	Zona 2 Centro Poblado de Winge – Picota	Zona 3 Centro Poblado de Consuelo – Bellavista	Zona 4 Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista	Suma
1	1.3	0	0	1.5	2.8
2	1.5	10.7	1.2	1.5	14.9
3	0.1	0	2.1	1.5	3.7
Suma	2.9	10.7	3.3	4.5	21.4
Promedio	0.97	3.57	1.10	1.50	
Suma de cuadrados	3.95	114.49	5.85	6.75	131.04

ANOVA de los datos experimentales correspondiente con una significancia del 5% (0.05) para variables de T2/HT-2 Toxina.

Fuentes de variación	G.L	SC	CM	F.Cal	F.Tabla ($\alpha = 0.05$)
Tratamientos	3	13.18	4.39	0.43 NS	4.06
Error experimental	8	79.7	9.98		
Total	11	92.88			

FV = Fuente de Variación
GL = grados de libertad.
 = F calculada.

SC = Sumatoria de Cuadrados
CM = Cuadrados Medios.
F. Tab. = F tabulada (al 5 %)

NS = No Significativo
 * = significativo al 5 % **F. Cal**

Doble entrada para comparar la significación de la prueba de Tukey entre las medias de los 4 tratamientos para la variable T2/TH2 Toxina

(T2/HT2 Toxina)				
Medias	Zona 2 Centro Poblado de Winge – Picota (3.57)	Zona 4 Caserío Nuevo Chimbote – Bellavista (1.50)	Zona 3 Centro Poblado de Consuelo – Bellavista (1.10)	Zona 1 Ojos de Agua Distrito de Pucacaca (0.97)
Zona 1 = 0.97	2.6 NS	0.53 NS	0.13 NS	-
Zona 3 = 1.10	2.47 NS	0.4 NS	-	-
Zona 4 = 1.50	2.07 NS	-	-	-
Zona 2 = 3.57	-	-	-	-

$W = q \sqrt{CME/r}$ $W = 4.89 \times 1.8238 = 8.91$ es el valor de Tukey

Anexo 11. Preparación y molienda del maíz amarillo



Anexo 12. Pesado de la muestra (maíz amarillo)

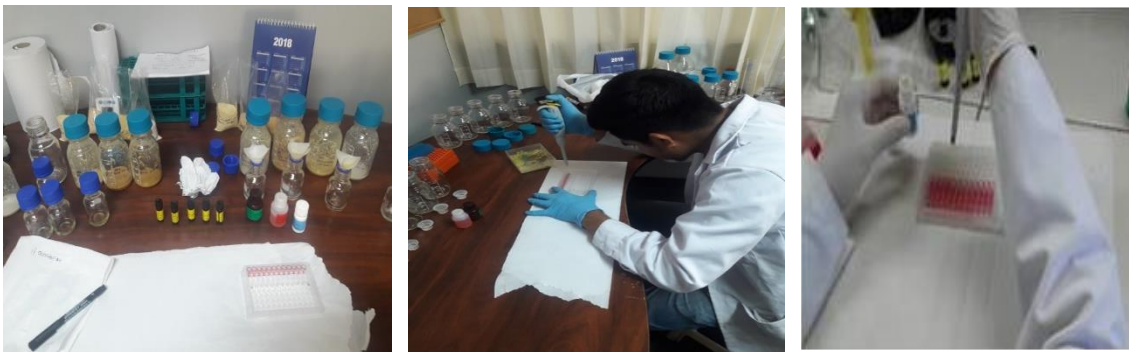


Anexo 13. Adición de metanol a las muestras para extracción de micotoxinas



Anexo 14. filtraciones del extracto para la obtención de micotoxinas



Anexo 15. Equipos, materiales y reactivos ELISA**Anexo 16. Adición con micropipeta de 100 ul de punta desechable, adición 100 ul de conjugado (frasco etiqueta azul) en cada pocillo marcado de rojo.****Anexo 17. Adición de 100 ul de controles positivos (frasco de etiqueta amarillo) y las muestras al pocillo marcados de color rojo.****Anexo 18. Mezcla y transferencia de 100 ul a los pocillos de anticuerpos. Incubado durante los minutos de cada micotoxina**

Anexo 19. Removido del líquido de los pocillos de anticuerpos.



Anexo 20. Lavado de pocillos de anticuerpos por 6 veces agua destilada



Anexo 21. Invertido de los pocillos de anticuerpos sobre un papel toalla absorbente, con varias repeticiones hasta que no queda líquidos en los pocillos.



Anexo 22. Adición 100 ul de sustrato cromógeno (etiqueta verde) a todos los pozos blancos, agitar por deslizamientos. Limpiar las bases de los pozos.



Anexo 23. Adición de 100 ul de sustrato (frasco etiqueta roja) a todos los pozos blancos. Agitar por deslizamientos, limpiar las bases de los pozos.



Anexo 24. Utilización de lector de pocillos a 650 nm para interpretar los resultados



Anexo 25. Obtención de Valores proximales del maíz amarillo por la técnica espectrofotómetro infrarrojo cercano (NIR)



Determinación de Micotoxinas por el Método de Elisa en maíz amarillo en la Región San Martín

por V:2saulo Luna Ruiz

Fecha de entrega: 14-nov-2022 09:36a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1953654545

Nombre del archivo: TESIS_SAULO_LUNA_RUIZ_05102022_Formato.docx (8.56M)

Total de palabras: 18867

Total de caracteres: 98925

Determinación de Micotoxinas por el Método de Elisa en maíz amarillo en la Región San Martín

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

2

repositorio.utp.edu.co

Fuente de Internet

2%

3

ri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.unsm.edu.pe

Fuente de Internet

2%

5

www.produccion-animal.com.ar

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.cucba.udg.mx:8080

Fuente de Internet

1%