

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias

Escuela Profesional de Biología - Microbiología

**EVALUACIÓN DE AFLATOXINAS TOTALES EN AJÍ PÁPRIKA
(*Capsicum annuum*) EN LA LOCALIDAD DE TACNA**

TESIS

Presentada por:

Bach. Germán Eduardo Mamani Quispe

Para optar el Título Profesional de:

Biólogo Microbiólogo

Tacna – Perú

2023



305

Acta de sustentación de Tesis N° 294

En la ciudad de Tacna, en el auditorium de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, siendo las 13:30 horas del día de 17 de enero del 2017, estando presente el jurado calificador nominado por Resolución de Facultad N° 8713-2017-FACI-UN/JBG, confirmado por los siguientes docentes:

Dr. DALADIER MIGUEL CASTILLO COTRINA Presidente
Dr. PABLO JUAN FRANCO LEON Miembro
Mgr. SOLEDAD AMPARO BORNÁS ACOSTA Secretaria

Acto seguido, se dio lectura a la Resolución correspondiente y del mismo modo se dio lectura al Artículo 22 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias. A continuación, el Presidente del Jurado invitó a el Bachiller GERMAN EDUARDO MAMANI QUISPE a Exponer la Tesis titulada "EVALUACIÓN DE AFLATOXINAS TOTALES EN AJI PAPRIKA (*Capsicum annum*) EN LA LOCALIDAD DE TACNA"

Siendo las 14:45 horas, el Tesisista concluye su exposición, luego se procedió a la formulación de las preguntas por parte de los miembros del jurado calificador. Terminado este proceso, se invitó a que los miembros del jurado emitieran su calificación de acuerdo a reglamento. El promedio de la calificación dio el siguiente resultado: Aprobado por unanimidad, con el calificativo de 15, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias.

Siendo las 14:55 horas, se dio por concluido el acto de sustentación de la Tesis, firmando los señores miembros del jurado calificador, en señal de conformidad.



[Handwritten signature]

DR. DALADIER MIGUEL CASTILLO COTRINA
PRESIDENTE

[Handwritten signature]

DR. PABLO JUAN FRANCO LECÓN
MIEMBRO

[Handwritten signature]

MGR. SOLEDAD AMPARO BORNAS ACOSTA
SECRETARIA

CERTIFICADO DE SIMILITUD

YO Dr. Cesar Julio Caceda Quiroz, en mi condición de asesor acreditado por la **Resolución de Facultad N°7633-2014-FACI/UNJBG** de la tesis titulada: **“Evaluación de aflatoxinas totales en ají paprika (capsicum annum) en la localidad de Tacna”**, presentada por **Bach. German Eduardo Mamani Quispe**, de la escuela profesional de Biología Microbiología para optar el título de Biólogo Microbiólogo.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual considerando que, según la revisión actualizada, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual **TURNITIN** cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es del **4%** por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis **“Evaluación de aflatoxinas totales en ají paprika (capsicum annum) en la localidad de Tacna”**, y esta de acuerdo al nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los tramites respectivos para su obtención del grado/titulo/especialidad.

Tacna 18 de mayo del 2023



DR. CESAR JULIO CACEDA QUIROZ

DNI: 00791214

ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por darme vida y la oportunidad de

Concretar mis metas. De igual forma a mi madre y mi padre.

A Lourdes y Germán por apoyarme y confiar en mi

Posibilitando la culminación de mi educación.

A José Jesús, mi hermano,
por apoyarme en el trabajo
de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. César Julio Cáceda Quiroz por su apoyo como asesor de tesis, gracias por apoyarme de manera decidida e incondicional durante la etapa del desarrollo en el trabajo de investigación.

A la directora del laboratorio de control ambiental Elena del Rosario Gil Merino que me permitió desarrollar el trabajo de investigación en las instalaciones del área de inmunología de la Dirección General de Salud Ambiental, DIGESA - Lima.

Al Blgo. Carlos Mari Olortegui por su apoyo y orientación en las pruebas realizadas para el desarrollo del trabajo de investigación.

A mis compañeros de estudios universitarios, con quienes compartí conocimientos

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE CONTENIDO	v
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	01
1.1 Planteamiento del problema	03
1.2 Hipótesis	05
1.3 Objetivos	05
1.3.1 Objetivos general	05
1.3.2 Objetivos específicos	05
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	07
2.1 Antecedentes	07
2.1.1 Micotoxinas	09
2.1.1.1 Factores influyentes en el desarrollo de micotoxinas	11
2.1.1.2 Las micotoxinas y sus efectos en la salud animal	12
2.1.2 Aflatoxinas	13
2.1.3 La contaminación por aflatoxinas B1 y sus efectos	18
2.1.4 Taxonomía del cultivo de paprika	19
2.1.5 Características morfológicas del ají Párika	19
2.1.6 Características Agroclimáticas	22

2.1.7	Normas relacionadas a la calidad del producto	28
2.1.8	Diversidad “páprika” cultivadas actualmente en Perú	30
2.1.9	Reglamentación de micotoxinas a nivel internacional	33
2.1.10	Reglamentación a nivel nacional	37
2.1.11	Actividad biológica y toxicidad de las aflatoxinas en los seres humanos	39
2.1.12	Actualización en la legislación referente a la Contaminación de los alimentos por aflatoxina	42
II.	MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1	Materiales, reactivos y equipos	43
3.1.1	Materiales del kit de Elisa directamente competitivo	43
3.1.2	Materiales de laboratorio	43
3.1.3	Reactivos	44
3.1.4	Materiales de seguridad	45
3.1.5	Equipos	45
3.2	Ubicación y delimitación del área de estudio	46
3.2.1	Población	46
3.2.2	Muestra	46
3.3.	Diseño de la investigación	47
3.4	MÉTODOS	47

3.4.1	Métodos de muestreo	47
3.4.2	Preparación de la muestra y obtención del extracto para el Diagnóstico de Elisa	47
3.4.3	Fase extractora	48
3.4.4	Purificación	49
3.4.5	Notas de procedimiento para realizar la prueba de Elisa	49
3.4.6	Procedimientos analíticos de la prueba de Elisa	50
3.4.7	Análisis estadístico de los datos	53
II.	RESULTADOS	54
III.	DISCUSION	59
IV.	CONCLUSIONES	62
V.	RECOMENDACIONES	63
VI.	BIBLIOGRAFIAS	64
VII.	ANEXOS	70

RESUMEN

La investigación presentada de título “EVALUACIÓN DE AFLATOXINAS TOTALES EN AJÍ PÁPRIKA (*Capsicum annum*) EN LA LOCALIDAD DE TACNA 2013” se obtuvo muestras de tres lugares : del centro comercial Grau, almacén de exportación y muestras de almacén de las diferentes zonas de producción de la Yarada, el tipo de investigación fue observacional descriptiva, el estudio realizado a los datos recolectados se realizó haciendo uso de la estadística descriptiva y la prueba de t de Student de muestras relacionadas. Los resultados evidenciaron que en el mercado Grau de Tacna el promedio del contenido de aflatoxinas fue de 4,650 ppb, con un rango mínimo de 1,16 ppb y máximo de 11,21 ppb. En lo que respecta al almacén de exportación el promedio de contenido de aflatoxinas fue de 4,040 ppb con un rango mínimo de 0,16 ppb y máximo de 10,09 ppb. En el almacén de las zonas de producción el promedio de contenido de aflatoxinas totales fue de 6,5733 ppb con un rango mínimo de 2,32 ppb y máximo de 15,58 ppb respectivamente. Los valores máximos encontrados en las tres zonas de muestreo evidencian estar por encima del límite permitido que es 10,0 ppb según la norma establecida por la Unión Europea.

ABSTRACT

In this thesis entitled "Evaluation of total aflatoxins in CHILI PEPPER (*Capsicum annum*) in the town of Tacna 2013" samples from three different locations he was obtained: the Grau mall, store and export samples from storage production areas the Yarada, the type of research was descriptive observational data analysis was performed using descriptive statistics and Student t test for paired samples, the results showed that in the Grau de Tacna average aflatoxin market was 4,650 ppb, with a minimum range of 1.16 ppb and a maximum of 11.21 ppb. Regarding export to store the average aflatoxin content was 4,040 ppb with a minimum range of 0.16 ppb and 10.09 ppb max. In the warehouse of the production areas the average total aflatoxin content was 6.5733 ppb with a minimum range of 2.32 ppb and a maximum of 15.58 ppb respectively. Maximum values found in all three sampling areas show to be above the permitted limit is 10.0 ppb according to the standard set by the European Union.

I. INTRODUCCIÓN

La población ha desarrollado un mayor interés por la inocuidad de los alimentos que utilizan para poder nutrirse. En tal sentido el principal contaminante natural de los diversos alimentos consumidos por el hombre son las micotoxinas, las cuales, son toxinas producidas por hongos. Estas micotoxinas pueden llegar a causar un gran impacto negativo en la salud de los humanos.

Esta investigación se ha concentrado en el estudio y análisis del ají paprika (*Capsicum annum*), el cual, puede llegar a desarrollar cierta proliferación de hongos, los cuales producen que el alimento se vuelva perjudicial para la vida de todos los individuos que lleguen a incluir el producto en su alimentación.

Es importante aclarar que las micotoxinas son consideradas toxinas creadas a partir de ciertos hongos que crecen en algunos productos agrícolas. Estos hongos logran causar efectos nocivos en sus consumidores, por tal motivo es que en la actualidad se ha vuelto un tema relevante, no solo de impacto social, sino también de económico. Algunas de estas toxinas producidas por hongos son Fumonisin, Ocratoxinas, Patoina, Aflatoxinas y Zearalenona.

Entre los hongos que más destacan por su proliferación son las aflatoxinas, las cuales pueden contaminar no solamente los alimentos cultivados, sino aquellos que ya han sido procesados, transformados y hasta almacenados. El crecimiento de esta toxina está ligada a diversos factores como: la humedad, temperatura, higiene, limpieza, ventilación, movimiento, entre otros. Es preciso señalar que existe gran variedad de aflatoxinas y que las principales han sido encontradas en muestras de semillas de algodón, nueces, cacahuates, avellanas y el ají paprika.

En el caso de las micotoxinas son producidas, generalmente, en vegetales y los subproductos de estos, los cuales también pueden estar procesados, transformados y almacenados. Estudios comprueban que su consumo, ya sea en pequeñas dosis, de manera diaria logran afectar órganos, desarrollando efectos toxicológicos.

El presente estudio determina su objetivo en identificar el índice de aflatoxinas en el producto agrícola ají paprika. Asimismo, busca presentar diversos parámetros de inocuidad en relación al producto.

1.1 Planteamiento del problema

La proliferación de hongos ambientales puede ser responsables de producir en el hombre, animales y plantas diversas enfermedades. Las investigaciones afirman que las diferentes toxinas pueden ser encontradas en la mayoría de productos agrícolas, estas son producidas por micotoxinas de manera natural y los factores relacionados a su desarrollo y crecimiento son diversos. El problema radica en cómo estas toxinas logran afectar el desarrollo de la salud humana, volviéndose una amenaza latente. Es cierto que su consumo en dosis pequeñas no produce síntomas evidentes, pero si este consumo pequeño es constante o diario logra desarrollar consecuencias graves sobre la salud.

Estudios recientes afirman que la aflatoxina AFB1 es un producto cancerígeno y el principal responsable del cáncer de hígado. Asimismo, esta toxina afecta el desarrollo fetal, produce cambios en los genes y acelera el proceso de crecimiento de cualquier tipo de cáncer. Por tal motivo, las principales organizaciones encargadas del estudio de esta enfermedad, invitan a la sociedad a informarse sobre el cuidado de su salud y eviten el consumo de alimentos que puedan llegar a tener esta toxina.

En general, las micotoxinas afectan a grandes niveles el desarrollo del cáncer y de diversas enfermedades mutagénicas. Entre las

principales consecuencias del consumo de alimentos con un gran nivel de micotoxinas destaca el desarrollo del índice de crecimiento en niños, su interferencia en el desarrollo fetal, su nivel de alteración en el sistema inmunológico de las personas entre otros. Por tal motivo, es que la presente investigación busca estudiar el ají paprika, puesto que se confirma que si este es desarrollado en condiciones totalmente inadecuadas produciría diversas toxinas que son carcinogénicas y tóxicas para el desarrollo del hombre. (Aflatoxinas, Scielo Acta Medica, 2004).

Es así que la investigación se basa en la detección de la toxina, utilizando pruebas de ELISA. Por lo tanto, nos hacemos la siguiente interrogante: ¿Será elevada la cantidad de aflatoxinas totales encontradas en cultivos de ají paprika (*Capsicum annuum*) en la localidad de Tacna?

1.2 Hipótesis

La cantidad de aflatoxinas totales en ají paprika (*Capsicum annuum*) es elevada con respecto al máximo permitido por la normativa peruana.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Valorar la cuantificación de aflatoxinas totales en paprika *Capsicum annuum* en la localidad de Tacna.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer las aflatoxinas totales en ají paprika (*Capsicum annuum*) de exportación.
- Establecer las aflatoxinas totales en ají paprika (*Capsicum annuum*) que se expenden en el mercado Grau de la localidad de Tacna.
- Establecer las aflatoxinas totales en ají paprika (*Capsicum annuum*) desarrolladas en las zonas de producción de la localidad de Tacna, las cuales destacan por su gran índice de producción.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes

Cómo antecedentes presentamos las diversas investigaciones realizadas a frutos secos en dónde se concluye que la concentración de aflatoxina se proliferó cuando el producto fue almacenado en lugares que contaban con una humedad mayor al 97%. En el caso de las nueces no se presentó niveles de aflatoxina cuando su almacenamiento estuvo a 10°C y con el 97% de humedad, ni a 30°C y al 75% de humedad (ARRUS et al., 2005).

El caso del maíz y sus granos, se presenta, que el nivel de humedad requerido para que las aflatoxinas puedan ser desarrolladas es de 25% a 30°C. Otro aspecto relacionado al desarrollo de aflatoxinas en granos de maíz son los niveles de concentración de CO₂ y O₂, los cuáles pueden ser encontrados de forma natural en el medio ambiente. Además, cuando el medio ambiente tiene aproximadamente un 20% de CO₂ el desarrollo y producción de aflatoxina se ve reducido (RUIQIAN et al., 2004).

Otro factor relevante al momento de estudiar la producción de toxinas en los alimentos, es la actividad en el agua. Puesto que, cuando el agua tiene una actividad constante se puede encontrar el hongo *Aspergillus flavus*, el cual produce la creación de aflatoxinas sobre todo cuando el agua se encuentra entre 15 a 37°C. Otro hongo que se puede encontrar y que favorece el desarrollo de aflatoxinas en el agua es el *A. parasiticus*, el cual produce toxinas cuando se encuentra a 28°C (FAO, 2011).

Según Duarte y Villamil (2006), con el constante desarrollo de la microtoxicología es que se encuentran distintas variantes de micotoxinas, en donde se afirma que la aflatoxina, los tricotenos, las fumosinas, la ocratoxina y la zearalenona son las toxinas más dañinas para la salud del ser humano.

Las crecientes investigaciones realizadas aportan que existe una relación entre consumir productos que contienen aflatoxina B1 y la probabilidad de desarrollar enfermedades cancerígenas en el hígado en diferentes personas. Por tal motivo, es que la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer aporta que la aflatoxina está dentro del

primer grupo considerado carcinógeno (Nesci y Etcheverry, 2006). Algunas de las aflatoxinas más dañinas para el ser humano son las desarrolladas a través del hongo *A. flavus* y *Parasiticus*, llamadas también B1, B2, G1 y G2. De este grupo mencionado la toxina más tóxica, mutagénica y carcinogénica es la B1 (DILKIN et al., 2003).

No solo las personas se han afectadas por la toxina aflatoxina, sino también los animales quiénes al ser expuestos a esta toxina presentan diversas enfermedades y deterioro en su sistema inmunológico, afectando a su vez su nivel de proteína y micronutrientes. Sobre si estás características afectan a los seres humanos, no se han encontrado estudios relevantes, pero se intuye que al menos uno de estos efectos puede llegar a reproducirse en las personas (WILLIAMS et al., 2004).

YAN et al. (2004), es otro de los autores que afirman que las aflatoxinas pueden llegar a causar gran daño a la salud humana por su nivel tóxico y carcinogénico. Señala también, que los cereales y trigo contaminados con esta toxina representan un peligro para la salud del ser humano. El consumo continuo de la aflatoxina puede llegar a generar aflatoxicosis, la cual es definida como un envenenamiento producto de la ingesta de la toxina. Este envenenamiento puede darse de manera grave o aguda y en ambos casos representa un factor importante para generar daño hepático. Asimismo, aporta que no es

sólo la seguridad social y salud la que se ve afectada, si no también la economía agrícola, pues todo alimento afectado por estas toxinas hongos representan pérdidas económicas.

Uno de los síntomas por envenenamiento de aflatoxina incluye necrosis hemorrágica del hígado, en este caso los adultos pueden llegar a reponerse, pues presenta una mayor tolerancia, pero en el caso de niños esta representa una intoxicación letal y aguda (Williams et al., 2004).

2.1.1. Micotoxinas

Los hongos son diversos organismos que pueden llegar a desarrollarse dentro de los tejidos vivos de cualquier organismo. Los hongos tienen la capacidad de poder llegar a fabricar su alimento absorbiendo los azúcares y aminoácidos del organismo en el que se están desarrollando, al que le llegan a causar diversas enfermedades, hasta la muerte, pues se produce una destrucción de diversos tejidos(Montaner, 2004).

Como resultado del constante metabolismo secundario de los hongos desarrollado dentro de cualquier organismo es que nacen las micotoxinas. Las micotoxinas pueden llegar a desarrollar diversos aspectos graves de toxicidad, por lo tanto, se sabe qué es importante la prevención de esta. Las micotoxinas que más destacan y son reconocidas existen las siguientes: *aflatoxinas*, *fumonisin*, *patoina*, *tricoteno* *ocratoxinas* y *zearalenona*. Estas micotoxinas son causadas por los hongos *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium* (Gonzales,. 1997).

Existen seis tipos de aflatoxinas desarrolladas a través de los hongos *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*. Estas aflatoxinas son: B1, B2, G1, G2, M1 y M2. Cabe destacar que la aflatoxina con mayor nivel de ser dañina por su nivel tóxico y carcinógeno es la B1, la cual a su vez se encuentra comúnmente en condiciones naturales y alimentos (Izquierdo, 1995).

2.1.1.1 Factores influyentes en el desarrollo de micotoxinas

Existen diversos factores influyentes en el crecimiento de micotoxinas los cuáles pueden ser agrupados o clasificados por su

carácter biológico, físico, por sus características de almacenamiento, procesamiento y distribución.

- a) Factores Biológicos. - Los factores biológicos son todos aquellos alimentos susceptibles al desarrollo y proliferación de hongos, quienes a su vez desarrollarán micotoxinas.
- b) Factores físicos. - Los factores físicos están conformados por todos aquellos que pueden llegar a favorecer el desarrollo de hongos, algunos de estos son la humedad, la temperatura y las características naturales de los alimentos. Estudios afirman que los hongos que producen micotoxinas tienen mayor nivel de producción cuando la temperatura oscila entre 24° C y los 28° C.
- c) Almacenamiento. - Los factores ambientales están conformados por la infraestructura, temperatura ambiental, ventilación, plagas, tiempo de almacenamiento, movimiento y demás factores que se dan en alimentos que ya han sido procesados o transformados (Montaner, 2004).
- d) Procesamiento y distribución. - Los factores relacionados al procesamiento y distribución de los alimentos señalan que el empaque la distribución y las condiciones correctas de humedad llegan a ser determinantes para el desarrollo de

micotoxinas. Por tal motivo, se recomienda que se hagan pruebas previas en los embarques, pues estos son la principal fuente para el desarrollo de hongos (Montaner, 2004).

2.1.1.2 Las micotoxinas y sus efectos en la salud animal.

Se tiene claro que las aflatoxinas son sustancias tóxicas, carcinogénicas, mutagénicas y teratogénicas, por lo tanto, cuando esta sustancia entra en contacto con cualquier tipo de alimento dirigido, ya sea para el hombre o el animal, produce una alta mortalidad.

En el caso de las fumosinas, se sabe que su consumo llega a generar diversas enfermedades patológicas que afectan gravemente a los animales.

Existe un grupo de micotoxinas, el cual ha sido más estudiado, después de las aflatoxinas, por su gran influencia de carácter nefrótica, estas son las ocratoxinas. Estas toxinas son generadas principalmente por los siguientes hongos: *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus allaceus* y del género *Penicillium*: *P. vericatum*, *P. cyclopium* y *P. vercason*.

En la actualidad se incluyó una nueva clase de micotoxinas relacionadas al cultivo de maíz, estas son las flavomicinas.

Otra toxina altamente estudiada por sus efectos en animales es la toxina *Fumonisina B*, la cual puede llegar a causar leucoencefalomalacia equina y edema pulmonar en los cerdos.

2.1.2 Aflatoxinas

Son una forma de toxinas que los hongos desarrollan. Dentro de la larga lista de hongos que la producen destacan los de *Aspergillus* tales como *A. parasiticus*, *A. flavus* y *A. nominu* (Gonzales, 1997). Las aflatoxinas tienen la capacidad de desarrollarse libremente contaminando diversos alimentos ya sean cultivados, procesados o almacenados. El desarrollo y proliferación está relacionado a diversos aspectos como el grado de acidez, el nivel de humedad y el mismo alimento.

Esta diversidad de hongos tiene una composición química variante ya que está relacionada de manera directa al organismo en el cual se está desarrollando y las diferentes condiciones ambientales que esté ofrece.

Clasificación.- Las aflatoxinas pueden ser clasificadas en 6 diferentes tipos: B1, B2, G1, G2, M1 y M2, de las cuales destacan las toxinas: la aflatoxina B1, aflatoxina B2, aflatoxina G1y aflatoxina G2 (Gimeno, Alberto, 2007). En relación a la composición del nombre de este tipo de aflatoxinas se puede aportar que la letra B, indica que este tipo de toxinas tienen fluorescencia azul cuando son puestas bajo la luz ultravioleta. Las aflatoxinas con letra G, son denominadas así por la fluorescencia verde que tienen al exponerse a la luz ultravioleta. La diferencia entre las aflatoxinas clasificadas como B y las aflatoxinas clasificadas como G radica en la composición del anillo de furano. Aquellas aflatoxinas con la letra G tienen un anillo de lactona, esta transformación se realiza por diferentes componentes ácidos. Otro punto a resaltar es que algunos animales, tales como las vacas, tienen la capacidad de metabolizar estas toxinas convirtiendo una aflatoxina B1 en una aflatoxina M1. Este tipo de transformación ocurre por ejemplo en la leche. Como ya se ha mencionado antes la aflatoxina es altamente dañina por ser carcinogénica y tóxica para el ser humano. El nivel de toxicidad y carcinogenicidad puede variar en las diferentes aflatoxinas de tal manera que la principal y más dañina es la B1, seguida de G1, B2 y, por último, G2.

Las aflatoxinas son las responsables de grandes episodios de intoxicación, así como de la hepatitis aguda en diferentes partes del mundo, en donde destaca la India, África Tropical y el Sudeste Asiático, donde el alto índice de desnutrición se convierte en un factor que agrava este tipo de enfermedades. Algunos estudios demuestran también que la aflatoxina en conjunto con diversos factores produce cáncer hepático. Por tal motivo, desde el año 1988 la aflatoxina B1 es considerada como un carcinógeno para el ser humano.

Este tipo de toxina es muy resistente a diversos tratamientos. Se considera que solamente el tostado de los alimentos destruye parcialmente el hongo. Para poder contrarrestar completamente la aflatoxina de algún alimento se necesitaría utilizar amoníaco o hipoclorito, lo cual convertiría el alimento en uno no apto para el consumo del ser humano.

Micotoxinas: Podemos definir las micotoxinas como diversos contaminantes tóxicos, los cuales han sido desarrollados por la proliferación de hongos, en donde destacan los hongos *Fusarium* y *Aspergillus*. Este tipo de hongos pueden afectar diferentes cultivos, no solamente en el campo, sino también después de su cosecha (Benítez, 2005).

Las micotoxinas pueden encontrarse en diversos alimentos de uso humano como cereales y granos, en dónde destaca: la cebada, el maíz y el trigo, pero además pueden afectar alimentos como el café, nueces, frutas y diversas especias. Asimismo, también se han encontrado ciertos niveles de la toxina en la leche y en otros productos procedentes de animales. Al encontrarse la micotoxina en diversos alimentos diarios y habituales de uso humano, es que se considera de gran riesgo. (Klaassen,2008).

En el mundo existe una gran variedad de micotoxinas, aproximadamente se han encontrado 400 tipos de estas, dónde la aflatoxina destaca por ser la más dañina. Pero esto no quiere decir que no existan otras, por ejemplo, la ocratoxina, lizearalenona y la oxinivaleno son otras variantes que han ido adquiriendo mayor importancia, pues se han encontrado en diversos alimentos de uso común, y los estudios demuestran que éstas también son un peligro.

Este tipo de toxinas llamadas aflatoxinas están clasificadas en relación a su estructura, la cual es desarrollada por el hongo de tipo *A. parasiticus*, *A. flavus* y *A. nomius*. Este tipo de toxinas se desarrollan de manera natural y son clasificadas de manera B1, B2, G1 y G2, dónde la

toxina de tipo B1 es considerada la más tóxica en relación a las demás (Abdulkadar et al., 2003).

Aquellas aflatoxinas clasificadas dentro del segmento B, es decir las aflatoxinas B1 y B2, se desarrollan por el hongo *A. flavus*. Sin embargo, el hongo G, puede llegar a desarrollar ambos segmentos, es decir aquellas clasificadas como B y G. Es importante resaltar que los nombres están relacionados a los colores que los identifican al poner el hongo bajo la luz ultravioleta, en este caso aquellas con la letra B, producen una luz fluorescente azul, mientras que la letra G, produce una luz fluorescente verde (SORIANO, 2008). La clasificación numérica está relacionada a el lugar que estás ocupando en TLC (thin-layer chromatography), es decir la cromatografía de capa fina (TOMPKIN, 2002).

2.1.3 La contaminación por aflatoxinas B1 y sus efectos

El rango más alto producido, en relación a la contaminación causada por la aflatoxina B1, ha sido encontrado en las diversas semillas de avellanas, maíz, algodón, nueces y algunos frutos considerados secos,

dónde destaca el ají paprika. También se han encontrado algunos rastros en diversos cereales donde destaca el trigo y el arroz, aunque en estos casos el nivel de contaminación presenta un nivel más bajo (Gimeno, 2007). Los efectos de la contaminación por aflatoxina, están relacionados a la intoxicación, y aunque la información recolectada está vinculada a los animales, existe la posibilidad que también sea desarrollada en humanos, y ha sido clasificada de la siguiente manera:

La aflatoxicosis aguda es desarrollada cuando el ser humano a llegado a ingerir o consumir la aflatoxina en un nivel medio o alto (Gonzales y Salas, 1997). En este caso está intoxicación puede llegar a producir hemorragia, daño agudo del hígado, diversas alteraciones en el proceso digestivo y la muerte.

La aflatoxicosis crónica se desarrolla cuando el individuo ha llegado a consumir o ingerir la toxina en niveles bajos a moderados (Gonzales y Salas, 1997). En este caso los efectos son poco comunes de detectar. Algunos síntomas relacionados son el poco nivel de absorción del cuerpo en relación a los diferentes nutrientes que componen al alimento.

2.1.4 Taxonomía del cultivo de paprika

Reino: Plantae

Sub reino: Tracheobionta

Super división: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Capsicum

Especie: *Capsicum annuum* L.

(Vives, 1984)

2.1.5 Características morfológicas del ají páprika:

El *Capsicum annuum*, más conocido como aj paprika es un alimento perteneciente a la familia de los Solanáceas. Por tal motivo, resulta difıciloso llegar a desarrollar una clasificación homogénea, pues este alimento presenta una complejidad taxonómica (Vives, 1984).

a. Raíces

Para comenzar, el ají paprika tiene una raíz axonomorfa, lo que significa que de esta raíz nace un conjunto de raíces laterales, las cuales van creciendo recreando una forma de punta de flecha, la cual se asemeja a un triángulo (Maroto, 1983).

b. Tallo

El tallo de este alimento es corto y erecto, aunque durante su crecimiento puede llegar a ramificarse tornándose semileñoso, aun así, no llega a medir más de 40 o 60 cm. Aporta, además, que con el paso del tiempo algunos tallos llegan a lignificarse (Maroto, 1983).

c. Hojas

La hoja de este alimento es considerada de características simples enteras y aterciopeladas. Esta hoja logra tener una forma laminosa y ovalada, aunque en algunos casos también se desarrolla de manera elíptica o lanceolada (Zapata 1992); citado por Chambilla (2004).

d. Flores

Respecto a las flores que llega desarrollar el ají paprika, son de características blancas alcanzando a medir de 2 a 3 cm. Asimismo, estas flores se posicionan en las axilas de las hojas y puede describirse como una flor de 5 estambres ideó un pistilo hermafrodita (Maroto, 1983).

e. Frutos

Respecto al fruto que produce el ají paprika puede ser clasificado como una baya, puesto que este fruto tiene características muy similares, donde destaca la estructura hueca llena de aire, es también por esto que el ají paprika tiene nombre científico de *Capsicum* del griego *kapsakes* (Maroto, 1983).

f. Semilla

Para terminar con la descripción de las características morfológicas del ají paprika, toca describir las semillas producidas por este alimento, las cuales son descritas como redondas y reniformes, además estas semillas solo logran medir 3-5 mm y suelen tener un color amarillo pálido. Respecto a su desarrollo o germinación se estipula que este suele durar de 3 a 4 años (Vives 1984).

2.1.6 Características Agro climáticas:

a. Temperatura

Este alimento logra desarrollarse mejor en climas cálidos. Son en la etapa de floración y fructificación cuando más prefieren este clima, pues es un alimento muy sensible a las bajas temperaturas. Por tal motivo, la temperatura ideal para el crecimiento de este alimento es de 20° a 28°C,

pudiendo llegar a resistir temperaturas mínimas de 13°C a 18°C. Cuando esta planta experimenta temperaturas más bajas sufre de una imposibilitación del desarrollo de sus frutos, deteniendo su crecimiento (Infoagro, 2008).

Respecto a la temperatura del aire, al igual que los diversos tipos de *Capsicum annuum L.*, este alimento requiere de temperaturas de aire ligeramente elevadas, lo cual permite que sus fases fenológicas se cumplan (Ponce, 1995).

En el aspecto del trasplante de rango de este alimento se recomienda que sea llevado a cabo con una temperatura oscilante entre 26 a 30°C.

Respecto a la fase del crecimiento se recomienda que la temperatura oscile entre 21 a 27°C, puesto que esta temperatura facilita el crecimiento de flores y frutos. Asimismo, en la noche la temperatura no debería bajar de 5 °C (Ponce, 1995).

Cómo se explica este alimento necesita de climas cálidos, donde la temperatura no disminuye de 15°C, puesto que el crecimiento se

desarrollaría de manera lenta, llegando a detenerse al alcanzar los 10°C (Pymagros, 2005).

Algunas características que esta planta presenta cuando se encuentra en una temperatura adecuada oscilante entre 15 a 21 °C, se ve demostrada en las flores, las cuales se desarrollan de una manera más grande, asimismo el fruto presenta una menor caída. En las noches la temperatura debería ser de 18 a 20°C, lo cual facilita el desarrollo rápido de los frutos, quienes tendrán un aspecto grande y formado. En caso la temperatura nocturna oscile entre 8 a 10 °C los frutos serán un poco deformes y con pocas semillas (Ponce, 1995).

Cuando la temperatura es baja, es decir, el fruto está desarrollándose en un clima frío la floración y fructificación disminuye produciendo frutos de mala calidad pequeños y sin la forma adecuada. De igual manera si el clima es demasiado caliente la floración y fructificación disminuirá a causa de abortos florales.

En este tipo de alimentos la temperatura es un gran factor influyente en el nivel de características de sus frutos, en relación a su aspecto nutricional, llegando afectar el índice de azúcar y de vitaminas del ají paprika.

b. Humedad relativa

Otra característica agroclimática importante es la humedad relativa, la cual debe encontrarse entre el 50% y el 70%. Cuando la humedad alcance índices elevados aumentará la probabilidad del desarrollo de enfermedades aéreas dificultando así la fecundación. En el caso que la humedad sea baja, las flores y frutos no llegarán a desarrollarse, pues caerán antes de tiempo (Maroto, 1983).

c. Luminosidad

Respecto a la luminosidad existen diversas versiones, donde diversos investigadores afirman que este alimento necesita más luminosidad para resistir a altas temperaturas. Asimismo, explican que la luminosidad también repercute en el crecimiento y desarrollo del tallo del alimento.

Por el contrario, para científicos brasileros la luminosidad no tiene influencia sobre el desarrollo del ají paprika (Pymagros, 2005).

d. Fotoperiodo.

Respecto al fotoperiodo se afirma que este no tiene ningún tipo de influencia en el desarrollo del ají. Esto quiere decir que las plantas del ají pueden llegar a desarrollar flores en cualquier periodo de iluminación.

Dónde se sabe que el desarrollo floral ha sido más veloz en días normales de 12 horas que en días largos. Asimismo, el desarrollo de frutos ha tenido un mayor aumento en días cortos con temperaturas medias (INIA, 2011).

e. Suelo

El suelo es un aspecto importante al momento de hablar sobre aspectos relacionados al crecimiento del ají. Los estudios afirman que este alimento se desarrolla mejor en suelos francos y arenosos, los cuales cuentan con mejor drenaje, a diferencia de los suelos arcillosos, los cuales pueden llegar a asfixiar y desarrollar enfermedades por hongos. Respecto al pH del suelo este debe oscilar entre 6,5 a 7,9 (Nicho 2003).

f. Fertilización

La fertilización de este alimento está relacionado a su necesidad de nitrógeno en la primera etapa de cultivo. Es necesario ir controlando la dosis que se le aplicará a lo largo de su crecimiento, puesto que un exceso llegaría a desarrollar una maduración lenta de sus frutos (Silva 1996; citado por Chambilla, 2004).

g. Necesidades hídricas

Para cualquier tipo de cultivo las necesidades hídricas, es decir, el riego, es un aspecto importante e imprescindible para garantizar el

desarrollo y crecimiento. En el caso del ají paprika se necesita un regadío esencial sobre todo en la implantación de este cultivo, pues tiene características de desarrollar un ciclo vegetativo largo, así como un desarrollo aéreo alto (Bravo 1987).

h. Siembra

Para este producto alimenticio se realiza la llamada siembra por sistema de goteo. En este tipo de siembra se colocan tres semillas de golpe esperando que germinación y plántula alcance de 8 a 10 cm para poder dejar una sola plántula. Otra característica de la siembra es que al momento del trasplante la raíz debe tener una característica recta (Maroto 1983).

i. Cosecha

Este alimento es cosechado de manera manual. Una característica clave para saber cuándo es el momento ideal de cosechar es el color rojo intenso que sus frutos desarrollan, así como la forma flácida ligeramente arrugada. Generalmente el momento de cosecha se da a partir del quinto mes una vez este haya sido sembrado. Este fruto pasa por un proceso de secado donde el color rojo cambia a uno un poco más oscuro tornándose ligeramente Guinda (Nicho, 2003).

2.1.7 Normas relacionadas a la calidad del producto

Las diversas normas de calidad de este alimento están relacionadas por el color y la ausencia de impurezas como el polvo. Los diversos países que se encargan de producir este alimento son también los responsables de medir la calidad de estos (Centro de Comercio Internacional, 1993).

En el caso de Estados Unidos, este país cuenta con un organismo encargado del control de calidad, el cual es llamado *Food and Drug Administration* (FDA), este organismo tiene autoridad en alimentos y medicinas, dónde se encuentra clasificado el ají paprika (Zegarra, 2000).

En el caso de países europeos como España, cuentan con un código alimentario, el cual incluye todo el reglamento y norma de calidad de los productos alimentarios producidos. Específicamente, cuando se habla de ají paprika se pide que este alimento sea expuesto a una apreciación subjetiva donde se centre en la apariencia de los frutos, los cuales no tienen que estar manchados, quemados o blanqueados.

Aun así, en países internacionales el sistema con mayor utilización para establecer y determinar si el ají paprika es un alimento de calidad es el determinado por *América Spice Trade Association* ASTA, los cuales

centran la calidad del alimento en base a su color (Centro de Comercio Internacional, 1993).

En general se puede explicar que este alimento es considerado de buena calidad cuando supera los 20° ASTA, donde el color es producido a través de 20 carotenoides, donde las más relevantes son: *Vilaxantina*, *Capsantina* y *Beta caroteno*. Este tipo de carotenoides se desarrolla en relación a su cultivo, madurez, fertilización y demás factores.

Para obtener un grado ASTA, el ají paprika sufre una extracción de sustancias colorantes por medio de la acetona. Luego está es obtenida en un espectrofotómetro 460 mm (Centro de Comercio Internacional, 1993).

2.1.8 Diversidad del “ají páprika” producidas en Perú

Papri King: Esta presentación del ají paprika resalta de los demás por su tamaño, el cual oscila entre 15,2 y 20.3 cm. Este alimento tiene como otras de sus características la tonalidad roja, su nivel de picor, el cual es bastante bajo y la gran facilidad que tiene para su secado.

Papri queen.- Está presentación del ají paprika se caracteriza por sus paredes delgadas, su facilidad de secado y en cuanto a tamaño se puede decir que mide algunos cm menos que el Papri King.

Sonora.- Este tipo de alimento se caracteriza por presentar frutos más grandes de lo normal, es decir en este caso sus frutos llevan a medir de 20,3 x 3.8 cm. Asimismo sus frutos desarrollan una tonalidad roja oscura, además su planta se desarrolla de manera rápida. (Ministerio de agricultura, Partida arancelaria 0904.20.00.00, 10 de abril 2012).

Actualidad del “ají Paprika” en Perú.- Actualmente el ají paprika a alcanzado una alta demanda y Perú es el país que se posiciona en primer lugar como exportador de este producto. Gracias a este posicionamiento es que el Perú ha logrado alcanzar gran reconocimiento mundial, además que sus productos tienen un mayor nivel de calidad.

Por tal motivo, la paprika peruana es la más solicitada en el mercado, algunos elementos que hacen que este producto sea un éxito están relacionados a el apoyo del gobierno del país, los cuales han desarrollado incentivos y acuerdos sobre su exportación (Ministerio de Agricultura, Partida arancelaria 0904.20.00.00, 10 de abril 2012).

Desarrollo de las zonas encargados de producir en Perú.-

Actualmente la producción de ají paprika en el Perú se ha expandido a lo largo del territorio debido a la gran demanda que existe a nivel nacional e internacional.

Tal es la demanda mundial y nacional de la paprika, que su producción ha tomado mayor importancia sobre todo en la costa del Perú, la cual aumentado su producción con el fin de poder exportar un producto de calidad no perecible. Todo este trabajo ha colocado al Perú como un país exportador de paprika en seco. Las ciudades que más se han dedicado a la producción de este producto son: Piura, Ica, Arequipa, el sur de Lima y Tacna, llegando a producir entre 2000 y 6500 kg por año.

Además, el Ministerio de Agricultura expone que entre el año 2000 y 2006 el ají paprika ha tenido un comportamiento definido como explosivo debido a su gran aumento llegando a exportar al extranjero en el año 2006 50,000 toneladas, aumentando 1,409% en comparación al año 2000 en el que la exportación fue tan solo de 3.300 toneladas.

2.1. 9 reglamentación de micotoxinas a nivel internacional

Frente a la reglamentación de las micotoxinas a nivel internacional se expone que los expertos en aditivos alimentarios (JECFA) han realizado múltiples evaluaciones sobre la toxina aflatoxina B y G, llegando a determinar que esta tiene un potencial altamente carcinogénico. En el año 2007 se presentó otro informe a cargo de Panel de Contaminantes de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) quien es también indican que un prolongado consumo de aflatoxinas es altamente dañino para el ser humano, por lo tanto, aquellos alimentos que contengan esta toxina debían mantenerse alejado del consumo humano (EFSA, 2007).

Los estudios en relación a la aflatoxina se mantienen, tal es así que el *Codex Alimentarius* ha determinado como el máximo de aflatoxina para aquellos alimentos que sean consumidos con cáscaras, como las almendras cacahuates pistachos y nueces de Brasil. En este caso el límite es de 15 µg/kg con relación a los 10 µg/kg (Codex Alimentarius, 2008)

En el caso de Europa se ha determinado el Reglamento (CE) N° 1881/2006 (UE, 2006a), el cual explica que ante la alta toxicidad de los compuestos de la aflatoxina encontrados en frutos de cáscara, cereales, cacahuates y algunas semillas, y a pesar que estos se mantienen aun

cuando han sido transformados, se han creado y establecido los para los mayores márgenes en la aflatoxina B1 y en el total de aflatoxinas B1, B2, G1 y G2, los cuales son limitantes sobre todo cuando están relacionados a alimentación de niños y bebés lactantes.

Aquellos productos que superen el máximo establecido sobre el componente de las aflatoxinas, no deberán ser comercializados, ni deberán ser utilizados como ingredientes para la creación de otros productos. Además, el Reglamento especifica que en el caso de aquellos productos que no sean destinados para el consumo humano de manera directa pueden contener altos niveles de aflatoxinas, tal es el caso de algunos cacahuates y semillas oleaginosas.

Es decir, aquellos alimentos o productos que superen el mínimo establecido por el reglamento pueden seguir siendo comercializados siempre y cuando se confirme que este no va a ser destinado al consumo humano de manera directa. Esto se realiza y determina con el fin de no afectar el comercio del país.

Continuando con algunos aspectos importantes sobre los Reglamentos (CE) N° 401/2006 (UE, 2006b) y (UE) N° 178/2010 (UE,

2010b) propuestos por la Unión Europea, se aporta que estos han llegado a desarrollar y establecer diversas normas que permiten la evaluación para efectuar un control de la micotoxina en los alimentos. Asimismo, el Reglamento (CE) N° 1152/2009 (UE, 2009) establece normas específicas sobre la importación de productos que contenga estas toxinas, ya que, existe el riesgo de que otros productos pueden ser contaminados por estas toxinas existentes en productos alimenticios exportados de otros países.

En el caso de España se establecieron diversos límites máximos en relación al comercio y el grado que los alimentos que contengan Aflatoxinas B1, B2, G1 y G2, podrán ser consumidos. Estos niveles máximos fueron determinados en relación al Reglamento (CE) N° 1881/2006, el Real Decreto 475/1988, el cual llega establecer que está permitido el consumo máximo de 10 µg/kg en la totalidad de las Aflatoxinas B1, B2, G1 y G2 y de 5 µg/kg para la Aflatoxina B1. Reglamento (CE) N° 1881/2006, el Real Decreto 475/1988 comparando este reglamento con el reglamento, se puede encontrar que a diferencia del primero en este no existe una especificación concreta sobre los alimentos que aplican esta ley, por lo tanto, se puede entender que todos los alimentos de uso y consumo humano se rigen bajo este reglamento.

Por tal motivo, ante la ausencia de una normativa que establezca límites máximos de la toxina aflatoxinas B1, B2, G1 y G2, en productos alimenticios destinados para la alimentación de las personas, es que nace la gran interrogativa sobre la protección al consumidor, puesto se considera que la reglamentación previa desarrollada por la Unión Europea es redundante.

Es por esta situación, que la Dirección Ejecutiva de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) propone la derogación Real Decreto 475/1988, el cual estaba destinado a regular los máximos niveles permitidos de aflatoxinas en alimentos que no han sido regulados o mencionados en el Reglamento (CE) N° 1881/2006.

2.1.10 Reglamentación a nivel nacional

En el caso de nuestro país es el Ministerio de Salud el encargado de determinar la reglamentación ideal en conjunto con la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), ambas organizaciones trabajan en aspectos técnicos normativos y relacionados a la vigilancia de aquellos alimentos y productos que serán consumidos por los humanos. Así mismo se encargan de analizar aquellos productos de origen extranjero que ingresan al país. Este análisis constante tanto de productos importados como de exportados

se resuelve con el objetivo de salvaguardar la salud de todos los consumidores al mismo tiempo que se previenen enfermedades desarrolladas producto del consumo de estas toxinas.

En Perú existe un organismo encargado de cuidar y verificar los diferentes puntos relacionados a la sanidad de los productos alimenticios, en este caso es el Servicio Nacional de Sanidad Agraria más conocido como SENASA, esta organización es descentralizada del Ministerio de Agricultura del país sin embargo se encarga de toda la sanidad del área agraria.

Entonces el Ministerio de salud en conjunto con la DIGESA, establece la norma sanitaria NTS N°: 071- MINS/DIGESA - V.01. Esta norma se encarga de establecer diversos reglamentos y criterios relacionados aspectos microbiológicos incluidos en alimentos y bebidas destinadas al consumo y dieta de los individuos. Dentro de esta Norma existen diversos grupos y subgrupos, el ají paprika se encuentra específicamente en el subgrupo 4 que a su vez pertenece al grupo 9 llamado especies condimentos y salsas. El ají paprika es considerado un condimento deshidratado. Además, en esta norma se fijan los límites permitidos para mohos (calidad microbiológica) en lo que ha inocuidad se refiere; actualmente el SENASA ha establecido que los productos secos

como el Ají Paprika debe de cumplir con la siguiente normativa para niveles de micotoxinas.

El 5 de febrero del año 2010 se establece el Reglamento (UE) N°105/2010, el cual llega a establecer los límites máximos de ocratoxina, los cuales están referidos en 30 µg/kg desde el 1.7.2010 hasta el 30.6.2012 y 15 µg/kg a partir del 1.7.2012. Asimismo, el 26 de febrero del 2010 se determina el Reglamento (EU) N°165/2010, el cual establece el límite de aflatoxina en 5,0 10,0.

2.1.11 Actividad biológica y toxicidad de las aflatoxinas en los seres humanos

Estas toxinas están consideradas como altamente carcinogénicas, tanto las aflatoxinas clasificadas como B, cómo las G (SCF, 1996) ante esto la *International Agency for Research on Cancer* a determinado que esta toxina dentro del primer grupo de sustancias altamente carcinogénicas para humanos (IARC, 1993). Asimismo, se ha concluido que las aflatoxinas generan problemas en aspectos nutricionales (Williams et al., 2004), así como diversos efectos que llegarían a dañar la genética de los individuos (Kensler et al., 2011).

De las diversas clasificaciones de aflatoxina, se ha concluido que la más dañina y con más nivel de desarrollo carcinogénico es la aflatoxina B1 (JECFA, 1999), esta toxina ha sido encontrada en diversos alimentos de consumo humano (Sweeney y Dobson, 1998).

Las consecuencias en las personas producidas por el consumo de las aflatoxinas llegan a variar en relación a varios aspectos como la edad y la salud nutricional del alimento. Otros factores que llegan a influir son los demás componentes que el alimento contiene y cómo este ha sido procesado químicamente. Asimismo, la dosis y el tiempo que el individuo ha consumido esta toxina tiene gran relevancia al momento de evaluar las consecuencias de su consumo. Es importante recordar que los alimentos con mayor índice de tener aflatoxina dentro de sus componentes son los vegetales. En el caso de alimentos que provengan de animales este suele estar relacionado a el alimento que el animal tuvo (Deng et al., 2010).

Las consecuencias de esta toxina sobre el ser humano están relacionadas a la estructura química de las la toxina. Esta estructura química puede estar organizada como carcinogénicos, hepatotóxicos, inmunosupresores, mutagénicos y teratogénicos (Kensler et al., 2011).

Cuando el ser humano ha sido expuesto o ha consumido la toxina aflatoxina logra desarrollar ciertas manifestaciones clínicas, las cuales se dan por una aflatoxicosis de nivel agudo. Algunas manifestaciones comunes en estos casos están relacionadas a los vómitos, dolor estomacal, edema pulmonar y necrosis del hígado (Kensler et al., 2011). Es importante resaltar que la aflatoxicosis aguda es muy poco diagnosticada, puesto que los síntomas pueden llegar a confundirse con cualquier tipo de infección. La aflatoxicosis generalmente es diagnosticada en relación a su potencial carcinogénico. Es la aflatoxina clasificada como B1, la que tiene mayor potencial carcinogénico, esta determinación y diagnóstico se logró gracias a múltiples investigaciones donde se utilizaron roedores primates y peces. Aun, así como se ha mencionado antes la exposición la dieta y la salud nutricional del individuo tiene gran relevancia al momento de determinar los efectos por la exposición a la toxina (Kensler et al., 2011).

2.1.12 Actualización en la legislación relacionada a la contaminación en alimentos por aflatoxina

Actualmente se siguen realizando diversas investigaciones en todo el campo nutricional. Estas constantes investigaciones y hallazgos permiten que las políticas alimentarias sean constantemente modificadas a favor de salvaguardar la salud de las personas. Hay que tener en cuenta que

constantemente el ser humano es expuesto a nuevos alimentos y nuevas condiciones ambientales, las cuales pueden cambiar la forma en que los hongos se producen en los productos alimenticios. Por tal motivo, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria ha aumentado el desarrollo investigativo sobre la aflatoxina B1 en los alimentos, pero sobre todo en los cereales, ya que, estos muestran mayor nivel de contaminación por los constantes cambios en el medio ambiente (EFSA, 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales, reactivos y equipos

3.1.1. Materiales del kit de Elisa directamente competitivo (RomerLab, Kit de Elisa AgraQuant 2014).

- 48 Micropocillos recubiertos con anticuerpo (6 tiras de ocho pocillos) en un soporte de plástico (sellado en una bolsa de aluminio).
- 48 Pocillos de dilución no recubiertos (6 tiras de ocho pocillos marcados con azul/verde en la base).
- 6 Viales de 0.75 ml. Para los estándares de aflatoxinas (0, 1.0, 2.0, 4.0, 10.0 y 20.0 ppb.).
- 1 frasco de 12.5 ml. De conjugado aflatoxina.
- 1 Botella de 7.5 ml. De solución de sustrato.
- Botella de 7.5 ml. De solución de parada.

3.1.2. Materiales para laboratorio

- Micropipetas en tamaños requeridos
- Probeta graduada d

- Recipiente de 125 ml. De capacidad.
- Jeringuillas filtrantes.
- Papel de filtro Whatman número 1.
- Balanza capas de pesar 5 – 50 gramos.
- Pipeta de 12 canales.
- Erlenmeyer ámbar.
- Pipeta de 100 ul.
- Puntas para pipetas de 100 ul.
- Pipetas de 12 canales.
- Toallas de papel.
- Un recipiente para desechos.
- Soporte de pocillos.
- Tubos para recolección de muestras.
- Cronómetro.
- Marcador resistente al agua.
- 2 cubetas de reactivo para pipeta de 12 canales.

3.1.3. Reactivos

Solución de acetonitrilo.

Solución de metanol

Agua destilada

Columnas de inmunoafinidad

3.1.4. Materiales de seguridad

Guantes de látex.

Mascarilla.

Mandil blanco

Algodón hidrofílico.

Lentes de seguridad.

Gorro de seguridad.

3.1.5. Equipos

Cabina de Bioseguridad Nivel II.

Potenciómetro.

Vortex.

Lector de pocillos con un filtro de 650 nm.

Triturador Agri-Grind.

Mezclador de alta velocidad (blender).

3.2. Ubicación y delimitación del Área de estudio:

El estudio fue desarrollado en el Departamento de Tacna en las principales zonas de producción y almacenamiento de Tacna.

3.2.1. Población

Estuvo compuesta por 3 zonas de muestreo, que fueron el almacén de exportación, almacén de las zonas de producción y el mercado mayorista Grau.

3.2.2. Muestra

Se tomaron las muestras de ají páprika en kilogramos según la norma: NTP 011.052.2010 Método de muestreo y criterios para la preparación de la muestra en la determinación de micotoxinas, aplicados a las 3 zonas de muestreo del presente trabajo.

Para el mercado mayorista Grau se tomaron 10 muestras de 10 puestos de venta diferentes elegidos al azar, cada una de 1 Kg.

Para el almacén de exportación se tomaron 15 muestras al azar de un 1.5 Kg. Cada una.

Para el almacén de las zonas de producción se tomaron 15 muestras al azar de 1.5 Kg. Cada una.

3.3. Diseño de la investigación

La investigación tuvo un diseño no experimental - observacional descriptivo; puesto que ninguna variable fue alterada o manipulada, centrando la investigación en la observación de estas para su pronta descripción independiente, para ser evaluadas en un futuro.

3.4. MÉTODOS

3.4.1. Método de muestreo

Según la NTP 011.052.2010 Método de muestreo y criterios para la preparación de la muestra en la determinación de micotoxinas.

3.4.2. Preparación de la muestra y obtención del extracto para el diagnóstico de Elisa

Según la NTP 011.052.2010 Método de muestreo y criterios para la preparación de la muestra en la determinación de micotoxinas.

Tratamiento de la muestra recibida en el laboratorio.

La totalidad de muestras presentadas, pasaron por un proceso de trituración fina para después mezclarlas según lo establecido en el método, logrando así una perfecta homogenización.

3.4.3. Fase extractora (AOAC *OfficialMethod* 994.08, ed. 1995)

Se pesó 50 g de la muestra previamente molida en un matraz Erlenmeyer.

Se agregó 100 ml de la solución extractante.

Luego se revolvió por una hora en *blender* a velocidad alta, durante 2 minutos.

Después se filtró usando un filtro plegado y se recolectó el filtrado en material ámbar.

3.4.4. Purificación (AOAC *Official Method* 994.08, ed. 1995)

Se pipeteo 3 ml. del extracto filtrado al tubo de la columna de *clean up*.

Se colocó la columna en una mano y el tubo de ensayo en la otra, lentamente se presionó la columna dentro del tubo de ensayo, donde se obtuvo 0,5 ml de extracto purificado.

3.4.5. Notas de procedimiento para realizar la prueba de Elisa (RomerLab. Kit de Elisa AgraQuant)

Sustrato azul K-Blue. El color de este sustrato debe ser oscilante entre transparente y azul claro. Para esto se utilizó en una cubeta solo la cantidad necesaria. La cubeta fue resguardada y cubierta de la luz con el fin de proteger el sustrato.

Pocillos de anticuerpos: estos pocillos se mantuvieron cerrados en la bolsa de papel metálico para su utilización y solo fueron retirados de la bolsa al momento realizar el conteo con los resultados.

3.4.6. Procedimiento analítico de la prueba de Elisa (AOAC *Official Method 994.08*, ed. 1995)

Todas las muestras se llevaron a temperatura ambiente (18 – 30°C, 64 – 86°F) previa a su utilización.

Por cada muestra roja se retiró un pocillo y se mezcló. Se analizaron cuatro pocillos y se necesitó utilizar un soporte de pocillos.

Se retiró una cantidad igual de pocillos revestidos en contra anticuerpo. Se devolvió los pocillos de anticuerpos a la bolsa de papel metálico con capacidad de ser secante. Con el fin de proteger el anticuerpo, este fue colocado en el papel metálico y sellado. Además, para poder reconocer el paquete de las demás muestras se señaló en un extremo de la tira reactiva con “I” y este fue apartado.

Cada frasco fue agitado con el fin de mezclar todos los reactivos antes de ser utilizado. Se vertió 100 ul. De la mezcla del frasco con la etiqueta azul en

Mediante una nueva punta de pipeta para cada uno, se transfirió 100 ul. De los controles y muestras a los pocillos de mezclado marcados en rojo.

Se utilizó una pipeta de 12 canales, la cual sirvió para mezclar el contenido de los pocillos pipeteando los hacia arriba y hacia abajo. Se transfirió 100 ul. A los pocillos con revestimiento de anticuerpos. Desechando los pocillos de mezclado marcados con rojo.

El cronómetro fue programado en 2 minutos, luego se mezcló los pocillos en los primeros 10 - 20 segundos de las incubaciones asegurándose que la temperatura sea la adecuada; para ello se deslizó el soporte de los pocillos sobre una superficie plana, evitando provocar algún derrame de los reactivos que los pocillos contengan.

Con el fin de vaciar los pocillos de los líquidos o anticuerpos, estos fueron lavados con agua destilada y luego se vaciados. Esta actividad se repitió 5 veces, luego de invertir los pocillos se utilizó una toalla desechable para terminar de secar cualquier residuo de agua.

Se vertió la cantidad necesaria de sustrato procedente del frasco con etiqueta verde en la cubeta del reactivo con etiqueta verde.

Con una pipeta de 12 canales con puntas nuevas, se pipeteó 100 ul de sustrato en los pocillos.

El cronómetro fue programado en 3 minutos y se mezcló los pocillos durante los 10 – 20 segundos deslizándolos en el soporte de los pocillos sobre una superficie plana. Se desechó el sustrato restante y posteriormente se lavo la cubeta eliminado cualquier resto de reactivo.

Se utilizó la mezcla “*Red Stop*” encontrada en el frasco con etiqueta roja.

Se usó el sustrato sobrante de la pipeta de 12 canales. Se pipeteo 100 ul. De reactivo “*Red Stop*” en cada pocillo. Se mezcló deslizando hacia atrás y hacia adelante sobre una superficie plana. Al final se desecharon todos los residuos.

Se pasó una toalla por dentro de los pocillos y se utilizo un lector de pocillo para obtener el resultado. Luego se eliminó las burbujas de aire,

porque podría influenciar y cambiar los resultados analíticos, los resultados se leyeron pasados los 20 minutos posteriores a la utilización de la adición de “*Red Stop*”.

Por último, se utilizó el lector de pocillos para obtener los resultados.

3.4.7. Análisis estadístico de los datos

El producto de las cuantificaciones de aflatoxinas totales en ají paprika se analizaron mediante estadística descriptiva y para las comparaciones de promedios entre las muestras se utilizó la prueba de T de *Student* para obtener muestras relacionadas al 95% confiabilidad.

IV. RESULTADOS

Cuadro 1. Análisis descriptivo del contenido de aflatoxinas totales en ají paprika

Sectores	N	Varianza	Desviación estándar	Media	Comportamiento		Rango
					Minino	Máximo	
Mercado Grau	10	12,885	3,5896	4,6950	1,16 ug/Kg.	11,21 ug/Kg.	10,05 ug/Kg.
Almacén de exportación	15	11,511	3,3928	4,0400	0,16 ug/Kg.	10,09 ug/Kg.	9,93 ug/Kg.
Almacén de zonas de producción	15	14,189	3,7669	6,5733	2,0 ug/Kg.	15,58 ug/Kg.	13,26 ug/Kg.

Fuente: Elaboración propia.

En este primer cuadro se pueden observar los diferentes niveles de aflatoxina encontrados en diferentes muestras en ají páprika de los diferentes sectores, donde los resultados evidencian que la media general en Mercado Grau fue de 4,650 este sera el valor de la desviación estándar, indicando que en promedio las observaciones individuales se desviaron 3,5896, siendo su varianza de 12,885. Asimismo, se observó que el rango entre las muestras fue de 10,05 su mínimo fue de 1,16 y su máxima 11,2.

En lo que respecta al almacén de exportación su promedio fue de 4,040, su el valor de la desviación estándar, indicó que en promedio las observaciones individuales se desvían un 3,3928 en torno a la media, siendo su varianza de 11,511. Asimismo el rango entre las muestras fue 9,93, donde su mínimo fue de 0,16 y su máxima de 10,09.

En lo relacionado al almacén de zonas de producción su promedio fue de 6,5733, su el valor de la desviación estándar, indicó que en promedio las observaciones individuales se desvían 3,7669 en torno a la media , siendo su varianza de 15,58, el rango entre las muestras fue de 13,26 su mínimo fue de 2,32 y su máxima 15,58 respectivamente.

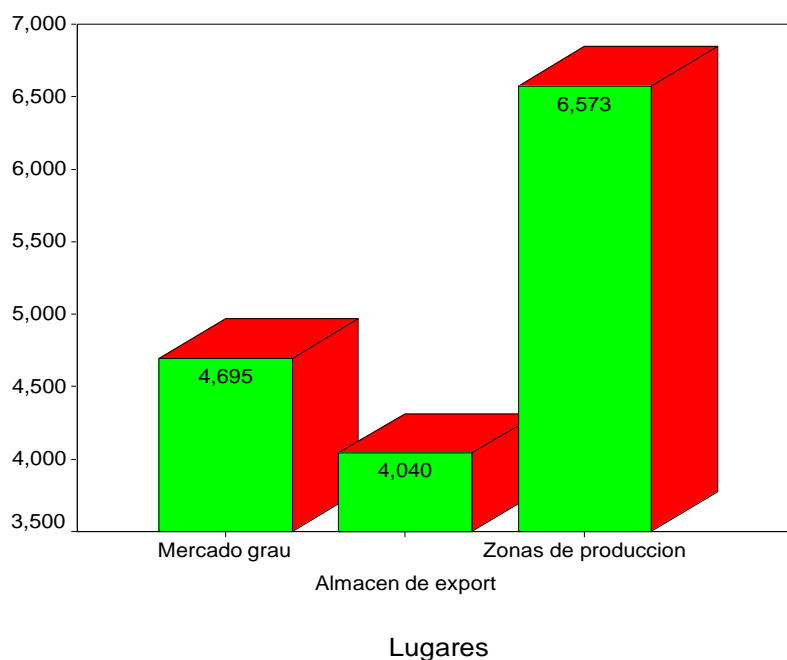


Figura 1. Contenido de aflatoxinas totales en ají paprika

En la figura 1. Se rescata que el nivel más alto de aflatoxinas totales en ají paprika se encontró en las zonas de producción del cultivo, en el segundo lugar se ubicó en el Mercado Grau y con el menor contenido se observa en los almacenes de exportación. El cuadro mostrado con anterioridad muestra en sus gráficos, qué existe una diferencia en los niveles de aflatoxinas de las diferentes muestras. Esta diferencia está relacionada a la procedencia de los productos, ya que cada uno se encontraba en almacenamientos diferentes.

Cuadro 2. Prueba de t Student para muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Mercado Grau - Almacén de exportación	,116	5,720	1,808	-3,97	4,207	,064	9	,950
Par 2	Mercado Grau - Almacén de zonas de producción	-,521	5,706	1,804	-4,60	3,561	-,289	9	,779
Par 3	Almacén de exportación - Almacén de zonas de producción	-2,23	5,991	1,546	-5,544	1,090	-1,440	14	,172

Fuente: Creación propia

El presente cuadro muestra la prueba de T de Student de muestras relacionadas, donde se afirma la ausencia de diferencias estadísticas entre los promedios obtenidos aflatoxinas totales en los tres sectores analizados, puesto que α 0,05 es inferior a la significación (bilateral) 0,950; 0,779 y 0,172, por lo tanto sus promedios son estadísticamente similares.

V. DISCUSION

En las tres zonas de muestreo se encontró contenido de aflatoxinas por encima del límite establecido según anexo 1: “Contenidos máximos de aflatoxinas (ug/Kg.) Según el reglamento EU N° 165/2010” donde se determina que el máximo contenido de aflatoxinas permitido es 10,0 ug/Kg. Cada una de las zonas de muestreo excede o iguala esta cantidad de aflatoxinas:

- El mercado Grau contiene 11,21 ug/Kg de contenido de aflatoxinas como máximo según las pruebas realizadas, excediendo los 10,0 ug/Kg permitidos por la norma mencionada anteriormente.
- El almacén de exportación presentó un 10,09 ug/Kg de contenido de aflatoxinas como máximo según las pruebas realizadas, excediendo los 10,0 ug/Kg. Permitidos por la norma mencionada anteriormente.
- El Mercado mayorista Grau presentó 15,58 ug/Kg de contenido de aflatoxinas como máximo según las pruebas realizadas, excediendo los 10,0 ug/Kg permitidos por la norma mencionada anteriormente.

Estos resultados se deben a los deficientes controles que se deben llevar a cabo para asegurar que la materia prima empleada para consumo humano y animal sea inocuo, la existencia de micotoxinas se ha vuelto un problema constante y creciente, el cual debe mantenerse monitoreado desde el campo hasta la industrias procesadoras, ya que la prevención es la manera más segura y económica de asegurar la calidad. Además, que se debe tener en cuenta que el desarrollo de aflatoxinas está relacionado al conjunto de diferentes factores como las especies, el sustrato y el medio ambiente en el que se desarrolla el producto. Asimismo, estos factores pueden clasificarse en tres maneras: Factores físicos, factores nutricionales y factores biológicos. Los factores físicos están relacionados a la temperatura, humedad, luz, agua y aire. Es importante recordar que la aflatoxina se desarrolla a temperaturas oscilantes antes entre 12 y 42°C. (Soriano, 2007).

Chalco (2014) aporta en base a los estudios realizados a las diferentes muestras de nuez, que se encontró que él 26% de estas contenían índices de aflatoxinas. En el caso del maní el 56.6% también contenían aflatoxina. Estos resultados se vuelven realmente alarmantes, ya que las muestras encontradas estuvieron relacionadas a la aflatoxina AFG1 y la AFB1. Es así mismo qué en el total de muestras analizadas se encontró un 18,3% de partículas relacionadas a AFB1. Fierro (2012) realizó una investigación en

la que concluye que el 60% de muestras de maní estudiadas dieron como resultado un alto índice de contaminación con AFB1. Este tipo de toxina es muy recurrente sobre todo en alimentos como el maíz y el maní (Logrieco & Visconti, 2004). Este tipo de aflatoxinas son consideradas contaminantes naturales, las cuales se desarrollan en diferentes productos agrícolas, este ha sido encontrado en diversas partes del mundo, en diferentes grados, pero en casi todos los alimentos de consumo humano (Soriano del Castillo, 2007).

Asimismo, Moreno y Gutiérrez, (1991) aportan que los hongos *Aspergillus parasiticus* Speare y *A. flavus*, relacionados al desarrollo de aflatoxinas han sido encontrados en todas las muestras de granos almacenados. Estas muestras presentaban un nivel sobre el 26% de infección. Aun así, es preciso recordar que la presencia de este hongo no implica el desarrollo firme de las aflatoxinas, ya que, para el desarrollo de aflatoxinas se necesitan otros factores como la humedad del ambiente y del sustrato.

La variabilidad del desarrollo de estas toxinas está condicionada, en muchos casos, a las malas condiciones de almacenamiento del producto cosechado. Estos productos quedan expuestos a los cambios climáticos y las esporas de hongos que pueden encontrarse en él. La contaminación del

producto no solo ocurre al momento de ser cosechado o almacenadas, sino también en el proceso de transformación y distribución, donde el producto queda expuesto a humedad y aire.

VI. CONCLUSIONES

En relación al mercado Grau las aflatoxinas totales detectados en promedio fue de 4,650 ug/Kg. con un rango mínimo de 1,16 ug/Kg. como rango máximo de 11,21 ug/Kg. Superando el límite permisivo según la norma de la unión europea, lo cual generaría toxicidad, derivando en una posible neoplasia hepática.

En lo que respecta al almacén de exportación el contenido de aflatoxinas totales, la media encontrada fue de 4,040 ug/Kg. con un rango mínimo de 0,16 ug/Kg. Y como rango máximo 10,09 ug/Kg. Superando por 0.09 ug/Kg. del límite permisivo de la Unión europea.

En las zonas de producción la media de aflatoxinas totales fue 6,5733 ug/Kg. con un rango mínimo de 2,32 ug/Kg. y un máximo de 15,58 ug/Kg.; es el valor más elevado encontrado en el presente estudio superando por 5.50 ug/Kg. El valor permisivo generando un alto grado de toxicidad para los consumidores.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que estos estudios sean constantes, reproduciéndose en diversos alimentos. Es importante asegurar que los alimentos de uso humano sean saludables y libres de aflatoxinas ya que estas pueden desarrollar diversas enfermedades en personas y animales.

La comercialización de este producto debe estar relacionada a altos índices de calidad. Esto influenciará en el productor, el cual se verá obligado a mejorar la calidad del producto desarrollado. Este producto de mejor calidad a su vez traerá beneficios económicos para el productor.

Es importante que se realicen diversos monitoreos y controles en busca de aflatoxinas en el ají paprika. Esto debería realizarse durante un año y después de manera regular, pues servirá para futuras investigaciones, en dónde se comparen los diferentes índices.

Otro aspecto importante a mejorar está relacionado al transporte del producto, el cual no solo produce pérdidas de cosechas, sino la contaminación del ají paprika.

Por último, se recomienda investigar el desarrollo de otras micotoxinas en los diferentes alimentos, sobre todo en aquellas desarrolladas en relación a los hongos del género *Penicillum*, *Fusarium* y *Cladosporium*.

VIII REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Acta Medica (2004). Aflatoxinas, revista Scielo Costa rica

Aliverti, V. (2012). Desarrollo y validación intra-laboratorio de una metodología para la detección de Salmonella. Trabajo de Tesis realizado como requisito para optar al título de Magíster en Tecnología e Higiene de los Alimentos. Universidad Nacional de la Plata-Facultad de Ciencias Veterinarias 107 pp.

Arrus, k. Blank, G. Abramsom, D. Clear, R. Y holley, R. (2005). Aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in Brazil nuts. Journal of Stored Products Research. 41: 513-527.

Abdulkadar, A. Abdulla, A. Ali, A. Afrah, M. Kildi, A. Jassim, H. y Jedah, A. 2003. Mycotoxins in food products available in Qatar. Food Control. 1010 – 1016.

Altman, D. (1991). Practical statistics for medical research. New York: Chapman and Hall.

Battaglia, M., Pedrazzoli, P., Palermo, B., Lanza, A., Bertolini F., Robustellidella, G. (1998) Epithelial tumor cell detection and the unsolved problems of nested RT-PCR: a new sensitive one step method without false positive results. Bone Marrow Transplant. Oct; 22(7):693-8.

Benítez, A. (2005). Avances recientes en biotecnología vegetal e ingeniería genética de plantas. Reverté. Barcelona, España. 196 p.

Chalco, D (2014) Riesgo toxicológico de aflatoxinas presentes en maní y nueces comercializados en los principales mercados de la ciudad de Cuenca. Cuenca Ecuador 117 p.

Chambilla Condori, I. (2004) "Efecto de tres niveles de nitrógeno y fósforo en el redimiendo de dos cultivares de páprika (*Capsicum annuum* L.) en condiciones del valle del caplina" Tesis Ingeniero Agrónomo, UNJBG. Tacna - Perú. 8 pp.

Dilkin, P. Zorzete, P. Mallmann, C. Gomes, J. Utiyama, C. Oetting, L. y Correa, B. (2003). Toxicological effects of chronic low doses of aflatoxina B1 and fumonisin B1 containing *Fusarium moniliforme* culture material in weaned piglets. *F. and Ch. Tox.* 41: 1345-1353.

Duarte, S. y Villamil, L. (2006). Micotoxinas en la salud pública. *Rev. Salud Pública* 8 (1): 129-135.

FAO (2001). Aflotaxinas

Gimeno, A. (2007). Aflatoxicosis en humanos provocada por el consume de alimentos contaminados, que no son de origen animal. (en línea) Estados Unidos de América,

Gonzales, S. (1997) Desafíos en la lucha contra las micotoxinas. (en línea) Cuba. Casa editora.

INIA (2011) Manejo de cultivo de Ají Páprika. Ficha técnica 2000 10 pp.

Izquierdo P. (1995). Presencia de alfatoxinas en algunos alimentos. (en línea) Venezuela, casa editora.

Klaassen, C. (2008). Toxicology: the basic science of poisons. Mc Graw-Hill. New York, USA. 1309 p.

Logrieco, A., & Visconti, A. (2004). Una visión general sobre los hongos y micotoxinas en Europa. Norwell, USA. Kluwer Academic Publishers.

Maroto, J. (1983), Horticultura Herbácea Especial. Editorial Mundi – Prensa Madrid – España. 650 pp.

Montaner, J. (2004). El riesgo de padecer cáncer de hígado se ha correlacionado con un consumo excesivo de aflatoxinas, contenidas en productos naturales de consumo común

Nesci, A. y Etcheverry, M. (2006). Control of *Aspergillus* growth and aflatoxin production using natural maize phytochemicals under different 61 conditions of water activity. Pest. Man. Sc. Univ. Nac. Río Cuarto. Córdoba, Argentina 62: 775-784.

NICHO, P (2003), cultivo de paprika en el Perú

PyMAGROS (2005), la adaptación de variedades, tipos de almacigado y dosis de fertilización en el cultivo de Páprika

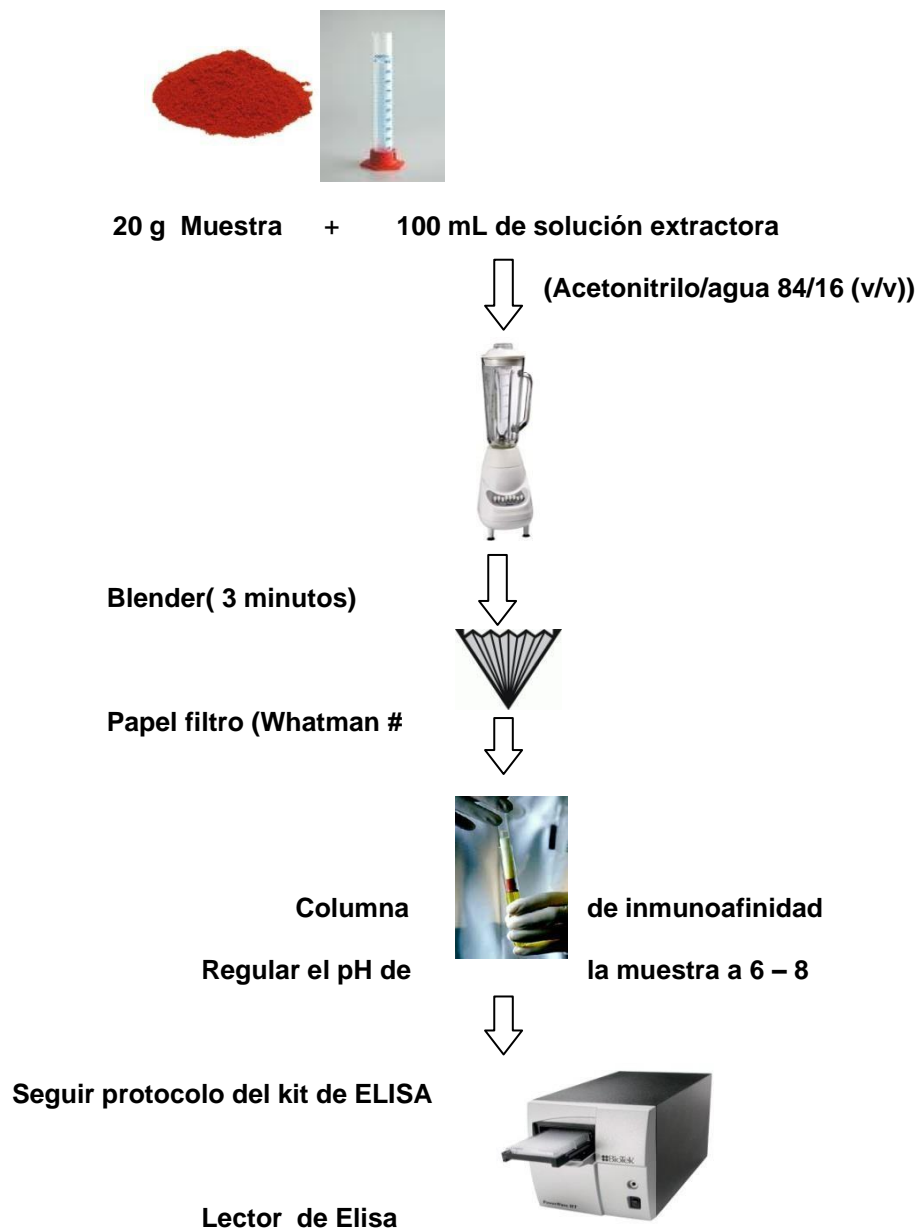
- Ponce, M. (1995). Manual de producción de pimiento paprika para las condiciones del valle de Tambo. CIED. Arequipa - Perú.
- Ruiqian, L. Qian, Y. Thanaboripat, D. y Thansukon, P. (2004). Biocontrol of *Aspergillus flavus* and aflatoxin production. *J. Sc.* 4: 1685 – 2044.
- Soriano, J. (2007). Micotoxinas en alimentos. Díaz de Santos. Madrid. España. 396 p.
- Tompkin, R. (2002). Microbiological testing in food safety management. Comitte. Kluwer Academic/Plenum. New York. USA. 362 p.
- Vives, M. E. (1984); Cultivo del Pimiento y la Berenjena, segunda edición, Editorial SINTES S.A. Barcelona-España, 110 Pag.
- Williams, J. Phillips, T. Jolly, P. Stiles, J. Jolly, C. y Aggarwal, D. (2004). Human aflatoxicosis in developing countries: a review of toxicology, exposures potential health consequences, and interventions1-3 . *Am. J. Clin. Nutr.* 80: 1106-1122.
- Zapata M. Bañón S., Cabrera P., (1992) Pimiento para pimentón, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid- España, 240 pp.
- Yan, P. Song, Y. Sakuno, E. Nakajima, H. Nakagawa, H. y Yabe, K. (2004). Cyclo (L-Leucyl-L-Prolyl) Produced by *Achromobacter xylosoxidans*

inhibits aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*. *Am. Soc. For
Microb.* 70(12): 7466-7473

IX. ANEXOS

8.1 Anexo 1: Protocolo de extracción

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCEDIMIENTO PARA PÁPRIKA”



8.2 Anexo 2: Máximo nivel admitido para aflatoxinas B y G en alimentos ($\mu\text{g}/\text{Kg}$) en base al REGLAMENTO (EU) N° 165/2010 DE LA COMISIÓN de 26 de febrero de 2010 que actualiza lo establecido en relación a las aflatoxinas, el Reglamento (CE) n o 1881/2006 determina el nivel máximo aceptado diversos componentes contaminados en los alimentos o en aquellos productos destinados para la dieta de las personas.

Contenidos máximos de Aflatoxinas ($\mu\text{g}/\text{Kg}$)				
Apartados	Alimentos	B ₁ Suma: B ₁ , B ₂ , G ₁ y G ₂		M1
2.1.1	Cacahuates y todas aquellas semillas que hayan sido seleccionadas para que las personas puedan consumirlas ya sea de manera directa o indirecta. Dentro de este grupo no se incluyen aquellas semillas que vayan a pasar por un proceso específico para convertirse en algún tipo de aceite.	8.0	15.0	-
2.1.2.	Dentro de este grupo se encuentran las almendras o algunos otros frutos secos que hayan sido seleccionados para recibir algún tipo de transformación física previo a la destinación para la alimentación de las personas	12.0	15.0	-
2.1.3.	Nueces del Brasil y avellanas las cuales sean seleccionadas para recibir cierto tipo específico de transformación previa a la destinación para el consumo de las personas. Ya se de manera directa o indirecta.	8.0	15.0	-
Apartados	Productos alimenticios	B₁	Suma: B₁, B₂, G₁ y G₂	M1
2.1.4.	En este grupo se encuentran todos aquellos productos alimenticios de origen arbóreo, excepto aquellos que ya hayan sido previamente mencionados en los anteriores puntos. Que hayan sido seleccionados para recibir algún tratamiento o transformación física previa a la destinación	2.0	4.0	-

	para el consumo de las personas, el cuál puede ser de manera directa o indirecta.			
2.1.5.	En este grupo se encuentran aquellas semillas con características aceitosas y los cacahuates que hayan sido seleccionados para recibir algún tratamiento o transformación física previa a la destinación para el consumo de las personas, el cuál puede ser de manera directa o indirecta. En este grupo se hace la excepción en algunos alimentos destinados para la producción de aceites vegetales refinados.	2.0	4.0	-
2.1.6.	Aquellos frutos secos como los pistachos, las almendras y huesos de albaricoque los cuales hayan sido determinados para que las personas los consuman de manera directa o indirecta.	8.0	10.0	-
2.1.7.	Nueces de Brasil y avellanadas seleccionadas para que el hombre las consuma de manera directa o indirecta.	5.0	10.0	-
2.1.8.	Aquellos productos provenientes de origen arbóreo, que no haya sido mencionado previamente, destinados para que el hombre los consuma de manera directa o indirecta.	2.0	4.0	-
2.1.9.	Algunas frutas secas que hayan sido seleccionadas para pasar por algún tipo de transformación física previa a su designación como producto para el consumo de las personas ya sea de manera directa o indirecta..	5.0.	10.0	-
Contenidos máximos de Aflatoxinas ($\mu\text{g/Kg}$)				
2.1.10.	Algunas frutas secas y derivados de estas destinados para que el hombre pueda consumirlos de manera directa o indirecta.	2.0	4.0	-
Apartados	Productos que pueden ser consumidos	B₁	Suma: B₁, B₂, G₁ y G₂	MI
2.1.11.	La totalidad de aquellos productos que sean producidos utilizando cereales y la totalidad de aquellos cereales previamente transformados. Con excepción de aquellos mencionados en los puntos 12, 15 y 17.	2.0	4.0	-
2.1.12.	Los productos provenientes de arroz y maíz que hayan sido seleccionados para pasar por algún proceso de	5.0	10.0	-

Contenidos máximos de Aflatoxinas ($\mu\text{g}/\text{Kg}$)				
Apartados	Productos alimenticios	B ₁	Suma: B ₁ , B ₂ , G ₁ y G ₂	MI
	transformación física previa en la designación para que el hombre pueda consumirlos de manera directa o indirecta.			
2.1.13.	Aquellos productos de origen animal lácteos como la leche cruda o aquella que haya sido tratada.	-	-	0.05
2.1.14.	Las especies mencionadas a continuación: <i>Capsicum spp.</i>: Aquellas frutas secas consideradas pasas las cuales pueden ser completas o transformadas. En este grupo se encuentra todos los chiles y el pimentón. <i>Piper spp.</i> Todos los frutos pertenecientes excepto la pimienta negra y blanca. <i>Zingiberofficinale</i> (jengibre) <i>Myristicafragrans</i>(nuez moscada) <i>Curcuma longa</i> (cúrcuma) Todas aquellas mezclas que incluyan las especias mencionadas.	5.0	10.0	-
2.1.15.	Aquellos productos alimenticios contruidos a base de cereales y aquellos productos destinados para la alimentación de niños y lactantes.	0.10	-	-
2.1.16	Productos desarrollados destinados para los lactantes, tales como leches especiales.	-	-	0.025
2.1.17.	Aquellos productos alimentarios considerados dietéticos los cuáles pueden ser utilizados en casos médicos	0.10	-	0.025

FUENTE: REGLAMENTO (EU) N° 165/2010 DE LA COMISIÓN de 26 de febrero de 2010