

**UTILIZACIÓN DE LUZ ULTRAVIOLETA PARA DISMINUIR CARGA MICROBIANA EN LA
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS PELETIZADOS Y/O EXTRUIDOS EN LA
PLANTA DE FINCA SAS.**

GUSTAVO ADOLFO GONZÁLEZ PALOMINO

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESPECIALIZACIÓN EN PROCESOS DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA
BOGOTÁ
2018**

**UTILIZACIÓN DE LUZ ULTRAVIOLETA PARA DISMINUIR CARGA MICROBIANA EN LA
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS PELETIZADOS Y/O EXTRUIDOS EN LA
PLANTA DE FINCA SAS.**

GUSTAVO ADOLFO GONZÁLEZ PALOMINO

**Proyecto de Investigación como alternativa de Trabajo de Grado para
Optar el Título de Especialista en Proceso de Alimentos y Biomateriales**

**Director de Grado
Dra. Laura María Reyes Mendez**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESPECIALIZACIÓN EN PROCESOS DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA
BOGOTÁ
2018**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá (Distrito Capital), octubre 2018

DEDICATORIA

Gracias a Dios por darme perseverancia a mi espíritu luchador, sin dejarme desfallecer y orientarme hacia el camino del éxito.

A mi esposa e hijos, que me han acompañado en la obtención de tan gran logro, puesto que son y serán el pilar de todos mis éxitos.

A mis profesores de la universidad que me formaron hacia el conocimiento; y los que me acompañaron en la realización del trabajo; en especial al Ingeniero Mauricio González.

Gracias a todos.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas:

Al Ingeniero Mauricio González por darme la oportunidad de realizar este trabajo en la compañía; al personal operativo y administrativo de Finca SAS.

A mi directora de trabajo de grado la Dra. Laura Reyes quien me brindó su apoyo y colaboración; al profesor de la Especialización Vicente Ortiz que me guió en el desarrollo de este proyecto y los demás docentes académicos que aportaron sus conocimientos para darme una formación integral y profesional.

A todos muchas Gracias.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	13
1. OBJETIVOS.....	14
1.1 GENERAL.....	14
1.2 ESPECIFICOS	14
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 LUZ ULTRAVIOLETA	15
2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO PARA ANIMALES PRODUCIDO EN LA PLANTA DE FINCA SAS UBICADA EN BUGA (VALLE).....	17
2.2.1 PROCESO DE PELETIZACIÓN	18
2.2.1.1 ACONDICIONAMIENTO	18
2.2 PROCESO DE EXTRUÍDO	20
2.3 DETERIORO DE LOS ALIMENTOS	21
2.3.1 FACTORES DE DETERIORO DE LOS ALIMENTOS	21
2.3.1.1 Factores Intrínsecos:	21
2.3.1.2 Factores Extrínsecos:	22
2.3.1.3 Factores Implícitos:.....	22
2.3.1.4 Métodos de procesamiento de los alimentos.....	23
2.3.2 MICROORGANISMOS EN LOS ALIMENTOS	23
2.3.2.1 Mohos	23
2.3.2.2 Levaduras.....	24
2.3.2.3 Mesófilos Aeróbios.....	25
2.4 APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS CON LUZ U.V EN PRODUCTOS ALIMENTARIOS.....	26
2.5 FACTORES CRÍTICOS DEL TRATAMIENTO POR LUZ ULTRAVIOLETA (UV-C) SOBRE LA INACTIVACIÓN MICROBIANA	27
3. PROBLEMA	29

4. JUSTIFICACIÓN	30
5. METODOLOGÍA.....	31
5.1 MATERIAL Y MÉTODOS: PRODUCTOS PELETIZADOS Y/O EXTRUIDOS PARA IRRADIAR CON LUZ ULTRAVIOLETA	31
5.2 ELABORACIÓN CAJA METÁLICA.....	31
5.3 INTRODUCCIÓN A LA CAJA METÁLICA DE LOS PRODUCTOS Y EVALUACIÓN DE TIEMPOS DE EXPOSICIÓN.	32
5.4 TIEMPOS DE EXPOSICIÓN	32
5.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	33
5.6 ANÁLISIS DE COSTOS	33
7. CONCLUSIONES.....	45
GLOSARIO.....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS.....	51
ANEXO 1	52
MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS Y PRODUCTOS PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL. REQUISITOS GENERALES Y DIRECTRICES PARA ANÁLISI MICROBIOLÓGICOS NORMA NTC 4092 PRIMERA ACTUALIZACIÓN.....	52
ANEXO 2.....	54
INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO: ALIMENTOS PARA ANIMALES PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tratamientos de exposición de muestras de Caballos, Conejos, Corcel, Leche Estandar 70 y Olimpo Cinta Azul a luz UV a 257.3 nm.....	33
Tabla 2: Costos del Proyecto.....	33
Tabla 3: Recuento microbiológico de aerobios mesófilos y hongos en muestra de alimento concentrado Caballos en presentación pastilla a diferentes tiempos de exposición en Luz Ultravioleta.....	34
Tabla 4: Recuento microbiológico de aerobios mesófilos y hongos en muestra de alimento concentrado Caballos Olimpico Cinta Azul en presentación extruído a diferentes tiempos de exposición en luz ultravioleta.....	36
Tabla 5: Recuento microbiológico de aerobios mesófilos y hongos en muestra de alimento concentrado Conejos en presentación pastilla a diferentes tiempos de exposición en luz ultravioleta.....	38
Tabla 6: Recuento microbiológico de aerobios mesófilos y hongos en muestra de alimento concentrado Corcel Finca en presentación pastilla a diferentes tiempos de exposición en luz ultravioleta.....	40
Tabla 7: Recuento microbiológico de aerobios mesófilos y hongos en muestra de alimento concentrado Leche Estándar 70 en presentación pastilla a diferentes tiempos de exposición en luz ultravioleta.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Rango de longitudes de onda.....	16
Figura 2: Máquina Peletizadora.....	18
Figura 3: Línea de paletización en Nutrición animal.....	19
Figura 4: Condiciones en el proceso de extrusión Planta Finca SAS.....	20
Figura 5: Forma de Mohos y Levaduras.....	25
Figura 6: Caja metálica piloto para el ensayo de radiación con Luz Ultravioleta.....	31
Figura 7: Producto peletizado y/o extruido irradiado con Luz Ultravioleta.....	32
Figura 8: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de mesófilos aeróbios en el producto Caballos Pellets).....	35
Figura 9: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de hongos en el producto Caballos (Pellets).....	35
Figura 10: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de mesófilos aeróbios en el producto Olimpo Cinta Azul (Ext).....	37
Figura 11: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de hongos en el producto Olimpo Cinta Azul (Ext).....	37
Figura 12: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de mesófilos aeróbios en el producto Conejos (Pellets).....	39
Figura 13: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de hongos en el producto Conejos (Pellets).....	39
Figura 14: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de mesófilos aeróbios en el producto Corcel (Pellets).....	41
Figura 15: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de hongos en el producto Corcel (Pellets).....	41
Figura 16: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de mesófilos aeróbios en el producto Leche Estándar 70 (Pellets).....	43
Figura 17: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de hongos en el producto Leche Estandar 70 (Pellets).....	43

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Microbiología de alimentos y productos para alimentación animal. Requisitos generales y directrices para análisis microbiológicos norma NTC 4092 primera actualización.	52
Anexo 2: Instituto Colombiano Agropecuario: Alimentos para animales parámetros microbiológicos.....	54

RESUMEN

La radiación ultravioleta es una técnica emergente de conservación de alimentos, la cual actúa alterando el ADN del microorganismo dañando su actividad biológica. El objetivo del presente proyecto fue el uso de la luz ultravioleta para disminuir la carga microbiana en productos peletizados y extruidos de la Empresa Finca SAS. Inicialmente fue diseñada una cámara metálica hermética con una lámpara a 257.3 nm donde fueron colocadas las muestras de alimentos Corcel, Caballos, Conejos, Leche Estandar 70 en presentación pastilla y Olimpo Cinta azul extruido a 3 seg, 6 seg, 10 seg y 15 seg de exposición y radiación ultravioleta a 257nm. Después de aplicados los tratamientos a cada una de las muestras, fueron realizados análisis de inactivación microbiana de aeróbios mesófilos, hongos y levaduras. Se logró disminuir la carga microbiana en todas las muestras analizadas respecto al patrón en 99% (Corcel), 96% (Caballos), 92% (Conejos), 74% (Leche Estandar 70) y 60.4% (Olimpo Cinta azul) en aeróbios mesófilos y entre 20 a <10 UFC/g de Hongos en todas las muestras.

Con esta tecnología se buscó de dar un valor agregado en la conservación del producto peletizado y/o extruido de los productos ya mencionados, y una reducción del 60% de quejas y/o reclamos de clientes.

Palabras Claves: Radiación, Luz Ultravioleta, Mesófilos Aeróbios, Hongos y Levaduras, Peletizado, Extruido, Clientes.

ABSTRACT

Ultraviolet radiation is an emerging food preservation technique, which acts by altering the ADN of the microorganism damaged its biological activity. The objective of the present project was the use of ultraviolet light to decrease the microbial load in pelleted and extruded products of company Finca SAS. Initially, a hermetic metallic chamber was designed with a lamp at 257.3 nm where the food samples were placed Corvel, Caballos, Conejos, Leche Estandar 70 in presentation pellet and Olimpo Cinta Azul extruded in 3 sec, 6 sec, 10 sec and 15 sec exposure and ultraviolet radiation at 257nm. After applying the treatments to each of the samples, microbial inactivation analyzes were carried out for aerobic mesophiles, fungal and yeast. It was possible to decrease the microbial load in all samples analyzed with respect to the pattern, in 99% (Corcel), 96% (Caballos), 92% (Conejos), 74% (Leche Estandar 70) and 60.4% (Olimpo Cinta azul) in aerobic mesophiles and between 20 to <10 UFC / g of Fungi in all samples.

With this technology, an added value was sought in the conservation of the pelleted and / or extruded product of the aforementioned products, and a 60% reduction in complaints and / or customer complaints.

Key Words: Radiation, Ultraviolet Light, Aerobic Mesophilic, Fungi and Yeast, Pelletized, Extruded, Clients.

INTRODUCCIÓN

Las demandas modernas de los consumidores para alimentos seguros, más saludables, orgánicos, naturales y frescos o alimentos "verdes" producidos de una manera libre de compuestos químicos, están siendo reemplazados por tecnologías de conservación física puesto que la población se está dando cuenta del contenido nutricional de la elaboración de alimentos ya procesados. (Koutchma, T, 2009).

En la industria de alimentos balanceados para consumo animal, las instalaciones, equipos y maquinaria no son elaborados con materiales no porosos como el acero inoxidable que sea de fácil limpieza y desinfección, además los flujos son abiertos y no son herméticos, que ocasionan posibles contaminaciones cruzadas alterando la calidad microbiológica de los alimentos elaborados en la planta. Para ello, dando un valor agregado en contrarrestar y disminuir la carga microbiana se utiliza la tecnología de la radiación ultravioleta, puesto que manejan longitudes de onda entre 400 nm – 15 nm, y se caracteriza por longitudes muy cercanas al sol; y están relacionadas con la desinfección, encontrando un rango germicida entre 240 y 280 nm. (et al, 2015).

En la industria de alimentos de consumo humano es muy utilizada puesto que, los distintos métodos de conservación pretenden incrementar la vida útil de los productos durante su almacenamiento, idealmente, aplicando técnicas que logren impedir alteraciones microbiológicas, pero manteniendo la calidad. La eficacia de estos métodos depende principalmente del cuidado de la higiene durante su producción, siendo su objetivo disminuir la carga microbiana y evitar su desarrollo. Para tal fin muchos productos son tratados térmicamente, técnica que muchas veces modifica las características, tanto sensoriales (textura, sabor y color), como nutricionales (pérdidas de vitaminas, principalmente) del alimento, y la radiación UV genera un efecto nocivo que causa sobre el ADN de muchos microorganismos y no altera las propiedades organolépticas de los productos y reduce el uso de sustancias químicas. (Dominguez, L, 2015).

Con esta tecnología se buscó disminuir la cantidad microbiológica de Hongos y Levaduras, Mesófilos aeróbios a una longitud de onda de 257.3 nm a los productos peletizados y extruidos como Caballos, Conejos, Corcel Finca, Leche Estandar en presentación pastilla y Olimpo Cinta Azul Extruido de la empresa Finca SAS.

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Evaluar el efecto de tratamiento con Luz Ultravioleta para la disminución de carga microbiana en productos peletizados y/o extruidos en la Planta Finca SAS.

1.2 ESPECIFICOS

- 1.2.1 Desarrollar un diseño a nivel piloto de una caja metálica para el tratamiento con luz Ultravioleta a los productos peletizados y extruidos elaborados en la planta Finca SAS
- 1.2.2 Evaluar el efecto del tiempo de exposición de peletizados y extruidos para la disminución de la carga microbiana.
- 1.2.3 Analizar microbiológicamente los productos peletizados y extruidos de la planta.
- 1.2.4 Identificar el mejor tratamiento de radiación con Luz Ultravioleta que disminuya la carga microbiana en los productos peletizados y extruidos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 LUZ ULTRAVIOLETA

Los distintos métodos de conservación de alimentos pretenden incrementar la vida útil de los productos durante su almacenamiento, idealmente, aplicando técnicas que logren impedir alteraciones microbiológicas, pero manteniendo la calidad, la eficacia de estos métodos depende principalmente del cuidado de la higiene durante su producción, siendo su objetivo disminuir la carga microbiana y evitar su desarrollo, para tal fin muchos productos son tratados térmicamente, técnica que muchas veces modifica las características, tanto sensoriales (textura, sabor y color), como nutricionales (pérdidas de vitaminas, principalmente) del alimento. Debido a estos efectos adversos del tratamiento a altas temperaturas, se trabajan en procesos no térmicos de conservación, también denominados tecnologías suaves, son poco agresivos y tienen la ventaja de ofrecer productos semejantes a los frescos y por lo tanto acorde con las demandas actuales del mercado, pero sin perder sus garantías en materia de inocuidad. "Dominguez L, 2011"

Se denomina radiación ultravioleta o radiación UV a la radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida aproximadamente entre los 400 nm (4×10^{-7} m) y los 15 nm ($1,5 \times 10^{-8}$ m), La emisión y propagación de energía en el espacio o a través de un medio material se llama radiación, esta energía propagada se separa según espectros de longitudes de onda, la luz ultravioleta es el espectro de luz que abarca los 400 nm y los 100 nm. (Martinez, M, 2016)

La luz UV puede generarse a partir de una lámpara monocromática de arco de mercurio de baja o media presión dentro de un tubo de cuarzo, que se llena con el gas inerte argón, que reduce las pérdidas térmicas y extiende la vida de los electrodos de tungsteno y metales alcalinotérreos localizados a cada extremo, los cuales facilitan la formación del arco. Cuando el vapor de mercurio es excitado por una descarga, vuelve a un nivel menor de energía, emitiendo radiación UV, para mantener la estabilidad del funcionamiento, es necesario el uso de balastos que limiten el flujo de corriente y provean el voltaje apropiado. (Martinez, M, 2016).

El rango germicida se encuentra entre 240 y 280 nm (nanómetros) y se obtiene la máxima eficiencia desinfectante cerca de los 260 nm, estos límites se encuentran dentro del rango denominado ultravioleta - C (100-280 nm), que se diferencia del ultravioleta - A (315-400 nm) y del ultravioleta - B (280-315 nm). (Martinez, M, 2016).

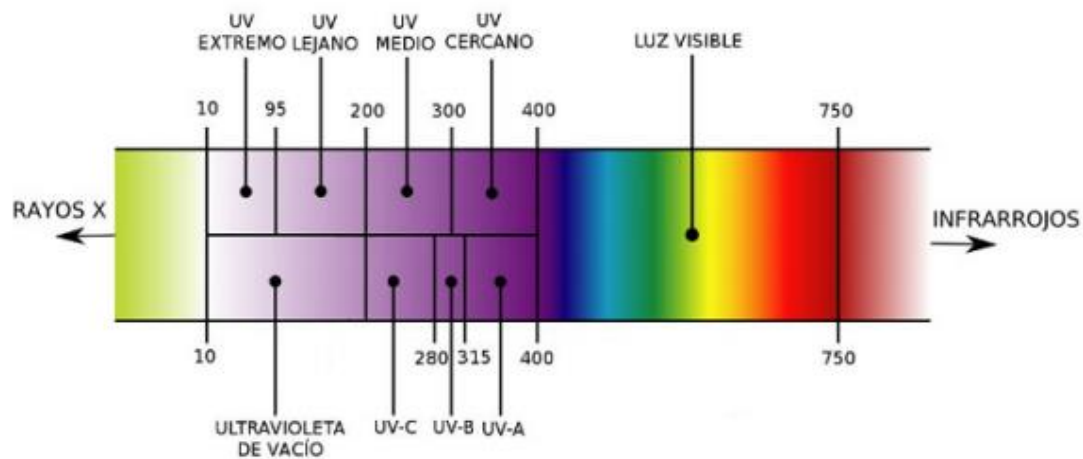


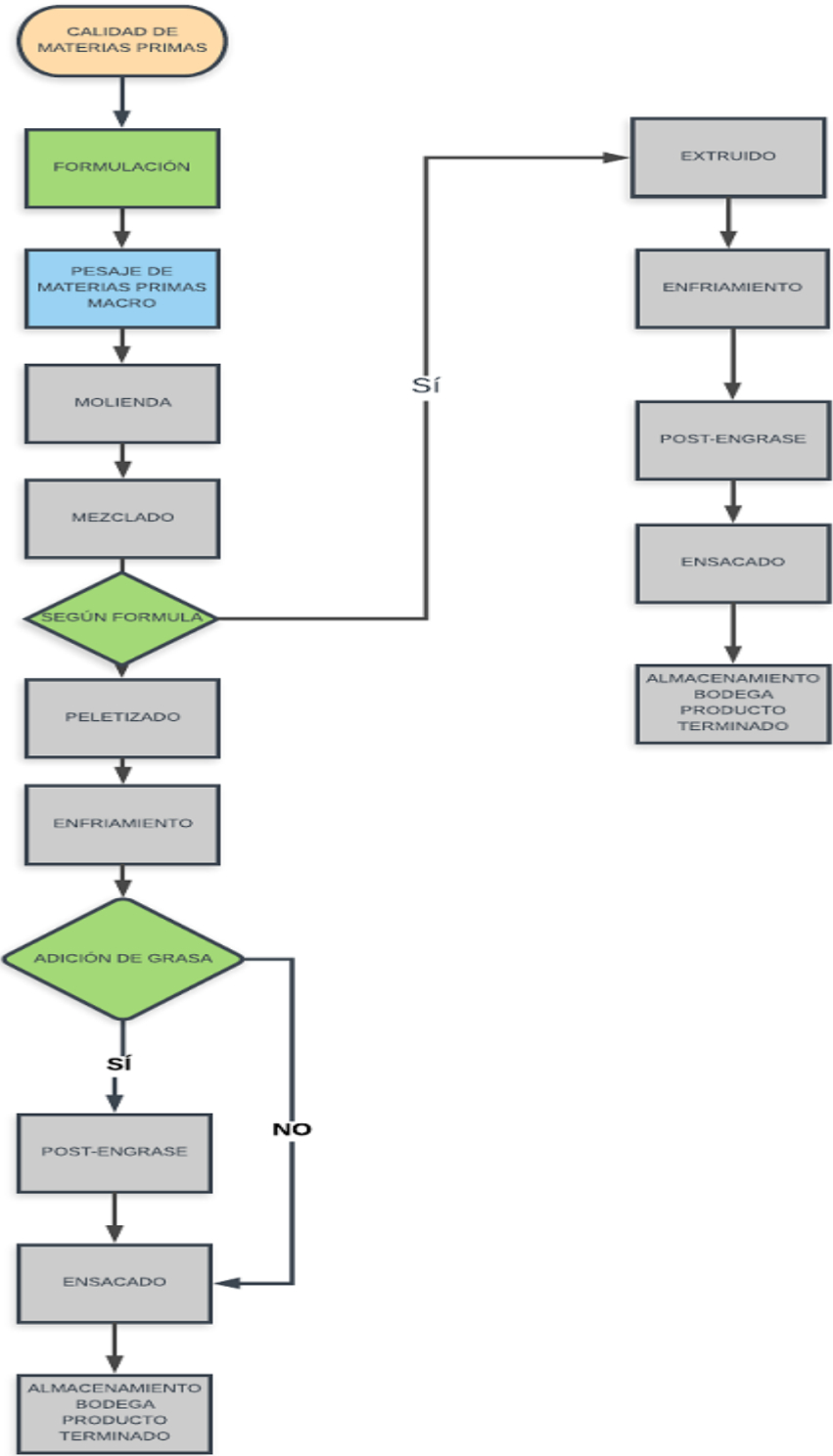
Figura 1: Rango de longitudes de onda.

Fuente: Dominguez, L, 2011

El mecanismo de desinfección se basa en un fenómeno físico por el cual las ondas cortas de la radiación ultravioleta inciden sobre el material genético (ADN) de los microorganismos y los virus, y los destruye en corto tiempo, sin producir cambios físicos o químicos notables en el agua tratada, se cree que la inactivación por luz ultravioleta se produce mediante la absorción directa de la energía ultravioleta por el microorganismo y una reacción fotoquímica intracelular resultante que cambia la estructura bioquímica de las moléculas (probablemente en las nucleoproteínas) que son esenciales para la supervivencia del microorganismo, está demostrado que independientemente de la duración y la intensidad de la dosificación, si se suministra la misma energía total, se obtiene el mismo grado de desinfección. (González, 2001).

La fuente de ultravioleta es básicamente una fusión de un tubo de silicio cuarzo con un diámetro comprendido entre 15mm y 25mm y con una longitud que va desde 100mm hasta 1200mm, el gas inerte con el cual el tubo es llenado proporciona la descarga primaria y la acción necesaria para excitar y vaporizar los pequeños depósitos de mercurio, la baja presión de la lampara UV es solo capaz de producir líneas entre 185nm y 259nm, un aumento en el suministro presente causa que la lampara de UV se caliente rápidamente aumentando la presión del mercurio para producir la presión media espectral de salida. (Gutiérrez et al., 2012).

2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO PARA ANIMALES PRODUCIDO EN LA PLANTA DE FINCA SAS UBICADA EN BUGA (VALLE).



Fuente: Propia

2.2.1 PROCESO DE PELETIZACIÓN

El peletizado se define como un proceso que utiliza presión, humedad y calor, para lograr que pequeñas partículas de alimento sean forzadas a aglomerarse una con otra para formar un gránulo o, "pellet" de mayor tamaño, logrando que se vuelva lo suficientemente moldeable para compactarse hasta obtener una mayor densidad. "Bolaños A. 2013".

La formación del pelet ocurre en el punto donde entran en contacto los rodillos y el dado o matriz de salida. Todas las demás actividades, tales como acondicionamiento, enfriamiento, etc., dan apoyo al punto de contacto. "Behnker, 2010".



Figura 2: Máquina Peletizadora.
Fuente: Finca SAS.

2.2.1.1 ACONDICIONAMIENTO

El tiempo de retención del acondicionador, logrado con el ángulo de colocación de las paletas ajustables, incrementa la calidad del pelet, ya que favorece la absorción de la humedad proporcionada por la presión de vapor "Fairfield, 2003". En este proceso se alcanzan temperaturas hasta de 100 °C y se utiliza una baja presión de vapor (menor a 2×10^5 Pa), ya que el mismo en estas condiciones conduce calor a las harinas de manera más eficaz que el vapor a alta presión.

Con este proceso se busca generar un comprimido homogéneo, de dureza adecuada para la ingestión del animal, en el que estén distribuidos uniformemente todos los ingredientes para evitar la selectividad en el consumo, mejorando así la aceptación y aprovechamiento por parte del animal. "Equis, 2005".

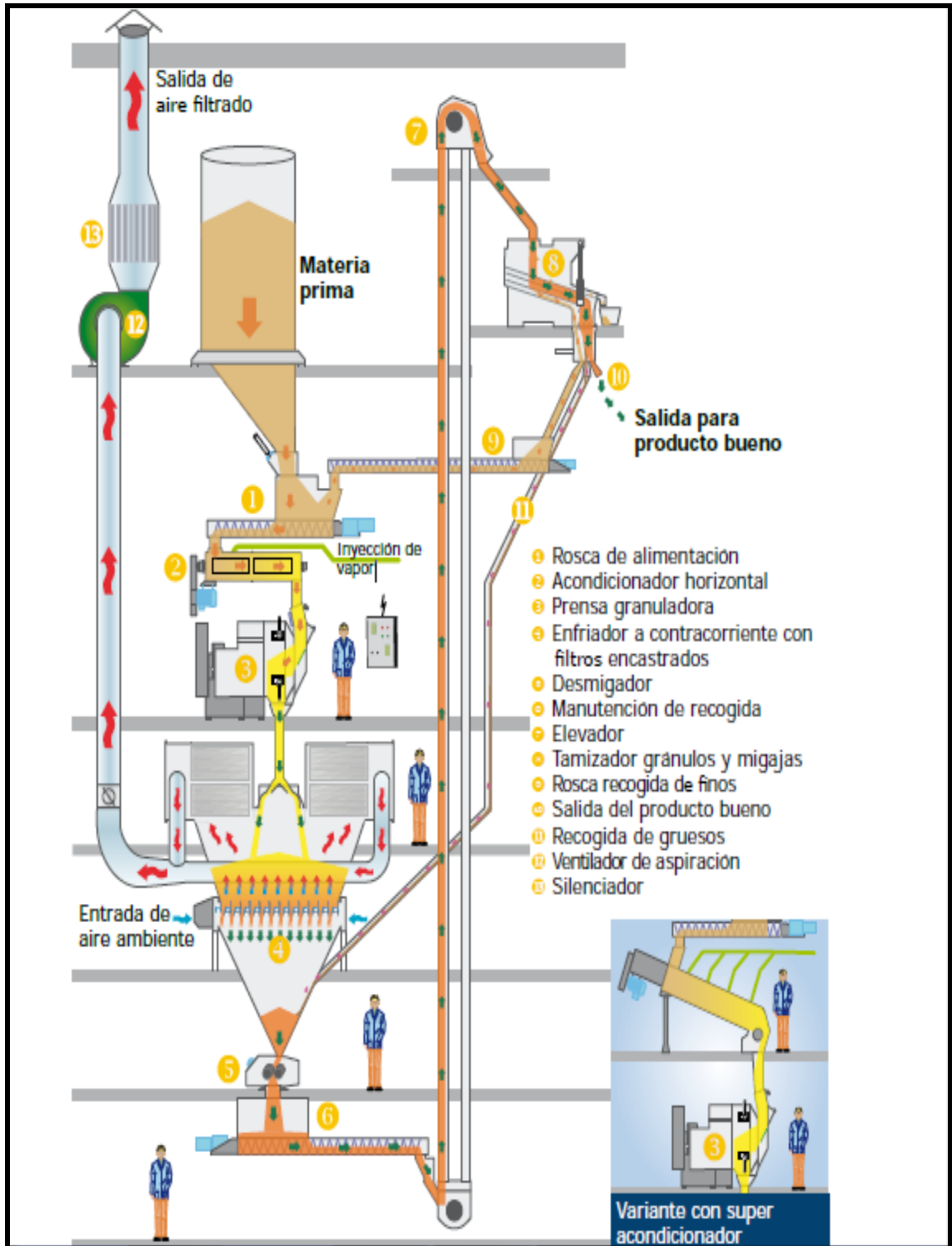


Figura 3: Línea de paletización en Nutrición animal.

Fuente: Arias E, et al. 2009.

En el peletizado se busca que los almidones de las materias primas como sorgo, trigo, maíz y soya sean digeribles por el organismo del animal, por tal motivo se requiere tratamiento térmico a las materias primas transformadas en pelets.

2.2 PROCESO DE EXTRUÍDO

Consiste en comprimir el alimento hasta conseguir una masa semisólida, que después es forzada por pasar por un orificio o matriz de diferente geometría, lo que permite obtener una gran variedad de texturas y formas.

Las materias primas más utilizadas son las ricas en almidón trigo, maíz, harina de arroz.

Este equipo tiene la importancia de calentar la integración de las materias primas, ayudando al desdoblamiento del almidón, con el fin de cortar la secuencia de cada nutriente para que sea de adsorción rápida.

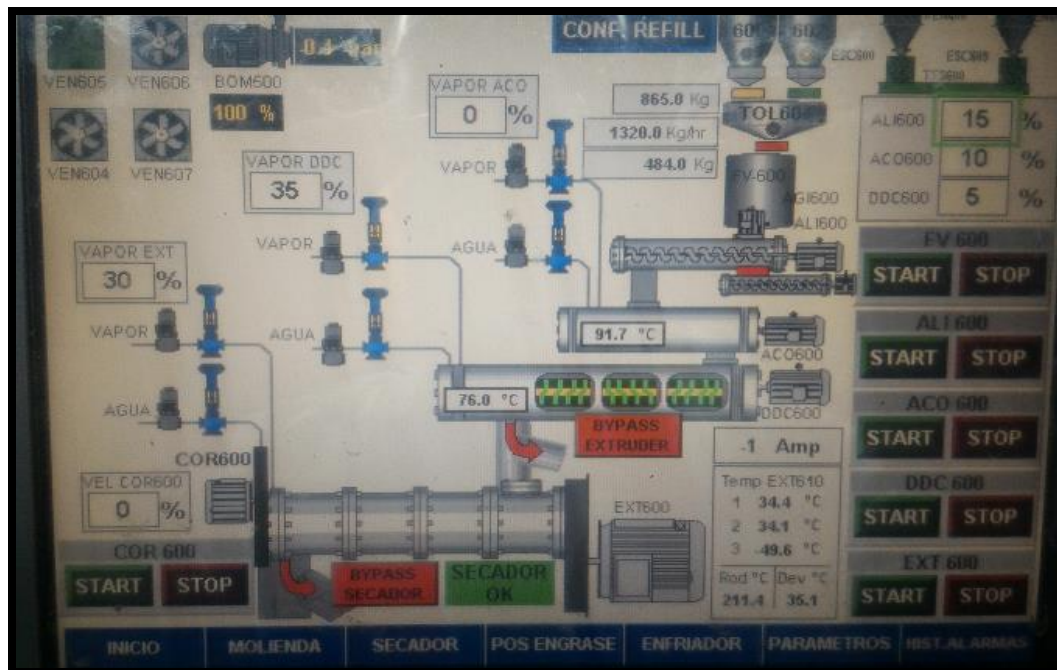


Figura 4: Condiciones en el proceso de extrusión Planta Finca SAS.

Fuente: Finca SAS.

2.3 DETERIORO DE LOS ALIMENTOS

Los elementos que constituyen la materia prima para producir alimentos balanceados para consumo animal (productos agrícolas, cárnicos, harinas, granos, entre otros) contienen una amplia variedad de microorganismos sobre los mismos o en su interior al ser recolectados, sacrificados y procesados.

El número y el tipo de microbios que forman esta contaminación primaria varían de un producto a otro, con la región geográfica y con los métodos de sacrificio, recolección y de producción del alimento, algunos se multiplican sobre el alimento provocando su alteración; otros generan riesgos para salud de los consumidores al causar enfermedades por infección o por intoxicación después de multiplicarse en el alimento y generar una toxina (ICMSF, 1991).

Un alimento puede ver alteradas sus características organolépticas y de composición por varias razones (Frazier y Westhoff, 1993):

- Crecimiento y actividad microbiana.
- Insectos.
- Acción de enzimas presentes en el alimento vegetal o animal.
- Reacciones químicas no enzimáticas.
- Cambios físicos, tales como los causados por congelación, quemaduras, desecación, presión, etc.

2.3.1 FACTORES DE DETERIORO DE LOS ALIMENTOS

Respecto al crecimiento y actividad microbiana, existen varios factores que influyen en dicha actividad, los cuales se clasifican en (Mossel y Moreno, 1994):

2.3.1.1 Factores Intrínsecos:

Estos corresponden a los atributos propios del alimento; pH, actividad del agua, potencial redox, nutrientes, etc.

- ✓ Concentración de iones hidrógeno (pH): El pH de los alimentos es uno de los principales factores que determinan la supervivencia y el crecimiento de los microorganismos durante el procesado, almacenaje y distribución (ICMSF, 1983). Este valor es variable, siendo mayoritariamente neutro o ácido. Del mismo modo, cada microorganismo tiene un pH mínimo, máximo y óptimo, en función de su crecimiento. Los alimentos con pH bajo (inferior a 4,5) no son fácilmente alterados por las bacterias, siendo más sensibles a levaduras y mohos (Frazier y Westhoff, 1993).
- ✓ Actividad del agua: La actividad de agua (aW) es un factor que incide directamente en el desarrollo bacteriano. Se define como la presión de vapor de la solución dividida por la

presión de vapor del disolvente (generalmente agua). En el agua pura, este valor es de 1,00. La mayoría de los microorganismos, incluyendo bacterias patógenas, crecen más rápidamente a niveles de aW de 0,99-0,98; a valores inferiores, la velocidad de crecimiento se reduce y la población estacionaria o la masa celular final disminuye y la fase de latencia aumenta, llegando finalmente a detenerse. A valores elevados (0,98-1,0) se favorece el crecimiento de casi todos los microorganismos, siendo las bacterias las que crecen con mayor rapidez; a valores menores de 0,95 disminuye la importancia de los bacilos gram negativos y aumenta el de cocos y lactobacilos gram positivos; y a valores menores de 0,87 se inhibe el desarrollo de bacterias y disminuye el desarrollo de levaduras, pudiendo proliferar únicamente los mohos.

Cuando la humedad relativa del aire que rodea al alimento corresponde a la humedad disponible o actividad del agua del alimento, éste y el aire estarán en equilibrio respecto a humedad, si la humedad relativa del aire es mayor que la aW del alimento, éste absorberá humedad; en cambio, si la humedad relativa del aire es menor que la aW del alimento, éste perderá humedad en su superficie (Frazier y Westhoff, 1993), los alimentos comerciales extruídos poseen una aW menor a 0,60 (ICMSF, 1984), esto mientras están sellados; una vez que el envase y/o empaque es abierto (lo que sucede con los alimentos vendidos "a granel"), la presión del vapor del agua ambiental que rodea al alimento incidirá sobre su aW, aumentándola, lo que facilita la difusión de bacterias móviles y arrastra a las no móviles, además de permitir el crecimiento de mohos.

- ✓ **Potencial de óxido-reducción (O-R):** El potencial redox indica las relaciones de oxígeno de los microorganismos vivos y puede ser utilizado para especificar el ambiente en que un microorganismo es capaz de generar energía y sintetizar nuevas células sin recurrir al oxígeno molecular (ICMSF, 1983), el potencial de O-R del alimento y la tensión de oxígeno en torno al alimento tienen influencia en la clase de microorganismos que en él se desarrollan. Cuando el potencial de O-R es alto (oxidante), favorece el crecimiento de los aerobios, pero permite el desarrollo de los microorganismos facultativos. Los potenciales bajos (reductores) facilitan el crecimiento de los gérmenes anaeróbicos y facultativos. El potencial de O-R de un sistema se denomina Eh y se expresa en milivoltios (mV). Si el sustrato es muy oxidado tendrá un Eh positivo, mientras que si es reducido será Eh negativo. Los microorganismos aerobios necesitan valores de Eh positivos y los anaerobios, negativos (Frazier y Westhoff, 1993).

2.3.1.2 Factores Extrínsecos:

Corresponden a las características propias del ambiente donde se almacena el alimento, como la temperatura, humedad, gases atmosféricos.

2.3.1.3 Factores Implícitos:

Son las relaciones de dependencia entre los distintos microorganismos que permanecen en el alimento, las cuales pueden ser sinérgicas o antagónicas.

2.3.1.4 Métodos de procesamiento de los alimentos.

Se refiere a los tratamientos tecnológicos a los que ha sido sometido el alimento y que modifican la microflora inicial, como ejemplo, irradiación, tratamientos térmicos, uso de sustancias químicas, etc.

2.3.2 MICROORGANISMOS EN LOS ALIMENTOS

La proliferación de microorganismos en los alimentos es de gran importancia pues estos pueden atacar al alimento de dos formas (Mossel y Moreno, 1994):

- Deteriorando el alimento.
- Produciendo enfermedades transmitidas por los alimentos.

2.3.2.1 Mohos

Los mohos, además de provocar alteraciones organolépticas, generan micotoxinas, las cuales pueden ocasionar cuadros clínicos de gravedad en animales, aún al estar presentes en concentraciones muy bajas, las micotoxinas son metabolitos secundarios de mohos, producidos en la etapa final del crecimiento exponencial de una colonia fúngica y no tienen aparentemente importancia en el crecimiento o metabolismo de estos organismos (Alvarado, 2005). Estos metabolitos provocan cambios patológicos tanto en seres humanos como animales, denominándose micotoxicosis a los síndromes de la toxicidad resultante de la absorción de micotoxinas. Las micotoxinas pueden ser producidas antes o después de la cosecha, durante el almacenaje, transporte, procesamiento o en el momento de ser utilizados en alimentación.

Son moléculas relativamente pequeñas ($P_m < 700$) y suelen ser genotípicamente específicas para un grupo de especies de un mismo género. El mismo compuesto, no obstante, puede ser también elaborado por hongos pertenecientes a géneros distintos. En general, cuanto más compleja es la ruta biosintética de una micotoxina, menor será el número de especies fúngicas capaces de elaborarla (De Luca, 2005).

Estas toxinas no pueden ser completamente evitadas o eliminadas de los alimentos por los procesos agronómicos y de manufactura, y son consideradas contaminantes inevitables (Sharma y Marquez, 2001). Asimismo, han sido asociadas a sustanciales pérdidas agrícolas y económicas, estimándose que las micotoxinas contaminan un cuarto de las cosechas mundiales, lo que implica pérdidas económicas de US\$ 1,4 billones sólo en Estados Unidos (Bingham, 2003).

El crecimiento de los mohos puede presentarse en cualquier momento, desde el estado de precosecha hasta cuando el alimento es proporcionado al animal. El desarrollo en precosecha ocurre especialmente bajo condiciones de stress en la época de crecimiento; sin embargo,

excepto en aquellos años donde la incidencia de la infestación precosecha es muy alta, la mayoría de los crecimientos significativos en alimentos ocurren después que el grano, ingrediente alimenticio o alimento completo ha sido almacenado. De esta manera se viene a reconocer el crecimiento de mohos como un problema de almacenamiento y manipulación, tienden a alojarse en cualquier parte y permanecen latentes hasta que las condiciones son adecuadas para la esporulación (González, 1990).

Los síntomas característicos de las micotoxicosis corresponden a la manifestación de los efectos de las micotoxinas en procesos metabólicos críticos de los animales, estos efectos son el resultado de las interacciones de las micotoxinas con funciones moleculares específicas y no específicas y organelos intracelulares. Las lesiones bioquímicas primarias ocurren donde las micotoxinas y sus objetivos/blancos tienen alta afinidad con bajas concentraciones, la actividad biológica de las micotoxinas varía de acuerdo a la diversidad de las estructuras químicas y de la influencia de factores biológicos, nutricionales y ambientales (Hsieh, 1979).

Algunas de las micotoxinas más conocidas son:

➤ Aflatoxinas

Constituyen un grupo de metabolitos secundarios producidos por mohos, de potente acción tóxica y carcinogénica para animales y para el hombre.

Son producidas principalmente por *Aspergillus flavus*, pero también la generan ciertas especies toxigénicas como *A. parasiticus*, *A. Níger*, *A. ruber*, *Penicillium citrinum*, entre otros, se ha demostrado su acción carcinogénica, mutagénica y teratogénica (López, 1988).

La aflatoxina más tóxica es la Aflatoxina B1, la cual tiene el mayor poder carcinogénico hepático conocido. Además, existe evidencia que indica que bajos niveles de exposición a la aflatoxina produce inmunosupresión, esta micotoxina es excretada a través de la leche y puede generar problemas reproductivos. La exposición durante la preñez produce transmisión transplacentaria de la toxina y disfunción inmune en la camada (Bingham, 2003); otras aflatoxinas involucradas en contaminación de alimentos son Aflatoxina B1, B2, G1 y G2.

Una vez ingerida por el animal, la aflatoxina se absorbe en el intestino delgado y es transportada al hígado, donde es metabolizada. Tanto la tasa de transferencia de la toxina dentro de los hepatocitos como la tasa de metabolismo varía según la especie, edad, estado nutricional y concentración de hormonas circulantes; la susceptibilidad a la aflatoxina, según especie, refleja las variaciones en la actividad enzimática hepática, especialmente del citocromo P450 (Bingham, 2003).

2.3.2.2 Levaduras

Las levaduras son organismos unicelulares, de forma esférica y un tamaño variable de 3 a 15 micras, la mayoría de estas se reproducen por germinación o frotación, algunas pocas lo

hacen por fisión binaria. El núcleo de la célula madre se divide en dos y una copia es segregada hacia el brote, se sintetiza nueva pared celular de la gemación y está separada de la célula madre como blastoconidia, el ciclo se complementa y se repite, microscópicamente las levaduras crecen en medios de cultivo sólido formando colonias a pocas de aspecto pastoso, color cremoso, aunque algunas especies son característicamente argumentadas.

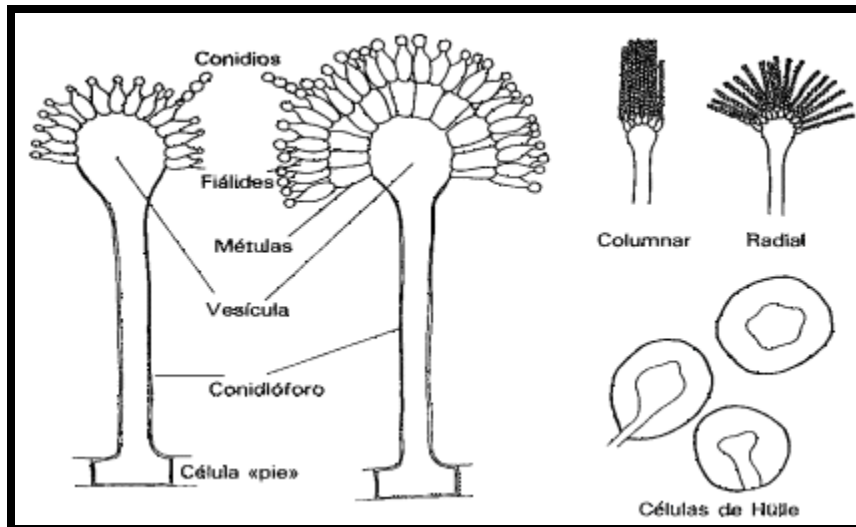


Figura 5: Forma de Mohos y Levaduras.

Fuente: Ramos F. 2012

2.3.2.3 Mesófilos Aeróbios

Son seres unicelulares que se reproducen con gran rapidez, una sola bacteria puede llegar a formar una colonia visible a simple vista en pocas horas, y que descompone la materia orgánica a temperaturas que oscilan entre 30 y 40°C.

Características:

- Aspecto: Variable esférica, cilíndrica, espiral.
- Reproducción: Fisión Binaria.
- Aw: Entre 0,75 – 0,99.
- Temperatura: Mesófilos.
- Oxígeno: Aerobios.
- pH: Entre 4,5 – 9,0 (neutros).
- Se multiplican en aerobiosis.
- temperatura de incubación entre los 20 y los 37°C.
- Pueden ser patógenas o saprofitas.

Recuentos altos en alimentos estables a menudo indican materias primas contaminadas o tratamientos no satisfactorios desde el punto de vista sanitario.

- En los productos perecederos pueden indicar también condiciones inadecuadas de tiempo/temperatura durante su almacenamiento.
- La presencia de un número elevado de bacterias aerobias mesófilas que crecen bien a temperatura corporal o próxima a ella, significa que pueden haberse dado condiciones favorables a la multiplicación de los microorganismos patógenos de origen humano o animal.
- Todas las Bacterias patógenas conocidas vehiculadas por los alimentos son mesófilas y en algunos casos contribuyen con su presencia a los recuentos en placa encontrados.

Importancia

Las bacterias mesofílicas aerobias proporcionan información acerca del número de bacterias viables, por lo que representan un recurso valioso adicional para determinar el grado de exposición de los alimentos a la contaminación por microorganismos, el recuento de estos organismos representa un respaldo al significado atribuido a los resultados de los análisis de los coliformes, durante la determinación de bacterias mesófilas aerobias, se observaron valores muy variados dentro de los diferentes lugares de muestreo, esta variación puede deberse a factores tales como: la temperatura y el tiempo de almacenamiento (Milla R y et al, 2004 / Morales G, 2003).

2.4 APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS CON LUZ U.V EN PRODUCTOS ALIMENTARIOS.

La radiación ultravioleta es considerada una tecnología emergente que consiste en someter la superficie del alimento a iluminación con longitudes de onda que varían desde 200-280 nm, comprobándose que se presenta una mayor acción germicida a emisiones de 254 nm. Se utilizan dosis que abarcan un intervalo desde 0,2 hasta 20 kJ/m² y la distancia entre el producto y la lámpara varía desde 10 hasta 40 cm. La inactivación microbiana por luz ultravioleta se produce mediante la absorción directa de la energía ultravioleta por el microorganismo y una reacción fotoquímica intracelular resultante que cambia la estructura bioquímica de las moléculas (probablemente en las nucleoproteínas) que son esenciales para la supervivencia del microorganismo; a su vez, induce mecanismos de defensa en el tejido metabólicamente activo de frutas y hortalizas; provocando la producción de fitoalexinas. (Millan D, et al; 2015).

Este tratamiento es útil como alternativa para prolongar la vida útil de los productos, debido a que requiere una baja inversión, cortos tiempo de exposición y no afecta significativamente las características fisicoquímicas y sensoriales de las frutas frescas. En esta revisión, se presentan los principios, factores y mecanismos de acción que afectan la actividad antimicrobiana y la aplicación de la luz ultravioleta en frutas. Además, se tratan los aspectos que condicionan la eficacia y los efectos de la luz UV sobre la inactivación microbiana en frutas enteras o cortadas, los cambios fisicoquímicos que ocurren en estos sustratos una vez tratados y algunas investigaciones recientes en otros sustratos alimenticios. (Millan D, et al; 2015).

Frente a esta tecnología se destaca puesto que actúa la radiación sobre una superficie, y es paralelo a la superficie del producto peletizado en forma de pastilla (forma cilíndrica) y extruido.

Con esta investigación se dan detalles para la ayuda de la inactivación microbiana en la elaboración de alimentos peletizados y/o extruidos.

La industria alimentaria al tratar de satisfacer las exigencias de los consumidores por obtener en el mercado productos mínimamente procesados y de larga duración ha impulsado el desarrollo y diseño de nuevas tecnologías, equipos, procesos y metodologías que permitan obtener productos con características semejantes a los alimentos frescos

Las tecnologías emergentes ofrecen productos en su estado más natural, aumentan la vida de anaquel y ofrecen sobre todo productos inocuos al reducir significativamente la cuenta total microbiana, principalmente los considerados patógenos y de putrefacción en los alimentos (Raybaudi- Massilia *et al.* 2006). Por lo tanto, existe la demanda de tecnologías de procesamiento mínimo tales, como la alta presión, irradiación, pulsos eléctricos, ultrasonidos de potencia, ozono y los campos magnéticos oscilantes. El interés reciente en esas tecnologías es no sólo para obtener alimentos de alta calidad con características frescas, sino también, para proporcionar alimentos con funcionalidades mejoradas (Rawson *et al.* 2011).

La radiación UV como tecnología no térmica de conservación es un tratamiento simple, limpio, se realiza a bajas temperaturas y sin humectación del producto, requiere menos espacio que otros métodos, poco mantenimiento y tiene un bajo costo. Este método, además de poder ser incorporado fácilmente a una línea de procesamiento, requiere una baja inversión para su implementación convirtiéndolo en una atractiva técnica de descontaminación (Guerrero y Ochoa 2013).

El uso de la radiación UV ha sido aprobado como control en el tratamiento superficial de alimentos, esterilización del agua usada en la producción de alimentos y reducción de patógenos humanos y otros microorganismos en jugos (FDA, 2013).

2.5 FACTORES CRÍTICOS DEL TRATAMIENTO POR LUZ ULTRAVIOLETA (UV-C) SOBRE LA INACTIVACIÓN MICROBIANA

La eficiencia de esta tecnología dependerá de muchos factores intrínsecos y extrínsecos del alimento, afectando la acción antimicrobiana y conservante de este método.

Dosis de destrucción microbiana

La inactivación del número de microorganismos depende principalmente de la dosis, pudiéndose compensar un menor tiempo de exposición con una mayor irradiación. La dosis necesaria para conseguir inactivaciones del 99, 99,9 y 99,99% son, respectivamente: 2, 3 y 4 veces la dosis (D10) para un 90% de inactivación o un 10% de supervivencia (Osorio y Robles

et al. 2010). En la mayoría de los casos las dosis usadas abarcan un intervalo desde los 0,2 hasta los 20 kJ/m² (Pombo, 2009).

Ahora bien, igualmente la distancia entre la lámpara y el sustrato, el grado de turbidez de la vía de propagación de la luz, afectan la dosis que finalmente alcanza la muestra. Igualmente, este tipo de tratamiento requiere que toda la superficie del objeto quede expuesta a la luz UV durante el tiempo suficiente para que cualquier microorganismo presente pueda acumular la dosis letal. Por lo que es limitada la capacidad de predicción de la tasa de desinfección de la luz UV. Dado que pueden producirse interacciones complejas entre los microorganismos y la composición de la superficie, la eficacia de la luz UV depende de la estructura de la superficie o topografía y presenta su limitación debido al efecto sombra (Koutchma *et al.* 2008).

La intensidad de irradiación (mW/cm²), se puede calcular mediante la siguiente ecuación (López-Rubira *et al.* 2007):

$$D = \left[\frac{I \cdot t}{1000} \right]$$

D: dosis de irradiación aplicada (kJ/m²)

I: intensidad de irradiación bajo el área de emisión de luz UV-C (W/m²)

t: tiempo de exposición (s).

Cada microorganismo tiene una dosis letal, algunas bacterias, virus y mohos requieren niveles relativamente bajos de luz UV para ser destruidos, cuando hay organismos como las esporas de los mohos, la dosis debe ser respectivamente mayor que la necesaria para bacterias (Del Campo y Sacre 2009): un punto muy importante que se debe tomar en cuenta es la aplicación de la dosis apropiada para asegurar la inocuidad del alimento y evitar la posibilidad de deterioro por fotorreactivación de las células (Del Campo y Sacre 2009).

3. PROBLEMA

La calidad microbiológica de los productos elaborados en Finca SAS, se pueden alterar porque los procesos de fabricación no son herméticos y pueden ser contaminados por su entorno, es decir, en el sistema de fabricación hay fallas de infraestructura y de operación que hacen posible que la vida útil del producto se altere por la susceptibilidad en el medio de almacenamiento.

Hay distintos métodos de conservación de alimentos que incrementan la vida útil de los productos durante su almacenamiento, idealmente, aplicando técnicas que impidan alteraciones microbiológicas y mantengan la calidad del producto, la eficacia de estos métodos depende principalmente del cuidado de la higiene durante el proceso productivo, siendo su objetivo disminuir la carga microbiana y evitar su desarrollo. Para tal fin en la planta no existe un método físico que ayude dar un valor agregado en la calidad microbiológica de los productos peletizados y /o extruidos, para subsanar un crecimiento exponencial de reproducción de microorganismos tales como, mesófilos aerobios, hongos y levaduras, dada las condiciones favorables que se encuentran como la temperatura de elaboración, almacenamiento y los nutrientes existentes en los productos peletizados y/o extruidos.

4. JUSTIFICACIÓN

Los mercados actuales de productos para consumo humano o animal, exigen calidad e inocuidad en los mismo, sin afectar las características sensoriales (además que no adiciones conservantes químicos). Para garantizar productos inócuos se ha implementado diferentes tecnologías emergentes que reducen o inactivan la carga microbiana sin alterar las características originales del producto.

Entre las técnicas de mayor impacto en la actualidad se encuentra los tratamientos con luz ultravioleta, los cuales han demostrado efectividad disminución de productos peletizados y/o extruidos. Por tal motivo se planteó el uso de esta tecnología emergente para disminuir la contaminación de productos como Caballos, Conejos, Corcel Finca, Leche Estándar 70 en presentación pastilla y Olimpo Cinta Azul.

5. METODOLOGÍA

5.1 MATERIAL Y MÉTODOS: PRODUCTOS PELETIZADOS Y/O EXTRUIDOS PARA IRRADIAR CON LUZ ULTRAVIOLETA

Caballos peletizados (Pastilla);
Caballos Olimpo Cinta Azul (Extruido)
Conejos Peletizados (Pastilla);
Corcel Finca Peletizados (Pastilla);
Leche 70 Estandar (Pastilla).

Tamaño de la muestra: 200 gramos.

Localización del proyecto: Guadalajara de Buga (Valle del Cauca), Planta Finca SAS.

5.2 ELABORACIÓN CAJA METÁLICA

La caja de Radiación ultravioleta fue elaborada usando lámparas de luz UV de 257.3 nm (Electromet Ltda) de dimensiones 50 x 30 x 30 cm (Figura 6).



Figura 6: Caja metálica piloto para el ensayo de radiación con Luz Ultravioleta.
Fuente: Propia.

5.3 INTRODUCCIÓN A LA CAJA METÁLICA DE LOS PRODUCTOS Y EVALUACIÓN DE TIEMPOS DE EXPOSICIÓN.

Los productos peletizados y/ o extruidos son introducidos cada uno para ser expuesto por la luz ultravioleta, y el tiempo de exposición se evaluó a diferentes tiempos de exposición (3,6,10 y 15 segundos) porque las velocidades de bandas que transportan el producto hacia la tolva de ensacado o empaque de producto terminado manejan velocidades de 80 R.P.M, para la elaboración de los tratamientos.

Se introduce la muestra dentro de la caja para recibir la radiación U.V.



Figura 7: Producto peletizado y/o extruido irradiado con Luz Ultravioleta.

Fuente: Propia.

5.4 TIEMPOS DE EXPOSICIÓN

Las muestras de Caballos, Conejos, Corcel, Leche Estandar 70 y Olimpo Cinta Azul de 200 g y fueron expuestas con Luz UV a 257.3 nm en los tiempos establecidos según tabla 1.

Se dejó una muestra patrón sin radiación para verificar la reducción de la carga microbiana, y se utilizaron los diferentes productos según tabla 1.

Tabla 1: Tratamientos de exposición de muestras de Caballos, Conejos, Corcel, Leche Estandar 70 y Olimpo Cinta Azul a luz UV a 257.3 nm.

Tratamiento	Tiempo (seg)	Lado
0	0	-
1	3	Un lado
2	6	Un lado
3	10	Un lado
4	15	Un lado

5.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Las muestras expuestas en los diferentes tratamientos de luz UV y la muestra control, fueron analizadas microbiológicamente en el laboratorio de Finca SAS, se realizó recuento de Aerobios Mesófilos, Hongos y Levaduras siguiendo las directrices de la NTC 4092 (16/12/2009). Los resultados son expresados en UFC/g.

5.6 ANÁLISIS DE COSTOS

Se realizó análisis del costo de proceso de Luz U.V en la planta de Finca SAS ubicada en Buga (Valle), considerando equipos y materiales.

Tabla 2: Costos del Proyecto.

RECURSO	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO
Equipo Humano	Contratista Electromet Ltda	2.000.000
Equipos y Software	2 Ergu-4130A/R	24.000.000
	Lámparas UVC253.7 nm.	4.000.000
	Paneles 960 mmx 520 mmx 85 mm.	3.961.000
	Alimentos a utilizar	
	Corcel Finca P.	1.83
Materiales y Suministros	Conejos P.	1.47
	Olimpo Cinta Azul Ext.	2.16
	Leche 70 P.	1.5
	Caballos P.	2.04
Viajes y Salidas de Campo	Electromet Ltda	4.000.000
TOTAL		37.970.000

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron dos pruebas en fechas diferentes con diferentes productos y tiempos de exposición a la luz U.V (3, 6, 10 y 15 segundos) en la caja piloto. Los productos expuestos se determinaron por los de mayor número de PQR's y de mayor riesgo por las materias primas utilizadas en su fabricación. Estos fueron:

- Caballos peletizados;
- Caballos Olimpo Cinta Azul Extruidos;
- Conejos Peletizados;
- Corcel Finca Peletizados;
- Leche 70 Peletizados.

Tabla 3: Recuento microbiológico de aerobios mesófilos y hongos en muestra de alimento concentrado Caballos en presentación pastilla a diferentes tiempos de exposición en Luz Ultravioleta.

Producto	Presentación	No. Lote	Planta	Tipo de Proced.	Tiempo de Proced. (seg)	Rto. m.o mesófilos aerobios (ufc/g)	Rto. Hongos (ufc/g)	Observaciones
CABALLOS	PASTILLA	OP 62592		PATRÓN	0	7, E+04	20	<i>Aspergillus</i> 60%; <i>Fusarium</i> 40%
		OP 66529				5, E+04	50	<i>Aspergillus</i> 60%; <i>Fusarium</i> 40%
CABALLOS	PASTILLA	OP 62592	BUGA	EXPOSICIÓN U. V	3	4, E+04	<10	<i>Aspergillus</i> 100%
		OP 66529				1, E+04	60	<i>Aspergillus</i> 100%
CABALLOS	PASTILLA	OP 62592	BUGA	EXPOSICIÓN U. V	6	1, E+04	<10	<i>Levaduras</i>
		OP 66529				2, E+04	30	<i>Fusarium</i> 100%
CABALLOS	PASTILLA	OP 62592		EXPOSICIÓN U. V	10	1, E+03	<10	<i>Levaduras</i>
		OP 66529				4, E+03	20	<i>Fusarium</i> 100%
CABALLOS	PASTILLA	OP 62592		EXPOSICIÓN U. V	15	1, E+03	<10	<i>Levaduras</i>
		OP 66529				4, E+03	20	

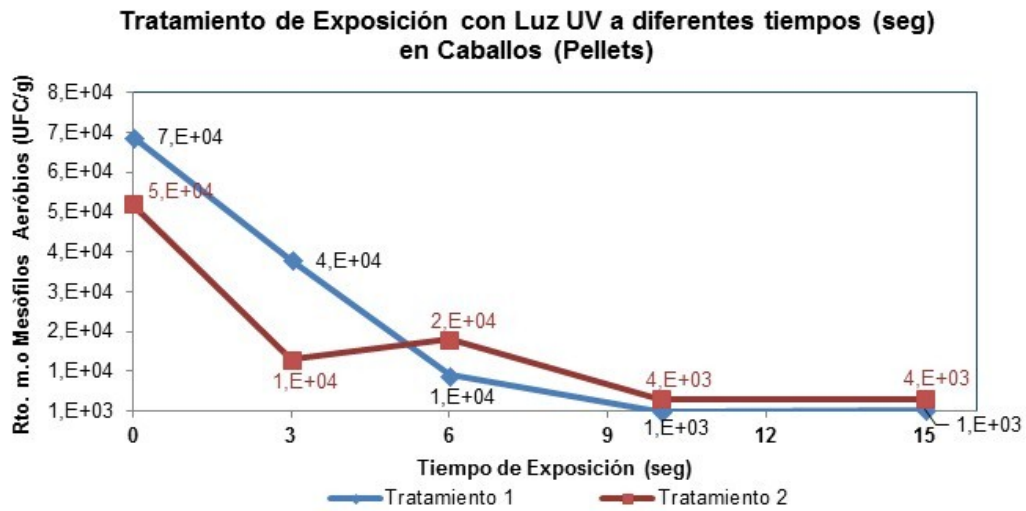


Figura 8: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de mesófilos aeróbios en el producto Caballos Pellets).

Fuente: Propia.

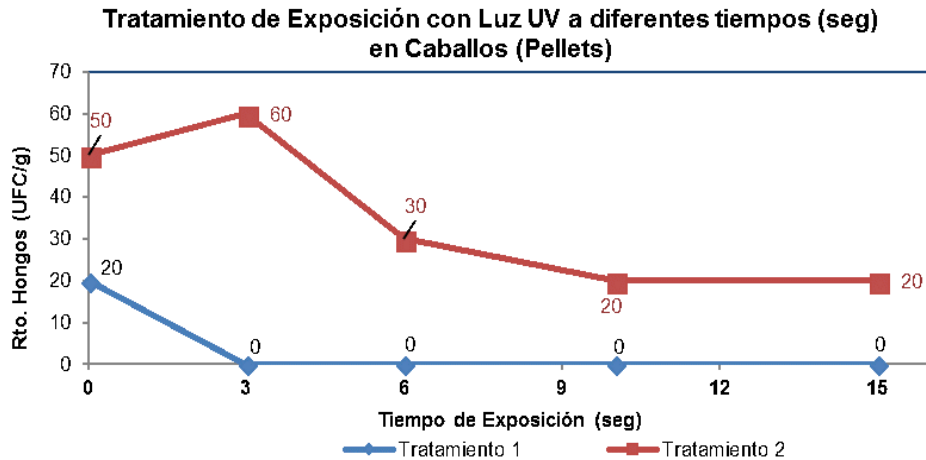


Figura 9: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de hongos en el producto Caballos (Pellets).

Fuente: Propia.

En la tabla 3, Figura 8 y Fiugra 9, se muestra el producto Caballos en presentación pastillas, con la toma de dos lotes de producción, indicando el recuento microbiológico por duplicado; se inicio con un tiempo (0 seg), arrojando valores de recuento dentro los parámetros según norma ICA, los tiempos de exposición mencionados son ajustables a la velocidad de la banda

de transporte del alimento, se observó que a medida que aumenta el tiempo de exposición a Luz U.V, la carga microbiológica disminuye en mesófilos aeróbios en 32.5% y 11% frente al tiempo prolongado de exposición a Luz U.V y en hongos con valores menores de 60 (ufc/g).

En este tratamiento el mejor tiempo de exposición a Luz U.V fue el tiempo de 10 seg, puesto que hubo disminución de recuento de microorganismos mesófilos aeróbios del 96% en comparación con la muestra patrón y se ajusta a la velocidad de la banda de transporte.

Tabla 4: Recuento microbiológico de aeróbios mesófilos y hongos en muestra de alimento concentrado Caballos Olimpico Cinta Azul en presentación extruído a diferentes tiempos de exposición en luz ultravioleta.

Producto	Presentación	No. Lote	Planta	Tipo de Proced.	Tiempo de Proced. (seg)	Rto. m.o mesófilos aerobios (ufc/g)	Rto. Hongos (ufc/g)	Observaciones
OLIMPO CINTA AZUL	EXTRUÍDO	OP 62358		PATRÓN	0	6, E+02	16x10 ¹	Levaduras 90% - Absidia 10%
		OP 62359				2, E+02	60	Trichosermia 20% Aspergillus 70% Fusarium 10%
OLIMPO CINTA AZUL	EXTRUÍDO	OP 62358		EXPOSICIÓN U.V	3	5, E+02	<10	
		OP 62359				1, E+02	<10	
OLIMPO CINTA AZUL	EXTRUÍDO	OP 62358	BUGA	EXPOSICIÓN U.V	6	3, E+02	<10	A. parasiticus 50% - Absidia 50%
		OP 62359				6, E+01	10	Penicillium 90%; Fusarium 10%
OLIMPO CINTA AZUL	EXTRUÍDO	OP 62358		EXPOSICIÓN U.V	10	2, E+02	<10	Levaduras 90% - Penicillium 10%
		OP 62359				4, E+01	10	Chrysonilia 100%
OLIMPO CINTA AZUL	EXTRUÍDO	OP 62358		EXPOSICIÓN U.V	15	1, E+02	<10	Levaduras 90% - Fusarium 5% - Parasiticus 5%
		OP 62359				4, E+01	10	

Tratamiento de Exposición con Luz UV a diferentes tiempos (seg) en Olimpo Cinta Azul (Ext.)

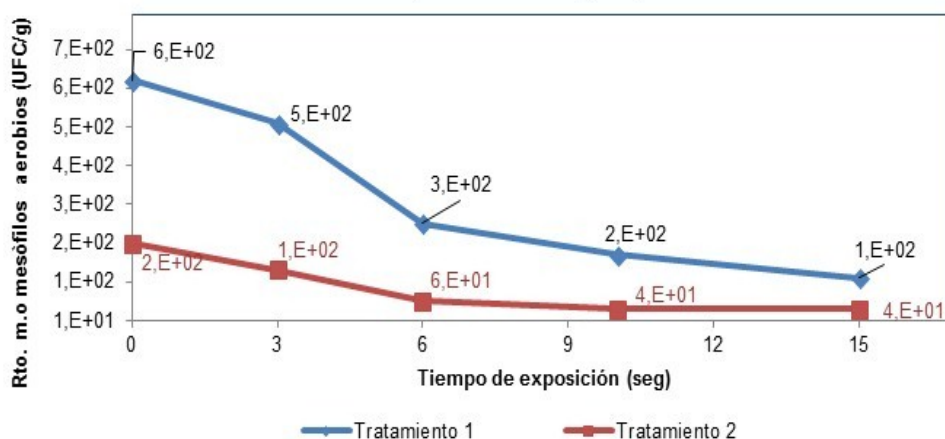


Figura 10: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de mesófilos aeróbicos en el producto Olimpo Cinta Azul (Ext).
Fuente: Propia.

Tratamiento de Exposición con Luz UV a diferentes tiempos (seg) en Olimpo Cinta Azul (Ext.)

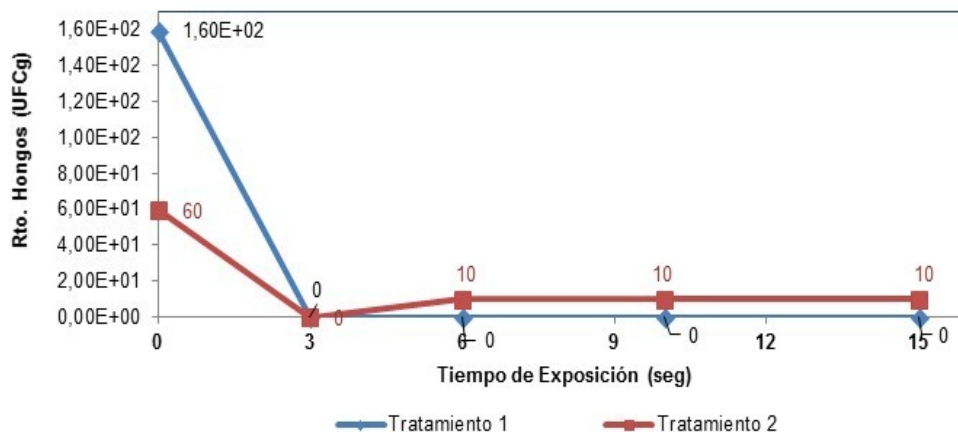


Figura 11: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de hongos en el producto Olimpo Cinta Azul (Ext).
Fuente: Propia.

En la tabla 4, Figura 10 y Figura 11, se muestra el producto Olimpo Cinta Azul en presentación extruído, con la toma de dos lotes de producción, indicando el recuento microbiológico por duplicado; se inicio con un tiempo (0 seg), arrojando valores de recuento dentro los parámetros según norma ICA, los tiempos de exposición mencionados son ajustables a la velocidad de la banda de transporte del alimento, se observó que a medida que

aumenta el tiempo de exposición a Luz U.V, la carga microbiológica disminuye en mesófilos aeróbios en 15%, 8% y 4.5% frente al tiempo prolongado de exposición a Luz U.V, y en hongos con valores menores de 160 (ufc/g), estos porcentajes son representativos puesto que en la elaboración de este producto la adición de agua es mayor que un producto peletizado (+/- 40%), y la carga de vapor en su cocción (+/- 40%), por ende son más susceptibles a la contaminación microbiana.

En este tratamiento el mejor tiempo de exposición a Luz U.V fue el tiempo de 10 seg, puesto que hubo disminución de recuento de microorganismos mesófilos aeróbios del 74% en comparación con la muestra patrón y se ajusta a la velocidad de la banda de transporte.

Tabla 5: Recuento microbiológico de aeróbios mesófilos y hongos en muestra de alimento concentrado Conejos en presentación pastilla a diferentes tiempos de exposición en luz ultravioleta.

Producto	Presentación	No. Lote	Planta	Tipo de Proced.	Tiempo de Proced. (seg)	Rto. m.o mesófilos aerobios (ufc/g)	Rto. Hongos (ufc/g)	Observaciones
CONEJOS	PASTILLA	OP 62556		PATRÓN	0	3, E+05	70	<i>Penicillium</i> 100%
		OP 62359				3, E+05	80	<i>Penicillium</i> 100%
CONEJOS	PASTILLA	OP 62556		EXPOSICIÓN U.V	3	3, E+05	10	<i>Aspergillus s.p.</i> 100%
		OP 62359				2,7,E+04	10	
		OP 62556				4,0,E+03	10	<i>Aspergillus s.p.</i> 100%
CONEJOS	PASTILLA	OP 62359	BUGA	EXPOSICIÓN U.V	6	2,6,E+03	<10	<i>Aspergillus s.p.</i> 50% - <i>A. fumigatus</i> 50%
		OP 62556				3,6,E+03	10	<i>Aspergillus s.p.</i> 50% - <i>A. fumigatus</i> 50%
CONEJOS	PASTILLA	OP 62359		EXPOSICIÓN U.V	10	2,5,E+03	<10	<i>Chrysonilia</i> 100%
		OP 62556				2,9,E+03	<10	<i>Levaduras</i> 90% - <i>Fusarium</i> 5% - <i>Parasiticus</i> 5%
CONEJOS	PASTILLA	OP 62556		EXPOSICIÓN U.V	15	2,9,E+03	<10	
		OP 62359				2,0,E+03	<10	

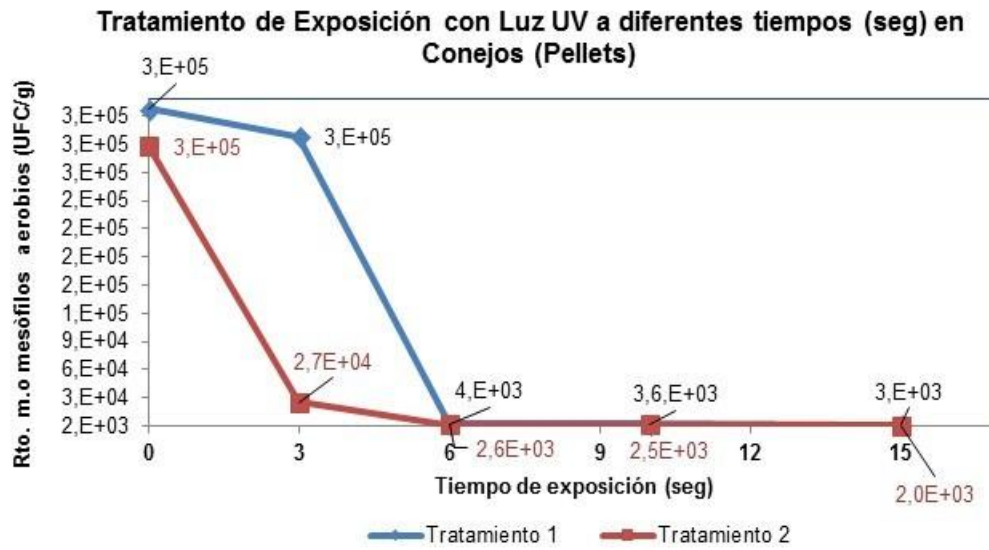


Figura 12: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de mesófilos aeróbios en el producto Conejos (Pellets).
Fuente: Propia.

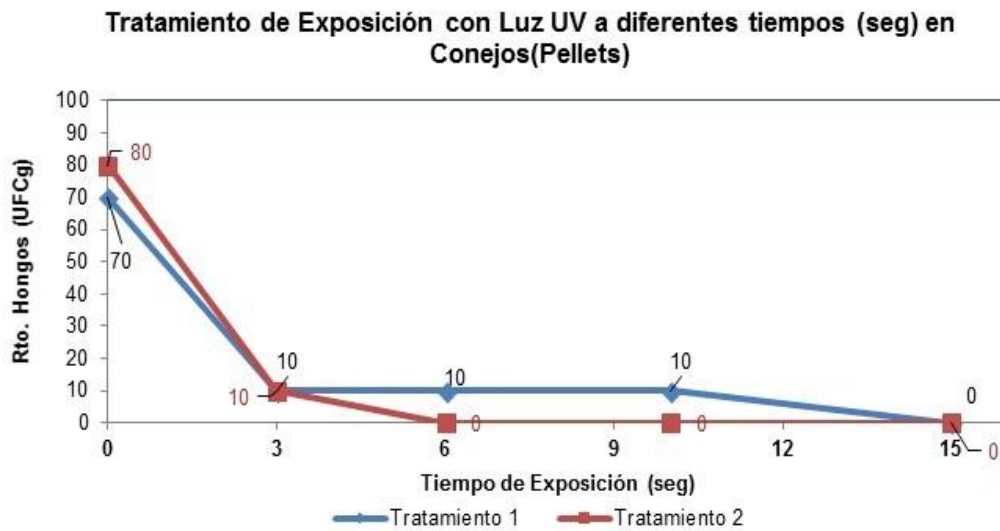


Figura 13: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de hongos en el producto Conejos (Pellets).
Fuente: Propia.

En la tabla 5, Figura 12 y Figura 13, se muestra el producto Conejos en presentación pastilla, con la toma de dos lotes de producción, indicando el recuento microbiológico por duplicado; se inicio con un tiempo (0 seg), arrojando valores de recuento por fuera de parámetros según

norma ICA, estos lotes fueron rechazados por no cumplir con este parámetro, se observó que a medida que aumenta el tiempo de exposición a Luz U.V, la carga microbiológica disminuye en mesófilos aeróbios en 30% y 33% frente al tiempo prolongado de exposición a Luz U.V y en hongos con valores menores de 80 (ufc/g), con esta tecnología emergente se demuestra la reducción microbiana, pero para llegar a valores aceptables, en el proceso de elaboración se deben cumplir con normatividad en materias primas y desinfección de los elementos en la fabricación.

En este tratamiento el mejor tiempo de exposición a Luz U.V fue el tiempo de 10 seg, puesto que hubo disminución de recuento de microorganismos mesófilos aeróbios del 99% en comparación con la muestra patrón y se ajusta a la velocidad de la banda de transporte.

Tabla 6: Recuento microbiológico de aeróbios mesófilos y hongos en muestra de alimento concentrado Corcel Finca en presentación pastilla a diferentes tiempos de exposición en luz ultravioleta.

Producto	Presentación	No. Lote	Planta	Tipo de Proced.	Tiempo de Proced. (seg)	Rto. m.o mesófilos aeróbios (ufc/g)	Rto. Hongos (ufc/g)	Observaciones
CORCEL FINCA	PASTILLA	OP 66447		PATRÓN	0	5,E+04	60	<i>Fusarium</i> 100%
		OP 66563				3,E+04	40	<i>Verticillium</i> 60% <i>Aspergillus</i> 40%
CORCEL FINCA	PASTILLA	OP 66447		EXPOSICIÓN U.V	3	5,E+04	10	<i>Aspergillus</i> 90% <i>Levadura</i> 10%
		OP 66563				3,4,E+04	10	<i>Levadura</i> 10% <i>Verticillium</i> 50%
CORCEL FINCA	PASTILLA	OP 66447	BUGA	EXPOSICIÓN U.V	6	3,3,E+04	10	<i>Aspergillus</i> 40% <i>Levadura</i> 10%
		OP 66563				3,2,E+03	<10	<i>Levadura</i> 10% <i>Verticillium</i> 50%
CORCEL FINCA	PASTILLA	OP 66447		EXPOSICIÓN U.V	10	3,1,E+04	10	<i>Aspergillus</i> 40% <i>Levadura</i> 10%
		OP 66563				3,0,E+03	<10	<i>Levadura</i> 10%
CORCEL FINCA	PASTILLA	OP 66447		EXPOSICIÓN U.V	15	3,2,E+04	10	<i>Levadura</i> 10%
		OP 66563				2,6,E+03	<10	<i>Aspergillus</i> 30%

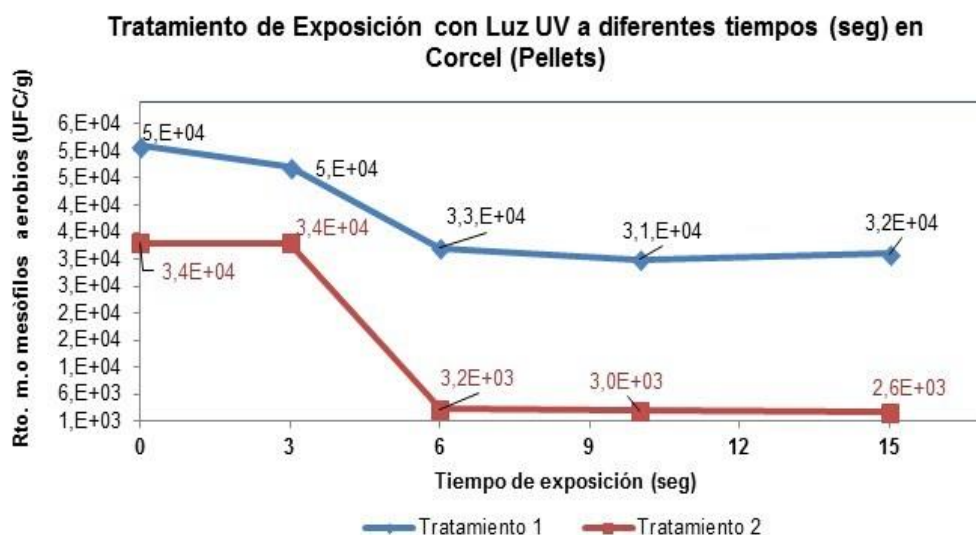


Figura 14: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de mesófilos aeróbios en el producto Corcel (Pellets).
Fuente: Propia.

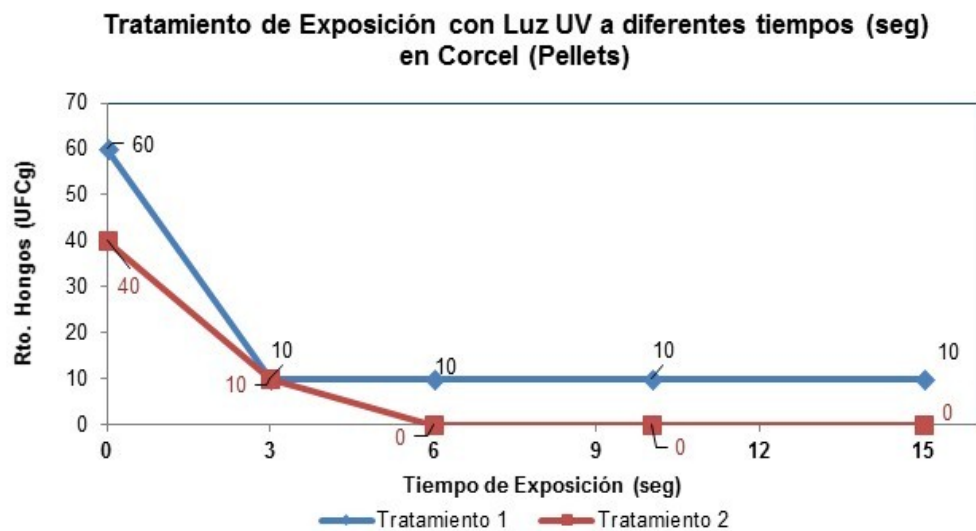


Figura 15: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de hongos en el producto Corcel (Pellets).
Fuente: Propia.

En la tabla 6, Figura 14 y Figura 15, se muestra el producto Corcel Finca en presentación pastilla, con la toma de dos lotes de producción, indicando el recuento microbiológico por

duplicado; se inicio con un tiempo (0 seg), arrojando valores de recuento dentro de los parámetros según norma ICA, se observó que a medida que aumenta el tiempo de exposición a Luz U.V, la carga microbiológica disminuye en mesófilos aeróbios en 16% y 1.5% frente al tiempo prolongado de exposición a Luz U.V y en hongos con valores menores de 60 (ufc/g).

En este tratamiento el mejor tiempo de exposición a Luz U.V fue el tiempo de 10 seg, puesto que hubo disminución de recuento de microorganismos mesófilos aeróbios del 60.4% en comparación con la muestra patrón y se ajusta a la velocidad de la banda de transporte.

Tabla 7: Recuento microbiológico de aeróbios mesófilos y hongos en muestra de alimento concentrado Leche Estándar 70 en presentación pastilla a diferentes tiempos de exposición en luz ultravioleta.

Producto	Presentación	No. Lote	Planta	Tipo de Proced.	Tiempo de Proced. (seg)	Rto. m.o mesófilos aeróbios (ufc/g)	Rto. Hongos (ufc/g)	Observaciones
LECHE ESTANDAR 70	PASTILLA	OP 62575		PATRÓN	0	5,E+04	50	<i>Aspergillus s.p.</i> 100%
		OP 62583				8,E+04	40	<i>Aspergillus s.p.</i> 100%
LECHE ESTANDAR 70	PASTILLA	OP 62575		EXPOSICIÓN U.V	3	7,E+03	10	<i>Mucor</i> 100%
		OP 62583				6,6,E+03	<10	<i>Mucor</i> 100%
LECHE ESTANDAR 70	PASTILLA	OP 62575	BUGA	EXPOSICIÓN U.V	6	7,9,E+03	10	<i>A.flavus</i> 100%
		OP 62583				5,2,E+03	<10	<i>A.flavus</i> 100%
LECHE ESTANDAR 70	PASTILLA	OP 62575		EXPOSICIÓN U.V	10	6,0,E+03	<10	
		OP 62583				4,0,E+03	<10	
LECHE ESTANDAR 70	PASTILLA	OP 62575		EXPOSICIÓN U.V	15	1,9,E+03	10	<i>A.versicolor</i> 100%
		OP 62583				3,8,E+03	<10	<i>A.versicolor</i> 100%

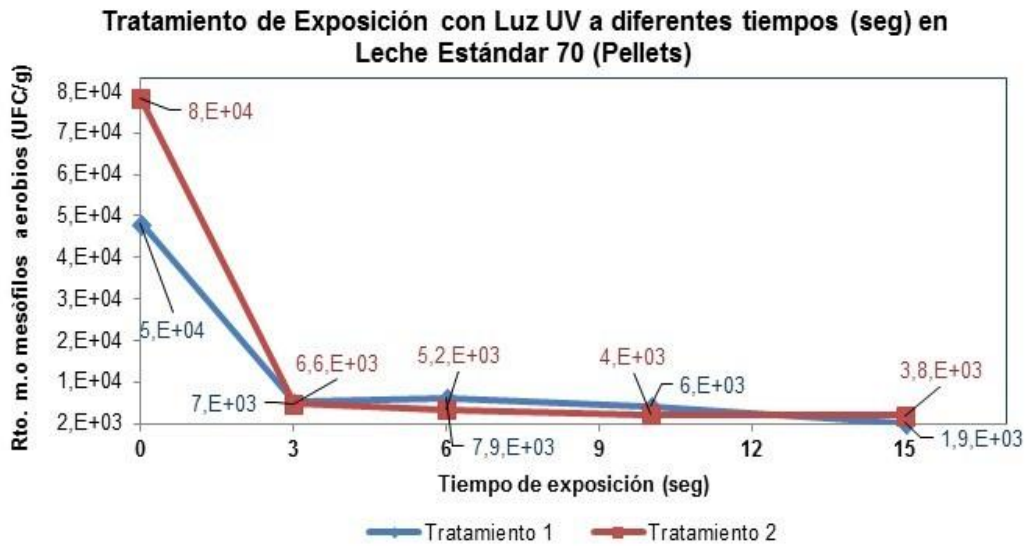


Figura 16: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de mesófilos aeróbios en el producto Leche Estándar 70 (Pellets).
Fuente: Propia.

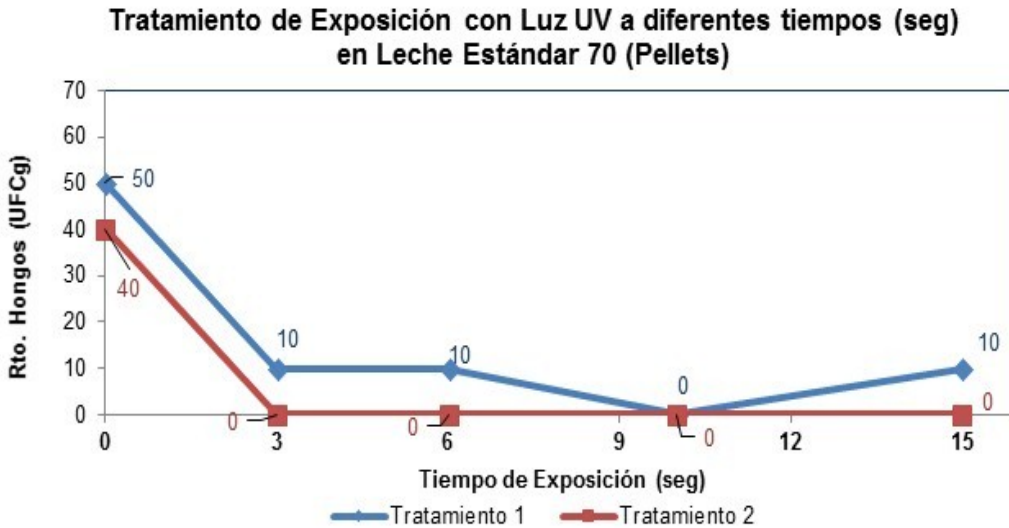


Figura 17: Tratamiento de Exposición con Luz U.V a diferentes tiempos (seg) y Recuento de hongos en el producto Leche Estandar 70 (Pellets).
Fuente: Propia.

En la tabla 7, Figura 16 y Figura 17, se muestra el producto Leche Estándar 70 en presentación pastilla, con la toma de dos lotes de producción, indicando el recuento microbiológico por duplicado; se inicio con un tiempo (0 seg), arrojando valores de recuento

dentro los parámetros según norma ICA, los tiempos de exposición mencionados son ajustables a la velocidad de la banda de transporte del alimento, se observó que a medida que aumenta el tiempo de exposición a Luz U.V, la carga microbiológica disminuye en mesófilos aeróbios en 67% y 2.5% frente al tiempo prolongado de exposición a Luz U.V y en hongos con valores menores de 50 (ufc/g).

En este tratamiento el mejor tiempo de exposición a Luz U.V fue el tiempo de 10 seg, puesto que hubo disminución de recuento de microorganismos mesófilos aeróbios del 92% en comparación con la muestra patrón y se ajusta a la velocidad de la banda de transporte.

7. CONCLUSIONES

- La utilización de luz ultravioleta en nuestros procesos de fabricación ayuda a disminuir carga microbiana en la superficie del alimento alterando su actividad biológica. En la prueba piloto desarrollada en la planta Buga, se generaron valores que fueron representativos en los productos que fueron expuestos a Luz U.V a un tiempo de 10 seg, arrojando valores en comparación con el tratamiento de la muestra patrón del 99% en Conejos, 96% en Caballos, 92% en Leche Estándar 70, 74% en Olimpo Cinta Azul y 60.4% en Corcel, indicando que esta tecnología emergente es exitosa para la industria de elaboración de alimentos balanceados para consumo animal, dando un valor agregado frente a la inocuidad.
- El diseño realizado de la caja metálica para irradiar Luz UV en los productos peletizados y extruidos de la Planta Finca Buga, fue efectiva para la disminución de carga microbiana a nivel piloto.
- Los tiempos de exposición con Luz Ultravioleta entre 10 y 15 segundos fueron los más efectivos en relación a la disminución de carga microbiana para los productos tratados.
- Se analizó microbiológicamente los productos mencionados arrojando resultados de hongos y levaduras menores a 160 UFC/g en Conejos, 80 UFC/g en Conejos, 60 UFC/g en Corcel, 50 UFC/g en Caballos y 50 UFC/g en Leche Estándar 70 en las muestras patrones y varios tipos de hongos que se demuestran en tablas de resultados.
- Los costos del proyecto tienen un porcentaje de factibilidad del 95%, puesto que el presupuesto de la compañía en el área de proyectos es de 300 millones de pesos al mes, con 12.6% de participación, además en la disminución de quejas en los productos peletizados y/o extruidos, generaría una inversión de 50 millones de pesos.

GLOSARIO

Alimento balanceado para consumo animal: Son mezclas de nutrientes elaborados en forma tal que responden a requerimientos de cada especie, edad, tipo de explotación a que se destina el animal, bien sea suministrado como única fuente de alimento o como complementos de otras fuentes nutricionales.

Bacterias Mesófilas Aérobias: Son seres unicelulares que se reproducen con gran rapidez, una sola bacteria puede llegar a formar una colonia visible a simple vista en pocas horas, y que descomponen la materia orgánica a temperaturas que oscilan entre 30 y 40°C.

Características:

- Aspecto: Variable esférica, cilíndrica, espiral.
- Reproducción: Fisión Binaria.
- Aw: Entre 0,75 – 0,99.
- Temperatura: Mesófilos.
- Oxígeno: Aerobios.
- pH: Entre 4,5 – 9,0 (neutros).
- Se multiplican en aerobiosis.
- temperatura de incubación entre los 20 y los 37°C.
- Pueden ser patógenas o saprofitas.

Extrusión: La extrusión es una tecnología para impartir nueva textura a materias primas, siendo una más entre varios procedimientos de texturización, este proceso facilita la denaturación de las proteínas, la gelatinización del almidón, la inactivación de enzimas, destrucción de factores tóxicos y disminución de la carga microbiana en el producto final. se ha utilizado en la elaboración de diversos productos de la industria alimentaria, destacándose en la fabricación de alimentos para mascotas, animales de producción y peces.

Luz Ultravioleta: La luz UV es la radiación electromagnética con longitud de onda más corta que la luz visible y más larga que los rayos X; se divide en UV-Cercano (380-200 nm), UV-Lejano (200-10 nm) y UV-Extremo (31-1 nm), considerando el efecto de la radiación sobre la salud humana y el medio ambiente, a una longitud de onda de 100 a 400 nm, se divide en: UV-A (320-400 nm), UV-B (280-320 nm), UV-C (200-280 nm) y Vacío-UV (100-200 nm) (a veces considerada UV-C o UV-Extremo).

Mohos y Levaduras: Son hongos microscópicos que pueden ser: Unicelulares, levaduriformes o levaduras o filamentosos, llamados mohos y contiene muchas células. Tanto las levaduras como los mohos presentan células eucariontes, es decir, con cromosomas múltiples, membrana nuclear bien definida, mitocondrias, retículo endoplásmico

y pared celular y contienen paredes celulares rígidas hechas de glucógeno, de celulosa, de quitina, o mananas, la membrana celular fúngica, a diferencia de la bacteriana, presenta esteroides. El aspecto de las colonias de moho puede ser: Tipo aterciopelado; algodonoso o polvoso.

Peletizado: Es un proceso mecánico, mediante el cual una mezcla de ingredientes finamente molidos humedecidos y calentados con vapor (acondicionamiento), son aglomerados en forma de cilindros (pellets), al hacer pasar una mezcla por una matriz (o dado) con la ayuda de unos rodillos que la componen y le dan mayor densidad.

Pastilla: Es la forma que se le dice al producto peletizado y/o extruido en el gremio de empresas de alimentos balanceados.

Pelet: Forma cilíndrica que mide aprox 3 cm de longitud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, A. M., & Granados, F. (2015). Inocuidad microbiológica de los alimentos para animales en costa rica. *Nutrición Animal Tropical*, 9(3), 13-31.
- Anderson, María del Rosario Pascual, & Calderón, V. (1999). *Microbiología alimentaria: Metodología analítica para alimentos y bebidas* Ediciones Diaz de Santos.
- Arias Echandi, M. L., Chaves, C., Rodríguez, E., Rojas, C., Herrera, M., & Mena, E. (2009). Calidad microbiológica de alimento concentrado para perros adultos que se expende en costa rica. *Analecta Veterinaria*, 29
- Brunatti, C., & Martín, A. (2010). Introducción a la espectroscopía de absorción molecular ultravioleta, visible e infrarrojo cercano. *Recuperado El*, 24.
- Bingham, A.; Phillips, T.; Bauer, J. 2003. Potencial for dietary protection against the effects of aflatoxins in animals. *JAVMA* 222(5):591-596.
- Calidad microbiológica de alimento concentrado para perros adultos que se expende en Costa Rica, M. Herrera M, E. Mena J, C, ISSN 0365-5148, pág 5. 2009.
- Cerón, Juan Pablo Quintero, Pérez, Y. B., & Real, C. V. (2013). Avances en la aplicación de luz ultravioleta de onda corta (UVC) en frutas y vegetales enteros y mínimamente procesados: Revisión. *Tumbaga*, 1(8), 29-60.
- Del Campo ySacre J. 2009. Inactivación de esporas de *Aspergillus* mediante la combinación de radiación ultravioleta de onda corta y agentes antimicrobianos en néctar de durazno. Puebla, México: Universidad de las Américas, Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, p. 136.
- Dominguez, L. (2011). Luz Ultravioleta en la Cpnservación de los Alimentos. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Earle, R. L. (1979). *Ingeniería De Los Alimentos: Las Operaciones Básicas Aplicadas a La Tecnología De Los Alimentos*.
- Frazier, W; Westhoff, D. 1993. Microbiología de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 681 p.
- González, N. 1990. Hongos y micotoxinas. *Informaciones Avícolas y de Cerdos*. 0 (143):21-25.

- Guerrero y Ochoa M. 2013. Efecto del uso combinado de la radiación UV-C y atmósfera modificada en el tiempo de vida útil de uvilla orgánica (*Physalis peruviana*) sin capuchón. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, p. 78.
- Koutchma T. 2008. UV Light for processing Foods. *IUVA News*. 10(4):24-29.
- HSIEH, D. 1979. Basic metabolic effects of mycotoxins. En: Interactions of mycotoxins in animal production. Proceedings of a Symposium. National Academy of Sciences. Washington, Estados Unidos. pp 43-53.
- International Commission On Microbiological Specifications For Foods (ICMSF). 1984. Ecología microbiana de los alimentos, 2; Productos alimenticios. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Vol II. 989 p.
- Lewis, M. J. (1993). *Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado* Acribia.
- López y Díaz, A., Palou, E., & López-Malo, A. (2012). Radiación ultravioleta en jugos de frutas: Fundamentos y aplicaciones. *Temas Selectos De Ingeniería De Alimentos*, 6, 79-93.
- Lopez, L. 1988. Introducción al tema de micotoxinas y micotoxicosis. *Boletín Micológico*. 4(1):1-26.
- Martínez Covalada, H. J., Espinal, C. F., & Acevedo Gaitán, X. (2005). La cadena de cereales, alimentos balanceados para animales, avicultura y porcicultura en Colombia: Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005.
- McCabe, S., & Smith, J. (1993). Harriott. *Operaciones Unitarias En Ingeniería Química*.
- McElhiney, R. R. (1994). *Tecnología Para La Fabricación De Alimentos Balanceados*.
- Microbiología de Alimentos y Productos para alimentación animal. Requisitos Generales y Directrices para Análisis Microbiológico. Norma Técnica Colombiana NTC 4092; ICONTEC; Autores Varias empresas; primera actualización. Bogotá. Pág 76. 2009.
- Mossel, D.; Moreno, B. 1994. Microbiología de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Payne, J., Rattink, W., Smith, T., Winowski, T., Dearsledy, G., & Strøm, L. (1994). The pelleting handbook. *Borregaard Lignotech, Windsor*.
- Pokniak, J., Cornejo, S., Galleguillos, C., Larrain, C., & Battaglia, J. (1999). Efectos de la extrusión o peletización de la dieta de engorda sobre la respuesta productiva de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) tamaño plato. *Archivos De Medicina Veterinaria*, 31(1), 141-150.
- Pombo M. 2009. Irradiación de frutillas con UV-C: efecto sobre la síntesis de proteínas, degradación de la pared celular y mecanismos de defensa. San Martín: Universidad Nacional de San Martín, Laboratorio de Bioquímica y Fisiología de la Maduración y Senescencia, p. 120.

- Rawson A, Patras A, Tiwari B, Noci F, Koutchma T, Brunton N. 2011. Effect of thermal and no thermal processing technologies on the bioactive content of exotic fruits and their products: Review of recent advances. *Food Res. Int.* 44(7):1875-1887.
- Sharma, M.; Marquez, C. 2001. Determination of aflatoxins in domestic pet foods (dog and cat) using immunoaffinity column and HPLC. *Animal Feed Science and Technology.* 93:109-114.
- Singh, R. P., & Heldma, D. R. (1997). *Introducción a la ingeniería de los alimentos.*
- Terán Peñafiel, T. A. (2013). *Elaboración De Un Manual De Buenas Prácticas De Manufactura (BPM) e Implementación Del Programa De 5 S Para La Planta De Alimentos Balanceados El Carmelo, Chambo.*
- Toso, R. E., Ardoino, S. M., Toribio, M. S., & Diesser, M. A. (2017). Presencia de micotoxinas en alimentos balanceados para ponedoras: Relevamiento realizado en general pico, la pampa, argentina. *Ciencia Veterinaria*, 17(1)

ANEXOS

ANEXO 1

MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS Y PRODUCTOS PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL. REQUISITOS GENERALES Y DIRECTRICES PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS NORMA NTC 4092 PRIMERA ACTUALIZACIÓN.

INTRODUCCIÓN

Al realizar análisis microbiológicos, es especialmente importante que: únicamente se aislen y enumeren aquellos microorganismos que están presentes en las muestras; los microorganismos no contaminen el ambiente, con el fin de lograr esto, es necesario poner atención a la higiene personal y usar técnicas de trabajo que garantice, en la medida de lo posible, la exclusión de contaminación externa.

Dado que, en esta norma, es posible brindar únicamente unos pocos ejemplos de las precauciones que se deben tomar durante los análisis microbiológicos, el conocimiento completo de las técnicas microbiológicas y de los microorganismos involucrados es esencial.

Es importante que los análisis se realicen de una manera lo más precisa que sea posible, incluyendo el monitoreo del registro de los aspectos que pueden afectar los resultados y los cálculos de los números de microorganismos y de la incertidumbre de los resultados. En última instancia, es responsabilidad del jefe del laboratorio juzgar si las manipulaciones son seguras y se pueden considerar buena práctica de laboratorio.

Un gran número de manipulaciones pueden, por ejemplo, ocasionar involuntariamente la contaminación cruzada y el analista siempre debería verificar la precisión de los resultados obtenidos mediante su técnica.

Con el fin de realizar los análisis de manera correcta, es necesario tomar algunas precauciones al construir y equipar y laboratorio, se deben tomar algunas precauciones, no solamente por razones de higiene sino también para garantizar una buena reproducibilidad de los resultados, no es posible especificar todas las precauciones que se deben tomar en todas las circunstancias, pero esta norma por lo menos suministra las medidas principales que se deben tomar al preparar, esterilizar, almacenar los medios y utilizar el equipo. Si se cumplen las directrices suministradas en esta norma, esto contribuirá también a mantener la salud y la seguridad del personal. La información adicional sobre este tema se encuentra en la literatura que se enumera en la sección de bibliografía.

ALCANCE

Esta norma proporciona los requisitos generales y las directrices/opciones destinadas a tres usos principales: - implementación de las normas sobre microbiología de alimentos, lácteos y productos lácteos para la detección o enumeración de microorganismos, denominadas en adelante "normas específicas": buenas prácticas de laboratorio para laboratorios microbiológicos de alimentos (el propósito no es detallarlas en esta norma, existen manuales para tal fin); directrices para la acreditación de laboratorios microbiológicos para alimentos (esta norma describe los requisitos técnicos de acuerdo con el Anexo B de NTC/ISO 17025:2005 para la acreditación de laboratorios microbiológicos por parte de organizaciones nacionales).

Los requisitos de esta norma reemplazan a los correspondientes de las normas específicas existentes. Las instrucciones adicionales en el campo de los análisis de biología molecular se especifican en la norma ISO 22174.

Esta norma comprende el análisis para determinar bacterias, levaduras y mohos y se puede utilizar si se complementa con las directrices específicas para priones, parásitos y virus. Esta norma no tratará del análisis para toxinas u otros metabolitos (por ejemplo, aminos) provenientes de los microorganismos. Esta norma se aplica a microbiología de alimentos, a productos para alimentación animal, al ambiente de la producción de alimentos y al ambiente de producción primaria.

El propósito de esta norma es ayudar a garantizar la validez de los análisis microbiológicos para alimentos, ayudar a garantizar que las técnicas generales utilizadas para realizar estos análisis sean las mismas en todos los laboratorios, facilitar el logro de resultados homogéneos en diferentes laboratorios y contribuir a la seguridad del personal del laboratorio al evitar los riesgos de infección.

ANEXO 2

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO: ALIMENTOS PARA ANIMALES PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

DIVISIÓN DE INSUMOS PECUARIOS

DIRIGIDO A: Productores, importadores y comercializadores de alimentos destinados al consumo animal.

OBJETIVO:

- Establecer los parámetros microbiológicos en alimentos para las especies avícola, bovina, canina, cunícola, felina, porcícola y piscícola.

DEFINICIONES:

- Alimento para animales: Mezclas de nutrientes elaborados en forma tal que responden a requerimientos de cada especie, edad y tipo de explotación, bien sea suministrado como única fuente de alimento o como suplementos o complementos de otras fuentes nutricionales.
- Contaminante: Agente químico o biológico que aparece ocasionalmente y no se adiciona de forma intencional durante el proceso de elaboración del alimento. Su ingreso al producto terminado puede tener origen en las materias primas, el transporte, el medio ambiente de producción y almacenamiento, el material de empaque o como residuo de producciones anteriores presentes en maquinarias y equipos utilizados en diferentes procesos.
- Aislamiento: Obtener un microorganismo puro a partir de una sola colonia. En esta directiva se aplica específicamente para *Escherichia coli* y *Salmonella* spp.
- Unidad formadora de colonia (UFC): Término que se emplea para expresar el contenido de bacterias viables, asumiendo que una bacteria da origen a una colonia. *f* Límite permisible: Máxima cantidad de microorganismos expresada como UFC que se acepta en un determinado alimento.

ANTECEDENTES:

Los riesgos que representa para la salud del hombre y los animales cuando consumen alimentos con cargas microbiológicas por encima de los límites permisibles y/o la presencia de microorganismos patógenos, así como su contaminación focalizada obligan cada vez más a establecer controles y normas estrictas para evitar y controlar la presencia de estos microorganismos (bacterias, hongos).

En el Comité de Alimentos para animales del ICONTEC y por concertación entre los industriales, productores, investigadores, comercializadores y el ICA como organismo oficial de control, se establecieron los límites permisibles de contaminantes en la parte microbiológica en alimentos para animales.

ESPECIE: AVICOLA	
Parámetros Microbiológicos	UFC/g
Recuento microorganismos mesofilos	10×10^3
Recuento microorganismos coliformes	10×10^4
Recuento clostridios sulfito reductores	20×10^1
Recuento hongos	10×10^4
Aislamiento Salmonella spp en 25 g	Ausente
Aislamiento Escherichia coli	Ausente

ESPECIE: CANINA	
Parámetros Microbiológicos	UFC/g
Recuento microorganismos mesofilos	50×10^3
Recuento microorganismos coliformes	10×10^2
Recuento clostridios sulfito reductores	10×10^1
Recuento hongos	50×10^2
Aislamiento Salmonella spp en 25 g	Ausente
Aislamiento Escherichia coli	Ausente

ESPECIE: CUNICOLA	
Parámetros Microbiológicos	UFC/g
Recuento microorganismos mesofilos	10×10^3
Recuento microorganismos coliformes	50×10^1
Recuento clostridios sulfito reductores	10
Recuento hongos	50×10^2
Aislamiento Salmonella spp en 25 g	Ausente
Aislamiento Escherichia coli	Ausente

ESPECIE: FELINA	
Parámetros Microbiológicos	UFC/g
Recuento microorganismos mesofilos	50×10^3
Recuento microorganismos coliformes	10×10^2
Recuento clostridios sulfito reductores	10×10^1
Recuento hongos	50×10^2
Aislamiento Salmonella spp en 25 g	Ausente
Aislamiento Escherichia coli	Ausente

ESPECIE: PISCICOLA	
Parámetros Microbiológicos	UFC/g
Recuento microorganismos mesofilos	10×10^4
Recuento microorganismos coliformes	10×10^2
Recuento clostridios sulfito reductores	10×10
Recuento hongos	50×10^2
Aislamiento Salmonella spp en 25 g	Ausente
Aislamiento Escherichia coli	Ausente

ESPECIE: PORCINA	
Parámetros Microbiológicos	UFC/g
Recuento microorganismos mesofilos	10×10^7
Recuento microorganismos coliformes	10×10^4
Recuento clostridios sulfito reductores	20×10^1
Recuento hongos	10×10^4
Aislamiento Salmonella spp en 25 g	Ausente
Aislamiento Escherichia coli	Ausente

ESPECIE: GANADERIA	
Parámetros Microbiológicos	U.F.C/g
Recuentos microbiológicos mesófilos	10x10 ³
Recuentos microbiológicos Coliformes	10x10 ⁴
Recuentos microbiológicos Clostridios Sulfito Reductores	20x10 ¹
Recuentos microbiológicos Hongos	10x10 ⁴
Recuentos microbiológicos Salmonela	Ausente
Recuentos microbiológicos E. Coli.	Ausente

ESPECIE: EQUINOS	
Parámetros Microbiológicos	U.F.C/g
Recuentos microbiológicos mesófilos	50x10 ⁵
Recuentos microbiológicos Coliformes	10x10 ³
Recuentos microbiológicos Clostridios Sulfito Reductores	10x10 ³
Recuentos microbiológicos Hongos	10x10 ⁴
Recuentos microbiológicos Salmonela	Ausente
Recuentos microbiológicos E. Coli.	Ausente

- Alimento completo para Aves. Norma Técnica Colombiana. NTC 2107 (2ª Revisión).
- Alimento completo para Cerdos. Norma Técnica Colombiana. NTC 1839 (3ª Actualización).
- Alimento completo para Conejos. Norma Técnica Colombiana. NTC 3697.
- Alimento completo para Gatos. Norma Técnica Colombiana. NTC 3687 (1ª Actualización).
- Alimento completo para Peces. Norma Técnica Colombiana. NTC 3688 (1ª Actualización).
- Alimento completo para Perros. Norma Técnica Colombiana. NTC 3686 (1ª Actualización).
- Alimentos completos para ganadería. Norma Técnica Colombiana. NTC 2030.
- Alimentos completos para Equinos. Norma Técnica Colombiana. NTC 5396.
- Buenas Prácticas en la Fabricación de los Alimentos para animales, enero de 1999 INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.
- Resolución 1056 abril 1996 del INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA.