

**ESTANDARIZACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE MORTALIDADES DE POLLO
DE ENGORDE EN GRANJAS, POR MEDIO DE COMPOSTAJE PARA LA
PRODUCCIÓN DE ACONDICIONADOR ORGÁNICO EN FLORIDABLANCA
SANTANDER**

RUBIA MARISELA BAUTISTA CASTELLANOS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2016**

**ESTANDARIZACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE MORTALIDADES DE POLLO
DE ENGORDE EN GRANJAS, POR MEDIO DE COMPOSTAJE PARA LA
PRODUCCIÓN DE ACONDICIONADOR ORGÁNICO EN FLORIDABLANCA
SANTANDER**

RUBIA MARISELA BAUTISTA CASTELLANOS

**Proyecto de grado para optar al título como Profesional en Producción
Agroindustrial**

**DIRECTOR
MILTON CESAR HERNÁNDEZ RIVIERA
INGENIERO AGRÓNOMO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2016**

DEDICATORIA

A Dios, mentor principal que me ha permitido soñar, y Ha estado a mi lado orientándome para lograr mis metas.

Rodolfo Sierra, mi esposo incondicional, amigo y cómplice de mis sueños.

A mis hijos, Mary V. y Ferney, por comprender mi deseo de superación y aceptar mi ausencia en algunos momentos importantes en los que me necesitaron, fueron pacientes y esperaron junto a mí este momento tan anhelado, ser profesional.

A mi madre, Carmen c. por darme el don más valioso, la vida y me cubre con sus bendiciones y los mejores deseos.

A mi abuelo, Roque J. por ese ejemplo, de perseverancia y lucha, que a pesar de todo nunca es tarde para aprender.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: por el don del conocimiento, la paciencia, fe y ese espíritu de emprendedora que me ha concedido, por todas las personas que ha puesto en mi camino para culminar esta hermosa carrera.

A MI FAMILIA: por estar conmigo incondicionalmente en el proceso para el logro de mis metas.

AL IPRED: Por la oportunidad que nos ofrece para hacer posible estudiar una carrera profesional a distancia, logrando nuestra superación personal.

A LA FUNDACION AURELIO LLANO POSADA: por su apoyo total para culminar mis estudios, por medio de la beca que me fue otorgada y la ayuda económica que he recibido, por sus reconocimientos a mi idea de emprendimiento, y sus capacitaciones.

RICARDO HERNANDEZ: por depositar su confianza en mí, como estudiante y emprendedora, por estar ahí siempre luchando conmigo para no desfallecer en el cumplimiento de mis metas teniéndome en cuenta para brindarme muchas oportunidades para salir adelante.

IVAN PORRAS: por su apoyo, consejos y esa fuerza emocional que me motivan cada día a seguir luchando por mi proyecto de vida.

INGENIERO, MILTON CESAR HERNANDEZ: mi asesor de proyecto, por su dedicación apoyo y comprensión para sacar adelante en esta tesis.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. DEFINICION Y FORMULACION DEL PROBLEMA.....	18
1.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.1.1 Delimitación espacial.	19
1.1.2 Delimitación Conceptual.	19
1.1.3 Delimitación Cronológica	20
2. JUSTIFICACIÓN.....	22
3 OBJETIVOS.....	23
3.1 OBJETIVO GENERAL	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
4. MARCO DE REFERENCIA.....	24
4.1 MARCO DE ANTECEDENTES.....	24
4.2 MARCO CONTEXTUAL.....	28
4.2.1 Tendencia de la Industria Avícola.	29
4.2.2 Crecimiento de la Industria Avícola.....	29
4.2.3. La Industria Avícola	31
4.2.4 Avicultura en Santander.....	32
4.3 MARCO TEÓRICO	34
4.3.1 Composición Química de la Pollinaza.....	34
4.3.2 Generalidades Del Compostaje	36
4.3.3 Compostaje Aeróbico Y Etapas Del Proceso.....	37
4.3.4 Construcción del centro de compost de las mortalidades.....	38
4.3.5 Características del Proceso de Compostaje.	39
4.3.6 Manejo de las mortalidades.	42
4.3.7 Curva de Temperatura Calor Generado en la Pila del Compost.....	43
4.3.8 Factores Que Condicionan El Proceso De Producción De Abonos Orgánicos	45
4.3.9 Relación Carbono-Nitrógeno (C/N).	47
4.3.10 Estandarización.	48
4.4 MARCO CONCEPTUAL	49
4.4.1 Glosario.....	49
4.5 MARCO GEOGRÁFICO	51
4.5.1 Zona de Expansión Valle de Rio Frio.....	52
4.5.2 Explotación Agrícola.	52

4.5.3 Explotación Avícola.....	52
4.5.4 Explotación Pecuaria	53
4.6 MARCO LEGAL (NORMATIVIDAD)	53
4.6.1. Resoluciones	53
4.6.2 Normas técnicas colombianas (NTC)	57
4.6.3 Decretos.....	58
4.6.4 Reglamentos.....	59
5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	60
5.1 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	60
5.1.1 Materias Primas Usadas.	64
5.1.2 Descripción de los tratamientos	64
5.2 PROCEDIMIENTO.....	66
5.2.1 recolección de datos.	69
5.2.2 Volteos.	71
5.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	74
5.3.1 Registro de temperatura interna de la pila de compost.....	74
5.3.2. Registro de temperatura volteos.	75
5.3.3 Registro de temperatura ambiente.....	76
5.3.4 comportamiento de La humedad.	77
5.3.5 Comportamiento de la relación carbono nitrógeno.	78
5.3.6. Comportamiento de la conductividad eléctrica.....	79
5.3.7 comportamiento de PH.	80
5.4 DATOS DE PRODUCTO FINAL RENDIMIENTO	81
5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	84
6. CONCLUSIONES	86
7. RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	88
ANEXOS.....	91

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Estudio económico de la producción de pollo en canal por año de las principales regiones productoras de Colombia	30
Tabla 2. Cantidad de Granjas Avícolas de Pollo de Engorde ubicadas por Departamento en Colombia.	31
Tabla 3. Parámetros y rangos inicio, durante y al final del proceso	45
Tabla 4. Niveles máximos de patógenos en compostaje	46
Tabla 5. Límites de contaminantes físicos según NTC 5167	46
Tabla 6. Rango de límites de población según la norma	46
Tabla 7. Parámetros físico químicos óptimos para el compost como acondicionador orgánico según la NTC 5167 Y RESOLUCION 00150 DE 2003 .	47
Tabla 8. Requisitos establecidos para abonos y enmiendas según la NTC 5167 .	57
Tabla 9. Proporciones de las materias primas.	61
Tabla 10. Proporciones de la relación C/N para T1.	65
Tabla 11. Proporciones de la relación C/N para T2.	65
Tabla 12. Proporciones de la relación C/N para T3.	66
Tabla 13. Datos de las temperaturas en el ciclo de compostaje	75
Tabla 14. Temperatura después del volteo.....	76
Tabla 15. Porcentaje temperatura ambiente	77
Tabla 16. Humedad	78
Tabla 17. Relación C7N.....	79
Tabla 18. Conductividad eléctrica	80
Tabla 19. PH	81
Tabla 20. Rendimiento en el proceso	82
Tabla 21. Merma en el proceso	83
Tabla 22. Carcasa.....	83
Tabla 23. Rendimiento del producto final.....	83
Tabla 24. Análisis Físicoquímicos Finales Por Tratamiento	84
Tabla 25: PH día 6	91

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Manejo de tiempos de compostaje	28
Figura 2. la Industria Avícola en Colombia	32
Figura 3. Granjas avícolas de pollo de engorde del municipio de Floridablanca Santander.	34
Figura 4. Proceso de compostaje	37
Figura 5. Proceso de compostaje.	38
Figura 6. Modelo de cajón para compostaje	38
Figura 7. Zona del valle de Rio Frio del municipio de Floridablanca, donde se realizará el proceso de estandarización, (granja y la caseta de compostaje).	52
Figura 8. Metodología del proceso de investigación	62
Figura 9. Diseño de las unidades de compostaje	63
Figura 10. Cajón completo para dividir en tres mini cajones.....	67
Figura 11. Mortalidad generada en galpón Figura 12: Traslado al compost	67
Figura 13. Pesaje de las materias primas y toma de datos	68
Figura 14. Llenado y tubo de aireación.....	68
Figura 15. Llenado total de los cajones	69
Figura 16. Toma de temperaturas.....	70
Figura 17. Toma de temperatura ambiente.....	70
Figura 18. Proceso de toma de PH.....	71
Figura 19. Perfil de la unidad de compostaje al volteo.....	72
Figura 20. Pilas de volteos.....	73
Figura 21. Acondicionamiento del producto final	73
Figura 22. Empaque y pesaje del producto final	73
Figura 23. Toma de muestras para análisis finales en laboratorio.....	74

GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Producción en toneladas de pollo de engorde por región / año	30
Grafica 2. granjas avícolas en Santander.	33
Grafica 3. Manejo de la mortalidad.	42
Grafica 4. Curva de temperatura en una pila de compost.....	44
Grafica 5. Temperatura interna de las pilas de compostaje.....	75
Grafica 6. Datos de temperatura en los volteos	76
Grafica 7. Temperatura ambiente	77
Grafica 8. Humedad.....	78
Grafica 9. Relación C/N	79
Grafica 10. Conductividad eléctrica	80
Grafica 11. Valores del PH	81
Grafica 12. Rendimiento del material compostado	82
Grafica 13. Merma en el proceso.....	82
Grafica 14. Carcasa obtenida por tratamiento	83

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis estadístico para PH.....	91
Anexo B. Análisis estadístico para CE.....	100
Anexo C. Análisis estadístico para temperatura	108
Anexo D. análisis estadístico para producto terminado	124

RESUMEN

TITULO: ESTANDARIZACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE MORTALIDADES DE POLLO DE ENGORDE EN GRANJAS, POR MEDIO DE COMPOSTAJE PARA LA PRODUCCIÓN DE ACONDICIONADOR ORGÁNICO EN FLORIDABLANCA SANTANDER

AUTOR: RUBIA MARISELA BAUTISTA CASTELLANOS****

PLABRAS CLAVES: compostaje, acondicionador orgánico, estandarización

DESCRIPCIÓN:

Esta investigación se realizó en la Finca Mirador II de la vereda rio frio del municipio de Floridablanca Santander, el objetivo fue buscar un prototipo en el proceso de compostaje de las mortalidades de pollo de engorde presentadas en la granja avícola ofreciendo una tecnología apropiada para la disposición final de las aves muertas, el proceso permitirá dar un valor agregado a estos materiales de desecho, el valor agregado es convertir los desechos avícolas en un acondicionador orgánico apto para uso en la agricultura en diferentes cultivos.

Se hizo un estudio de investigación, por medio de pruebas piloto en el proceso de compostaje de las mortalidades, en tratamientos con diferentes formulaciones de las materias primas y se analizaron los resultados obtenidos por medio de los datos de las variables recolectadas, como son temperatura interna de las pilas de compostaje, temperatura ambiente PH, CE, humedad y relación carbono nitrógeno, al finalizar el proceso de compostaje se hace el muestreo del producto compostado para determinar en el laboratorio las características fisicoquímicas de cada tratamiento; frente a cada tratamiento y así se elige el que ofrece los mejores resultados.

Los tiempos esperados para que el proceso terminara fue, proceso de compostaje de 90 días hasta la estabilización de la temperatura que fue por debajo de 40°C, en esta etapa se iniciaron los volteos en montones, estos montones suben la temperatura entre 2 y 5 puntos estabilizándose nuevamente por debajo de 40°C, lo que nos indica la estabilización del material compostado

Se hacen los análisis estadísticos para evaluar los resultados obtenidos para determinar cuál o cuáles de los tratamientos son los que aplican al objetivo de la investigación

* Trabajo de Grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Producción Agroindustrial. Director. Milton Cesar Hernández Riviera

SUMMARY

TITULO: STANDARDIZATION IN THE TREATMENT OF BROILER MORTALITIES ON FARMS, THROUGH COMPOSTING FOR THE PRODUCTION OF ORGANIC CONDITIONER FLORIDABLANCA SANTANDER*

AUTHOR: RUBIA MARISELA BAUTISTA CASTELLANOS**

PLABRAS KEY: composting organic conditioner, standardization.

DESCRIPTION:

This research was conducted at the Finca Mirador III in the path Rio Frio in the municipality of Floridablanca Santander, the goal was to find a prototype in the process of composting mortalities presented in broiler poultry farm offering appropriate technology for disposal end of the dead birds, the process will give added value to these waste materials, value added poultry waste is converted into a suitable conditioner for use in organic farming in different crops. A research study was done, through pilot testing in the process of composting mortalities in treatments with different formulations of raw materials and the results obtained through the data collected variables were analyzed, such as internal temperature of compost piles, temperature pH, EC, relative humidity and carbon nitrogen at the end of the composting process the product sampling is composted in the laboratory to determine the physicochemical characteristics of each treatment; in front of each treatment and so choose the one that offers the best results.

The expected time for the process was finished, composting 90 days to stabilize the temperature was below 40 ° C, at this stage volts began in piles, these piles up the temperature between 2 and 5 stabilizing again points below 40 ° C, which indicates stabilization composted material

Statistical analyzes were performed to evaluate the results to determine which of the treatments are those applied to research objective

* Graduation Work

** Institute of Regional and Projection Distance Education. Agroindustrial production. Director. Milton Cesar Hernandez Riviera

INTRODUCCIÓN

Las mortalidades generadas en las granjas avícolas se producen diariamente y existen diferentes métodos para tratarlas, (incineración, enterramiento, o compostaje) algunos no son los más adecuados ya que estos involucran varias posibilidades de impacto ambiental negativo.

Esta investigación tiene como objetivo estandarizar el proceso de tratamiento de mortalidades y obtener un subproducto a base de mortalidades de pollo de engorde por medio de compostaje en las granjas avícolas, con el fin de dar solución a problemas medio ambientales, bioseguridad y de salud pública, dando valor a un desecho que genera malestar en los alrededores de las explotaciones avícolas, evitando así la proliferación de enfermedades sanitarias a las aves, minimizando la contaminación ambiental, evitando molestias por malos olores a la comunidad aledaña.

La disposición final de la mortalidad se realiza empleando un proceso que ambientalmente es aceptable: compostando estos desechos en casetas aisladas de los galpones, allí se recibe la mortalidad que se recoge en el transcurso del día, en estas unidades se lleva a cabo el proceso de transformación de estos desechos obteniéndose un producto estable para uso agrícola; que puede ser usado en otros sistemas productivos como materia prima para la elaboración de abonos orgánicos o se puede aplicar directamente al suelo como acondicionador o mejorador de suelos.

El acondicionador orgánico resultado del compostaje de desechos avícolas no es un fertilizante propiamente dicho; la principal aplicación del compost se da como enmienda del suelo en la mejora de tierras pobres de materia orgánica, retiene agua y libera gradualmente nutrientes, mejorando los cultivos.

El manejo debe cumplir con las disposiciones establecidas en la Resolución N° 1937 de julio de 2003 expedida por el ICA. Por la cual se establecen medidas sanitarias para la prevención y el control de la enfermedad de Newcastle en el territorio nacional, art 6; prohíbe la movilización o comercialización de la mortalidad generada en el ciclo productivo y la mortalidad como consecuencia de efectos ambientales sanitarios debe ser eliminada de acuerdo a la normatividad vigente.

Resolución 3283 de 2008 prohíbe la comercialización de la mortalidad y también su utilización para alimentación de otra especie animal.

El compostaje

Es una práctica que se basa en estos principios, sólo que es adaptable a una gama muy amplia de situaciones; es un proceso controlado y tiene un resultado predecible. Por definición, el compostaje es la descomposición biológica de desechos sólidos biodegradables bajo condiciones controladas, predominantemente aeróbicas; al punto de que los productos resultantes son suficientemente estables para su almacenamiento, manipulación y utilización segura por parte del hombre en prácticas agrícolas (generación de un producto inocuo con valor agregado).

Las condiciones ambientales, el tipo de residuo a tratar y la técnica de compostaje empleada determinan la efectividad del proceso. De manera muy general, se debe favorecer el crecimiento y actividad de los microbios ofreciendo los sustratos (carbono y nitrógeno), agua y oxígeno en proporciones adecuadas. Los factores a monitorear y controlar en el proceso de compostaje son: la temperatura, la humedad, el pH, la oxigenación, la relación carbono/nitrógeno (C/N) y el perfil de población microbiana. (Dra. Krimilda Valle)¹.

¿Qué es el compostaje?

La palabra compost viene del latín componer (juntar), en definición es “descomposición biológica aeróbica de residuos orgánicos en condiciones controladas”, es el proceso biológico mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia biodegradable, permitiendo obtener “compost” abono para la agricultura.

El compostaje a partir de mortalidad

Proceso mediante la actividad aeróbica, termofílica y la energía pasiva del sol y del aire con la intervención de bacterias, hongos y esporas, convierte cadáveres

¹VALLE Krimilda. Biotecnología en el compostaje de la mortalidad. 2 de junio de 2013. [en línea] [citado 14 diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.wattagnet.com/articles/16067-biotecnologia-en-el-compostaje-de-la-mortalidad>

de aves, pollinazas, pasto seco, tamo de arroz o viruta de madera en una biomasa o abono orgánico.²

² PALOMINO LEON Néstor. Manejo técnico de desechos y mortalidades en la industria avícola [en línea] [citado 15 de diciembre de 2015] Disponible en: http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/manejo_desechos_industria_avicola_palomino.pdf

1. DEFINICION Y FORMULACION DEL PROBLEMA

La actividad avícola genera volúmenes considerables de desechos que ocasionan graves problemas de bioseguridad en las granjas de pollo de engorde y sus alrededores, estas mortalidades son generadas por diferentes causas, las más frecuentes son: las aves son muy sensibles a sufrir estrés calórico, infarto y enfermedades, durante su ciclo de vida, estos desechos necesitan un espacio especial para la disposición final como lo son las casetas de compost, además que dichos desechos deben ser manipulados por personal capacitado para las labores de compostaje por ser estos materiales de alto riesgo biológico para quien los maneja de forma inadecuada.

Las unidades de compostaje están hechas en cada granja de acuerdo al volumen de las aves, mas sin embargo no cubren la necesidad de las granjas debido a que el personal que composta no tiene el conocimiento o cultura para elaborar un buen compost, y esto hace que el proceso de compostaje se demoren, ocupando por más tiempo las unidades o cajones del compost.

Cuando las mortalidades son altas, en las granjas donde no hay espacio en las casetas de compost, los operarios deben enterrar directamente al suelo los volúmenes de mortalidad generada en el día, quedando estos materiales expuestos a otros animales de rapiña que los desentierren para ser consumidos, en algunas ocasiones las aves terminan desenterradas por perros, gatos y además hay propagación de mosca sobre estos desechos, generando desorden y contaminación en las granjas y sus alrededores, se presentan malos olores, aparición de otras plagas como ratas. El enterramiento no es la práctica más adecuada porque al enterrar las aves directamente al suelo se contaminan las fuentes de agua tanto las superficiales como las fuentes subterráneas.

Esta situación genera costos directos a la solución de los problemas de contaminación ocasionados por el mal manejo de los residuos avícolas, y si alcanza a contaminar fuentes de agua para consumo, incrementa costos para potabilizar el aguas, también se generan costos indirectos que son los que están asociados al control de enfermedades causadas en las aves por la contaminación, esto hace que el productor tenga otros gastos que no hayan estado contemplados dentro su presupuesto.

Las empresas dedicadas a la actividad avícola deben tener conocimiento de las normas y darlas a conocer a los operarios el manejo de los residuos, a conocer sus volúmenes para instalar sistemas de estabilización que garanticen productos de calidad y seguros desde el punto de vista químico y ambiental.

Esto conlleva a: ¿es viable la aplicación de un modelo tecnológico que permita la transformación segura y rápida de las mortalidades de pollo de engorde por medio de compostaje

1.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 Delimitación espacial. Este proyecto está ubicado en la vereda Rio Frio Finca el Mirador del municipio de Floridablanca Santander, a 7 kilómetros del casco municipal, donde se desarrolla una explotación avícola de pollo de engorde de una empresa de la región.

1.1.2 Delimitación Conceptual. en la granja avícola se presentan volúmenes considerables de mortalidad de aves de pollo engorde, lo que ocasiona un alto riesgo sanitario y ambiental con efectos directo e indirectos tanto para la bioseguridad de la misma, como para la comunidad aledaña, puesto que no se aplica una tecnología apropiada para el proceso de su transformación, que puede estar centrada en el compostaje.

El objeto de esta investigación es desarrollar una tecnología adecuada para estandarizar el proceso de transformación de desechos avícolas provenientes de la mortalidad de pollos de engorde con miras a obtener un acondicionador orgánico que de cierta manera mejore las propiedades del suelo, por lo tanto se deben hacer pruebas pilotos que permitan obtener un material orgánico con características óptimas para uso agrícola, además bajar la incidencia de contaminación ambiental en las granjas y sus alrededores.

Se tomaron datos de las variables medibles a nuestro alcance, temperatura interna de las pilas y ambiente, humedad, PH C/N (relación carbono nitrógeno), CE.

El producto final se le realizó análisis de laboratorio para hallar sus características fisicoquímicas, y evaluar si cumple o no para la comercialización del producto obtenido.

Al final se hizo el análisis estadístico y se hacen las debidas recomendaciones de acuerdo a los resultados más destacados.

Se inició con las mortalidades de la granja mirador III con una producción de 40.000 aves cada 60 días, distribuidos en 2 galpones, en un área de 27.00 m², con una densidad de 12.5 aves m², el sistema genera una mortalidad del 4 al 5% por lote.

Contamos con: infraestructura, (caseta de compostaje) de 60 m² dividida en 6 cajones de 6,59 metros cuadrados, dejando alrededor los pasillos; los equipos y herramientas con los que contamos fue con: termómetro, carretilla, pala, baldes, tamizador máquina para moler el compost final, bascula electrónica una gramera, bolsas de cierre para las muestras, las materias primas mortalidades de aves, pollinaza, cisco de trilla de café, mano de obra, y equipo tecnológico un computador.

1.1.3 Delimitación Cronológica. en el departamento de Santander la industria avícola va aumentando en tecnologías y estructura desde hace alrededor de 40 años, participando con el 30% de producción nacional, esto indica que el volumen de desechos que se manejan ocupa un gran espacio. (FENAVI).

En la granja el mirador desde el año 1995 se desarrolla una explotación avícola de pollo de engorde, las mortalidades allí presentes se recogían en un vehículo todas las tardes y eran llevadas a una planta de beneficio de aves perteneciente a la misma empresa, allí se incineraban en un cooker y se elaboraba harina que era usada como materia prima para la elaboración de concentrado para las aves de las granjas, debido a que en estos vehículos hacían un recorrido por varias granjas y se veía alterando el sistema de bioseguridad en las granjas; debido al problema sanitario que se presentó a mediados del 2003 las autoridades sanitarias ordenaron por medio de la Resolución N° 1937 de julio de 2003 expedida por el ICA. Por la cual se establecen medidas sanitarias para la prevención y el control de la enfermedad de Newcastle en el territorio nacional, que prohíbe la movilización o comercialización de la mortalidad generada en el ciclo productivo y la mortalidad como consecuencia de efectos ambientales sanitarios debe ser eliminada de acuerdo a la normatividad vigente, la Resolución

3283 de 2008 prohíbe la comercialización de la mortalidad y también su utilización para alimentación de otra especie animal esto lo especifica en el artículo 6 de esta resolución.

Con estas medidas las empresas implementaron un sistemas de compostaje en las mismas granjas, instalando casetas cubiertas aisladas de los galpones hechas de madera con cajones del mismo material, esta estructura poco a poco se ha ido deteriorando desmejorándose el proceso de transformación de desechos, en el año 2010 se hizo una nueva infraestructura de material en la que inicio el proceso de compostaje estas estructuras mejoraron el proceso evitando la entrada de animales a las casetas que desordenan e interrumpen el proceso, animales como perros, chulos, ratas, y pájaros; se empezó a usar estas casetas pero sin ninguna técnica o conocimiento de la labor que había que desarrollar allí, el producto final dio como resultado un compost sin uniformidad, quemado, húmedo, generaba mucho lixiviado, o en otros casos seco y las aves quedaban momificadas al no haber condiciones favorables para la descomposición de la materia; estas falencias que observamos nos llevó a visualizar una posible solución e iniciamos un nuevo proceso en el año 2013 obteniendo resultados satisfactorios, mas sin embargo hay falencias por mejorar como: el tiempo de descomposición, eliminación de olores y la uniformidad de los materiales; con esta investigación se pretende estandarizar el proceso y mejorar aún más la calidad del producto final.

2. JUSTIFICACIÓN

La industria avícola cada día crece y las expectativas tecnológicas van apuntando al mejoramiento en la parte productiva pero aún no se han incorporado tecnologías apropiadas para el tratamiento de los desechos sólidos producidos en las granjas avícolas, para esto se requiere de un compromiso de parte de las empresas y la comunidad en general, estas falencias han llevado al sistema a afrontar crisis por bioseguridad en la industria avícola y en el entorno siendo afectado negativamente el medio ambiente y la sociedad en general.

El caos ambiental y sanitario que actualmente se presenta en las explotaciones avícolas ha llevado a la industria a tomar decisiones drásticas cuando se presentan altos niveles de mortalidad, decisiones como: enterramiento de aves directamente al suelo, prácticas no muy técnicas de compostaje, dejar las mortalidades a disposición de otros animales para su consumo.

Al aplicar un proceso estandarizado a estos desechos nos permite dar un mejor control a los volúmenes de mortalidades que se generen en las granjas, sin correr riesgos de contaminación ambiental y agilizando el proceso, con un método estándar.

El control de los parámetros en el tratamiento llevados a cabo técnicamente, generan en los desechos condiciones desfavorables a los patógenos que puedan llegar a afectar al sistema y a la sociedad en común, y su proliferación llevados a la muerte y desaparición por las altas temperaturas quedando un material estéril de patógenos y fitopatógenos.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio para la estandarización del tratamiento de mortalidades de pollo de engorde en granjas por medio de compostaje, para obtener un acondicionador orgánico en el municipio de Floridablanca Santander

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar un sistema apropiado en el tratamiento de la mortalidad, aplicando una trazabilidad térmica que garantice la inocuidad del compostaje.
- Identificar las variables a cuantificar en el proceso de compostaje.
- Caracterizar física, y químicamente el producto final por medio de análisis de laboratorio.
- Realizar el análisis estadístico de las variables del proceso.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO DE ANTECEDENTES

Según un artículo de la Universidad del Estado de Ohio, elaborado por: Harold M. Keener, David L. Elwell, Wooster M, J. Nonnin, Madison Avenue, Wooster OH, dicen en su investigación llamada: PROCEDIMIENTOS Y ECUACIONES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS Y CAMELLONES PARA EL COMPOSTAJE CON ANIMALES MUERTOS. Desde 1980 en los estados unidos se implementó el compostaje de animales muertos como método de disposición final de estos desechos, se inició en aves, cerdo y ganado, hay diferentes formas de hacer el compostaje ya sea en pilas abiertas o en tolvas o bins, ellos afirman que el compostaje es una mezcla sin uniformidad con una gran volumen de material, (animales muertos o carcasas) tienen una baja proporción en la relación C/N, y un alto contenido de humedad y una porosidad es casi nula, rodeados por un material estructurado de carbono con una alta proporción de C/N, niveles moderados de humedad y una buena porosidad. El animal muerto y los estructurantes se ponen en capas en la pila y no se realiza mezcla durante este proceso, hasta después de que se haya producido la fase rápida del compostaje y que el animal se haya descompuesto totalmente.

También dicen, la etapa primaria del compostaje con animales muertos se describe como un entierro sobre el terreno y dentro de un bio-filtro, con destrucción de patógenos gracias a la alta temperatura.

El proceso de descomposición es anaeróbico (sin oxígeno) al interior y alrededor del animal muerto. Pero en la medida que se producen y se desprenden gases, éstos ingresan a la zona aeróbica. Aquí los gases son atrapados en el material circundante, ingeridos por los microorganismos y se degradan en CO₂ y H₂O. Así, el material circundante sirve de sustento para que las bacterias formen un filtro biológico o bio-filtro recomiendan que se debe evitar revolver la pila hasta que las se hayan descompuesto los materiales Este período por lo general es de menos de tres meses después de que se haya colocado la última capa en la pila. Después de esta etapa el compost se traslada a una segunda área donde se deja reposar por un tiempo adicional, que va desde los 10 días a varios meses. Luego, la pila secundaria se revuelve y se coloca en una pila para su curado durante 30 días más. El desplazamiento de la pila para la etapa secundaria de compostaje y curado introduce aire nuevamente en ella y mezcla el contenido de la pila, lo que lleva a una mayor uniformidad en el compost terminado.

Estos autores afirman que el compostaje es una opciones disponibles para los animales muertos la realidad es que una pila en la cual se hace compost con un animal corresponde a una mezcla no uniforme.³

Otra de las literaturas consultadas es la Revista Electrónica de Veterinaria REDVET

ISSN 1695-7504. Vol. VI, N° 8, Agosto 2005. De la Médico veterinaria Sandra Lissette Ricaurte Galindo M.V.Z. T.p. 08397 acovez r-1042 producción avícola Bogotá – Colombia.

La señora Ricaurte inicia diciendo que el Compostaje se define como una biotécnica donde se puede ejercer control sobre el proceso de biodegradación de la materia orgánica, este proceso es consecuencia de la actividad de los microorganismos que crecen y se reproducen en los materiales orgánicos en descomposición ocasionando la transformación de los materiales originales en otras formas químicas; y considera que el fin más adecuado para los residuos en el mundo, es el proceso de compostaje que se desarrolla con el ánimo de evitar contaminación orgánica, generando un producto (abono), que ayudados por la energía pasiva del sol, aeróbica y termofílica, las esporas, los bacilos Gram Positivos y los hongos que se multiplican y convierten los cadáveres, la paja o pasto seco y la pollinaza en una biomasa que da como resultado un producto heterogéneo, con apariencia independiente del material de origen y que se caracteriza por su estabilidad química y sanitización, y es llamado comúnmente como Compostaje; en el proceso de compostaje se dan diferentes etapas: al inicio hay una etapa de latencia que es cuando el material esta en inicio del proceso puede durar entre 24 y 72 horas de iniciado el proceso, etapa mesotérmica 1 está a temperaturas entre 10 a 40 °C y hay presencia de fermentaciones facultativas de la microflora mesófila, en concomitancia con oxidaciones aeróbicas, actuando Euactinomicetos (aerobios estrictos), de importancia por su capacidad de producir antibióticos. También hay procesos de nitrificación y oxidación de compuestos reducidos de Azufre, Fósforo, etc.

La participación de hongos se da al inicio de esta etapa y al final del proceso, en áreas muy específicas de los compostajes, en esta etapa es muy importante el manejo de la humedad y la aireación.

³ HAROLD M. Keener, David L. Elwell, Wooster M, J. Nonnin, Madison Avenue, Wooster OH, Procedimientos y Ecuaciones para el Dimensionamiento de Estructuras y Camellones para El Compostaje con Animales Muertos, artículo de la Universidad del Estado de Ohio EE.UU, 1980. Citado en: file:///D:/Users/Marisela/Downloads/Compostaje%20de%20Mortalidades%20(3).pdf

Etapa termogénica se presenta cuando la temperatura está entre 40-75°C: la microflora mesófila es sustituida por la termófila debido a la acción de Bacilos y Actinomicetos termófilos, entre los que también se establecen relaciones del tipo sintróficas. Normalmente en esta etapa, se eliminan todos los mesófilos patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables. Si la compactación y ventilación son adecuadas, se producen visibles emanaciones de vapor de agua. El CO₂ se produce en volúmenes importantes que difunden desde el núcleo a la corteza. Este gas, juega un papel fundamental en el control de larvas de insectos. La corteza y más en aquellos materiales ricos en proteínas, es una zona donde se produce la puesta de insectos. La concentración de CO₂ alcanzada resulta letal para las larvas. Conforme el ambiente se hace totalmente anaerobio, los grupos termófilos intervinientes, entran en fase de muerte. Como esta etapa es de gran interés para la higienización del material, es conveniente su prolongación hasta el agotamiento de nutrientes.

Etapa mesotérmica 2: con el agotamiento de los nutrientes, y la desaparición de los termófilos, comienza el descenso de la temperatura, cuando la temperatura esta igual o inferior a los 40°C se desarrollan nuevamente los microorganismos mesófilos que utilizarán como nutrientes los materiales más resistentes a la biodegradación, tales como la celulosa y lignina restante en las o pilas; en esta etapa de maduración, la temperatura descenderá paulatinamente hasta presentarse en valores muy cercanos a la temperatura ambiente. En estos momentos se dice que el material se presenta estable biológicamente y se da por culminado el proceso.⁴

Material citado: MANUAL TÉCNICO llamado, procedimientos para el manejo de residuos orgánicos avícolas.

Sus autores: María Victoria Pérez Villa y Rodolfo Alejandro Villegas Calle, como trabajo de grado para optar al título de Zootecnista, Universidad de Antioquia

Facultad de ciencias Agrarias Escuela de Producción Agropecuaria Medellín año 2009.

⁴REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria ® (Copyright) 1996-2005., ISSN 1695-7504 - Veterinaria.org® - Comunidad Virtual Veterinaria.org® Disponible en. [en línea] [citado 17 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> ,

Este manual consta de tres capítulos principales, que proponen las técnicas de manejo para cada residuo orgánico y cada residuo especial, generados en una explotación avícola. Se busca identificar el impacto ambiental negativo que generan los residuos avícolas y proponen alternativas de disposición final.

Algunos de los desechos que se presentan en las granjas son: los cadáveres de aves que mueren en las granjas por diferentes razones, desechos de matadero, desperdicios generados durante la explotación, constituyen una necesidad económica de saneamiento ambiental. Estos pueden ser aprovechados mediante un tratamiento por medio de un proceso adicional en la misma unidad productiva (en el sitio) o, en otro proceso productivo externo (fuera del sitio) según sean los materiales de desecho.

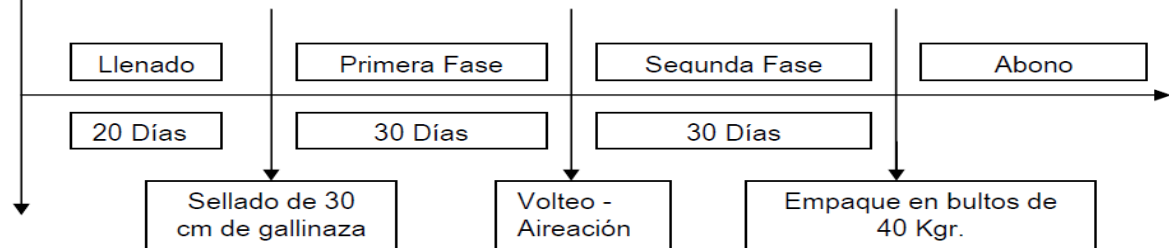
Esta tesis nos habla de la importancia en el tratamiento adecuado paso a paso de cada residuo generado en la explotación avícola desde la incubadora hasta el la planta de sacrificio de las aves, como se debe hacer el compostaje de las gallinazas para que darles una volar biológicamente estable es decir sanetizadas y puedan ser usadas como alimentación alternativa en bovinos siendo los rumiantes los más indicados para el consumos de este material por ser de alto contenido en fibra de las camas y nitrógeno no proteico (NNP); también vemos un ejemplo de cómo se debe hacer un buen compostaje con las mortalidades de las aves definiendo el proceso como: el proceso que degradar la mortalidad, mediante la acción de microorganismos, el resultado del proceso es un material heterogéneo, biológicamente estable, libre de malos olores y patógenos y con una apariencia organoléptica diferente a la del material inicial.

Recomienda hacer la estructura en unidades, cajones de 1.5 metros de ancho por 1.5 metros de altura (cajón internamente), la cantidad de cajones va de acuerdo al tamaño de la granja.

Se debe construir en un sitio distante de los galpones y con suficiente aireación, el suelo debe ser en cemento y el área no puede exceder los 2 por 2 m² y la altura máxima de la pared debe ser de 1,60 mts, el techo debe tener una altura entre 2,20 y 2,50 mts y un alero de al menos un metro: con el espacio entre la pared y el techo se garantiza la aireación imprescindible en el proceso, los materiales para la pared pueden ser guadua, madera o cemento y la cubierta del techo debe proteger al material de la humedad, y alrededor con mallas, la gallinaza debe ser suelta, sin terrones y con una humedad del 20%, que es normalmente la que poseen la gallinaza, viruta debe de estar totalmente seca. (Explotaciones en jaula)

Agua, Por lo general el agua que se utiliza en las granjas tiene adición de Cloro o Yodo, ojala se utilizara agua sin tratamiento, sin embargo, no es indispensable por la concentración bacteriana, mortalidad, la recolección de la mortalidad debe hacerse en horas de la mañana y trasladarse al lugar de composta, los cajones deben estar enumerados.

Figura 1. Manejo de tiempos de compostaje



Modificado de: Cartilla para el proceso de compostado de mortalidad (Biomix)

Fuente: FENAVI- FONAV, manual de compost

Al finalizar el proceso anterior en la figura 1, se debe pasar el material final por un tamiz para sacar aparte el porcentaje de la carcasa, se empaqa en costales de polipropileno y se comercializa.

4.2 MARCO CONTEXTUAL

Como antecedentes de este sector se destaca el uso de prácticas inadecuadas para darle un destino final a todas las mortalidades, sometiéndolas a incineración o enterramiento en fosas, provocando con esta actividad contaminación indiscriminada al medio ambiente. Por otra parte el origen de estos desechos viene desde la creación de la industria avícola, manejándose de forma deliberada y sin prestar atención a que ocurría con dichos desechos.

Pasado un tiempo y con la intervención de diferentes entidades protectoras del medio ambiente dicha industria vio la necesidad de mejorar el destino final de sus residuos, principalmente mortalidades y pollinazas, llegando así a implementar pequeños avances en el mejoramiento para la transformación de los desechos; sin embargo debido al aumento de consumo de aves en el país, la industria ha tenido que ampliar la producción y por ende aumentan los desechos sólidos debido a esto y la normatividad actual se ha optado por la creación de pequeñas casetas de compostaje ubicadas estratégicamente en cada granja para las aves muertas de la actividad, aun estas unidades de compostaje son usadas en muchas

ocasiones sin responsabilidad ambiental, no es practicado un tratamiento adecuado y el proceso no se realiza técnicamente, por lo que no se obtiene compost de calidad.

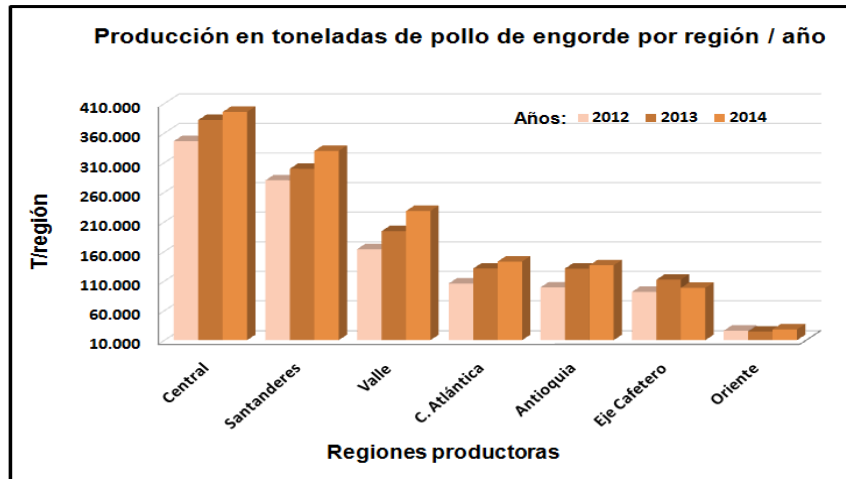
4.2.1 Tendencia de la Industria Avícola. Actualmente en todas las explotaciones avícolas se exige instalaciones de una unidad de compostaje para el destino final de las mortalidades diarias de pollo de engorde, con el fin de disminuir los problemas sanitarios dentro de la unidad productiva (granjas avícolas), evitar riesgos de contaminación a fuentes hídricas, subterráneas, optimizando los recursos naturales y aplicar un buen manejo a la bioseguridad de la misma.

4.2.2 Crecimiento de la Industria Avícola. La avicultura, en Colombia esta actividad ha tenido un continuo crecimiento en los últimos cincuenta años al pasar de producir 30 mil toneladas de carne de pollo en 1961 a un poco más de un millón en 2012, lo cual representó un crecimiento del 7,1% promedio anual, pasando de aportar el 7,0% de la producción total nacional de carnes de res, cerdo y pollo en 1961 al 50,4% en 2012. En la segunda mitad del siglo XX con los esfuerzos de las empresas y las organizaciones gremiales se comenzó a desarrollar la avicultura en Colombia, producto de la experiencia y aprendizaje continuo de productores dedicados a esta actividad, que introdujeron tecnología a los sistemas de producción para lograr mayor productividad. También las medidas adoptadas por las instituciones para reglamentar el control y la calidad de la producción agrícola fueron claves para elevar el nivel competitivo y aumentar la eficiencia en los productores de huevos y pollo.

El mayor encasetamiento de aves es decir, el número de aves que entran hacer parte de la población avícola, es la variable clave para la estimación de los crecimientos en la producción del sector en Colombia. En el 2014, los avicultores encasetaron mas de 700 millones de pollitos de engorde, La Federación Nacional de Avicultores –Fenavi, estima que durante el primer trimestre del año, el sector avícola en Colombia creció 6.4% en relación con el mismo periodo del año 2014.⁵

⁵FENAVI. En el primer trimestre del año: El sector avícola creció 6.4%. Bogotá, D.C., 29 de abril de 2015. [en línea] [citado 18 de diciembre de 2015] Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=3187:en-el-primer-trimestre-del-ano-el-sector-avicola-crecio-64-&catid=454:comunicados-de-prensa&Itemid=1348

Grafica 1. Producción en toneladas de pollo de engorde por región / año



Fuente FENAVI información por departamentos [en línea] [citado 18 de diciembre de 2015] Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2472&Itemid=1330

Tabla 1. Estudio económico de la producción de pollo en canal por año de las principales regiones productoras de Colombia

ESTUDIO ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE POLLO EN CANAL POR AÑO DE LAS PRINCIPALES REGIONES PRODUCTORAS DE COLOMBIA										
Región / Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	Toneladas									
Central	242.258	265.722	287.470	305.444	317.022	334.380	339.153	346.125	381.911	395.552
Santanderes	199.228	226.867	240.098	266.379	261.922	275.925	267.848	280.017	299.589	329.747
Valle	127.200	137.349	144.072	155.108	153.431	160.605	153.145	163.691	194.098	228.195
C. Atlántica	70.192	77.090	86.238	97.448	99.108	98.883	99.969	105.707	130.999	142.787
Antioquia	62.516	75.948	81.024	85.066	82.604	77.266	90.924	99.081	130.875	136.492
Eje Cafetero	50.627	53.071	63.468	75.682	80.630	93.413	99.141	91.682	112.249	98.252
Oriente	10.850	13.784	19.974	25.533	25.149	26.469	24.807	25.956	24.549	28.128
Total	762.870	849.830	922.344	1.010.659	1.019.864	1.066.943	1.074.987	1.112.260	1.274.270	1.359.153

Fuente FENAVI información por departamentos [en línea] [citado 18 de diciembre de 2015] Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2472&Itemid=1330

Tabla 2. Cantidad de Granjas Avícolas de Pollo de Engorde ubicadas por Departamento en Colombia.

GRANJAS AVÍCOLAS DE POLLO DE ENGORDE UBICADAS POR DEPARTAMENTO EN COLOMBIA		
Municipio	No. Granjas	Capacidad de encasetamiento
Antioquia	86	4.094.380
Arauca	18	55.825
Atlántico	80	4.176.450
Bolívar	27	1.315.866
Boyacá	67	2.509.540
Caldas	19	287.700
Caquetá	9	38.700
Cauca	161	1.783.076
Cesar	60	414.497
Córdoba	34	1.203.101
Cundinamarca	803	25.700.871
Guajira	7	10.628
Huila	173	1.089.500
Magdalena	25	380.100
Meta	177	1.740.560
Nariño	199	2.032.350
Norte de Santander	42	895.530
Putumayo	34	55.950
Quindío	110	5.835.660
Risaralda	46	2.752.500
Santander	648	25.268.778
Sucre	45	453.340
Tolima	117	1.554.941
Valle del cauca	379	13.543.946
TOTAL	3.366	97.193.789

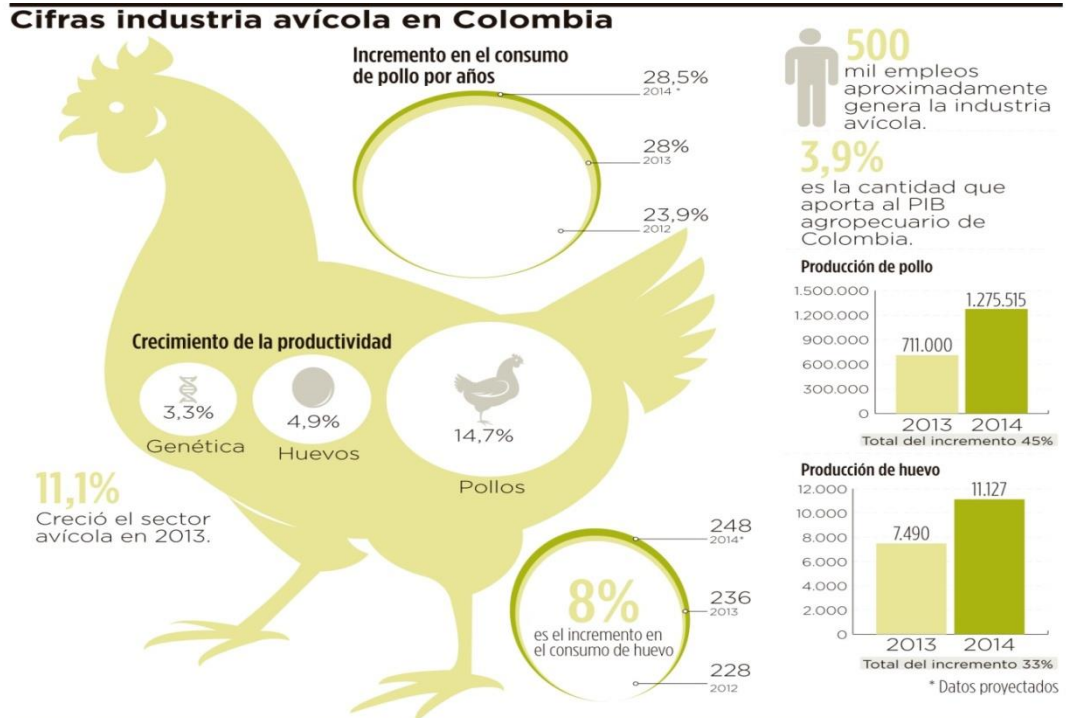
Fuente: FENAVI. Registro de granjas. en línea] [citado 18 de diciembre de 2015]
 Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2167&Itemid=1138

4.2.3. La Industria Avícola

Contexto Mundial

La avicultura es una actividad que ha pesado de ser de baja escala a industrializarse tecnológicamente, dando origen a grandes empresas que se caracterizan por buscar ventajas competitivas, el sector avícolas es fuerte en estados unidos y Brasil, siendo los principales países productores y exportadores de aves, México se destaca en la producción de pollo en canal y Colombia lo hace a nivel andino en la producción y comercialización.

Figura 2. la Industria Avícola en Colombia



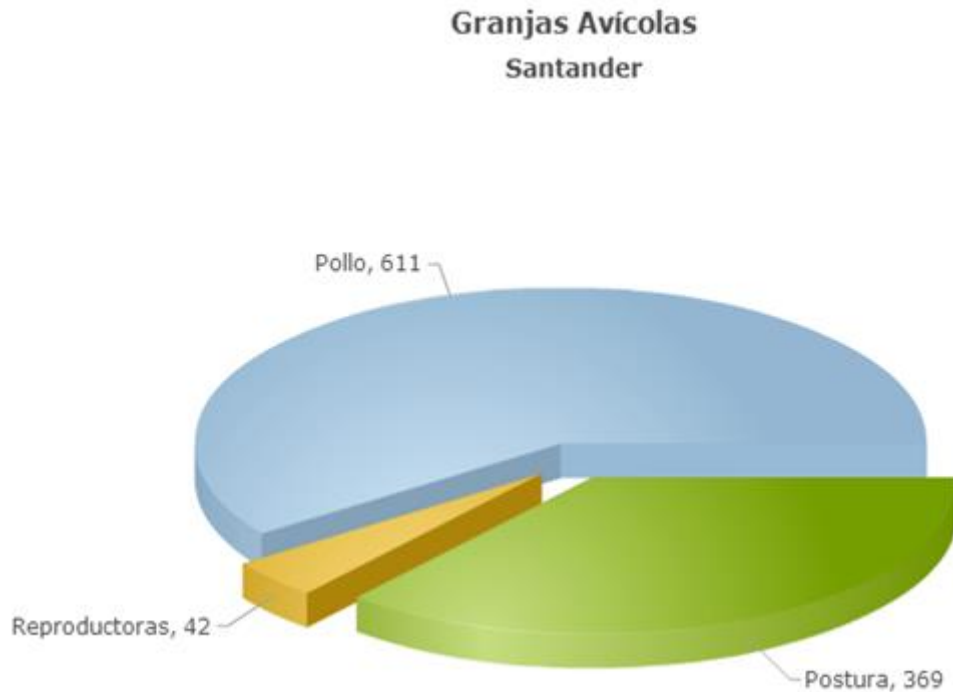
Fuente: EL HERALDO. Cifras industria avícola en Colombia. Lunes, Marzo 24, 2014 [en línea] [citado 18 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.elheraldo.co/infografias/cifras-industria-avicola-en-colombia-147056>

Las cifras de Fenavi indican que el sector avícola creció el año pasado un 11,1%. Por renglones productivos se registró un crecimiento de 3,3% en genética, 14,7% en pollo y 4,9% en huevo, en las dos últimas décadas la producción avícola se ha mantenido en una senda de crecimiento constante es así como entre 2004 y el 2013 la producción de pollo se incrementó 45%, al pasar de 711 mil toneladas a 1,2 millones de toneladas, mientras que la de huevo creció 33%, pues de 7,4 millones de unidades se llegó a 11,1 millones.

4.2.4 Avicultura en Santander. En Santander la industria avícola cuenta con capacidad de encasamiento de 25. 268. 778⁶ aves/ año, con una producción de 25.500 toneladas de pollo, que representa el 30% de la producción nacional siendo el segundo departamento con más capacidad en producción; con empresas como Distraves, Avidesa Macpollo, Campollo, Pimpollo, Avícola San Marino, Avipal, entre otras.

⁶ FENAVI. Registro de granjas [en línea] [citado 19 de diciembre de 2015] Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2167&Itemid=1138

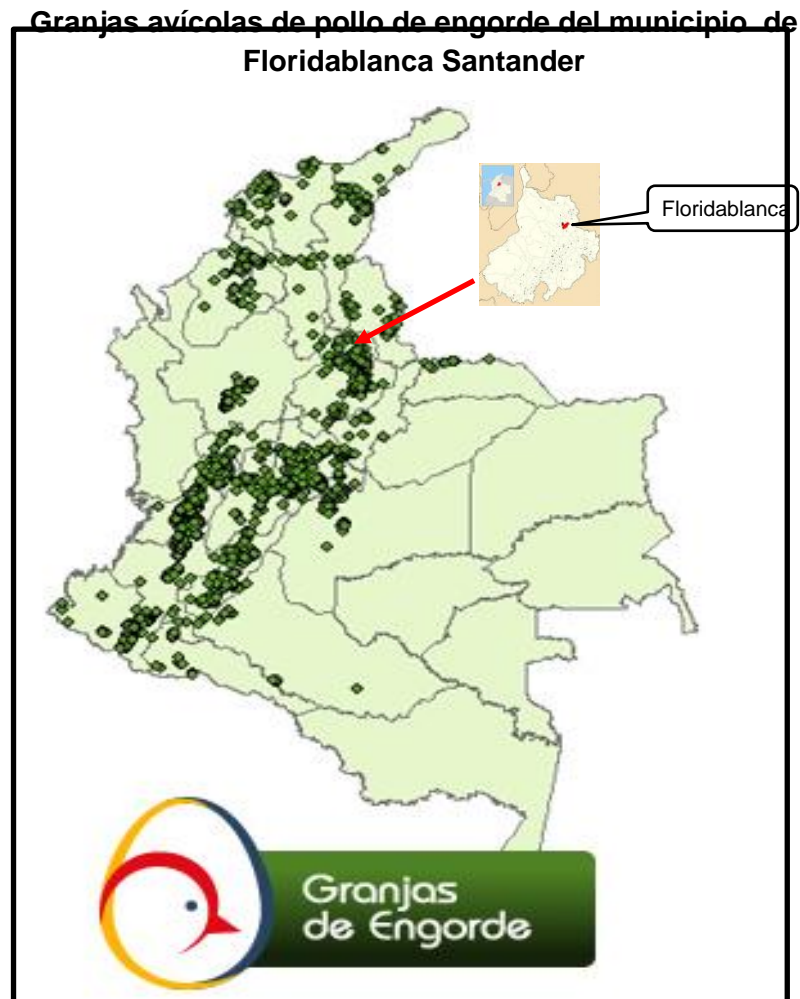
Grafica 2. granjas avícolas en Santander.



Fuente: FENAVI. Santander en Cifras. [en línea] [citado 19 de diciembre de 2015]
Disponible en: http://santander.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=59

Entre los municipios más productores de pollo de engorde sobresalen Floridablanca, Lebrija, Girón, Piedecuesta, Bucaramanga, la mesa de los santos, Zapatoca, Rionegro, Barrancabermeja, San Gil, Aratocha, Barichara, Pinchote, Socorro, Jordán entre otras granjas pequeñas que no se encuentran registradas en censo.

Figura 3. Granjas avícolas de pollo de engorde del municipio de Floridablanca Santander.



Fuente: FENAVI. Santander en Cifras. [en línea] [citado 19 de diciembre de 2015]
Disponible en: http://santander.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=59

4.3 MARCO TEÓRICO

4.3.1 Composición Química de la Pollinaza. La Pollinaza está conformada por la mezcla de tamo de arroz con excretas (sólidas y líquidas) provenientes de pollo de engorde, el tamo se emplea para absorber los líquidos, lo que facilita el secado y posterior manejo de las excreciones liberadas durante el ciclo biológico del pollo, cuya estadía en el galpón es de 45 días.

Se sabe que la gallinaza y pollinaza presentan entre 6 y 10 partes de Carbono (C) por 1 de Nitrogeno (N).⁷ Respectivamente por sus aportes en materia orgánica (MO), N, Fósforo (P) y potasio (K), previamente tratadas se recomiendan como abono orgánico (Marlone y Chaloykpa 1982). Y también se emplea como ingredientes de las dietas para animales de granja (Pugh *et al.* 1994 y Marshall 2000). Citados por (García *et al.*, 2000).

Estos desechos anteriormente mencionados, originan grandes volúmenes de estiércol que se depositan en el suelo y, como resultado, éste y el agua se contaminan (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2004) En la actualidad, es un reto buscar métodos más adecuados para la utilización de estos residuos. Citados por (García *et al.*, 2000).

Cherylet *al.* 1996, Rodríguez 1999, Anon 2000a, Pool *et al.* 2000 y Lima 2003) o como fuente de materia prima para la elaboración de compost (Tiquia y Tam 2000, Lichtenberget *al.* 2002 y Martín y Rodríguez 2002), convirtiéndolas en un potencial sustituto de los fertilizantes químicos.

El aporte directo de los residuos avícolas en los suelos provoca la lenta liberación de sus nutrientes, por lo cual algunos productores someten estos desechos a un proceso de compostaje, con el propósito de incrementar la disponibilidad de los nutrientes y la calidad de la materia orgánica. Esto favorece al suelo y al rendimiento de los cultivos (Preuschet *al.* 2002 y Valdivié y Ortiz 2003).

Ana Bella Niño Rivera, en su trabajo de grado en la Universidad Industrial de Santander llamado: “compostación acelerada de pollinazas mediante microorganismos aerobios para su utilización como abono orgánico” Bucaramanga 2006.

La composición química de la pollinaza varía de acuerdo al tipo de cama, piso y comedero utilizado, el número de camadas, la relación volumen de cama y número de animales, el envejecimiento de la pollinaza, la humedad, etc. Las pollinazas con piso de tierra contienen más cenizas que las que provienen de galpones con piso de cemento.

⁷RICAURTE GALINDO Sandra Lissette M.V.Z. REDVET Revista Electrónica de Veterinaria ISSN 1695-7504. Vol. VI, Nº 8, Agosto 2005. T.p. 08397 acovez r-1042 producción avícola Bogotá – Colombia. . [en línea] [citado 19 de diciembre de 2015] Disponible en:<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080805/080502.pdf>

El contenido de proteína varía de acuerdo al tipo de cama que se utilice pero se encuentra en el rango de 17.2 a 22.7%. El 50% del nitrógeno presente en la pollinaza es proteína verdadera, la cual es alta en glicina y un poco bajo en arginina, lisina, metionina y cistina⁸

4.3.2 Generalidades Del Compostaje. Es una alternativa para utilizar la mortalidad y mejorar la bioseguridad de las granjas, además de ser una opción práctica se puede preparar con elementos de bajo costo. Este proceso se realiza en un área delimitada de la granja, dispuesta con cajones adecuados donde el tamaño dependerá de la capacidad de la granja.

Éste proceso consiste en degradar la mortalidad, mediante la acción de microorganismos. El resultado del proceso es un material biológicamente estable, libre de malos olores y patógenos.

Se considera al proceso de compostaje como una bio-transformación que se desarrolla con el ánimo de evitar contaminación orgánica, generando un producto, por medio de un proceso aeróbico y termofílico, las esporas, los bacilos Gram Positivos y los hongos se multiplican y convierten los cadáveres, y la pollinaza en una biomasa; también se dice que el compostaje es un proceso biológico natural de descomposición de materiales orgánicos en un ambiente predominantemente aeróbico (Rynk, 1992; Haug, 1993; Keener y otros., 1993; *Composting Council*, 1994). Durante este proceso, bacterias, hongos y otros microorganismos descomponen materias orgánicas hasta alcanzar una mezcla estable que se denomina compost, al mismo tiempo que consumen oxígeno y liberan calor, agua y dióxido de carbono (CO₂). El compost terminado se asemeja al humus y se puede utilizar como reparador de suelos.

El compostaje reduce el volumen de las materias de origen, destruye patógenos, si el proceso se controla adecuadamente.

En la técnica convencional de compostaje, se incorporan ingredientes y se mezclan, para luego colocar el material en una pila para el compostaje. Generalmente la mezcla se revuelve cada tres o cuatro días, pero a veces todos los días o incluso sólo una vez a la semana o al mes. En algunos sistemas se

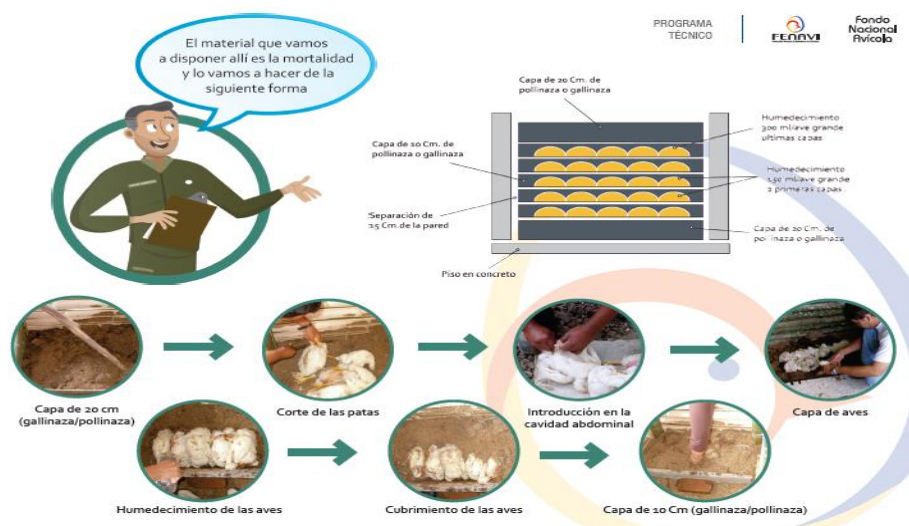
⁸FERTILIZANTESE.BLOGSPOT. Que son los Fertilizantes?. lunes, 23 de abril de 2012. [en línea] [citado 19 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://fertilizantese.blogspot.com/>

introduce aire al compost para controlar la temperatura y mantener la pila oxigenada. Cuando casi ya no se observa producción de calor, o bien muy poca, el material se extrae, se vuelve a mezclar y se coloca en una pila de curado durante varios meses.

Si bien el compostaje es un fenómeno que se da naturalmente, el proceso requiere condiciones adecuadas para que se produzca rápidamente, para minimizar los malos olores y evitar las plagas. Más de 20 factores controlables afectan al compostaje, (Keener y otros, 1993). De ellos, los principales cuatro que se deben controlar en el proceso de preparación de compostaje son la mezcla de materias (equilibrio de nutrientes), el contenido de agua, la porosidad y la temperatura.

4.3.3 Compostaje Aeróbico Y Etapas Del Proceso. Según la cartilla llamada “Alternativas para manejos de residuos orgánicos” de Fenavi pagina 27 dice que el compostaje es un proceso de biotransformación de la materia orgánica evitando contaminación sanitaria y ambiental y que a su vez está generando un subproducto orgánico de excelente calidad libre patógenos y fitotoxinas llamado enmienda y / o abono; que mediante un manejo adecuado en el proceso de compostaje se evitan la emisión de olores característicos a la descomposición de las mortalidades, proliferación de vectores (moscas), dentro de los parámetros que inciden en la esterilización de estos materiales es el aumento de las temperaturas, cambios de PH, y las reacciones bioquímicas que se dan en el proceso; en la imagen 1 podemos observar el proceso paso a paso de un compostaje con aves .

Figura 4. Proceso de compostaje



Fuente: Manual técnico fenávi (fondo Nacional Avícola)

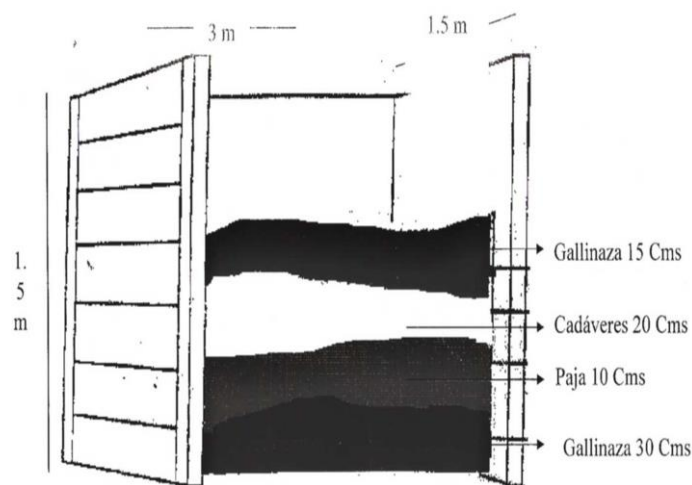
Figura 5. Proceso de compostaje.



Fuente: Manual técnico fenávi (fondo Nacional Avícola)

4.3.4 Construcción del centro de compost de las mortalidades. En una granja normalmente se presenta en promedio una mortalidad de un 4 a un 5 %, debe estar dispuesta en un compostaje, formado por unidades (cajones) de 1.5 metros de ancho por 1.5 metros de altura, la capacidad de la unidad de compostaje va de acuerdo al tamaño de la granja.

Figura 6. Modelo de cajón para compostaje



Fuente: Cartilla para el proceso de compostado de mortalidad (Biomix)

- Debe ser construido en sitios distantes de los galpones y con suficiente aireación
- El suelo debe ser en cemento y el área no puede exceder los 2 por 2 m² y la altura máxima de la pared debe ser de 1,60 m.
- El techo debe proteger al material de la humedad tener una altura entre 2,20 y 2,50 m y un alero de al menos un metro: con el espacio entre la pared y el techo se garantiza la aireación imprescindible en el proceso.
- Los materiales para la pared pueden ser guadua, madera o cemento.

De las materias primas se recomienda que: La pollinaza este suelta, sin terrones y con una humedad del 20%, la viruta estar totalmente seca, el agua debe ser no potable, las aves muertas es recomendable que las recolecciones se hagan todos los días para evitar putrefacción de los cadáveres y se haga más difícil el manejo de estos en el traslado al compost.⁹

4.3.5 Características del Proceso de Compostaje. El proceso de compostaje está gobernado por la acción de microorganismos aerobios facultativos y obligados, mesófilos y termófilos, según la temperatura dominante. Hasta ahora, han sido estudiadas más de 70 especies de microorganismos destacándose los grupos de, actinomicetos termófilos, bacterias mesófilas y termófilas, y hongos mesófilos y termófilos, degradando compuestos como hemicelulosa, celulosa, proteínas y carbohidratos (Luque, 1997; Tchobanoglous et al, 1994). Según Climent (1996) y Soto (2003) las bacterias descomponen fundamentalmente los carbohidratos y las proteínas (10 % de la descomposición) mientras que los hongos y los actinomicetos (del 15-30% de la descomposición) actúan preferencialmente sobre celulosas y hemicelulosas. El número de microorganismos no debe ser un factor limitante para el proceso, ya que los organismos autóctonos se multiplican a gran velocidad. Labrador (2001);

Mariño (2004) refieren que la naturaleza y número de microorganismos presentes en cada etapa dependen del material inicial, de las condiciones en las que se mantenga la masa a compostar y del sistema utilizado, Cegarra (1994) dice que para evaluar la calidad de los materiales orgánicos, durante y al final del proceso de compostaje, se proponen criterios basados en la cuantificación de los parámetros físicos, químicos y biológicos. Estos criterios definen las características benéficas del compost y permiten recomendar su aplicación para

⁹PÉREZ VILLA María Victoria. Procedimientos para el manejo de residuos orgánicos avícolas, Manual Técnico. Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Producción Agropecuaria. Medellín. 2009 [en línea] [citado 19 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/1411/1/PROCEDIMIENTOS%20PARA%20EL%20MANEJO%20DE%20RESIDUOS%5B1%5D.pdf>

diferentes finalidades agrícolas, que debe tener un compost para ser comercialmente aceptable.

Se caracteriza por el predominio de los metabolismos respiratorios aerobios y por la alternancia de etapas mesotérmicas (10-40°C) con etapas termogénicas (40-75°C), y con la participación de microorganismos mesófilos y termófilos respectivamente. Las elevadas temperaturas alcanzadas, son consecuencia de la relación superficie/volumen de las pilas y de la actividad metabólica de los diferentes grupos fisiológicos participantes en el proceso. Durante la evolución del proceso se produce una sucesión natural de poblaciones de microorganismos que difieren en sus características nutricionales, (quimioheterotrofos y quimioautotrofos), entre los que se establecen efectos sintróficos y nutrición cruzada.

Las pilas de compost tienen dos regiones o zonas: la zona central o núcleo de compostaje, que es la que está sujeta a los cambios térmicos más evidentes, y la corteza o zona cortical que es la zona que rodea al núcleo y cuyo espesor dependerá de la compactación y textura de los materiales utilizados.

El núcleo actúa como zona inductora sobre la corteza. No obstante, todos los procesos que se dan en el núcleo, no alcanzan la totalidad del volumen de la corteza. A los efectos prácticos y utilizando como criterio las temperaturas alcanzadas en el núcleo, podemos diferenciar las siguientes etapas:

- Etapa de latencia: es la etapa inicial, considerada desde la conformación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura, con respecto a la temperatura del material inicial. Esta etapa, es notoria cuando el material ingresa fresco al compostaje. Si el material tiene ya un tiempo de acopio puede pasar inadvertida. La duración de esta etapa es muy variable, dependiendo de numerosos factores; que además si son correctos el balance C/N, el pH y la concentración parcial de Oxígeno, entonces la temperatura ambiente y fundamentalmente la carga de biomasa microbiana que contiene el material, son los dos factores que definen la duración de esta etapa. Con temperatura ambiente entre los 10 y 12 °C, en pilas adecuadamente conformadas, esta etapa puede durar de 24 a 72 hs.
- Etapa mesotérmica 1 (10-40°C): en esta etapa, se destacan las fermentaciones facultativas de la microfloramesófila, en concomitancia con oxidaciones aeróbicas (respiración aeróbica). Mientras se mantienen las condiciones de aerobiosis actúan Euactinomicetos (aerobios estrictos), de importancia por su capacidad de producir antibióticos. Se dan también procesos de

nitrificación y oxidación de compuestos reducidos de Azufre, Fósforo, etc. La participación de hongos se da al inicio de esta etapa y al final del proceso, en áreas muy específicas de los camellones de compostaje. La etapa mesotérmica es particularmente sensible al binomio óptimo humedad-aireación. La actividad metabólica incrementa paulatinamente la temperatura. La falta de disipación del calor produce un incremento aún mayor y favorece el desarrollo de la microflora termófila que se encuentra en estado latente en los residuos. La duración de esta etapa es variable, depende también de numerosos factores.

- Etapa termogénica: (40-75°C): la microfloramesófila es sustituida por la termófila debido a la acción de Bacilos y Actinomicetos termófilos, entre los que también se establecen relaciones del tipo sintróficas. Normalmente en esta etapa, se eliminan todos los mesófilos patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables. Si la compactación y ventilación son adecuadas, se producen visibles emanaciones de vapor de agua. El CO₂ se produce en volúmenes importantes que difunden desde el núcleo a la corteza. Este gas, juega un papel fundamental en el control de larvas de insectos. La corteza y más en aquellos materiales ricos en proteínas, es una zona donde se produce la puesta de insectos. La concentración de CO₂ alcanzada resulta letal para las larvas, conforme el ambiente se hace totalmente anaerobio, los grupos termófilos intervinientes, y entran en fase de muerte; como esta etapa es de gran interés para la higienización del material, es conveniente su prolongación hasta el agotamiento de nutrientes.
- Etapa mesotérmica 2: con el agotamiento de los nutrientes, y la desaparición de los termófilos, comienza el descenso de la temperatura. Cuando la misma se sitúa aproximadamente a temperaturas iguales o inferiores a los 40°C se desarrollan nuevamente los microorganismos mesófilos que utilizarán como nutrientes los materiales más resistentes a la biodegradación, tales como la celulosa y lignina restante en las parvas. Esta etapa se la conoce generalmente como etapa de maduración. Su duración depende de numerosos factores. La temperatura descenderá paulatinamente hasta presentarse en valores muy cercanos a la temperatura ambiente. En estos momentos se dice que el material se presenta estable biológicamente y se da por culminado el proceso.¹⁰

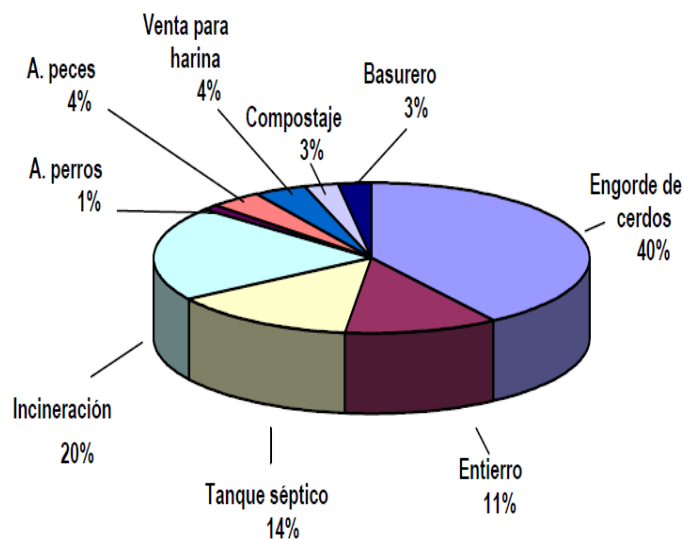
¹⁰ PÉREZ VILLA María Victoria. Procedimientos para el manejo de residuos orgánicos avícolas, Manual Técnico. Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Producción Agropecuaria. Medellín. 2009 [en línea] [citado 19 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/1411/1/PROCEDIMIENTOS%20PARA%20EL%20MANEJO%20DE%20RESIDUOS%5B1%5D.pdf>

Las etapas mencionadas, no se cumplen en la totalidad de la masa en compostaje, es necesario, remover las pilas de material en proceso, de forma tal que el material que se presenta en la corteza, pase a formar parte del núcleo. Estas remociones de las pilas se realizan en momentos puntuales del proceso, y permiten además airear el material, lo que provoca que la secuencia de etapas descrita se presente por lo general más de una vez.

Desde el punto de vista microbiológico la finalización del proceso de compostaje se tipifica por la ausencia de actividad metabólica. Las poblaciones microbianas se presentan en fase de muerte por agotamiento de nutrientes. Con frecuencia la muerte celular no va acompañada de lisis. La biomasa puede permanecer constante por un cierto período aun cuando la gran mayoría de la población se haya hecho no viable.

4.3.6 Manejo de las mortalidades. Los desechos avícolas tienen diferentes formas de disposición final, algunas son acertadas otras no lo son, como en el caso especial que muestra la gráfica 2 sobre diferentes formas del manejo de las mortalidades según el diagnóstico ambiental del sector avícola Fenavi Fonav 1997, la mayor era usada como alimentación para cerdos siendo esta una práctica prohibida por la Resolución 3283 de 2008 que prohíbe la comercialización de la mortalidad y también su utilización para alimentación de otra especie animal, (artículo 6).

Grafica 3. Manejo de la mortalidad.



Fuente: guía subsector avícola

4.3.7 Curva de Temperatura Calor Generado en la Pila del Compost. Las temperaturas juegan un papel importante en el proceso de transformación de desechos, el calor generado en las pilas de compost se produce por la respiración microbiana; a mayor temperatura mayor velocidad en la descomposición de la materia orgánica, el síntoma más claro de la actividad microbiana es el incremento de la temperatura de la masa que está compostando, por lo que la temperatura ha sido considerada tradicionalmente como una variable fundamental en el control del compostaje (Liang y col. 2003; Miyatake y col., 2006). La evolución de la temperatura representa muy bien el proceso de compostaje.

La evolución de la temperatura se puede juzgar la eficiencia y el grado de estabilización a que ha llegado el proceso, ya que existe una relación directa entre la temperatura y la magnitud de la degradación de la materia orgánica. Asimismo, existe una relación directa entre la degradación y el tiempo durante el cual la temperatura ha sido alta. A veces la temperatura puede llegar a ser tan alta que inhibe el crecimiento de los propios microorganismos, conociéndose este fenómeno como suicidio microbiano

Hay tres fases en el proceso de descomposición aeróbica: fase mesófila inicial ($T < 45^{\circ}\text{C}$), donde se producen ácidos orgánicos; fase termófila ($T > 45^{\circ}\text{C}$); y fase mesófila final, considerándose finalizado el proceso cuando se alcanza de nuevo la temperatura inicial.

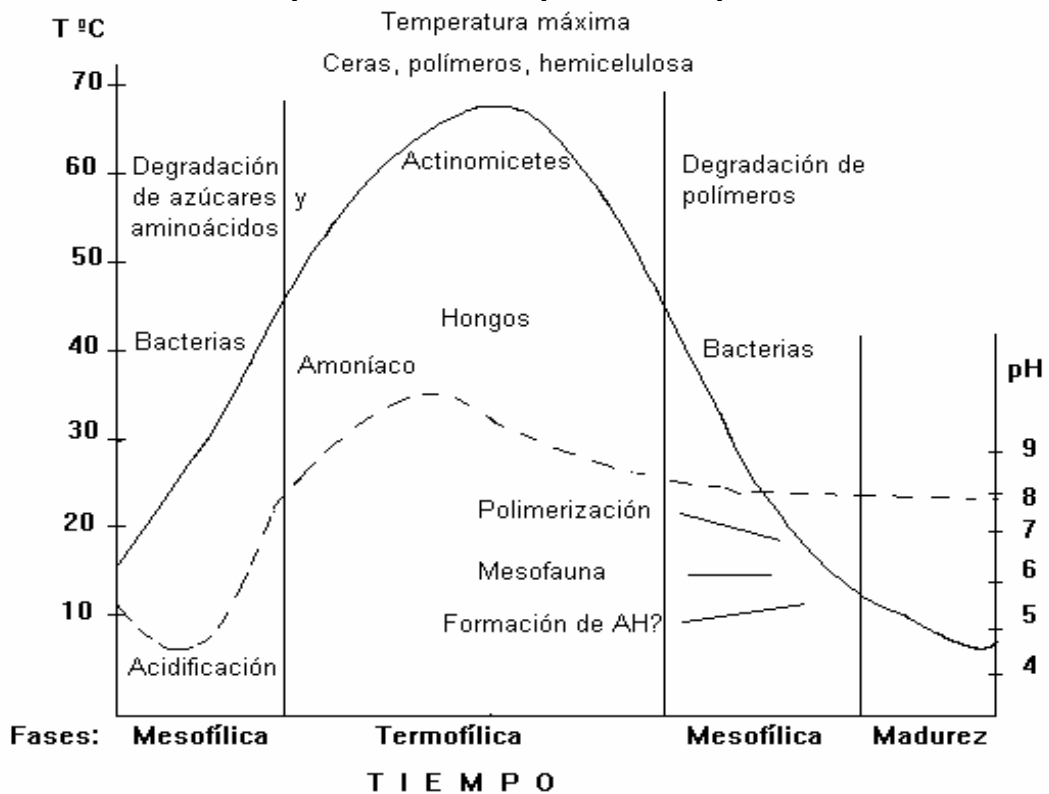
Cada especie de microorganismo tiene un intervalo de temperatura óptima en el que su actividad es mayor y más efectiva: $15\text{-}40^{\circ}\text{C}$ para los microorganismos mesófilos y $40\text{-}70^{\circ}\text{C}$ para los termófilos, (Suler y col, 1977). Los microorganismos que resulten beneficiados a una temperatura concreta son los que principalmente descompondrán la materia orgánica del residuo, produciéndose un desprendimiento de calor, (Ekinci y col, 2004). Datos tomados del documento digital llamado "Factores que afectan al proceso de Compostaje Capítulo 4". Autores Pedro Bueno Márquez, Manuel Jesús Díaz Blanco y Francisco Cabrera Capitán

Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica. Universidad de Huelva. Facultad de Ciencias Experimentales. Campus El Carmen. 21071. Huelva. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS), CSIC. Reina Mercedes, 10, 41012 Sevilla.

Temperatura: en el proceso de compostaje varía de acuerdo a cada a la actividad metabólica de los microorganismos, debido al cambio en la temperatura el proceso se divide en etapas: mesófila, termófila, enfriamiento y maduración.

A continuación podemos observar en la gráfica 3 las fases del proceso de acuerdo a la temperatura, los organismos que interviene en cada una de ellas y el material que descomponen de acuerdo al tiempo el ph.

Gráfica 4. Curva de temperatura en una pila de compost



Fuente: Curva Biología del compostaje¹¹

Las bacterias son destruidas según el tiempo y la temperatura a las que son sometidos algunos microorganismos en las pilas de compostaje, ejm: salmonella: 1 hora a 55°C ó 15 a 20 min a 60 °C, Shigella: 1 hora a 55°C, Escherichia coli: 1 hora a 55°C, Aspegillus fumigatus: 1 hora a 55°C, Leptospira Philadelphia: 49 °C,

¹¹ BIOLOGIA DEL LESLIECOOPERBAND. departamento de ciencias de suelo universidad de wisconsin madison

Micro bacterias tuberculosis: 2 días > a 50°C, Ascaris lumbricoides: 14 días > a 50°C. (Luque, 1997 y Thobanoglous et al; 1994).

Los organismos viven en temperaturas por debajo de 45, cuando el proceso de compostaje funciona correctamente, se dice que la mayoría de los organismos patógenos mueren al ser expuestos a temperaturas por encima de 55 °C. por lo tanto el diseño del compostaje debe tener en cuenta que unos de los principales objetivos es llevar el material a condiciones donde con la temperatura se garantice la destrucción de los agentes patógenos.

Conductividad eléctrica: Sánchez-Monedero, 2001 en el documento llamado “Factores que afectan al proceso de Compostaje” La conductividad eléctrica de un compost está determinada por la naturaleza y composición del material de partida, fundamentalmente por su concentración de sales y en menor grado por la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso. La CE tiende generalmente a aumentar durante el proceso de compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica, hecho que produce un aumento de la concentración de nutrientes. Ocurre a veces un descenso de la CE durante el proceso, lo que puede deberse a fenómenos de lixiviación en la masa, provocados por una humectación excesiva de la misma.

La dosis de compost que puede añadirse a un suelo debe ser proporcional a la CE del compost. Un exceso de salinidad en la solución del suelo dificulta la absorción de agua por las raíces de las plantas, de modo que en algunos casos, en esas condiciones, sólo prosperan las especies resistentes.

4.3.8 Factores Que Condicionan El Proceso De Producción De Abonos Orgánicos

Tabla 3. Parámetros y rangos inicio, durante y al final del proceso

PARÁMETRO	RANGO INICIAL	RANGO DURANTE EL PROCESO	RANGO FINAL
pH	4 - 5,5	6,5	7-8
Humedad	60 -75%	50%	20%
Temperatura	Ambiente	60-70	Ambiente
Aireación	20%	40%	60%
Tamaño de las partículas	1 -5 cm	1-2 cm	Max 0,5 cm
Relación C/N	30/1 – 40/1	25/1	20/1

Fuente: Protocolo para la elaboración de abonos orgánicos para ser utilizados en la producción ecológica.

Cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos por la NTC 5167 para niveles máximo de patógenos; estas pruebas se deben determinar en laboratorio.¹²

Tabla 4. Niveles máximos de patógenos en compostaje

PARÁMETRO	REQUISITO
Salmonella spp	Ausente en 25 g
Enterobacterias	Ausente en 25 g
Coliformes totales	<1000 NPM o UFC/g o ml
Huevos de helminto viables	< 1 en 4 de muestra (base seca)

Fuente: Protocolo para la elaboración de abonos orgánicos para ser utilizados en la producción ecológica.

Al tomar las muestras para análisis fisicoquímicos y biológicos. El producto debe cumplir los requisitos establecidos por la NTC 5167, para macronutrientes ¹³

Tabla 5. Límites de contaminantes físicos según NTC 5167

CONTAMINANTE	LÍMITE 8% EN M.S
Plástico, metal, caucho >2mm	< 0,2
Vidrio > 2mm	< 0,02
Piedra > 5mm	< 2
Vidrio > 16 mm	NO

Fuente: NTC 5167 Editada 2004 – 06 – 15

Tabla 6. Rango de límites de población según la norma

Clasificación del abono	patógeno	Límites de población
Clase A	Salmonela	<NMP/g
	Coliformes fecales	<1000 NMP/g
	Virus entericos	<1PFU/g
	Huevos viables de helminto	<1
Clase B	Coliformes fecales	<2,000,000NMP o UFC /g

Donde : NMP: numero mas probable UFC: unidades formadoras de colonias

Fuente: NTC 5167

¹²BUENASTAREAS. Protocolo Abonos Orgánicos en Producción Ecológica. 9 de mayo de 2014 [en línea] [citado 20 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Protocolo-Abonos-Org%C3%A1nicos-En-Producci%C3%B3n-Ecol%C3%B3gica/51858182.html>

¹³SENA, ICA.). Protocolo para la elaboración de abonos orgánicos para ser utilizados en la producción ecológica. [en línea] [citado 20 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Protocolo-Abonos-Org%C3%A1nicos-En-Producci%C3%B3n-Ecol%C3%B3gica/51858182.html>

Tabla 7. Parámetros físico químicos óptimos para el compost como acondicionador orgánico según la NTC 5167 Y RESOLUCION 00150 DE 2003

PARAMETRO	LIMITE PERMICIBLE
Contenido de carbono orgánico total	5-15%
Humedad	15 % máximo
N total + P ₂ O ₅ + K ₂ O	10 % mínimo
Riqueza mínima de cada elemento	2%
CaO + MgO + elementos menores	10% minimo
Densidad	>1g/cc

Fuente: NTC 5167

4.3.9 Relación Carbono-Nitrógeno (C/N). La relación C/N, expresa las unidades de Carbono por unidades de Nitrógeno que contiene un material. El Carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el Nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica. Una relación adecuada entre estos dos nutrientes, favorecerá un buen crecimiento y reproducción.

El carbono y el nitrógeno son dos contribuyentes básicos de la materia orgánica por eso para obtener un compost de calidad es conveniente que se haga un buen equilibrio en la relación C/N adecuada que debe ser entre 25:1 a 35:1 (infoagro)¹⁴ si la relación C/N es elevada, disminuye la actividad biológica, y una relación C/N baja afecta el proceso, perdiendo el nitrógeno en forma de amoníaco (piñeros, 2010).

Una relación C/N óptima de entrada, es decir de material "crudo o fresco" a compostar es de 25 unidades de Carbono por una unidad de Nitrógeno, es decir $C(25)/N(1) = 25$.

Según el protocolo realizado por el SENA junto con el ICA, llamado "protocolo para la elaboración de abonos orgánicos para ser utilizados en la producción ecológica" dice que la relación C/N (Carbono/Nitrógeno) optima inicial de los residuos orgánicos debería ser entre 25-35. Es decir que por cada 25 a 35 partes de C (Carbono) debe existir una (1) de N (Nitrógeno), para que al final del proceso cuando el compost este estabilizado, esté entre 20 a 25, para asegurar una mejor mineralización de la materia orgánica y eficiente aprovechamiento del Nitrógeno.

¹⁴ INFOAGRO. El Compostaje.[en línea] [itado 10 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>

Se debe hacer las proporciones y cantidades adecuadas como: 20 – 30 partes de carbono por una de nitrógeno. Se sabe que la gallinaza y pollinaza presentan solo 6 a 10 partes de carbono por una de nitrógeno, por lo que suplir esta deficiencia se proponen las mezclas vegetales Recomendaciones del “Equipo de Desarrollo del Compostaje con Animales Muertos de Ohio”.

Humedad: al tomar en la mano un puñado de abono y apretarlo, este se compacta, pero al soltarlo al suelo se desmorona. (si no se logra compactar es falta de humedad y si no se desmorona tiene exceso de humedad).

Aireación: el olor del abono sea a tierra de bosque, debido a la carga microbiana.

Temperatura: Que toda la pila se encuentre a temperatura ambiente.

Tamaño De Partículas: las partículas ideales para garantizar las condiciones de porosidad en el suelo son iguales o menores de 0,5 cm. las partículas más finas favorecen la acumulación de arenas y arcillas formando agregados pequeños.

Color: Café oscuro que al frotar en la mano debe teñir, por efecto de la oxidación de la materia orgánica.

4.3.10 Estandarización. Proceso mediante el cual se realiza una actividad de manera estándar o previamente establecida, los procedimientos se utilizan para corroborar el apropiado funcionamiento de maquinarias, equipos o empresas de acuerdo a los parámetros y estándares establecidos; en el caso de estandarizar un proceso, el enfoque básico es empezar tal, y como se realiza la actividad actual la cual va a servirnos como testigo frente los otros tratamientos diferentes; estos procesos y actividades deben estar documentados, con los que al final de las actividades se realiza el análisis de los datos recolectados. Con la estandarización del proceso de compostaje se busca generar de producto con calidad, a bajo costo y en el menor tiempo posible.

Se ha tenido en cuenta las recomendaciones de nuestro asesor como orientadores de la investigación, la idea de estandarizar el proceso es dar calidad, uniformidad y minimizar actividades innecesarias buscando las opiniones más lógicas y la vez aportan en:

- Adquirir conocimiento y más experiencia en la actividad.
- medir el desempeño y las capacidades.
- Mostrar la relación entre causas (acciones) y efecto (resultado).
- Ofrecer una base en el mejoramiento y la forma de hacer un proceso.
- Aportar conocimiento a la ciencia.
- Proveen medios para prevenir futuros errores
- Buscar calidad y uniformidad.

4.4 MARCO CONCEPTUAL

4.4.1 Glosario

Abono Orgánico Fertilizante que proviene de la descomposición de animales, restos vegetales, es un conjunto de materia orgánica que pasa por un proceso de descomposición o fermentación,

Este proceso es de forma natural por la acción de agua, aire, sol y microorganismos.

Bioseguridad: Es un conjunto de normas, medidas y protocolos que son aplicados en múltiples procedimientos realizados en investigaciones científicas y trabajos docentes con el objetivo de contribuir a la prevención de riesgos o infecciones derivadas de la exposición a agentes potencialmente infecciosos o con cargas significativas de riesgo biológico.

Compostaje: El compostaje es una tecnología que permite transformar residuos orgánicos en materiales biológicamente estables que pueden utilizarse como abonos del suelo y como sustratos para cultivo sin suelo, disminuyendo el impacto ambiental de los mismos y posibilitando el aprovechamiento de los recursos. Se denomina humus al “grado superior” de composición de la materia orgánica. El humus supera al compost en cuanto abono.

Cooker: también llamados digestores, equipos o maquinas que procesan los residuos, sometiéndolos a un proceso de calentamiento a base de vapor de agua bajo el principio de aplicación similar al de una olla de presión

Diseminación: La diseminación de los frutos puede ser mecánica, gracias a dispositivos especiales que tienen el propio fruto.

Estandarización: Se conoce como estandarización al proceso mediante el cual se realiza una actividad de manera estándar o previamente establecida los procedimientos de estandarización se utilizan para corroborar el apropiado funcionamiento de maquinarias, equipos o empresas de acuerdo a los parámetros y estándares establecidos.

Fosas: Unidad de tratamiento primario.

Fuentes Freáticas: una acumulación de agua subterránea que se encuentra a una profundidad relativamente pequeña bajo el nivel del suelo.

Galpones: Se denomina galpón o granero a una construcción relativamente grande que suele destinarse al depósito de mercancías, maquinaria, animales etc.

Inoculante: Un inoculante es un concentrado de bacterias específicas.

Lixiviados: Lixiviado se usa en casi todas las ciencias ambientales, siendo su uso más general el que corresponde al lixiviado de los depósitos controlados, por lo que generalmente se asocia el término lixiviado a los líquidos que se gestionan en los depósitos controlados de residuos.

Mesófila: Bacteria que descompone la materia orgánica a temperaturas que oscilan entre 30 y 40 C. El agua es utilizada como medio de eliminación de excretas y otros desechos

Mortalidad Es un índice creado para reflejar la cantidad de defunciones o muertes dentro de una población en un periodo de tiempo determinado.

Nauseabundos olor que causa o produce náuseas y es propenso al vomito.

Newcastle: Es una enfermedad zoonótica de aves causante de un alto grado de mortalidad. Este virus es capaz de afectar el tracto respiratorio, digestivo y sistema nervioso.

Patógeno: Es aquel elemento o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de animales o vegetales.

Proliferación: Multiplicarse con abundancia o reproducirse en formas similares.

Saturación Consiste en incrementar la cantidad de soluto en una solución hasta que ya no sea posible aumentar la concentración de ésta.

Termófila Son bacterias que se desarrollan a gusto soportando temperaturas superiores a 45°C e incluso sobreviven y se multiplican a más de 100°

4.5 MARCO GEOGRÁFICO

Se halla ubicado en la Vereda Rio Frio del Municipio de Floridablanca Santander, esta vereda está localizada al suroriente del municipio sobre la parte alta del valle del Rio Frio, a 900 msnm, una topografía semi-plana, climas cálido, templado con una temperatura que oscilación entre los 20° y los 28° aproximadamente. Por consiguiente esta región del municipio presenta una riqueza en su diversidad biológica. El nivel pluviométrico es de 1.800 m.m. promedio anual.

Ubicación geográfica del municipio: Densidad de población: Baja

Tamaño: Viviendas aisladas

Paisaje: Relación directa del hombre con el medio natural

Parcelaciones: áreas pequeñas del terreno fincas de grandes extensiones

Actividad económica predominante: Primarias (tarefas agrícolas y avicultura)

Infraestructura de servicios: Solo servicios básicos, luz, agua El resto corre por cuenta de los propios habitantes. Vías secundarias en mal estado no hay servicio de transporte publico

Ubicación de la zona donde se realizará la investigación, vereda Rio Frio finca el mirador del municipio de Floridablanca Santander a 7 kilómetros del casco urbano.

Figura 7. Zona del valle de Rio Frio del municipio de Floridablanca, donde se realizará el proceso de estandarización, (granja y la caseta de compostaje).



Fuente: google map

4.5.1 Zona de Expansión Valle de Rio Frio. El perfil rural tradicional ya está intervenido por la expansión urbana, con construcciones de empresas que hacen parte de la zona franca de Santander y el parque industrial del área metropolitana, se encuentra ubicado en el valle de la quebrada Aranzoque el frigorífico Rio Frio, la zona franca y el parque industrial.

4.5.2 Explotación Agrícola. El área de influencia se caracteriza por escasas explotaciones agrícolas dedicadas a frutales y pan coger. Esta producción pertenece en su mayoría a los dueños de las fincas donde las familias son vivientes en las fincas que no son de su propiedad.

4.5.3 Explotación Avícola. En la zona predominan las granjas avícolas con las líneas de sacrificio de pollos de engorde y producción de huevo, cuyos propietarios no viven en las unidades productivas, pero contratan personal bajo un modelo de producción, se introducen estrictos controles de bioseguridad. Este

renglón es el que produce mayor oferta de empleo en la región, la vinculación salarial es por nomina, y jornales.

4.5.4 Explotación Pecuaria. La del ganado vacuno es un renglón muy pequeño, dedicado a la ceba, de razas como Cebú, Pardo Suizo y criollo y ofrece algunos empleos y jornales.

4.6 MARCO LEGAL (NORMATIVIDAD)

Resoluciones

Normas

Decretos

4.6.1. Resoluciones

- Resolución 1051 del 30 de Agosto del 2013, indica que, por la cual se reglamenta el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos (excretas, mortalidad) de producción animal en el área de jurisdicción de la CMB. Uso De La Gallinaza Y Pollinaza Para La Fabricación De Fertilizantes Orgánicos Y Acondicionadores De Suelos En El Territorio Nacional.
- Resolución 001183, marzo de 2010 Por medio de la cual se establecen las condiciones de Bioseguridad que deben cumplir las granjas avícolas comerciales en el país para su certificación. se estipula que un programa de bioseguridad debe tener en cuenta los siguientes aspectos: la ubicación de la explotación avícola; el diseño de las infraestructuras (galpones, bodegas, silos); la instalación de cercas perimetrales que delimitan las unidades productivas; control de entrada de vehículos y su desinfección, cuarto de vestido (vestier) y duchas para el ingreso del personal y el control de entrada de visitantes; plan de vacunación; control de roedores y vectores; saneamiento de pollinazas y gallinazas antes de ser retiradas de las unidades productivas; manejo adecuado de residuos especialmente de mortalidades y excretas, entre otros.
- Resolución ICA 00150 del 21 enero de 2003, adopta el reglamento técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelo para Colombia.

Artículo 1º. Es objeto del presente Reglamento Técnico:

a) Orientar la comercialización y el uso y manejo adecuados y racionales de los fertilizantes y acondicionadores de suelos, tanto para prevenir y minimizar daños a la salud, a la sanidad agropecuaria y al ambiente bajo las condiciones autorizadas, como para facilitar el comercio internacional;

b) Establecer requisitos y procedimientos armonizados con las reglamentaciones internacionales vigentes, tanto para el registro como para el control legal y técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelos; especialmente en lo relacionado con terminología, clasificación, composición garantizada, etiquetado, tolerancias, contenidos mínimos permisibles y parámetros para verificación de la conformidad.

Capítulo III “Del registro de empresas fabricantes, formuladoras y envasadoras o emparadoras” y “Obligaciones de las empresas fabricantes, formuladoras, envasadoras y emparadoras”.

Capítulo VIII Del registro de venta; Expedición del registro de venta; Obligaciones de los titulares de registros de venta.

- Resolución ICA 01937 de 22 de julio 2003, Por la cual se establecen medidas sanitarias para la prevención y el control de la enfermedad de Newcastle en el territorio nacional.

Artículo Sexto. La mortalidad generada como consecuencia de problemas sanitarios debe ser eliminada siguiendo las normas medioambientales vigentes.

Artículo séptimo. Queda prohibida la movilización o comercialización de Mortalidad generada en el ciclo productivo, salvo autorización expedida por el ICA:

Artículo octavo. Queda prohibida la movilización o comercialización de cama, gallinaza, pollinaza y empaques de alimento materia prima, sin previo tratamiento o proceso que minimice el riesgo sanitario o evite la transmisión de agentes patógenos.

Para su uso en la agricultura la gallinaza o pollinaza, deberá someterse a procesos de estabilización agronómica tales como: compostaje, fermentación,

tratamiento térmico o cualquier otro método, Dicho proceso podrá ser realizado al interior de las granjas avícolas o fuera de ellas.

- Resolución 001183 de 25 Marzo de 2010 por el medio de la cual se establecen condiciones de bioseguridad que deben cumplir las granjas avícolas comerciales en el país para su certificación.

En el anexo 2 en el cuadro lista de chequeo, numeral 1,4 en el punto de control dice: la granja cuenta con procedimientos operativos estandarizados y documentados a cerca de la disposición de la mortalidad; en el criterio de cumplimiento e información documental dice: La granja cuenta con procedimientos operativos estandarizados y mortalidad, los cuales pueden incluir: compostaje, ensilaje, cooker, homo, fosa séptica o enterramiento cumpliendo con legislación documentados acerca de la disposición de la mortalidad ambiental vigente. Tenga presente que mortalidad no puede salir de la granja sin autorización del ICA en casos donde exceda la Mayor capacidad de disposición en la granja

Estipula también que un programa de bioseguridad debe tener en cuenta los siguientes aspectos: la ubicación de la explotación avícola; el diseño de las infraestructuras (galpones, bodegas, silos); la instalación de cercas perimetrales que delimitan las unidades productivas; control de entrada de vehículos y su desinfección, cuarto de vestido (vestier) y duchas para el ingreso del personal y el control de entrada de visitantes; plan de vacunación; control de roedores y vectores; saneamiento de pollinazas y gallinazas antes de ser retiradas de las unidades productivas; manejo adecuado de residuos especialmente de mortalidades y excretas, entre otros.

Según la guía ambiental para el subsector avícola (Min ambiente, 2013) indica: Se debe contar con un área mínima para el manejo de una mortalidad del 5% de la capacidad de encasetamiento.

Ofrecer Capacitación y entrenamiento en la aplicación de buenas prácticas avícolas orientadas al adecuado manejo de los residuos.

Y dar Saneamiento y estabilización de los residuos sólidos orgánicos.¹⁵

- Resolución N° 000957 del 02 de abril de 2008. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Por la cual se norman las medidas de Bioseguridad en las Granjas Avícolas comerciales y granjas avícolas de autoconsumo en el Territorio Nacional.

Artículos 4 y 5: Toda granja avícola comercial o de autoconsumo ya establecida o nueva, debe cumplir con las siguientes medidas de bioseguridad para obtener la certificación sanitaria ICA de granja biosegura:

Procedimiento de limpieza y desinfección de instalaciones, equipos y utensilios documentado, implementado y con registros.

Tratamiento térmico de la gallinaza y pollinaza documentado, implementado y con registros

La movilización de la gallinaza o pollinaza tratada debe ser empacada en bolsas o sacos debidamente cerrados

Artículo 6: Prohibiciones.

Se prohíbe el transporte y/o comercialización de aves muertas.

Se prohíbe la alimentación de cerdos, perros, aves de rapiña, peces y animales de zoo-criaderos o cualquier otra especie animal con aves muertas.

¹⁵ AGUILERA DÍAZ, María. Determinantes del desarrollo en la avicultura en Colombia: Instituciones, Organizaciones y tecnología. Núm. 214, diciembre 2014. [en línea] [citado 21 de diciembre de 2015* Disponible en: http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_214.pdf

4.6.2 Normas técnicas colombianas (NTC)

- NTC 5167 editada 2004-06-15 “productos para la industria agrícola Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y Enmiendas de suelo”

El objetivo de esta norma es con el fin de establecer los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y como enmiendas de suelo.

Entre las condiciones y requisitos en el numeral

3.1.2 Todo producto cuyo origen sea materia orgánica fresca debe ser sometido a procesos de transformación que aseguren su estabilización agronómica tales como: compostaje o fermentación.

3.1.3 Deberá declararse el origen (clase y procedencia) de las materias primas y los procesos de transformación empleados.

Entre los requisitos está en el numeral:

3.2.1 Los productos orgánicos empleados como fertilizantes o abonos y enmiendas del suelo, deben cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 9.

Tabla 8. Requisitos establecidos para abonos y enmiendas según la NTC 5167

Fertilizantes o abonos orgánicos, orgánico minerales y enmiendas orgánicas			
Fertilizantes o abonos orgánicos.			
Clasificación del producto	Indicaciones relacionadas con la obtención y los componentes principales	Parámetros a caracterizar	Parámetros a garantizar (en base húmeda)
1	2	3	4
Abono orgánico	Producto sólido obtenido a partir de la estabilización de residuos de animales,	* Pérdidas por volatilización % * Contenido de cenizas máximo 60% * Contenido de humedad: - Para materiales de origen animal,	Contenido de carbono orgánico oxidable total (%C) Humedad máxima

Fertilizantes o abonos orgánicos, orgánico minerales y enmiendas orgánicas			
Fertilizantes o abonos orgánicos.			
	vegetales o residuos sólidos urbanos (separados en la fuente) o mezcla de los anteriores, que contiene porcentajes mínimos de materia orgánica expresada como carbono orgánico oxidable total y los parámetros que se indican.	<p>máximo 20%</p> <p>- Para materiales de origen vegetal, máximo 35%</p> <p>- Para mezclas, el contenido de humedad estará dado por el origen del material predominante.</p> <p>* Contenido de carbono orgánico oxidable total mínimo 15%.</p> <p>* N1P2O5 Y K2O totales (declararlos si cada uno es mayor de 1%)</p> <p>* Relación C/N</p> <p>* Capacidad de intercambio catiónico, mínimo 30 cmol(+) Kg (meq/100g)</p> <p>* Capacidad de retención de humedad, mínimo su propio peso.</p> <p>* pH mayor de 4 y menor de 9</p> <p>* Densidad máximo 0,6 g/cm3</p> <p>* Límites máximos en mg/Kg (ppm) de los metales pesados expresados a continuación.</p> <p>Arsénico (As) 41</p> <p>Cadmio (Cd) 39</p> <p>Cromo (Cr) 1 200</p> <p>Mercurio (Hg) 17</p> <p>Niquel (Ni) 420</p> <p>Plomo (Pb) 300</p> <p>* Se indicará la materia prima de la cual procede el producto.</p>	(%) Contenido de Cenizas (%) Capacidad de intercambio catiónico (cmol(+))Kg-1 (meq/100g) Capacidad de Retención de Humedad (%) pH Contenido de Nitrogeno Total (%N) Densidad (g/cm3)
		* La suma de estos parámetros debe ser 100	

Fuente: NTC 5167 de 2004

- Norma Técnica Colombiana 1927, la cual se refiere a las definiciones y clasificación de los fertilizantes y acondicionadores del suelo.

4.6.3 Decretos. Decreto 948 de 1995. Ministerio del Medio Ambiente.

Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.

Artículo 73: Casos que requieren permiso de emisión atmosférica. Requerirá permiso previo de emisión atmosférica la realización de alguna de las siguientes actividades, obras o servicios, públicos o privados:

Incineración de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, Actividades generadoras de olores ofensivos.

Las demás que el Ministerio del Medio Ambiente establezca, con base en estudios técnicos que indiquen la necesidad de controlar otras emisiones.

PARAGRAFO PRIMERO: En los casos previstos en los literales anteriores de este artículo, el Ministerio del Medio Ambiente establecerá los factores a partir de los cuales se requerirá permiso previo de emisión atmosférica, teniendo en cuenta criterios tales como el riesgo para la salud humana y el riesgo ambiental inherente, la ubicación, la vulnerabilidad del área afectada, el valor del proyecto obra o actividad, el consumo de los recursos naturales y de energía y el tipo y peligrosidad de residuos generados, según sea el caso.

4.6.4 Reglamentos. Reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaçado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación, comercialización de Productos Agropecuarios Ecológicos“

CAPITULO II DEFINICIONES

Acondicionador orgánico natural de suelos: Producto de origen vegetal o animal, o vegetal y animal, estandarizado (estabilizado) y manejado de manera ambientalmente limpia que se aplica al suelo principalmente para mejorar sus propiedades físicas y biológicas. Compostaje: Proceso de biooxidación aerobia de materiales orgánicos que conduce a una etapa de maduración mínima (estabilización), se convierte en un recurso orgánico estable y seguro para ser utilizado en la agricultura.

5. DISEÑO METODOLÓGICO.

5.1 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La presente investigación se ha llevado a cabo en la vereda Rio Frio, localizada a 7 km, del caso municipal de Floridablanca Santander; donde se desarrolla una explotación avícola perteneciente a una empresa de la región, dedicada a la producción de pollo de engorde comercial en el país, con una producción de 90.000 aves cada 60 días, distribuidos en 6 galpones, en un área de 7.000 m², con una densidad de 12.8 pollos por m², lo cual genera una mortalidad del 4 al 5% por lote.

Para la estandarización del proceso de compostaje se tomó la mortalidad de pollos de engorde provenientes de 2 galpones, cuya producción es de 40.000 aves cada 60 días, con una mortalidad del 4%, para un total de 1600 aves por lote y de 9000 aves/año.

Se eligió un único lugar, para brindar condiciones demográficas y meteorológicas iguales para realizar el estudio. Se aplicaron tres tratamientos con diferentes porcentajes de materias primas y dos materiales diferentes de sustrato para tapar las aves (Pollinaza y cisco de café verde), no se usó agua ya que las aves contienen un 60% de agua.

Con el fin de dar inicio al desarrollo de las actividades, para el proyecto. Se dio inicio a la puesta en marcha de la investigación en campo; “estandarización del proceso de compostaje de las mortalidades de pollo de engorde en la granja mirador III”, las actividades fueron aprobadas por el supervisor actual de la granja.

La puesta en marcha de esta investigación se realizó en la primera semana de mayo del año 2015, con la propuesta y planteamiento de los objetivos seguido por la selección de la granja, presentación del anteproyecto al comité evaluador.

La propuesta fue, realizar en tres mezclas con diferentes porcentajes de las materias primas de la siguiente manera, separadas por tratamientos para ser comparadas entre dos mezclas tratamiento 1 y tratamiento 2 con respecto al

tratamiento 3 que es convencional o testigo, es decir, que se ha venido realizando en las granjas normalmente.

En la tabla 9, se muestran los tratamientos y los porcentajes de materias primas que contiene cada tratamiento junto con las repeticiones.

Tabla 9. Proporciones de las materias primas.

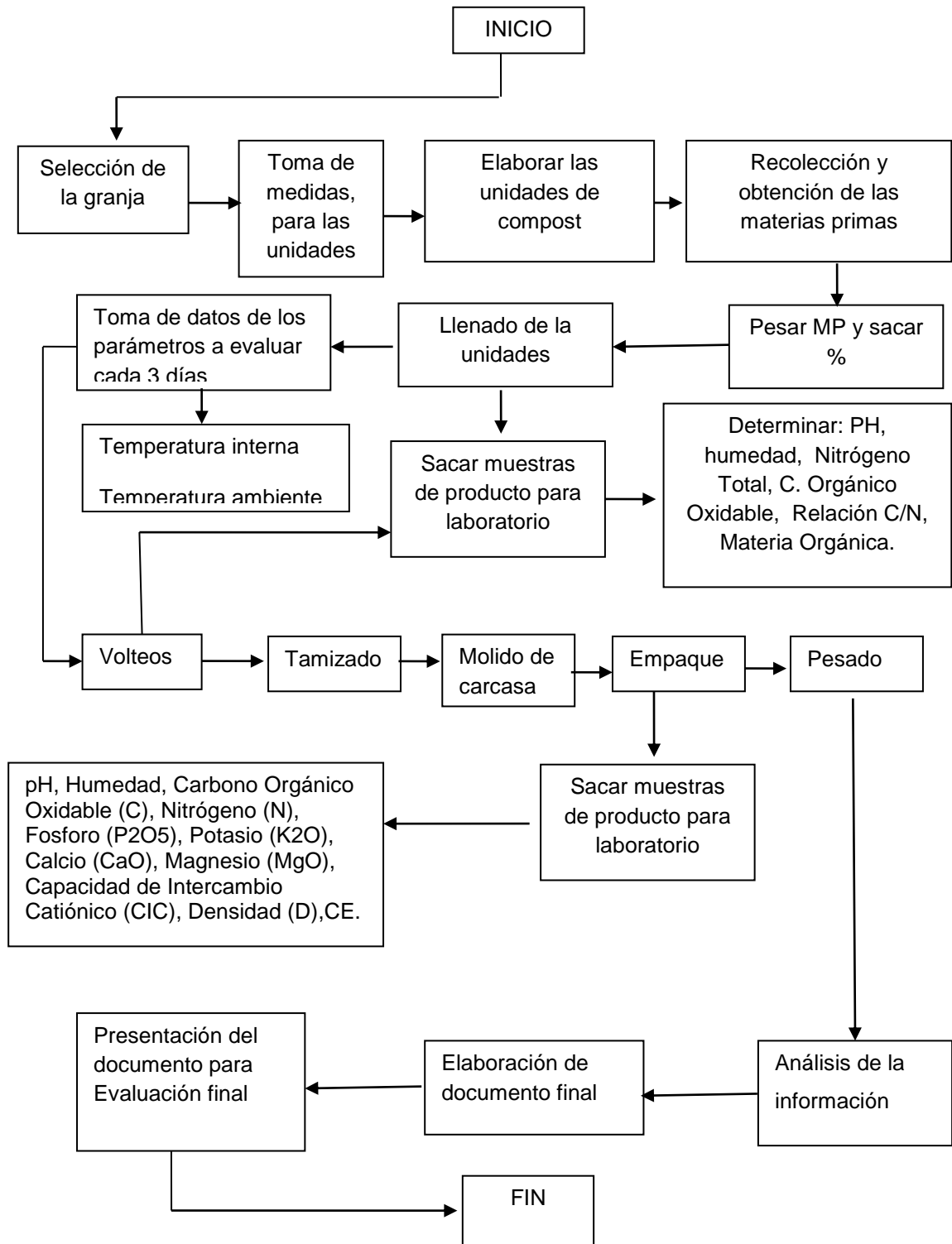
TRATAMIENTOS	T1	T2	T3
Mortalidad (%)	30	30	50
Pollinaza (%)	30	70	50
cisco de café (%)	40	-----	-----
Total (%)	100	100	100

La disposición de las mortalidades de la granja, es una actividad que va de la mano al proceso de la producción avícola, se debe recolectar entre las primeras 24 a 48 horas de ocurrida la muerte, con métodos que impidan la diseminación de microorganismos patógenos para las aves vivas, también evitando la proliferación de fauna nociva. El método de compostaje se considera que es una forma segura, económica y ambientalmente aceptable para la disposición de las mortalidades en las granjas.

El compostaje, elimina larvas e insectos microbios patógenos que producen enfermedades en las aves como: (*E. coli*, Gumboro, Newcastle, influenza); también se evita la proliferación de vectores como: (moscas, roedores, aves de rapiña, perros, etcétera).

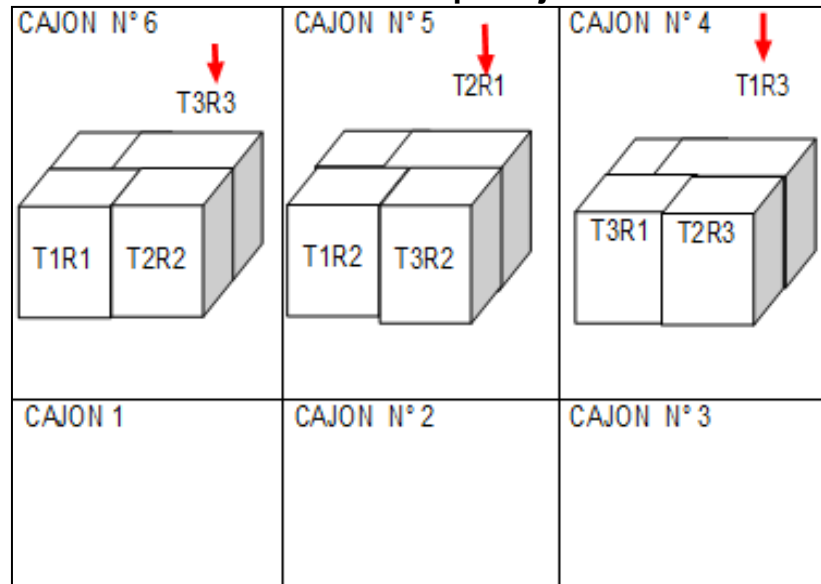
Las variables a monitorear en este estudio son: temperatura, PH, humedad, relación C/N, se recomienda según la literatura, una proporción C/N de 30:1. Puesto que los cadáveres tienen una proporción C/N de 5:1, es necesario adicionar materiales con mayor proporción de carbono, por ejemplo, la pollinaza (tiene una relación C/N de 7-25:1), el cisco de café verde C/N

Figura 8. Metodología del proceso de investigación



También se hace el diseño de las unidades en las que se realizaron las mini composteras o unidades estas tienen una medida de 1m³ ver figura 7

Figura 9. Diseño de las unidades de compostaje



Cada tratamiento debe llevar una réplica, ejemplo; tratamiento 1 replica 1, y replica 2 y 3, buscando minimizar el margen de error; cada tratamiento estará constituido por 2 repeticiones cada una idéntica al tratamiento, cada unidad está señalizada como:

T1R1---T1R2---T1R3

T2R1---T2R2---T2R3

T3R1---T3R2---T3R3

T: TRATAMIENTO R: REPETICION.

El tiempo de compost, los volteos será una constante en todos los tratamientos.

La relación carbono nitrógeno si varía en los tratamientos y las proporciones de las materias primas.

Las variables medibles a nuestro alcance son temperatura, interna de las pilas, temperatura ambiente; se están tomando datos escritos y fotográficos del proceso,

los análisis que se realizaran por medio de laboratorio son CE, PH, humedad, contenido de materia orgánica, relación C/N.

Los cajones están sellados y marcados con su respectivo tratamiento y repetición.

5.1.1 Materias Primas Usadas. Pollinaza, mezcla del estiércol de pollo de engorde y tamo de arroz, este mejora la estructura física del compostaje, facilitando la aireación, absorción de humedad. También favorece el crecimiento de la actividad macro y microbiológica del compost, la cascarilla de arroz es una fuente rica en sílice (ofrece resistencia a las plantas de ataques de plagas insectos y enfermedades); La pollinaza debe estar suelta y seca, sin carchas grandes. La pollinaza es la principal fuente de Nitrógeno en la elaboración de abonos orgánicos mejora las características de la fertilidad del suelo.

Mortalidades de pollo de engorde: contiene calcio, altos contenidos de carbono.

cisco de café verde: este material se usa como material carbonado para regular el balance en relación C/N en el tratamiento 1, y contiene según análisis realizados una relación C/N de 45,6%.

5.1.2 Descripción de los tratamientos

Tratamiento 1

Equivale a: 30 % de mortalidad, 30 % de pollinaza y 40 % de cisco seco de trilla de café verde.

Se espera conseguir un proceso equilibrado con respecto a la relación carbono nitrógeno, debido a que el cisco de café nos aporta más carbono, se estimó colocar más carbono ya que los sistemas de compostaje requieren de una balanceada relación C/N, se busca fortalecer el proceso de compostaje y mitigar el olor característico de las materias primas.

En el tabla 10 Podemos observar los porcentajes de materia prima usados en el tratamiento y la relación C/N que corresponde según lo que aporta cada material usado.

Tabla 10. Proporciones de la relación C/N para T1.

MATERIAS PRIMAS	MATERIAS PRIMAS %	CARBONO %	NITRÓGENO %	CARBONO KG	NITRÓGENO KG	RELACIÓN C/N
MORTALIDAD	30	45	7,5	13,5	2,25	6
POLLINAZA	30	35	3,2	10,5	0,96	10,94
CISCO DE CAFÉ VERDE	40	24,21	0,53	9,684	0,212	45,68
TOTALES	100			33,684	3,422	9,84

Tratamiento 2:

Corresponde a: 30 % de mortalidad y 70% de pollinaza.

Se hace esta propuesta y con este tratamiento queremos ver la efectividad que puede aportar un volumen mayor de pollinaza al proceso, con respecto al tratamiento convencional o testigo, este tratamiento se hace solo con las materias primas que aporta la explotación avícola sin necesidad de comprar ninguna materia prima como en el tratamiento 1.

En el tabla 11 Podemos observar los porcentajes de materia prima usados en el tratamiento y la relación C/N que corresponde según lo que aporta cada material usado.

Tabla 11. Proporciones de la relación C/N para T2.

MATERIAS PRIMAS	MATERIAS PRIMAS %	CARBONO %	NITRÓGENO %	CARBONO KG	NITRÓGENO KG	RELACIÓN C/N
MORTALIDAD	30	45	7,5	13,5	2,25	6,00
POLLINAZA	70	35	3,2	24,5	2,24	10,94
TOTALES	100			38	4,49	8,46

Tratamiento 3:

Contiene: 50 % de mortalidad y 50 % pollinaza.

Este tratamiento se estima que es el convencional, el que normalmente se realiza en las granjas, no hay un dato o fuente que nos indique que esas son las proporciones, pero se hicieron unas visita de campo para determinar cuáles eran las proporciones usadas por las personas que realizan esa labor diaria y esta ha sido la proporción que más se acerca a la que han confirmado los galponero, es con la que haremos el comparativo como tratamiento testigo.

En el tabla 12 Podemos observar los porcentajes de materia prima usados en el tratamiento y la relación C/N que corresponde según lo que aporta cada material usado.

Tabla 12. Proporciones de la relación C/N para T3.

MATERIAS PRIMAS	MATERIAS PRIMAS %	CARBONO %	NITRÓGENO %	CARBONO KG	NITRÓGENO KG	RELACIÓN C/N
MORTALIDAD	50	45	7,5	22,5	3,75	6
POLLINAZA	50	35	3,2	17,5	1,6	10,94
TOTALES	100			40	5,35	7,48

5.2 PROCEDIMIENTO.

Se inició este proceso con la elección de la granja y aprobación del supervisor encargado, se acondiciona la estructura de acuerdo a lo que se requiere para la puesta en marchas del proceso de compostaje, fueron disponibles tres (3) cajones de la caseta de compost, los cajones 4, 5 y 6; estos cajones fueron divididos en tres mini-cajones de 1m³ cada cajoncito ver figura 9

Figura 10. Cajón completo para dividir en tres mini cajones.



Se adquieren los materiales y utensilios para la instalación y adecuaciones de los cajones como tablas, maderas, tubos, puntillas, cabuya, martillo, alicates, cinta medidora, cortafríos, segueta, serrucho; (se dio inicio a las adecuaciones de los cajones; ya armadas y marcadas las unidades se inicia el proceso de llenado.

Se recolectan las aves en el galpón y se trasladan en carretilla a la caseta de compostaje, ver figuras 10 y 11.

Figura 11. Mortalidad generada en galpón Figura 12: Traslado al compost



Al iniciar el procedimiento de compostaje, todas las materias primas son pesadas y se tomaron los datos de los resultados, ver figura 12 se coloca una capa de pollinaza suelta en el suelo equivalente al porcentaje(%) de cada tratamiento y sobre esta capa se deposita uniformemente el % de mortalidad de aves buscando dejar unos 10 cm de intervalo entre la pared y 5 cm entre las aves, luego se tapa con % de viruta de café o Pollinaza según corresponda, estas mismas cantidades se usaron para hacer las siguientes capas hasta llenar cada tratamiento, en total de las materias primas en proceso fueron 500 kilos por unidad.

Figura 13. Pesaje de las materias primas y toma de datos



Después se acomodan las aves sobre la capa inicial, las pechugas deben quedar hacia arriba, las aves se deben colocar respetando los espacios entre paredes y aves, ver figura 13. A medida que se va llenando la unidad de compostaje se colocaron tubos de PVC de 3" con orificios aleatoriamente con el fin de dar aireación en el centro de la pila durante el proceso de descomposición de la materia prima.

Figura 14. Llenado y tubo de aireación



Cuando ya el cajón este lleno, se coloca la capa final que esta debe tener un grosor de 30 cm para asegurar que las aves queden muy bien tapadas, ver figura 14, cada tratamiento está marcado según tratamiento y repetición.

Figura 15. Llenado total de los cajones



5.2.1 recolección de datos. Para la toma de los datos de campo se necesitaron los siguientes utensilios: termómetro de punzón de 50 cm de largo, termómetro para temperatura ambiente, gramera, báscula reloj, cinta métrica, medidor de PH.

De los datos recolectados se lleva registro físico fotográfico y digital.

Cada tres días se toman la temperatura ambiente y temperatura interna de las pilas o unidades de compostaje.

Los datos térmicos se toman de la siguiente manera: se usa un termómetro de punzón que este debe ser mínimo de 50 cm de largo, se coloca dentro de la pila y se espera hasta que la aguja suba y se estabilice, y se toma el dato marcado, ver figura 15.

Figura 16. Toma de temperaturas



Los datos de temperaturas se toman tres días después de sellado el cajón, y así cada tercer día hasta terminar el proceso; las temperaturas que se alcanzaron, son: entre 45 °C hasta 65 °C; la temperatura ambiente se toma todos los días al finalizar del día, los datos a tomar son temperatura actual, máxima y mínima, y se calibra de nuevo el termómetro para la siguiente toma, ver figura16.

Figura 17. Toma de temperatura ambiente



Toma de PH, al inicio del proceso se llevaron unas muestras que fueron sacadas para caracterizar las materias primas en proceso inicial, según el “manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos” el pH cercano al neutro (pH 6,5-7,5, ligeramente ácido o ligeramente alcalino, asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos, el pH inferior a 5,5 (ácidos) inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los grupos fisiológicos, PH > 8 (alcalinos) son agentes inhibidores del crecimiento,

haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos ¹⁶.

La toma de datos de PH se está hizo de la siguiente manera: después de sellado el cajón, al día 6, por medio de laboratorio después al día 36 fueron tomadas las muestras en campo: las proporciones para tomar estas muestras son 1 a 1 se toman 50 gramos de cada tratamiento debidamente pesada, se mide en una taza de medidas 50 ml de agua de botella, se hace la mezcla, se deja reposar por 2 horas, y después se procede a tomar los datos de cada tratamiento con el peachimetro, ver figura 17 las siguientes dos lecturas fueron tomadas en laboratorio.

Figura 18. Proceso de toma de PH



Al día 6 de sellado los cajones, se tomaron muestras para llevar a analizar en el laboratorio, con estos análisis iniciales se busca, determinar parámetros como (PH, humedad, nitrógeno total, relación C/N, carbono orgánico oxidable, materia orgánica)

5.2.2 Volteos. Se hicieron los volteos a los 90 días de proceso, tiempo en el cual la temperatura ya había descendido por debajo de 40, los volteos se hacen manual, es decir, se desarma la unidad de compostaje quedando el perfil del material.

¹⁶ SZTERN, Daniel y. PRAVIA Miguel A. Manual para la Elaboración de Compost Bases Conceptuales y Procedimientos[en línea] [citado 15 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf>

En el perfil podemos notar la diferencia de cada tratamiento en T1 y T2, no se nota a simple vista la presencia de carcasa, exceso de humedad, tampoco hay mal olor, en el T3 hay presencia de aves momificadas, también la humedad es mayor en comparación a los tratamientos 1 y 2; ver figura 18.

En el perfil podemos ver que el T1 presenta una apariencia adecuada de un compostaje que no paso las temperaturas por encima de lo permitido y por esta razón no se observan partes quemadas, el colocar cisco de café ha disminuido notoriamente el olor, mas sin embargo el producto está más seco en comparación con los otros dos; en el T2, vemos un compost donde las aves se desintegraron, el % de carcasa es de 8 %, y en el T3 hay presencia de carcasa a simple vista.

Figura 19. Perfil de la unidad de compostaje al volteo



En cada unidad se realizaron los volteos por tratamiento, respetando la composición de cada uno, las temperaturas estaban por debajo de 45 °C, los volteos se hacen con el fin de oxigenar el producto, el volteo permite mezclar el material y dar paso a nuevas colonias de microorganismos descomponedores y llevar el producto a proceso de maduración como lo podemos ver en la figura 19.

Figura 20. Pilas de volteos



Después de los volteos se tamiza el producto sacando la carcasa aparte, se pasa por un molino de martillos y se integra al producto se empaqueta y se pesa.

Figura 21. Acondicionamiento del producto final



Figura 22. Empaque y pesaje del producto final



Al finalizar el proceso se tomaron las muestras para enviar al laboratorio, 250 gramos por tratamiento.

que ha ocasionado que el contenido de la pila haya quedado con menos humedad y por esto no se ha llegado a los niveles máximos requeridos de temperatura quedándose un punto por debajo del punto mínimo requerido.

Grafica 5. Temperatura interna de las pilas de compostaje.

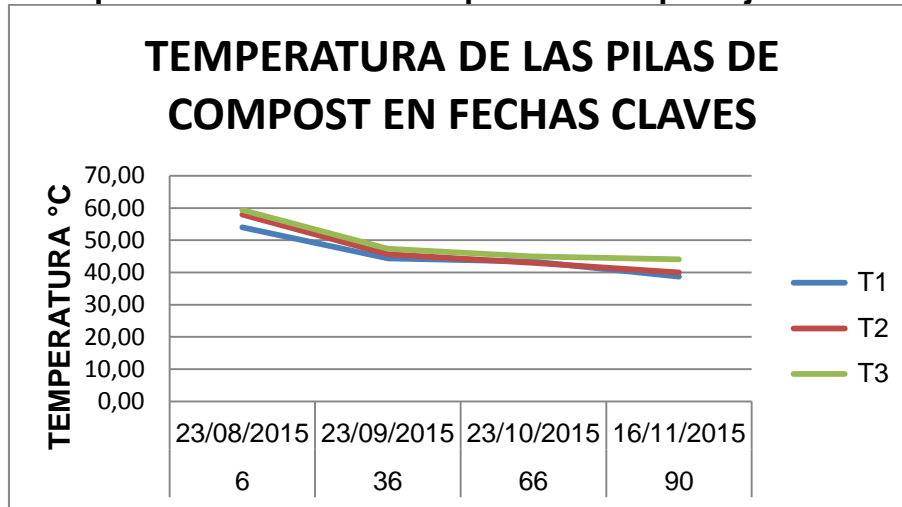


Tabla 13. Datos de las temperaturas en el ciclo de compostaje

DIA	FECHA	T1	T2	T3
6	23/08/2015	54,00	58,00	59,33
36	23/09/2015	44,33	45,67	47,33
66	23/10/2015	43,33	43,00	45,00
90	16/11/2015	38,67	40,00	44,10

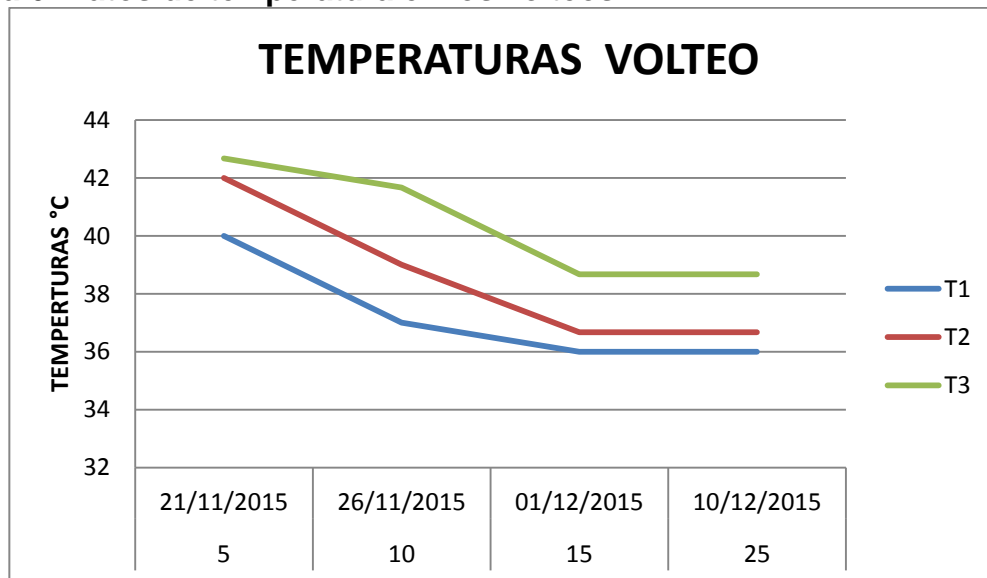
5.3.2. Registro de temperatura volteos. Al día 90, cuando la temperatura ha descendido por debajo de 42 °C, se inicia el proceso de volteos, estos volteos se hacen sacando el material de los cajones y acondicionando en montones el producto, no se colocaron tubos, esperamos al día tres para tomar datos térmicos y estos habían subido por encima de 42°C como podemos ver en la tabla 14 y gráfica 6; el tiempo en volteos fue de 25 días dado por terminado el proceso al no ascender los valores térmicos por encima de 45°C.

La siguiente etapa ha sido, tamizar moler la carcasa e incorporarla al producto empacar y pesar para sacar el rendimiento del proceso y sacar las muestras de producto final que fueron llevadas a laboratorio para determinar algunos parámetros básicos fisicoquímicos.

Tabla 14. Temperatura después del volteo

TEMPERATURAS DE PILAS EN VOLTEO				
DIA	FECHA	T1	T2	T3
5	21/11/2015	40	42,00	42,67
10	26/11/2015	37	39,00	41,67
15	01/12/2015	36	36,67	38,67
25	10/12/2015	36	36,67	38,67

Grafica 6. Datos de temperatura en los volteos



5.3.3 Registro de temperatura ambiente. La relación de la temperatura ambiente es un factor importante en el proceso de compostaje, a mayor temperatura ambiente, mayor actividad microbiológica en las camas de compost, esto ha favorecido el sistema de compostaje acelerando el proceso en tiempo.

Grafica 7. Temperatura ambiente

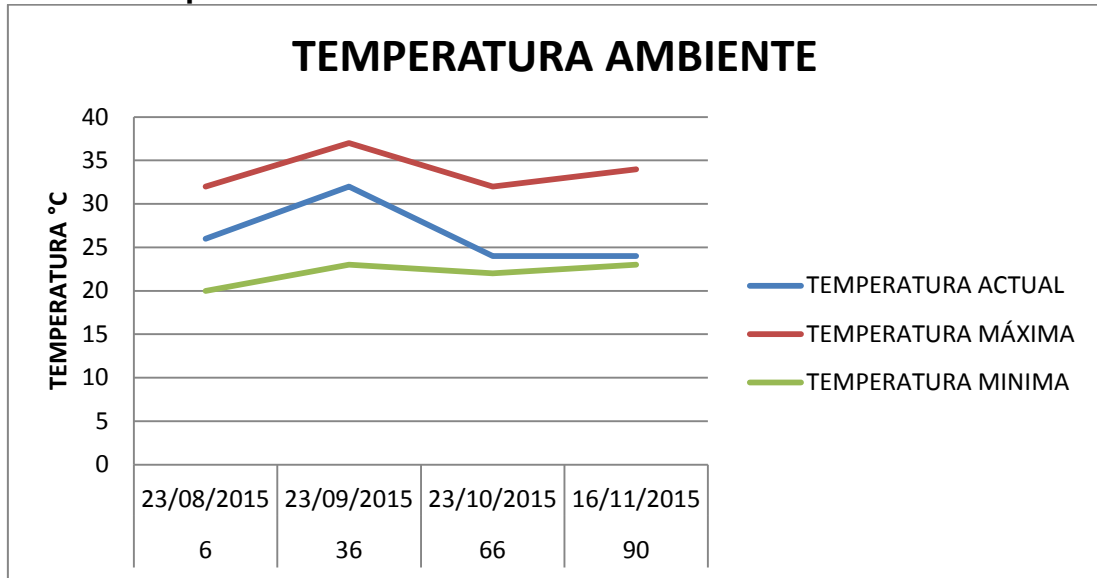


Tabla 15. Porcentaje temperatura ambiente

DIA	FECHA	TEMPERATURA ACTUAL	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MINIMA
6	23/08/2015	26	32	20
36	23/09/2015	32	37	23
66	23/10/2015	24	32	22
90	16/11/2015	24	34	23

5.3.4 comportamiento de La humedad. La humedad se determinó por medio de laboratorio, al inicio del proceso y al final, esta, al entrar el producto mostro en el tratamiento T1 una humedad por encima de 14% en el tratamiento T2 alcanzo un 22% y en el tratamiento T3 por encima de 26%. En el proceso no se usó humedad adicional al de las materias primas; en el proceso de compostaje baja notoriamente a medida que va pasando el tiempo, la humedad es un parámetro fundamental que nos aporta un medio favorable para las necesidades fisiológicas de los microorganismos dentro de la pila, la humedad para el material final se encontró baja; esto comportamiento de la humedad en proceso de compostaje nos permite estabilidad en las materias primas por tener porcentajes altos de proteína, y desarrollar un proceso libre de lixiviados y olores ofensivos.

El contenido de humedad en el proceso tiende a disminuir dependiendo de los materiales compostados, el clima y la aireación que haya dentro de las pilas de compostaje.

Siendo el T1 y T2 los más secos con respecto al T3 como lo podemos ver en la gráfica 8, se destacan las siguientes pérdidas de humedad, T1 perdió el 7.1% de humedad, T2 el 14,2% y T3 el 18,3 %, también sobresale que todos los tratamientos tuvieron una humedad muy cercana en un rango que estuvo entre 7,2% y 8 % al final del proceso si lo comparamos con el rango inicial que estuvo entre 14.3% y 26.3 % siendo 12% la diferencia entre estos y el obtenido al final solo fue del 0,8%.

Gráfica 8. Humedad

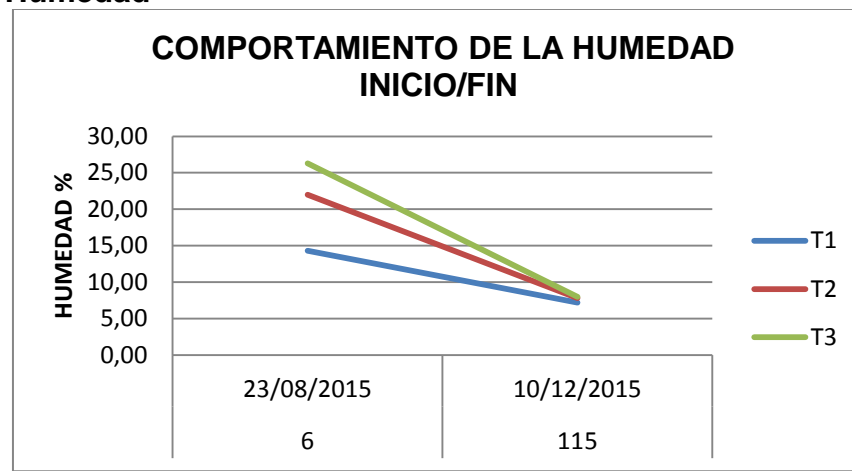


Tabla 16. Humedad

TENDENCIA DE LA HUMEDAD A TRAVES DEL TIEMPO				
DIA	FECHA	T1	T2	T3
6	23/08/2015	14,30	22,00	26,30
115	10/12/2015	7,20	7,80	8,00

5.3.5 Comportamiento de la relación carbono nitrógeno. En cuanto a la relación carbono nitrógeno se determinó en laboratorio al inicio del proceso y comparado al final del proceso, se observa una similitud en la evolución de la relación C/N entre los T1 y T2, en el T3 siempre fue la más alta entre los tratamientos ver gráfica 9

La relación C/N aumento durante el proceso de compostaje, para los tratamientos T1 y T2 y fue estable para T3, el comportamiento mostrado en T1 y T2 indican una transformación y estabilización del material compostado mientras que T3 no mostro cambios considerables, esto se corrobora más adelante al cuantificar el porcentaje de carcasa en el producto final.

Grafica 9. Relación C/N

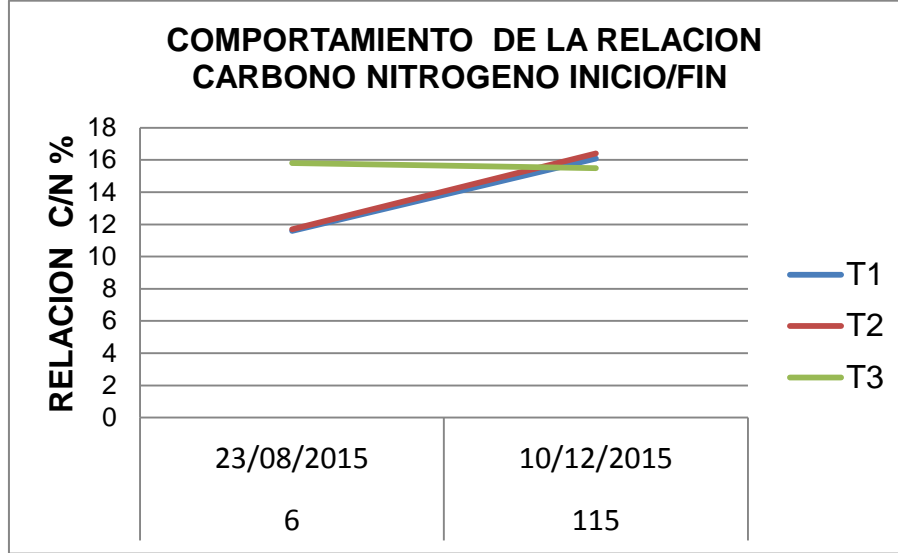


Tabla 17. Relación C7N

RELACION CARBONO NITROGENO (C/N)				
DIA	FECHA	T1	T2	T3
6	23/08/2015	11,6	11,7	15,8
115	10/12/2015	16,09	16,40	15,50

5.3.6. Comportamiento de la conductividad eléctrica. El comportamiento de la conductividad eléctrica dentro del proceso en los días 36,66,96 y 115 se presentan en la gráfica 10, se observa para el día 36 del proceso el T1 presenta una diferencia aproximada de 0,51 dS/m por debajo de T2 y 0,43 dS/m de T3, la conductividad eléctrica al final del proceso disminuyo hasta tener valores en el T1 y T2 de 1,12 dS/m y T3 de 1,27 dS/m, la mayor disminución en la CE fue para T2 con 0,73 dS/m y el menor para T1 con 0,3 dS/m. la disminución de este parámetro nos indica que se a dado un proceso de estabilización de las materias primas. Este valor final se ajusta a los valores normales de un compost.

Grafica 10. Conductividad eléctrica

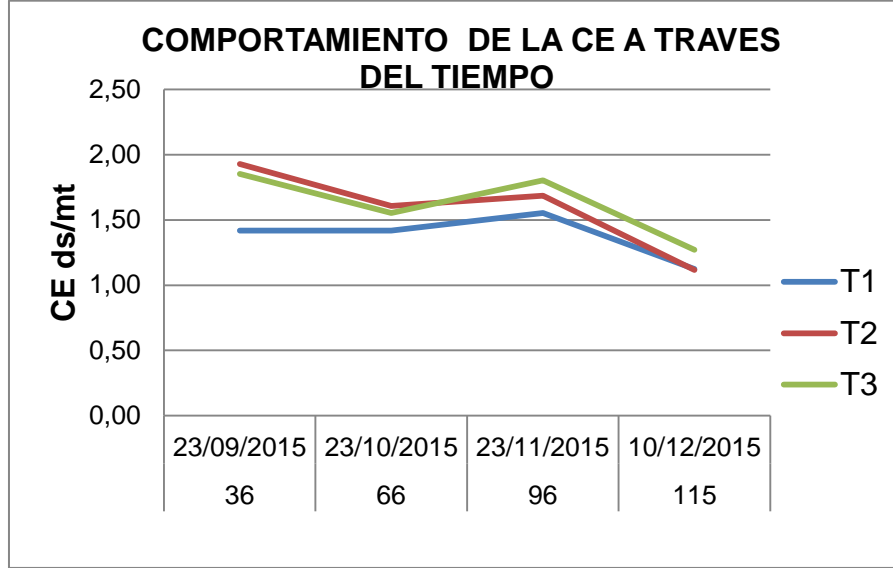


Tabla 18. Conductividad eléctrica

TENDENCIA CE A TRAVES DEL TIEMPO				
DIA	FECHA	T1	T2	T3
36	23/09/2015	1,42	1,93	1,85
66	23/10/2015	1,42	1,61	1,55
96	23/11/2015	1,55	1,69	1,80
115	10/12/2015	1,12	1,12	1,27

5.3.7 comportamiento de PH. Este parámetro fundamental en todo proceso de compostaje; según la teoría consultada el PH en proceso inicial (fase mesófila) debe ser bajo debido a la acción de microorganismos que producen ácidos orgánicos, al entrar una segunda fase hay un ascenso del PH debido a la descomposición de proteínas estabilizándose al final del proceso presentando un pH entre 7 y 7,5; como lo podemos observar en la gráfica 11.

Grafica 11. Valores del PH

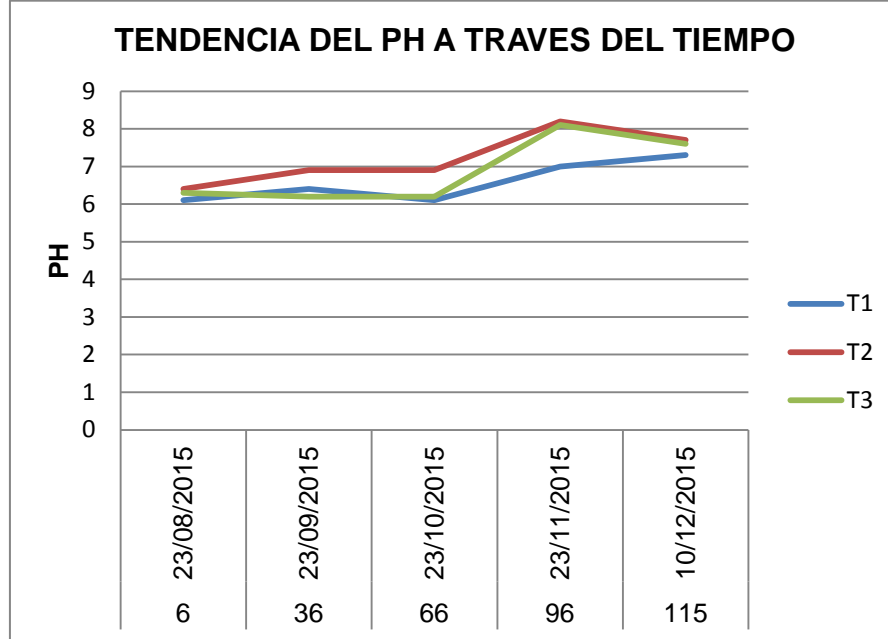


Tabla 19. PH

DIA	REPETICION	T1	T2	T3
6	23/08/2015	6,1	6,4	6,3
36	23/09/2015	6,4	6,9	6,2
66	23/10/2015	6,1	6,9	6,2
96	23/11/2015	7	8,2	8,1
115	10/12/2015	7,3	7,7	7,6

5.4 DATOS DE PRODUCTO FINAL RENDIMIENTO

Los resultados del rendimiento del producto final después de tamizado molido y empacado el producto nos indica que ha habido una merma en el T1 de 24% con respecto al peso del material inicial que correspondía a 500 kilos por unidad, para el T2 21,6% y para el T3 un 38,13% de merma en la que el material inicial ha perdido peso en el proceso, debido a la transformación de las materias primas y pierde humedad.

Grafica 12. Rendimiento del material compostado

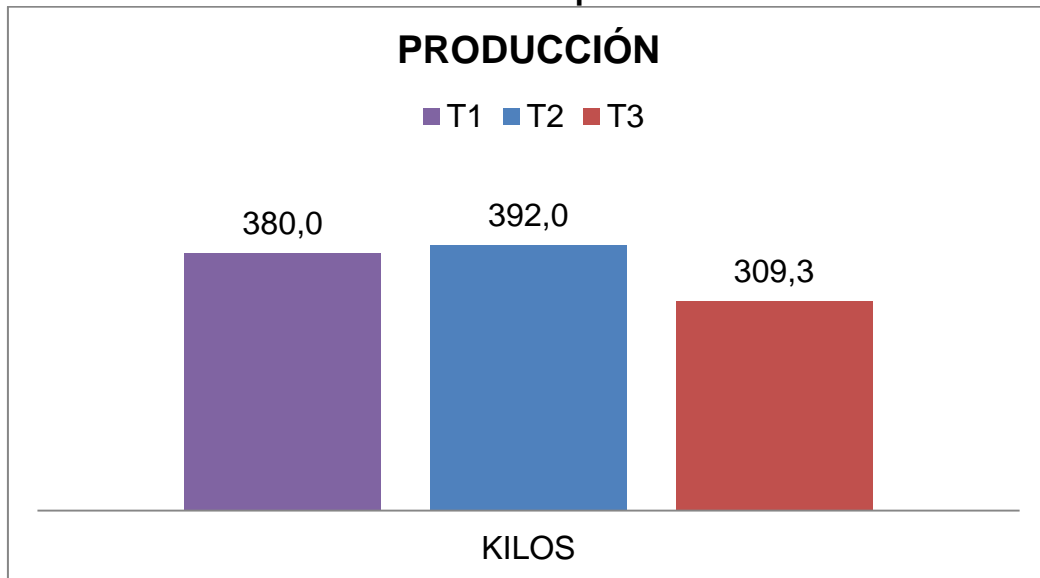


Tabla 20. Rendimiento en el proceso

RENDIMIENTO	T1	T2	T3
	380,0	392,0	309,3

Grafica 13. Merma en el proceso

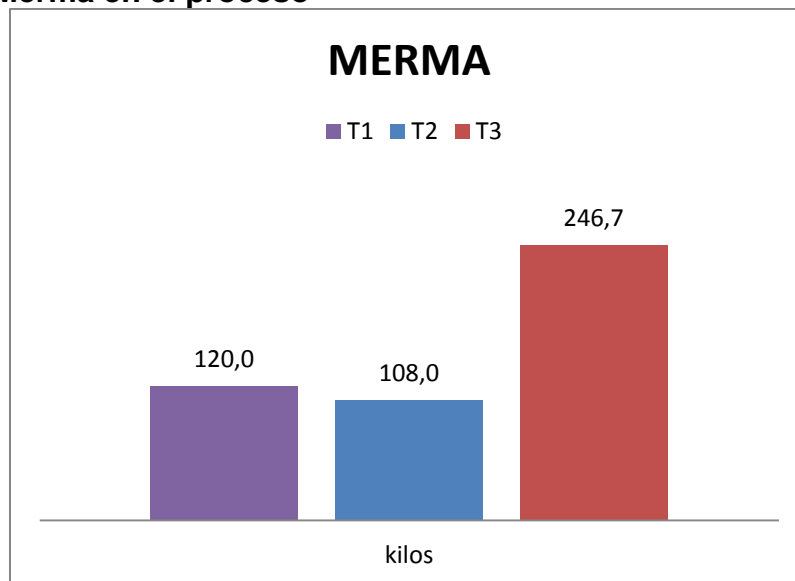


Tabla 21. Merma en el proceso

RENDIMIENTO	T1	T2	T3
	120,0	108,0	246,7

CARCASA

Gráfica 14. Carcasa obtenida por tratamiento

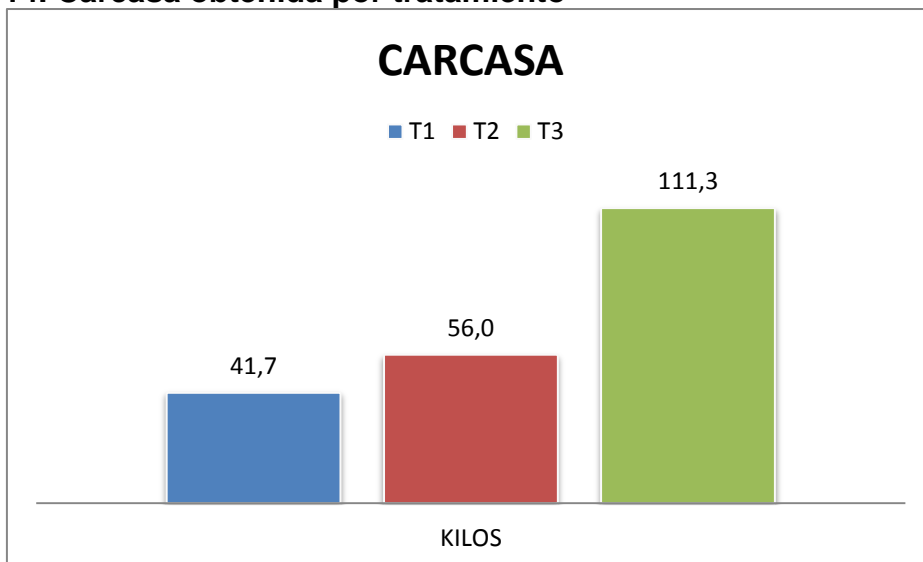


Tabla 22. Carcasa

CARCASA	T1	T2	T3
	41,7	56,0	111,3

Tabla 23. Rendimiento del producto final

	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3
BULTOS	12	12	11	12	12	12	9	10	10
CARCASA	2	1	2	2	2	2	4	3	3
KILOS PROD	348	348	319	336	336	336	198	176	220
KILOS DE CAR	50	25	50	56	56	56	136	102	96
TOTAL KL. PRODUCTO	398	373	369	392	392	392	334	278	316
% DE CARCASA	0,13	0,07	0,14	0,14	0,14	0,14	0,41	0,37	0,30

Análisis fisicoquímicos para producto terminado

Según la NTC 5167 de 2004, me dice que los parámetros para materiales compostados deben estar ente los rangos establecidos por dicha norma, los análisis elaborados al producto final por tratamiento muestran que se encuentran dentro de los rangos requeridos. Ver tabla 24.

- pH mayor de 4 y menor de 9
- humedad: materiales de origen animal, máximo 20%
- % Contenido de carbono orgánico oxidable total (%C) y N
- Densidad máximo 0,6 g/cm³
- Capacidad de intercambio catiónico, mínimo 30 cmol(+) Kg (meq/100g).

Tabla 24. Análisis Fisicoquímicos Finales Por Tratamiento

PARAMETRO	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3
PH %	7,9	7,60	7,80
Humedad %	7,2	7,80	8,00
C. Orgánico Oxidable %	13,2	11,30	15,50
Nitrógeno Total %	82	70,00	1,00
Relación C/N	16,09	16,40	15,50
Fosforo (P ₂ O ₅) %	1,2	1,30	1,50
Potasio (K ₂ O)	2	1,80	1,30
Calcio (CaO) %	2,7	3,20	4,00
Magnesio (MgO) %	0,77	0,50	1,00
C.I.C meq/100 gr	23	18,4	28
Densidad	0,55	0,8	0,85
C.E dS/m	1,12	1,12	1,27

5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Al final con los datos recolectados, se realizó análisis estadísticos mediante la prueba de tukey aplicando una significancia del 95%. Los parámetros analizados estadísticamente fueron datos de temperatura, CE, PH y rendimiento de producto final.

Para desarrollar el análisis estadístico fue necesario apoyarnos en un software de estadística llamado minitab 17.

Los parámetros que no arrojaron diferencia estadística fueron: PH ver anexo 1

CE tampoco nos mostró diferencia significativa ver anexo 2.

Los parámetros que si arrojaron diferencia estadística fueron: Las temperaturas en las pilas y después del volteo, estos parámetros normalmente debían dar la diferencia porque a través del tiempo la temperatura llega los picos térmicos requeridos y deben bajar significativamente, además la composición de las camas de compost tuvieron diferencia de porcentaje de las materias primas. Ver anexo 3.

En los resultados de producción total, el análisis estadístico para kilos de carcasa, T1 y T2 son iguales a diferencia de T3, como carcasa es un factor negativo para el proceso de compostaje, en cuanto a la efectividad del proceso T1 y T2 desarrollan menor % de carcasa, ver anexo 4.

6. CONCLUSIONES

Con esta investigación hemos encontrado que si es posible estabilizar adecuadamente los desechos avícolas, especialmente las mortalidades de aves que representan un foco de contaminación significativa en las granjas, la estandarización del compostaje de mortalidades parece un proceso imposible. Mas sin embargo no lo fue al hacer la propuesta en esta tesis y desarrollar una primera investigación con el fin de lograr un producto con característica estables según los análisis de los parámetros que se tomaron en laboratorio.

El proceso de compostaje es una transformación de los desechos de una forma económica, amigable con el medio ambiente, con esta investigación se encontraron diferencias en el entorno con respecto a la disminución de los olores ofensivos alrededor de la caseta de compostaje.

No se cumplieron en un 100% las expectativas que se esperaban por falta de recursos económicos, no se logró realizar la totalidad de los análisis que se requerían, mas sin embargo no fue una limitante para no desarrollar la investigación y mostrar los resultados finales que nos indican el camino para próximas replicas.

7. RECOMENDACIONES

Para próximos ensayos se debe contar con apoyo económico para análisis de laboratorios con más frecuencia en el proceso para poder aplicar un análisis estadístico más detallado de los datos de las variables, recomienda bajar el porcentaje del material carbonado, aplicar humedad y microorganismos descomponedores con el fin de acelerar el proceso de compostaje para minimizar el tiempo, hacer el volteo a los 60 días para oxigenar el producto.

En cuanto a los tratamientos: T1 se debe bajar el contenido de material carbonado, el tratamiento T2, es el más destacado según esta investigación; se tendrá en cuenta en próximas investigaciones los resultados de los tratamientos T1 y T2, en cuanto al tratamiento T3 se descarta la efectividad en el proceso no presento al final un producto estable, se notó mayor humedad, olores, presencia de mosca y el producto final tiene más contenido de carcasa, la merma es mayor, y el proceso de enfriamiento y maduración es más demorado.

Para próximos ensayos se aplicaran los ensayos T1 y T2 que fueron los que mostraron más estabilidad en el proceso, según el comportamiento de las variables analizadas, los análisis finales, y el aspecto físico del producto final.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA DÍAZ María. Determinantes del desarrollo en la avicultura en Colombia: instituciones, organizacionales y tecnología. [en línea] [citado 16 de diciembre de 2015] Disponible en: http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_214.pdf

BIOLOGIA DEL LESLIECOOPERBAND. Departamento de ciencias de suelo universidad de wisconsin madison

BUENAS TAREAS. Protocolo Abonos Orgánicos en Producción Ecológica. [en línea] [citado 16 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Protocolo-Abonos-Org%C3%A1nicos-En-Producci%C3%B3n-Ecol%C3%B3gica/51858182.html>

BUENASTAREAS. Protocolo Abonos Orgánicos en Producción Ecológica. 9 de mayo de 2014 [en línea] [citado 20 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Protocolo-Abonos-Org%C3%A1nicos-En-Producci%C3%B3n-Ecol%C3%B3gica/51858182.html>

BUENO MÁRQUEZ Pedro, DÍAZ BLANCO Manuel Jesús y CABRERA Francisco. Factores Que Afectan Al Proceso De Compostaje. Capítulo 4. Capitán Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica. Universidad de Huelva. Facultad de Ciencias Experimentales. Campus El Carmen. 21071. Huelva. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS), CSIC. Reina Mercedes, 10, 41012 Sevilla. [en línea] [citado 16 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>

EL HERALDO. Cifras industria avícola en Colombia. Lunes, Marzo 24, 2014 [en línea] [citado 18 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.elheraldo.co/infografias/cifras-industria-avicola-en-colombia-147056>

FENÁVI. Cartilla llamada “Alternativas para manejos de residuos orgánicos” de Fenavi página 27 Manual técnico fenávi (fondo Nacional Avícola).

FENAVI. En el primer trimestre del año: El sector avícola creció 6.4%. Bogotá, D.C., 29 de abril de 2015. [en línea] [citado 18 de diciembre de 2015] Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=3187:en-el-primer-trimestre-del-ano-el-sector-avicola-crecio-64-&catid=454:comunicados-de-prensa&Itemid=1348

FENAVI. Registro de granjas [en línea] [citado 19 de diciembre de 2015] Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2167&Itemid=1138

FENAVI. Santander en Cifras. [en línea] [citado 15 de diciembre de 2015] Disponible en: http://santander.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=59

FERTILIZANTESE.BLOGSPOT. Que son los Fertilizantes?. lunes, 23 de abril de 2012. [en línea] [citado 19 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://fertilizantese.blogspot.com/>

HAROLD M. Keener, David L. Elwell, Wooster M, J. Nonnin, Madison Avenue, Wooster OH, Procedimientos y Ecuaciones para el Dimensionamiento de Estructuras y Camellones para El Compostaje con Animales Muertos, artículo de la Universidad del Estado de Ohio EE.UU, 1980. Citado en: [file:///D:/Users/Marisela/Downloads/Compostaje%20de%20Mortalidades%20\(3\).pdf](file:///D:/Users/Marisela/Downloads/Compostaje%20de%20Mortalidades%20(3).pdf)

LRGMVZ Sandra. 080805_REDVET. miembro de la Comunidad Virtual Veterinaria.org ®. Publicado en REDVET® el 01/08/05.

NIÑO RIVERA Ana Bella. Compostación Acelerada de Pollinazas Mediante Microorganismos Aerobios para su Utilización como Abono Orgánico, trabajo de grado en la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga 2006. [en línea] [citado 15 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://fertilizantese.blogspot.com/>

PALOMINO LEON Néstor. Manejo técnico de desechos y mortalidades en la industria avícola [en línea] [citado 15 de diciembre de 2015] Disponible en: http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/manejo_desechos_industria_avicola_palomino.pdf

PALOMINO Néstor Leonel; Manejo Técnico de Desechos y Mortalidades en la Industria Avícola. Médico veterinario zootecnista, jefe línea de engorde, avícola Nápoles, Cali Colombia. [en línea] [citado 16 de diciembre de 2015] Disponible en: http://www.wpsaaeca.es/aeca_imgs_docs/manejo_desechos_industria_avicola_palomino.pdf

PÉREZ VILLA María Victoria. Procedimientos para el manejo de residuos orgánicos avícolas, Manual Técnico. Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Producción Agropecuaria. Medellín. 2009 [en línea] [citado 19 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/1411/1/PROCEDIMIENTOS%20PARA%20EL%20MANEJO%20DE%20RESIDUOS%5B1%5D.pdf>

PÉREZ VILLA, María Victoria; y VILLEGAS CALLE, Rodolfo Alejandro. Manual Técnico llamado, procedimientos para el manejo de residuos orgánicos avícolas., como trabajo de grado para optar al título de Zootecnista, Universidad de Antioquia. Facultad de ciencias Agrarias Escuela de Producción Agropecuaria Medellín año 2009.

REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria ® (Copyright) 1996-2005., ISSN 1695-7504 - Veterinaria.org® - Comunidad Virtual Veterinaria.org® Disponible en: [en línea] [citado 17 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> ,

RICAURTE GALINDO Sandra Lissette M.V.Z. REDVET Revista Electrónica de Veterinaria ISSN 1695-7504. Vol. VI, Nº 8, Agosto 2005. T.p. 08397 acovez r-1042 producción avícola Bogotá – Colombia.

SENA, ICA. Protocolo para la elaboración de abonos orgánicos para ser utilizados en la producción ecológica. [en línea] [citado 20 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Protocolo-Abonos-Org%C3%A1nicos-En-Producci%C3%B3n-Ecol%C3%B3gica/51858182.html>

VALLE Krimilda. Biotecnología en el compostaje de la mortalidad. Date: 2013-06-02, GABSA, México, DF, kvalle@gabiotec.com Utilización de enzimas exógenas para un procesamiento ecológico y sostenible. [en línea] [citado 16 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.wattagnet.com/articles/16067-biotecnologia-en-el-compostaje-de-la-mortalidad>

ANEXOS

Anexo A. Análisis estadístico para PH

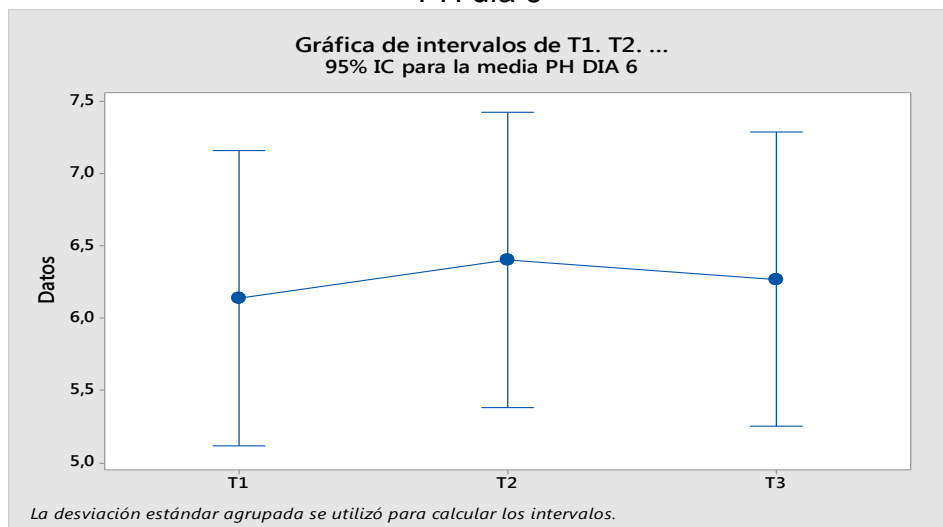
ANALISIS ESTADISTICO ANOVA

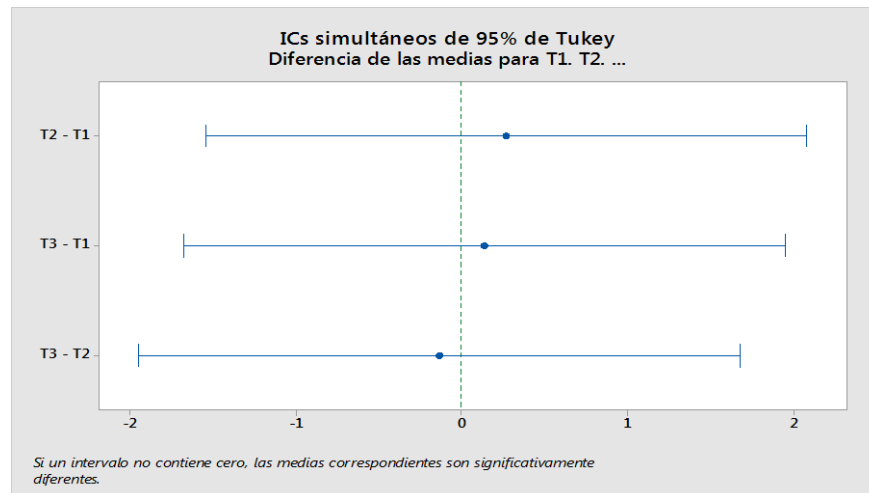
Variable PH los días 6, 36, 66,96, 115.

Tabla 25: PH día 6

PH DIA 6					
DIA	FECHA	REPETICION	T1	T2	T3
6	23/08/2015	R1	6,9	7,4	6,9
		R2	5,5	5,8	6,0
		R3	6,0	6,0	5,9

PH día 6





Resultados para: PH DIA 6

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	0,1067	0,05333	0,10	0,904
Error	6	3,1333	0,52222		
Total	8	3,2400			

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (Ajustado) (Pred)

0,722649 3,29% 0,00% 0,00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	6,133	0,709	(5,112. 7,154)
T2	3	6,400	0,872	(5,379. 7,421)
T3	3	6,267	0,551	(5,246. 7,288)

Desv.Est. agrupada = 0,722649

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
T2	3	6,400	A
T3	3	6,267	A
T1	3	6,133	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
T2 - T1	0,267	0,590	(-1,544. 2,077)	0,45	0,895
T3 - T1	0,133	0,590	(-1,677. 1,944)	0,23	0,972
T3 - T2	-0,133	0,590	(-1,944. 1,677)	-0,23	0,972

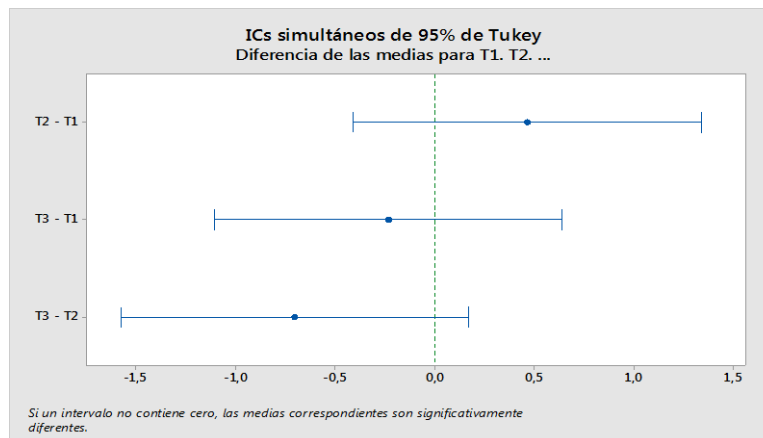
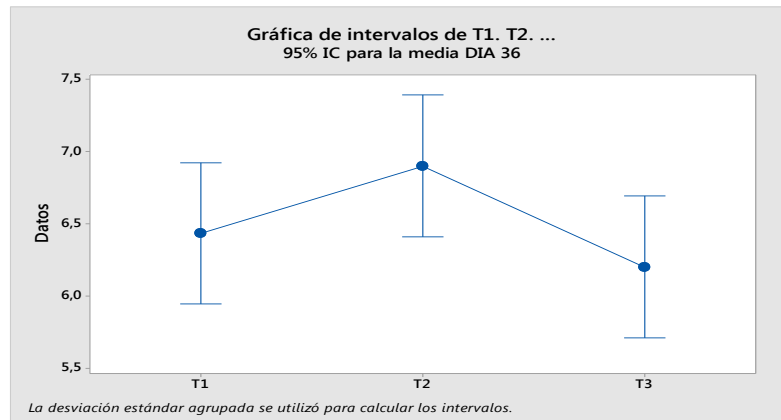
Nivel de confianza individual = 97,80%

ICs simultáneos de 95% de Tukey

PH Día 36

PH					
DIA	FECHA	REPETICION	T1	T2	T3
36	23/09/2015	R1	6,9	6,9	6,4
		R2	5,8	6,9	6,2
		R3	6,6	6,9	6,0

PH día 36



ANOVA unidireccional: PH DIA 36 T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Filas no utilizadas 3

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p

Factor 2 0,7622 0,3811 3,15 0,116

Error 6 0,7267 0,1211

Total 8 1,4889

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (Ajustado) (pred)

0,348010 51,19% 34,93% 0,00%

Medias

Factor N Media Desv.Est. IC de 95%

T1 3 6,433 0,569 (5,942. 6,925)

T2 3 6,900 0,000 (6,408. 7,392)

T3 3 6,200 0,200 (5,708. 6,692)

Desv.Est. agrupada = 0,348010

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T2 3 6,900 A

T1 3 6,433 A

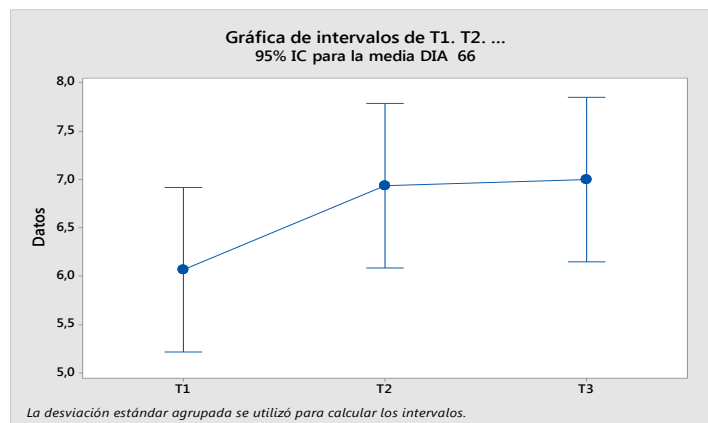
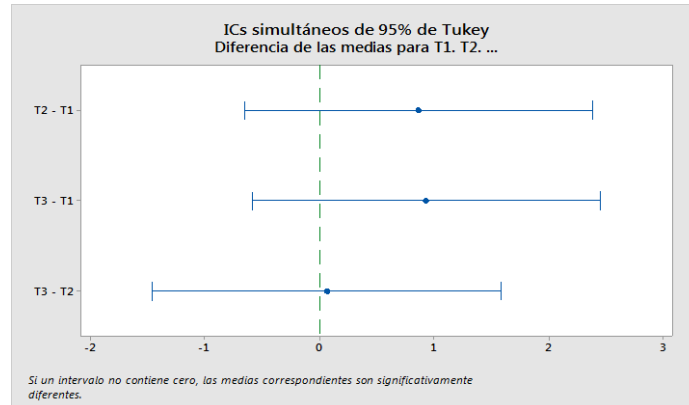
T3 3 6,200 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

PH Día 66

PH DIA 66					
DIA	FECHA	REPETICION	T1	T2	T3
66	23/10/2015	R1	5,8	7,0	6,8
		R2	5,6	7,6	6,7
		R3	6,8	6,2	7,5

PH día 66



ANOVA unidireccional: PH DIA 66 T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p

Factor 2 1,627 0,8133 2,22 0,189

Error 6 2,193 0,3656

Total 8 3,820

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (ajustado) (pred)

0,604612 42,58% 23,44% 0,00%

Medias

Factor N Media Desv.Est. IC de 95%

T1 3 6,067 0,643 (5,213. 6,921)

T2 3 6,933 0,702 (6,079. 7,787)

T3 3 7,000 0,436 (6,146. 7,854)

Desv.Est. agrupada = 0,604612

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T3 3 7,000 A

T2 3 6,933 A

T1 3 6,067 A

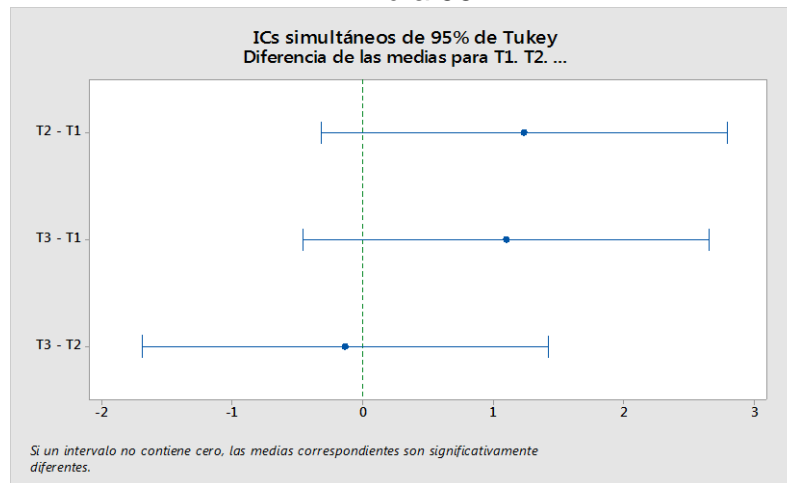
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

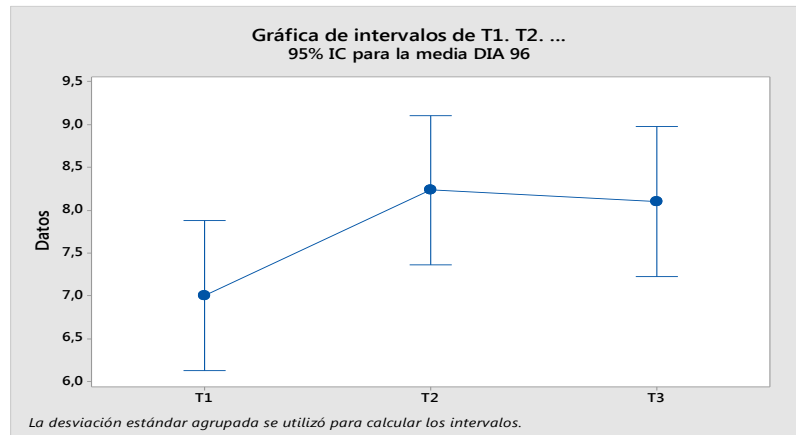
ICs simultáneos de 95% de Tukey

PH día 96

DIA	FECHA	REPETICION	T1	T2	T3
96	23/11/2015	R1	7,8	8,5	8,6
		R2	7,2	8,2	7,6
		R3	6,0	8,0	8,1

PH día 96





ANOVA unidireccional DIA 96 T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	2	2,749	1,3744	3,58	0,095
Error	6	2,307	0,3844		
Total	8	5,056			

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (Ajustado) (pred)

0,620036 54,37% 39,16% 0,00%

Media

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	7,000	0,917	(6,124. 7,876)
T2	3	8,233	0,252	(7,357. 9,109)
T3	3	8,100	0,500	(7,224. 8,976)

Desv.Est. agrupada = 0,620036

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
T2	3	8,233	A
T3	3	8,100	A
T1	3	7,000	A

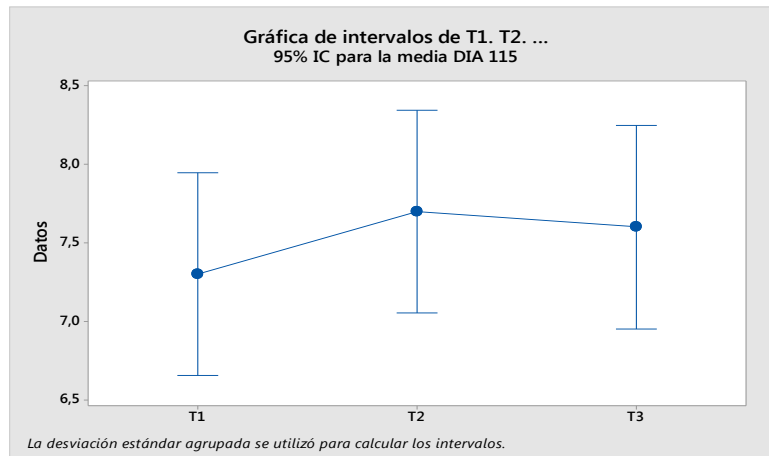
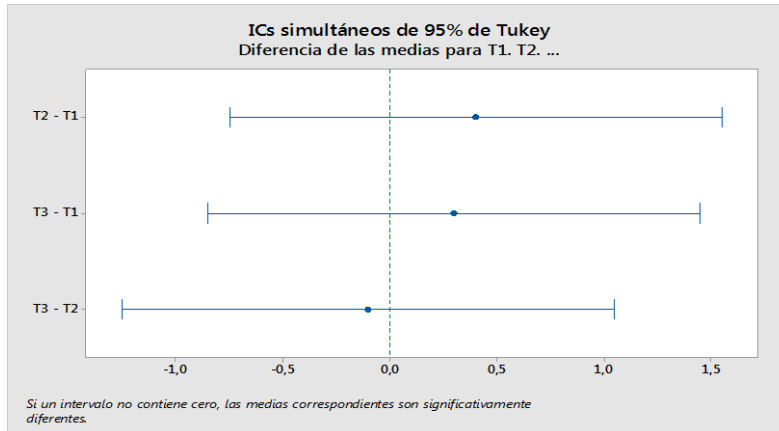
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ICs simultáneos de 95% de Tukey

PH día 115

DIA	FECHA	REPERTICION	T1	T2	T3
115	10/12/2015	R1	7,9	7,6	7,8
		R2	7,5	7,5	7,6
		R3	6,5	8,0	7,4

PH día 115



ANOVA unidireccional: T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p

Factor	2	0,2600	0,1300	0,62	0,570
Error	6	1,2600	0,2100		
Total	8	1,5200			

Resumen del modelo

		R-cuad.	R-cuad.
	S	R-cuad. (ajustado)	(pred)
0,458258	17,11%	0,00%	0,00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	7,300	0,721	(6,653. 7,947)
T2	3	7,700	0,265	(7,053. 8,347)
T3	3	7,600	0,200	(6,953. 8,247)

Desv.Est. agrupada = 0,458258

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
--------	---	-------	------------

T2	3	7,700	A
T3	3	7,600	A
T1	3	7,300	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
T2 - T1	0,400	0,374	(-0,748. 1,548)	1,07	0,565
T3 - T1	0,300	0,374	(-0,848. 1,448)	0,80	0,716
T3 - T2	-0,100	0,374	(-1,248. 1,048)	-0,27	0,962

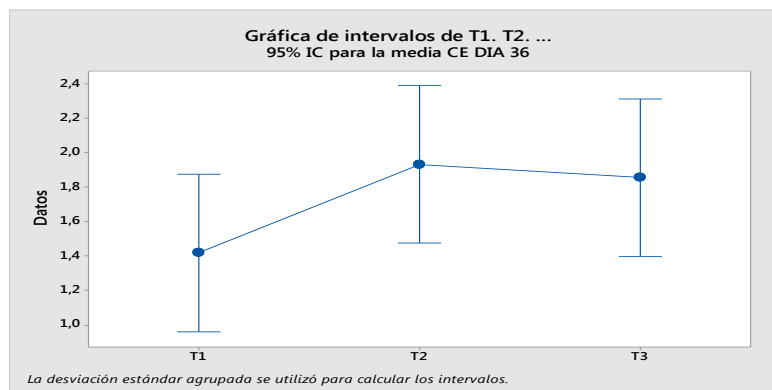
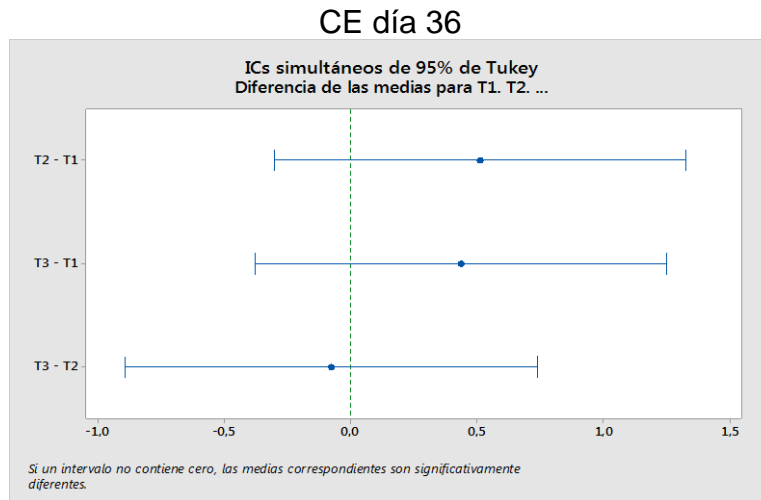
Nivel de confianza individual = 97,80%

Anexo B. Análisis estadístico para CE

Conductividad eléctrica

CE día 36

CE DIA 36				
FECHA	REPETICION	T1	T2	T3
23/09/2015	R1	1,80	1,98	1,83
	R2	0,80	1,83	1,99
	R3	1,65	1,98	1,75



ANOVA unidireccional: T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula

Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p

Factor 2 0,4576 0,2288 2,18 0,195

Error 6 0,6306 0,1051

Total 8 1,0882

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (ajustado) (pred)

0,324188 42,05% 22,74% 0,00%

Medias

Factor N Media Desv.Est. IC de 95%

T1 3 1,418 0,541 (0,960. 1,876)

T2 3 1,9297 0,0863 (1,4717. 2,3877)

T3 3 1,8540 0,1244 (1,3960. 2,3120)

Desv.Est. agrupada = 0,324188

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T2 3 1,9297 A

T3 3 1,8540 A

T1 3 1,418 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

Diferencia de niveles de las medias EE de diferencia IC de 95% Valor p Valor T ajustado

T2 - T1 0,512 0,265 (-0,301. 1,324) 1,93 0,210

T3 - T1 0,436 0,265 (-0,376. 1,248) 1,65 0,299

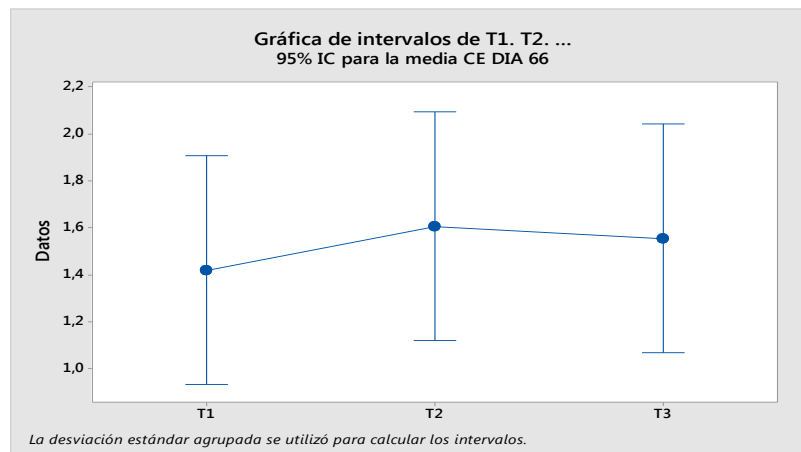
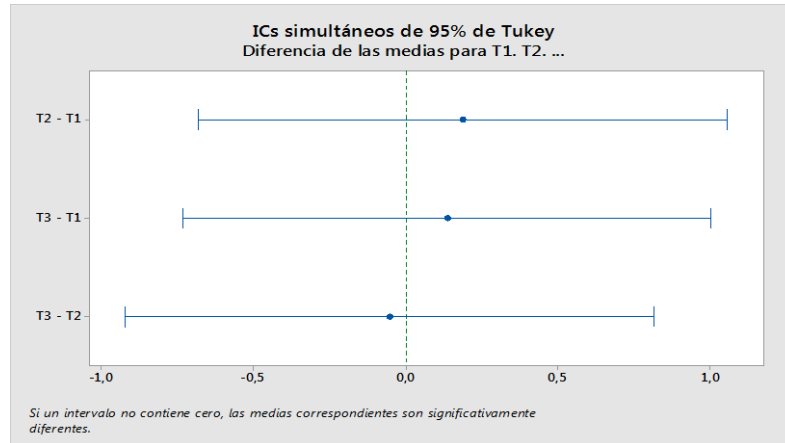
T3 - T2 -0,076 0,265 (-0,888. 0,737) -0,29 0,956

Nivel de confianza individual = 97,80%

CE día 66

FECHA	REPETICION	T1	T2	T3
23/10/2015	R1	1,80	1,66	1,70
	R2	0,80	1,39	1,60
	R3	1,65	1,77	1,37

CE día 66



Resultados para: CE DIA 66

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	0,05670	0,02835	0,24	0,797
Error	6	0,71968	0,11995		
Total	8	0,77638			

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (ajustado) (pred)

0,346332 7,30% 0,00% 0,00%

Medias

Factor N Media Desv.Est. IC de 95%

T1 3 1,418 0,541 (0,929. 1,907)

T2 3 1,606 0,197 (1,117. 2,096)

T3 3 1,5540 0,1693 (1,0647. 2,0433)

Desv.Est. agrupada = 0,346332

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T2 3 1,606 A

T3 3 1,5540 A

T1 3 1,418 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

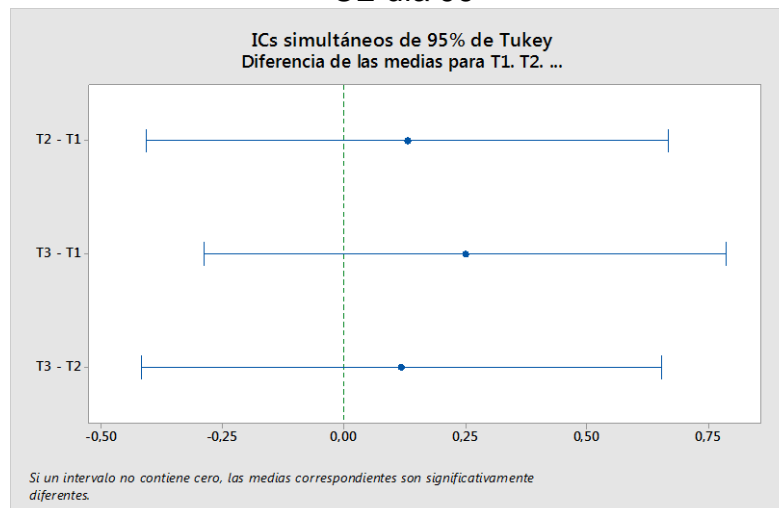
Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
T2 - T1	0,188	0,283	(-0,679. 1,056)	0,67	0,791
T3 - T1	0,136	0,283	(-0,732. 1,004)	0,48	0,883
T3 - T2	-0,052	0,283	(-0,920. 0,815)	-0,19	0,981

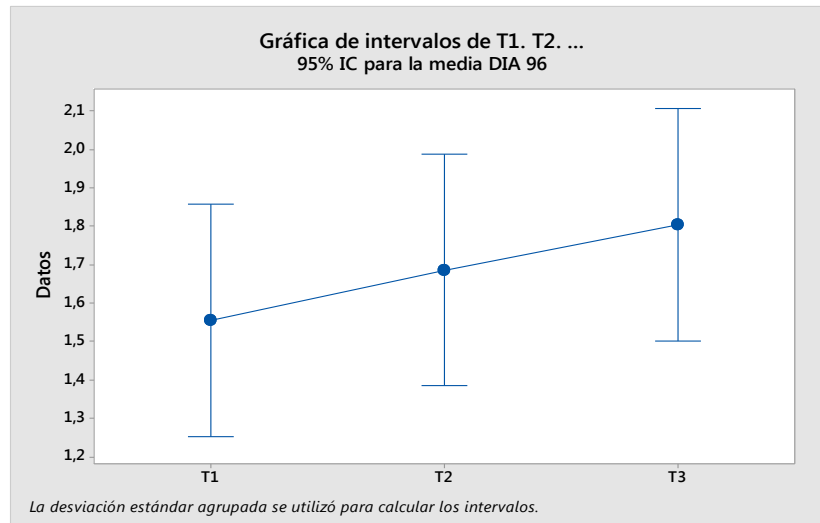
Nivel de confianza individual = 97,80%

CE día 96

FECHA	REPETICION	T1	T2	T3
23/10/2015	R1	1,47	1,85	1,75
	R2	1,79	1,85	1,72
	R3	1,40	1,36	1,94

CE día 96





Resultados para: CE DIA 96

ANOVA unidireccional: T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	0,09358	0,04679	1,02	0,414
Error	6	0,27423	0,04571		
Total	8	0,36782			

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (ajustado) (pred)

0,213789 25,44% 0,59% 0,00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	1,554	0,209	(1,252. 1,856)
T2	3	1,685	0,281	(1,383. 1,987)
T3	3	1,8033	0,1193	(1,5013. 2,1054)

Desv.Est. agrupada = 0,213789

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
T3	3	1,8033	A

T2 3 1,685 A

T1 3 1,554 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

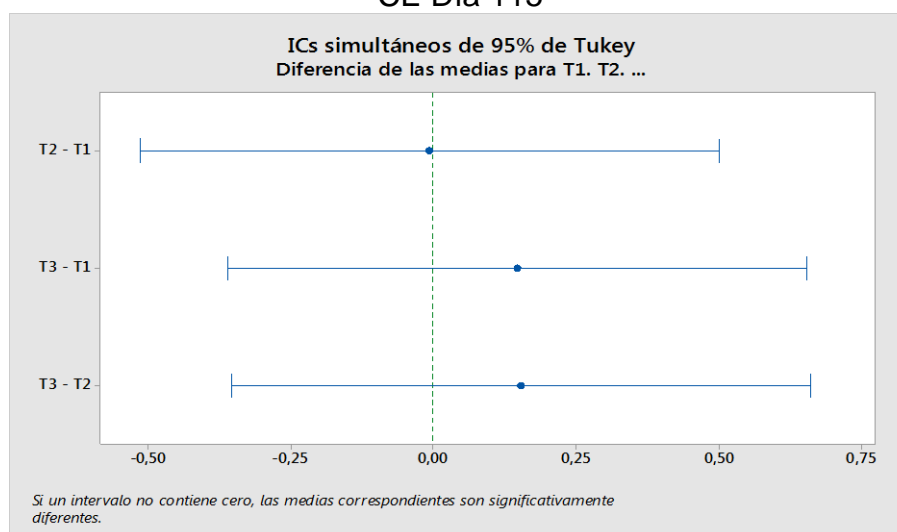
Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
T2 - T1	0,131	0,175	(-0,404. 0,667)	0,75	0,743
T3 - T1	0,250	0,175	(-0,286. 0,785)	1,43	0,385
T3 - T2	0,118	0,175	(-0,417. 0,654)	0,68	0,784

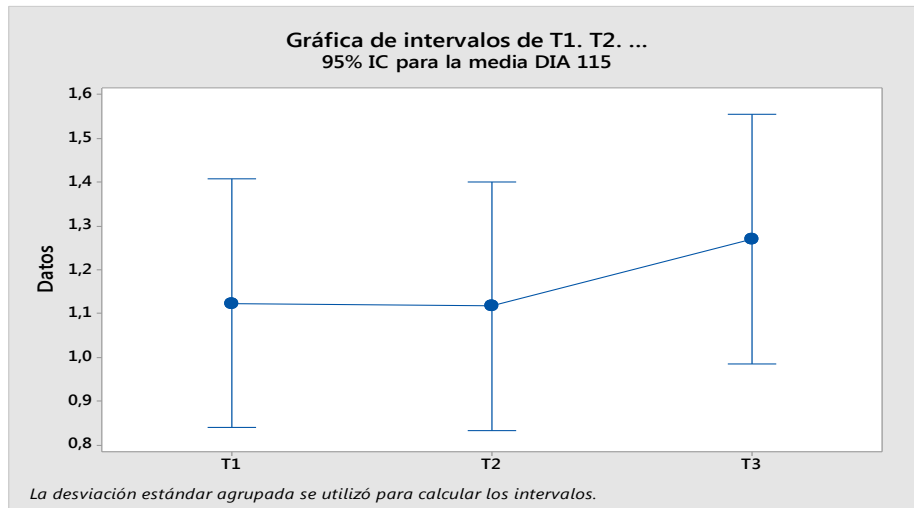
Nivel de confianza individual = 97,80%

CE DIA 115

FECHA	REPETICION	T1	T2	T3
10/12/2015	R1	1,1	1,09	1,11
	R2	1,03	0,88	1,18
	R3	1,24	1,38	1,52

CE Día 115





Resultados para: CE DIA 115

ANOVA unidireccional: T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	0,04507	0,02253	0,55	0,603
Error	6	0,24513	0,04086		
Total	8	0,29020			

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (ajustado) (pred)

0,202128 15,53% 0,00% 0,00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	1,1233	0,1069	(0,8378. 1,4089)
T2	3	1,117	0,251	(0,831. 1,402)
T3	3	1,270	0,219	(0,984. 1,556)

Desv.Est. agrupada = 0,202128

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
T3	3	1,270	A
T1	3	1,1233	A

T2 3 1,117 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
T2 - T1	-0,007	0,165	(-0,513. 0,500)	-0,04	0,999
T3 - T1	0,147	0,165	(-0,360. 0,653)	0,89	0,666
T3 - T2	0,153	0,165	(-0,353. 0,660)	0,93	0,643

Nivel de confianza individual = 97,80%

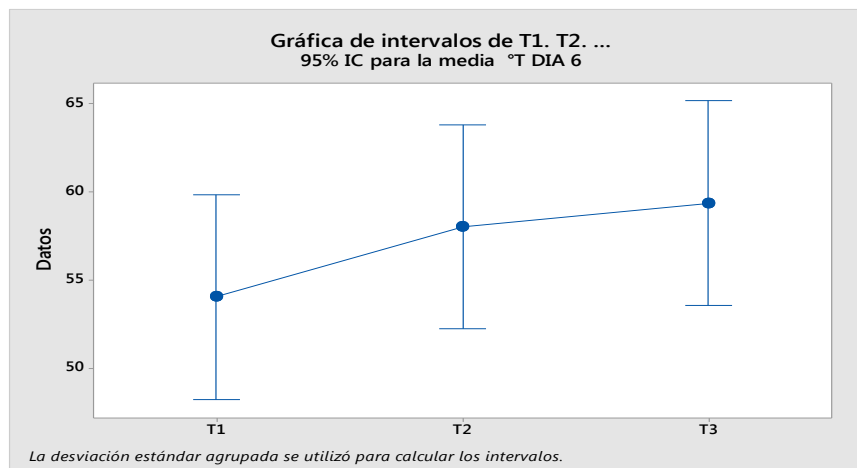
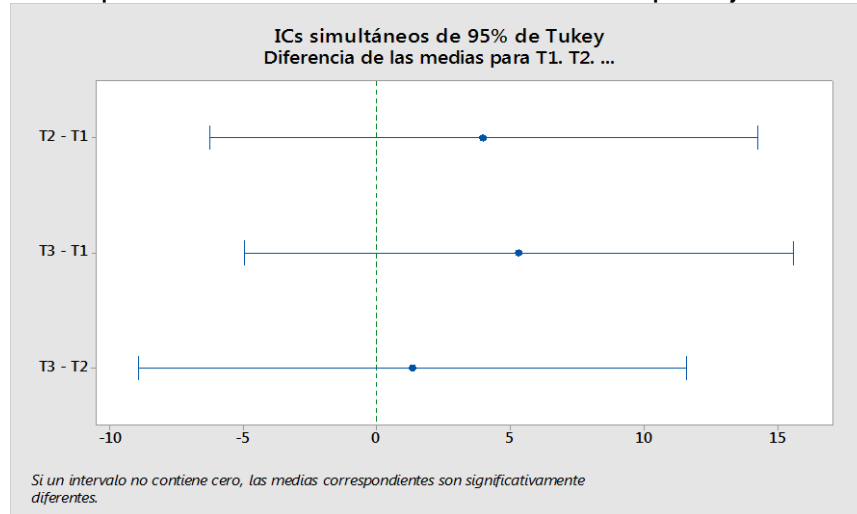
Anexo C. Análisis estadístico para temperatura

Temperatura Interna De Las Pilas De Compostaje

Análisis Estadístico De La Temperatura Interna De Las Pilas De Compostaje Día 6

ANALISIS ESTADISTICO DE TEMPERATURA DE PILAS					
DIA	FECHA	REPETICION	T1	T2	T3
6	23/08/2015	R1	57	55	57
		R2	57	63	61
		R3	48	56	60

Temperatura Interna De Las Pilas De Compostaje Día 6



Resultados para: °T DIA 6

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p

Factor 2 46,22 23,11 1,38 0,322

Error 6 100,67 16,78

Total 8 146,89

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (ajustado) (pred)

4,09607 31,47% 8,62% 0,00%

Medias

Factor N Media Desv.Est. IC de 95%

T1 3 54,00 5,20 (48,21. 59,79)

T2 3 58,00 4,36 (52,21. 63,79)

T3 3 59,33 2,08 (53,55. 65,12)

Desv.Est. agrupada = 4,09607

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T3 3 59,33 A

T2 3 58,00 A

T1 3 54,00 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

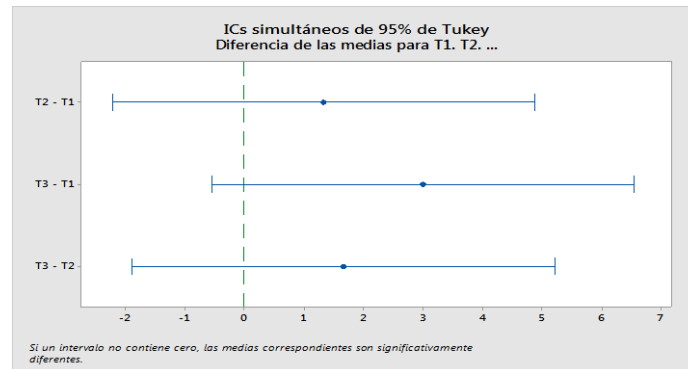
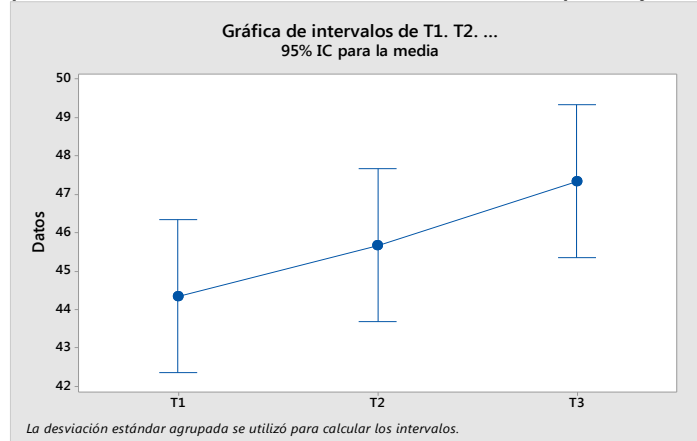
Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
T2 - T1	4,00	3,34	(-6,26. 14,26)	1,20	0,497
T3 - T1	5,33	3,34	(-4,93. 15,60)	1,59	0,318
T3 - T2	1,33	3,34	(-8,93. 11,60)	0,40	0,917

Nivel de confianza individual = 97,80%

Temperatura Interna De Las Pilas De Compostaje Dia 36

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TEMPERATURA DE PILAS					
DIA	FECHA	REPETICION	T1	T2	T3
36	23/09/2015	R1	44	47	49
		R2	44	45	45
		R3	45	45	48

Temperatura Interna De Las Pilas De Compostaje Día 36



Resultados para: °T DIA 36

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1, T2, T3

Análisis de Varianza

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p

Factor 2 13,56 6,778 3,39 0,104

Error 6 12,00 2,000

Total 8 25,56

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad. S R-cuad. (ajustado) (pred)

1,41421 53,04% 37,39% 0,00%

Medias

Factor N Media Desv.Est. IC de 95%

T1 3 44,333 0,577 (42,335. 46,331)

T2 3 45,667 1,155 (43,669. 47,665)

T3 3 47,33 2,08 (45,34. 49,33)

Desv.Est. agrupada = 1,41421

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T3 3 47,33 A

T2 3 45,667 A

T1 3 44,333 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

Diferencia de las medias EE de diferencia IC de 95% Valor p Valor T ajustado

T2 - T1 1,33 1,15 (-2,21. 4,88) 1,15 0,519

T3 - T1 3,00 1,15 (-0,54. 6,54) 2,60 0,090

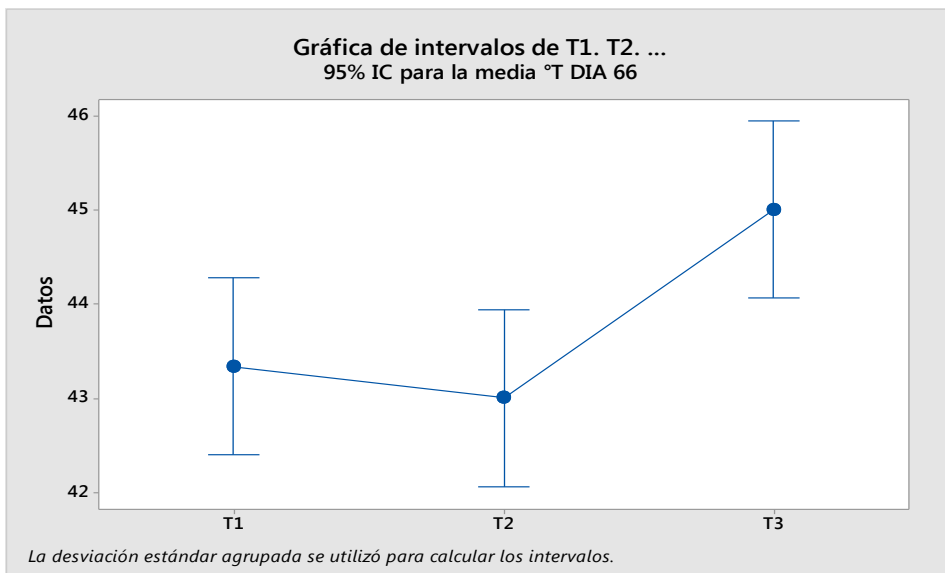
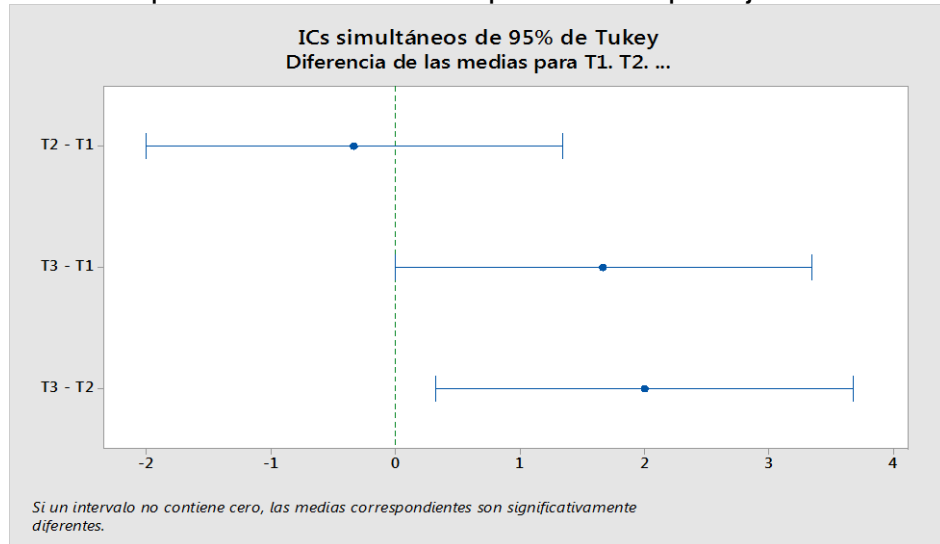
T3 - T2 1,67 1,15 (-1,88. 5,21) 1,44 0,379

Nivel de confianza individual = 97,80%

Temperatura interna de las pilas de compostaje dia 66

ANALISIS ESTADISTICO DE TEMPERATURA DE PILAS					
DIA	FECHA	REPETICION	T1	T2	T3
66	23/10/2015	R1	43	43	45
		R2	44	43	46
		R3	43	43	44

Temperatura interna de las pilas de compostaje día 66



Resultados para: °T DIA 66

ANOVA unidireccional: T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p
 Factor 2 6,889 3,4444 7,75 0,022
 Error 6 2,667 0,4444
 Total 8 9,556

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.
 S R-cuad. (ajustado) (pred)
 0,666667 72,09% 62,79% 37,21%

Medias

Factor N Media Desv.Est. IC de 95%
 T1 3 43,333 0,577 (42,392. 44,275)
 T2 3 43,00 0,00 (42,06. 43,94)
 T3 3 45,000 1,000 (44,058. 45,942)

Desv.Est. agrupada = 0,666667

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T3 3 45,000 A
 T1 3 43,333 A B
 T2 3 43,00 B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

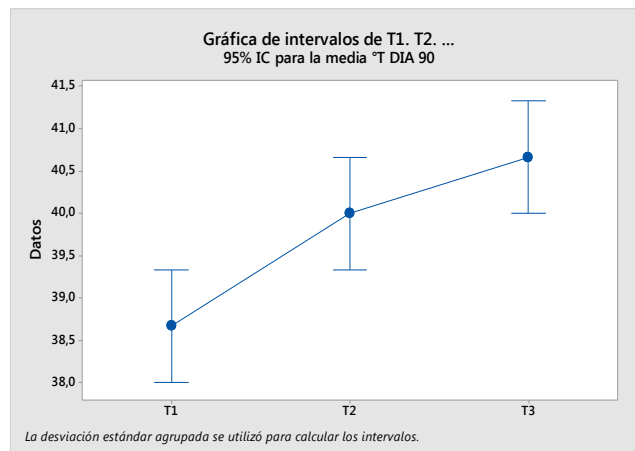
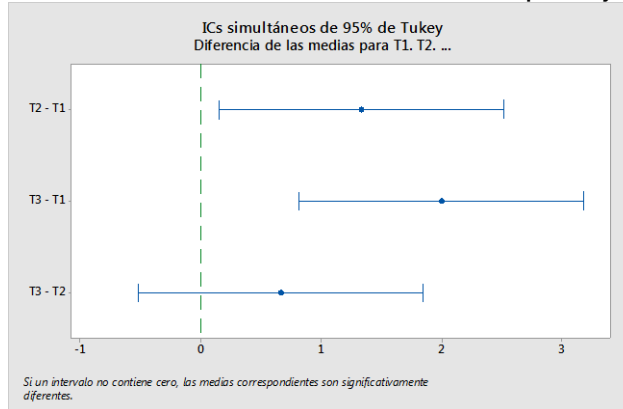
Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
T2 - T1	-0,333	0,544	(-2,004. 1,337)	-0,61	0,819
T3 - T1	1,667	0,544	(-0,004. 3,337)	3,06	0,050
T3 - T2	2,000	0,544	(0,330. 3,670)	3,67	0,024

Nivel de confianza individual = 97,80%

Temperatura interna de las pilas de compostaje día 90

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TEMPERATURA DE PILAS					
DIA	DIA	DIA	DIA		
90	16/11/2015	R1	38	40	41
		R2	39	40	40
		R3	39	40	41

Temperatura Interna De Las Pilas De Compostaje Día 90



Resultados para: °T DIA 90

ANOVA unidireccional: T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	6,222	3,1111	14,00	0,005
Error	6	1,333	0,2222		
Total	8	7,556			

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (ajustado) (pred)

0,471405 82,35% 76,47% 60,29%

Medias

Factor N Media Desv.Est. IC de 95%

T1 3 38,667 0,577 (38,001. 39,333)

T2 3 40,00 0,00 (39,33. 40,67)

T3 3 40,667 0,577 (40,001. 41,333)

Desv.Est. agrupada = 0,471405

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T3 3 40,667 A

T2 3 40,00 A

T1 3 38,667 B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
-----------------------	---------------	------------------	-----------	---------	------------------

T2 - T1	1,333	0,385	(0,152. 2,515)	3,46	0,031
---------	-------	-------	-----------------	------	-------

T3 - T1	2,000	0,385	(0,819. 3,181)	5,20	0,005
---------	-------	-------	-----------------	------	-------

T3 - T2	0,667	0,385	(-0,515. 1,848)	1,73	0,269
---------	-------	-------	-----------------	------	-------

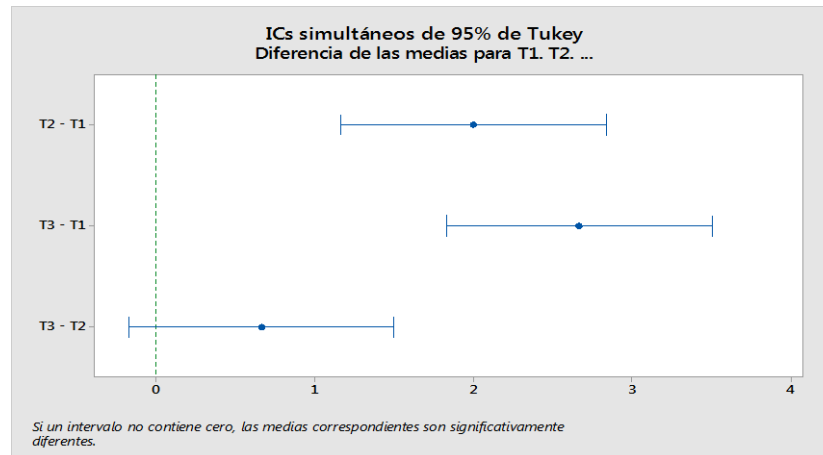
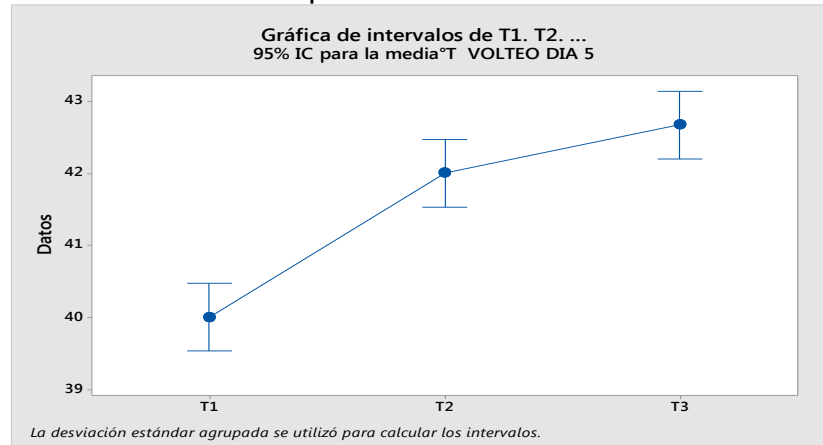
Nivel de confianza individual = 97,80%

Análisis estadístico para temperaturas después del volteo

Temperatura Volteo Día 5

DIA	FECHA	REPETICION	T1	T2	T3
5	21/11/2015	R1	40	42	43
		R2	40	42	43
		R3	40	42	42

Temperatura volteo día 5



Resultados para: °T VOLTEO DIA 5

ANOVA unidireccional: T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p

Factor 2 11,5556 5,7778 52,00 0,000

Error 6 0,6667 0,1111

Total 8 12,2222

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (ajustado) (pred)
 0,333333 94,55% 92,73% 87,73%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	40,00	0,00	(39,53. 40,47)
T2	3	42,00	0,00	(41,53. 42,47)
T3	3	42,667	0,577	(42,196. 43,138)

Desv.Est. agrupada = 0,333333

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T3	3	42,667	A
T2	3	42,00	A
T1	3	40,00	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

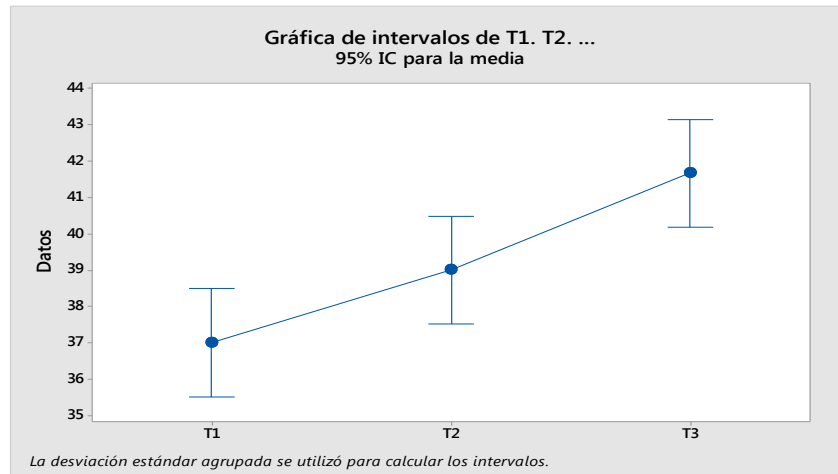
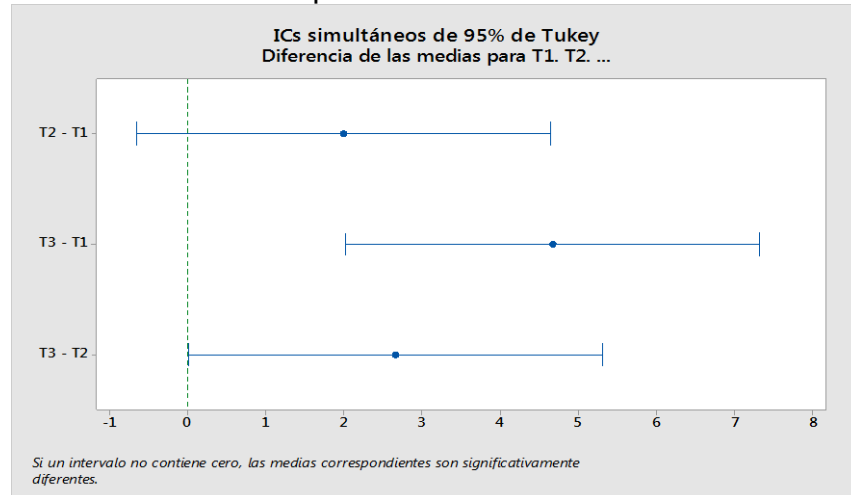
Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
T2 - T1	2,000	0,272	(1,165. 2,835)	7,35	0,001
T3 - T1	2,667	0,272	(1,831. 3,502)	9,80	0,000
T3 - T2	0,667	0,272	(-0,169. 1,502)	2,45	0,109

Nivel de confianza individual = 97,80%

Temperatura volteo día 10

DIA	DIA	REPETICION	T1	T2	T3
10	26/11/2015	R1	38	39	43
		R2	37	39	42
		R3	36	39	40

Temperatura volteo día 10



Resultados para: °T VOLTEO DIA 10

ANOVA unidireccional: T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	32,889	16,444	14,80	0,005
Error	6	6,667	1,111		
Total	8	39,556			

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (ajustado) (pred)

1,05409 83,15% 77,53% 62,08%

Medias

Factor N Media Desv.Est. IC de 95%

T1 3 37,000 1,000 (35,511. 38,489)

T2 3 39,00 0,00 (37,51. 40,49)

T3 3 41,667 1,528 (40,178. 43,156)

Desv.Est. agrupada = 1,05409

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T3 3 41,667 A

T2 3 39,00 B

T1 3 37,000 B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

Diferencia de niveles de las medias EE de diferencia IC de 95% Valor p Valor T ajustado

T2 - T1 2,000 0,861 (-0,641. 4,641) 2,32 0,128

T3 - T1 4,667 0,861 (2,025. 7,308) 5,42 0,004

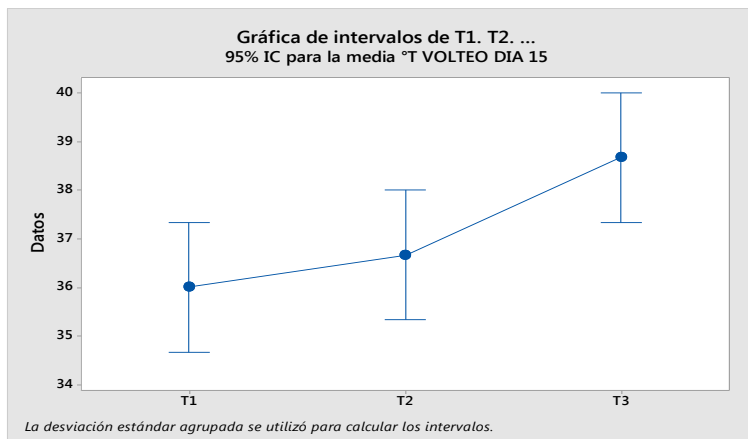
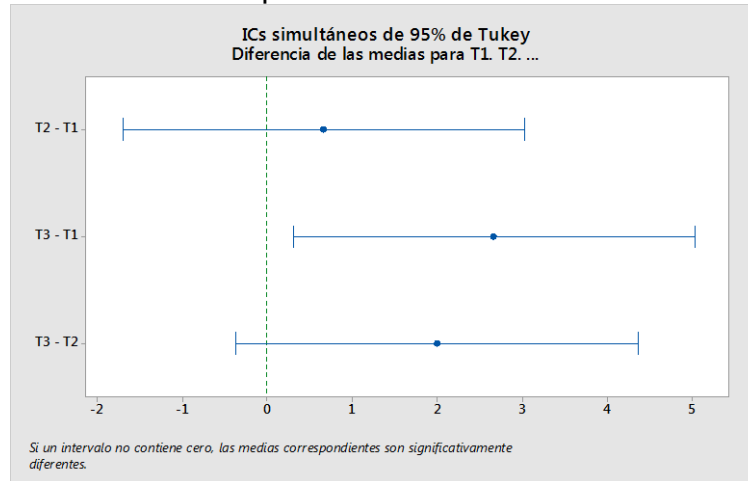
T3 - T2 2,667 0,861 (0,025. 5,308) 3,10 0,048

Nivel de confianza individual = 97,80%

Temperatura volteo día 15

TEMPERATURA DIA 15 DESPUES DEL VOLTEO					
DIA	DIA	REPETICION	T1	T2	T3
15	26/11/2015	R1	36	36	38
		R2	36	36	38
		R3	36	38	40

Temperatura volteo día 15



Resultados para: °T VOLTEO DIA 15

ANOVA unidireccional: T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p

Factor 2 11,556 5,7778 6,50 0,031

Error 6 5,333 0,8889

Total 8 16,889

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (ajustado) (pred)
 0,942809 68,42% 57,89% 28,95%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	36,00	0,00	(34,67. 37,33)
T2	3	36,667	1,155	(35,335. 37,999)
T3	3	38,667	1,155	(37,335. 39,999)

Desv.Est. agrupada = 0,942809

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T3	3	38,667	A
T2	3	36,667	A B
T1	3	36,00	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

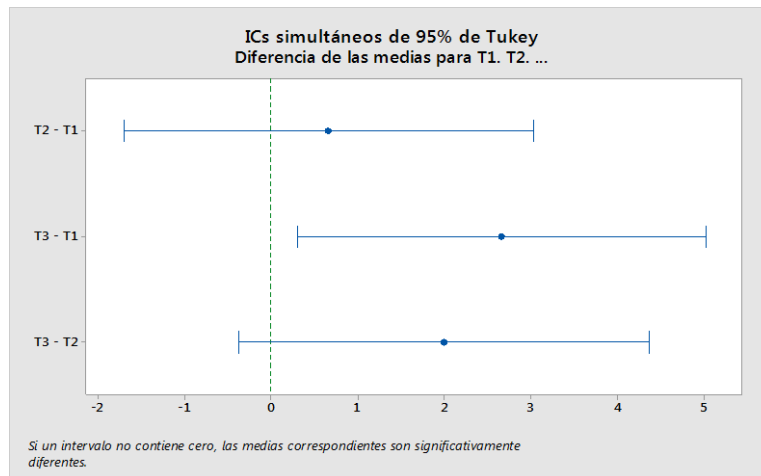
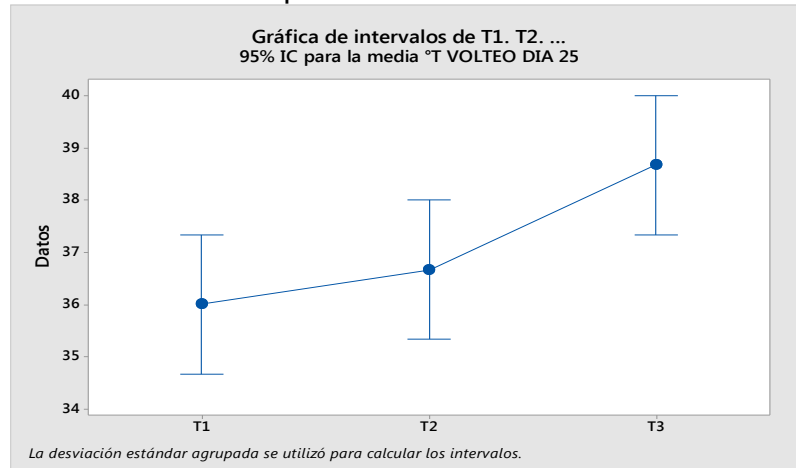
Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
T2 - T1	0,667	0,770	(-1,696. 3,029)	0,87	0,679
T3 - T1	2,667	0,770	(0,304. 5,029)	3,46	0,031
T3 - T2	2,000	0,770	(-0,362. 4,362)	2,60	0,090

Nivel de confianza individual = 97,80%

Temperatura volteo día 25

TEMPERATURA DIA 15 DESPUES DEL VOLTEO					
DIA	FECHA	REPETICION	T1	T2	T3
25	10/12/2015	R1	36	36	38
		R2	36	36	38
		R3	36	38	40

Temperatura volteo día 25



Resultados para: °TVOLTEO DIA 25

ANOVA unidireccional: T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	11,556	5,7778	6,50	0,031
Error	6	5,333	0,8889		
Total	8	16,889			

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.
 S R-cuad. (ajustado) (pred)
 0,942809 68,42% 57,89% 28,95%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	36,00	0,00	(34,67. 37,33)
T2	3	36,667	1,155	(35,335. 37,999)
T3	3	38,667	1,155	(37,335. 39,999)

Desv.Est. agrupada = 0,942809

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T3	3	38,667	A
T2	3	36,667	A B
T1	3	36,00	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

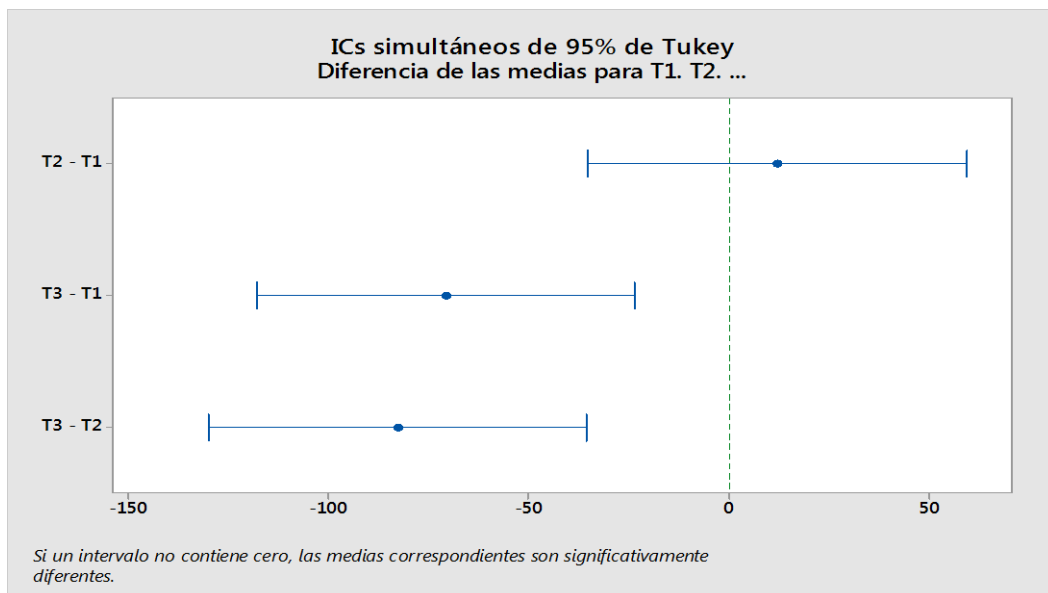
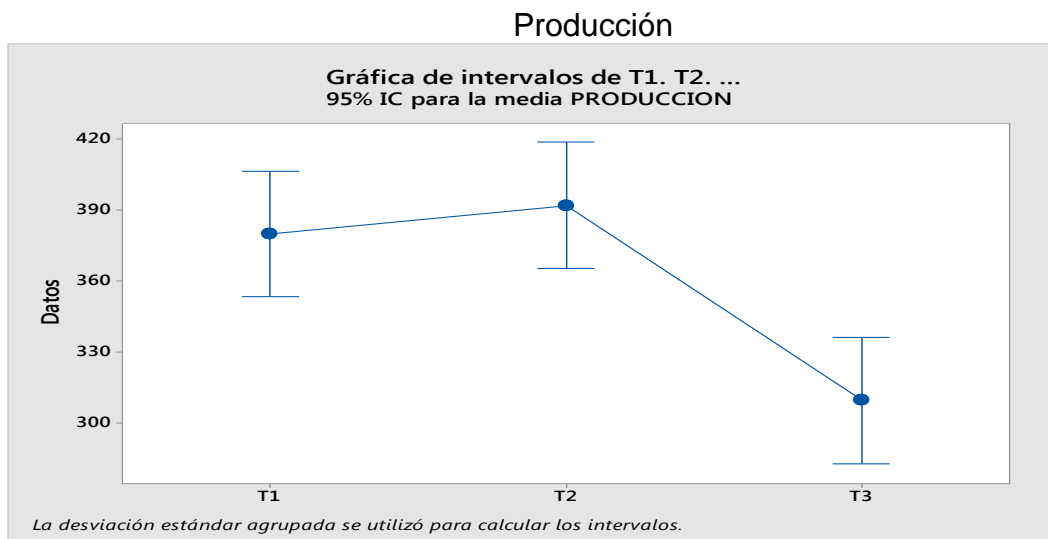
Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
T2 - T1	0,667	0,770	(-1,696. 3,029)	0,87	0,679
T3 - T1	2,667	0,770	(0,304. 5,029)	3,46	0,031
T3 - T2	2,000	0,770	(-0,362. 4,362)	2,60	0,090

Nivel de confianza individual = 97,80%

Anexo D. análisis estadístico para producto terminado

Resultados del análisis Estadístico para producto terminado

Producción			
	T1	T2	T3
PRODUCCIÓN	398	392	334
	373	392	278
	369	392	316



Resultados para: PRODUCCIÓN
ANOVA unidireccional: T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	11972	5985,8	16,87	0,003
Error	6	2129	354,8		
Total	8	14100			

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (ajustado) (pred)

18,8355 84,90% 79,87% 66,03%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	380,00	15,72	(353,39. 406,61)
T2	3	392,0	0,0	(365,4. 418,6)
T3	3	309,3	28,6	(282,7. 335,9)

Desv.Est. agrupada = 18,8355

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
T2	3	392,0	A
T1	3	380,00	A
T3	3	309,3	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

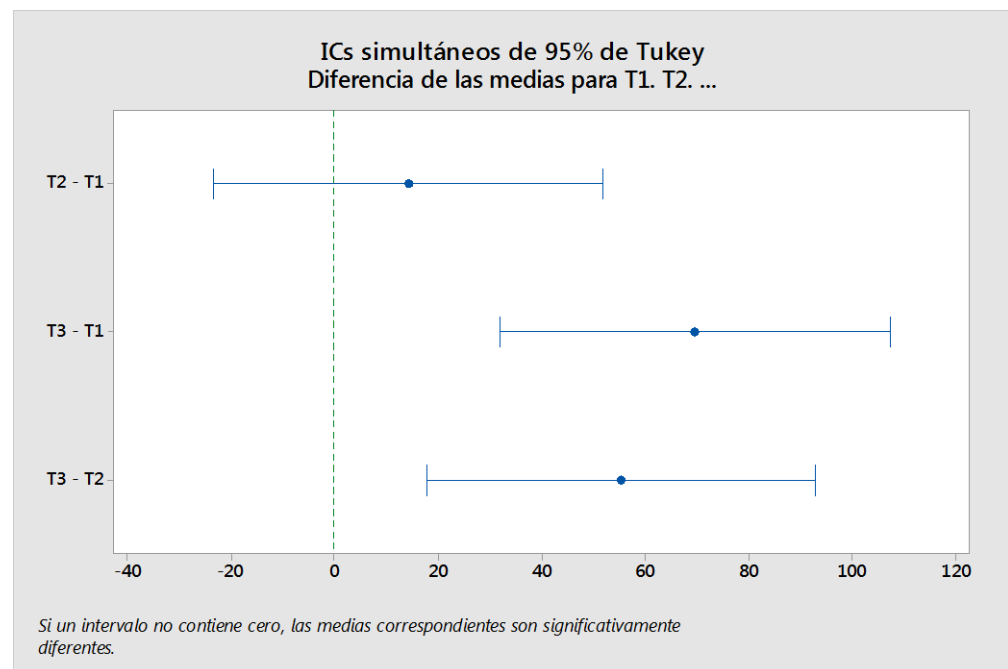
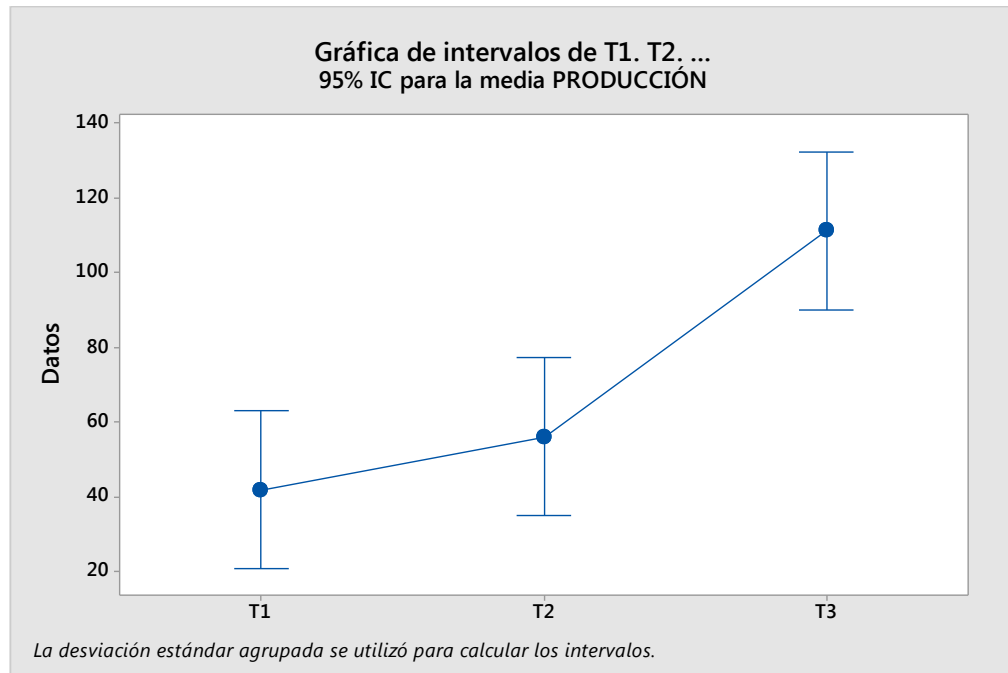
Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
T2 - T1	12,0	15,4	(-35,2. 59,2)	0,78	0,728
T3 - T1	-70,7	15,4	(-117,9. -23,5)	-4,59	0,009
T3 - T2	-82,7	15,4	(-129,9. -35,5)	-5,38	0,004

Nivel de confianza individual = 97,80%

Carcasa

	T1	T2	T3
CARCASA	50	56	136
	25	56	102
	50	56	96

carcasa



Resultados para: CARCASA

ANOVA unidireccional: T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza SC

Fuente GL Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p

Factor 2 8121 4060,3 18,08 0,003

Error 6 1347 224,6

Total 8 9468

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.

S R-cuad. (ajustado) (pred)

14,9852 85,77% 81,03% 67,98%

Medias

Factor N Media Desv.Est. IC de 95%

T1 3 41,67 14,43 (20,50. 62,84)

T2 3 56,00 0,00 (34,83. 77,17)

T3 3 111,3 21,6 (90,2. 132,5)

Desv.Est. agrupada = 14,9852

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T3 3 111,3 A

T2 3 56,00 B

T1 3 41,67 B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

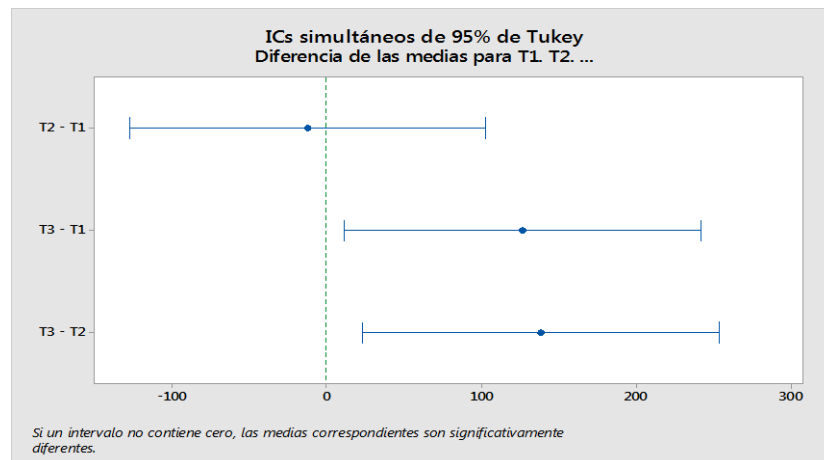
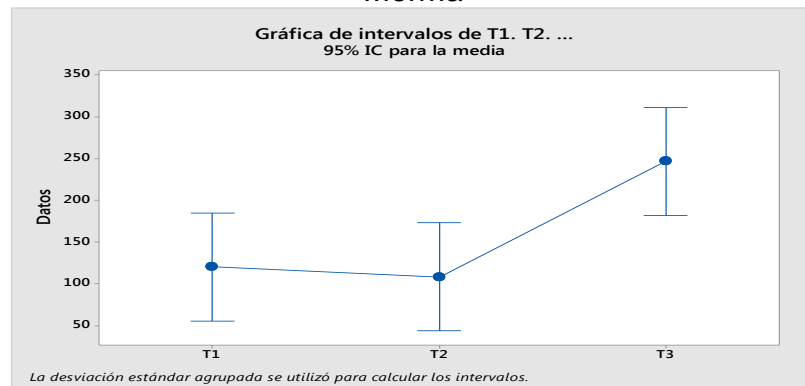
Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
T2 - T1	14,3	12,2	(-23,2. 51,9)	1,17	0,510
T3 - T1	69,7	12,2	(32,1. 107,2)	5,69	0,003
T3 - T2	55,3	12,2	(17,8. 92,9)	4,52	0,010

Nivel de confianza individual = 97,80%

Merma

	T1	T2	T3
MERMA	102	108	334
	127	108	222
	131	108	184

Merma



Resultados para: MERMA

ANOVA unidireccional: T1. T2. T3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 3 T1. T2. T3

Análisis de Varianza

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p

Factor	2	35417	17708	8,39	0,018
Error	6	12657	2109		
Total	8	48074			

Resumen del modelo

		R-cuad.	R-cuad.
	S	R-cuad. (ajustado)	(pred)
45,9287	73,67%	64,90%	40,76%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	120,00	15,72	(55,12. 184,88)
T2	3	108,0	0,0	(43,1. 172,9)
T3	3	246,7	78,0	(181,8. 311,6)

Desv.Est. agrupada = 45,9287

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

T3	3	246,7	A
T1	3	120,00	B
T2	3	108,0	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia

Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor p	Valor T ajustado
T2 - T1	-12,0	37,5	(-127,1. 103,1)	-0,32	0,946
T3 - T1	126,7	37,5	(11,6. 241,8)	3,38	0,034
T3 - T2	138,7	37,5	(23,6. 253,8)	3,70	0,024

Nivel de confianza individual = 97,80%