

**DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CARNICOS, MEDIANTE LA
PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia illuscens L.*)**

**ELIANA MARCELA GAMBOA ROJAS
NICOLÁS JASBON OROZCO**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
BOGOTÁ D.C.
2008**

**DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CARNICOS,
MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA
(*Hermetia illuscens L.*)**

**ELIANA MARCELA GAMBOA ROJAS
NICOLÁS JASBON OROZCO**

**Proyecto de Grado para optar al título de Ingenieros Ambientales y
Sanitarios**

**Directora
YANETH PARRA
Ingeniera Química**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
BOGOTÁ D.C.
2008**

Nota de aceptación

Directora trabajo de grado

Firma del jurado

Firma del jurado

Agradezco a Dios, a mis padres y hermanos, quienes me apoyaron y participaron en mi proceso de formación profesional y que con su compañía y cariño me permitieron lograr mis objetivos a lo largo de toda la carrera y culminar con éxito mis estudios.

Agradezco también a mis amigas Milena Hincapié, Kelly Ibáñez, Luisa Gómez Liyan Pacheco, Xiomara León y Angela Jiménez por su gran amistad, apoyo, paciencia y cariño que me ofrecieron durante todo este tiempo y por su constante preocupación e interés en mí.

Eliana Gamboa

Doy gracias a Dios, a mis padres, familiares y amigos por darme su apoyo, comprensión y ayuda durante este camino de aprendizaje, esfuerzo y trabajo. También a mi compañera Eliana porque con su carácter, temple e inteligencia logramos trabajar en equipo y así alcanzamos esta meta, y es una de las muchas que tendré que alcanzar en mi vida. También le pido a Dios que nos llene de bendiciones en este camino que apenas comienza y nos haga más sabios cada día.

Nicolás Jasbon

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Yaneth Parra, Ingeniera química y Directora del presente proyecto de grado, por su colaboración, apoyo y por la credibilidad y orientación que le aportó a la investigación.

Profesor Pedro Miguel Escobar, Docente y Director del laboratorio de Bioensayos, por su apoyo y acompañamiento en el desarrollo de las diferentes fases del proyecto.

A Fabiana y Adriana, secretarias de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria por su amistad, cariño, preocupación y ayuda en todo momento.

Al personal del laboratorio de Ingeniería Ambiental, por toda la colaboración prestada para la realización de los análisis pertinentes a la investigación.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
RESUMEN	17
INTRODUCCIÓN	19
1.OBJETIVOS	21
1.1 OBJETIVO GENERAL	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2. MARCO TEÓRICO	22
2.1 MOSCA SOLDADA NEGRA	22
2.2 LOS ALMIDONES	24
2.2.1 Papa.	25
2.2.2 Yuca.	26
2.2.3 Arracacha.	28
2.2.4 Hidrólisis de almidones.	29
2.3 RESIDUOS ORGÁNICOS	30
2.3.1 Residuos orgánicos en las plazas de mercado.	30
2.3.2 Los lixiviados.	31
2.3.2.1 Tratamiento de lixiviados.	31
2.4 TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS.	34
2.4.1 Compostaje.	34
2.4.1.1 Factores que condicionan el proceso de compostaje.	35
2.4.1.2 El proceso de compostaje.	36
2.4.1.3 Técnicas de fabricación de compost.	36
2.4.1.4 Costos de producción de compostaje.	37
2.4.2 Producción de biogás.	37
2.4.2.1 Factores que afectan la producción de biogás.	38
2.4.2.2 Costos de producción de biogás.	39
2.4.3 Vermicompostaje o lombricompostaje (compostaje con lombrices / gusanos).	39
2.4.3.1 Costos de producción de vermicompost.	39
2.5 USO DE INSECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PARA ANIMALES	40
2.6 AGENTES PATÓGENOS COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN	41
2.6.1 Coliformes.	42
2.6.2 Hongos y levaduras.	42
2.7 Análisis químico proximal.	42
2.7.1 Contenido de humedad.	43
2.7.2 Contenido de nitrógeno.	43

2.7.3 Contenido de proteína bruta (PB).	43
3. MARCO LEGAL	44
4. MATERIALES Y MÉTODOS	45
4.1 MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS	46
4.2 FASE PRE EXPERIMENTAL	47
4.2.1 Etapa 1.	47
4.2.2 Etapa 2.	51
4.3 Fase experimental.	52
4.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	52
4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	53
4.6 FASE DE DISEÑO	54
5. RESULTADOS	55
5.1 RESULTADOS DE BIOMASA ADQUIRIDA EN LA FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 1	55
5.2 RESULTADOS DE BIOMASA ADQUIRIDA EN LA FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 2	56
5.3 RESULTADOS DE BIOMASA ADQUIRIDA EN LA FASE EXPERIMENTAL	56
5.4 RESULTADOS DE ANÁLISIS EN LABORATORIO	57
5.4.1 Determinación de porcentaje de humedad, nitrógeno y proteínas.	57
5.4.2 Análisis de minerales. Determinación de hierro, calcio y magnesio.	57
5.4.3 Análisis de fósforo, nitritos, nitratos, nitrógeno en el lixiviado y pH.	58
5.4.4 Análisis microbiológicos.	58
5.4.4.1 Presencia de coliformes totales en las muestras analizadas.	59
5.4.4.2 Presencia de hongos en las muestras analizadas.	60
5.4.4.3 Presencia de levaduras en las muestras analizadas.	60
5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	62
5.6 ANÁLISIS DE LOS GASES OBTENIDOS EN EL PROCESO	63
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	64
6.1 FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 1	64
6.2 FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 2	68
6.3 FASE EXPERIMENTAL	71
6.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	77
6.5 ANÁLISIS DE LOS GASES OBTENIDOS EN EL PROCESO	78
6.6 ANÁLISIS DE FÓSFORO, NITRITOS, NITRATOS Y NITRÓGENO AMONIACAL DEL LIXIVIADO	78
6.7 COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS SUSTRATO DE FRUTAS Y VERDURAS Y ALMIDONES	79
7. CONSIDERACIONES DEL PROCESO	81
8. IMPACTOS AMBIENTALES	83
8.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	83
8.1.1 Actividades del proceso con potencial para causar impactos.	83
8.1.2 Diagrama de flujo.	84

8.1.3 Elementos y factores ambientales potencialmente afectables.	86
8.1.4 Descripción general de impactos ambientales potencialmente afectables.	86
8.1.5 Jerarquización de Impactos Ambientales	93
8.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS SANITARIAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO	93
8.2.1 Identificación de puntos críticos del proceso.	94
8.2.2 Medidas sanitarias a implementar.	94
8.2.2.1 Control de la aparición y presencia de agentes patógenos.	94
8.2.2.2. Establecimiento de procedimientos de limpieza.	93
8.2.2.3 Control de derrames.	96
8.2.2.4 Uso de implementos de seguridad.	96
8.3 FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL	96
9. CONCLUSIONES	102
10. RECOMENDACIONES	104
11. BIBLIOGRAFÍA	106
12. ANEXOS	109

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Comparación en el valor nutricional entre la harina de pescado y la harina de larvas	41
Tabla 2. Marco legal	44
Tabla 3. Diseño experimental de la fase pre experimental. Etapa 1.	48
Tabla 4. Diseño experimental para la fase pre experimental. Etapa 2	51
Tabla 5. Diseño experimental para la fase experimental.	52
Tabla 6. Diseño para análisis de varianza	53
Tabla 7. Biomasa adquirida en la fase pre experimental. Etapa 1	56
Tabla 8. Longitud en la fase pre experimental. Etapa 1	56
Tabla 9. Biomasa adquirida en la fase pre experimental. Etapa 2	56
Tabla 10. Longitud adquirida en la fase pre experimental. Etapa 2	56
Tabla 11. Biomasa adquirida en la fase experimental.	56
Tabla 12. Longitud adquirida en la fase experimental.	56
Tabla 13. Determinación de porcentaje de humedad, contenido de nitrógeno y proteína.	57
Tabla 14. Concentración de minerales.	58
Tabla 15. Concentraciones de fósforo y nitrógeno del lixiviado analizado.	58
Tabla 16. Presencia de agentes contaminantes en las muestras analizadas	59
Tabla 17. Colonias de coliformes totales encontradas en las muestras analizadas.	61
Tabla 18. Análisis de varianza	62
Tabla 19. Número de tratamientos y observaciones para análisis de varianza	62
Tabla 20. Determinación de resultados para análisis de varianza	63
Tabla 21. Cantidad de residuo no digerido producido en 34 días de degradación.	65
Tabla 22. Efectividad de degradación de las larvas con cada sustrato. Etapa 1.	66
Tabla 23. Mortalidad de las larvas en la fase pre experimental. Etapa 1	67
Tabla 24. Cantidad de residuo no digerido producido en 34 días de degradación.	69
Tabla 25. Efectividad de degradación de las larvas con cada sustrato. Etapa 2.	69
Tabla 26. Mortalidad de las larvas en la fase pre experimental. Etapa 2	71
Tabla 27. Mortalidad de las larvas en la fase experimental.	72

Tabla 28. Cantidad de residuo no digerido producido en la fase experimental.	73
Tabla 29. Efectividad de degradación de las larvas con cada sustrato. Fase experimental.	74
Tabla 30. Actividades del proceso de degradación con potencial de generar impactos ambientales	83
Tabla 31. Determinación de elementos ambientales	86
Tabla 32. Rangos de significancia para calificación de impactos ambientales	87
Tabla 33. Rangos de ponderación para calificación de impactos ambientales	87
Tabla 34. Matriz de identificación de impactos ambientales para el proceso de degradación de residuos de almidón y cárnicos, mediante la producción de la larva soldada negra, <i>Hermetia Illucens l.</i>	88
Tabla 35. Matriz de calificación de impactos ambientales para el proceso de degradación de residuos de almidón y cárnicos, mediante la producción de la larva soldada negra, <i>Hermetia Illucens l.</i>	89
Tabla 36. Matriz de calificación de impactos ambientales	90
Tabla 37. Matriz de calificación de impactos ambientales	91
Tabla 38. Matriz de calificación de impactos ambientales	92
Tabla 39. Jerarquización de Impactos Ambientales.	93
Tabla 40. Identificación de puntos críticos del proceso	94
Tabla 41. Ficha de manejo ambiental para control de vertimientos	96
Tabla 42. Ficha de manejo ambiental para control de emisiones	97
Tabla 43. Ficha de manejo ambiental para generación de residuos sólidos	98
Tabla 44. Ficha de manejo ambiental para uso del recurso energético	99
Tabla 45. Ficha de manejo ambiental para seguridad y salud ocupacional	100

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Esquema de la larva de mosca soldada negra	23
Figura 2. Esquema de mosca mosca soldada negra	23
Figura 3. Mosca soldada negra	23
Figura 4. Larvas de mosca soldada negra	23
Figura 5. Papa	26
Figura 6. Planta de la papa	26
Figura 7. Tubérculo de yuca	27
Figura 8. Planta de yuca	27
Figura 9. Tubérculo de arracacha	29
Figura 10. Imagen de la planta de arracacha	29
Figura 11. Almacenamiento de larvas	45
Figura 12. Montaje experimental para el desarrollo de la investigación	48
Figura 13. Desarrollo larvario	48
Figura 14. Desarrollo larvario	48
Figura 15. Características iniciales del sustrato	49
Figura 16. Cambio en las características del sustrato	49
Figura 17. Residuos finales de almidón en las réplicas	49
Figura 18. Características finales del sustrato	49
Figura 19. Equipo de digestión Kjeldahl	50
Figura 20. Espectrofotómetro de absorción atómica	50
Figura 21. Lixiviado fase experimental	59
Figura 22. Harina de larvas 80% yuca+20%banano	59
Figura 23. Larva mezcla 95%Yuca 5% carne	59
Figura 24. Larva mezcla 76% yuca + 19% banano + 5%carne	59
Figura 25. Lixiviado fase experimental	60
Figura 26. Harina de larvas 80% yuca+20%banano	60
Figura 27. Larva mezcla 95%Yuca 5% carne	60
Figura 28. Larva mezcla 76% yuca + 19% banano + 5%carne	60
Figura 29. Lixiviado fase experimental	60
Figura 30. Harina de larvas 80% yuca+20%banano	60
Figura 31. Larva mezcla 95%Yuca 5% carne	61
Figura 32. Larva mezcla 76% yuca + 19% banano + 5%carne	61
Figura 33. Lixiviado fase experimental	61
Figura 34. Harina de larvas 80% yuca+20%banano	61

Figura 35. Larva mezcla 95%Yuca 5% carne	62
Figura 36. Larva mezcla 76% yuca + 19% banano + 5%carne	62
Figura 37. Biomasa final de las larvas. Fase pre experimental, etapa 1	64
Figura 38. Residuos no digeridos generados en la fase pre experimental. Etapa 1	65
Figura 39. Proteína obtenida por las larvas en la fase pre experimental. Etapa 1.	66
Figura 40. Contenido de Hierro en las larvas. Etapa 1.	67
Figura 41. Contenido de Calcio en las larvas. Etapa 1	67
Figura 42. Contenido de Magnesio en las larvas. Etapa 1	67
Figura 43. Biomasa final de las larvas en la fase pre experimental. Etapa 2	68
Figura 44. Residuos no digeridos generados en la fase pre experimental. Etapa 2	69
Figura 45. Proteína obtenida por las larvas en la fase pre experimental. Etapa 2.	70
Figura 46. Contenido de Hierro en las larvas. Etapa 2	70
Figura 47. Contenido de Calcio en las larvas. Etapa 2.	70
Figura 48 Contenido de Magnesio en las larvas. Etapa 2	71
Figura 49. Biomasa final de las larvas. Fase experimental	72
Figura 50. Residuos no digeridos generados en la fase experimental.	73
Figura 51. Porcentaje y cantidad de residuos no digeridos producidos durante la investigación por etapa.	74
Figura 52. Proteína obtenida por las larvas en la fase experimental.	75
Figura 53. Contenido de Hierro en las larvas. Fase Experimental.	76
Figura 54. Contenido de Calcio en las larvas. Fase Experimental.	76
Figura 55. Contenido de Magnesio en las larvas. Fase Experimental.	76
Figura 56. Contenidos de hierro representativos	77
Figura 57. Contenidos de calcio representativos	77
Figura 58. Contenidos de magnesio representativos	77
Figura 59. Esquema de optimización del proceso.	81
Figura 60. Diagrama de flujo del proceso.	84
Figura 61. Horno para eliminación del contenido de humedad	157
Figura 62. Desecador	157
Figura 63. Agar utilizado para medios de cultivo	163
Figura 64. Calentamiento del agar hasta ebullición	163
Figura 65. Cajas de petri envueltas	164
Figura 66. Autoclave para esterilización	164
Figura 67. Incubadora	165
Figura 68. Cajas de petri en incubadora	165

LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO A. TABLAS DE RESULTADOS	109
ANEXO B. CÁLCULOS PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE LAS LARVAS	153
ANEXO C. CÁLCULOS DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD	155
ANEXO D. CALCULO DE LAS PROPORCIONES DE SUSTRATO PARA LA FASE EXPERIMENTAL.	157
ANEXO E. METODO NITROGENO KJELDAHL	157
ANEXO F. PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	163
ANEXO G. PREPARACION DE PATRONES PARA MEDICIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA	165
ANEXO H. EJEMPLO DE CÁLCULO DE LOS NIVELES DE SIGNIFICANCIA PARA LA CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.	168
ANEXO I. ANALISIS DE VARIANZA	168

GLOSARIO

AGENTE CONTAMINANTE: Agente de naturaleza física química o biológica que, estando presente en el ambiente laboral, puede provocar, en función de las características de exposición al mismo, efectos nocivos en la salud

ANOXICO: Ambiente con muy poco nivel de oxígeno.

BIOMASA: Cantidad de materia viva presente en un determinado momento y en un determinado espacio, expresada en unidades de peso por unidades de área o de volumen. El peso puede ser húmedo (vivo), seco, o seco libre de cenizas (este último equivale aprox. al peso de materia orgánica).

BIPINADO: Hoja formada por un conjunto de pequeñas hojitas ubicadas en todos lados del pecíolo.

COLIFORMES TOTALES: Grupo de bacterias que pueden ser de origen fecal o ambiental y se utilizan como indicadores de la posible presencia en el agua de organismos que ocasionan enfermedades.

CONSPICUO: Sobresaliente o llamativo.

DISEÑO EXPERIMENTAL: Plan o estrategia concebida para responder a las preguntas de una investigación. El diseño señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio, contestar las interrogantes que se ha planteado y analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular.

ECLOSIÓN: Proceso mediante el cual las larvas salen del huevo, iniciando una vida libre.

EUFORBIÁCEAS: La familia Euphorbiaceae la constituyen árboles, arbustos, matas y hierbas; típicamente con látex, monoicas o dioicas. Poseen hojas simples, generalmente alternas a menudo estipuladas.

GLUCOSA: Azúcar muy común formada por seis carbonos; es la forma principal en que los carbohidratos son transportados de una célula a otra en las plantas.

HONGOS: Organismos eucariotas aclorofilos, portadores de esporas, con talo dotado de pared típica, con nutrición por absorción, o con un talo sin pared, que presenta nutrición fagotrófica.

IMPACTO AMBIENTAL: Acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio ambiente o en alguno de los componentes del mismo.

INSOLUBLE: Que no puede disolverse, ni diluirse.

LECHO FLUIDIZADO: Se da el nombre de fluidización al proceso de contacto que ocurre entre un sólido y un fluido (gas o líquido) en el cual el lecho formado por partículas sólidas finamente divididas se levanta y se agita por medio de una corriente ascendente de fluido.

LEVADURAS: Hongos unicelulares ampliamente distribuidos. Son de gran importancia económica pues se emplean para la fabricación de pan y cerveza, entre otros.

LÍPIDO: Los lípidos son un conjunto de moléculas orgánicas, la mayoría biomoléculas, compuestas principalmente por carbono e hidrógeno y en menor medida oxígeno, aunque también pueden contener fósforo, azufre y nitrógeno, que tienen como característica principal el ser hidrofóbicas o insolubles en agua y sí en disolventes orgánicos como la bencina, el alcohol, el benceno y el cloroformo.

MESÓFILO: Un organismo es mesófilo cuando tiene una temperatura óptima de crecimiento comprendida entre 20°C y 45°C. La temperatura mínima se encuentra en el rango de 15°C a 20°C y la temperatura máxima en torno a 45°C. La gran mayoría de los microorganismos son mesófilos, incluidos los patógenos.

MONOICO: Vegetal con flores unisexuales, apareciendo simultáneamente en cada árbol las de ambos sexos.

PERCOLAR: Acción por la que el agua atraviesa el suelo hacia abajo.

PERENNE: Dícese del vegetal que vive tres años o más.

PROTEÍNA: Sustancia química compuesta de aminoácidos.

PUPARIO: En dípteros superiores, cubierta externa endurecida de la pupa correspondiente a la última piel de la larva.

SÉSILES: Hoja que va directamente unida al tallo sin pecíolo.

SIMPODIAL: Es una forma de crecimiento de las plantas en sentido horizontal o lateral, a lo largo de un rizoma.

SOLANÁCEAS: Las Solanáceas (*Solanaceae* Juss.) es una familia de plantas herbáceas o leñosas con las hojas alternas, simples y sin estípulas pertenecientes al orden Solanales, de las dicotiledóneas. Comprende aproximadamente 98 géneros y unas 2700 especies,² con una gran diversidad de hábito, morfología y ecología.

TAXONOMÍA: Ciencia de la clasificación de los seres vivos que tiene por objeto el establecimiento de grupos o categorías (taxones), en las que se reúnen organismos afines y semejantes. En rango decreciente, los taxones básicos son: Reino, Filo, Clase, Orden, Familia, Género y Especie.

RESUMEN

La presente investigación esta enfocada a la determinación de alternativas eficientes para la reducción de residuos orgánicos a los cuales se les puede dar otro tipo de tratamiento, disminuyendo así la cantidad de materia sólida que llega a los rellenos sanitarios. La alternativa que se plantea, es el uso de larvas de mosca soldada negra (*Hermetia Illucens L.*), en procesos de degradación de materia orgánica, compuesta por residuos de banano, yuca, papa, arracacha y un porcentaje de carne de res. La investigación estuvo compuesta por una fase pre experimental, y una fase experimental. La primera etapa de la fase pre experimental consistió en la determinación del almidón más efectivo en cuanto al aumento en la biomasa de las larvas, la segunda etapa de la fase pre experimental consistió en la determinación de la mezcla mas efectiva del almidón y banano para el aumento de la biomasa de las larvas y la fase experimental consistió en la evaluación del comportamiento de la mezcla que mejores resultados arrojo en la etapa anterior con una mezcla que contiene 5% de carne de res y 95% de yuca. Los resultados obtenidos, permitieron determinar que las larvas degradan satisfactoriamente almidones y que la yuca combinada con banano es el almidón mas efectivo en cuanto al aumento de la biomasa de las larvas, de igual forma se estableció que en el proceso de degradación de las larvas, aumentan su contenido proteico por lo que su harina puede usarse como parte de las materias primas utilizadas en los procesos de producción de concentrados para animales; con respecto al lixiviado resultante, este presento niveles bajos en la concentración de fosforo y nitrógeno, por lo cual su posible uso en actividades agrícolas es restringido. Estos resultados permitieron evaluar el comportamiento de la larva en cuanto a la degradación de almidones, el posible uso de los sub productos del proceso y establecer por medio de análisis microbiológicos la presencia de agentes contaminantes en el proceso.

Palabras Claves: Residuos orgánicos, degradación, larva, biomasa, almidón, concentrados.

ABSTRACT

This research is focused on identifying efficient alternatives for reducing the amount of organic waste to which they can use or other treatment, thereby reducing the amount of solid matter that reaches landfills. The alternative that arises is the use of welded black fly larvae (*Hermetia illucens L.*), degradation processes of organic matter, which in this case consisted of waste bananas, cassava, potato, arracacha and a percentage of meat of beef. The research was conducted through a pilot assembly which were located in different tests with their repetition. The investigation was to consist of a pre pilot and a pilot phase. The first phase of the pilot phase consisted of pre-determination of starch more effective in terms of increase in biomass larvae, the second phase consisted of identifying the most effective mixture of starch and banana for the increase in biomass larvae and the pilot phase consisted of the performance assessment of the mix that best results fearlessness in the previous phase with a rate of 5% of beef. The results, revealed that the larvae degrade satisfactorily starches and cassava starch is more effective in terms of increased biomass larvae, just as it was established that in the process of degradation larvae increase its protein content by what your meal could be used as part of the raw materials used in production processes concentrates for animals; over the resulting leachate, this presented a low concentration of nitrogen and phosphorus, so its possible use in agricultural activities is restricted. These results allowed to evaluate the behavior of the larvae on the degradation of starches, the possible use of the byproducts of the process and establish microbiological analyses by the presence of pollutants in the process.

Key words: Organic wastes, degradation, larva, biomass, starch, concentrates.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo diario de las actividades humanas supone una alteración de los recursos, por lo cual se hace importante establecer mecanismos de control y vigilancia de los impactos generados, sin embargo, la tendencia actual dirige los esfuerzos hacia el establecimiento de mejoras técnicas que permitan la disminución y mitigación de los impactos ambientales así como el mejoramiento en los procedimientos de tratamiento y disposición de los residuos provenientes de las diferentes actividades productivas para un mejor aprovechamiento de los recursos.

La problemática ambiental actual exige la introducción de nuevas alternativas para el manejo y control de los diferentes tipos de contaminación e impactos que las actividades humanas generan, estas deben tener en cuenta no solo las implicaciones ambientales y de calidad de vida que esto supone sino también los costos económicos que deben asumirse frente a las actividades de tratamiento y disposición de residuos, por lo cual surge la importancia del aprovechamiento de la biomasa para hacer uso de los recursos disponibles.

En concordancia con lo anterior, se presentan alternativas para el manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos, entre las cuales se encuentran la degradación de estos materiales por medio de la actividad metabólica de organismos vivos, quienes aportan un valor agregado al producto final siendo este aprovechable para otros fines de consumo. Este es el caso de las larvas de mosca soldada negra (*Hermetia Illucens L.*), las cuales están siendo estudiadas ampliamente para este tipo de fines dado que sus características permiten una fácil incorporación en procesos de producción de alimentos para animales, proporcionando proteínas y lípidos altamente aprovechables. Sin embargo existen técnicas que permiten hacer más eficientes este tipo de procesos y generar a su vez beneficios ambientales, este es el caso de la presente investigación, en la cual se establece la efectividad de las larvas de mosca soldada negra en procesos de degradación de almidones y cárnicos, sustratos que aportan a las larvas proteínas y otros componentes, útiles en la producción de alimento para animales a partir de la harina de estas larvas.

Esta investigación se realizó teniendo en cuenta la importancia ambiental y económica que implica una disminución de los residuos sólidos que llegan a los centros de disposición y rellenos sanitarios, los cuales en el caso de los residuos orgánicos constituyen el 65% del total de los residuos sólidos producidos diariamente en Colombia. Se pretende que sus resultados permitan establecer la calidad de la harina de las larvas para incluirlas como materia prima en algunos procesos y al mismo tiempo generar un beneficio ambiental.

Adicionalmente, el presente proyecto de investigación, brinda información acerca del desarrollo de nuevas técnicas de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos y permite establecer ventajas ambientales y económicas de procesos alternativos que conduzcan a un mejoramiento ambiental en diversas áreas, como lo es la de producción de alimentos para animales en donde la obtención y uso de materias primas supone altos costos para las empresas, por tanto la aplicación de sus resultados se enfoca en dos campos principales. El primero tiene un enfoque ambiental ya que implica una disminución en el volumen de residuos orgánicos generados por diferentes actividades, lo cual supone un aprovechamiento de los mismos al ser utilizados como alimento para las larvas; el segundo tiene un enfoque económico, ya que implica la producción de harina de larvas para su posterior uso como materia prima en la producción de alimento para animales de corral principalmente, dadas las características nutricionales que esta presenta y el mejoramiento en la calidad de la misma al ser alimentadas con sustratos controlados, los cuales pueden variar dependiendo de las especificaciones de producción y demanda que se tengan, con lo cual disminuiría considerablemente los costos de producción, dado que muchas de las materias primas son importadas.

La metodología propuesta permite profundizar en cuanto a la efectividad de las larvas en la degradación de diferentes sustratos, con lo cual los resultados pueden ser incorporados y comparados con los obtenidos en otras investigaciones similares para una mejor comprensión del proceso estableciendo técnicas de mejoramiento del mismo, así como un enriquecimiento en la información existente del tema para futuras investigaciones que evalúen el comportamiento con otros sustratos, en donde a su vez se superen las limitaciones encontradas como lo son la temperatura, la cual es un factor determinante ya que las larvas no se desarrollan óptimamente en otra temperatura, por lo que existirían implicaciones en su aplicación en ambientes no controlados lo cual se ejecutaría por medio de un mejoramiento metodológico.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Degradar residuos de almidón y cárnicos, mediante la producción de la larva soldada negra, (*Hermetia Illucens L.*).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la tasa de crecimiento de las larvas utilizando como sustratos residuos de almidones con un 5% de cárnicos a temperatura de 30°C.
- Determinar el contenido proteico de las larvas obtenidas con este residuo.
- Comparar el crecimiento y el contenido proteico final del cultivo de larvas con el sustrato de la mezcla de almidones y carne con una mezcla de frutas, verduras y cárnicos ya establecida.
- Determinar mediante el análisis de las características microbiológicas en cuanto a coliformes totales, levaduras y hongos la presencia de agentes contaminantes en el proceso.
- Evaluar los impactos ambientales del proceso desde el punto de vista sanitario.
- Plantear alternativas sanitarias para la optimización del proceso.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 MOSCA SOLDADA NEGRA

La mosca soldada negra, conocida científicamente como *Hermetia Illucens L* se encuentra en la naturaleza en una amplia variedad de hábitats especialmente al norte y sur de América. Su identificación taxonómica es:

- **Reino:** Animal
- **Phyllum:** Artrópoda
- **Clase:** Insecta o Hexápoda
- **Subclase:** Pterigotas
- **División:** Endoterigotas
- **Orden:** Díptera Brachycera
- **Superfamilia:** Stratiomyoidea
- **Familia:** Stratiomyidae
- **Genero:** Hermetia.
- **Especie:** *H. Illucens.*

Se desarrollan en una amplia variedad de materiales en descomposición, incluyendo frutas, vegetales, desperdicios humanos y animales y animales muertos. Sus huevos son depositados en conjunto dentro de la materia en descomposición y eclosionan en cuatro días. Su temperatura óptima de crecimiento puede estar alrededor de los 24 °C – 30 °(75°F) y las larvas se desarrollan a través de cinco estadios en dos semanas o más. La duración del período larvario aumenta considerablemente con bajas temperaturas o falta de alimento.

Las larvas de esta mosca en su estado adulto pueden llegar a medir 20 mm de largo y este emerge del pupario a través de una fisura en forma de T en la parte anterior. Se caracterizan por tener una cápsula en la cabeza muy conspicua con mandíbulas opuestas que se mueven en forma de pinzas en un plano horizontal. Su color es azulado – negro y poseen dos puntos translúcidos laterales en el segundo segmento abdominal. En muchas especies de insectos y especialmente en las larvas los cambios más notorios del proceso de metamorfosis se encuentra asociado al proceso de muda de pieles desarrollado durante el crecimiento. Existen estados de desarrollo larvario, en el cual se presentan tres estadios, siendo el tercero de ellos el que comprende las larvas más desarrolladas, este presenta dos fases. La primera es la fase alimentaria, la cual se da desde que la larva muda del segundo estadio hasta que la larva deja de alimentarse, en esta fase predomina el crecimiento en

longitud y masa. Luego se continúa con la fase post alimentaria la cual es el preludio a la muda al estado de pupa, en esta fase se presentan cambios de color marfil al color negro, dejan de comer y abandonan el sustrato y buscan un lugar seco para el proceso de pupariar, el cual es la etapa de formación de la última cutícula o cutícula de larva III, la cual se endurece para proteger a la pupa que se desarrollará dentro. En su cuarto instar, dura 14 días y la pupa ocurre dentro del último integumento larval, lo que dura dos semanas. “En este último, evacúan el intestino, son menos activas hasta ser sésiles iniciando un proceso de acortamiento que puede llegar a ser hasta del 30%”¹. Las larvas maduras son de 20 mm de largo, achatadas dorso – ventralmente, con un color marrón y poseen una cabeza estrecha con ojos como puntos.

Figura 1. Esquema de la larva de mosca soldada negra

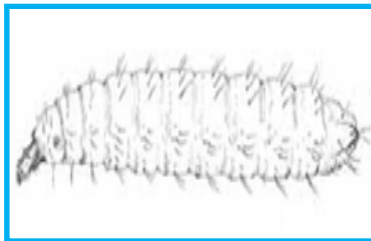


Figura 2. Esquema de mosca soldada negra

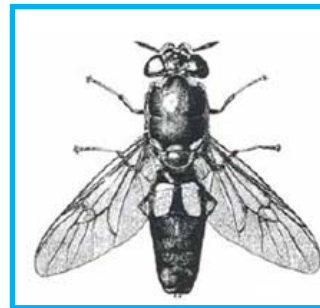


Figura 3. Mosca soldada negra



Figura 4. Larvas de mosca soldada negra



Fuente: www.academic.uprm.edu/dpesante/0000/capitulo-8.PDF

“Las larvas trabajan mucho más rápido que los procesos con lombrices o compostaje y eliminan el 95%² de los desechos orgánicos”; son fuente de proteínas y grasas para la alimentación animal, y los lixiviados provenientes de

¹ Tomado de DALE WILLIAM E. Anatomía, Fisiología de Insectos. Metamorfosis en Insectos. Las Hormonas. Versión 0, p. 18. PHD.

² ARANGO, Gloria Patricia. Aportes nutricionales de la biomasa de *hermetia illucens l.* (diptera: stratiomyiidae) en la cría de pollos de engorde. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2005.

este proceso son de uso agrícola como fertilizantes para la floricultura. El empleo de este tipo de organismos con fines alimenticios es una práctica que día a día se fomenta en el mundo, dadas las diversas posibilidades que esto permite no solo alimenticias sino a nivel económico. Este tipo de larva no es un transmisor de enfermedades, por el contrario, se encuentra en lugares con alta cantidad de desechos orgánicos eliminando otras larvas y moscas que son generadores de enfermedades. Por ejemplo, remueven el estiércol y lo transforman en medios menos apropiados para la supervivencia de larvas de otras especies de moscas como la mosca doméstica común y para la deposición de sus huevos.

2.2 LOS ALMIDONES

Los almidones, corresponden al grupo de los carbohidratos y constituyen un alto porcentaje de las reservas alimenticias consumidas actualmente por la población mundial al representar cerca del 80% de la ingesta calórica sin mencionar los usos industriales actuales. El almidón está compuesto fundamentalmente por glucosa. Aunque puede contener una serie de constituyentes en cantidades mínimas, estos aparecen a niveles tan bajos, que es discutible si son oligo constituyentes del almidón o contaminantes no eliminados completamente en el proceso de extracción.

Los almidones de los cereales contienen pequeñas cantidades de grasas. Los lípidos asociados al almidón son, generalmente, lípidos polares, que necesitan disolventes polares tales como metanol-agua, para su extracción. Aún cuando son polisacáridos, su composición granular los diferencia de los demás carbohidratos existentes, dado que sus gránulos son relativamente densos e insolubles y su peso molecular varía en amplio rango. El tamaño y la forma de los gránulos del almidón varía dependiendo del tipo y la especie, por ejemplo, los gránulos de tubérculos de papa miden aproximadamente 100 μm , mientras que la arracacha contiene un 23% de gránulos redondos que varían de 5 a 27 μm , haciéndola altamente digerible, por tanto es acertado concluir que la degradación de los almidones, es un proceso que depende principalmente de la estructura del gránulo, de las enzimas presentes en el proceso y de la interacción de estos.

Este grupo alimenticio se puede encontrar en la naturaleza en forma de semillas, tubérculos y algunas raíces. Con respecto a su estructura química, se puede decir que al ser un polímero se encuentra formado por cadenas de aproximadamente 30 unidades de glucosa, adicionalmente es una mezcla de dos polisacáridos fundamentales que son la amilosa y la amilopectina, los cuales son producidos por las plantas. La amilosa es el producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos a (1,4), que establece largas cadenas lineales con 200-2500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón; es decir, la amilosa es una α -D-(1,4)-glucana cuya unidad repetitiva es la α -maltosa. Tiene la facilidad de adquirir una

conformación tridimensional helicoidal, en la que cada vuelta de hélice consta de seis moléculas de glucosa. El interior de la hélice contiene sólo átomos de hidrógeno, y es por tanto lipofílico, mientras que los grupos hidroxilo están situados en el exterior de la hélice. La mayoría de los almidones contienen alrededor del 25% de amilosa. Los dos almidones de maíz comúnmente conocidos como ricos en amilosa que existen comercialmente poseen contenidos aparentes de masa alrededor del 52% y del 70-75%. Por otro lado, la amilopectina se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular a la de un árbol; las ramas están unidas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces α -D-(1,6), localizadas cada 15-25 unidades lineales de glucosa. Su peso molecular es muy alto ya que algunas fracciones llegan a alcanzar hasta 200 millones de daltones. "La amilopectina constituye alrededor del 75% de los almidones más comunes. Algunos almidones están constituidos exclusivamente por amilopectina y son conocidos como céreos. La amilopectina de patata es la única que posee en su molécula grupos éster fosfato, unidos mas frecuentemente en una posición O-6, mientras que el tercio restante lo hace en posición O-3."³

A continuación se presenta la información general de cada almidón seleccionado para el estudio:

2.2.1 Papa.

La papa cuyo nombre científico es *Solanum tuberosum* es una planta de la familia de las solanáceas, y se cultiva en casi todos los países del mundo ya que es un tubérculo comestible y contribuyen con los requerimientos energéticos y de nutrición de más de dos mil millones de habitantes de los países en desarrollo. La papa, es una planta herbácea que presenta tubérculos, es decir, tallos subterráneos. Su crecimiento varía de acuerdo a la etapa en la cual se encuentre, así por ejemplo en la etapa inicial su crecimiento es vertical dentro de la primera capa del suelo y luego es horizontal alcanzando hasta 50 cm. Es una planta de tallo erecto, que puede medir hasta 1 m de altura. Sus hojas son compuestas, con 7 folíolos de forma lanceolada, con grados variables de pilosidad. Las flores tienen forma de estrella y sus pétalos están fusionados. Las condiciones de cultivo varían entre especies y variedades sin embargo se ha encontrado que se cultiva óptimamente en suelos ricos en humus, sueltos y arenosos y en temperaturas que van entre los 10 y 25°C. La papa se utiliza principalmente por su contenido de almidón en la industria alimentaria y para la fabricación de adhesivos y alcohol.

En la actualidad en Colombia, se cultivan alrededor de 170.000 hectáreas y la productividad ha aumentado con la aplicación de nuevas tecnologías a 16 ton/ha. La producción comercial se realiza entre 2.000 y 3.500 m y la zona de

³ Contreras, Rafael Ricardo. Algo más sobre los alimentos: Una visión desde la química. p. 27

producción óptima, determinada en función de cantidad y calidad del producto corresponde a zonas localizadas entre 2.500 y 3.000 m.⁴

La papa es una fuente de alimentación importante, esto se debe a su composición la cual depende de la variedad cultivada, sin embargo, en forma general el tubérculo se compone de 72-75% de agua (La materia seca en la papa representa casi el 24%) 16-20% de fécula (almidón), 2,0-2,5% de sustancias nitrogenadas y estas se incrementan con la madurez del tubérculo y gran parte de sus compuestos nitrogenados se derivan de las proteínas, 0,15% lípidos y 1,0-1,8% de celulosa, no posee un alto nivel proteico pero si es rica en minerales como potasio, fosforo, cloro, azufre, magnesio y hierro y vitaminas como B11, B2, B6, A, C, H y K. Posee una amplia gama de usos; seguridad alimentaria, tanto en cuanto a alimentos básicos para consumo directo como para cultivos comerciales, para alimento animal y como materia prima para fines industriales. Los principales componentes de la papa son:

Figura 5. Papa



Figura 6. Planta de la papa



Fuente: www.redepapa.org/boletinveintinueve.html

2.2.2 Yuca.

La yuca, conocida científicamente como *Manihot esculenta*, es un arbusto de la familia de las euforbiáceas constituida por 7200 especies, autóctona de Suramérica y el Pacífico y preferida y cultivada por su raíz compuesta por almidón de alto valor alimentario. Hay actualmente más de 5,000 variedades de yuca y cada una tiene características peculiares. Sus flores (masculinas y femeninas) y la polinización cruzada es frecuente. El fruto es dehiscente y las semillas pequeñas y ovaladas.

La yuca es un cultivo importante en muchos países principalmente, por su participación en los sistemas de producción agrícolas, y por su aporte a la dieta

⁴ Tomado de www.cevipapa.org.co/estadisticas/estadisticas.php

de la población tanto humana como animal. El cultivo de la yuca es muy importante en Colombia como fuente de carbohidratos de bajo costo. Ocupa el quinto lugar, después del arroz, el maíz, la papa y la caña de azúcar, en la cantidad de calorías producidas en la alimentación humana. En los últimos años se ha utilizado la yuca también como fuente de energía para la alimentación animal, y para obtener productos agroindustriales, como el almidón y los pegantes, en empresas del sector privado. Todo esto hace prever una mayor expansión, a corto plazo, de esta notable fuente de energía en la alimentación. “La producción de yuca en Colombia es de aproximadamente 9.95 ton/ha⁵” y se hace principalmente en la Costa Atlántica, sin embargo la producción anual se concentra en determinadas épocas del año dependiendo de las condiciones climáticas.

Las principales ventajas de la yuca son su mayor eficiencia en la producción de carbohidratos en relación con los cereales y su alto porcentaje de almidón contenido en la materia seca. Adicionalmente, es un cultivo cuya producción se adapta a ecosistemas diferentes, pudiéndose producir bajo condiciones adversas y climáticas marginales.

Con respecto a la planta, se puede decir que la yuca es un arbusto perenne, monoica de ramificación simpodial, logra llegar hasta los dos metros de altura, así mismo crece en climas medios, por lo cual no resiste las heladas y requiere de altos niveles de humedad y sol para crecer. La raíz de la yuca según la variedad, puede ser blanca o amarillenta, es de forma cilíndrica y alcanza el metro de largo y los 10 cm de diámetro. La cáscara es dura, leñosa, e incomedible. La pulpa es firme y muy rica en hidratos de carbono y azúcares, y muy buena fuente de vitaminas del grupo B (B2, B6), vitamina C, magnesio, potasio, calcio y hierro.

La composición de la yuca se presenta a continuación:

Figura 7. Tubérculo de yuca



Figura 8. Planta de yuca



Fuente: www.clayuca.org/PDF/libro_yuca/capitulo02.pdf

⁵ Tomado de www.clayuca.org/articulos/public_artdesarecon.htm

2.2.3 Arracacha.

La arracacha es una planta perenne que pertenece a la familia de las umbelíferas y cuyo nombre científico es *Arracacia xanthorrhiza*. Es una planta andina de la familia *Apiaceae*, que crece entre los 200 y los 3600 m.s.n.m. a una temperatura entre los 14 y los 24°C preferiblemente en suelos arenosos, franco arenosos, profundos y bien drenados. La planta tiene cuatro estructuras principales: las raíces de almacenamiento, la cepa, los tallos aéreos y las hojas. Las raíces de almacenamiento constituyen el principal producto económico de la planta, pues allí se acumula la mayor parte del almidón y los demás nutrientes, tienen forma cónica, con longitud entre 5 y 25 centímetros y hasta 12 centímetros de diámetro, son de color amarillo, crema o violáceo, pesan entre 100 y 300 gramos, aunque algunas pueden pesar más de un kilogramo. El tronco es una estructura cilíndrica gruesa de longitud y diámetro variables, dependiendo de factores genéticos y de manejo del cultivo. Las raíces de almacenamiento se conectan a la base de la cepa a través de cuellos o coronas comprimidas, las cuales se desprenden fácilmente de la cepa en el momento de la cosecha.

Las hojas consisten en peciolo alargados con láminas bipinadas características de cada variedad, de 30 a 60 centímetros de longitud, de color verde intenso cuando jóvenes y amarillo cuando están maduras. Se cultiva y comercializa dado que su raíz es una fuente alimenticia rica en almidón fino, con alto contenido de calcio y vitamina A, en su gran mayoría está compuesta de agua, carbohidratos, pobre en proteínas y lípidos, así como altos contenidos de calcio, fósforo y magnesio y presencia de otros minerales como hierro y potasio. Sus usos principales son consumo humano, consumo animal, ya que las hojas y las cáscaras se emplean en la elaboración de harinas para la alimentación animal y uso industrial. La planta de la arracacha tiene un tronco cilíndrico corto que alcanza 10 cm de alto y 10 cm de diámetro con hojas de peciolo largos y flores de color púrpura, puede crecer hasta un metro o más, y lleva en la parte superior numerosos brotes.

Por último, “Colombia es el primer productor mundial de arracacha, con una producción 116.610 toneladas anuales, el cultivo se encuentra en casi todos los departamentos andinos, especialmente en el municipio de Cajamarca, departamento del Tolima”.⁶

⁶ Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2002. Anuario estadístico del sector agropecuario 2001.

Figura 9. Tubérculo de arracacha



Figura 10. Imagen de la planta de arracacha



Fuente: www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Harina%20de%20arracacha.pdf

2.2.4 Hidrólisis de almidones.

La hidrólisis es el proceso por medio del cual se degradan los almidones en otras sustancias más simples, esta se realiza por medio de ácidos los cuales pueden romper los enlaces, sin embargo existen enzimas de carácter hidrolítico que pueden realizar esta función siendo mucho más específicas en el tipo de enlaces que rompen, una de estas es la enzima alfa amilasa, las cuales realizan una hidrólisis rápida de algunos enlaces. Por medio de este proceso, se logran algunos productos de degradación finales como lo son glucosa, maltosa e isomaltosa. La hidrólisis del almidón se puede hacer por dos vías: ácida o enzimática.

La degradación de los almidones a glucosa se puede hacer por medio de tres enzimas distintas, siendo estas la *δ-amilasa*, *δ-amilasa* y *almidón fosforilasa*. Estudios recientes indican que la *δ-amilasa* puede atacar gránulos de almidón intactos, por lo que cuando participan la *δ-amilasa* y la *almidón fosforilasa*, es probable que actúen sobre los primeros productos liberados por la *δ-amilasa*. “La *δ-amilasa* ataca las moléculas de amilosa y amilopectina. El ataque repetido por la *δ-amilasa* produce maltosa, un disacárido que contiene dos unidades de glucosa.”⁷

Las reacciones hidrolíticas no son reversibles, de modo que no se pueden determinar síntesis de almidón por amilasas. Las amilasas están distribuidas en diversos tejidos pero son más activas en las semillas que están germinando, ricas en almidón. La amilopectina solo es degradada parcialmente por la acción del almidón fosforilasa.

⁷ Benavides Q., Martha. Elaboración de productos alimenticios a base de harina de arroz mediante hidrólisis enzimática / Martha Benavides Q. y Jorge A. Cabrera L. Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas (Bogotá) . -- Vol. 25, No. 151 (Sep.-Oct., 1984). -- p. 9-36.

2.3 RESIDUOS ORGÁNICOS

“Dentro de la clasificación de residuos sólidos urbanos, se encuentra la fracción orgánica, la cual está compuesta por: Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, goma, cuero, residuos de jardín y madera⁸”. Son biodegradables y tienen como característica principal la de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de producto aprovechable. Las técnicas de reutilización o reciclaje para este tipo de materiales consisten en la producción de compuestos o sustancias altamente aprovechables como abonos orgánicos por medio del compost, metano, combustibles derivados de residuos y otros compuestos orgánicos como alcoholes, disolventes, ácidos orgánicos y su efectividad depende de la correcta clasificación y adecuación de los residuos, así como de la aplicación de técnicas biológicas que agilicen los procesos de degradación

2.3.1 Residuos orgánicos en las plazas de mercado.

Según investigaciones realizadas, anualmente se producen aproximadamente 1600 millones de toneladas de residuos sólidos en el mundo. Dada su mala disposición y las inadecuadas prácticas de recolección, almacenamiento y transporte, los problemas ambientales que generan son graves y los costos para su tratamiento se hacen cada vez mayores. Para el caso específico de Colombia, estudios realizados por el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, arrojaron que diariamente en el país se producen 27300 toneladas de residuos sólidos, de los cuales el 65% corresponden a residuos orgánicos y el 35% restante a residuos inorgánicos. Entre el componente orgánico, se encontró que principalmente correspondía a residuos de alimentos, papel, cartón, madera y residuos de jardín y que solo el 40% de los residuos sólidos municipales tiene un manejo adecuado, el 50% es manejado de forma incorrecta y que solo el 10% restante es sometido a técnicas de reciclaje.

Una de las principales fuentes de residuos orgánicos en los centros urbanos del país corresponde a las centrales de abasto o plazas de mercado comúnmente conocidas, en las cuales se realiza el comercio y distribución de la gran mayoría de los productos agrícolas para consumo humano. Los residuos que allí se producen son principalmente orgánicos y están constituidos por frutas y verduras que no alcanzan la calidad suficiente y necesaria para ser comercializados. Dentro de este amplio grupo de desechos, se encuentran cáscaras, tallos y semillas, muchos de ellos correspondientes a polisacáridos

⁸ Tchobanoglous George; Hilary Theisen.et al. Gestión integral de residuos sólidos. Vol II. p. 840.

contenidos en residuos de almidones en forma de tubérculos y frutas enteras de mala calidad o descompuestas que en su mayoría según las caracterizaciones realizadas contienen mayores contenidos de almidón que de celulosa los cuales por medio de procesos de degradación enzimática pueden ser aprovechados de manera directa y convertirlos en otros productos útiles y comercializables.

2.3.2 Los lixiviados.

Son los líquidos que se producen cuando el agua percola a través de materiales permeables, los cuales en muchos casos son residuos sólidos en descomposición o putrefacción, lo cual genera que estos líquidos sean malolientes y de color negro. Contienen materia en suspensión como disuelta y se hallan comúnmente asociados en los rellenos sanitarios en donde, la lluvia percola a través de los residuos sólidos en descomposición. En forma general los lixiviados son anóxicos, ácidos, ricos en ácidos orgánicos, iones sulfato y con altas concentraciones de iones metálicos comunes, especialmente hierro, con un olor característico. Su volumen puede ser aumentado por las aguas lluvias que atraviesan las capas de residuos sólidos, en una proporción mucho mayor a la que produce la misma humedad de los desechos, por lo cual se debe tener especial atención sobre los sistemas de desviación de aguas de escorrentía para evitar posibles impactos ambientales principalmente sobre los cursos de agua.

Por un mal manejo o disposición, causan diversos impactos ambientales ya que en muchos casos alcanzan las aguas subterráneas y causar daños a la salud dadas las altas concentraciones de contaminantes orgánicos y nitrógeno amoniacal, así como microorganismos patógenos y sustancias tóxicas que pueden estar presentes. Sin embargo la principal característica contaminante es su alto contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y algunos metales pesados presentes.

2.3.2.1 Tratamiento de lixiviados.

- **Procesos Anaerobios**

Son tecnologías ampliamente utilizadas para el tratamiento de efluentes con materia orgánica disuelta como es el caso de los lixiviados, se basan en procesos biológicos de tratamiento, en los cuales se incluyen las lagunas anaerobias, sistemas de lecho fluidizado, filtros anaerobios y reactores UASB, los cuales presentan altas eficiencias en la remoción de DBO. Estos sistemas pueden ser más eficaces con el uso de tratamientos primarios y secundarios, así como métodos aerobios como los lodos activados. Sin embargo es

importante tener en cuenta que para la correcta aplicación de estos procesos se debe remover inicialmente los contenidos en exceso de amoníaco y minerales disueltos, sustancias que pueden generar problemas de toxicidad para los microorganismos.

Los procesos anaerobios para el tratamiento de lixiviados presentan algunas ventajas, como la simplicidad del tratamiento y la menor producción de lodos, menores costos de inversión, operación y mantenimiento, en cuanto a este ultimo, los principales problemas se presentan por la acumulación de material inorgánico precipitado dentro del reactor y en los lodos del sistema anaerobio, lo cual puede interferir en la operatividad de los sistemas, al formar estas sustancias precipitadas incrustaciones dentro del reactor, lo cual limita el volumen efectivo de operación del mismo y de los lodos y taponan los sistemas de conducciones generando un colapso del sistema de tratamiento.

- **Procesos Aerobios**

Para este tipo de tratamientos se contemplan las lagunas aireadas, reactores biológicos con filtración de membranas, son eficientes en cuanto a la remoción de DBO, ya que logran hasta un 90% de remoción de este parámetro. Los costos de inversión, operación y mantenimiento son significativamente más altos que los de los procesos anaerobios, por lo cual son más comúnmente utilizados para tratamientos posteriores a los procesos anaerobios. Adicionalmente, este tipo de tratamientos reportan una serie de problemas, como la generación de espumas, problemas para aceptar variaciones de las cargas hidráulicas, por lo cual en muchos casos suponen el uso de tanques de igualación. Por otra parte se tienen altas generaciones de lodos residuales en mayor cantidad que en los procesos anaerobios que son necesarios procesar, lo cual aumenta los costos de operación del tratamiento.

- **Sistemas Naturales**

En este tipo de tratamientos se contemplan las lagunas y humedales artificiales ya que tienen como ventaja la simplicidad en su operación y la posibilidad de lograr diferentes niveles de tratamiento ya sea primario o terciario, así mismo, presentan un buen manejo de los principales problemas que se puedan presentar, como la formación de espumas, la acumulación de precipitados y baja producción de gases. Aunque presentan costos competitivos de operación y mantenimiento, presentan una desventaja y es que requieren una gran cantidad de terreno para el desarrollo de los procesos de tratamiento, por lo cual es importante el máximo aprovechamiento de los espacios principalmente en los rellenos sanitarios en donde este tipo de tecnologías pueden ser establecidas.

- **Evaporación**

Esta tecnología, se basa en el uso de la energía concentrada en el biogás resultante del proceso para evaporar el lixiviado por calentamiento, como resultado se tiene un control total de las emisiones producidas y un lodo que puede ser utilizado con otros fines dentro de los rellenos sanitarios. Esta tecnología no representa costos significativos de operación pero si supone la existencia de algunos problemas operativos como la formación de espumas por la turbulencia generada en el proceso de evaporación, el incrustamiento de precipitados en el sistema y el arrastre de COV's.

- **Recirculación de los lixiviados**

Esta tecnología asume el relleno sanitario como un reactor anaerobio dentro del cual se hace la conversión de los ácidos orgánicos a metano. Este tipo de tratamiento ocurre en ausencia de oxígeno y se desarrolla por medio de tres procesos, en el primero las bacterias hidrolíticas se encargan de convertir las moléculas orgánicas complejas a orgánicas simples, en el segundo proceso las bacterias formadoras de ácidos transforman las moléculas simples en ácidos orgánicos y en la tercera etapa las bacterias formadoras de metano convierten los ácidos orgánicos a metano, dióxido de carbono y sustancias como H₂S.

Por medio de la recirculación del lixiviado, se logra un aumento en la humedad de los residuos sólidos, lo cual aumenta la producción de metano dentro del relleno. Al ser los ácidos orgánicos convertidos a metano el pH del lixiviado aumenta y la solubilidad de los metales disminuye, por lo cual se puede lograr como beneficio ambiental la disminución de los metales en solución que son arrastrados por el lixiviado. Este sistema permite una reducción significativa de la DBO, sin embargo en muchos casos es necesario el uso de otros tratamientos para lograr una mejor remoción de contaminantes, así como la realización de estudios geotécnicos que permitan establecer estructuras de evacuación de gases para controlar su volumen dentro del relleno sanitario.

- **Sistemas de membranas**

Dentro de estos sistemas se puede encontrar la microfiltración, la ultrafiltración, nanofiltración, ósmosis inversa y ósmosis directa. "Este tipo de tecnologías se han aplicado a procesos biológicos de tratamiento aerobio con buenas eficiencias en cuanto a remoción de DBO y amoníaco, así como la remoción de las sustancias precipitables de los lixiviados con altos contenidos de sólidos disueltos.⁹" En muchos casos estos sistemas pueden reemplazar a los

⁹ Giraldo Eugenio., " Tratamiento de lixiviados de rellenos Sanitarios: Avances recientes", 1997.

sedimentadores, lo cual puede suponer una disminución en el volumen del tanque del reactor biológico, sin embargo es importante realizar análisis de costo – beneficio para evaluar la viabilidad de la implementación de estos sistemas, dados sus elevados costos de operación y el hecho de que en muchos casos estos requieren de energía adicional de operación y altos sistemas de mantenimiento para el logro de la eficiencia de remoción esperados.

2.4 TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Teniendo en cuenta que la fracción orgánica de residuos que llegan a los rellenos sanitarios es considerable, se hace evidente la necesidad de transformar estos residuos en productos aprovechables y que a su vez generen beneficios ambientales. Su separación de los residuos convencionales y posterior aprovechamiento puede disminuir los impactos ambientales generados por los rellenos sanitarios como procesos de arrastre de contaminantes hacia fuentes de agua, dado que la descomposición de residuos orgánicos supone la formación de ácidos orgánicos que pueden disolver estos contaminantes y arrastrarlos hacia otros recursos como el agua y el suelo. Considerando a la materia orgánica como parte de los nutrientes que fueron removidos del suelo y teniendo en cuenta el concepto de desarrollo sostenible, se han establecido algunos tratamientos para estos residuos que además de disminuir su volumen permiten un aprovechamiento ambientalmente sostenible, estos son el compostaje y la biodigestión, procesos de los cuales se obtienen productos como abono orgánico y gas con altos contenidos de metano.

2.4.1 Compostaje.

El compostaje es un proceso biológico aeróbico en el cual los materiales correspondientes a la fracción orgánica de los residuos sólidos, se someten a un proceso de descomposición microbiológica en la cual se aprovecha la composición química de los mismos para la obtención de un material resultante conocido como compost. Este proceso, tiene como objetivo principal, la transformación de materia orgánica en material biológicamente estable y contribuir con la disminución en el volumen de residuos sólidos, sin embargo existen otras implicaciones favorables, como la eliminación de organismos patógenos presentes en los residuos sólidos urbanos y el aprovechamiento del contenido nutricional de los mismos para la optimización de otros procesos.

Las características del compost, en cuanto a sus propiedades químicas y físicas, dependen principalmente de los materiales utilizados en el proceso y del tiempo de descomposición que se le da a los mismos, usualmente presenta algunas características como color marrón, baja relación carbono – nitrógeno,

siendo esta la cantidad de nitrógeno que se debe asimilar por cada gramo de carbono que se convierte en biomasa, así mismo una alta capacidad de absorción de agua, entre otras, teniendo en cuenta que estas no son estables durante el ciclo de producción y uso del mismo dada la acción de los microorganismos.

Algunas de las propiedades del compost:

- Mejora las propiedades físicas del suelo, aumentando la porosidad, permeabilidad y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo.
- Aumenta el contenido de nutrientes y mejora la actividad biológica del suelo.
- Aumenta la fertilidad del suelo.

2.4.1.1 Factores que condicionan el proceso de compostaje.

Existen condiciones necesarias para el óptimo crecimiento y desarrollo de los microorganismos responsables de la acción descomponedora, estas tienen en cuenta principalmente la temperatura, la humedad y la oxigenación y son influenciadas por las condiciones ambientales, el tipo de residuo a utilizar en el proceso, entre otros factores.

- **Temperatura:** “El rango de temperatura de proceso óptima debe estar entre los 35-55 °C¹⁰” para conseguir un nivel mínimo de patógenos, así como mantener constante la concentración de microorganismos necesaria.
- **Humedad:** La humedad debe estar en un rango del 40 – 60 %, en el cual el proceso se mantiene en condiciones aerobias y no hay putrefacción de la materia orgánica, por lo cual la acción de los microorganismos es más efectiva.
- **pH:** El rango óptimo de pH es de 6-7.5, ya que este determina el crecimiento y desarrollo de los microorganismos y su capacidad de tolerancia a las condiciones.
- **Oxígeno:** Siendo el compostaje un proceso aeróbico, la presencia de oxígeno es esencial para el correcto desarrollo del proceso y evitar la putrefacción de la materia orgánica. Su concentración depende del tipo de material, textura, humedad y frecuencia de volteo.
- **Relación C/N:** Esta relación determina la calidad del compost, al ser el carbono y el nitrógeno los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Teóricamente, la relación óptima de C/N es 25-35, la cual varía dependiendo de la materia utilizada en el proceso, por lo cual es

¹⁰ Tchobanoglous George; Hilary Theisen. et al. Gestión integral de residuos sólidos. Vol II. p. 840.

importante mantener los niveles ya que una relación C/N alta puede significar una disminución de la actividad biológica y una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco.

- **Población microbiana.** El compostaje es llevado a cabo por poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos principalmente y de su concentración y desarrollo depende la calidad y eficiencia del proceso.

2.4.1.2 El proceso de compostaje.

Dependiendo de la evolución de la temperatura, durante el desarrollo del proceso de compostaje, se contemplan cuatro fases:

- **Mesolítica:** En esta fase el material orgánico se encuentra a temperatura ambiente y hay presencia de microorganismos mesófilos, los cuales presentan temperaturas óptimas a los 25-40°C y máximas entre 35 y 47°C.
- **Termofílica:** Esta fase inicia cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, hay presencia de microorganismos termófilos, los cuales presentan una temperatura óptima de supervivencia a 50-75°C y máximos entre 80 y 113°C. En esta fase hay transformación de nitrógeno en amoníaco y el pH se hace alcalino. A los 60 °C los organismos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos.
- **De enfriamiento:** Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los organismos termófilos y al bajar de 40 °C los mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.
- **De maduración:** Esta etapa requiere mantener el producto final del proceso durante algunos meses a temperatura ambiente. Se presentan reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

2.4.1.3 Técnicas de fabricación de compost.

- **Compostaje en Pila:** Es la técnica más utilizada, este tipo de proceso involucra diferentes tipos de material orgánico y su efectividad depende del grado de mezcla y homogenización de la materia a tratar, teniendo en cuenta que la rapidez de formación del compost es inversamente proporcional al tamaño de los materiales. Debe existir suficiente aireación para favorecer la actividad de los microorganismos descomponedores, lo cual se puede lograr con el volteo.
- **Compostaje en silos:** Puede ser útil cuando se pretende fabricar pocas cantidades. En este proceso, la materia orgánica se introduce en silos

verticales de 2 o 3 metros de altura y con orificios a los lados para permitir la aireación.

- **Compostaje en superficie:** Se hace directamente sobre el suelo dejando el material a descomponer en capas delgadas, las cuales a medida que se desarrolla el proceso van penetrando poco a poco en el suelo.

2.4.1.4 Costos de producción de compostaje.

A pesar de que el compostaje es una de las técnicas más eficaces para el reciclaje y recuperación de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos, se debe tener en cuenta que antes de la construcción de una planta de compostaje es necesario determinar si el producto final que se obtendrá tiene un mercado potencial y puede comercializarse o en su defecto utilizarlo con fines específicos.

El compostaje no ha tenido mucho éxito porque requiere de la separación previa de los residuos, lo que aumenta los costos, así mismo, el mercado del compost es inestable y la inversión de capital es elevada, los costos de operación y mantenimiento de la planta de compostaje no son muy altos pero se requiere de técnicos calificados para manejar adecuadamente la planta. Adicionalmente se debe tener en cuenta que los costos de transporte hacia las zonas rurales son altos y es allí en donde se dan los mayores usos de este producto.

Para lograr un equilibrio en los costos es necesario tecnificar los procesos tanto de residuos orgánicos como de residuos inorgánicos; esta tecnificación empieza con la segregación en la fuente proceso que evita la contaminación de los residuos y disminuye la cantidad de estos a disponer.

Por ultimo, se puede concluir que el funcionamiento óptimo de una planta de compostaje se da en el momento en que los ingresos por comercialización de los productos superen los costos de operación para que de esta forma se pueda ir recuperando gradualmente la inversión inicial.

2.4.2 Producción de biogás.

El biogás es un gas combustible que se produce por procesos de degradación de materia orgánica por acción de microorganismos, principalmente bacterias. Este proceso se hace en condiciones anaeróbicas y es una de las técnicas más útiles y aprovechables para tratar los residuos orgánicos. "El biogás tiene un

poder calorífico entre 4.500 a 5.600 Kcal¹¹ por metro cúbico y puede producir energía eléctrica mediante turbinas o plantas generadoras a gas. Con respecto a su composición, el biogás está formado por una mezcla de metano CH₄ en una proporción entre un 50% - 70% y dióxido de carbono, así como otras proporciones de gases como hidrógeno, nitrógeno y sulfuro de hidrógeno.

La producción de biogás supone un proceso de fermentación anaeróbica, en el cual la acción de diferentes tipos de microorganismos es esencial siendo la producción de metano la última parte del proceso. Las fases en el proceso de producción de biogás son:

Fase de hidrólisis: En esta fase los microorganismos predominantes son anaerobios facultativos. Hay rompimientos de cadenas de carbono e inicio del proceso de degradación de materia orgánica. Esta fase comprende la formación de ácidos orgánicos, hidrógeno y dióxido de carbono.

Fase de acidificación: Esta fase comprende la acción de las bacterias acetogénicas quienes degradan los ácidos orgánicos formados en la fase de hidrólisis, con una liberación de hidrógeno y dióxido de carbono.

Fase metanogénica: En esta fase las bacterias metanogénicas degradan los ácidos orgánicos restantes, siendo el metano y el dióxido de carbono los productos finales de este proceso.

2.4.2.1 Factores que afectan la producción de biogás.

La producción de biogás, al ser un proceso netamente biológico, puede verse afectado por los siguientes factores:

- Tipo de material degradable
- Temperatura
- Tiempo de retención hidráulico
- pH
- Relación Carbono/Nitrógeno
- Grado de mezcla de materia orgánica.
- Presencia de compuestos inhibidores del proceso.

Existen otros tratamientos alternativos a los residuos orgánicos que se basan en el desarrollo de procesos biológicos de organismos vivos y de los cuales también se obtienen productos altamente aprovechables en diversos campos, algunos de estos se explican a continuación:

¹¹ es.wikipedia.org/wiki/Biogás

2.4.2.2 Costos de producción de biogás.

Actualmente, existen algunas técnicas generales para la producción de biogás, algunas de ellas son el uso de biodigestores de alto rendimiento o el mejoramiento de la técnica de agitación o del proceso de fermentación, sin embargo, aunque estas técnicas son altamente utilizadas sus costos de inversión, operación y mantenimiento son elevados y este factor hace que su rentabilidad en el mercado disminuya.

2.4.3 Vermicompostaje o lombricompostaje (compostaje con lombrices / gusanos).

Este proceso consiste en el uso de cultivos de gusanos para producir abonos a partir del excremento de estos organismos. Puede considerarse como una forma de compostaje en donde no hay producción de calor y puede ser adaptado fácilmente a lugares con poco espacio o viviendas. Generalmente se utilizan las lombrices rojas californianas, debido a su capacidad de degradar altas cantidades de materia orgánica, pero pueden utilizarse otras especies, este factor es el que diferencia el vermicompostaje del compostaje convencional, ya que involucra el uso de lombrices seleccionadas.

El proceso de vermicompostaje se efectúa por medio de la acción controlada de las lombrices, quienes realizan la digestión de la materia orgánica una vez esta ha sido descompuesta. Para el correcto desarrollo de este proceso, se debe tener en cuenta que el grado de descomposición de la materia orgánica define la capacidad de digestión de las lombrices, dado que estas no disponen de dientes, así mismo es importante mantener condiciones de oscuridad durante el proceso dado que las lombrices son organismos fotófobos, por lo cual la presencia de luz puede afectar su desarrollo. La temperatura óptima de proceso debe ser de 21°C, por último, se debe tener en cuenta que este proceso no necesita volteo ya que las lombrices cavan cavernas aireadas.

Algunas de las ventajas del vermicompostaje frente al proceso de compost aeróbico tradicional es que posee una flora microbiana mejor balanceada y más numerosa, una concentración mayor de nutrientes asimilables y su disposición permite poca liberación de nitrógeno a la atmósfera.

2.4.3.1 Costos de producción de vermicompost.

El vermicompostaje es una tecnología de bajo costo, que requiere un capital inicial muy bajo y mano de obra casi inexistente, sin embargo es necesario tener un mercado establecido para los productos obtenidos del proceso dado que el vermicompostaje es un método de tratamiento de residuos y en muchos casos no necesariamente, un negocio ya que este lo constituye el tratamiento de residuos en sí, tanto económicamente como medio ambientalmente. Por otro lado, las posibilidades de aprovechamiento de los recursos como son los gusanos, residuos vegetales, subproductos de cosechas entre otros, son altas y poseen un directo beneficio, tanto en la productividad de sus cultivos y

agregar a estos mayor rentabilidad al disminuir los costos en cuanto a usos de plaguicidas y otras sustancias afines. Así mismo es importante tener en cuenta que el humus productivo corresponde al mayor volumen de producción que se puede comercializar. “El otro producto a obtener corresponde a las propias lombrices, cuyos altos índices de reproducción permitirían ampliar y diversificar la explotación del rubro y la comercialización del material biológico.”¹²

2.5 USO DE INSECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PARA ANIMALES

Las materias primas utilizadas en la producción de alimentos y concentrados para animales, usualmente suponen el uso de productos que por sus características y precios de venta a los productores, hacen menos competitivos los productos finales del proceso, esto hace que aumente la importancia económica y estratégica de la búsqueda de materias primas alternativas para dichos procesos y así hacer más rentable la producción de alimentos básicos como carne, leche, huevos, entre otros.

Como una propuesta de solución al problema económico que en muchos casos supone la alimentación animal, surgen diversas estrategias alimenticias, entre ellas se encuentra el uso de harinas provenientes de el cultivo controlado de invertebrados en el proceso de producción de concentrados, esto teniendo en cuenta la alta tasa de crecimiento de dichos organismos, los ya conocidos aportes nutricionales que estos generan y su bajo costo de mantenimiento. En este tipo de procesos es ya conocido el uso de cultivos de larvas de moscas, entre las cuales se puede incluir la mosca soldada negra, la cual puede ser fácilmente cultivada y cosechada con variados residuos orgánicos incluidos los estiércoles.

En Colombia, las fuentes de proteína son costosas y en muchos casos importadas de países productores, lo cual eleva los costos en la producción y venta de concentrados para animales, productos altamente usados en diversos campos para el procesamiento y manufactura de productos de consumo general. Esta situación, obliga a la búsqueda de nuevas alternativas de producción y obtención de estos productos que permitan mayor accesibilidad y mejores costos. Sin embargo, la búsqueda en Colombia de nuevas fuentes de proteína no ha tenido mucha profundización ni estudio, a pesar de que las fuentes tenidas en cuenta como lo son el uso de insectos presenta un panorama positivo, dado su alto contenido de proteína y otros nutrientes, los cuales pueden ser utilizados en la producción de concentrados para diversas especies domésticas.

Un ejemplo, es el caso de la acuicultura, la cual actualmente abastece con el 46% de todos los alimentos de origen acuático consumidos en el mundo. Más

¹² Verdejo Vega Roberto, Lombricultura Intensiva, Beneficios directos de los agricultores en el área de la Lombricultura, Abono Orgánico. 2001.

del 25% de todos los peces capturados en la actualidad son usados para convertirlos en harina de pescado, y la mayor parte de esta harina es usada para producir otros peces, lo cual ha producido la sobreexplotación de muchas especies y su consiguiente escasez seguida por un aumento en los precios de este tipo de alimentos. Esto ha generado un aumento en la investigación y búsqueda de fuentes de alimentación, entre las cuales se contempla el uso de alimentos elaborados de insectos para la producción de peces. Para esto se han seleccionado especies de insectos con altas cantidades de proteínas que puedan ser producidas económicamente y se ha determinado que en los casos en que se ha utilizado este tipo de alimento en peces, estos no presentan diferencias significativas en cuanto a sabor o textura de aquellos alimentados con harina, por lo cual su uso puede establecerse como método de alimentación común.

Así mismo, estudios realizados tanto a la harina de pescado como a la harina de larvas, determinaron que aunque existen diferencias entre los porcentajes de los principales componentes del análisis proximal, la harina de larvas de *Hermetia Illucens L.* puede ser eficazmente utilizada con fines alimenticios para diferentes especies, dado su valor nutricional, la comparación entre estas se presenta a continuación:

Tabla 1. Comparación en el valor nutricional entre la harina de pescado y la harina de larvas

COMPOSICIÓN	HARINA DE PESCADO (%)	HARINA DE LARVAS (%)
Humedad	10.00	10.00
Proteína	60.99	36.98
Grasas	10.49	18.82
Cenizas	17.40	17.47
Calcio	4.40	7.60
Fósforo	2.24	0.58

Fuente: Arango Gutiérrez Gloria Patricia, Vergara Ruíz Rodrigo Antonio, Mejía Vélez Antonio. *Análisis Composicional, Microbiológico Y Digestibilidad De La Proteína De La Harina De Larvas De Hermetia Illucens L (Diptera:Stratiomyiidae) En Angelópolis-Antioquia, Colombia*

Por otro lado, se expone el caso de las aves, en donde se ha establecido con éxito que a nivel familiar se pueden generar alimentos adicionales para estas especies con base en los recursos existentes como lo pueden ser los cultivos de larvas de moscas, de las cuales se puede aprovechar su capacidad de transformar excrementos y material orgánico para aumentar su calidad composicional y luego ser procesadas como alimentos para diferentes especies de aves.

2.6 AGENTES PATÓGENOS COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

Los microorganismos, en el área del control de la contaminación son considerados en dos campos de estudio principales, uno de ellos desde el punto de vista sanitario y ambiental en donde son considerados como los responsables de la efectividad de los diferentes tratamientos de depuración y

biorremediación de la contaminación en diferentes medios; el otro, los considera como agentes contaminantes o indicadores de contaminación en ambientes, estos deben pertenecer a especies que representen las características del medio, deben ser confiables y fácilmente identificables. Para que sean indicadores microbiológicos ideales deben reflejar la presencia o ausencia de contaminación y sus niveles en el medio contaminado. Para esta investigación se tuvieron en cuenta los siguientes grupos de microorganismos como indicadores de contaminación:

2.6.1 Coliformes.

Es una especie perteneciente a las bacterias. Coliforme significa con forma de coli, dadas las características de la bacteria que referencia al grupo, la *Escherichia coli*. Este grupo está conformado principalmente por bacterias entéricas, las cuales son un género de bacterias gram negativas, que se caracterizan por ser facultativamente aerobias o anaerobias y habitar principalmente en el intestino humano y de los animales de sangre caliente, por lo cual se les considera como indicadores de contaminación del agua y los alimentos y su ausencia indica una buena calidad de estos y su aptitud para el consumo humano, aun que también pueden ser fácilmente encontradas en el suelo y algunos vegetales, llamados coliformes de vida libre. Dada esta diversidad este grupo se divide en coliformes totales y coliformes fecales. Los coliformes totales son aquellos que comprenden la totalidad del grupo y los coliformes fecales aquellos de origen intestinal.

2.6.2 Hongos y levaduras.

Los hongos son organismos celulares eucarióticos y heterótrofos. Son considerados como descomponedores primarios de la materia muerta, usualmente viven en lugares húmedos, con abundante materia orgánica en descomposición y ocultos de la luz del sol. Son principalmente aerobios, aunque existen registros de especies que pueden realizar algunas actividades en condiciones medianamente anaerobias. En muchos casos, pueden ser considerados como agentes de contaminación, dado que este grupo incluye algunas especies de este grupo son parásitas y otras patógenas causando muchas enfermedades y se sabe que las aguas contaminadas tienen un alto porcentaje de estos microorganismos, por lo tanto se tiene en cuenta la relación entre la carga orgánica y la densidad micótica para tales efectos.

2.7 Análisis químico proximal.

Es una descripción generalizada de los componentes nutricionales de un producto determinado, que permite medir la calidad de los alimentos. Tiene como propósito, determinar en un alimento, el contenido de humedad, grasa, proteína y cenizas, con el fin de establecer el valor nutritivo de un producto o alimento y como puede ser combinado de la mejor forma con otras materias

primas para alcanzar el nivel óptimo de los distintos componentes de una dieta. Permite también realizar un control de calidad y determinar si los productos terminados alcanzan los estándares establecidos por los productores y consumidores. El producto a analizar debe ser muy bien molido, para efectuar un correcto análisis.

Para el caso de la investigación, los análisis realizados a la muestra fueron contenido de humedad, contenido de nitrógeno y contenido de proteína bruta.

2.7.1 Contenido de humedad.

Es la medida del contenido de agua que tienen los alimentos. Su medición es importante, ya que es el factor determinante en la descomposición de los alimentos y afecta el contenido de nutrientes, dado que lo que realmente se tiene en cuenta es la cantidad de materia seca obtenida.

2.7.2 Contenido de nitrógeno.

Nitrógeno se encuentra en proteínas y otros compuestos, incluidos en la materia orgánica de un alimento. Parte del nitrógeno en los alimentos se llama nitrógeno no proteína (NNP) porque el nitrógeno no se encuentra como parte de la estructura de una proteína. El nitrógeno es el elemento químico que permite diferenciar las proteínas de otros compuestos, particularmente de grasas y carbohidratos. Al determinar el contenido de nitrógeno o se califica de nitrógeno total y este es el método analítico más útil para cuantificar la fracción de proteínas sin interferencias de carbohidratos y lípidos.

2.7.3 Contenido de proteína bruta (PB).

Las proteínas son sustancias químicas que están compuestas de aminoácidos. Las proteínas son compuestos de una o más cadenas de aminoácidos. Hay 20 aminoácidos que se encuentran en proteínas. El código genético determina la estructura de cada proteína y esto establece una función específica en el cuerpo. Algunos aminoácidos son esenciales y otros no esenciales. Los aminoácidos no esenciales pueden ser sintetizados en el cuerpo, pero los aminoácidos esenciales deben estar presentes en la dietas porque el cuerpo no los puede sintetizar. Su análisis en un alimento, indica si la calidad composicional de este es apta para suplir las necesidades dietarias. Se define como $N \text{ Kjeldahl} \times 6,25$, que deriva del hecho de que las proteínas, en promedio, contienen un 16% de N ($100/16=6,25$). En esta fracción se incluye la proteína verdadera y el nitrógeno no proteico (NNP) como ácidos nucleicos, aminas, amidas, entre otros.

3. MARCO LEGAL

Teniendo en cuenta el posible uso que se le de a la harina de larvas en la producción de alimentos para animales:

Tabla 2. Marco legal

SANIDAD ANIMAL	
Resolución ICA 119 de 2004	Medidas sanitarias para la Brucelosis bovina en Colombia.
Resolución ICA 550 de 2006. Artículos 4 y 23	Medidas sanitarias para el control de la Brucelosis en las especies bovina, aprina y ovina en la República de Colombia.
Resolución ICA 3865 de 2003	Se toman medidas sanitarias para prevenir la entrada a Colombia de la EEB.
MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Decreto 948 de 1995	Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 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. (Parcialmente derogado)
ICA. DIRECTIVAS TÉCNICAS DE ALIMENTOS PARA ANIMALES Y SALES MINERALIZADAS.	
<i>DIP-30-100-001</i>	Alimentos para animales. Composición garantizada tolerancias.
<i>DIP-30-100-002</i>	Alimentos para animales. Niveles máximos permisibles de micotoxinas.
<i>DIP-30-100-003</i>	Alimentos para animales. Parámetros microbiológicos.
<i>DIP-30-100-004</i>	Sales mineralizadas. Composición garantizada tolerancias.

Fuente: Los autores (2008)

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de esta investigación, se establecieron dos fases secuenciales de ejecución, dada la dependencia de los resultados de los procesos iniciales para el desarrollo de la fase experimental. A continuación se explican las actividades desarrolladas para el cumplimiento de los objetivos planteados en cada una de las fases, teniendo en cuenta que para su desarrollo se estableció como condición controlada la temperatura en 30°C para cada experimento. Esta temperatura se definió con base en la investigación: “Degradación de residuos orgánicos mediante la producción de larvas soldada negra, *Hermetia Illucens L.*” realizada por las estudiantes Victoria Gutiérrez y Natalia Sánchez (2008), en la cual se estableció luego de un proceso de experimentación a diferentes temperaturas que 30°C, era la temperatura óptima de crecimiento de las larvas de la especie *Hermetia Illucens L.*, así mismo en dicha investigación se determinó que el banano presentaba crecimientos considerables y desarrollos larvarios uniformes, por lo cual para el desarrollo de esta investigación se estableció este como sustrato de control.

Para cada una de las fases, se utilizaron los residuos sobrantes de los sustratos seleccionados encontrados en plazas de mercado y pequeños expendedores de frutas y verduras, estos residuos se constituyeron principalmente de cáscaras y trozos de pulpa y se utilizaron en estas condiciones dado que estos residuos ya presentan un grado de descomposición y es de esta manera que deben ser suministrados a las larvas, teniendo en cuenta el objetivo del proceso de degradación de disminuir la cantidad de residuos sólidos orgánicos que llegan a los rellenos sanitarios, los cuales presentan signos visibles de descomposición.

El sustrato utilizado fue lavado previamente y la cáscara fue separada, en los recipientes este se dispuso en trozos pequeños y se introdujo una cantidad igual de cáscaras y pulpa hasta completar los 100 g de alimento correspondientes a cada recipiente el cual se renovó en lapsos de ocho días.

Figura 11. Almacenamiento de larvas



Fuente: Los autores (2008)

4.1 MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS

Se presentan a continuación los materiales, equipos y reactivos utilizados para el desarrollo de los análisis respectivos a esta investigación.

Los implementos de seguridad utilizados para el desarrollo de los análisis en el laboratorio de Bioensayos, laboratorio de Aguas y laboratorio de Microbiología fueron:

- Bata blanca de laboratorio
- Guantes de nitrilo
- Cofia
- Tapabocas
- Gafas de seguridad

El equipo que se utilizó para las mediciones de crecimiento en cuanto a longitud y peso fue:

- Balanza analítica calibrada
- Regla
- Pinzas
- Termómetro

El equipo que se utilizó para la digestión Kjeldahl y las mediciones de nitrógeno fue:

- Balanza analítica calibrada
- Horno
- Crisoles
- Vidrio de Reloj
- Morteros
- Equipo de digestión Kjeldahl
- Acido sulfúrico concentrado
- Peróxido de Hidrógeno al 30%
- Guantes de carnaza
- Material usual de laboratorio (pipetas, beakers, probetas, pipeteadores)
- Equipo HACH (equipo y reactivos)

El equipo que se utilizó para la realización de los análisis microbiológicos fue:

- Autoclave
- Cajas de Petri
- Agar Mc Conkey
- Agar Nutritivo
- Agar PDA
- Probeta 100 ml

- Frascos tapa azul de 100 ml
- Escobillones
- Placa de calentamiento
- Soporte Universal
- Guantes de Carnaza
- Balanza Analítica
- Vidrio de reloj
- Espátula
- Chispero
- Mechero
- Papel Kraft
- Cinta de esterilidad

4.2 FASE PRE EXPERIMENTAL

4.2.1 Etapa 1.

Esta fase consistió en la determinación del almidón más efectivo en cuanto a la biomasa alcanzada por las larvas; para esto fueron seleccionados como almidones de estudio papa, yuca y arracacha, los cuales constituyen una parte importante de la dieta de la población y son los almidones de mayor consumo y que por ende generan mayor cantidad de residuos, esto sustentado bajo las estadísticas de producción y consumo para Colombia.¹³

Para el desarrollo de esta fase, se utilizó un montaje de 4 niveles, cada uno con capacidad para 3 bandejas y almacenamiento de lixiviados en la parte inferior por medio de mangueras conectadas a cada una de las bandejas para tal fin. Adicionalmente este montaje contó con resistencias y termostatos para ajustar la temperatura y mantenerla constante en 30°C y permitir el óptimo crecimiento y desarrollo de las larvas.

El montaje se efectuó en el laboratorio de Bioensayos de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria y se muestra en la figura 12:

¹³ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2002. Anuario estadístico del sector agropecuario 2001.

Figura 12. Montaje experimental para el desarrollo de la investigación



Fuente: Los autores (2008)

El diseño experimental utilizado para el desarrollo de esta fase fue:

Tabla 3. Diseño experimental de la fase pre experimental. Etapa 1.

Temperatura 30°C	REP 1	REP 2	REP 3
BLANCO (BANANO)			
PAPA			
YUCA			
ARRACACHA			

Las condiciones establecidas en laboratorio fueron: Temperatura constante de 30°C, un total de 20 larvas por cada réplica. En esta fase, se realizaron mediciones diarias de crecimiento en cuanto a longitud y peso, con el fin de obtener información relevante en cuanto al desarrollo larvario con el uso de almidones. En las figuras 13 y 14 se observa el crecimiento de las larvas y los cambios que estas presentan en cuanto a tamaño, grosor y color, las cuales son las principales características que presentan cambios durante el desarrollo larvario de esta especie.

Figura 13. Desarrollo larvario



Figura 14. Desarrollo larvario



Fuente: Los autores (2008)

Con respecto al sustrato utilizado, este fue agregado en trozos pequeños en porciones iguales de 100 g se renovó teniendo en cuenta la tasa de

alimentación de las larvas en lapsos de ocho días. Se realizaron mediciones en cuanto a peso del residuo para determinar la tasa de alimentación y degradación de materia orgánica de las larvas en un periodo de tiempo uniforme, así como las gráficas de comportamiento respectivas.

Figura 15. Características iniciales sustrato



Figura 16. Cambio en las características del sustrato



Fuente: Los autores (2008)

En la figura 15, se observa la forma de disposición del sustrato en los recipientes, en este caso arracacha, mientras que en la figura 16 se evidencia el proceso de degradación y descomposición del sustrato por medio de la actividad metabólica de las larvas en el tiempo.

Figura 17. Residuos finales de almidón en las réplicas



Figura 18. Características finales del sustrato



Fuente: Los autores (2008)

En las figuras 17 y 18, se observan las características finales del sustrato, al cabo de ocho días de degradación.

A la harina obtenida se le realizaron pruebas de nitrógeno Kjeldahl, el cual permite determinar el contenido de proteína de una muestra (orgánica e inorgánica) a través de la digestión de la misma. El porcentaje de proteína determinado para cada experimento, estableció cual de los almidones se estudiaría en la fase siguiente, dado que este valor establece cual es el más efectivo para aumentar la calidad composicional y nutricional de las larvas, para ser utilizado posteriormente como materia prima para alimentación de algunas

especies animales. En la figura 19 se observa el equipo de digestión Kjeldahl utilizado para la determinación de proteínas.

Figura 19. Equipo de digestión Kjeldahl



Fuente: Los autores (2008)

Adicionalmente, se realizaron pruebas de hierro total, calcio y magnesio, por medio del equipo de absorción atómica presentado en la figura 20, dado que este es el procedimiento más efectivo para la determinación de metales en muestras específicas. La medición de estos metales se realizó teniendo en cuenta la importancia de la evaluación de la calidad de la harina de las larvas y su posible uso como materia prima en procesos de producción de concentrados para alimentación animal, determinando si esta cumple con los requerimientos alimenticios y nutricionales establecidos y que adicionalmente sean importantes fuentes de macro y micronutrientes minerales dado que el organismo no puede fabricarlos, por tanto debe utilizar fuentes exteriores para su obtención, como son los alimentos, los suplementos nutritivos, para poder asegurar un adecuado suministro de ellos.

Por otro lado, estos análisis se realizaron teniendo en cuenta que para el caso de los alimentos procesados, el conocimiento que se tenga sobre su composición en minerales y nutrientes es imprescindible para poder evaluar los resultados de las ingestas dietarias y determinar la eficacia de estos sobre la nutrición animal verificando que la calidad del concentrado obtenido de la larva sea la esperada.

Figura 20. Espectrofotómetro de absorción atómica



Fuente: Los autores (2008)

Estos análisis se efectuaron en los laboratorios de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de La Universidad De La Salle.

4.2.2 Etapa 2.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la fase pre experimental etapa 1, se determinó que el almidón con el que las larvas alcanzaron su mayor cantidad de biomasa y altos contenidos proteicos fue la yuca. Se realizó la etapa 2 de la fase pre experimental, que consistió en la determinación del porcentaje de almidón mezclado con banano que presentara el mejor comportamiento en cuanto a la biomasa adquirida por las larvas. Para esto se desarrollo el siguiente diseño experimental:

Tabla 4. Diseño experimental para la fase pre experimental. Etapa 2

Temperatura 30°C	REP 1	REP 2	REP 3
Blanco (Banano)			
30% "A" + 70% Banano			
50% "A" + 50% Banano			
80% "A" + 20% Banano			

En esta fase se utilizó nuevamente un total de 20 larvas por cada réplica y se realizaron mediciones en cuanto a biomasa alcanzada tres veces semanales y cambios de sustratos en periodos de ochos días aproximadamente. Para la determinación de la mezcla más óptima entre banano y yuca, se realizaron una vez más los análisis correspondientes a nitrógeno Kjeldahl para la determinación del contenido proteico; así como mediciones de hierro total, calcio y magnesio a la harina resultante, obteniendo como resultados principales que la mezcla más efectiva fue la de 80% yuca y 20% banano, con respecto a las demás mezclas estudiadas.

Los porcentajes que se establecieron para el desarrollo de esta fase, se determinaron con el fin de obtener resultados representativos de acuerdo a las cantidades del almidón óptimo encontrado en la etapa anterior que deberían utilizarse en esta etapa y que en diferentes proporciones de mezcla con banano sugirieran una aproximación del comportamiento de las larvas. Por esta razón se determinaron para el montaje experimental mezclas cuya composición fuera variable, en donde las cantidades de yuca y banano cambiaran considerablemente y establecer así rangos y patrones de comportamiento en los diferentes casos en donde la cantidad de almidón óptimo fuera muy pequeña, igual o mucho mayor con respecto a la de banano.

4.3 Fase experimental.

Esta fase se realizó con el fin de evaluar el comportamiento y desarrollo de la larva teniendo como sustrato almidón, en este caso yuca y una mezcla de yuca y carne para evaluar la biomasa alcanzada por la larva y su contenido proteico final, comparando estos resultados con los obtenidos de la mezcla 80% yuca y 20% banano de la etapa anterior.

Tabla 5. Diseño experimental para la fase experimental.

<i>Temperatura 30°C</i>	REP 1	REP 2	REP 3
95% Yuca + 5% Carne			
76% Yuca + 19 % Banano + 5% Carne			

Cada uno de los ensayos se efectuaron tres réplicas. En la primera se utilizó yuca con una adición de 5% de cárnicos, específicamente carne de res, en la segunda se utilizó una mezcla del blanco (banano), yuca y un 5% de cárnicos. Para esta fase se utilizó un total de 20 larvas por cada réplica y se realizaron las mediciones respectivas de crecimiento en longitud y peso tres veces semanales y cambios de sustratos en periodos de ocho días aproximadamente, periodo en el cual la materia orgánica era degradada casi en su totalidad. En esta fase, una vez más se hicieron los análisis respectivos de nitrógeno Kjeldahl, hierro total, calcio y magnesio.

4.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Dada la importancia de analizar la calidad ambiental de las larvas y la harina de estas para su posible uso como materia prima para la producción de alimentos para animales, se realizó un estudio microbiológico de coliformes totales, hongos y levaduras al humus, al lixiviado y la larva obtenidos en el proceso de producción, para evaluar la calidad ambiental de los mismos y determinar que impactos ambientales se pueden generar.

Para evaluar la presencia y posterior identificación de microorganismos, uno de los sistemas más utilizados es la observación de su crecimiento en sustancias alimenticias artificiales preparadas en el laboratorio, llamadas medios de cultivo en donde el crecimiento de los microorganismos es el cultivo. Estos medios poseen características diferentes dependiendo la clase de microorganismos para los cuales hayan sido preparados, así mismo cumplen con ciertas condiciones de temperatura, humedad, grados de acidez o alcalinidad, contienen nutrientes y factores de crecimiento necesarios como carbono, nitrógeno, azufre, fósforo y sales inorgánicas y no deben contener microorganismos contaminantes.

En esta investigación, para la identificación de la presencia de los agentes contaminantes especificados anteriormente, se utilizaron los medios de cultivo

McConkey, para la identificación de coliformes totales, Agar Nutriente para hongos y PDA (Agar Patata Dextrosa) para la identificación de la presencia de levaduras.

Estos análisis se realizaron en las instalaciones de los laboratorios de Microbiología de la Universidad de La Salle y se analizaron las muestras de lixiviado resultante de la fase experimental, la harina de larvas de la mezcla 80% yuca y 20% banano y las larvas de los dos experimentos de la fase experimental correspondientes a 95%yuca y 5% carne y 76%yuca, 19% banano y 5% carne. Estas muestras se escogieron teniendo en cuenta la importancia del análisis microbiológico para evaluar la presencia de agentes contaminantes, principalmente en aquellas en donde hay uso de cárnicos, dado que este sustrato puede llegar a constituir un foco de crecimiento para agentes patógenos.

4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Este análisis se aplicó para el estudio e interpretación de los datos obtenidos durante la investigación, por medio de la estadística descriptiva. El uso de una ANOVA permitió comparar correctamente los experimentos realizados en cuanto al comportamiento de la larva con los diferentes sustratos utilizados en la investigación y determinar la existencia de diferencias significativas entre estos, principalmente en cuanto a la adquisición de biomasa y absorción de minerales, con el fin de obtener conclusiones acertadas. Este procedimiento está basado en la varianza observada en los grupos de resultados comparados y permite asociar una probabilidad a la media estándar obtenida de estos datos numéricos.

El análisis de varianza se realizó con base en el protocolo LB07 del laboratorio de bioensayos, la ANOVA establecida para esta investigación fue:

Tabla 6. Diseño para análisis de varianza

SUSTRATO	REPLICAS			Yi	Yi Promedio
	1	2	3		
PAPA					
YUCA					
ARRACACHA					
MEZCLA 30% YUCA +70% BANANO					
MEZCLA 50% YUCA +50% BANANO					
MEZCLA 80% YUCA +20% BANANO					
MEZCLA 95% YUCA +5% CARNE					
MEZCLA 76% YUCA +19% BANANO + 5% CARNE					
BANANO (Blanco)					

Fuente: Los autores (2008)

En donde la hipótesis nula y la hipótesis alternativa se plantearon de la siguiente forma:

H₀: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_n$

H₁: $\mu_1 \neq \mu_2$, para algún par

H₀: Todos los sustratos proporcionan la misma biomasa a las larvas

H₁: Los sustratos proporcionan diferente biomasa a las larvas.

4.6 FASE DE DISEÑO

En esta fase se mejoró el diseño del proceso de producción, teniendo en cuenta el impacto ambiental que se genera por la ocurrencia de contaminación microbiológica debida a la mezcla de cárnicos con los residuos orgánicos. En esta etapa de la investigación, se establecieron las principales fuentes de contaminación así como las posibles mejoras que pueden realizarse al proceso para un crecimiento y desarrollo más óptimo de las larvas y de la degradación de la materia orgánica.

5. RESULTADOS

5.1 RESULTADOS DE BIOMASA ADQUIRIDA EN LA FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 1

En esta fase se realizaron mediciones de la biomasa alcanzada por las larvas hasta el estado de larva en el instar 5 (estado adulto), con el fin de determinar el comportamiento de las mismas con cada almidón para la investigación, de modo tal que se pudiera establecer cual de estos aporta la mayor cantidad de biomasa a las larvas. Los resultados de estas mediciones se muestran en la tabla 7:

Tabla 7. Biomasa adquirida en la fase pre experimental. Etapa 1

SUSTRATO	Réplica 1 (g)	Réplica 2 (g)	Réplica 3 (g)	Promedio	Tiempo (días)
YUCA	2.63	2.91	3.48	3.00	28
PAPA	2.91	2.71	2.90	2.84	22
ARRACACHA	2.22	3.87	2.61	2.90	26
BANANO	2.75	3.32	3.61	3.22	34

Como se observa en la tabla de resultados, la yuca fue el almidón que mejores resultados arrojó con respecto a la biomasa adquirida por las larvas durante la fase pre experimental, etapa 1, con un resultado de 3.00 g.

Tabla 8. Longitud en la fase pre experimental. Etapa 1

SUSTRATO	Promedio (cm)
YUCA	1,7
PAPA	1,7
ARRACACHA	2,1
BANANO	1,7

En cuanto a la longitud promedio alcanzada por las larvas, los resultados se muestran en la tabla 8, para cada sustrato.

5.2 RESULTADOS DE BIOMASA ADQUIRIDA EN LA FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 2

En esta fase se determinó la biomasa alcanzada por las larvas hasta alcanzar su estado adulto, para determinar el comportamiento de las mismas con cada una de las mezclas de yuca y banano en los porcentajes definidos junto con el tiempo requerido para cada proceso. Los resultados finales se muestran en la tabla 9:

Tabla 9. Biomasa adquirida en la fase pre experimental. Etapa 2

SUSTRATO	Réplica 1 (g)	Réplica 2 (g)	Réplica 3 (g)	Promedio	Tiempo (días)
30%YUCA + 70% BANANO	4.32	4.43	5.02	4.59	22
50%YUCA + 50% BANANO	4.23	4.98	4.76	4.66	19
80%YUCA + 20% BANANO	4.78	4.67	4.97	4.81	17
BANANO	2.82	3.45	3.86	3.37	30

Como se observa en la tabla 8 el mejor resultado de biomasa adquirida por las larvas se da en la mezcla de 80% yuca y 20% banano, siendo apreciablemente mayor con respecto a las larvas que se alimentaron con yuca únicamente.

Tabla 10. Longitud adquirida en la fase pre experimental. Etapa 2

SUSTRATO	Promedio (cm)
30%YUCA + 70% BANANO	2,5
50%YUCA + 50% BANANO	2,5
80%YUCA + 20% BANANO	2,5
BANANO	1,8

5.3 RESULTADOS DE BIOMASA ADQUIRIDA EN LA FASE EXPERIMENTAL

En esta fase se utilizó como sustrato la mezcla de 80% yuca + 20% banano, establecida en la fase anterior como óptima para el desarrollo de las larvas, comparándola con las mezclas 95% yuca + 5% carne y 76% yuca + 19% banano + 5% carne de res. En esta fase se realizaron mediciones de biomasa y longitud alcanzada por las larvas y los resultados finales se presentan en las tablas 11 y 12:

Tabla 11. Biomasa adquirida en la fase experimental.

SUSTRATO	Réplica 1 (g)	Réplica 2 (g)	Réplica 3 (g)	Promedio	Tiempo (días)
95%YUCA + 5%CARNE	3,92	3,28	3,49	3,56	24
76%YUCA + 19% BANANO + 5%CARNE	1,97	1,46	2,2	1,87	28
80%YUCA + 20% BANANO	4.78	4.67	4.97	4.81	17

Como se observa, la mezcla 80%yuca + 20% banano, fue la más efectiva en cuanto a biomasa adquirida por las larvas.

Tabla 12. Longitud adquirida en la fase experimental.

SUSTRATO	Promedio (cm)
95%YUCA + 5%CARNE	2,2
76%YUCA + 19% BANANO + 5%CARNE	1,9

5.4 RESULTADOS DE ANÁLISIS EN LABORATORIO

5.4.1 Determinación de porcentaje de humedad, nitrógeno y proteínas

Al obtener la harina de larvas, los análisis que se realizaron fueron porcentaje de humedad, nitrógeno Kjeldahl con el cual se determinó el contenido proteico, este análisis se conoce como Análisis Químico Proximal (AQP). Estos análisis permiten la evaluación de la calidad nutricional de la harina ya que determinan la calidad de los alimentos o materias primas.

Estos análisis se realizaron a cada una de las muestras obtenidas durante la investigación. Los resultados se presentan en la tabla 13:

Tabla 13. Determinación de porcentaje de humedad, contenido de nitrógeno y proteína.

SUSTRATO	HUMEDAD (%)	NITRÓGENO (ppm)	PROTEÍNA (ppm)
FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 1			
BANANO	36.57	2	1.5
YUCA	35.35	2	1.5
PAPA	42.35	1	0.75
ARRACACHA	45.35	0	0.00
FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 2			
30% YUCA + 70% BANANO	53.21	3	2.25
50% YUCA + 50% BANANO	54.83	4	3.0
80% YUCA + 20% BANANO	53.43	6	4.5
FASE EXPERIMENTAL			
95% YUCA + 5% CARNE	55.56	13	9.75
76% YUCA + 19% BANANO + 5% CARNE	53.92	8	6.0

Con respecto a estos resultados, se observa que para la fase pre experimental etapa 1 la yuca fue el almidón que tuvo un mayor aporte de proteínas a las larvas que se alimentaron con este. Por otro lado, se observa que para la etapa 2, la mezcla entre yuca y banano más efectiva en cuanto a aporte de proteínas fue 80% yuca + 20% banano y en cuanto a las mezclas de la fase experimental, se observa que la mezcla de 95% yuca + 5% carne fue la óptima en cuanto a aporte de proteínas debido a las proporciones de yuca y carne existentes.

5.4.2 Análisis de minerales. Determinación de hierro, calcio y magnesio.

Se determinó la concentración de hierro total, calcio y magnesio utilizando el equipo de absorción atómica del laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad de la Salle, los análisis se realizaron a la harina de las larvas obtenidas en los ensayos realizados durante el desarrollo de la investigación. Los resultados de este análisis se muestran en la tabla 14:

Tabla 14. Concentración de minerales.

MUESTRA	HIERRO (ppm)	CALCIO (ppm)	MAGNESIO (ppm)
FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 1			
BANANO	0.231	3.549	0.420
PAPA	0.061	1.225	0.419
YUCA	0.331	1.752	0.552
ARRACACHA	0.092	1.479	0.675
FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 2			
30% YUCA + 70% BANANO	0.481	4.827	1.590
50% YUCA + 50% BANANO	0.192	2.858	1.348
80% YUCA + 20 % BANANO	0.162	5.88	1.381
FASE EXPERIMENTAL			
95% YUCA + 5%CARNE	0.105	7.627	1.545
76% YUCA + 19%BANANO +5%CARNE	0.038	3.791	1.309

5.4.3 Análisis de fósforo, nitritos, nitratos, nitrógeno en el lixiviado y pH.

Este se realizó con el fin de determinar las concentraciones existentes de fósforo y nitrógeno total del lixiviado obtenido de la fase experimental, así como establecer el nivel de pH para su posible uso en actividades agrícolas, ya que estos elementos son los principales responsables del crecimiento y desarrollo de las plantas, razón por la cual solo se tuvieron en cuenta estos componentes en la medición, aunque para usos más específicos es recomendable hacer análisis de otros componentes como materia orgánica y otros elementos. Estos análisis se realizaron en las instalaciones del laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanitaria y se utilizó el equipo HACH y sus respectivos reactivos, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 15. Concentraciones de fósforo y nitrógeno del lixiviado analizado.

FÓSFORO REACTIVO (mg/Lt PO_4^{3-})	NITRITOS (mg/Lt $NO_2 - N$)	NITRATOS (mg/Lt NO_3^-)	NITRÓGENO AMONIACAL (mg/Lt NH_3-N)	pH
0.81	0.115	>0.01	0.07	8.43

De lo anterior, se establece que la relación N/P es:

$$\frac{N}{P} = \frac{0.07}{0.81} = 0.0864 \frac{mg}{Lt}$$

5.4.4 Análisis microbiológicos.

Estos análisis se realizaron con el fin de evaluar la presencia de agentes contaminantes en el proceso de degradación y poder establecer la calidad ambiental de las muestras y del proceso final. Además de las muestras óptimas, se analizó el lixiviado resultante de la fase experimental. Los resultados de estos análisis son de tipo cualitativo y se muestran en la tabla 16:

Tabla 16. Presencia de agentes contaminantes en las muestras analizadas

Muestra	Coliformes totales	Hongos	Levaduras
Lixiviado fase experimental	✓	✓	✓
Harina 80% Yuca+20%Banano	✓	✓	✓
Larva 95% Yuca + 5%Carne	✓	✓	✓
Larva 76% Yuca + 19% Banano + 5%Carne	✓	✓	✓

Como se observa, hay presencia de todos los agentes patógenos analizados, por tanto estos resultados se tendrán en cuenta para la estimación de los impactos ambientales y para el establecimiento de las medidas sanitarias.

5.4.4.1 Presencia de coliformes totales en las muestras analizadas.

Figura 21. Lixiviado fase experimental



Figura 22. Harina de larvas 80% yuca+20%banano



Figura 23. Larva mezcla 95% Yuca 5% carne



Figura 24. Larva mezcla 76% yuca + 19% banano + 5%carne



Fuente: Los autores (2008)

Hay presencia de coliformes en las muestras analizadas, aunque esta se observa en menor medida en la muestra de larva de la mezcla 95% yuca + 5% carne, sin embargo el crecimiento de este grupo de microorganismos se evidenció claramente en poco tiempo.

5.4.4.2 Presencia de hongos en las muestras analizadas.

Figura 25. Lixiviado fase experimental



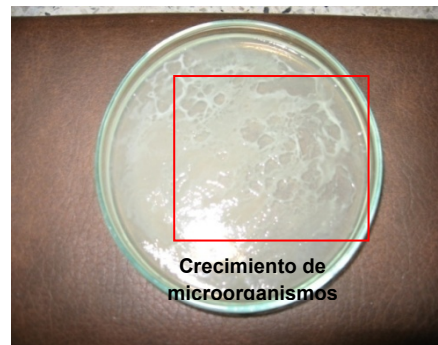
Figura 26. Harina de larvas 80% yuca+20%banano



Figura 27. Larva mezcla 95% Yuca 5% carne



Figura 28. Larva mezcla 76% yuca + 19% banano + 5%carne



Fuente: Los autores (2008)

La presencia de hongos en la muestra de lixiviado es mínima, solo se observan algunas colonias pequeñas y dispersas, con respecto a las demás muestras analizadas, la presencia de hongos es completamente visible y significativa.

5.4.4.3 Presencia de levaduras en las muestras analizadas.

Figura 29. Lixiviado fase experimental



Figura 30. Harina de larvas 80% yuca+20%banano



Figura 31. Larva mezcla 95% Yuca 5% carne



Figura 32. Larva mezcla 76% yuca + 19% banano + 5% carne



Fuente: Los autores (2008)

Como se observa, la muestra de lixiviado es la que mayor crecimiento de levaduras presentó.

Por otro lado es importante aclarar, que para el caso de los coliformes totales, su cuantificación es factible, dadas las características que este presenta en cuanto a su crecimiento en los medios de cultivo utilizados, caso contrario el de los hongos y las levaduras, cuya cuantificación no es posible, dado que su crecimiento se realiza de forma dispersa.

La cuantificación de las unidades formadoras de colonia (UFC), para coliformes totales se estableció siguiendo el método de conteo por medio de la evaluación del crecimiento realizando una cuadrícula sobre el medio de cultivo.

Tabla 17. Colonias de coliformes totales encontradas en las muestras analizadas.

Muestra	NMP
Lixiviado	2052 unidades
Harina de larvas 80% yuca + 20% banano	776 unidades
Mezcla 95% yuca + 5% carne	1340 unidades
Mezcla 76% yuca + 19%banano + 5% carne	1576 unidades

Figura 33. Lixiviado fase experimental

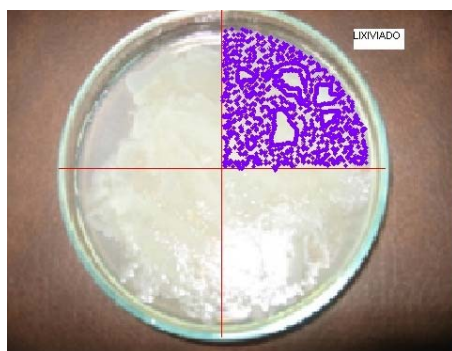


Figura 34. Harina de larvas 80% yuca+20%banano

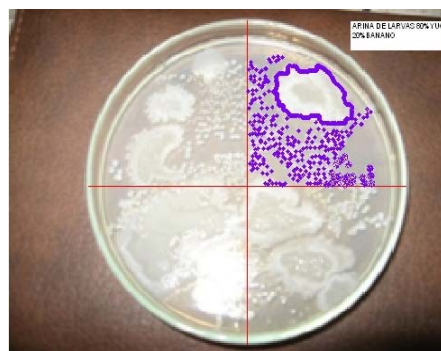


Figura 35. Larva mezcla 95% Yuca 5% carne

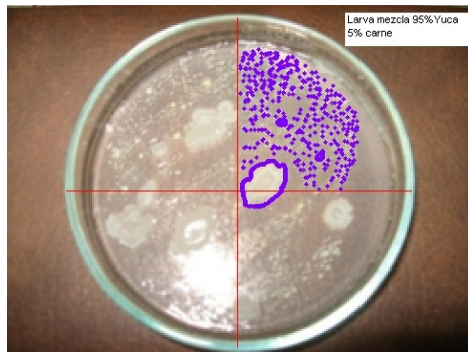
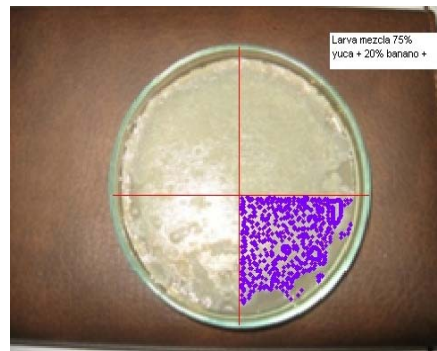


Figura 36. Larva mezcla 76% yuca + 19% banano + 5% carne



Fuente: Los autores (2008)

5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados del análisis de varianza son:

Tabla 18. Análisis de varianza

Sustrato	Número de réplicas			Total	Promedio
	R1	R2	R3		
Papa	39,32	40,87	38,39	118,59	39,53
Yuca	46,36	48,67	53,11	148,15	49,38
Arracacha	56,03	57,60	55,08	168,72	56,24
Mezcla 30% yuca +70% banano	19,25	19,15	20,25	58,65	19,55
Mezcla 50% yuca +50% banano	19,57	21,36	20,62	61,55	20,51
Mezcla 80% yuca +20% banano	22,22	18,39	18,24	58,85	19,61
Mezcla 95% yuca +5% carne	42,39	36,23	34,78	113,4	37,8
Mezcla 76% yuca +19% banano + 5% carne	28,61	22,44	28,83	79,88	26,62
Banano (Blanco)	36,79	42,39	39,62	118,82	39,60
			Total	926,62	308,87

Las hipótesis nula y verdadera son:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_n$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2, \text{ para algún par}$$

H_0 : Todos los sustratos proporcionan la misma biomasa a las larvas

H_1 : Los sustratos proporcionan diferente biomasa a las larvas.

Teniendo en cuenta que tenemos:

Tabla 19. Número de tratamientos y observaciones para análisis de varianza

Tratamientos:	9
Observaciones:	3
Total:	27

Tratamiento de análisis de varianza:

Tabla 20. Determinación de resultados para análisis de varianza

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F Calculado	F Teórico
Entre grupos	4376,24705	8	547,030881	84,0973014	2.51
Dentro de Grupos	117,085277	18	6,50473763		
Total	4493,33232	26			

- $\alpha = 0.05$

Por lo anterior se establece que como $F_{cal} > F_{Teo}$ se aprueba la hipótesis verdadera, de lo cual se concluye que los diferentes tratamientos utilizados en la investigación proporcionan diferente biomasa a las larvas.

5.6 ANÁLISIS DE LOS GASES OBTENIDOS EN EL PROCESO

Estas mediciones se realizaron con el fin de determinar que gases se producen durante el proceso de degradación de la materia orgánica por acción de las larvas en las condiciones establecidas. Para el desarrollo de estos análisis, se utilizó el equipo Passport Five Stars, el cual permite hacer mediciones de diferentes gases, para efectos de esta investigación, los gases que se midieron fueron CO, CO₂, O, CH₄, SO_x y NO_x. Sin embargo, los únicos que presentaron reporte de concentraciones existentes en el proceso fueron oxígeno con una concentración de 20.4 ppm y CH₄ con una concentración de 1.7 ppm. Se asume que la inexistencia de otros gases en el proceso se deba a las condiciones en las cuales este se desarrolla y se presume que los gases que se producen pueden ser orgánicos volátiles y su concentración es baja.

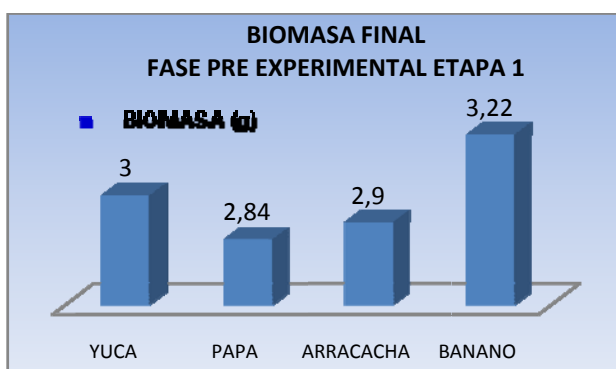
6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1 FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 1

En esta etapa los almidones utilizados para el proceso de degradación fueron yuca, papa y arracacha y se estableció como sustrato control banano, los cuales fueron degradados por las larvas de la especie *Hermetia Illucens L.*, con lo cual se establece la efectividad del proceso de degradación de este residuo orgánico. Los resultados muestran que las larvas que adquirieron la mayor biomasa fueron las alimentadas con el sustrato de yuca, como se observa en la figura 39 alcanzando el valor más alto entre los tres almidones.

La cantidad de sustrato proporcionado para cada experimento y sus respectivas réplicas fue de 100 g como fue mencionado en materiales y métodos.

Figura 37. Biomasa final de las larvas. Fase pre experimental, etapa 1



Fuente: Los autores (2008)

Dentro del desarrollo de la pre experimentación se observó que el tamaño de los gránulos del almidón influye en el tiempo de degradación, ya que entre más pequeños sean estos más fácil es su asimilación por parte de las larvas. El caso más favorable fue el de las larvas alimentadas con arracacha, almidón cuyos gránulos varían de 5 a 27 μm y su forma es redonda, el tiempo de degradación para este almidón fue de 26 días, tiempo en el cual las larvas alcanzaron su último instar, mientras que en el caso de la papa el tiempo de degradación fue de 29 días y para las larvas alimentadas con yuca, el tiempo fue de 31 días. De lo anterior, se establece que el tamaño de los gránulos del almidón, facilita el proceso de alimentación de las larvas teniendo en cuenta que de acuerdo a su morfología, poseen mandíbulas dentadas y al ser el gránulo más pequeño, permite una mejor asimilación del almidón, con lo cual se disminuye el tiempo empleado por las larvas para realizar el proceso de degradación.

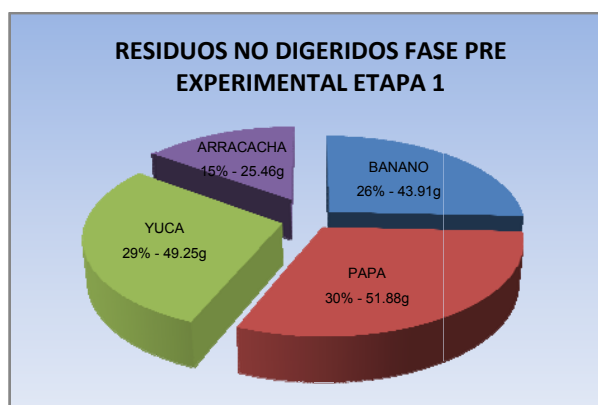
El residuo no digerido es el resultante del proceso de degradación que no es asimilado por las larvas debido a sus características finales. La cantidad total para cada sustrato de residuo no digerido fue:

Tabla 21. Cantidad de residuo no digerido producido en 34 días de degradación.

Sustrato	Residuo no digerido (g)
Yuca	49.25
Papa	51.88
Arracacha	25.46
Banano	43.91

El residuo no digerido, era retirado en un lapso de tiempo de ocho días, al cabo de los cuales las larvas habían aprovechado el sustrato proporcionado hasta su grado máximo de degradación en donde se detenía el proceso.

Figura 38. Residuos no digeridos generados en la fase pre experimental. Etapa 1



Fuente: Los autores (2008)

Como se observa en la figura 38, la facilidad de degradación que tengan las larvas con cada sustrato influye en la cantidad de residuos no digeridos generados, por ende a mayor asimilación del sustrato disminuye el volumen de residuos no digeridos.

Para esta etapa, la papa fue el sustrato que mayor cantidad de residuos no digeridos generó con un total de 51.88 g aproximadamente, por encima de la yuca y la arracacha, aunque de acuerdo a estos valores no existen diferencias significativas. Los residuos no digeridos de esta etapa, tuvieron como característica principal la deshidratación y posterior endurecimiento, lo que generó cambios en sus características físicas por lo cual las larvas disminuyeron la velocidad de asimilación, obligando a renovar el sustrato.

Teniendo en cuenta los valores anteriormente establecidos para esta fase y que en cada réplica fueron agregados 100 g de sustrato que corresponden al 100%, se puede determinar que la efectividad de las larvas en el proceso de degradación con los diferentes sustratos realizando la relación matemática es:

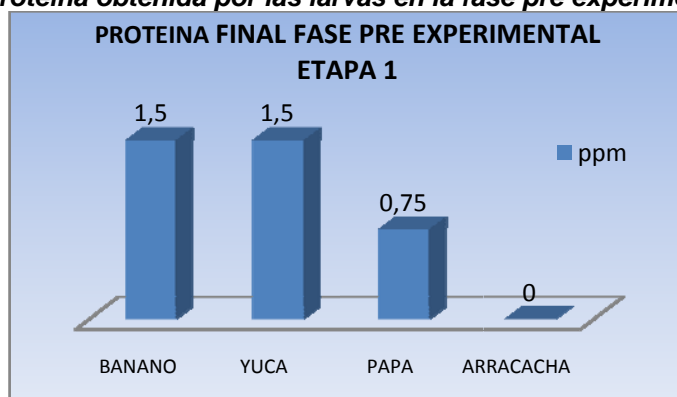
Tabla 22. Efectividad de degradación de las larvas con cada sustrato. Etapa 1.

SUSTRATO	RESIDUO NO DIGERIDO (g)	EFFECTIVIDAD (%)
Banano	43.91	56.09
Papa	51.88	48.12
Yuca	49.25	50.75
Arracacha	25.46	74.54
PROMEDIO	42.62	57.37

Como se observa la arracacha es el sustrato que presenta la mayor efectividad de degradación por parte de las larvas.

Con respecto al contenido proteico, los resultados arrojaron que de los almidones estudiados, la yuca aportó a las larvas la mayor cantidad de proteína, esto debido a que esta planta a diferencia de la arracacha almacena las proteínas dentro de su raíz o tubérculo, mientras que la arracacha fija el nitrógeno en el suelo, razón por la cual al hacer el análisis del contenido proteico de las larvas alimentadas con este almidón, los resultados fueron cero, dado que estas se alimentan de otros componentes de la arracacha mas no de proteínas como tal. Estos resultados se observan en la figura 39:

Figura 39. Proteína obtenida por las larvas en la fase pre experimental. Etapa 1.



Fuente: Los autores (2008)

Con respecto al análisis de minerales que incluyó la medición de hierro, calcio y magnesio en todas las muestras obtenidas, se estableció que la concentración de hierro y calcio presentaron su mayor valor en las larvas alimentadas con yuca con 0.331 ppm y 1.752 ppm respectivamente y el magnesio presentó la mayor concentración en las larvas alimentadas con arracacha con 0.675 ppm. Por lo anterior, se establece que las larvas alimentadas con yuca, tuvieron una mejor asimilación de minerales y proteínas, por tanto la yuca es la que más aporta al componente mineral de la larva. Esto se debe a que la yuca es una fuente importante de magnesio, potasio, calcio y hierro, aspecto que puede ser observado en las figuras 40, 41 y 42.

Figura 40. Contenido de Hierro en las larvas. Etapa 1.

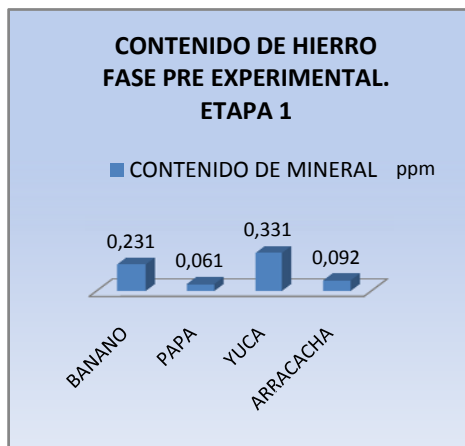


Figura 41. Contenido de Calcio en las larvas. Etapa 1

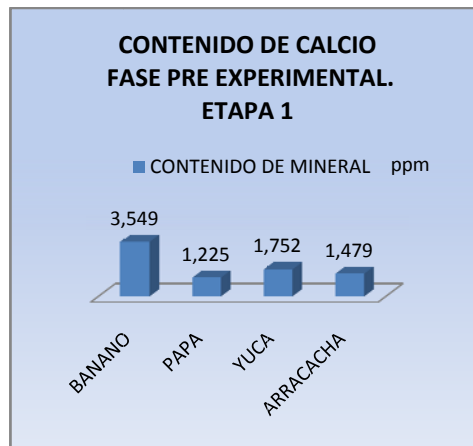
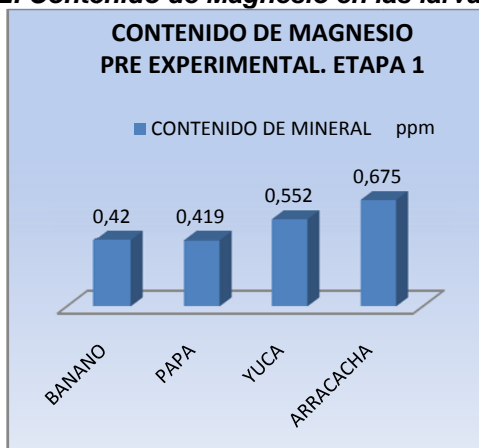


Figura 42. Contenido de Magnesio en las larvas. Etapa 1



Fuente: Los autores (2008)

En cuanto a la mortalidad de las larvas en esta etapa se observa que el mayor porcentaje se alcanza cuando degradan el banano, así mismo se observa que tanto la yuca como la arracacha son las que menos mortalidad de larvas presentaron durante el desarrollo del proceso. Estos resultados se presentan en la tabla 22:

Tabla 23. Mortalidad de las larvas en la fase pre experimental. Etapa 1

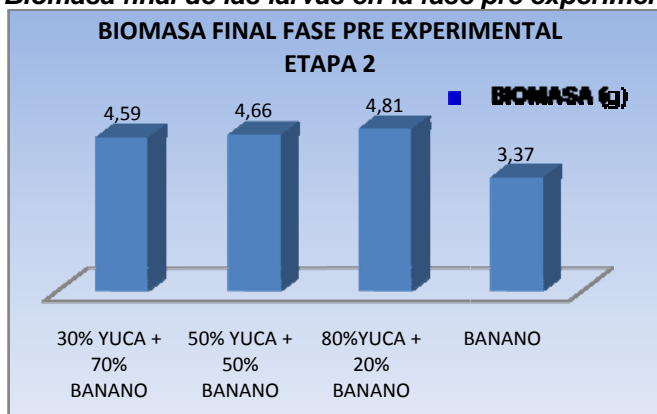
Almidón	Número total de larvas	Larvas muertas	Mortalidad %
Banano	60	10	17
Papa	60	8	14
Yuca	60	5	8
Arracacha	60	4	6

6.2 FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 2

En esta fase, los resultados obtenidos con respecto a la biomasa alcanzada por las larvas, arrojaron los mejores resultados con la mezcla 80% yuca y 20% banano. Esto muestra que el proceso es más eficiente cuando se combina la yuca con una porción pequeña de banano lo cual facilita la asimilación de la yuca, esto debido a que el proceso de descomposición del banano hace que este elimine toda la humedad y permite que la textura de la yuca sea más suave y blanda y como se observó, este almidón permite que las larvas alcancen niveles aceptables de biomasa. Este resultado se observa en la figura 43.

Para el caso de esta etapa, también se alimentaron con 100 gramos de residuo el cual fue renovado en un lapso de ocho días.

Figura 43. Biomasa final de las larvas en la fase pre experimental. Etapa 2



Fuente: Los autores (2008)

Con respecto a las mezclas 30% yuca y 70% banano y 50% yuca y 50% banano, el comportamiento es aceptable. Puesto que el crecimiento de las larvas en los tres experimentos realizados fue relativamente uniforme, no se presentó una mezcla con comportamientos atípicos. Para las larvas alimentadas con la mezcla 30% yuca y 70% banano, el tiempo necesario para que estas alcanzaran su último instar fue de 22 días, mientras que para la mezcla de 50% yuca y 50% banano, el tiempo fue de 20 días y para la mezcla 80% yuca y 20% banano el tiempo fue de 18 días, por lo tanto, esta última mezcla fue la que menor tiempo de desarrollo larvario requirió, mejorando así el tiempo con respecto al obtenido en la fase pre experimental etapa 1, donde la yuca sin adición de banano requirió 34 días.

En general, se pudo establecer que las larvas de la especie *Hermetia Illucens L.*, degradan satisfactoriamente no solo almidones puros sino la mezcla de estos con otros sustratos de características como el banano.

El tiempo de degradación aproximado fue de 22 días y la mezcla que presentó mayor generación de residuos no digeridos fue 50% yuca y 50% banano.

Tabla 24. Cantidad de residuo no digerido producido en 34 días de degradación.

Sustrato	Residuo no digerido (g)
30%YUCA + 70% BANANO	49,26
50%YUCA + 50% BANANO	56,89
80%YUCA + 20% BANANO	47,52

Figura 44. Residuos no digeridos generados en la fase pre experimental. Etapa 2



Fuente: Los autores (2008)

Los residuos no digeridos de esta etapa, tuvieron como principal característica el endurecimiento de los trozos de yuca ya que se deshidrataron y por ende no presentan una descomposición acelerada a diferencia del banano.

Teniendo en cuenta los valores anteriormente establecidos para esta fase y que en cada réplica fueron agregados 100 g de sustrato que corresponden al 100%, se puede determinar que la efectividad de las larvas en el proceso de degradación con los diferentes sustratos realizando la relación matemática es:

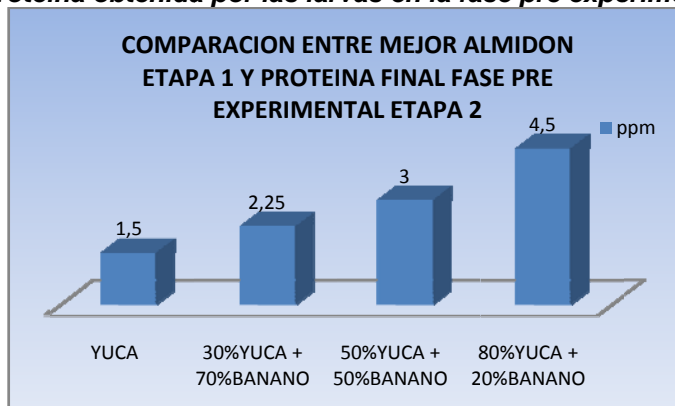
Tabla 25. Efectividad de degradación de las larvas con cada sustrato. Etapa 2.

SUSTRATO	RESIDUO NO DIGERIDO (g)	EFFECTIVIDAD (%)
30% Yuca + 70%Banano	49.26	50.74
50% Yuca + 50%Banano	56.89	43.11
80% Yuca + 20%Banano	47.52	52.48
PROMEDIO	38.41	48.77

Como se observa la mezcla 80% yuca + 20% banano es la que las larvas degradan con mayor facilidad.

Con respecto al contenido proteico, las larvas alimentadas con la mezcla de 80% yuca y 20% banano, arrojaron los mejores resultados en cuanto a porcentaje de proteínas, permitiendo establecer, que altos contenidos de yuca influyen en el incremento de la biomasa, esto se observa en la figura 45.

Figura 45. Proteína obtenida por las larvas en la fase pre experimental. Etapa 2.



Fuente: Los autores (2008)

Con respecto al análisis de minerales, las concentraciones más altas de hierro y magnesio se alcanzaron en la mezcla 30% yuca y 70% banano con 0.481 ppm y 1.59 ppm respectivamente, mientras que el valor más alto de calcio se obtuvo en la mezcla 80% yuca y 20% banano con 5.88 ppm como se observa en las figuras 46, 47 y 48. La asimilación de minerales parece ser más efectiva en la mezcla con mayor porcentaje de banano por la facilidad que poseen las larvas para degradar y asimilar este sustrato, teniendo en cuenta sus características y forma de descomposición, sin embargo las concentraciones de los minerales en todos los experimentos alcanzaron valores aceptables como se observa en la tabla 14 de los resultados. El comportamiento de cada mineral para esta fase fue:

Figura 46. Contenido de Hierro en las larvas. Etapa 2.

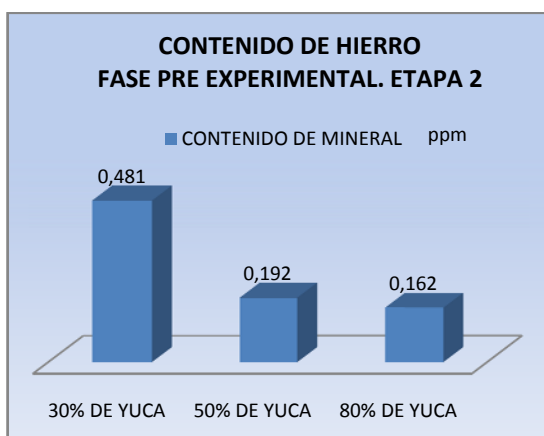


Figura 47. Contenido de Calcio en las larvas. Etapa 2

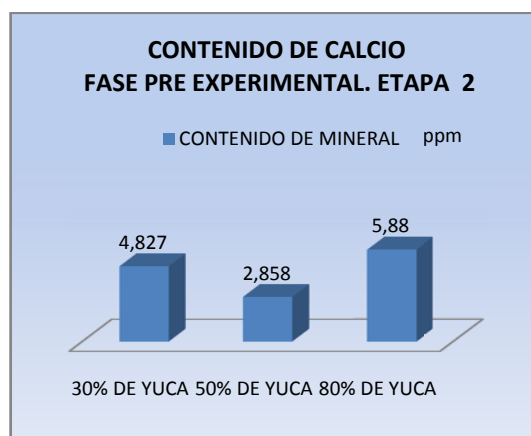
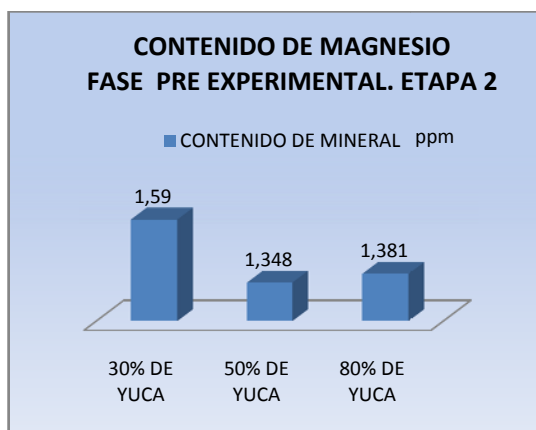


Figura 48. Contenido de Magnesio en las larvas. Etapa 2



Fuente: Los autores (2008)

En cuanto al contenido de magnesio es mayor en la mezcla de 30% yuca y 70% banano, dado que el banano es rico en magnesio y una mayor proporción de este permite que en las larvas el contenido de mineral se incremente. En esta fase, la mortalidad de las larvas se presenta en la tabla 24:

Tabla 26. Mortalidad de las larvas en la fase pre experimental. Etapa 2

Almidón	Número total de larvas	Larvas muertas	Mortalidad %
Banano	60	7	12
30% Yuca + 70% Banano	60	4	7
50% Yuca + 50% Banano	60	4	7
80% Yuca + 20% Banano	60	4	7

Como se observa, el banano presenta un mayor porcentaje de mortalidad de larvas, mientras que las mezclas 50% yuca y 50% banano y 80% yuca y 20% banano fueron las que menos mortalidad presentaron durante el proceso de degradación.

6.3 FASE EXPERIMENTAL

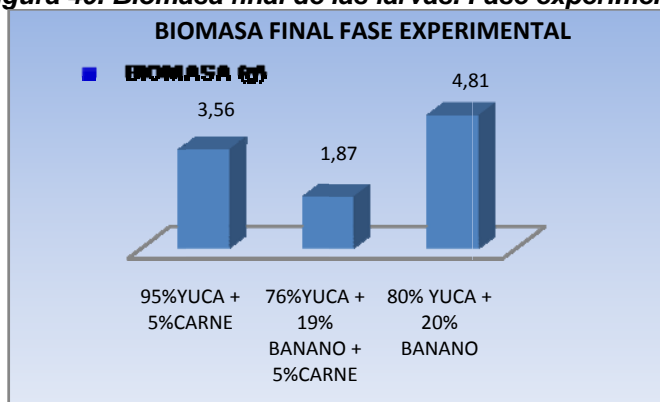
Para los experimentos realizados en esta fase, se incluyó como sustrato adicional carne y se observó que esta no es fácilmente degradada por las larvas y por ende no es el sustrato más indicado para su alimentación.

Con respecto a la biomasa adquirida, las larvas alimentadas con la mezcla 95% yuca y 5% carne presentaron un valor más alto con un promedio de 2.56 g y estas larvas alcanzaron su último instar al cabo de 25 días, por encima de la mezcla 76% yuca, 19% banano y 5% con un promedio de 1.87 g y un tiempo de desarrollo larvario de 28 días.

Al comparar los resultados de la mezcla óptima definida en la fase pre experimental etapa 2 de 80% yuca y 20% banano con la mezcla 95% yuca y 5% carne y con la mezcla 76% yuca, 19% banano y 5% carne se observa que

la mezcla que proporciona mayor cantidad de biomasa a las larvas fue la de 80% yuca y 20% banano como se observa en la figura 49.

Figura 49. Biomasa final de las larvas. Fase experimental



Fuente: Los autores (2008)

Estas observaciones pueden establecer que las larvas de la especie *Hermetia Illucens L.* son más eficaces degradando almidones en descomposición que sustratos de procedencias animales y que este sustrato adicional influye negativamente en la tasa y efectividad de degradación del porcentaje de almidón incluido, dado que este proceso fue más lento que en fases anteriores y generó la muerte de una cantidad considerable de larvas, este valor se muestra en la tabla 25.

Tabla 27. Mortalidad de las larvas en la fase experimental.

Almidón	Número total de larvas	Larvas muertas	Mortalidad %
95% Yuca + 5% carne	60	9	15
76% Yuca + 19% banano + 5% carne	60	19	32
80% Yuca + 20% banano	60	4	6

Se asume que el 5% de carne utilizado fue el responsable de los altos porcentajes de mortalidad, dado que este fue el único factor adicional y de variación que se tuvo con respecto a los experimentos anteriormente realizados en los que solo se hizo uso de almidones y frutas.

Esto se debe a que desde el primer momento después del sacrificio, los diferentes tipos de grasa, sufren una reacción de hidrólisis debida a la acción de lipasas cuya cinética depende de la temperatura y el tipo de almacenamiento que se le da a la carne. Esta reacción libera ácidos grasos los cuales influyen sobre el sabor y olor de la carne y los productos cárnicos en general. Los ácidos grasos insaturados son los primeros afectados por la acción de las lipasas, la lipólisis constituye la primera etapa de la degradación de los lípidos animales, para continuar con las reacciones de origen oxidativo que conducen a la formación de diversos compuestos que alteran el sabor y el olor de la carne, factores que influyen negativamente en la efectividad de la asimilación de esta por parte de las larvas.

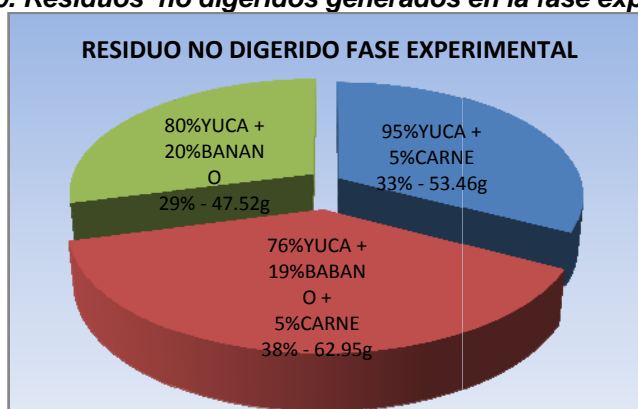
De lo anterior, se establece que las larvas de la especie *Hermetia Illucens* no son aptas para procesos de degradación de cárnicos, debido a que existen factores causantes de alteraciones en la carne en su proceso de descomposición, como el crecimiento de microorganismos, la actividad enzimática y la oxidación de grasas. La carne pertenece a uno de los grupos más susceptibles para el desarrollo microbiano por su composición, su porcentaje humedad alto y su pH ácido. Las principales vías de contaminación microbiana después del sacrificio son la piel, los intestinos del propio animal y la falta de higiene.¹⁴ La carne mantenida sin condiciones de refrigeración no puede almacenarse más de 10 días sin que aparezcan signos de degradación bacteriana. Por otro lado, las enzimas presentes en la carne producen cambios químicos que generan efectos no deseados como el envejecimiento, cambios de color, textura y olor. Así mismo, el contacto con oxígeno origina enranciamiento de las grasas, lo cual se manifiesta con un olor desagradable y un cambio a color amarillento.

Con respecto a los residuos no digeridos en esta fase, la mezcla que mayor cantidad de residuos no digeridos generó fue 76% yuca, 19% banano y 5% carne, con 62.95 g, en esta mezcla las larvas presentaron una asimilación más baja del sustrato y por ende se generó más residuo no digerido. Así mismo, se observa que la mezcla de 80% yuca y 20% banano fue la que menor cantidad de residuo no digerido generó con 47.52 g, en comparación con las otras mezclas con valores significativamente más altos.

Tabla 28. Cantidad de residuo no digerido producido en la fase experimental.

Sustrato	Residuo no digerido (g)
95%YUCA + 5%CARNE	53,46
76%YUCA + 19%BANANO + 5%CARNE	62,95
80% Yuca + 20% banano	47,52

Figura 50. Residuos no digeridos generados en la fase experimental.



Fuente: Los autores (2008)

¹⁴ Tomado de <http://www.infra.com.mx/infragases/libreria/gespeciales/carnicos.pdf>

Los residuos no digeridos de esta fase, tuvieron como principal característica que los trozos de carne se endurecieron deshidratándose y perdieron su color, los trozos de yuca también se endurecieron y el banano presentó una descomposición acelerada.

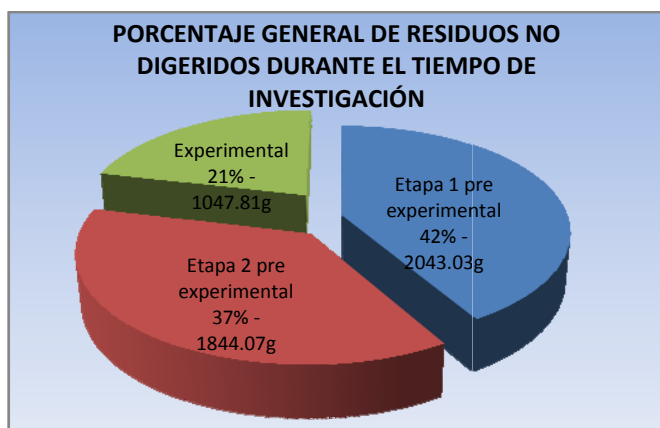
Teniendo en cuenta los valores anteriormente establecidos para esta fase y que en cada réplica fueron agregados 100 g de sustrato que corresponden al 100%, se puede determinar que la efectividad de las larvas en el proceso de degradación con los diferentes sustratos realizando la relación matemática es:

Tabla 29. Efectividad de degradación de las larvas con cada sustrato. Fase experimental.

SUSTRATO	RESIDUO NO DIGERIDO (g)	EFFECTIVIDAD (%)
95% Yuca + 5% Carne	53.46	46.54
76% Yuca + 19% Banano + 5% Carne	62.95	37.05
PROMEDIO	58.20	41.79

Como se observa, para esta fase la mezcla 95% Yuca + 5% Carne es la que presenta la mayor efectividad de degradación por parte de las larvas.

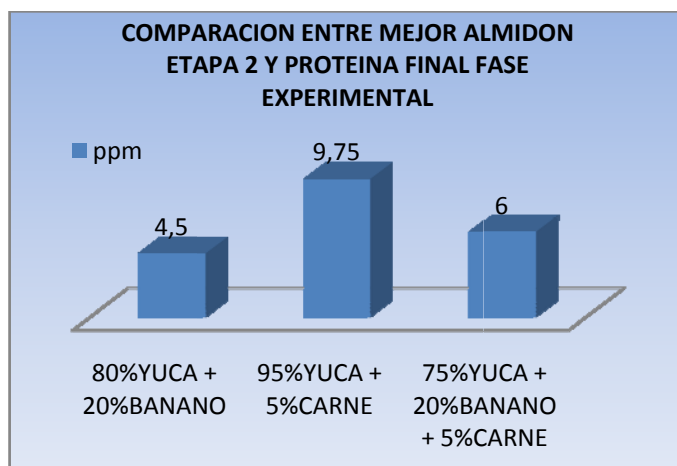
Figura 51. Porcentaje y cantidad de residuos no digeridos producidos durante la investigación por etapa.



Fuente: Los autores (2008)

Con respecto al contenido proteico, los resultados arrojaron para esta fase que la mezcla de 95% yuca + 5% carne fue la más efectiva en cuanto al aumento en el contenido proteico de las larvas, dado el contenido de carne en la mezcla. Estos resultados se observan en la figura 52:

Figura 52. Proteína obtenida por las larvas en la fase experimental.



Por ultimo, con respecto al análisis de minerales se observa que para el calcio, el hierro y el magnesio analizados; la mezcla de 95% yuca y 5% carne fue la más óptima para la fijación de los mismos en las larvas, con diferencias significativas en comparación con la mezcla 76% yuca, 19% banano y 5% carne, como se observa en las figuras 53, 54 y 55.

Esto se debe a que las larvas de la mezcla 95% yuca y 5% carne presentaron mayor tasa de alimentación y por consiguiente de degradación. Así mismo esta mezcla posee altos contenidos de yuca y como se observó en los experimentos desarrollados anteriormente, este almidón proporciona niveles considerables de estos minerales a las larvas.

Comparando la concentración de estos minerales, con los obtenidos con la mezcla de 80% yuca y 20% banano, se observa que esta presentó una concentración mayor de hierro, mientras que para el caso del calcio y del magnesio, la concentración presentada fue aceptable aunque no tuvo el valor más alto.

Figura 53. Contenido de Hierro en las larvas. Fase Experimental.

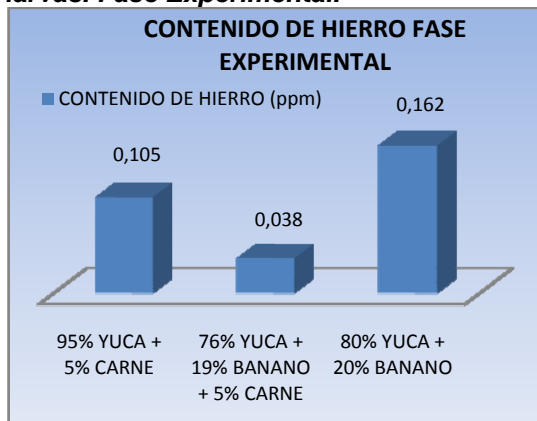


Figura 54. Contenido de Calcio en las larvas. Fase Experimental.

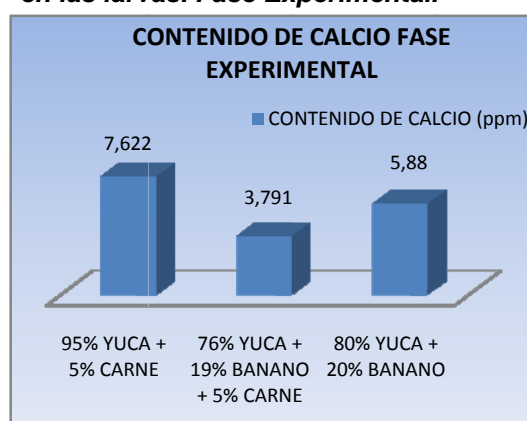
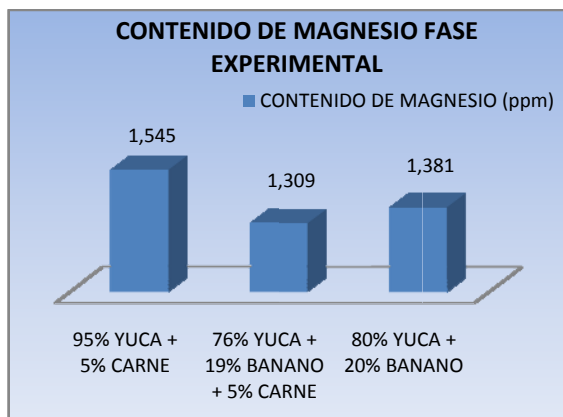


Figura 55. Contenido de Magnesio en las larvas. Fase Experimental.



Fuente: Los autores (2008)

En forma general, se observa que la yuca es el almidón que por sus características aporta la mayor cantidad de biomasa a las larvas y permite aumentar la calidad de la misma en cuanto a su composición a nivel de proteínas y minerales. Por lo anterior se establece que para el proceso de obtención de harina de larvas para su uso en procesos de producción de concentrados para animales es más eficiente con la yuca en cuanto a almidones se trata, sin embargo, debe tenerse en cuenta que en cuanto a biomasa y contenido proteico es mucho más eficiente el uso de la mezcla 80% yuca + 20% banano y esta aunque en menores proporciones también proporciona minerales.

Figura 56 . Contenidos de hierro representativos

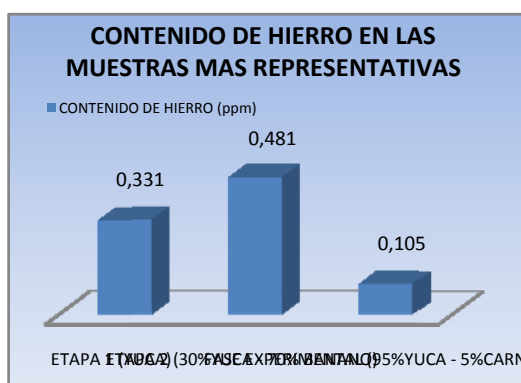


Figura 57. Contenidos de calcio representativos

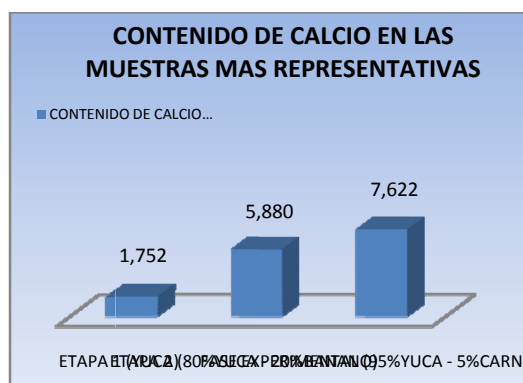
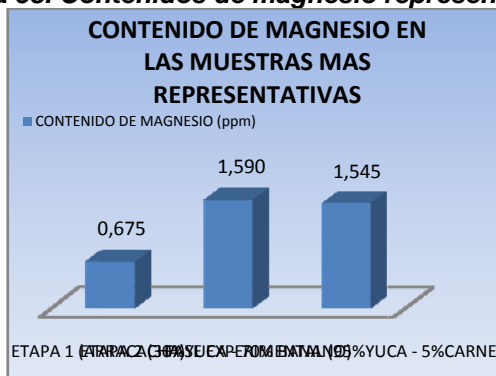


Figura 58. Contenidos de magnesio representativos



Se puede establecer que el uso de la harina de las larvas alimentadas con la mezcla 80% yuca + 20% banano es factible como materia prima en procesos de producción de concentrados para animales ya que esta proporciona elementos necesarios para la nutrición de especies a bajo costo, esto en comparación con la harina de pescado (Tabla 1.) que aunque sus aportes nutricionales son más altos sus costos también. Por último, para este posible uso deben tenerse en cuenta los aportes nutricionales de las diferentes especies y seleccionar aquellas para las cuales los contenidos proteicos y de minerales de la harina de larvas sean óptimos.

6.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Los resultados de los cultivos muestran presencia de coliformes totales, hongos y levaduras en el lixiviado de la fase experimental, en la harina de la mezcla 80% yuca y 20 % banano y en las larvas de las mezclas de 95% yuca y 5% carne y 75% yuca, 20% banano y 5% carne.

La presencia de coliformes totales, tuvo mayor crecimiento microbiológico en las muestras de lixiviado de la fase experimental y de la larva alimentada con la mezcla 76% yuca, 19% banano y 5% carne, mientras que las muestras de la harina de la mezcla 80% yuca y 20 % banano y la larva de las mezclas de 95% yuca y 5% carne presentaron menor crecimiento poblacional de microorganismos, esto se puede observar en las figuras 21 a 24. Con respecto al número de colonias encontradas en la muestra de lixiviado, se establece que aunque la presencia de coliformes es considerable, esta no supera el límite establecido para usos agrícolas en actividades de riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto, el cual es de 5000 NPM (Número Más Probable), según el artículo 40, párrafo 1 del Decreto 1594/84.

Con respecto a la presencia de hongos en las muestras, el lixiviado de la fase experimental, fue la que menor crecimiento microbiológico reportó, mientras

que las muestras de harina de larvas y las larvas presentaron un crecimiento considerable de hongos. Esto se puede observar en las figuras 25 a 28.

La presencia de levaduras, se evidenció en las muestras de lixiviado de la fase experimental y en la muestra de harina de larvas de la mezcla 80% yuca y 20% banano, mientras que las muestras de larvas, aunque presentaron crecimiento de levaduras, este no fue considerable, esto se observa en las figuras 29 a 32.

De lo anterior, se determino que la presencia de coliformes totales, hongos y levaduras, tiene su origen en el lugar donde se obtienen los productos a usar como sustrato y en el tipo de manipulación que estos reciben allí, dado que los residuos que fueron suministrados a las larvas no tienen una adecuada manipulación, se encuentran dispuestos en el suelo en contacto permanente con animales y vectores y aunque estos son lavados previamente este procedimiento no es suficiente para su eliminación. El menor crecimiento de colonias se presentó en la muestra de harina de larvas alimentadas con la mezcla 80% yuca y 20% banano, a diferencia de la muestra de lixiviado donde se presento mayor crecimiento poblacional.

La presencia de estos microorganismos en las muestras analizadas limita su uso, por lo cual se hace visible la importancia de controlar estos factores para el correcto y óptimo uso de la harina de las larvas en diferentes procesos de alimentación animal y del lixiviado en actividades agrícolas sin que exista un riesgo, por lo cual se deben establecer alternativas de control de estos agentes.

6.5 ANÁLISIS DE LOS GASES OBTENIDOS EN EL PROCESO

Al realizar el análisis de los gases producidos, con respecto a los establecidos inicialmente para su medición, CO, CO₂, O, SO_x, NO_x y CH₄, se determinó que solo hay presencia de oxígeno en este proceso, con una concentración de 20.4 ppm y de CH₄ con una concentración de 1.7 ppm. Por lo anterior se establece que los gases que se produjeron durante el desarrollo del proceso de degradación de almidones, pueden ser además de oxígeno y metano, dióxido de carbono, nitrógeno, hidrógeno y compuestos azufrados, sin embargo, su concentración no pudo ser determinada por el equipo utilizado, dado que esta es muy baja y no alcanza a ser detectada, teniendo en cuenta la cantidad de materia orgánica utilizada, por lo cual es recomendable realizar estas mismas mediciones con equipos más precisos cuyo rango de medición sea menor.

6.6 ANÁLISIS DE FÓSFORO, NITRITOS, NITRATOS Y NITRÓGENO AMONICAL DEL LIXIVIADO

Se realizó un análisis de las concentraciones existentes de fósforo, nitratos, nitritos y nitrógeno amoniacal al lixiviado resultante de la fase experimental. En muchos casos el lixiviado puede considerarse como una sustancia benéfica para algunos procesos, como por ejemplo el crecimiento de algunas plantas si se agrega en medidas correctas dado que el lixiviado contiene nutrientes básicos como nitrógeno y fósforo, considerados como macro elementos. En el caso del nitrógeno, es el elemento más importante para el crecimiento de las plantas ya que es un constituyente básico de sus proteínas, clorofila y ácidos nucleicos, mientras que para el caso del fósforo es el segundo elemento esencial en la nutrición de las plantas, ya que se encuentra dentro de sus núcleos celulares y es importante para la formación de frutos y semillas, es utilizado en forma de fosfatos solubles principalmente liberados en el proceso de descomposición de la materia orgánica.

Las concentraciones encontradas en la muestra de lixiviado de la fase experimental, se deben principalmente al tipo de sustrato utilizado, dado que este era de composición específica (almidones y carnes) y esto interfiere en la calidad del lixiviado generado al no tener mezcla de diferentes materiales orgánicos que permitan un mayor aporte de elementos. Para el caso de las concentraciones de fósforo y nitrógeno encontradas en el lixiviado analizado, se observa que estas son bajas con respecto a las concentraciones de estos elementos que usualmente se encuentran en abonos orgánicos, las cuales son 6 ppm de nitrógeno, 12 ppm de fósforo y 6 ppm de potasio¹⁵. Como se observa, las concentraciones de fósforo y nitrógeno del lixiviado de la fase experimental son muy bajas del orden de 0.81 ppm para el fósforo, 0.115 ppm de nitritos, una cantidad nula de nitratos y 0.07 ppm de nitrógeno amoniacal. Con respecto a la relación N/P, se puede establecer que esta relación, permite identificar la cantidad de nitrógeno que existe con respecto a la cantidad de fósforo. En el lixiviado, la relación N/P es de 0.0864 mg/Lt, esto quiere decir que la concentración de nitrógeno es muy baja con respecto a la del fósforo, mientras que la relación comúnmente encontrada en el abono orgánico de 0.5 mg/Lt, es decir que la concentración de nitrógeno es la mitad de la que existe de fósforo. Estas comparaciones permiten establecer que dada la relación N/P del lixiviado, su uso en actividades agrícolas no es factible al no tener una composición apta de minerales en las concentraciones que pueden ser óptimas para los diferentes cultivos ya que en este caso, la cantidad de nitrógeno es muy baja con respecto a la del fósforo

¹⁵ Tomado de www.rosasvirtuales.net/abonos.html

6.7 COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS SUSTRATOS DE FRUTAS Y VERDURAS CON ALMIDONES

De acuerdo a los resultados obtenidos por Gutiérrez y Sánchez (2008) en la investigación “Degradación de residuos orgánicos mediante la producción de larvas soldada negra, *Hermetia Illucens L.*”, se establece con respecto a la biomasa alcanzada que para la mezcla 50% verduras + 50% frutas la biomasa promedio fue de 4.3 g mientras que para la mezcla 80% yuca + 20% banano fue de 4.81 g, con lo cual se establece que la mezcla entre almidones y frutas es más efectiva para aumentar la biomasa de las larvas que la mezcla entre verduras y frutas.

Con respecto a la concentración de minerales, para la mezcla 50% verduras + 50% frutas, el calcio tuvo un valor de 132.8 mg/Lt, el hierro 3.358 mg/Lt y el magnesio 7.800 mg/Lt, mientras que para la mezcla 80% yuca + 20% banano, el calcio tuvo un valor de 5.88 mg/Lt, el hierro 0.162 mg/Lt y el magnesio 1.381. Como se observa, la mezcla 50% verduras + 50% frutas, es la más efectiva en cuanto al aumento en la concentración de estos minerales en las larvas.

De las comparaciones anteriormente realizadas en cuanto a contenido proteico y biomasa adquirida, se observa que para lograr un aumento considerable en estos factores, es más eficiente el uso de mezclas entre almidones y frutas que entre verduras y frutas, con lo cual se comprueba una vez más la efectividad de la mezcla 80%yuca + 20% banano para mejorar la composición de la larva, sin embargo, el uso de estos sustratos no son tan eficientes en cuanto a la asimilación de minerales por parte de las larvas aspecto que debe ser tenido en cuenta para la disposición de la harina como materia prima para la producción de concentrados para animales.

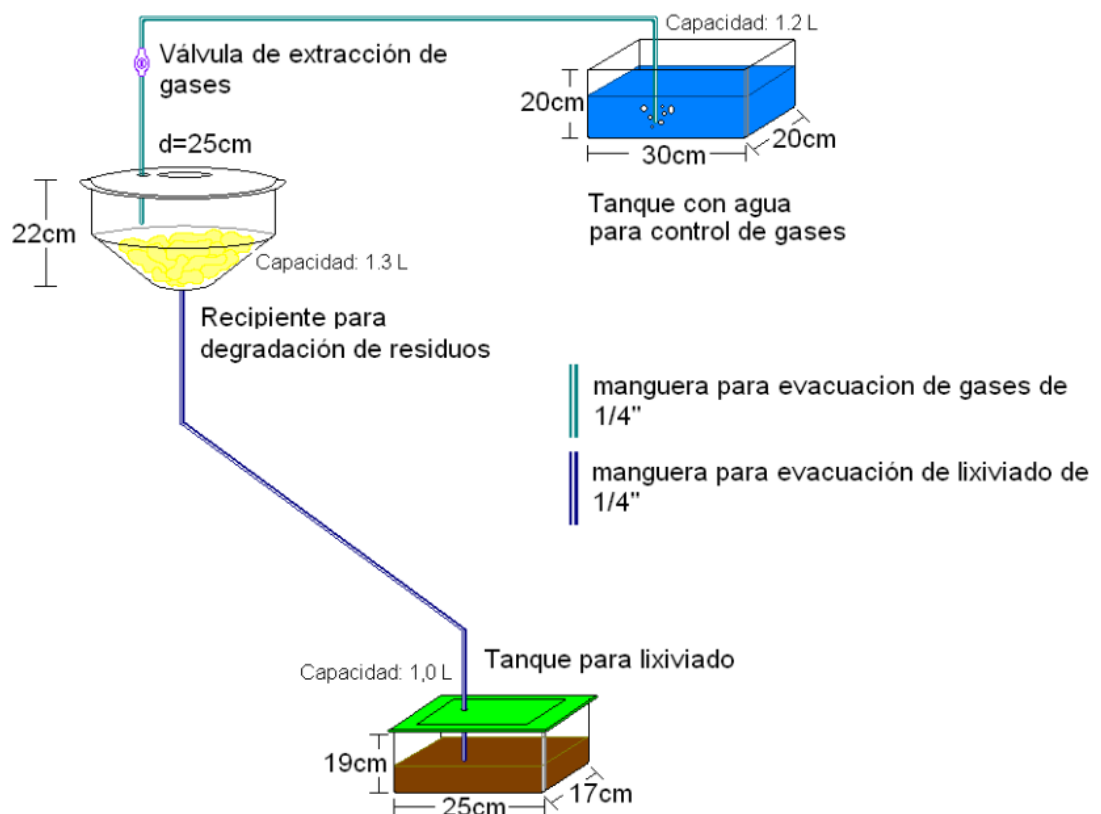
El contenido proteico alcanzado no pudo ser comparado debido a inconsistencias en las unidades encontradas, dato que no existe una forma concreta de realizar el factor de conversión de gramos a ppm.

7. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE YUCA Y BANANO, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens L.*)

El desarrollo del proceso de degradación de residuos de yuca y banano, mediante la producción de la larva soldada negra, *Hermetia Illucens*, surge de la necesidad de establecer alternativas viables para la disminución del volumen de residuos sólidos, específicamente residuos orgánicos provenientes de diferentes actividades, permitiendo no solo un beneficio ambiental sino también económico, teniendo en cuenta el posible uso de los subproductos generados del proceso y su intervención en el mejoramiento de otros procesos. Este es el caso, del uso del lixiviado resultante en procesos agrícolas y de la harina de larvas obtenida como materia prima para la producción de concentrados para animales, actividades que pueden generar un beneficio económico.

Con base en los resultados de la pre-experimentación y experimentación, se plantea el desarrollo del proceso como se presenta en la figura 55.

Figura 59. Esquema de optimización del proceso.



Fuente: Los autores (2008)

Las consideraciones que deben tenerse en cuenta son:

1. Utilizar como alimento la mezcla 80% yuca y 20% de banano.
2. El alimento requerido mínimo es de 100 g de sustrato por cada 20 larvas en el instar 1.
3. La producción de las larvas requiere un tiempo mínimo de 18 días para que alcancen su último instar.
4. Se debe retirar el residuo no digerido en un lapso de ocho días.
5. Para el montaje se recomienda la instalación de válvulas que permitan la extracción de los gases producidos durante el proceso, de modo que estos sean transportados a un tanque con agua en donde se almacenarán.

8. IMPACTOS AMBIENTALES

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce el desarrollo de un proyecto, obra o actividad; para el proceso de degradación de almidones mediante la especie *Hermetia Illucens* se hace necesario determinar los principales impactos ambientales generados. Para esto se desarrolló la identificación, evaluación y descripción de los mismos, por medio de listas de verificación, en donde se establecieron las principales actividades a partir de las cuales se definen los aspectos e impactos ambientales del proceso, determinando su influencia sobre los elementos del medio directamente afectado. Este análisis ambiental utilizó como método de evaluación, la relación existente entre las actividades y los elementos del ambiente afectados, por medio de una matriz de correlación de causa – efecto para su posterior calificación, con el fin de establecer el orden de prioridades en el cual estos deben ser atendidos.

8.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para una correcta identificación de los impactos ambientales, se seleccionaron las principales actividades del proceso y los elementos ambientales que intervienen en la generación de estos.

8.1.1 Actividades del proceso con potencial para causar impactos.

Se elaboró una lista de verificación con las principales actividades de cada etapa del proceso con potencialidad de generar impactos ambientales. Estas actividades se presentan según el orden de las etapas del proceso:

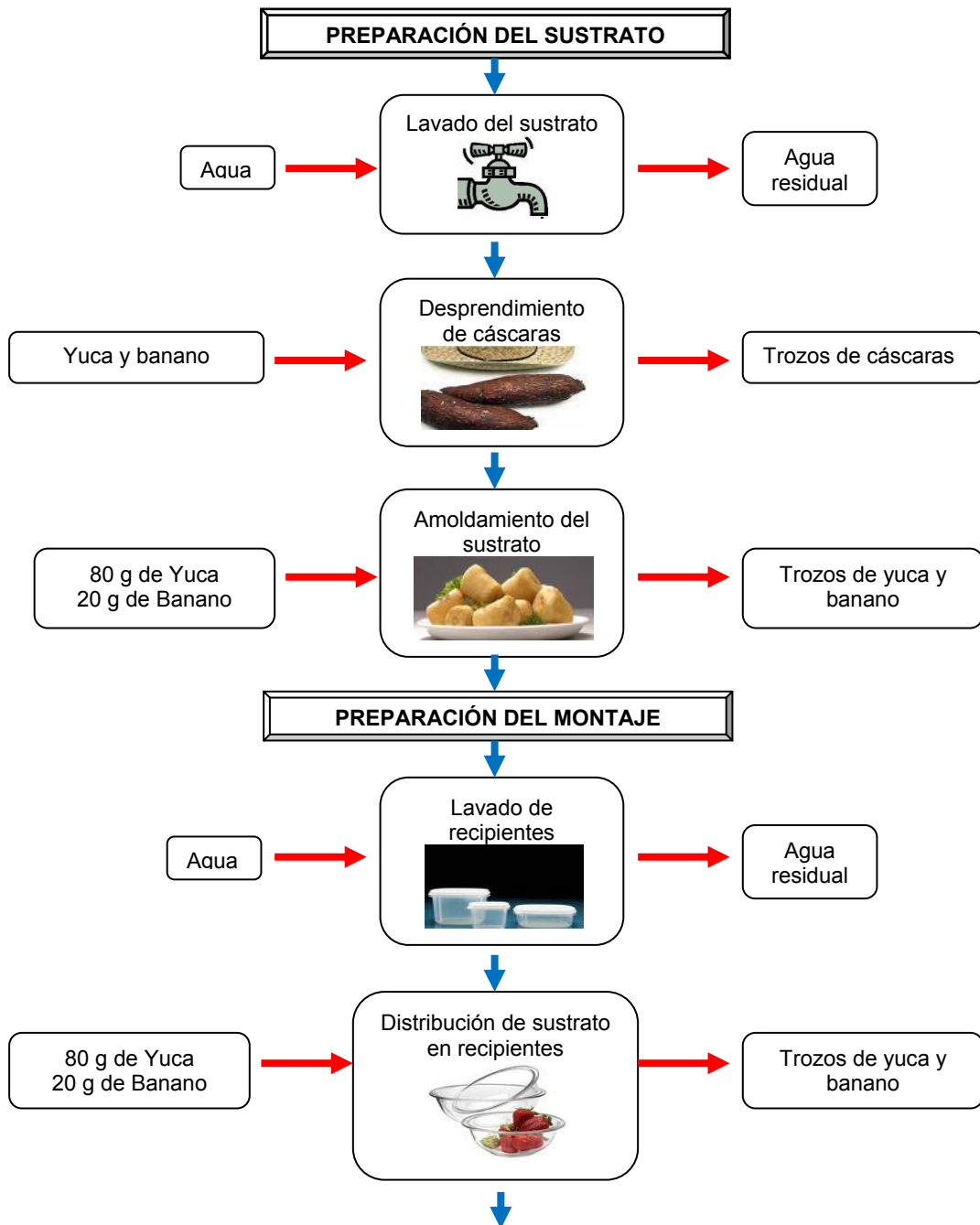
Tabla 30. Actividades del proceso de degradación con potencial de generar impactos ambientales

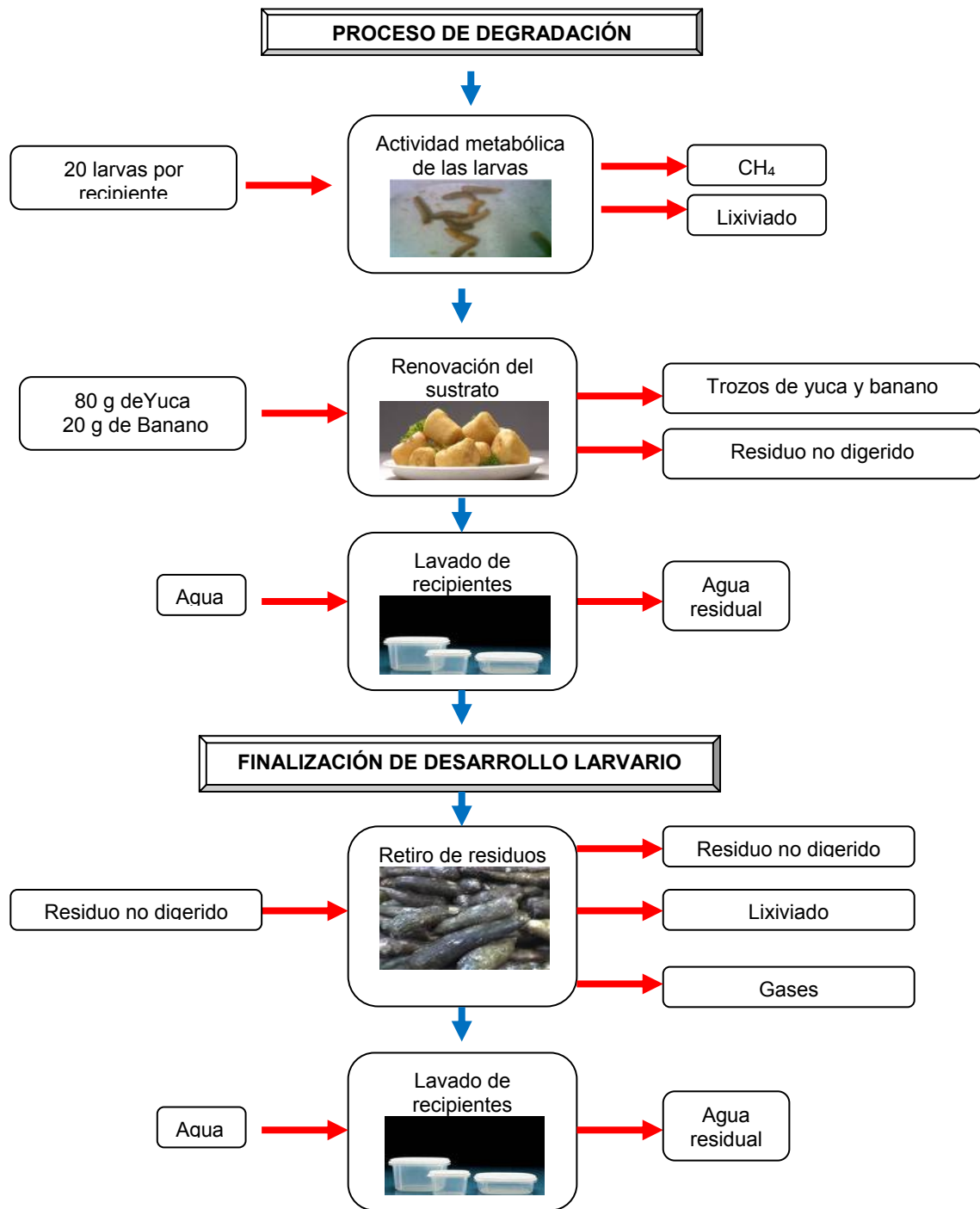
ETAPA DEL PROCESO	ACTIVIDAD
1. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO	Lavado del sustrato
	Desprendimiento de cáscaras
	Amoldamiento del sustrato
2. PREPARACIÓN DEL MONTAJE	Lavado de recipientes
	Distribución de sustrato en recipientes
3. PROCESO DE DEGRADACIÓN	Actividad metabólica de las larvas
	Renovación del sustrato
	Lavado de recipientes
	Consumo de energía
4. FINALIZACIÓN DE DESARROLLO LARVARIO	Retiro de residuos
	Lavado de recipientes

Fuente: Los autores (2008)

8.1.2 Diagrama de flujo.

Figura 60. Diagrama de flujo del proceso.





Fuente: Los autores (2008)

8.1.3 Elementos y factores ambientales potencialmente afectables.

Estos elementos, corresponden a los componentes del medio que pueden sufrir cambios como consecuencia del desarrollo del proceso.

Tabla 31. Determinación de elementos ambientales

MEDIO	ELEMENTO AMBIENTAL
MEDIO FÍSICO	Calidad del Agua
	Calidad del Aire
	Residuos Sólidos
	Uso de energía
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Seguridad y salud ocupacional

Fuente: Los autores (2008)

8.1.4 Descripción general de impactos ambientales potencialmente afectables.

Con respecto al desarrollo del proceso de degradación de materia orgánica por medio de las larvas de la especie *Hermetia Illucens*, se establece que los principales impactos ambientales generados están relacionados con la producción de lixiviado y la emisión de gases contaminantes. Con respecto a la generación de residuos sólidos, se puede decir que estos se clasifican para el caso del proceso en convencionales y orgánicos, pero que su producción no es alta, sin embargo es un factor que se debe tener en cuenta para un adecuado manejo. Así mismo se tuvo en cuenta el área de salud y seguridad ocupacional, dado que en el desarrollo del proceso existe riesgo de enfermedad por contacto con el lixiviado y los residuos sólidos o aspiración de los gases del proceso, por lo cual se determinó la importancia de incluir este elemento como parte de los impactos causados.

En general, aunque los impactos generados por este proceso, dependen en gran medida de la escala y magnitud de su ejecución, se establece que estos no son significativos, teniendo en cuenta que no existen factores de riesgo involucrados, como el uso de sustancias peligrosas o la afectación al paisaje, sin embargo, para un óptimo desarrollo del proceso, se incluyeron para la valoración de los impactos generados y la posterior determinación de alternativas de mitigación y control de los mismos para el mejoramiento del proceso.

Para la calificación de los impactos ambientales, se empleó el Índice de Significación (S). El cual es un índice o valor numérico que se obtiene en función de la probabilidad de ocurrencia del impacto (P), su desarrollo o temporalidad (De), magnitud (m) y duración (Du), establecido en la siguiente ecuación:

$$S = P \left(a \left(\frac{De * M}{10} \right) + b (Du) \right)$$

Donde:

S = Calificación por significancia expresada entre 1 y 10

P = Presencia (probabilidad de ocurrencia)

M = Magnitud

De = Desarrollo

Du = Duración

a,b = Factores de ponderación (**a** = 0.7, **b** = 0.3). Sus valores son constantes dentro de la ecuación matemática.

Fuente: Apuntes de clase de Impacto Ambiental, Profesor Miguel Gamboa, 2007.

Los rangos para los valores de significancia son:

Tabla 32. Rangos de significancia para calificación de impactos ambientales

ATRIBUTO	CALIFICACIÓN	RANGOS
SIGNIFICANCIA (S)	Muy baja	0-2
	Baja	2-4
	Media o moderada	4-6
	Alta	6-8
	Muy alta	8-10

Presencia o Probabilidad de Ocurrencia (P): Probabilidad de que ocurra un impacto.

Desarrollo (De): Tiempo que tarda el impacto en alcanzar la máxima perturbación.

Los rangos de ponderación para estos factores son:

Tabla 33. Rangos de ponderación para calificación de impactos ambientales

ATRIBUTO	CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Presencia o probabilidad de ocurrencia (P)	Cierto o inevitable	1
	Muy probable	0.7 – 0.9
	Probable	0.3 – 0.7
	Poco probable	0.1 – 0.3
Desarrollo (De)	Muy rápido (< 1 mes)	0.8 – 1.0
	Rápido (1-6 meses)	0.6 – 0.8
	Medio (1-6 meses)	0.4 – 0.6
	Lento (12-24 meses)	0.2 – 0.4
	Muy lento (>24 meses)	0.1 – 0.2
Magnitud (M)	Muy alta	80 – 100
	Alta	60 – 80
	Media	40 – 60
	Baja	20 – 40
	Muy baja	0 – 20
Duración (Du)	Permanente (>10 años)	10
	Larga (7-10 años)	7 – 10
	Media (4-7 años)	4 – 7
	Corta (1-4 años)	1 – 4
	Muy corta (< 1 año)	0.1 – 1

Fuente: www.minambiente.gov.co

Tabla 34. Matriz de identificación de impactos ambientales para el proceso de degradación de residuos de almidón y cárnicos, mediante la producción de la larva soldada negra, *Hermetia Illucens l.*

MATRIZ CAUSA - EFECTO			DEGRADACIÓN DE LA MEZCLA 80% YUCA + 20% BANANO, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA, HERMETIA ILLUCENS L.										
			ACTIVIDADES DEL PROCESO										
			Preparación Del Sustrato			Preparación del montaje		Proceso de Degradación			Finalización desarrollo larvario		
			Lavado del sustrato	Desprendimientos de cáscaras	Amoldamiento del sustrato	Lavado de recipientes	Distribución de sustrato	Actividad metabólica	Renovación del sustrato	Lavado de recipientes	Mantenimiento y control de T°	Retiro de residuos	Lavado de recipientes
COMPONENTE AMBIENTAL	AGUA	Contaminación del agua por lavado y vertimiento de lixiviado	N			N			N	N		N	N
	AIRE	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases						N	N			N	
	R.S.	Generación de residuos sólidos		N	N	N	N		N	N		N	N
	ENERGIA	Uso constante del recurso						N			N		
	SALUD OCUP.	Riesgos ocupacionales		N					N		N		

NATURALEZA DEL IMPACTO	
N	Negativo

Fuente: Los autores (2008)

Tabla 35. Matriz de calificación de impactos ambientales para el proceso de degradación de residuos de almidón y cárnicos, mediante la producción de la larva soldada negra, *Hermetia Illucens l.*

MATRIZ CAUSA - EFECTO			DEGRADACIÓN DE LA MEZCLA 80% YUCA + 20% BANANO, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA, HERMETIA ILLUCENS L.														
			ACTIVIDADES DEL PROCESO														
			<u>PREPARACIÓN DEL SUSTRATO</u>														
			Lavado del sustrato					Desprendimiento de cáscaras					Amoldamiento del sustrato				
			P	De	M	Du	S	P	De	M	Du	S	P	De	M	Du	S
COMPONENTE AMBIENTAL	AGUA	Contaminación del agua	1	0.6	60	7	4.62										
	AIRE	Alteración de la calidad del aire															
	R.S.	Generación de residuos sólidos						1	0.7	60	7	5.04	0.2	0.1	20	1	0.09
	ENER	Uso constante del recurso															
	SALUD OCUP.	Riesgos ocupacionales						0.3	0.2	20	1	0.17					

Fuente: Los autores (2008)

Tabla 36. Matriz de calificación de impactos ambientales

MATRIZ CAUSA - EFECTO			DEGRADACIÓN DE LAMEZCLA 80\$ YUCA + 20% BANANO, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA, HERMETIA ILLUCENS L.										
			ACTIVIDADES DEL PROCESO										
			PREPARACIÓN DEL MONTAJE										
			LAVADO DE RECIPIENTES					DISTRIBUCIÓN DEL SUSTRATO					
			P	De	M	Du	S	P	De	M	Du	S	
COMPONENTE AMBIENTAL	AGUA	Contaminación del agua	1	0.8	50	7	4.90						
	AIRE	Alteración de la calidad del aire											
	R.S.	Generación de residuos sólidos	0.2	0.1	15	1	0.08	0.8	0.6	40	0.1	1.37	
	ENER	Uso constante del recurso											
	SALUD OCUP.	Riesgos ocupacionales											

Fuente: Los autores (2008)

Tabla 37. Matriz de calificación de impactos ambientales

MATRIZ CAUSA - EFECTO			DEGRADACIÓN DE LA MEZCLA 80% + 20% BANANO, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA, HERMETIA ILLUCENS L.																			
			ACTIVIDADES DEL PROCESO																			
			<u>PROCESO DE DEGRADACIÓN</u>																			
			Actividad metabólica					Renovación del sustrato					Lavado de recipientes					Mantenimiento y control de temperatura				
			P	De	M	Du	S	P	De	M	Du	S	P	De	M	Du	S	P	De	M	Du	S
COMPONENTE AMBIENTAL	AGUA	Contaminación del agua					1	0.6	60	7	4.62	1	0.8	50	7	4.90						
	AIRE	Alteración de la calidad del aire	1	0.8	90	10	8.04	1	0.8	60	7	5.46										
	R.S.	Generación de residuos sólidos						1	0.7	60	7	5.04	0.2	0.1	15	1	0.08					
	ENER	Uso constante del recurso	1	0.7	40	10	4.96											1	1	60	10	7.20
	SALUD OCUP.	Riesgos ocupacionales						0.3	0.2	20	1	0.17						0.3	0.2	60	0.1	0.26

Fuente: Los autores (2008)

Tabla 38. Matriz de calificación de impactos ambientales

MATRIZ CAUSA - EFECTO			DEGRADACIÓN DE LA MEZCLA 80% YUCA + 20% BANANO, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA, HERMETIA ILLUCENS L.										
			ACTIVIDADES DEL PROCESO										
			<u>FINALIZACIÓN DE DESARROLLO LARVARIO</u>										
			Retiro de residuos					Lavado de recipientes					
			P	De	M	Du	S	P	De	M	Du	S	
COMPONENTE AMBIENTAL	AGUA	Contaminación del agua	1	0.8	70	7	6.02	1	0.8	50	7	4.90	
	AIRE	Alteración de la calidad del aire	1	0.8	60	7	5.46						
	R.S.	Generación de residuos sólidos	1	0.7	60	7	5.04	0.2	0.1	15	1	0.08	
	ENER	Uso constante del recurso											
	SALUD OCUP.	Riesgos ocupacionales											

Fuente: Los autores (2008)

8.1.5 Jerarquización de Impactos Ambientales

Como se puede observar en las tablas 32, 33, 34, 35; la mayoría de los impactos generados por este proceso son de significancia moderada, por lo cual se establece que aunque el grado de afectación no es alto, se deben establecer medidas apropiadas para mitigar estos impactos y disminuir el daño que puedan producir.

Teniendo en cuenta los impactos anteriormente determinados, se establece de acuerdo a la sumatoria de significancias el siguiente orden de importancia:

Tabla 39. Jerarquización de Impactos Ambientales

ORDEN	IMPACTO	SUMATORIA DE SIGNIFICANCIAS	CALIFICACIÓN
1	Contaminación del agua	19.04	Moderado
2	Alteración de la calidad del aire	18.96	Moderado
3	Generación de residuos sólidos	16.82	Moderado
4	Uso constante del recurso	12.16	Bajo
5	Riesgos ocupacionales	0.6	Muy bajo

Con respecto a los impactos ambientales identificados en la tabla 31, se establecieron las fichas de manejo ambiental, que servirán como herramienta de control y mitigación de los efectos adversos generados por el desarrollo del proceso de degradación.

8.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS SANITARIAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO

Las medidas sanitarias son todas aquellas normas que se aplican para garantizar la salud humana, vegetal y animal, estas deben tomarse desde el momento en que comienza el proceso hasta su finalización para que sean efectivas. La organización y ejecución de estos procedimientos que permiten el seguimiento y control de todas las etapas involucradas en el proceso de degradación, garantizan un producto final de calidad satisfactoria.

El primer paso para el establecimiento de estas medidas, fue identificar los puntos críticos del proceso en donde se presenta la necesidad de establecer medidas que permitan el mejoramiento de las condiciones sanitarias.

8.2.1 Identificación de puntos críticos del proceso.

Tabla 40. Identificación de puntos críticos del proceso

MATRÍZ DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS PARA MEDIDAS SANITARIAS	DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE YUCA Y BANANO, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA, HERMETIA ILLUCENS L.										
	ACTIVIDADES DEL PROCESO										
	PREPARACIÓN DEL SUSTRATO			PREPARACIÓN DEL MONTAJE		PROCESO DE DEGRADACIÓN				FINALIZACIÓN DESARROLLO LARVARIO	
	LAVADO DEL SUSTRATO	DESPRENDIMIENTO DE CASCARAS	AMOLDAMIENTO DEL SUSTRATO	LAVADO DE RECIPIENTES	DISTRIBUCION DEL SUSTRATO	RENOVACION DEL SUSTRATO	ACTIVIDAD METABOLICA	RENOVACIÓN DEL SUSTRATO	LAVADO DE RECIPIENTES	MANTENIMIENTO Y CONTROL DE T°	RETIRO DE RESIDUOS
Presencia de agentes patógenos											
Ausencia de procedimientos de limpieza											
Derrames											
Falta de uso de implementos de protección personal											

Fuente: Los autores (2008)

Para los puntos críticos determinados anteriormente, se establecieron las siguientes medidas sanitarias para un mejoramiento del proceso:

8.2.2 Medidas sanitarias a implementar.

8.2.2.1 Control de la aparición y presencia de agentes patógenos.

- Efectuar todos los controles necesarios en los procesos de limpieza de los residuos de almidones.
- Mantener los sustratos aislados de cualquier foco de insalubridad que represente riesgos potenciales para la contaminación del alimento.
- El lugar de trabajo se mantendrá limpio y se evitará la acumulación de residuos sólidos.
- El agua utilizada en las actividades debe ser potable y debe cumplir con las normas establecidas por la reglamentación correspondiente del Ministerio de Salud.
- El manejo de lixiviados debe realizarse de manera independiente, llevándolo a un recipiente de fácil mantenimiento, impidiendo la

contaminación del sustrato o de las superficies que puedan tener contacto con éste.

- Los residuos sin digerir, deben ser removidos cada 8 días de las áreas de trabajo y disponerse de manera que se evite la generación de malos olores y la propagación de vectores y plagas.

8.2.2.2. Establecimiento de procedimientos de limpieza.

- Realizar auto inspección y vigilancia del estado de las instalaciones del laboratorio con regularidad.
- Disponer de un área de almacenamiento para utensilios de limpieza, y equipos de mantenimiento, también un área de acopio de residuos de almidón procedentes de plazas de mercado con balanza y nevera..
- Mantener las condiciones necesarias para el almacenamiento de implementos, de manera que no se afecten las condiciones de salubridad del lugar de ejecución del proyecto o que representen un riesgo para la contaminación del sustrato.
- En general el lugar de ejecución del proyecto se mantendrá limpio, controlando la acumulación de residuos sólidos, la generación de polvo, el estancamiento de aguas o la presencia de otras fuentes de contaminación para los residuos de almidón, de manera que impida la contaminación del sustrato o de las superficies que estén en contacto con este.
- Los utensilios empleados que estén en contacto con los alimentos deben ser de materiales resistentes a la corrosión y se les deben realizar procedimientos de limpieza diarios, después de terminadas las actividades de control de crecimiento, renovación del sustrato, entre otras.
- Las superficies y mesones empleados en el proceso deben ser lisas, y estar construidas con materiales resistentes y lavables.

Con respecto a las personas responsables del desarrollo del proceso, estas deben:

- Mantener la higiene personal y aplicar prácticas higiénicas que incluyan lavarse las manos con agua y jabón, antes y después del desarrollo de las actividades. Mantener el cabello recogido y las uñas cortas, limpias y sin esmalte.
- Usar los implementos de protección personal requeridos, en condiciones de limpieza y estado general aceptables. En el caso del uso de guantes, estos deben mantenerse en buenas condiciones y ser utilizados solo una vez por actividad realizada para evitar la contaminación del sustrato.
- Se prohíbe la ingesta de cualquier tipo de alimento.

8.2.2.3 Control de derrames.

- Mantener en buenas condiciones el recipiente de recolección del lixiviado y efectuar revisiones periódicas del mismo, en donde se identifiquen puntos de posibles fugas evitando derrames.
- Revisar continuamente el volumen del lixiviado para evitar rebosamientos del mismo, derrames y focos de contaminación.

8.2.2.4 Uso de implementos de seguridad.

- Es obligatorio el uso de todos los implementos de seguridad, entre los cuales se encuentran el uso de bata blanca, guantes de nitrilo o látex, cofia, tapabocas y gafas de seguridad. Para estos implementos, es obligatorio mantenerlos en óptimas condiciones de limpieza y ser renovados en cuanto sea necesario.
- Es obligatorio el uso de implementos de seguridad adicionales como lava ojos y extintores, en el caso que las condiciones del proceso lo requieran.

8.3 FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL

Tabla 41. Ficha de manejo ambiental para control de vertimientos

DEGRADACIÓN DE LA MEZCLA 80% YUCA + 20% BANANO, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA HERMETIA ILLUCENS L.		
FICHA N°. 01	CONTROL DE VERTIMIENTOS	
PROGRAMA	MEDIDA	
Control de vertimientos	Procedimientos a desarrollar dentro de las actividades que involucran uso del recurso.	
IMPACTOS A CONTROLAR	OBJETIVO DE LA MEDIDA	
Contaminación de efluentes por lavado de residuos de yuca y banano y por lavado de recipientes. Contaminación del redes sanitarias por vertimiento de lixiviado.	<i>Prevención</i>	X
	<i>Mitigación</i>	
	<i>Corrección</i>	
	<i>Compensación</i>	
ALCANCE	TIPO DE ACCIÓN	
Definir las medidas de manejo y control que los investigadores del proyecto deben ejecutar para un uso adecuado del recurso.	<i>Procedimiento</i>	X
	<i>Obras</i>	
NORMATIVIDAD APLICABLE		
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.	
Decreto 1594 de 1984.	Reglamenta los usos del agua y el manejo de los residuos líquidos.	
LUGAR DE APLICACIÓN	Lugares de lavado con conexión a la red de alcantarillado	
PERIODO DE EJECUCIÓN	Durante todo el desarrollo del proceso de degradación	
RESPONSABLES	COORDINACIÓN	
Ejecutores del proyecto	No aplica	
DESCRIPCIÓN		
Para el control de los vertimientos generados por el lavado del sustrato y los recipientes, las medidas a ejecutar son:		

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens L.*)

<ul style="list-style-type: none"> • Cerrar los grifos del agua de los lugares de lavado del laboratorio cuando esta no esté siendo directamente utilizada. • Utilizar rejillas e instrumentos de contención de sólidos para evitar taponamientos y obstrucción de las tuberías de conexión con la red de alcantarillado. • En el caso del lavado de recipientes en donde hay uso de detergentes biodegradables, estos deben ser utilizados racionalmente para evitar un gasto adicional del recurso en actividades de enjuague. • Almacenar correctamente el lixiviado resultante en contenedores plásticos de 1 L, debidamente rotulados evitando derrames o descargas a las redes sanitarias. • Efectuar actividades de limpieza y mantenimiento a los recipientes y al área de almacenamiento del lixiviado en periodos de tiempo de ocho días. • Control y mantenimiento mensual de las mangueras de evacuación de lixiviados, para evitar taponamientos y generación de vectores. • Determinar la disposición final que se le dará al lixiviado, ya que es importante tener en cuenta que la empresa patrocinadora del proyecto prepara un estudio del lixiviado resultante, para establecer en forma detallada el uso y manejo adecuados del mismo entendiéndose por esto, la realización de caracterizaciones para buscar alternativas de uso. 			
INDICADORES DE IMPACTO		RECURSOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del agua • Afecciones a la salud • Generación de vectores • Derrames 		Información y señalización Rejillas o trampas de retención Elementos de disposición final	
COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN			
	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
REJILLAS Dimensiones: Largo (m): 1.0 Ancho (m): 0.25	2	52.700	105.400
CONTENEDORES PLÁSTICOS Capacidad (L): 1.0	2	6.500	13.000
DETERGENTES BIODEGRADABLES Cantidad: Kilo (K)	1	27000	27.000
SEÑALIZACIÓN	4	4.800	19.200
TOTAL (\$)			164.600

Fuente: Los autores (2008)

Tabla 42. Ficha de manejo ambiental para control de emisiones

DEGRADACIÓN DE LA MEZCLA 80% YUCA + 20% BANANO, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA HERMETIA ILLUCENS L.		
FICHA N° 02	CONTROL DE EMISIONES	
PROGRAMA	MEDIDA	
Control de emisiones	Procedimientos a desarrollar dentro de las actividades que involucran la generación de emisiones atmosféricas.	
IMPACTOS A CONTROLAR	OBJETIVO DE LA MEDIDA	
Emisión no controlada de gases contaminantes producto del desarrollo del proyecto.	<i>Prevención</i>	X
	<i>Mitigación</i>	
	<i>Corrección</i>	
	<i>Compensación</i>	
ALCANCE	TIPO DE ACCIÓN	

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens L.*)

Definir las medidas de manejo y control que los ejecutores del proyecto deben efectuar para controlar las emisiones atmosféricas.	<i>Procedimiento</i>	X	
	<i>Obras</i>	X	
NORMATIVIDAD APLICABLE			
Decreto 979 de 2006	Calidad Aire		
LUGAR DE APLICACIÓN	Lugar de establecimiento del montaje experimental		
PERIODO DE EJECUCIÓN	Durante todo el desarrollo del proceso de degradación		
RESPONSABLES	COORDINACIÓN		
Ejecutores del proyecto Coordinadores	Monitores del laboratorio de bioensayos de la Universidad de la Salle.		
DESCRIPCIÓN			
Para el control de las emisiones generadas el proceso de degradación de materia orgánica, las medidas a ejecutar son:			
<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de un (1) extractor con sistema integrado de filtro de mangas. • Instalación de empaques de caucho en las tapas de cada uno de los reactores o recipientes de degradación, para evitar fugas de gases y de olores molestos en el área de trabajo. • Adecuación de mangueras con sus debidas válvulas, para control de evacuación de gases en cada uno de los recipientes. • Control y mantenimiento trimestral de mangueras de evacuación de gases, evitando colmatación por partículas. • Mantenimiento y revisión periódica cada dos meses de los equipos instalados para su correcto funcionamiento. 			
INDICADORES DE IMPACTO	RECURSOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del aire • Afecciones a la salud • Olores ofensivos 	Información y señalización Recursos económicos Personal calificado		
COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN			
	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
MOTOR VENTILADOR AXIAL Marca: Airmax Diámetro (in): 36 Potencia del motor (HP): 0.5 RPM: 550	1	355.000	355.000
CAMPANA DE EXTRACCIÓN	1	420.000	420.000
FILTRO DE MANGAS Rango: 2 – 30 µm	1	350.000	350.000
TOTAL (\$)			1'125.000

Fuente: Los autores (2008)

Tabla 43. Ficha de manejo ambiental para generación de residuos sólidos

DEGRADACIÓN DE LA MEZCLA 80% YUCA + 20% BANANO, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA HERMETIA ILLUCENS L.		
FICHA N°. 03	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	
PROGRAMA	MEDIDA	
Manejo de residuos sólidos	Procedimientos a desarrollar dentro de las actividades que involucran la generación de residuos sólidos.	
IMPACTOS A CONTROLAR	OBJETIVO DE LA MEDIDA	
Aumento en el volumen de residuos sólidos	<i>Prevención</i>	
	<i>Mitigación</i>	X

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens L.*)

orgánicos. Mezcla y contaminación de residuos por la no clasificación de los mismos.	<i>Corrección</i>		
	<i>Compensación</i>		
ALCANCE	TIPO DE ACCIÓN		
Definir las medidas de manejo y control que los ejecutores del proyecto deben efectuar para la correcta disposición de los residuos sólidos generados.	<i>Procedimiento</i>	X	
	<i>Obras</i>		
NORMATIVIDAD APLICABLE			
Decreto 838 de 2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.		
LUGAR DE APLICACIÓN	Lugar de ejecución del proyecto		
PERIODO DE EJECUCIÓN	Durante todo el desarrollo del proceso de degradación		
RESPONSABLES	COORDINACIÓN		
Ejecutores del proyecto	Coordinadores del lugar de ejecución del proyecto		
DESCRIPCIÓN			
<p>Para una correcta disposición de los residuos sólidos generados, las medidas a ejecutar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clasificar los residuos producidos de acuerdo a sus características en residuos sólidos convencionales (guantes de látex o nitrilo, papel, toallas absorbentes) y residuos sólidos orgánicos (residuos de yuca y banano), en bolsas de colores, gris para residuos sólidos convencionales y verde para residuos no digeridos, debidamente rotulados. • Coordinar con las empresas de aseo la recolección de los residuos no digeridos, para ser llevados a rellenos sanitarios. • Plantear alternativas de uso para los residuos no digeridos generados, de acuerdo a sus características y nivel de descomposición. • Planificar su uso dentro del proceso para que este sea reutilizado al ser molido usando un molino para procesarlo y mezclado con la harina, para una optimización y mejor uso de los recursos. • Establecer un lugar para la recolección y disposición de los residuos sólidos (no digeridos y convencionales), donde no exista contaminación de estos por otro tipo de residuos, manteniéndolos en 2 contenedores plásticos de 50 L debidamente sellados y rotulados. • Hacer lavado y mantenimiento cada 3 días, del área de almacenamiento de los residuos sólidos, y de los contenedores para evitar la generación de olores molestos y de vectores. 			
INDICADORES DE IMPACTO	RECURSOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación y mezcla de residuos • Olores ofensivos • Generación de vectores 	Información y señalización Bolsas de colores rotuladas Elementos de disposición final		
COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN			
	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
CANECAS PLÁSTICAS	2	27.500	55.000
BOLSAS PLÁSTICAS	12	400	4.800
SEÑALIZACIÓN	4	4.800	19.200
TOTAL (\$)			79.000

Fuente: Los autores (2008)

Tabla 44. Ficha de manejo ambiental para uso del recurso energético

DEGRADACIÓN DE LA MEZCLA 80% YUCA + 20% BANANO, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA HERMETIA ILLUCENS L.	
FICHA N° 04	USO DEL RECURSO ENERGÉTICO
PROGRAMA	MEDIDA
Uso eficiente de la energía	Procedimientos a desarrollar dentro de las

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens L.*)

		actividades que involucran uso del recurso.	
IMPACTOS A CONTROLAR		OBJETIVO DE LA MEDIDA	
Aumento innecesario en el consumo del recurso.		<i>Prevención</i>	X
		<i>Mitigación</i>	
		<i>Corrección</i>	
		<i>Compensación</i>	
ALCANCE		TIPO DE ACCIÓN	
Definir las medidas de manejo y control que los ejecutores del proyecto deben efectuar para un uso adecuado del recurso.		<i>Procedimiento</i>	X
		<i>Obras</i>	
NORMATIVIDAD APLICABLE			
Decreto 2501 de 2007	Por medio del cual se dictan disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica.		
LUGAR DE APLICACIÓN		Lugar de ejecución del proyecto	
PERIODO DE EJECUCIÓN		Durante todo el desarrollo del proceso de degradación	
RESPONSABLES		COORDINACIÓN	
Ejecutores del proyecto		No aplica	
DESCRIPCIÓN			
Para un correcto y eficiente uso del recurso energético, las medidas a ejecutar son:			
<ul style="list-style-type: none"> • Instalar un contador de energía en el área de ubicación del proyecto, para tener un control mensual del uso del recurso. • Hacer mantenimiento cada 2 meses, de las resistencias, termostatos y extractores, evitando cortos eléctricos, daño de equipos electrónicos, pérdida en la eficiencia de los equipos y aumento en el uso del recurso energético. • Efectuar mediciones y controles de temperatura para comprobar que las resistencias están funcionando correctamente. • Establecer mecanismos de conservación de temperatura para reducir el uso excesivo del recurso en este proceso. • Una vez terminado el proceso, desconectar el montaje. 			
INDICADORES DE IMPACTO		RECURSOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el consumo del recurso. • Modificaciones en la temperatura. 		Información y señalización Termómetro Elementos para conservación de la temperatura como aislantes térmicos como puertas o textiles.	
COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN			
	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
TERMOMETRO	1	22.000	22.000
TERMOSTATO	4	13.200	52.800
CONTADORES DE ENERGÍA	1	72.000	72.000
TOTAL (\$)			146.800

Fuente: Los autores (2008)

Tabla 45. Ficha de manejo ambiental para seguridad y salud ocupacional

DEGRADACIÓN DE LA MEZCLA 80% YUCA + 20% BANANO, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA HERMETIA ILLUCENS L.	
FICHA N° 05	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
PROGRAMA	MEDIDA
Control de riesgos ocupacionales	Procedimientos a desarrollar dentro de las actividades que representen un riesgo potencial.
IMPACTOS A CONTROLAR	OBJETIVO DE LA MEDIDA
Accidentes ocupacionales.	<i>Prevención</i> X

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens L.*)

Contacto con sustancias peligrosas que puedan generar un riesgo para la salud.	<i>Mitigación</i>		
	<i>Corrección</i>		
	<i>Compensación</i>		
ALCANCE		TIPO DE ACCIÓN	
Definir las medidas a tener en cuenta para evitar riesgos ocupacionales y afecciones a la salud.	<i>Procedimiento</i>		
	<i>Obras</i>		
NORMATIVIDAD APLICABLE			
Título III de la Ley 9/79	Establece las condiciones para preservar, conservar la salud de los individuos en los sitios de trabajo y en sus ocupaciones		
LUGAR DE APLICACIÓN		Lugar de ejecución del proyecto	
PERIODO DE EJECUCIÓN		Durante todo el desarrollo del proceso de degradación	
RESPONSABLES		COORDINACIÓN	
Ejecutores del proyecto		No aplica	
DESCRIPCIÓN			
<p>Para evitar riesgos ocupacionales durante la ejecución del proyecto, las medidas a ejecutar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usar obligatoria y adecuadamente los implementos de seguridad desde que inicia el día de trabajo hasta que finaliza, en los cuales se incluye bata, guantes, tapabocas, cofia y gafas. • Hacer cambio inmediato de los implementos de seguridad en el momento que ya no cumplan los estándares sanitarios, como rupturas o desaseo, depositándolos en el lugar señalado. • Usar elementos de desinfección y aseo personal después de culminar las actividades diarias, tales como: <ol style="list-style-type: none"> 1. Manipulación del lixiviado. 2. Manipulación del sustrato. 3. Manipulación de los residuos sólidos no digeridos y convencionales. 4. Manipulación de las larvas. • Al finalizar el día de trabajo, hacer lavado de equipos, mesones y materiales, con los debidos detergentes evitando así la contaminación microbiana de estos. • Lavar, desinfectar y guardar diariamente en lugares seguros, elementos cortopunzantes, para evitar accidentes. 			
INDICADORES DE IMPACTO		RECURSOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Afecciones a la salud 		Información y señalización Elementos de protección personal	
COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN			
	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
BATA	1	30.000	30.000
GUANTES			
Cantidad: Caja de 100 unidades	1	14.000	14.000
TAPABOCAS	2	1.500	3.000
COFIA	2	1.000	2.000
GAFAS	2	15.000	30.000
TOTAL (\$)			49.000

Fuente: Los autores (2008)

VALOR TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN (\$)	1'564.400
--	-----------

9. CONCLUSIONES

- La larva de la especie *Hermetia Illucens*, degrada efectivamente almidones puros y mezclados con frutas, mientras que la carne como sustrato es degradada más lentamente e influye negativamente al aumentar la tasa de mortalidad de las larvas.
- La mezcla que mejores resultados arrojó en cuanto a biomasa alcanzada por las larvas, fue 80% yuca y 20% banano, por lo cual se concluyó que esta proporciona los elementos necesarios que se fijan en el organismo de la larva, adquiriendo un alto contenido proteico y nutritivo.
- En cuanto a los tiempos de degradación se observó que las mezclas entre yuca y banano, presentan una tasa más rápida de degradación, a diferencia de los experimentos con almidones puros y con cárnicos, por lo cual se establece que estas suponen una ganancia en tiempo para el desarrollo del proceso. Por otro lado, se observa que la tasa de degradación de almidones por parte de las larvas, depende en gran medida del tamaño de los gránulos del mismo, dado que este factor es determinante para la facilidad de asimilación.
- La tasa de degradación de cada sustrato es diferente, esta depende de las características del mismo y de la capacidad de las larvas de degradarlo, siendo los residuos de yuca y banano los que mejor asimilan, mientras que la tasa de degradación de la carne es baja, por lo cual se concluye que este no es un sustrato apropiado para las larvas, ya que la carne no es fácil de digerir y por lo tanto ocasiona la muerte de un alto porcentaje de larvas.
- Con respecto a la efectividad de degradación de las larvas con los diferentes sustratos, se establece que esta es mayor cuando las larvas son alimentadas con arracacha. Sin embargo es necesario tener en cuenta que este sustrato no es lo suficientemente efectivo en otros aspectos que deben considerarse como la adquisición de biomasa y proteínas por parte de las larvas.
- De acuerdo a lo observado a través del desarrollo del proyecto, se pudo determinar que las larvas necesitan que el sustrato tenga una textura blanda, ya que de esta manera es más fácil de asimilar alcanzando un nivel óptimo de degradación. Así mismo, la trituración del sustrato permite que se haga una degradación más rápida y efectiva de este por parte de las larvas.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio de la harina de las larvas de *Hermetia Illucens L.* se considera que esta posee un contenido nutricional aceptable. Esto teniendo en cuenta que el

contenido de minerales depende del tipo de alimentación que éstas hayan tenido y sus valores son considerables, como se observa en los resultados obtenidos.

- Se evidencia la presencia de microorganismos patógenos en el proceso, debido a las condiciones de realización del mismo, por lo cual es necesario llevar a cabo las medidas sanitarias pertinentes. Aunque el crecimiento microbiológico es visible en todas las muestras analizadas, se observó que las larvas alimentadas con la mezcla 80 % yuca + 20% banano y 95% Yuca + 5% carne presentaron una mejor calidad microbiológica.
- La degradación de materia orgánica por medio de las larvas de la mosca soldada negra, genera impactos ambientales de significancia moderada principalmente por la emisión de gases contaminantes y por la producción de lixiviado, sin embargo estos pueden ser controlados por medio de mejoras en el montaje experimental y por medio de la implementación de las medidas establecidas.
- Este proceso, ofrece ventajas ambientales en cuanto a que permite una clara disminución del volumen de residuos sólidos, adicionalmente un apropiado desarrollo del proceso en el que se tengan en cuenta las medidas de manejo ambiental anteriormente mencionadas, hace que este no genere impactos ambientales significativos, por lo cual su ejecución se hace viable. Así mismo, el uso de los subproductos resultantes puede llegar a establecer alternativas de solución ante algunos problemas ambientales, como lo son el uso de agroquímicos, sustancias altamente contaminantes y que pueden ser reemplazadas por el uso del lixiviado resultante que de acuerdo a sus características pueda ser utilizado como abono orgánico.
- De acuerdo con las comparaciones realizadas, se pudo establecer que aunque la mezcla de 50% verduras + 50% frutas, es más efectiva en cuanto al aumento en la concentración de minerales, la mezcla 80%yuca + 20% banano permite en las larvas una mayor adquisición de biomasa, por tanto se concluye que el uso de almidones y frutas es más efectivo que el uso de verduras y frutas para tal fin.
- De acuerdo al análisis de varianza ANOVA, se concluye que existen diferencias significativas en cuanto a la biomasa que los diferentes tratamientos aportan a las larvas.

10. RECOMENDACIONES

- Es necesario establecer y ejecutar las medidas sanitarias pertinentes en el área de trabajo y con el sustrato antes de iniciar el proceso de conteo y medición de las larvas, para evitar la contaminación de las mismas. Así mismo es recomendable el correcto uso de los implementos de seguridad para hacer que estas medidas sean efectivas.
- Es importante colocar papel filtro en el fondo de cada recipiente, debido a que las larvas pueden migrar pasando a través de los orificios de las mayas de evacuación de los lixiviados.
- Al finalizar el proceso de conteo y medición de las larvas, colocar ganchos que aseguren las tapas de los recipientes para evitar, la migración de las larvas y también disminuir la generación de olores que sean molestos para la comunidad.
- Si se va a adicionar un porcentaje de cárnicos, tratar de que estos sean molidos con anterioridad, para así lograr que la degradación sea más rápida y efectiva.
- Usar siempre guantes para evitar la contaminación del sustrato o evitar infecciones en la piel por hongos y bacterias presentes en el proceso de la descomposición de la materia orgánica.
- El proceso de degradación de almidones, genera metano, por lo cual se recomienda establecer sistemas de almacenamiento para su aprovechamiento.
- No es rentable diseñar un sistema de tratamiento para el lixiviado producido debido a que su producción es mínima, sin embargo se debe disponer de forma adecuada de acuerdo a sus características.
- Se recomienda que las larvas sean separadas cuando lleguen a su estado adulto ya que empiezan su fase de pupa para convertirse en mosca, lo cual debe evitarse, en el caso de que estas se requieran para producir harina.
- Si se quiere disminuir la presencia de microorganismos patógenos, la contaminación del sustrato y de las larvas, es necesario que se cumplan las medidas sanitarias establecidas, de esta forma se previene la aparición de estos microorganismos en la harina de larvas y que su uso pueda afectar a otro seres vivos.

- Para próximos desarrollos de investigaciones afines, se recomienda realizar estudios microbiológicos más específicos, con respecto a las coliformes totales y determinar por separado la presencia de coliformes fecales principalmente *E. coli*.
- Se recomienda que para una mayor agilidad en el proceso de degradación, la yuca como sustrato sea molida o triturada, ya que esto permite que las larvas la asimilen con mayor rapidez.
- Para obtener mayor información acerca del comportamiento de las larvas es recomendable realizar experimentos de degradación con porcentajes diferentes a los utilizados en esta investigación y poder establecer la existencia o no de un porcentaje de mezcla más eficiente entre yuca y banano.

11. BIBLIOGRAFÍA

- ARANGO, Gloria Patricia. Aportes nutricionales de la biomasa de *Hermetia Illucens L.* (Diptera: Stratiomyidae) en la cría de pollos de engorde. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2005.
- ARANGO GUTIÉRREZ, Gloria Patricia, VERGARA RUÍZ, Rodrigo Antonio, MEJÍA VÉLEZ, Antonio. Análisis Composicional, Microbiológico y digestibilidad de la proteína de la harina de larvas de *Hermetia Illucens L.* (Diptera: Stratiomyidae). Angelópolis - Antioquia, Colombia. 2005.
- BENAVIDES Q., Martha. Elaboración de productos alimenticios a base de harina de arroz mediante hidrólisis enzimática / Martha Benavides Q. y Jorge A. Cabrera L. Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas. Vol. 25, No. 151 p. 9-36. Bogotá. (Sep.-Oct., 1984).
- CHANG, Raymond. Química. Editorial Mc Graw Hill. México. 1998.
- CONTRERAS, Rafael Ricardo. Algo más sobre los alimentos: Una visión desde la química. p. 27. México. 2006.
- DALE, William. Anatomía y Fisiología de Insectos. Metamorfosis en Insectos. Las Hormonas. Versión 0, p. 18. E. PHD. Perú. 2004.
- Decreto 948 de 1995.
- Decreto 1594 de 1984. Ministerio de salud. Artículo 40.
- Decreto 1713 de 2002.
- GIRALDO Eugenio. Tratamiento de lixiviados de rellenos Sanitarios: Avances recientes, 1997.
- GRANT, W. D. y LONG P.E. Microbiología Ambiental. Editorial Acribia. España. 1989.
- GUTIÉRREZ BARÓN, Victoria y SÁNCHEZ OBANDO, Natalia. Degradación de residuos orgánicos mediante la producción de larvas soldada negra, *Hermetia Illucens L.* Universidad de la Salle. Colombia. 2008.
- JAY, James M. Microbiología Moderna de los Alimentos. Editorial Acribia. España. 1994.

- KUEHL, Robert O. Diseño de Experimentos. Editorial Thompson Learning. México. 2001.
- MARGALEF, Ramón. Ecología. Editorial Omega.Barcelona.1998.
- MILLER, G. Tyler. Ecología y Medio Ambiente. Editorial Iberoamérica. México. 1994.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2002. Anuario estadístico del sector agropecuario 2001.
- MONTGOMERY, Douglas y RUNGER George. Probabilidad y estadística aplicada a la ingeniería. Editorial Limusa Wiley. México. 2006.
- PÉREZ, Bernabé. Microbiología de los alimentos. Editorial Acribia. España. 2001.
- Resolución ICA 119 de 2004.
- Resolución ICA 550 de 2006. Artículos 4 y 23
- Resolución ICA 3865 de 2003.
- ROMERO ROJAS, Jairo A. Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño. Editorial Escuela Colombiana de Ingenieros. Colombia. 2002.
- TCHOBANOGLIOUS, George y THEISEN, Hilary. Gestión integral de residuos sólidos. Vol II. p. 840. Editorial Mc Graw Hill. México. 1994.
- TORTORA, J. Gerard, FUNKE R. Berdell Y CASE, L. Christine. Introducción a la Microbiología. Editorial Panamericana. Argentina. 2007.
- VERDEJO VEGA, Roberto, Lombricultura intensiva, beneficios directos de los agricultores en el área de la lombricultura, abono orgánico. Chile. 2007.

Sitios web consultados.

- <http://www.cevipapa.org.co/estadisticas/estadisticas.php>
- http://www.clayuca.org/articulos/public_artdesarecon.htm
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Biogás>

- <http://www.rosasvirtuales.net/abonos.html>
- <http://www.infra.com.mx/infragases/libreria/gespeciales/carnicos.pdf>
- <http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/programa/yuca/>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Papa>
- <http://www.farmacia.unal.edu.co/V34N2-04.pdf>
- <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v57n2/a09v57n2.pdf>
- <http://www.fao.org/ag/AGAinfo/themes/es/infpd/documents/xvii/paper4.pdf>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Microorganismo>
- <http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/print.php?id=77>
- <http://sibdi.bldt.ucr.ac.cr/TFG1997-2002.pdf>
- http://www.lamolina.edu.pe/profesores/wdale/anat_fisiol_insect/2/ANATOM%C3%8DA%20FISIOLOG%C3%8DA%20INSECTOS.%20%C3%8DN DICE%20TEXTOS%20&%20%20ILUSTRACIONES.%20VERSI%C3%93N%2001.IN01.%20WILLIAM%20E%20DALE%20PHD.pdf
- http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/edocs/eventos/escuela-quimica/vii-escuela/cursos/quimica_alimentos.pdf
- <http://semades.jalisco.gob.mx/06/pdf/impactoambiental.pdf>
- <http://revistaing.uniandes.edu.co/index.php?idr=20&ids=1&ida=219&ri=07426da1c75fb01cd51e7489b4f23742>

12. ANEXOS

ANEXO A. TABLAS DE RESULTADOS

DATOS FASE PRE EXPERIMENTAL ETAPA 1

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,32	0,372	0,365	0,35
LARVA	#1	#2	#3	
1	8	10	10	9,33
2	8	10	8	8,67
3	11	7	10	9,33
4	8	9	7	8,00
5	9	10	11	10,00
6	6	10	10	8,67
7	11	6	5	7,33
8	7	5	6	6,00
9	9	9	6	8,00
10	6	7	8	7,00
11	9	8	7	8,00
12	8	7	10	8,33
13	11	10	9	10,00
14	8	8	8	8,00
15	7	10	9	8,67
16	9	10	8	9,00
17	6	5	7	6,00
18	5	8	6	6,33
19	4	9	8	7,00
20	8	8	8	8,00
FECHA	28/01/2008			8,08

PAPA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,328	0,391	0,218	0,31
LARVA	#1	#2	#3	
1	8	9	12	9,67
2	10	10	9	9,67
3	10	7	10	9,00
4	5	9	9	7,67
5	9	12	10	10,33
6	10	8	7	8,33
7	6	8	5	6,33
8	9	8	5	7,33
9	7	10	6	7,67
10	11	10	6	9,00
11	7	11	6	8,00
12	7	9	5	7,00
13	7	10	4	7,00
14	10	6	7	7,67
15	7	9	6	7,33
16	8	10	8	8,67
17	5	8	8	7,00
18	5	8	7	6,67
19	9	9	5	7,67
20	7	9	5	7,00
FECHA	28/01/2008			7,95

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

YUCA				
PESOS (g)	REPLICA			Promedio
	0,305	0,325	0,372	
LARVA	#1	#2	#3	
1	9	10	11	10,00
2	9	8	12	9,67
3	11	9	11	10,33
4	7	9	7	7,67
5	8	9	9	8,67
6	9	6	8	7,67
7	10	8	11	9,67
8	10	7	8	8,33
9	9	8	10	9,00
10	10	7	10	9,00
11	10	8	9	9,00
12	9	10	9	9,33
13	11	7	7	8,33
14	8	8	9	8,33
15	9	10	8	9,00
16	8	8	9	8,33
17	7	9	9	8,33
18	8	7	8	7,67
19	8	8	7	7,67
20	8	7	9	8,00
FECHA	28/01/2008			8,70

ARRACACHA				
PESOS (g)	REPLICA			Promedio
	0,305	0,329	0,401	
LARVA	#1	#2	#3	
1	9	10	9	9,33
2	8	9	10	9,00
3	6	9	8	7,67
4	9	11	11	10,33
5	4	4	8	5,33
6	10	8	10	9,33
7	7	10	9	8,67
8	8	7	9	8,00
9	7	7	9	7,67
10	7	8	7	7,33
11	8	8	9	8,33
12	9	9	8	8,67
13	7	7	6	6,67
14	7	11	10	9,33
15	7	8	7	7,33
16	8	7	8	7,67
17	9	9	8	8,67
18	8	10	10	9,33
19	4	6	5	5,00
20	4	7	7	6,00
FECHA	28/01/2008			7,98

BLANCO				
PESOS (g)	REPLICA			Promedio
	0,396	0,426	0,392	
LARVA	#1	#2	#3	
1	11	10	9	10,00
2	12	11	8	10,33
3	10	9	8	9,00
4	10	8	9	9,00
5	9	8	7	8,00
6	13	8	11	10,67

PAPA				
PESOS (g)	REPLICA			Promedio
	0,501	0,672	0,527	
LARVA	#1	#2	#3	
1	8	11	11	10,00
2	10	13	9	10,67
3	8	11	10	9,67
4	8	10	10	9,33
5	9	12	9	10,00
6	8	10	9	9,00

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

7	9	9	11	9,67
8	12	10	12	11,33
9	7	12	9	9,33
10	10	11	7	9,33
11	9	11	9	9,67
12	9	10	9	9,33
13	8	9	7	8,00
14	9	8	7	8,00
15	9	10	10	9,67
16	8	8	11	9,00
17	9	9	6	8,00
18	7	9	10	8,67
19	6	7	9	7,33
20		9	6	7,50
FECHA	29/01/2008			9,09

7	6	13	6	8,33
8	6	10	5	7,00
9	10	10	6	8,67
10	8	10	9	9,00
11	9	11	6	8,67
12	8	6	9	7,67
13	8	8	9	8,33
14	4	9	9	7,33
15	10	6	7	7,67
16	6	7	6	6,33
17	7	7	7	7,00
18	9	8	7	8,00
19	9	7	8	8,00
20	7		7	7,00
FECHA	29/01/2008			8,38

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,436	0,585	0,540	0,15
LARVA	#1	#2	#3	
1	10	12	10	10,67
2	9	13	13	11,67
3	10	13	12	11,67
4	8	9	13	10,00
5	10	11	11	10,67
6	10	11	12	11,00
7	9	10	12	10,33
8	11	11	10	10,67
9	9	11	10	10,00
10	8	9	10	9,00
11	6	11	9	8,67
12	10	13	10	11,00
13	9	8	9	8,67
14	10	7	9	8,67
15	10	10	10	10,00
16	9	10	9	9,33

ARRACACHA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,590	0,714	0,670	0,66
LARVA	#1	#2	#3	
1	8	10	12	10,00
2	10	11	14	11,67
3	10	10	10	10,00
4	13	9	8	10,00
5	10	7	8	8,33
6	9	10	10	9,67
7	9	11	13	11,00
8	11	13	6	10,00
9	5	10	11	8,67
10	11	9	7	9,00
11	11	10	6	9,00
12	10	11	6	9,00
13	10	15	9	11,33
14	13	9	10	10,67
15	8	12	14	11,33
16	10	7	12	9,67

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

17	7	9	7	7,67
18	8	9	7	8,00
19	8	7	7	7,33
20	9	9	8	8,67
FECHA	29/01/2008			9,68

17	10	14	10	11,33
18	10	9	10	9,67
19	9	8	11	9,33
20		12		0,00
FECHA	29/01/2008			9,48

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,532	0,618	0,512	0,55
LARVA	#1	#2	#3	
1	11	13	10	11,33
2	12	12	10	11,33
3	12	12	9	11,00
4	13	10	11	11,33
5	13	9	8	10,00
6	12	11	6	9,67
7	7	14	9	10,00
8	12	12	10	11,33
9	12	15	11	12,67
10	7	10	8	8,33
11	9	10	7	8,67
12	13	11	10	11,33
13	13	7	5	8,33
14	11	10	5	8,67
15	11	11	9	10,33
16	10	11	12	11,00
17	12	10	11	11,00
18	11	9	10	10,00
19	10	12	10	10,67
20		12	12	12,00
FECHA	30/01/2008			10,45

PAPA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,853	0,991	0,743	0,53
LARVA	#1	#2	#3	
1	11	13	10	11,33
2	11	16	9	12,00
3	12	10	9	10,33
4	12	5	10	9,00
5	12	13	9	11,33
6	10	14	9	11,00
7	12	14	10	12,00
8	12	12	10	11,33
9	10	13	7	10,00
10	9	9	7	8,33
11	9	14	8	10,33
12	10	12	8	10,00
13	9	15	10	11,33
14	6	15	10	10,33
15	6	14	7	9,00
16	7	7	8	7,33
17	10	15	10	11,67
18	11	6	11	9,33
19	10	10	12	10,67
20	10		11	10,50
FECHA	30/01/2008			10,36

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,876	0,927	0,944	0,92
LARVA	#1	#2	#3	

ARRACACHA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,13	1,20	1,23	1,19
LARVA	#1	#2	#3	

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

1	11	15	14	13,33
2	10	16	17	14,33
3	9	15	15	13,00
4	15	14	12	13,67
5	11	11	13	11,67
6	11	12	12	11,67
7	10	13	16	13,00
8	13	16	11	13,33
9	14	11	11	12,00
10	10	12	10	10,67
11	10	12	10	10,67
12	12	13	10	11,67
13	6	12	10	9,33
14	6	10	16	10,67
15	8	11	9	9,33
16	12	10	10	10,67
17	11	12	7	10,00
18	9	10	8	9,00
19	10	8	8	8,67
20	9	9	11	9,67
FECHA	30/01/2008			11,32

1	13,00	13,00	15,00	13,67
2	15,00	16,00	15,00	15,33
3	17,00	16,00	15,00	16,00
4	13,00	14,00	17,00	14,67
5	13,00	17,00	10,00	13,33
6	12,00	16,00	14,00	14,00
7	15,00	12,00	15,00	14,00
8	13,00	16,00	14,00	14,33
9	12,00	17,00	11,00	13,33
10	13,00	10,00	12,00	11,67
11	14,00	17,00	13,00	14,67
12	12,00	14,00	15,00	13,67
13	11,00	15,00	11,00	12,33
14	11,00	15,00	15,00	13,67
15	12,00	16,00	12,00	13,33
16	12,00	13,00	13,00	12,67
17	13,00	11,00	10,00	11,33
18	4,00	16,00	8,00	9,33
19	10,00	8,00	9,00	9,00
20	10,00		9,00	9,50
FECHA	30/01/2008			12,99

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,738	0,747	0,698	0,23
LARVA	#1	#2	#3	
1	15	13	12	13,33
2	14	12	7	11,00
3	11	15	12	12,67
4	14	14	10	12,67
5	12	13	10	11,67
6	10	15	11	12,00
7	13	9	9	10,33
8	14	13	10	12,33
9	11	11	10	10,67
10	13	12	11	12,00

PAPA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,97	1	0,821	1,02
LARVA	#1	#2	#3	
1	14	10	8	10,67
2	12	16	7	11,67
3	11	15	9	11,67
4	12	17	13	14,00
5	14	14	14	14,00
6	14	13	10	12,33
7	13	13	12	12,67
8	10	16	10	12,00
9	12	17	6	11,67
10	15	16	10	13,67

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

11	14	13	13	13,33
12	12	13	15	13,33
13	12	13	7	10,67
14	9	14	14	12,33
15	8	12	10	10,00
16	9	13	6	9,33
17	10	14	15	13,00
18	11	12	10	11,00
19	11	10	6	9,00
20		11	7	9,00
FECHA	31/01/2008			11,48

11	15	16	10	13,67
12	14	7	7	9,33
13	5	12	8	8,33
14	8	15	12	11,67
15	15	15	9	13,00
16	9	15	11	11,67
17	10	11	7	9,33
18	10	9	12	10,33
19	11	8	5	8,00
20	9		9	9,00
FECHA	31/01/2008			11,43

YUCA				
	REPLICA			Promedio
PESOS (g)	1,223	1,187	1	1,23
LARVA	#1	#2	#3	
1	16	11	17	14,67
2	10	13	17	13,33
3	13	16	15	14,67
4	11	13	15	13,00
5	15	13	14	14,00
6	12	16	12	13,33
7	14	10	13	12,33
8	13	10	16	13,00
9	13	15	13	13,67
10	13	10	12	11,67
11	12	15	11	12,67
12	10	12	12	11,33
13	11	12	13	12,00
14	12	15	11	12,67
15	11	10	13	11,33
16	10	10	11	10,33
17	10	10	12	10,67
18	8	10	12	10,00
19	9	9	8	8,67
20	8	9	9	8,67

ARRACACHA				
	REPLICA			Promedio
PESOS (g)	2	1,726	1,792	1,73
LARVA	#1	#2	#3	
1	19	19	15	17,67
2	19	15	15	16,33
3	19	15	17	17,00
4	17	15	16	16,00
5	17	15	19	17,00
6	16	18	14	16,00
7	16	13	17	15,33
8	17	15	18	16,67
9	17	15	17	16,33
10	16	17	15	16,00
11	17	15	17	16,33
12	17	11	16	14,67
13	16	11	11	12,67
14	19	16	16	17,00
15	17	14	12	14,33
16	15	16	17	16,00
17	13	13	12	12,67
18	12	13	4	9,67
19	9	7	15	10,33
20	8		8	8,00

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

FECHA	31/01/2008	12,10
-------	------------	-------

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,943	0,977	0,887	0,61
LARVA	#1	#2	#3	
1	13	15	15	14,33
2	10	14	11	11,67
3	15	15	12	14,00
4	11	14	5	10,00
5	14	10	13	12,33
6	15	14	10	13,00
7	7	14	13	11,33
8	14	15	8	12,33
9	14	12	9	11,67
10	7	12	13	10,67
11	11	14	5	10,00
12	11	14	7	10,67
13	12	9	9	10,00
14	11	12	10	11,00
15	12	13	12	12,33
16	10	14	13	12,33
17	11	13	10	11,33
18	10	13	5	9,33
19	9	10	10	9,67
20		11	12	11,50
FECHA	01/02/2008			11,48

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,461	1,537	2	1,53
LARVA	#1	#2	#3	
1	15	9	15	13,00
2	15	20	14	16,33
3	13	16	12	13,67
4	14	13	15	14,00

FECHA	31/01/2008	14,80
-------	------------	-------

PAPA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,37	1,49	0,968	0,95
LARVA	#1	#2	#3	
1	9	15	12	12,00
2	13	17	10	13,33
3	13	17	13	14,33
4	17	19	7	14,33
5	17	18	10	15,00
6	17	17	7	13,67
7	13	17	11	13,67
8	14	19	13	15,33
9	11	16	5	10,67
10	10	19	13	14,00
11	8	15	14	12,33
12	13	17	13	14,33
13	14	12	7	11,00
14	10	10	10	10,00
15	14	7	11	10,67
16	9	7	13	9,67
17	9	17	10	12,00
18	10	9	10	9,67
19	10	7	9	8,67
20	9		10	9,50
FECHA	01/02/2008			12,21

ARRACACHA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	2,12	2,25	2,02	2,13
LARVA	#1	#2	#3	
1	19,00	15,00	18,00	17,33
2	18,00	15,00	16,00	16,33
3	20,00	17,00	19,00	18,67
4	15,00	17,00	18,00	16,67

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

5	10	15	14	13,00
6	13	16	14	14,33
7	17	12	18	15,67
8	12	16	15	14,33
9	13	13	14	13,33
10	15	14	15	14,67
11	10	14	16	13,33
12	12	14	14	13,33
13	11	19	15	15,00
14	10	12	14	12,00
15	12	15	14	13,67
16	13	13	10	12,00
17	15	12	10	12,33
18	12	13	12	12,33
19	10	10	9	9,67
20	9	9	12	10,00
01/02/2008	01/02/2008			13,30

5	19,00	19,00	11,00	16,33
6	20,00	17,00	19,00	18,67
7	18,00	17,00	16,00	17,00
8	17,00	13,00	17,00	15,67
9	19,00	15,00	16,00	16,67
10	16,00	18,00	16,00	16,67
11	17,00	15,00	14,00	15,33
12	17,00	12,00	18,00	15,67
13	18,00	18,00	18,00	18,00
14	19,00	14,00	14,00	15,67
15	18,00	15,00	17,00	16,67
16	22,00	14,00	10,00	15,33
17	11,00	19,00	9,00	13,00
18	11,00	14,00	15,00	13,33
19	13,00	11,00	16,00	13,33
20	14,00		14,00	14,00
FECHA	01/02/2008			16,02

BLANCO				
	REPLICA			Promedio
PESOS (g)	1,537	1,621	1,549	1,57
LARVA	#1	#2	#3	
1	16	19	15	16,67
2	17	17	15	16,33
3	17	18	15	16,67
4	13	19	14	15,33
5	14	18	14	15,33
6	14	19	13	15,33
7	17	15	14	15,33
8	14	16	16	15,33
9	8	16	12	12,00
10	10	16	14	13,33
11	13	15	14	14,00
12	16	17	10	14,33
13	14	13	8	11,67
14	14	17	14	15,00

PAPA				
	REPLICA			Promedio
PESOS (g)	2,060	2,143	1,769	1,99
LARVA	#1	#2	#3	
1	18	20	17	18,33
2	16	19	17	17,33
3	18	18	17	17,67
4	19	20	19	19,33
5	18	19	16	17,67
6	18	20	17	18,33
7	19	17	18	18,00
8	19	22	19	20,00
9	15	20	18	17,67
10	17	16	18	17,00
11	18	20	17	18,33
12	17	17	18	17,33
13	19	19	17	18,33
14	15	19	16	16,67

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

15	14	15	8	12,33
16	15	14	6	11,67
17	13	17	12	14,00
18	14	18	14	15,33
19	12	16		14,00
20				0,00
FECHA	04/02/2008			14,42

15	18	8	20	15,33
16	17	16	16	16,33
17	17	17	18	17,33
18	16	19	19	18,00
19	18		15	16,50
20	19			19,00
FECHA	04/02/2008			17,73

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,971	2,342	2,461	2,26
LARVA	#1	#2	#3	
1	18	16	19	17,67
2	15	18	20	17,67
3	19	19	17	18,33
4	14	15	18	15,67
5	17	17	17	17,00
6	15	19	17	17,00
7	17	18	18	17,67
8	17	18	17	17,33
9	19	17	17	17,67
10	14	19	16	16,33
11	17	15	16	16,00
12	17	20	14	17,00
13	16	20	18	18,00
14	18	13	15	15,33
15	16	15	16	15,67
16	17	16	15	16,00
17	17	18	15	16,67
18	19	19	14	17,33
19	19		15	17,00
20				0,00
FECHA	04/02/2008			16,91

ARRACACHA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	3,591	3,366	3,098	3,35
LARVA	#1	#2	#3	
1	19	22	23	21,33
2	20	22	19	20,33
3	23	21	20	21,33
4	17	21	20	19,33
5	24	23	23	23,33
6	24	21	25	23,33
7	20	20	20	20,00
8	22	19	19	20,00
9	22	16	25	21,00
10	20	19	20	19,67
11	21	20	22	21,00
12	21	20	24	21,67
13	20	17	20	19,00
14	19	18	19	18,67
15	21	18	15	18,00
16	23	21	20	21,33
17	16	18	20	18,00
18	21	19	21	20,33
19	20	18	23	20,33
20	20		19	19,50
FECHA	04/02/2008			20,38

BLANCO

PAPA

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

REPLICA				Promedio
PESOS (g)	2,048	2,003	1,998	2,02
LARVA	#1	#2	#3	
1	17	15	14	15,33
2	15	18	10	14,33
3	13	18	15	15,33
4	17	18	9	14,67
5	14	17	13	14,67
6	15	17	14	15,33
7	17	15	14	15,33
8	16	19	10	15,00
9	15	15	13	14,33
10	17	15	14	15,33
11	7	16	16	13,00
12	14	16	5	11,67
13	14	17	14	15,00
14	14	18	12	14,67
15	13	17	15	15,00
16	13	17	15	15,00
17	14	15	14	14,33
18	16	18	8	14,00
19	19	15		17,00
20				0,00
FECHA	05/02/2008			14,70

REPLICA				Promedio
PESOS (g)	2,431	2,692	2,257	2,46
LARVA	#1	#2	#3	
1	17	20	14	17,00
2	17	20	20	19,00
3	15	19	19	17,67
4	18	20	18	18,67
5	18	21	18	19,00
6	18	20	18	18,67
7	18	20	17	18,33
8	18	20	15	17,67
9	18	19	20	19,00
10	17	20	19	18,67
11	17	16	20	17,67
12	18	18	15	17,00
13	18	10	17	15,00
14	14	20	20	18,00
15	14	18	19	17,00
16	15	21	15	17,00
17	16	19	17	17,33
18	18	17	16	17,00
19	19		14	16,50
20	17			17,00
FECHA	05/02/2008			17,66

YUCA				Promedio
PESOS (g)	2,655	2,831	2,911	2,80
LARVA	#1	#2	#3	
1	19	17	19	18,33
2	16	17	15	16,00
3	20	16	15	17,00
4	16	18	15	16,33
5	17	17	17	17,00
6	17	17	17	17,00
7	18	16	17	17,00

ARRACACHA				Promedio
PESOS (g)	3,998	3,951	3,747	3,90
LARVA	#1	#2	#3	
1	23	15	19	19,00
2	21	20	20	20,33
3	23	23	23	23,00
4	21	20	22	21,00
5	20	20	19	19,67
6	20	20	19	19,67
7	23	18	23	21,33

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

8	19	17	17	17,67
9	20	15	15	16,67
10	16	18	15	16,33
11	18	15	15	16,00
12	18	17	15	16,67
13	19	13	15	15,67
14	18	19	18	18,33
15	17	18	13	16,00
16	19	18	13	16,67
17	19	17	15	17,00
18	18	19	15	17,33
19	19		16	17,50
20				0,00
FECHA	05/02/2008			16,87

8	24	18	20	20,67
9	23	19	19	20,33
10	21	20	20	20,33
11	23	19	20	20,67
12	22	21	22	21,67
13	20	20	20	20,00
14	25	20	22	22,33
15	20	19	20	19,67
16	19	19	20	19,33
17	20	19	18	19,00
18	20	15	23	19,33
19	19	22	19	20,00
20	21		18	19,50
FECHA	05/02/2008			20,34

BLANCO				
	REPLICA			Promedio
PESOS (g)	2,255	2,471	2,121	2,28
LARVA	#1	#2	#3	
1	18	17	15	16,67
2	13	16	8	12,33
3	18	18	7	14,33
4	15	17	16	16,00
5	20	16	12	16,00
6	16	17	17	16,67
7	18	16	14	16,00
8	19	17	16	17,33
9	14	14	15	14,33
10	16	17	17	16,67
11	16	17	13	15,33
12	17	19	16	17,33
13	17	17	12	15,33
14	17	16	16	16,33
15	7	18	10	11,67
16	18	18	14	16,67

PAPA				
	REPLICA			Promedio
PESOS (g)	2,798	2,901	2,743	2,81
LARVA	#1	#2	#3	
1	20	17	19	18,67
2	20	20	19	19,67
3	17	18	18	17,67
4	20	20	15	18,33
5	17	15	17	16,33
6	20	17	17	18,00
7	21	15	14	16,67
8	19	20	21	20,00
9	15	10	14	13,00
10	19	20	20	19,67
11	17	20	19	18,67
12	20	22	18	20,00
13	20	18	15	17,67
14	15	17	18	16,67
15	18	22	21	20,33
16	18	18	18	18,00

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

17	19	19	13	17,00
18	19	18	14	17,00
19	21	19		20,00
20				0,00
FECHA	06/02/2008			15,95

17	20	17	18	18,33
18	21	15	17	17,67
19	19		18	18,50
20	18			18,00
FECHA	06/02/2008			18,09

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	3,002	3,250	3,447	3,23
LARVA	#1	#2	#3	
1	20	24	18	20,67
2	19	18	18	18,33
3	16	19	16	17,00
4	18	18	16	17,33
5	18	18	18	18,00
6	15	17	17	16,33
7	15	19	16	16,67
8	16	16	18	16,67
9	16	19	17	17,33
10	16	15	15	15,33
11	16	18	15	16,33
12	15	16	18	16,33
13	19	17	19	18,33
14	18	20	17	18,33
15	18	19	18	18,33
16	19	18	17	18,00
17	20	21	16	19,00
18	20		17	18,50
19	19		19	19,00
20				0,00
FECHA	06/02/2008			17,68

ARRACACHA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	4,223	4,301	4,058	4,19
LARVA	#1	#2	#3	
1	22	20	24	22,00
2	20	23	19	20,67
3	21	19	24	21,33
4	26	21	18	21,67
5	22	18	20	20,00
6	24	20	21	21,67
7	23	20	20	21,00
8	24	19	21	21,33
9	20	22	17	19,67
10	22	21	20	21,00
11	20	22	22	21,33
12	22	24	23	23,00
13	22	17	22	20,33
14	20	22	22	21,33
15	21	22	20	21,00
16	23	20	22	21,67
17	20	23	21	21,33
18	19	19	22	20,00
19	18	20	23	20,33
20				0,00
FECHA	06/02/2008			21,09

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	2,433	2,647	2,331	2,47
LARVA	#1	#2	#3	

PAPA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	3,001	3,192	3,019	3,07
LARVA	#1	#2	#3	

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

1	15	19	5	13,00
2	15	17	8	13,33
3	15	18	17	16,67
4	16	18	13	15,67
5	19	19	17	18,33
6	20	18	15	17,67
7	19	18	14	17,00
8	15	15	20	16,67
9	16	19	18	17,67
10	18	17	16	17,00
11	7	18	15	13,33
12	12	17	17	15,33
13	17	17	12	15,33
14	17	17	14	16,00
15	15	18	16	16,33
16	18	17	12	15,67
17	19	18	12	16,33
18	19	17	13	16,33
19	20	18		12,67
20				0,00
FECHA	07/02/2008			15,81

1	17	17	21	18,33
2	20	17	18	18,33
3	15	15	17	15,67
4	20	20	17	19,00
5	20	22	14	18,67
6	18	17	19	18,00
7	20	23	17	20,00
8	17	20	17	18,00
9	17	21	20	19,33
10	20	20	20	20,00
11	18	20	19	19,00
12	21	20	19	20,00
13	16	18	18	17,33
14	17	10	17	14,67
15	15	20	18	17,67
16	15	20	16	17,00
17	17	21	12	16,67
18	19	19	20	19,33
19	18		18	12,00
20	16			16,00
FECHA	07/02/2008			17,75

YUCA				
	REPLICA			Promedio
PESOS (g)	3,425	3,319	3,598	3,45
LARVA	#1	#2	#3	
1	17	21	16	18,00
2	19	20	15	18,00
3	18	18	17	17,67
4	17	18	19	18,00
5	17	15	16	16,00
6	20	18	18	18,67
7	18	17	18	17,67
8	20	17	18	18,33
9	16	16	16	16,00
10	20	17	15	17,33

ARRACACHA				
	REPLICA			Promedio
PESOS (g)	3,425	3,319	3,598	3,45
LARVA	#1	#2	#3	
1	25	21	18	21,33
2	25	20	18	21,00
3	22	20	20	20,67
4	20	20	22	20,67
5	20	23	20	21,00
6	20	22	21	21,00
7	23	21	23	22,33
8	22	25	20	22,33
9	23	19	25	22,33
10	25	22	23	23,33

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

11	18	19	19	18,67
12	17	20	16	17,67
13	19	17	17	17,67
14	17	17	19	17,67
15	19	18	18	18,33
16	19	16	18	17,67
17	18	18	15	17,00
18	17		19	12,00
19	19		18	12,33
20				0,00
FECHA	07/02/2008			16,23

11	23	23	20	22,00
12	20	20	20	20,00
13	20	19	20	19,67
14	22	20	21	21,00
15	21	22	20	21,00
16	23	21	18	20,67
17	22	20	20	20,67
18	20	19	22	20,33
19	19	22	19	20,00
20				0,00
FECHA	07/02/2008			21,12

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	2,794	2,861	2,599	2,75
LARVA	#1	#2	#3	
1	13	14	13	13,33
2	15	17	17	16,33
3	7	18	17	14,00
4	15	17	18	16,67
5	15	14	15	14,67
6	15	18	19	17,33
7	18	19	17	18,00
8	17	15	18	16,67
9	15	19	15	16,33
10	14	19	15	16,00
11	16	19	15	16,67
12	17	16	14	15,67
13	18	18	13	16,33
14	17	20	13	16,67
15	15	18	8	13,67
16	16	17	15	16,00
17	18	18	13	16,33
18	18	17	14	16,33
19	19	19		12,67
20				0,00

PAPA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	3,277	3,401	3,298	3,33
LARVA	#1	#2	#3	
1	20	17	17	18,00
2	17	20	16	17,67
3	15	19	21	18,33
4	19	17	17	17,67
5	15	10	12	12,33
6	18	21	22	20,33
7	17	13	17	15,67
8	17	23	22	20,67
9	20	15	17	17,33
10	19	17	18	18,00
11	20	17	18	18,33
12	15	17	16	16,00
13	15	11	15	13,67
14	19	17	18	18,00
15	19	21	21	20,33
16	18	20	19	19,00
17	19	19	18	18,67
18	20	21	16	19,00
19	20		16	12,00
20	18			18,00

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

FECHA	08/02/2008	15,77
-------	------------	-------

YUCA				
PESOS (g)	REPLICA			Promedio
	#1	#2	#3	
LARVA				
1	20	18	18	18,67
2	18	20	20	19,33
3	18	23	19	20,00
4	18	19	15	17,33
5	18	16	17	17,00
6	15	15	23	17,67
7	18	15	18	17,00
8	18	18	18	18,00
9	20	18	17	18,33
10	16	20	18	18,00
11	17	20	17	18,00
12	16	17	17	16,67
13	18	14	18	16,67
14	18	17	19	18,00
15	15	18	20	17,67
16	19	14	18	17,00
17	20	19	15	18,00
18	21		16	12,33
19	19		19	12,67
20				0,00
FECHA	08/02/2008			17,28

FECHA	08/02/2008	17,45
-------	------------	-------

ARRACACHA				
PESOS (g)	REPLICA			Promedio
	#1	#2	#3	
LARVA				
1	23	23	25	23,67
2	23	23	22	22,67
3	24	20	18	20,67
4	22	22	22	22,00
5	20	19	24	21,00
6	24	21	20	21,67
7	20	20	20	20,00
8	23	21	20	21,33
9	21	19	26	22,00
10	25	20	23	22,67
11	24	23	21	22,67
12	21	15	20	18,67
13	22	22	22	22,00
14	25	21	24	23,33
15	18	20	18	18,67
16	21	17	20	19,33
17	22	19	19	20,00
18	21	19	18	19,33
19	19	21	22	20,67
20				0,00
FECHA	08/02/2008			21,18

BLANCO				
PESOS (g)	REPLICA			Promedio
	#1	#2	#3	
LARVA				
1	17	19	15	17,00
2	18	21	12	17,00
3	18	18	18	18,00
4	18	21	21	20,00

PAPA				
PESOS (g)	REPLICA			Promedio
	#1	#2	#3	
LARVA				
1	18	18	20	18,67
2	19	19	21	19,67
3	19	19	23	20,33
4	14	17	18	16,33

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

5	15	20	21	18,67
6	17	20	20	19,00
7	18	18	18	18,00
8	17	17	12	15,33
9	16	19	15	16,67
10	19	18	17	18,00
11	17	16	21	18,00
12	16	20	18	18,00
13	16	21	15	17,33
14	15	19	18	17,33
15	17	17	16	16,67
16	19	19	16	18,00
17	18	18	10	15,33
18	19	19		12,67
19		18		18,00
20				0,00
FECHA	11/02/2008			17,32

5	13	15	18	15,33
6	17	15	18	16,67
7	18	18	20	18,67
8	15	20	19	18,00
9	14	15	16	15,00
10	18	14	14	15,33
11	13	16	18	15,67
12	16	13	14	14,33
13	15	18	20	17,67
14	17	14	18	16,33
15	15	16	18	16,33
16	17	19	19	18,33
17	19	20	19	19,33
18	21	21	19	20,33
19	20		10	10,00
20				0,00
FECHA	11/02/2008			16,96

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	4,008	3,959	4,403	4,12
LARVA	#1	#2	#3	
1	16	21	18	18,33
2	15	17	19	17,00
3	14	14	17	15,00
4	16	13	20	16,33
5	20	12	13	15,00
6	19	17	19	18,33
7	18	18	21	19,00
8	17	20	21	19,33
9	20	19	19	19,33
10	17	14	18	16,33
11	18	20	20	19,33
12	17	18	20	18,33
13	19	21	18	19,33
14	18	19	13	16,67
15	18	17	19	18,00

ARRACACHA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	5,001	4,997	4,963	4,99
LARVA	#1	#2	#3	
1	24	21	18	21,00
2	21	18	25	21,33
3	19	24	24	22,33
4	22	22	20	21,33
5	25	23	24	24,00
6	26	23	22	23,67
7	26	23	19	22,67
8	23	21	23	22,33
9	24	19	19	20,67
10	22	18	18	19,33
11	23	19	21	21,00
12	17	20	21	19,33
13	21	20	20	20,33
14	23	20	20	21,00
15	24	18	19	20,33

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

16	19	18	19	18,67
17	22	19	19	20,00
18	21		22	14,33
19	18		20	12,67
20				0,00
FECHA	11/02/2008			17,44

16	19	23	21	21,00
17	17	22	21	20,00
18	19	19	18	18,67
19	21	22		14,33
20				0,00
FECHA	11/02/2008			20,77

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	3,398	3,415	3,192	3,34
LARVA	#1	#2	#3	
1	19	20	15	18,00
2	16	18	19	17,67
3	17	19	18	18,00
4	15	19	10	14,67
5	16	16	14	15,33
6	17	19	16	17,33
7	18	18	17	17,67
8	15	20	14	16,33
9	15	18	14	15,67
10	16	14	17	15,67
11	17	17	18	17,33
12	15	19	15	16,33
13	18	17	13	16,00
14	15	18	14	15,67
15	22	20	15	19,00
16	23	18	16	19,00
17	24	17	17	19,33
18	21	19		20,00
19		23		25,00
20				0,00
FECHA	12/02/2008			17,58

PAPA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	3,942	4,273	4,015	4,08
LARVA	#1	#2	#3	
1	19	20	23	20,67
2	19	17	18	18,00
3	15	15	20	16,67
4	16	20	20	18,67
5	18	15	22	18,33
6	19	19	20	19,33
7	19	14	18	17,00
8	18	14	19	17,00
9	17	14	14	15,00
10	17	19	19	18,33
11	17	17	17	17,00
12	16	19	17	17,33
13	16	19	7	14,00
14	15	15	15	15,00
15	18	15	17	16,67
16	16	17	15	16,00
17	21	19	15	18,33
18	23	22	18	21,00
19	19			19,00
20				0,00
FECHA	12/02/2008			17,54

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	4,192	4,163	4,602	4,32

ARRACACHA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	5,199	5,163	5,184	5,18

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

LARVA	#1	#2	#3	
1	15	20	19	18,00
2	20	18	20	19,33
3	19	18	18	18,33
4	20	19	14	17,67
5	18	14	18	16,67
6	13	15	20	16,00
7	15	16	19	16,67
8	17	18	21	18,67
9	18	16	20	18,00
10	20	17	14	17,00
11	17	24	18	19,67
12	19	20	19	19,33
13	19	17	18	18,00
14	21	17	17	18,33
15	22	13	21	18,67
16	18	17	18	17,67
17	19	20	19	19,33
18	19		19	12,67
19	23		16	19,50
20				0,00
FECHA	12/02/2008			17,87

LARVA	#1	#2	#3	
1	21	21	19	20,33
2	27	23	19	23,00
3	25	20	23	22,67
4	25	21	24	23,33
5	21	22	22	21,67
6	23	22	19	21,33
7	23	22	21	22,00
8	15	20	23	19,33
9	23	22	22	22,33
10	22	17	16	18,33
11	24	20	22	22,00
12	20	21	24	21,67
13	20	18	19	19,00
14	19	24	19	20,67
15	19	20	23	20,67
16	19	23	20	20,67
17	18	19	19	18,67
18	18	23	18	19,67
19	19			19,00
20				0,00
FECHA	12/02/2008			20,86

BLANCO				
PESOS (g)	REPLICA			Promedio
	3,617	3,681	3,402	3,57
LARVA	#1	#2	#3	
1	18	15	19	17,33
2	18	18	18	18,00
3	17	20	14	17,00
4	18	17	20	18,33
5	17	19	18	18,00
6	17	20	17	18,00
7	15	18	17	16,67
8	16	20	14	16,67
9	15	17	19	17,00

PAPA				
PESOS (g)	REPLICA			Promedio
	4,289	4,325	4,417	4,34
LARVA	#1	#2	#3	
1	17	19	18	18,00
2	15	18	16	16,33
3	15	21	18	18,00
4	19	16	18	17,67
5	21	16	15	17,33
6	17	17	20	18,00
7	20	15	10	15,00
8	17	18	16	17,00
9	14	18	18	16,67

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

10	15	18	18	17,00
11	15	18	18	17,00
12	15	19	14	16,00
13	16	18	15	16,33
14	19	18	16	17,67
15	23	17	17	19,00
16	25	15	18	19,33
17	25	17	16	19,33
18	18	23		20,50
19		19		19,00
20				0,00
FECHA	13/02/2008			17,80

10	15	16	17	16,00
11	21	16	20	19,00
12	16	15	20	17,00
13	17	19	20	18,67
14	18	16	22	18,67
15	17	13	16	15,33
16	17	18	18	17,67
17	22	19	18	19,67
18	24	17	13	18,00
19	21			21,00
20				0,00
FECHA	13/02/2008			17,63

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	4,439	4,399	4,962	4,60
LARVA	#1	#2	#3	
1	19	20	16	18,33
2	19	18	22	19,67
3	18	15	21	18,00
4	13	16	15	14,67
5	16	19	18	17,67
6	18	17	18	17,67
7	18	19	21	19,33
8	23	14	17	18,00
9	18	17	17	17,33
10	23	18	18	19,67
11	17	15	17	16,33
12	17	18	20	18,33
13	19	19	15	17,67
14	18	19	17	18,00
15	19	18	22	19,67
16	18	16	18	17,33
17	17	19	18	18,00
18	20		19	19,50
19	21		20	20,50

ARRACACHA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	5,384	5,407	5,375	5,39
LARVA	#1	#2	#3	
1	27	20	20	22,33
2	24	20	18	20,67
3	20	18	19	19,00
4	24	21	20	21,67
5	20	15	23	19,33
6	20	21	19	20,00
7	19	23	20	20,67
8	23	20	20	21,00
9	22	24	19	21,67
10	25	18	19	20,67
11	21	22	23	22,00
12	15	20	19	18,00
13	12	20	23	18,33
14	15	19	20	18,00
15	19	23	19	20,33
16	20	23	20	21,00
17	22	20	23	21,67
18	23	20	21	21,33
19	18			18,00

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

20			0,00
FECHA	13/02/2008		18,19

20			0,00
FECHA	13/02/2008		20,30

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	3,971	3,899	3,779	3,88
LARVA	#1	#2	#3	
1	17	20	17	18,00
2	19	20	14	17,67
3	14	18	18	16,67
4	15	18	19	17,33
5	15	14	14	14,33
6	18	18	18	18,00
7	14	20	20	18,00
8	18	18	15	17,00
9	16	20	16	17,33
10	17	18	16	17,00
11	17	16	19	17,33
12	16	17	14	15,67
13	15	19	18	17,33
14	13	19	17	16,33
15	15	19	19	17,67
16	18	16	16	16,67
17	19	19	17	18,33
18	17	18		17,50
19		21		21,00
20				0,00
FECHA	14/02/2008			17,32

PAPA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	4,824	4,698	4,851	4,79
LARVA	#1	#2	#3	
1	22	17	23	20,67
2	15	16	15	15,33
3	15	17	20	17,33
4	19	14	16	16,33
5	15	18	21	18,00
6	15	16	22	17,67
7	12	14	18	14,67
8	15	19	22	18,67
9	17	17	17	17,00
10	16	21	15	17,33
11	18	14	15	15,67
12	14	16	15	15,00
13	15	15	20	16,67
14	15	18	12	15,00
15	15	13	18	15,33
16	16	15	9	13,33
17	18	19	14	17,00
18	19	22	15	18,67
19	19			19,00
20				0,00
FECHA	14/02/2008			16,77

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	4,691	4,752	5,111	4,85
LARVA	#1	#2	#3	
1	17	15	18	16,67
2	20	14	20	18,00
3	21	17	20	19,33

ARRACACHA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	5,491	5,553	5,525	5,52
LARVA	#1	#2	#3	
1	24	23	23	23,33
2	24	22	20	22,00
3	24	23	22	23,00

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

4	19	20	17	18,67
5	17	19	16	17,33
6	14	18	23	18,33
7	13	16	20	16,33
8	19	20	16	18,33
9	20	19	18	19,00
10	22	20	18	20,00
11	19	16	19	18,00
12	19	18	13	16,67
13	20	13	19	17,33
14	18	12	17	15,67
15	18	20	17	18,33
16	19	19	15	17,67
17	17	20	20	19,00
18	19		22	20,00
19	19		23	21,00
20				0,00
FECHA	14/02/2008			18,19

4	24	19	19	20,67
5	15	15	24	18,00
6	22	21	19	20,67
7	20	21	21	20,67
8	21	20	20	20,33
9	18	19	21	19,33
10	20	22	20	20,67
11	18	19	19	18,67
12	18	19	23	20,00
13	18	19	20	19,00
14	19	25	21	21,67
15	15	20	20	18,33
16	19	20	22	20,33
17	22	19	19	20,00
18	23	15	16	18,00
19	21			0,07
20				0,00
FECHA	14/02/2008			19,20

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	2,843	4,021	3,993	3,62
LARVA	#1	#2	#3	
1	17	21	18	18,67
2	18	21	15	18,00
3	15	19	19	17,67
4	18	19	20	19,00
5	14	15	15	14,67
6	15	19	18	17,33
7	16	21	20	19,00
8	13	19	15	15,67
9	15	21	16	17,33
10	16	19	16	17,00
11	18	17	19	18,00
12	13	18	14	15,00
13	17	20	18	18,33

PAPA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	4,917	4,711	4,902	4,84
LARVA	#1	#2	#3	
1	19	16	16	17,00
2	20	15	17	17,33
3	16	15	17	16,00
4	15	15	15	15,00
5	17	16	22	18,33
6	16	14	18	16,00
7	16	16	19	17,00
8	15	17	17	16,33
9	15	14	19	16,00
10	17	15	10	14,00
11	14	16	20	16,67
12	16	21	19	18,67
13	16	23	15	18,00

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

14	15	20	17	17,33
15	15	20	19	18,00
16	18	18	16	17,33
17	19	20	17	18,67
18	17	19		18,00
19		22		22,00
20				0,00
FECHA	15/02/2008			17,74

14	15	21	15	17,00
15	17	20	17	18,00
16	15	19	22	18,67
17	17	23	19	19,67
18	20	17	15	17,33
19	22			22,00
20				0,00
FECHA	15/02/2008			17,32

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	4,764	4,815	5,229	4,94
LARVA	#1	#2	#3	
1	18	20	20	19,33
2	20	16	12	16,00
3	20	21	19	20,00
4	22	16	19	19,00
5	18	17	20	18,33
6	21	17	22	20,00
7	19	14	20	17,67
8	19	20	18	19,00
9	20	20	23	21,00
10	19	17	20	18,67
11	23	22	15	20,00
12	24	20	18	20,67
13	19	21	19	19,67
14	25	16	17	19,33
15	18	18	19	18,33
16	20	16	18	18,00
17	18	18	18	18,00
18	18	18	19	18,33
19	19		20	19,50
20				0,00
FECHA	15/02/2008			18,99

ARRACACHA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	5,584	5,689	5,672	5,65
LARVA	#1	#2	#3	
1	21	18	18	19,00
2	17	22	21	20,00
3	14	17	19	16,67
4	21	25	20	22,00
5	23	18	19	20,00
6	24	21	18	21,00
7	25	20	22	22,33
8	25	22	20	22,33
9	22	20	25	22,33
10	21	22	19	20,67
11	19	18	20	19,00
12	18	19	20	19,00
13	18	20	20	19,33
14	18	23	18	19,67
15	19	18	20	19,00
16	20	19	21	20,00
17	22	19	23	21,33
18	23	18	19	20,00
19	19			19,00
20				0,00
FECHA	15/02/2008			20,14

BLANCO

YUCA

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

REPLICA				Promedio
PESOS (g)	2,755	3,321	3,611	3,23
LARVA	#1	#2	#3	
1	17	20	18	18,33
2	16	19	18	17,67
3	17	20	20	19,00
4	18	18	16	17,33
5	18	17	19	18,00
6	18	15	18	17,00
7	15	19	15	16,33
8	15	19	18	17,33
9	14	17	15	15,33
10	16	17	12	15,00
11	13	19	17	16,33
12	18	18	19	18,33
13	11	19	19	16,33
14	17	15	21	17,67
15		15	15	15,00
16		16		16,00
17		17		17,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	18/02/2008			16,94

REPLICA				Promedio
PESOS (g)	2,637	2,910	3,482	3,01
LARVA	#1	#2	#3	
1	19	19	21	19,67
2	19	17	20	18,67
3	19	15	18	17,33
4	17	15	15	15,67
5	17	16	20	17,67
6	15	14	17	15,33
7	14	17	21	17,33
8	14	19	14	15,67
9	22	18	17	19,00
10	15	20	16	17,00
11	15	18	20	17,67
12	14	17	21	17,33
13		18	15	16,50
14		20	17	18,50
15		18	18	18,00
16			18	18,00
17			20	20,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	18/02/2008			17,61

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,03	1,9	1,567	1,50
LARVA	#1	#2	#3	
1	17	17	16	16,67
2	16	15	18	16,33
3	14	17	17	16,00
4	16	19	13	16,00
5	15	15	15	15,00
6	14	19	14	15,67
7	15	15	15	15,00

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,338	1,878	2,101	1,77
LARVA	#1	#2	#3	
1	16	19	16	17,00
2	17	21	17	18,33
3	16	19	15	16,67
4	20	15	20	18,33
5	15	18	14	15,67
6	20	20	15	18,33
7	16	18	21	18,33

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

8	15	18	18	17,00
9	14	16	16	15,33
10	16	17	17	16,67
11	16	17	20	17,67
12	18	21	20	19,67
13		18	16	17,00
14		15	17	16,00
15		19	15	17,00
16		19		19,00
17		16		16,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	19/02/2008			16,59

8	16	15	19	16,67
9	19	21	22	20,67
10	17	20	16	17,67
11	21	19	19	19,67
12	16	19	18	17,67
13		20	17	18,50
14			22	22,00
15			23	23,00
16			16	16,00
17			16	16,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	19/02/2008			18,26

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,112	2,247	1,974	1,78
LARVA	#1	#2	#3	
1	16	20	18	18,00
2	16	16	19	17,00
3	14	17	20	17,00
4	16	18	15	16,33
5	15	17	15	15,67
6	17	17	17	17,00
7	16	19	17	17,33
8	17	15	13	15,00
9	16	19	18	17,67
10	15	19	17	17,00
11	14	17	17	16,00
12	14	21	17	17,33
13		17	13	15,00
14		17	16	16,50
15		17	19	18,00
16		17		17,00
17		15		15,00

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,324	2,001	2,146	1,82
LARVA	#1	#2	#3	
1	15	20	18	17,67
2	19	17	20	18,67
3	22	19	14	18,33
4	18	19	15	17,33
5	17	15	19	17,00
6	14	22	15	17,00
7	19	24	21	21,33
8	20	20	22	20,67
9	16	19	19	18,00
10	16	20	20	18,67
11	17	20	21	19,33
12	14	19	20	17,67
13		20	18	19,00
14			16	16,00
15			15	15,00
16			18	18,00
17			18	18,00

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	20/02/2008			16,64

18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	20/02/2008			18,10

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,821	1,809	1,604	1,41
LARVA	#1	#2	#3	
1	17	17	20	18,00
2	13	16	16	15,00
3	16	17	17	16,67
4	15	18	17	16,67
5	14	14	17	15,00
6	16	17	15	16,00
7	12	14	14	13,33
8	14	16	20	16,67
9	14	18	16	16,00
10		15	17	16,00
11		15	17	16,00
12		16	13	14,50
13		16	17	16,50
14		16	16	16,00
15		15	17	16,00
16		15		15,00
17				0,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	21/02/2008			15,83

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,356	2,105	2,213	1,89
LARVA	#1	#2	#3	
1	17	22	21	20,00
2	18	18	17	17,67
3	16	20	16	17,33
4	16	19	15	16,67
5	15	19	23	19,00
6	15	20	18	17,67
7	16	20	15	17,00
8	15	21	16	17,33
9	15	19	14	16,00
10	19	17	20	18,67
11	22	15	17	18,00
12	16	16	21	17,67
13		14	16	15,00
14			15	15,00
15			16	16,00
16			16	16,00
17			19	19,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	21/02/2008			17,29

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,394	1,698	1,415	1,50
LARVA	#1	#2	#3	
1	17	19	16	17,33

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,474	2,014	2,26	1,92
LARVA	#1	#2	#3	
1	19	19	17	18,33

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

2	18	17	20	18,33
3	14	18	19	17,00
4	16	15	20	17,00
5	18	19	15	17,33
6	17	16	18	17,00
7	16	18	18	17,33
8	16	13	19	16,00
9		18	14	16,00
10		17	20	18,50
11		15	21	18,00
12		20	18	19,00
13		18	19	18,50
14		18	17	17,50
15		17	15	16,00
16		17		17,00
17				0,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	22/02/2008			17,36

2	15	19	20	18,00
3	16	20	15	17,00
4	20	20	22	20,67
5	17	18	23	19,33
6	17	15	18	16,67
7	15	19	17	17,00
8	15	16	16	15,67
9	16	23	19	19,33
10	19	22	20	20,33
11	15	20	19	18,00
12	14	18	14	15,33
13		14	20	17,00
14			14	14,00
15			13	13,00
16			15	15,00
17			18	18,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	22/02/2008			17,22

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,689	1,493	1,634	1,27
LARVA	#1	#2	#3	
1	18	17	18	17,67
2	17	16	14	15,67
3	17	15	19	17,00
4	18	20	13	17,00
5	17	18	20	18,33
6	16	15	19	16,67
7	15	18	16	16,33
8	14	15	16	15,00
9		20	20	20,00
10		17	19	18,00
11		19	18	18,50

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,269	1,898	1,906	1,69
LARVA	#1	#2	#3	
1	21	22	15	19,33
2	18	20	20	19,33
3	17	14	15	15,33
4	15	17	14	15,33
5	14	18	14	15,33
6	14	18	15	15,67
7	18	18	22	19,33
8	15	18	20	17,67
9	16	19	18	17,67
10	15	17	17	16,33
11	14	18	13	15,00

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

12		19	17	18,00
13		18	16	17,00
14		17	16	16,50
15		15	21	18,00
16				0,00
17				0,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	25/02/2008			17,31

12	17	18	17	17,33
13			18	18,00
14			18	18,00
15			15	15,00
16				0,00
17				0,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	25/02/2008			16,98

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,686	1,445	1,426	1,19
LARVA	#1	#2	#3	
1	16	15	18	16,33
2	15	18	20	17,67
3	18	18	17	17,67
4	15	17	19	17,00
5	15	17	15	15,67
6	18	15	22	18,33
7	16	16	19	17,00
8	17	19	18	18,00
9		16	18	17,00
10		17	13	15,00
11		15	18	16,50
12		17	13	15,00
13		15	18	16,50
14		17	15	16,00
15		15		15,00
16				0,00
17				0,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	26/02/2008			16,58

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,203	1,846	1,802	1,62
LARVA	#1	#2	#3	
1	15	18	20	17,67
2	15	18	23	18,67
3	19	20	14	17,67
4	17	20	19	18,67
5	17	17	15	16,33
6	19	15	17	17,00
7	18	17	15	16,67
8	17	19	17	17,67
9	20	17	15	17,33
10	15	22	15	17,33
11	14	18	19	17,00
12	14	18	13	15,00
13			19	19,00
14			20	20,00
15			17	17,00
16				0,00
17				0,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	26/02/2008			17,53

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

BLANCO				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,756	1,505	1,64	1,30
LARVA	#1	#2	#3	
1	17	15	18	16,67
2	15	16	20	17,00
3	18	18	20	18,67
4	13	19	20	17,33
5	17	19	19	18,33
6	16	15	17	16,00
7	15	18	14	15,67
8	18	15	17	16,67
9		14	20	17,00
10		18	18	18,00
11		15	19	17,00
12		17	19	18,00
13		18	18	18,00
14		18	13	15,50
15		19		19,00
16				0,00
17				0,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	27/02/2008			17,26

YUCA				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,217	1,862	1,823	1,63
LARVA	#1	#2	#3	
1	15	18	15	16,00
2	15	22	18	18,33
3	17	20	18	18,33
4	15	19	17	17,00
5	15	19	23	19,00
6	17	17	18	17,33
7	14	19	15	16,00
8	17	19	14	16,67
9	15	15	15	15,00
10	19	17	15	17,00
11	15	24	14	17,67
12		17	23	20,00
13			19	19,00
14			15	15,00
15			17	17,00
16				0,00
17				0,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00
FECHA	27/02/2008			17,29

DATOS FASE PRE EXPERIMENTAL ETAPA 2

30 % YUCA + 70% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	0,15	0,11	0,12	0,13
LARVA	#1	#2	#3	
1	7	8	9	8,00
2	8	7	7	7,33
3	7	7	7	7,00
4	7	5	6	6,00

50 % YUCA + 50% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	0,06	0,09	0,1	0,08
LARVA	#1	#2	#3	
1	5	5	7	5,67
2	5	4	6	5,00
3	6	4	7	5,67
4	5	5	7	5,67

80 % YUCA + 20% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	0,08	0,1	0,11	0,10
LARVA	#1	#2	#3	
1	6	5	7	6,00
2	7	7	5	6,33
3	8	5	6	6,33
4	7	6	5	6,00

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

5	8	6	7	7,00
6	8	6	7	7,00
7	8	5	6	6,33
8	8	6	5	6,33
9	6	5	6	5,67
10	8	6	5	6,33
11	7	5	7	6,33
12	8	4	7	6,33
13	10	5	7	7,33
14	7	6	6	6,33
15	9	6	8	7,67
16	6	4	7	5,67
17	8	6	6	6,67
18	6	6	7	6,33
19	7	7	4	6,00
20	7	6	6	6,33
FECHA	15/04/2008			6,60

5	5	5	6	5,33
6	6	4	7	5,67
7	5	4	8	5,67
8	6	5	7	6,00
9	7	4	6	5,67
10	5	4	7	5,33
11	4	4	7	5,00
12	3	4	7	4,67
13	7	3	7	5,67
14	4	4	5	4,33
15	7	6	5	6,00
16	5	6	6	5,67
17	6	6	5	5,67
18	6	6	4	5,33
19	5	6	5	5,33
20	5	5	6	5,33
FECHA	15/04/2008			5,43

5	7	6	6	6,33
6	7	5	4	5,33
7	6	6	5	5,67
8	8	4	5	5,67
9	7	4	6	5,67
10	8	5	6	6,33
11	6	5	6	5,67
12	3	4	5	4,00
13	6	4	6	5,33
14	4	6	6	5,33
15	4	5	5	4,67
16	6	5	6	5,67
17	6	4	5	5,00
18	5	5	5	5,00
19	4	5	5	4,67
20	5	5	6	5,33
FECHA	15/04/2008			5,52

30 % YUCA + 70% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	0,15	0,12	0,14	0,14
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	7	4	7	6,00
2	9	7	7	7,67
3	7	5	7	6,33
4	8	6	5	6,33
5	7	7	8	7,33
6	8	6	8	7,33
7	8	5	8	7,00
8	6	7	6	6,33
9	8	7	7	7,33
10	7	5	7	6,33
11	8	7	5	6,67
12	8	5	5	6,00
13	7	7	8	7,33
14	8	6	6	6,67

50 % YUCA + 50% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	0,07	0,12	0,11	0,10
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	5	6	5	5,33
2	5	4	7	5,33
3	6	5	6	5,67
4	5	6	5	5,33
5	5	5	7	5,67
6	6	5	5	5,33
7	5	6	7	6,00
8	6	5	5	5,33
9	7	6	6	6,33
10	5	6	7	6,00
11	4	8	5	5,67
12	3	4	6	4,33
13	7	6	7	6,67
14	4	6	5	5,00

80 % YUCA + 20% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	0,11	0,11	0,12	0,11
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	9	7	5	7,00
2	5	6	7	6,00
3	9	8	6	7,67
4	9	5	7	7,00
5	5	7	7	6,33
6	5	6	6	5,67
7	6	4	5	5,00
8	6	7	7	6,67
9	6	5	7	6,00
10	6	5	6	5,67
11	7	5	5	5,67
12	6	5	5	5,33
13	4	7	6	5,67
14	6	6	5	5,67

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

15	5	6	5	5,33
16	7	6	4	5,67
17	7	5	6	6,00
18	8	5	6	6,33
19	6	6	5	5,67
20	8	5	9	7,33
FECHA	16/04/08			6,55

15	7	5	7	6,33
16	5	5	6	5,33
17	6	5	7	6,00
18	6	5	5	5,33
19	5	5	6	5,33
20	5	7	5	5,67
FECHA	16/04/08			5,60

15	4	5	6	5,00
16	4	4	6	4,67
17	4	4	5	4,33
18	4	5	7	5,33
19	4	4	5	4,33
20	5	5	5	5,00
FECHA	16/04/08			5,70

30 % YUCA + 70% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	0,22	0,14	0,15	0,17
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	8	5	7	6,67
2	8	7	8	7,67
3	7	7	8	7,33
4	8	6	5	6,33
5	8	8	7	7,67
6	7	6	7	6,67
7	7	7	8	7,33
8	7	6	7	6,67
9	8	5	6	6,33
10	8	6	5	6,33
11	6	7	6	6,33
12	9	5	6	6,67
13	8	6	7	7,00
14	7	6	8	7,00
15	8	7	8	7,67
16	8	6	5	6,33
17	7	6	9	7,33
18	8	5	8	7,00
19	7	7	7	7,00
20	7	6	6	6,33
FECHA	17/04/2008			6,88

50 % YUCA + 50% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	0,09	0,13	0,12	0,11
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	5	7	8	6,67
2	5	6	7	6,00
3	6	6	8	6,67
4	4	8	5	5,67
5	6	7	6	6,33
6	4	7	5	5,33
7	5	6	6	5,67
8	7	5	5	5,67
9	6	4	7	5,67
10	6	6	8	6,67
11	5	7	8	6,67
12	4	5	6	5,00
13	5	7	8	6,67
14	6	7	5	6,00
15	6	6	8	6,67
16	4	7	7	6,00
17	5	5	7	5,67
18	5	6	8	6,33
19	7	5	5	5,67
20	6	5	5	5,33
FECHA	17/04/2008			6,02

80 % YUCA + 20% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	0,17	0,13	0,16	0,15
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	7	6	7	6,67
2	7	7	8	7,33
3	5	6	5	5,33
4	7	8	7	7,33
5	7	6	5	6,00
6	9	5	7	7,00
7	9	7	7	7,67
8	5	6	7	6,00
9	7	5	6	6,00
10	7	6	5	6,00
11	7	7	7	7,00
12	7	8	8	7,67
13	7	6	5	6,00
14	8	6	8	7,33
15	8	5	6	6,33
16	8	4	8	6,67
17	5	8	8	7,00
18	5	8	7	6,67
19	6	7	6	6,33
20	7	6	6	6,33
FECHA	17/04/2008			6,63

30 % YUCA + 70% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO

50 % YUCA + 50% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO

80 % YUCA + 20% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

PESOS (g)	0,23	0,16	0,16	0,18
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	7	7	8	7,33
2	8	7	7	7,33
3	8	8	8	8,00
4	9	6	6	7,00
5	7	8	7	7,33
6	8	6	8	7,33
7	7	7	8	7,33
8	7	7	7	7,00
9	8	6	7	7,00
10	8	7	7	7,33
11	8	7	6	7,00
12	8	7	7	7,33
13	8	6	7	7,00
14	7	8	8	7,67
15	8	7	8	7,67
16	9	6	6	7,00
17	7	6	7	6,67
18	7	6	8	7,00
19	8	7	8	7,67
20	8	7	9	8,00
FECHA	18/04/2008			7,30

PESOS (g)	0,11	0,15	0,13	0,13
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	7	8	8	7,67
2	6	7	8	7,00
3	7	7	9	7,67
4	7	9	6	7,33
5	8	7	5	6,67
6	6	8	7	7,00
7	6	7	7	6,67
8	7	6	7	6,67
9	7	6	8	7,00
10	7	7	8	7,33
11	8	8	9	8,33
12	5	6	7	6,00
13	5	7	8	6,67
14	7	8	6	7,00
15	6	7	9	7,33
16	6	7	7	6,67
17	6	7	8	7,00
18	7	6	8	7,00
19	5	7	7	6,33
20	7	7	6	6,67
FECHA	18/04/2008			7,00

PESOS (g)	0,19	0,15	0,18	0,17
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	9	8	9	8,67
2	8	7	8	7,67
3	6	7	7	6,67
4	8	9	7	8,00
5	7	7	8	7,33
6	8	7	7	7,33
7	9	7	8	8,00
8	6	8	7	7,00
9	7	6	8	7,00
10	9	7	7	7,67
11	8	7	7	7,33
12	7	9	9	8,33
13	8	8	6	7,33
14	8	8	7	7,67
15	7	7	8	7,33
16	7	6	8	7,00
17	7	9	8	8,00
18	6	8	8	7,33
19	8	8	7	7,67
20	9	7	8	8,00
FECHA	18/04/2008			7,57

30 % YUCA + 70% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	1,13	1,15	1,1	1,13
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	13	19	16	16,00
2	18	14	9	13,67
3	19	18	7	14,67
4	18	14	12	14,67
5	13	19	16	16,00
6	9	15	10	11,33
7	12	15	12	13,00
8	12	15	15	14,00

50 % YUCA + 50% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	1,17	1,34	1,20	1,24
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	13	17	13	14,33
2	15	15	15	15,00
3	18	19	18	18,33
4	15	16	18	16,33
5	15	20	14	16,33
6	12	15	17	14,67
7	15	20	17	17,33
8	17	17	15	16,33

80 % YUCA + 20% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	1,77	1,26	1,15	1,39
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	18	17	17	17,33
2	22	13	12	15,67
3	18	15	14	15,67
4	15	15	17	15,67
5	12	14	13	13,00
6	17	14	14	15,00
7	18	17	13	16,00
8	20	15	15	16,67

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens L.*)

9	14	10	10	11,33
10	12	15	10	12,33
11	20	17	12	16,33
12	18	15	10	14,33
13	15	18	13	15,33
14	18	14	9	13,67
15	14	15	12	13,67
16	21	12	14	15,67
17	18	12	14	14,67
18	14	10	10	11,33
19	12	14	13	13,00
20	11	14	12	12,33
FECHA	21/04/2008			13,87

9	15	13	12	13,33
10	18	14	18	16,67
11	18	14	12	14,67
12	15	19	12	15,33
13	15	18	16	16,33
14	13	18	12	14,33
15	18	14	13	15,00
16	12	15	18	15,00
17	15	13	17	15,00
18	11	18	13	14,00
19	14	11	16	13,67
20	16	14	12	14,00
FECHA	21/04/2008			15,30

9	13	10	12	11,67
10	14	10	13	12,33
11	17	15	15	15,67
12	15	16	12	14,33
13	15	10	12	12,33
14	20	10	12	14,00
15	18	11	15	14,67
16	12	13	11	12,00
17	19	10	17	15,33
18	15	14	12	13,67
19	15	14	14	14,33
20	12	15	13	13,33
FECHA	21/04/2008			14,43

30 % YUCA + 70% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	2,02	1,84	1,18	1,68
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	23	17	19	19,67
2	24	15	13	17,33
3	20	20	19	19,67
4	20	15	10	15,00
5	24	20	19	21,00
6	19	20	14	17,67
7	19	18	15	17,33
8	24	17	15	18,67
9	21	20	15	18,67
10	15	16	16	15,67
11	15	14	18	15,67
12	14	18	12	14,67
13	17	18	15	16,67
14	15	20	9	14,67
15	12	20	14	15,33
16	13	20	15	16,00
17	14	14	10	12,67
18	22	13	14	16,33

50 % YUCA + 50% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	2,11	2,24	2,25	2,20
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	20	20	23	21,00
2	29	21	20	23,33
3	21	20	21	20,67
4	17	18	15	16,67
5	22	24	15	20,33
6	20	21	20	20,33
7	20	16	20	18,67
8	18	18	18	18,00
9	18	19	15	17,33
10	21	20	18	19,67
11	18	25	18	20,33
12	19	17	15	17,00
13	20	15	18	17,67
14	11	20	17	16,00
15	14	19	20	17,67
16	16	15	20	17,00
17	18	12	17	15,67
18	13	13	13	13,00

80 % YUCA + 20% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	2,78	1,45	1,49	1,91
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	16	17	19	17,33
2	19	15	15	16,33
3	16	12	18	15,33
4	21	17	15	17,67
5	16	19	13	16,00
6	21	15	14	16,67
7	18	17	18	17,67
8	17	17	17	17,00
9	12	16	17	15,00
10	19	16	14	16,33
11	18	16	15	16,33
12	17	14	20	17,00
13	17	18	18	17,67
14	20	11	14	15,00
15	18	17	15	16,67
16	20	12	10	14,00
17	15	14	15	14,67
18	18	13	14	15,00

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

19	11	17	13	13,67
20	13	14	21	16,00
FECHA	23/04/2008			16,62

19	16	17	14	15,67
20	17	17	20	18,00
FECHA	23/04/2008			18,20

19	13	18	17	16,00
20	12	17	12	13,67
FECHA	23/04/2008			16,07

30 % YUCA + 70% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	3,27	3,5	3,78	3,52
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	24	22	22	22,67
2	20	21	24	21,67
3	22	21	20	21,00
4	24	21	21	22,00
5	21	20	22	21,00
6	25	23	20	22,67
7	21	22	22	21,67
8	22	21	23	22,00
9	13	24	23	20,00
10	22	21	22	21,67
11	21	23	21	21,67
12	24	20	20	21,33
13	25	19	21	21,67
14	22	19	22	21,00
15	20	24	22	22,00
16	19	22	21	20,67
17	22	19	24	21,67
18	18	17	22	19,00
19	16	20	23	19,67
20	21	18	19	19,33
FECHA	28/04/2008			21,22

50 % YUCA + 50% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	3,68	3,77	3,74	3,73
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	20	20	22	20,67
2	23	25	25	24,33
3	25	20	20	21,67
4	27	24	21	24,00
5	23	22	19	21,33
6	24	26	24	24,67
7	20	24	25	23,00
8	25	24	23	24,00
9	15	24	20	19,67
10	25	23	23	23,67
11	23	22	21	22,00
12	25	25	20	23,33
13	25	25	25	25,00
14	23	20	25	22,67
15	19	25	23	22,33
16	19	25	23	22,33
17	21	24	20	21,67
18	20	20	21	20,33
19	19	20	24	21,00
20	22	23	22	22,33
FECHA	28/04/2008			22,50

80 % YUCA + 20% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	3,8	2,51	2,31	2,87
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	25	20	20	21,67
2	25	23	18	22,00
3	25	22	20	22,33
4	20	21	20	20,33
5	23	20	20	21,00
6	20	20	17	19,00
7	25	15	19	19,67
8	18	20	20	19,33
9	25	20	22	22,33
10	24	20	20	21,33
11	21	24	20	21,67
12	23	20	20	21,00
13	17	20	16	17,67
14	21	20	20	20,33
15	25	19	20	21,33
16	23	19	18	20,00
17	20	21	21	20,67
18	22	23	19	21,33
19	18	22	20	20,00
20	19	20	22	20,33
FECHA	28/04/2008			20,67

30 % YUCA + 70% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	3,84	3,76	3,87	3,82
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	25	23	24	24,00
2	22	24	23	23,00

50 % YUCA + 50% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	3,82	3,91	3,89	3,87
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	22	24	20	22,00
2	24	23	24	23,67

80 % YUCA + 20% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	3,93	3,45	2,97	3,45
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	24	24	22	23,33
2	22	25	23	23,33

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

3	24	22	22	22,67
4	21	22	21	21,33
5	23	21	23	22,33
6	25	25	21	23,67
7	22	20	23	21,67
8	23	22	23	22,67
9	19	24	23	22,00
10	22	23	24	23,00
11	22	23	22	22,33
12	24	21	20	21,67
13	25	22	23	23,33
14	22	20	22	21,33
15	20	25	22	22,33
16	20	24	21	21,67
17	22	22	24	22,67
18	19	21	22	20,67
19	18	20	24	20,67
20	23	22	22	22,33
FECHA	30/04/2008			22,27

3	25	25	22	24,00
4	27	24	23	24,67
5	22	21	19	20,67
6	24	28	25	25,67
7	23	24	25	24,00
8	25	23	23	23,67
9	19	24	22	21,67
10	25	23	23	23,67
11	23	22	22	22,33
12	25	25	25	25,00
13	25	26	23	24,67
14	23	22	25	23,33
15	20	25	23	22,67
16	20	23	25	22,67
17	21	25	25	23,67
18	20	23	23	22,00
19	22	25	22	23,00
20	21	24	24	23,00
FECHA	30/04/2008			23,30

3	25	23	21	23,00
4	25	22	21	22,67
5	23	23	24	23,33
6	21	22	23	22,00
7	25	20	20	21,67
8	22	23	23	22,67
9	23	21	24	22,67
10	24	22	21	22,33
11	25	24	26	25,00
12	23	26	21	23,33
13	22	25	16	21,00
14	21	22	23	22,00
15	27	21	23	23,67
16	25	21	21	22,33
17	23	23	22	22,67
18	22	23	22	22,33
19	21	20	23	21,33
20	23	21	23	22,33
FECHA	30/04/2008			22,65

30 % YUCA + 70% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	3,92	3,94	4,73	4,20
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	25	25	25	25,00
2	25	25	27	25,67
3	22	26	20	22,67
4	25	24	23	24,00
5	24	20	23	22,33
6	24	20	25	23,00
7	20	25	23	22,67
8	20	24	25	23,00
9	25	24	27	25,33
10	25	24	25	24,67
11	22	27	24	24,33
12	20	25	23	22,67

50 % YUCA + 50% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	4,23	4,63	4,32	4,39
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	23	23	21	22,33
2	24	23	23	23,33
3	25	22	20	22,33
4	24	26	23	24,33
5	23	24	20	22,33
6	20	25	25	23,33
7	27	25	20	24,00
8	25	23	20	22,67
9	29	25	23	25,67
10	25	20	25	23,33
11	24	20	23	22,33
12	20	29	20	23,00

80 % YUCA + 20% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	4,61	4,56	4,78	4,65
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	25	23	23	23,67
2	20	25	21	22,00
3	25	22	24	23,67
4	29	25	29	27,67
5	25	23	27	25,00
6	23	25	29	25,67
7	25	25	20	23,33
8	23	27	20	23,33
9	25	21	20	22,00
10	20	23	27	23,33
11	27	25	25	25,67
12	25	24	23	24,00

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

13	19	23	25	22,33
14	23	20	20	21,00
15	24	24	28	25,33
16	24	23	26	24,33
17	21	20	27	22,67
18	23	25	22	23,33
19	25	24	20	23,00
20	21	22	23	22,00
FECHA	02/05/2008			23,47

13	20	27	25	24,00
14	25	29	20	24,67
15	23	23	23	23,00
16	21	25	22	22,67
17	22	23	25	23,33
18	21	25	23	23,00
19	21	23	25	23,00
20	22	25	23	23,33
FECHA	02/05/2008			23,30

13	25	24	24	24,33
14	25	25	26	25,33
15	23	23	24	23,33
16	24	27	25	25,33
17	20	26	23	23,00
18	20	22	24	22,00
19	20	23	23	22,00
20	25	24	28	25,67
FECHA	02/05/2008			24,02

30 % YUCA + 70% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	4,32	4,43	5,02	4,59
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	26	27	26	26,33
2	27	25	26	26,00
3	25	27	23	25,00
4	25	24	24	24,33
5	24	26	25	25,00
6	26	22	25	24,33
7	23	26	23	24,00
8	23	25	26	24,67
9	27	24	27	26,00
10	25	24	27	25,33
11	22	27	25	24,67
12	28	25	24	25,67
13	23	23	25	23,67
14	23	24	24	23,67
15	26	24	28	26,00
16	25	23	26	24,67
17	24	26	27	25,67
18	25	27	28	26,67
19	24	26	27	25,67
20	28	26	28	27,33
FECHA	06/05/2008			25,23

50 % YUCA + 50% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	4,23	4,98	4,76	4,66
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	25	24	24	24,33
2	25	24	25	24,67
3	24	25	23	24,00
4	22	27	25	24,67
5	23	22	24	23,00
6	26	25	26	25,67
7	27	25	23	25,00
8	26	26	23	25,00
9	24	27	27	26,00
10	25	25	26	25,33
11	24	26	22	24,00
12	29	24	26	26,33
13	23	27	25	25,00
14	25	29	20	24,67
15	26	29	23	26,00
16	25	29	22	25,33
17	27	27	26	26,67
18	25	29	25	26,33
19	26	25	25	25,33
20	25	27	27	26,33
FECHA	06/05/2008			25,18

80 % YUCA + 20% BANANO				
REPLICA				PROMEDIO
PESOS (g)	4,78	4,67	4,97	4,81
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	27	24	27	26,00
2	26	26	25	25,67
3	26	22	24	24,00
4	23	25	29	25,67
5	25	23	27	25,00
6	24	25	29	26,00
7	25	25	30	26,67
8	25	27	20	24,00
9	27	21	29	25,67
10	29	23	27	26,33
11	27	25	26	26,00
12	26	24	26	25,33
13	24	24	24	24,00
14	25	25	27	25,67
15	25	23	24	24,00
16	25	25	24	24,67
17	23	20	26	23,00
18	24	25	24	24,33
19	22	29	26	25,67
20	26	27	28	27,00
FECHA	06/05/2008			25,23

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

30 % YUCA + 70% BANANO				
PESOS (g)	REPLICA			PROMEDIO
	1,2	3,26	2,1	
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	24	23	23	
2	27	25	23	
3	27	25	30	
4	20	25	20	
5	20	24	20	
6	12	20	20	
7		27	20	
8		25	25	
9		24		
10		25		
11		25		
12		25		
13		25		
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
FECHA	07/05/2008			

50 % YUCA + 50% BANANO				
PESOS (g)	REPLICA			PROMEDIO
	0,96	2,94		
LARVA	# 1	# 2	# 3	
1	30	29		
2	25	28		
3	23	25		
4		20		
5		20		
6		25		
7		24		
8		25		
9		23		
10		23		
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
FECHA	07/05/2008			

FASE EXPERIMENTAL

95% YUCA + 5% CARNE				
PESOS (g)	REPLICA			Promedio
	0,24	0,25	0,22	
LARVA	#1	#2	#3	
1	12	8	11	10,33
2	8	10	8	8,67
3	8	9	9	8,67
4	9	9	8	8,67

76% YUCA + 19% BANANO + 5% CARNE				
PESOS (g)	REPLICA			Promedio
	0,11	0,09	0,08	
LARVA	#1	#2	#3	
1	4	4	5	4,33
2	4	4	5	4,33
3	4	3	4	3,67
4	4	4	5	4,33

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

5	9	9	9	9,00
6	9	10	12	10,33
7	9	7	9	8,33
8	11	10	9	10,00
9	10	7	8	8,33
10	9	7	8	8,00
11	7	9	11	9,00
12	10	10	9	9,67
13	9	9	10	9,33
14	9	9	7	8,33
15	11	9	6	8,67
16	12	9	6	9,00
17	7	10	6	7,67
18	8	9	7	8,00
19	9	8	5	7,33
20	11	11	7	9,67
FECHA	30/05/2008			8,85

5	4	4	4	4,00
6	5	5	4	4,67
7	5	5	4	4,67
8	4	5	4	4,33
9	4	7	4	5,00
10	6	7	4	5,67
11	5	6	4	5,00
12	5	6	5	5,33
13	4	5	5	4,67
14	4	5	4	4,33
15	4	6	4	4,67
16	5	5	5	5,00
17	7	4	4	5,00
18	4	5	5	4,67
19	4	5	5	4,67
20	7	5	4	5,33
FECHA	30/05/2008			4,68

95% YUCA + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	1,82	2,56	1,23	1,87
LARVA	#1	#2	#3	
1	18	25	12	18,33
2	15	23	17	18,33
3	20	22	12	18,00
4	16	17	16	16,33
5	14	20	15	16,33
6	14	20	13	15,67
7	15	19	12	15,33
8	13	18	17	16,00
9	16	19	17	17,33
10	20	12	17	16,33
11	17	20	15	17,33
12	17	12	15	14,67
13	15	15	9	13,00
14	18	20	14	17,33

76% YUCA + 19% BANANO + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	0,36	0,28	0,26	0,3
LARVA	#1	#2	#3	
1	12	6	7	8,33
2	9	6	9	8,00
3	7	7	8	7,33
4	8	5	7	6,67
5	8	6	6	6,67
6	9	6	8	7,67
7	7	4	8	6,33
8	6	5	9	6,67
9	6	5	7	6,00
10	9	9	6	8,00
11	8	8	5	7,00
12	7	6	9	7,33
13	11	8	8	9,00
14	9	9	7	8,33

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

15	14	25	15	18,00
16	17	20	14	17,00
17	18	14	15	15,67
18	12	14	16	14,00
19	12	14	14	13,33
20	17	7	18	14,00
FECHA	04/06/2008			16,12

15	9	7	6	7,33
16	6	6	6	6,00
17	7	8	5	6,67
18	7	8	8	7,67
19	8	9	9	8,67
20	8	9	7	8,00
FECHA	04/06/2008			7,38

95% YUCA + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	4,4	3,77	4,48	4,216666667
LARVA	#1	#2	#3	
1	20	15	26	20,33
2	24	17	20	20,33
3	24	18	25	22,33
4	24	18	25	22,33
5	23	19	17	19,67
6	20	16	20	18,67
7	22	15	25	20,67
8	23	16	25	21,33
9	23	10	24	19,00
10	20	16	22	19,33
11	20	20	24	21,33
12	23	15	23	20,33
13	22	18	18	19,33
14	20	15	25	20,00
15	22	12	19	17,67
16	19	15	22	18,67
17	24	15	21	20,00
18	18	13	21	17,33
19	24	18	20	20,67
20	23	18	9	16,67
FECHA	06/06/2008			19,80

76% YUCA + 16% BANANO + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	3,39	1,03	1,25	1,89
LARVA	#1	#2	#3	
1	19	20	22	20,33
2	17	18	20	18,33
3	18	15	22	18,33
4	14	20	20	18,00
5	12	18	18	16,00
6	11	17	22	16,67
7	13	22	18	17,67
8	15	15	15	15,00
9	18	10	15	14,33
10	19	13	12	14,67
11	18	15	15	16,00
12	12	17	15	14,67
13	12	12	16	13,33
14	20	13	11	14,67
15	21	18	12	17,00
16	19	18	11	16,00
17	12			12,00
18	17			17,00
19	11			11,00
20				
FECHA	06/06/2008			16,93

95% YUCA + 5% CARNE				
REPLICAS				Promedio

76% YUCA + 19% BANANO + 5% CARNE				
REPLICAS				Promedio

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

PESOS (g)	6,15	4,11	6,17	5,476666667
LARVA	#1	#2	#3	
1	27	20	20	22,33
2	25	18	23	22,00
3	27	18	25	23,33
4	23	18	25	22,00
5	25	15	25	21,67
6	25	19	26	23,33
7	20	19	25	21,33
8	27	15	20	20,67
9	22	20	23	21,67
10	20	18	21	19,67
11	25	19	20	21,33
12	22	17	20	19,67
13	24	17	23	21,33
14	25	12	22	19,67
15	25	18	24	22,33
16	24	13	20	19,00
17	24	18	21	21,00
18	23	15	25	21,00
19	21	18	24	21,00
20	24	14	23	20,33
FECHA	09/06/2008			21,23
95% YUCA + 5% CARNE				
REPLICAS				Promedio
PESOS (g)	5,81	4,81	5,25	5,29
LARVA	#1	#2	#3	
1	22	20	25	22,33
2	24	18	20	20,67
3	24	20	25	23,00
4	22	18	23	21,00
5	23	20	23	22,00
6	24	20	22	22,00
7	25	18	23	22,00
8	23	23	24	23,33

PESOS (g)	1,97	1,46	2,2	1,876666667
LARVA	#1	#2	#3	
1	23	18	23	21,33
2	23	18	23	21,33
3	18	18	22	19,33
4	22	15	24	20,33
5	17	21	12	16,67
6	20	23	10	17,67
7	20	19	17	18,67
8	17	17	18	17,33
9	24	20	27	23,67
10	19	14	17	16,67
11	15	14	23	17,33
12	15	7	22	14,67
13	14		23	18,50
14	12		12	12,00
15			15	15,00
16				
17				
18				
19				
20				
FECHA	09/06/2008			18,03
76% YUCA + 19% BANANO + 5% CARNE				
REPLICAS				Promedio
PESOS (g)	2,03	1,92	2,51	2,15
LARVA	#1	#2	#3	
1	21	23	23	22,33
2	22	20	20	20,66
3	18	22	24	21,33
4	18	22	26	22,00
5	25	15	21	20,33
6	20	24	20	21,33
7	18	22	23	21,00
8	22	21	22	21,66

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

9	22	16	24	20,67
10	27	17	24	22,67
11	26	20	23	23,00
12	22	23	22	22,33
13	23	18	23	21,33
14	24	18	19	20,33
15	25	22	24	23,67
16	22	23	20	21,67
17	25	17	24	22,00
18	19	20	22	20,33
19	22	16	22	20,00
20	22	18	22	20,67
FECHA	11/06/2008			21,75

9	21	19	22	20,66
10	11	13	19	14,33
11	15	18	17	16,66
12	17	19	17	17,66
13	16		13	14,50
14	12		12	12,00
15			18	18,00
16				
17				
18				
19				
20				
FECHA	11/06/2008			17,38

95% YUCA + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	4,92	4,28	3,49	4,23
LARVA	#1	#2	#3	
1	27	22	21	23,33
2	20	21	23	21,33
3	21	21	26	22,67
4	20	22	22	21,33
5	24	23	25	24,00
6	23	24	22	23,00
7	22	22	22	22,00
8	22	21	24	22,33
9	22	23	20	21,67
10	23	25	23	23,67
11	20	23	20	21,00
12	22	22	22	22,00
13	20	25	22	22,33
14	24	22	21	22,33
15	23	20		21,50
16	25	20		22,50
17	20	17		18,50
18	20	23		21,50

76% YUCA + 19% BANANO + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	3,31	2,97	3,47	3,25
LARVA	#1	#2	#3	
1	20	25	23	22,67
2	19	25	20	21,33
3	17	24	20	20,33
4	23	24	20	22,33
5	22	25	18	21,67
6	20	23	18	20,33
7	20	17	25	20,67
8	18	17	25	20,00
9	22	25	23	23,33
10	19	21	22	20,67
11	19	20	27	22,00
12	18	18	25	20,33
13	17		23	20,00
14	18		23	20,50
15			25	25,00
16				
17				
18				

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

19	20	23		21,50
20				
FECHA	13/06/2008			22,03
95% YUCA + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	5,01	4,53	4,12	4,533333333
LARVA	#1	#2	#3	
1	27	22	21	23,33
2	22	23	23	22,67
3	23	22	26	23,67
4	21	24	22	22,33
5	25	22	25	24,00
6	25	24	22	23,67
7	22	23	22	22,33
8	23	22	24	23,00
9	23	24	20	22,33
10	24	26	23	24,33
11	21	24	20	21,67
12	23	23	22	22,67
13	21	25	22	22,67
14	25	23	21	23,00
15	24	22		23,00
16	26	21		23,50
17	22	18		20,00
18	21	23		22,00
19	21	23		22,00
20				
FECHA	16/06/2008			22,75

95% YUCA + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	4,83	4,17	3,37	4,123333333
LARVA	#1	#2	#3	
1	25	22	20	22,33
2	21	21	22	21,33
3	22	21	21	21,33

19				
20				
FECHA	13/06/2008			21,41
76% YUCA + 19% BANANO + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	3,55	3,07	3,82	3,48
LARVA	#1	#2	#3	
1	22	25	23	23,33
2	21	24	21	22,00
3	21	25	21	22,33
4	23	24	19	22,00
5	22	25	20	22,33
6	21	23	20	21,33
7	20	19	25	21,33
8	19	18	25	20,67
9	20	25	24	23,00
10	20	22	21	21,00
11	20	21	26	22,33
12	23	23	25	23,67
13	25		27	26,00
14	24		23	23,50
15			25	25,00
16				
17				
18				
19				
20				
FECHA	16/06/2008			22,66

76% YUCA + 19% BANANO + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	3,12	2,62	3,47	3,07
LARVA	#1	#2	#3	
1	19	25	23	22,33
2	20	25	20	21,67
3	17	24	20	20,33

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

4	21	22	22	21,67
5	23	23	24	23,33
6	22	24	22	22,67
7	21	22	22	21,67
8	22	21	23	22,00
9	22	23	20	21,67
10	21	25	22	22,67
11	19	23	20	20,67
12	23	22	21	22,00
13	21	25	22	22,67
14	26	22	21	23,00
15	22	20		21,00
16	24	20		22,00
17	19	17		18,00
18	20	23		21,50
19	20	23		21,50
20				
FECHA	18/06/2008			21,74

4	22	24	20	22,00
5	23	25	18	22,00
6	21	23	18	20,67
7	20	17	25	20,67
8	20	17	25	20,67
9	20	25	23	22,67
10	23	21	22	22,00
11	22	21	27	23,33
12	22	20	25	22,33
13	24		23	23,50
14	22		23	22,50
15			25	25,00
16				
17				
18				
19				
20				
FECHA	18/06/2008			22,11

95% YUCA + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	4,71	3,98	3,27	3,986666667
LARVA	#1	#2	#3	
1	24	19	20	21,00
2	20	20	21	20,33
3	21	19	24	21,33
4	20	20	21	20,33
5	22	22	23	22,33
6	21	23	22	22,00
7	22	19	22	21,00
8	21	21	22	21,33
9	22	19	20	20,33
10	23	23	23	23,00
11	20	21	20	20,33
12	22	21	22	21,67
13	20	23	22	21,67

76% YUCA + 19% BANANO + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	2,98	2,39	2,38	2,583333333
LARVA	#1	#2	#3	
1	23	25	23	23,67
2	17	25	20	20,67
3	19	24	20	21,00
4	20	24	20	21,33
5	22	25	18	21,67
6	20	23	18	20,33
7	19	17	24	20,00
8	20	17	23	20,00
9	20	25	23	22,67
10	21	21	22	21,33
11	21	23	27	23,67
12	20	21	25	22,00
13	19		23	21,00

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

14	22	21	21	21,33
15	23	19		21,00
16	19	20		19,50
17	20	17		18,50
18	20	19		19,50
19	19	22		20,50
20				
FECHA	20/06/2008			20,89

14	20		23	21,50
15			22	22,00
16				
17				
18				
19				
20				
FECHA	20/06/2008			21,52

95% YUCA + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	4,5	3,77	3,18	3,816666667
LARVA	#1	#2	#3	
1	24	22	21	22,33
2	25	21	23	23,00
3	22	21	26	23,00
4	19	22	22	21,00
5	18	23	25	22,00
6	20	24	22	22,00
7	23	22	22	22,33
8	21	21	24	22,00
9	22	23	20	21,67
10	22	25	23	23,33
11	20	23	20	21,00
12	19	22	22	21,00
13	19	25	22	22,00
14	22	22	21	21,67
15	21	20		20,50
16	23	20		21,50
17	22	17		19,50
18	19	23		21,00
19	19			19,00
20				
FECHA	23/06/2008			21,57

76% YUCA + 19% BANANO + 5% CARNE				
REPLICA				Promedio
PESOS (g)	2,84	2,27	3,23	2,78
LARVA	#1	#2	#3	
1	20	25	23	22,67
2	19	25	20	21,33
3	17	24	20	20,33
4	23	24	20	22,33
5	22	25	18	21,67
6	20	23	18	20,33
7	20	17	25	20,67
8	19	17	25	20,33
9	20	25	23	22,67
10	21	21	22	21,33
11	20	23	27	23,33
12	18	22	25	21,67
13	19		23	21,00
14	22		23	22,50
15			25	25,00
16				
17				
18				
19				
20				
FECHA	23/06/2008			21,81

76% YUCA + 19% BANANO + 5% CARNE

76% YUCA + 19% BANANO + 5% CARNE

DEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ALMIDÓN Y CÁRNICOS, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE LA LARVA SOLDADA NEGRA (*Hermetia Illucens* L.)

REPLICA				Promedio
PESOS (g)	2,57	2,21	3,17	
LARVA	#1	#2	#3	
1	19	23	23	21,67
2	19	24	20	21,00
3	17	22	20	19,67
4	21	24	20	21,67
5	18	21	18	19,00
6	19	23	18	20,00
7	20	17	24	20,33
8	22	17	23	20,67
9	19	23	23	21,67
10	19	21	22	20,67
11	18	19	25	20,67
12	19	19	21	19,67
13	20		22	21,00
14	21		23	22,00
15			23	23,00
16				
17				
18				
19				
20				
FECHA	25/06/2008			20,84

REPLICA				Promedio
PESOS (g)	2,38	2,13	2,99	
LARVA	#1	#2	#3	
1	18	25	21	21,33
2	19	25	19	21,00
3	17	24	19	20,00
4	20	24	20	21,33
5	21	25	18	21,33
6	19	23	18	20,00
7	20	17	25	20,67
8	19	17	22	19,33
9	19	25	21	21,67
10	17	21	19	19,00
11	20	18	18	18,67
12	21	19	20	20,00
13	21		22	21,50
14	20		21	20,50
15			20	20,00
16				
17				
18				
19				
20				
FECHA	27/06/2008			20,42

ANEXO B. CÁLCULOS PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE LAS LARVAS

$$\% \text{ DE MORTALIDAD} = \frac{Yi * 100}{Xi}$$

Yi: Numero de larvas muertas en las tres replicas

Xi: Numero total de larvas existentes en las tres replicas

FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 1

BANANO:

$$\% \text{ DE MORTALIDAD} = \frac{10 \text{ larvas} * 100}{60 \text{ larvas}} = 16.7\% \approx 17\%$$

YUCA:

$$\% \text{ DE MORTALIDAD} = \frac{8 \text{ larvas} * 100}{60 \text{ larvas}} = 13.7\% \approx 14\%$$

PAPA:

$$\% \text{ DE MORTALIDAD} = \frac{5 \text{ larvas} * 100}{60 \text{ larvas}} = 8.3\% \approx 8\%$$

ARRACACHA:

$$\% \text{ DE MORTALIDAD} = \frac{4 \text{ larvas} * 100}{60 \text{ larvas}} = 6.4\% \approx 6\%$$

FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 2

BANANO

$$\% \text{ DE MORTALIDAD} = \frac{7 \text{ larvas} * 100}{60 \text{ larvas}} = 11.6\% \approx 12\%$$

30% YUCA, 70% BANANO:

$$\% \text{ DE MORTALIDAD} = \frac{4 \text{ larvas} * 100}{60 \text{ larvas}} = 6.6\% \approx 7\%$$

50% YUCA, 50% BANANO:

$$\% \text{ DE MORTALIDAD} = \frac{4 \text{ larvas} * 100}{60 \text{ larvas}} = 6.6\% \approx 7\%$$

80% YUCA, 20% BANANO:

$$\% \text{ DE MORTALIDAD} = \frac{4 \text{ larvas} * 100}{60 \text{ larvas}} = 6.6\% \approx 7\%$$

FASE EXPERIMENTAL

80% YUCA, 20% BANANO

$$\% \text{ DE MORTALIDAD} = \frac{4 \text{ larvas} * 100}{60 \text{ larvas}} = 6.6\% \approx 7\%$$

95% YUCA, 5% CARNE

$$\% \text{ DE MORTALIDAD} = \frac{4 \text{ larvas} * 100}{60 \text{ larvas}} = 6.4\% \approx 6\%$$

76% YUCA, 19% BANANO, 5% CARNE

$$\% \text{ DE MORTALIDAD} = \frac{4 \text{ larvas} * 100}{60 \text{ larvas}} = 6.4\% \approx 6\%$$

ANEXO C. CÁLCULOS DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD

FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 1

El porcentaje de humedad, se obtuvo de la siguiente manera:

$$\%HUMEDAD = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 1

BANANO:

$$\%HUMEDAD = \frac{5.922 - 3.756}{5.922} * 100 = 36.57\%$$

YUCA:

$$\%HUMEDAD = \frac{6.386 - 4.128}{6.386} * 100 = 35.35\%$$

PAPA:

$$\%HUMEDAD = \frac{7.338 - 4.23}{7.338} * 100 = 42.35\%$$

ARRACACHA:

$$\%HUMEDAD = \frac{8.832 - 4.826}{8.832} * 100 = 45.35\%$$

FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 2

El porcentaje de humedad se determinó de la siguiente forma:

30% YUCA + 70% BANANO:

$$\%HUMEDAD = \frac{9.029 - 4.224}{9.029} * 100 = 53.21\%$$

50% YUCA + 50% BANANO:

$$\%HUMEDAD = \frac{9.137 - 4.127}{9.137} * 100 = 54.83\%$$

80% YUCA + 20% BANANO:

$$\%HUMEDAD = \frac{8.482 - 3.950}{8.482} * 100 = 53.43\%$$

FASE EXPERIMENTAL

95%YUCA + 5% CARNE:

$$\%HUMEDAD = \frac{6,30 \text{ g} - 2.80 \text{ g}}{6,30 \text{ g}} = 55.56\%$$

76% YUCA + 19%BANANO + 5% CARNE:

$$\%HUMEDAD = \frac{5.10 \text{ g} - 2.35 \text{ g}}{5,10 \text{ g}} = 53.92\%$$

Fuente: Los autores (2008)

ANEXO D. CALCULO DE LAS PROPORCIONES DE SUSTRATO PARA LA FASE EXPERIMENTAL.

Teniendo en cuenta que la mezcla establecida como óptima fue 80% yuca +20% banano, las proporciones que se establecieron para la adición del 5% de carne fueron:

80 g de yuca
20 g de banano → 95%

X ← 5%

$$100 * \left(\frac{5}{95} \right) = 5.26 \text{ g}$$

ANEXO E. METODO NITROGENO KJELDAHL

Para la determinación del almidón más efectivo en cuanto a la adquisición de biomasa y contenido proteico, las larvas en su estado adulto, fueron introducidas al horno a una temperatura de 105°C durante un periodo de tiempo de 3 horas, luego de esto fueron llevadas al desecador por un lapso de una hora, esto con el fin de eliminar la humedad y permitir un mejor proceso de trituración el cual se hizo en un mortero con el fin de obtener la harina necesaria.

Figura 61. Horno para eliminación del contenido de humedad



Figura 62. Desecador



Fuente: Los autores (2008)

DETERMINACIÓN DE NITROGENO TOTAL KJELDAHL POR MEDIO DEL ESPECTROFOTÓMETRO HACH

Para determinar el contenido de nitrógeno total en una muestra se lleva a cabo una digestión de la misma, la cual se realiza como se describe a continuación:

Aparatos

1. Digestión Digesdahl (HACH)
2. Bomba de vacío
3. Espectrofotómetro HACH
4. Balanza analítica

Reactivos

1. Acido sulfúrico concentrado
2. Peróxido de hidrógeno al 30%
3. Agua desionizada
4. Indicador TKN (HACH)
5. Hidróxido de sodio, grado analítico
6. Hidróxido de potasio 1N
7. Reactivo de dispersión, alcohol polivinílico (HACH)
8. Reactivo Nessler (HACH)

PROCEDIMIENTO

Se debe digerir una cantidad igual de agua desionizada como blanco.

1. Transferir 0.1g de muestra en un matraz de digestión digesdahl
2. Colocar 15 ml de H_2O_2 al 30% en el embudo del digestor
3. Encender el digestor, ajustar la temperatura a $440^\circ C$, cuando esta seas alcanzada, prender el aspirador para asegurar que hay succión en la columna de fraccionamiento.
4. Una vez se tiene la temperatura deseada se agrega al matraz con la muestra 4 ml de H_2SO_4 concentrado.
5. Colocar el matraz de digestión, seguido de la columna de fraccionamiento con el embudo. Colocar el matraz en el calentador y dejar que ebulle por 4 minutos.
6. Después de que la adición de H_2O_2 termine calentar por un minuto más para que ebulle el exceso de peróxido de hidrógeno.
7. Tomar el matraz caliente fuera del calentador y dejar que enfríe a temperatura ambiente. Remover la columna de fraccionamiento del matraz de digestión.
8. Cuando esté frío el matraz se diluye el digerido a 100 ml aforado con agua desionizada.

DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA

1. Encender el espectrofotómetro HACH
2. Presionar el botón que está por debajo de HACH PROGRAM. Seleccionar el programa para el nitrógeno total kjeldahl, presionando 2410.
3. Seleccione el volumen apropiado de análisis (consultar tabla 1 para determinar la cantidad de muestra necesaria para el análisis). Tomar con una pipeta el volumen de análisis tanto de la muestra como del blanco y colocarlos por separado en probetas graduadas.
4. Agregar 1 gota de TKN a cada probeta.
5. Agregar gota a gota 8.0 N a cada probeta hasta que el primer destello de color azul aparezca. Agitar.
6. Añadir 1.0 N KOH a cada probeta, de gota en gota, agitar después de cada adición. Continuar hasta que aparezca un color ligeramente azul y quede permanente.
7. Llenar las probetas hasta la marca de 20 ml.
8. Agregar tres gotas de estabilizante mineral y agitar.
9. Agregar tres gotas del reactivo de dispersión alcohol polivinílico y agitar.
10. Llenar cada probeta hasta 25 ml con agua desionizada y agitar.
11. Agregar 1 ml del reactivo Nessler's a cada probeta, agitar.
12. Presionar el botón START TIME, la reacción de dos minutos comenzará.
13. Cuando el tiempo de reacción termine colocar 10 ml de muestra en celdas separadas.
14. Colocar el blanco en el aparato. Cerrar la tapa.
15. Presione el botón ZERO. La pantalla mostrará 0.0 mg/ Lt TKN.
16. Colocar la muestra preparada dentro del contenedor de celdas. Los resultados se mostrarán como mg/Lt de nitrógeno total Kjendahl.

CÁLCULOS

Calcular el contenido de proteína como Nitrógeno Total Kjendahl (TKN) de la muestra siguiente:

$$ppm\ TKN = \frac{(75)A}{B * C}$$

Donde:

A = mg/Lt de lectura de la muestra

B = Peso en gramos de la muestra que se tomó para la digestión

C = Volumen de la alícuota (ml) que se usó para el análisis.

Los cálculos realizados para la determinación del contenido proteico, se efectuaron de acuerdo a lo establecido en el procedimiento de determinación de nitrógeno total Kjeldahl del espectrofotómetro HACH.

En donde:

A = mg/Lt de lectura de la muestra

B = Peso en gramos de la muestra que se tomaron para la digestión

C = Volumen de la alícuota (ml) que se usó para el análisis

Fuente:

catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/laec/maldonado_z_r/apendiceJ.pdf

El resultado de proteína obtenido utilizando la ecuación para la determinación de nitrógeno total Kjeldahl (TKN), se refiere al contenido proteico existente en un litro de muestra, para lo cual fue necesario establecer el factor de conversión correspondiente para determinar el contenido de proteína en 0.1 g de muestra.

FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 1

BANANO:

$$ppm\ TKN = \frac{(75) * 2\ mg/Lt}{100\ mg * 0.0005\ Lt} = 3000\ ppm$$

$$0.0005\ Lt * \frac{3000\ mg}{1\ Lt} = 1.5\ \frac{mg}{Lt}$$

- Cantidad de proteína existente en 100 mg de muestra. Cálculo realizado para efectos del factor de conversión, con respecto a la constante 75.

PAPA:

$$ppm\ TKN = \frac{(75) * 1\ mg/Lt}{100\ mg * 0.0005\ Lt} = 1500\ ppm$$

$$0.0005\ Lt * \frac{1500\ mg}{1\ Lt} = 0.75\ \frac{mg}{Lt}$$

YUCA:

$$ppm\ TKN = \frac{(75) * 2\ mg/Lt}{100\ mg * 0.0005\ Lt} = 3000\ ppm$$

$$0.0005\ Lt * \frac{3000\ mg}{1\ Lt} = 1.5\ \frac{mg}{Lt}$$

ARRACACHA:

$$ppm\ TKN = \frac{(75) * 0\ mg/Lt}{100\ mg * 0.0005\ Lt} = 0.00\ ppm$$

FASE PRE EXPERIMENTAL. ETAPA 2

30% YUCA + 70% BANANO:

$$ppm\ TKN = \frac{(75) * 3\ mg/Lt}{100\ mg * 0.0005\ ml} = 4500\ ppm$$

$$0.0005\ Lt * \frac{4500\ mg}{1\ Lt} = 2.25\ \frac{mg}{Lt}$$

50% YUCA + 50% BANANO:

$$ppm\ TKN = \frac{(75) * 4\ mg/Lt}{100\ mg * 0.0005\ ml} = 6000\ ppm$$

$$0.0005\ Lt * \frac{6000\ mg}{1\ Lt} = 3\ \frac{mg}{Lt}$$

80% YUCA + 20% BANANO:

$$\text{ppm TKN} = \frac{(75) * 6 \text{ mg/Lt}}{100 \text{ mg} * 0.5 \text{ ml}} = 9000 \text{ ppm}$$

$$0.0005 \text{ Lt} * \frac{9000 \text{ mg}}{1 \text{ Lt}} = 4.5 \frac{\text{mg}}{\text{Lt}}$$

FASE EXPERIMENTAL

95% YUCA + 5%CARNE:

$$\text{ppm TKN} = \frac{(75) * 13 \text{ mg/Lt}}{100 \text{ mg} * 0.0005 \text{ ml}} = 19500 \text{ ppm}$$

$$0.0005 \text{ Lt} * \frac{19500 \text{ mg}}{1 \text{ Lt}} = 9.75 \frac{\text{mg}}{\text{Lt}}$$

76% YUCA + 19%BANANO + 5%CARNE:

$$\text{ppm TKN} = \frac{(75) * 8 \text{ mg/Lt}}{100 \text{ mg} * 0.0005 \text{ ml}} = 12000 \text{ ppm}$$

$$0.0005 \text{ Lt} * \frac{12000 \text{ mg}}{1 \text{ Lt}} = 6 \frac{\text{mg}}{\text{Lt}}$$

Fuente: Los autores (2008)

ANEXO F. PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Teniendo en cuenta que eran cuatro muestras a analizar, se estableció un volumen de 100 ml por cada agar, para ser repartido en un volumen de 25 ml por cada caja de petri utilizada.

Figura 63. Agar utilizado para de medios de cultivo

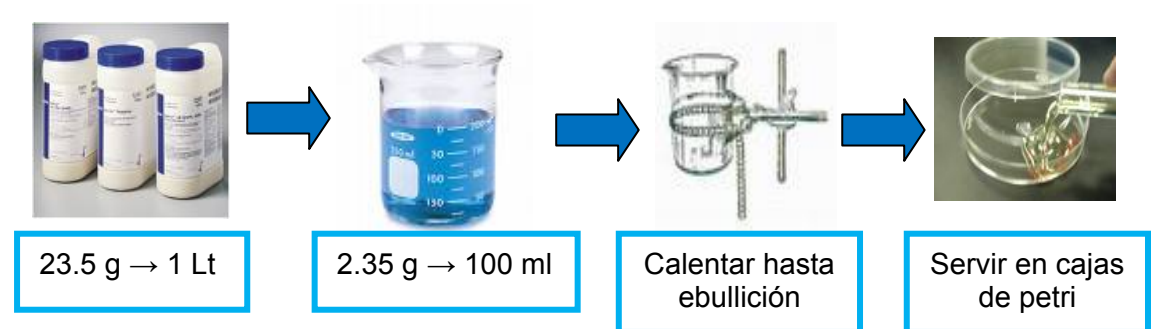


Fuente: Los autores (2008)

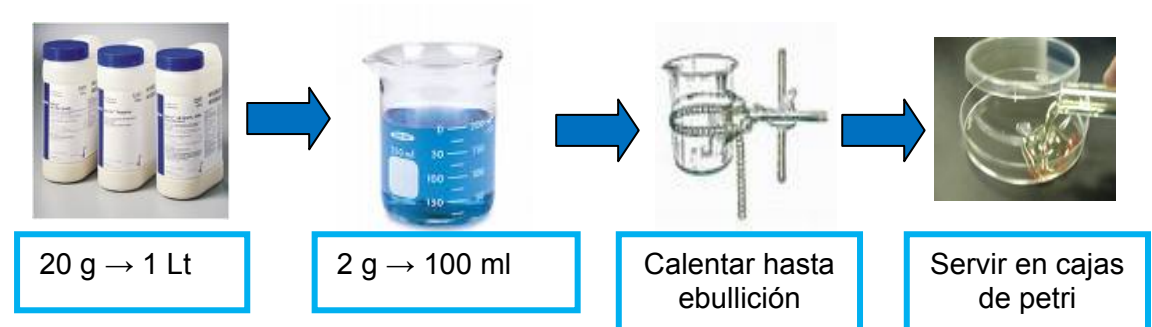
Figura 64. Calentamiento del agar hasta ebullición



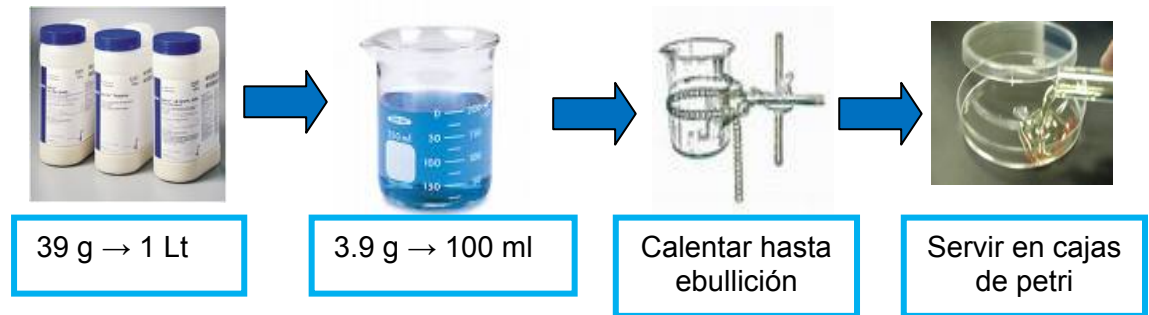
AGAR McCONKEY:



AGAR NUTRITIVO:



AGAR PDA



Fuente: Los autores (2008)

Luego de la preparación del medio de cultivo, este fue vertido en los frascos tapa azul de 100 ml utilizados y se envolvieron las cajas de petri en papel kraft para ser todos estos materiales introducidos en el autoclave:

Figura 65. Cajas de petri envueltas



Figura 66. Autoclave para esterilización



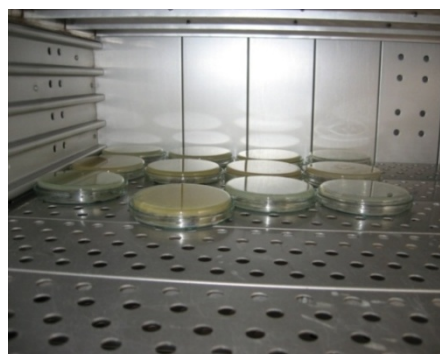
Fuente: Los autores (2008)

Luego de un proceso de esterilización de una hora, el medio de cultivo fue vertido en las cajas de petri correspondientes. Se esperó un tiempo de 10 minutos para la solidificación del medio, se procedió a sembrar en cada una de las cajas las muestras determinadas. Se realizaron cultivos para evaluar la presencia de los agentes contaminantes en el lixiviado obtenido de la fase experimental y las larvas de esta fase correspondientes a las mezclas yuca y carne y yuca, banano y carne, así como a la harina correspondiente. Los medios de cultivo sembrados fueron llevados a la incubadora a una temperatura de 38°C durante tres días. Al cabo de este tiempo, fueron revisados y evaluados de acuerdo al crecimiento microbiológico encontrado.

Figura 67. Incubadora



Figura 68. Cajas de petri en incubadora



Fuente: Los autores (2008)

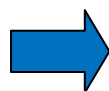
ANEXO G. PREPARACION DE PATRONES PARA MEDICIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA

Preparación de los patrones de Hierro:

Las concentraciones establecidas para los patrones de hierro fueron:

PATRÓN	CONCENTRACIÓN (ppm)	Coefficiente de correlación
1	0.5	0.99737
2	1.0	
3	2.0	Pendiente
4	5.0	0.15493

Se prepararon de la siguiente forma:



Solución madre de patrón de Hierro (1000 ppm)
Solución **A**

1ml de Soln madre en 100 ml de H₂O destilada (10 ppm)
Solución **B**

$$\text{Patrón 1} = \frac{2.5 \text{ ml de B}}{50 \text{ ml de H}_2\text{O destilada}} = 0.5 \text{ ppm de Fe}$$

$$\text{Patrón 2} = \frac{2.5 \text{ ml de B}}{25 \text{ ml de H}_2\text{O destilada}} = 1.0 \text{ ppm de Fe}$$

$$\text{Patrón 3} = \frac{5.0 \text{ ml de B}}{25 \text{ ml de H}_2\text{O destilada}} = 2.0 \text{ ppm de Fe}$$

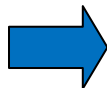
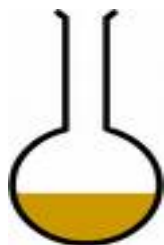
$$\text{Patrón 4} = \frac{12.5 \text{ ml de B}}{25 \text{ ml de H}_2\text{O destilada}} = 5.0 \text{ ppm de Fe}$$

Preparación de los patrones de Calcio:

Las concentraciones establecidas para los patrones de calcio fueron:

PATRÓN	CONCENTRACIÓN (ppm)	Coefficiente de correlación
1	0.5	0.996874
2	1.0	
3	2.0	Pendiente
4	5.0	0.14294

Se prepararon de la siguiente forma:



Solución madre de patrón de Calcio (1000 ppm)
Solución **A**

1ml de Soln madre en 100 ml de H₂O destilada (10 ppm)
Solución **B**

$$\text{Patrón 1} = \frac{2.5 \text{ ml de B}}{50 \text{ ml de H}_2\text{O destilada}} = 0.5 \text{ ppm de Ca}$$

$$\text{Patrón 2} = \frac{2.5 \text{ ml de B}}{25 \text{ ml de H}_2\text{O destilada}} = 1.0 \text{ ppm de Ca}$$

$$\text{Patrón 3} = \frac{5.0 \text{ ml de B}}{25 \text{ ml de H}_2\text{O destilada}} = 2.0 \text{ ppm de Ca}$$

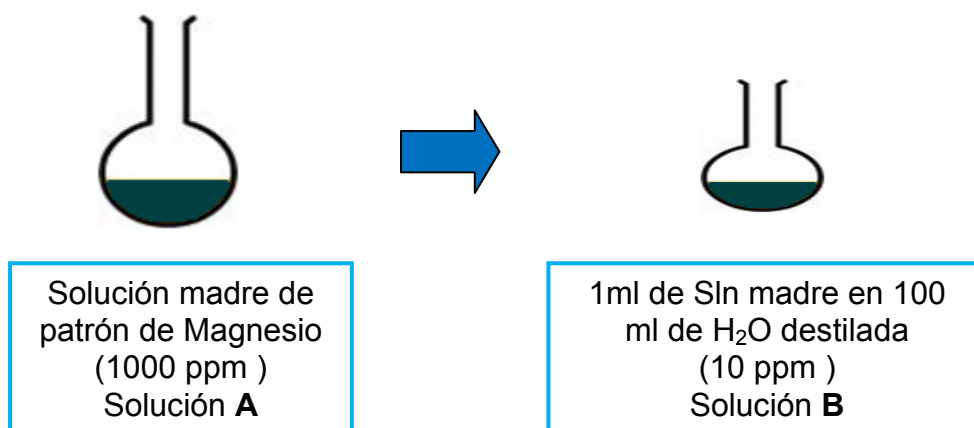
$$\text{Patrón 4} = \frac{12.5 \text{ ml de B}}{25 \text{ ml de H}_2\text{O destilada}} = 5.0 \text{ ppm de Ca}$$

Preparación de los patrones de Magnesio:

Las concentraciones establecidas para los patrones de calcio fueron:

PATRÓN	CONCENTRACIÓN (ppm)	Coefficiente de correlación
1	0.1	0.99541
2	0.2	
3	0.3	Pendiente
4	0.5	0.82164

Se prepararon de la siguiente forma:



$$\text{Patrón 1} = \frac{1 \text{ ml de B}}{100 \text{ ml de H}_2\text{O destilada}} = 0.1 \text{ ppm de Ca}$$

$$\text{Patrón 2} = \frac{1 \text{ ml de B}}{50 \text{ ml de H}_2\text{O destilada}} = 0.2 \text{ ppm de Ca}$$

$$\text{Patrón 3} = \frac{1.5 \text{ ml de B}}{50 \text{ ml de H}_2\text{O destilada}} = 0.3 \text{ ppm de Ca}$$

$$\text{Patrón 4} = \frac{2.5 \text{ ml de B}}{50 \text{ ml de H}_2\text{O destilada}} = 0.5 \text{ ppm de Ca}$$

Fuente: Los autores (2008)

ANEXO H. EJEMPLO DE CÁLCULO DE LOS NIVELES DE SIGNIFICANCIA PARA LA CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

$$S = P \left(a \left(\frac{De * M}{10} \right) + b (Du) \right)$$

Teniendo en cuenta los rangos establecidos para cada factor y tomando como ejemplo el cálculo del nivel de significancia para el lavado del sustrato, se tiene que:

$$P = 1$$

$$De = 0.6$$

$$M = 60$$

$$Du = 7$$

Entonces:

$$S = 1 \left(0.7 \left(\frac{0.6 * 60}{10} \right) + 0.3 (7) \right)$$

$$S = 4.62$$

ANEXO I. ANALISIS DE VARIANZA

El análisis de varianza se realizó mediante el protocolo LB07 del laboratorio de bioensayos de la siguiente forma:

Tratamientos	Observaciones			Yi	Yi Promedio
	1	2	3		
BANANO					
PAPA					
YUCA					
ARRACACHA					
MEZCLA 30% YUCA +70% BANANO					
MEZCLA 50% YUCA +50% BANANO					
MEZCLA 80% YUCA +20% BANANO					
MEZCLA 95% YUCA +5% CARNE					
MEZCLA 76% YUCA +19% BANANO + 5% CARNE					

En donde la hipótesis nula y la hipótesis alternativa se plantean de la siguiente forma:

H₀: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_n$

H₁: $\mu_1 \neq \mu_2$, para algún par

El análisis de varianza se hace mediante las siguientes expresiones:

FV	SS	GL	Ms	Fc	Ft
Tratamiento	SS _{TTO}	a - 1	$\frac{SS_{TTO}}{a - 1}$	$\frac{SS_{TTO} / a - 1}{SS_E / N - a}$	F α (V ₁ V ₂)
Error	SS _E	N - a	$\frac{SS_E}{N - a}$		
Total	SS _T	N - 1			

Donde:

- N: Número total de observaciones; N: a * n
- n: número de observaciones en cada grupo
- a: numero de tratamientos
- FV : Fuente de varianza
- SS: Suma de cuadrados
- GL: Grados de libertad
- Ms: Cuadrados medios
- Fc: F calculado
- Ft: F tabulado
- V₁: a - 1
- V₂: N - a

Para obtener el SS_{TTO}, se debe reemplazar la siguiente formula

$$SS_{TTO} = \sum_{i=1}^{a=5} \frac{Y_i^2}{n} - \frac{\bar{Y}^2}{N}$$

Para obtener el SS_T , se debe reemplazar la siguiente formula:

$$SS_T = \sum_{i=1}^{a=5} \times \sum_{j=1}^{n=5} = Y_{ij}^2 \times \frac{\bar{Y}^2}{N}$$

Para obtener el SS_E :

$$SS_E = SS_T - SS_{TTO}$$

Al obtener el F_c lo comparamos el F_t , para refutar o aceptar alguna hipótesis, esto se hace así:

$F_c > F_t$ Se rechaza la H_0

$F_c < F_t$ Se acepta la H_0