



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y DE ALIMENTOS

PRODUCCIÓN Y MICRO-ESCALADO DE VINAGRE A PARTIR DE RESIDUOS
VEGETALES DE PLÁTANO (*Musa Paradisiaca*) PARA SU APLICACIÓN
COMO BACTERICIDA ORGÁNICO EN AGRICULTURA

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de
Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos

Profesor Guía
Ing. Ana Belén Parra Andagana

Autor
Pamela Belén González Arcos

2015

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el/la estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulen los Trabajos de Titulación.”

.....
Ing. Ana Belén Parra Andagana
Master en Dirección de Proyectos
C.C.171500527-6

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetara las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

.....
Pamela Belén González Arcos
C.C.171826461-5

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme sabiduría y constancia para culminar una de mis metas.

A mis padres que con su esfuerzo y dedicación han contribuido en mi formación personal y académica.

A la ingeniera Ana Belén Parra que con su conocimiento y paciencia me han guiado de manera incondicional.

Al Ingeniero Pedro Romo-Ieroux que con su apoyo y sabiduría ha hecho de este proyecto una realidad.

DEDICATORIA

A mis padres Carlos y Nidia quienes comparten mis metas como si fueran propias y que me han guiado a lo largo de mi vida con valores y ética para triunfar en cualquier ámbito tanto personal como profesional.

A mis sobrinos Ignacio y Julián quienes hacen de mi mundo un lugar mejor.

A mis hermanos que han estado presentes en cada etapa de mi vida, sin importar las adversidades convirtiéndose en seres incondicionales.

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo la obtención de vinagre hecho con residuos vegetales de plátano (*musa paradisiaca*), variedad *Harton Dominique* de exportación orgánica para lograr una tecnología limpia, utilizamos diferentes análisis como el bromatológico para evitar la toxicidad en el producto y lograr un vinagre de consumo humano en el futuro. La transformación del jugo de tallo y hojas a fermentación alcohólica se hizo mediante un diseño experimental completamente aleatoria de 2^2 donde nuestras variables fueron el oxígeno, levaduras como pre-tratamiento, y un segundo diseño experimental de 2^2 donde nuestras variables de estudio fueron panela e inóculo bacilos Gram negativos para mejorar la eficiencia de producción de ácido acético obteniendo como resultado un PH inicial ácido en condiciones anaeróbicas, se procedió a inocular la bacteria en un agar especial para aceto bacter llamado RAE en condiciones sólidas y líquidas, para la determinación de concentración bacteriana y obtener una mayor concentración de ácido acético utilizando la prueba de acidez titulable con el fin de utilizarlo como bactericida orgánico contra la *Erwinia* la cual pudre al fruto (plátano), para esto necesitamos realizar pruebas en discos con ácido acético al 1%, 3 % y 5% que dio como resultado la inhibición de *Erwinia* spp.

ABSTRACT

This project aims at obtaining vinegar made with banana plant residues (heavenly muse), Dominique Harton variety of organic exports for clean technology, we use different analysis as bromatológico to avoid toxicity in the product and achieve vinegar for human consumption in the future. The transformation of stem and leaf juice alcoholic fermentation was done through a completely random experimental design where our variables were 2^2 oxygen, yeast and pre-treatment, and a second experimental design 2^2 where our variables were panela and inoculum Gram negative rods to improve the efficiency of acetic acid production resulting in an initial pH acid in anaerobic conditions, were inoculated bacteria in a special agar aceto bacter called SAR in solid and liquid conditions for determination of bacterial concentration and obtain a higher concentration of acetic acid using titratable acidity test in order to use as organic bactericidal against rot Erwinia which the fruit (bananas), this need for testing disk with 1% acetic acid, 3% 5% which resulted in inhibition Erwinia spp.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO	6
1.1. PLÁTANO.....	6
1.1.1. Origen y distribución Mundial.....	6
1.1.2. Distribución Nacional	6
1.1.3. Clasificación Científica.....	8
1.1.4. Importancia Económica	9
1.1.5. Superficie Productiva	9
1.1.6. Exportaciones	11
1.2. Fundamento teórico del ácido acético.....	13
1.2.1. Elaboración de vinagre	14
1.2.2. Industrias ecuatorianas (vinagre).....	20
1.3. Uso de Residuos Vegetales.....	20
1.4. Estreptomicina.....	23
1.4.1. Estructura Química	23
1.4.2. Espectro de Actividad	24
1.4.3. Usos.....	24
1.5. Erwinia Spp.....	24
1.6. Ubicación de Materia Prima Para la Producción de vinagre ...	26
1.6.1. Ubicación Geográfica.....	26
1.7. Diseño Experimental.....	28
1.8. Parámetros a Evaluar	29
1.8.1. Concentración de levaduras	29
1.8.2. Jugo de residuos vegetales con panela.....	29
1.8.3. Inoculo para aumentar la concentración acética del vinagre	29
2. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO DE LA MATERIA PRIMA.....	30
2.1. Residuos Vegetales de Tallos y Hojas	30

2.1.1 Análisis bromatológico	30
2.1.2 Determinación de humedad	30
2.1.3 Método por secado en estufa	31
2.1.3 Método por secado en termobalanza.....	31
2.1.5 Método de destilación azeotrópica.....	31
2.1.6 Análisis de minerales	31
2.2 Extracto de los Residuos Vegetales del Plátano	33
2.2.1 Análisis de pectinas	33
2.2.2 Análisis azúcares en solución.....	34
2.2.3 Análisis de Aldehídos y Cetonas.....	35
3 FORMACIÓN DE ALCOHOL EN EL EXTRACTO.....	38
3.1 Pre tratamiento.....	38
3.1.1 Medición de PH en primer y segundo diseño experimental	38
3.1.2 Método para verificación de sólidos totales (grados BX)	38
3.1.3 Porcentaje de Levaduras	39
4 OXIDACIÓN DE ALCOHOL A ÁCIDO ACÉTICO	41
4.1 Inoculación para el Extracto de Plátano.....	41
4.1.1 Método de análisis para microorganismos (Tinción Gram).....	41
4.1.2 Análisis de pH.....	43
4.1.3 Método para verificación de sólidos totales (grados BX)	43
4.1.4 Procedimiento para la determinación de ácido acético en jugo de tallo y hojas de plátano (Harton Dominique)	44
5 EVALUACIÓN POR EFECTO ACCIÓN BIOCIDA EN ESTUDIO	46
5.1 Métodos de dilución en discos de sensibilidad contra Erwinia utilizando ácido acético del 1 al 5 % y el antibiótico comercial estreptomycin.....	46
6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
6.1 Análisis Físico y Químico de Tallos y Hojas del Plátano.....	47

6.1.1 Resultados de la Determinación de Humedad.....	47
6.1.2 Resultado de la determinación de Análisis de Minerales.....	50
6.2 Resultados en el extracto de residuos vegetales de plátano ..	52
6.2.1 Resultado del análisis de pectinas.....	52
6.2.2 Resultado para la determinación de azúcares en solución.....	52
6.2.3 Resultados de Fehling y Tollens.....	53
6.2.3.1. Reactivo de Fehling.....	54
6.3 Resultados de la Formación de Alcohol.....	55
6.3.1 Resultado de PH.....	55
6.3.2 Resultados de grados Bx e interacciones.....	56
6.4 Pretratamiento (Respiración Aerobia).....	59
6.4.1 Resultado PH con Distinto Porcentaje de Levadura.....	60
6.5 Pretratamiento (Respiración Anaerobia).....	61
6.5.1 Resultado PH con Distinto Porcentaje de Levadura.....	61
6.6 Resultados de la oxidación de alcohol a ácido acético.....	63
6.6.1 Resultados tinción Gram.....	63
6.6.2 Resultado de inoculación de microorganismo.....	64
6.6.3 Resultados Grados Bx.....	66
6.6.4. Resultados de PH.....	68
6.6.5 Resultado Concentración de Ácido Acético.....	69
6.7 Tratamiento Semanal (Concentración Ácido acético).....	70
6.7.1 Tratamiento Primera Semana (Concentración Ácido Acético).....	70
6.7.2 Tratamiento Segunda Semana (Concentración Ácido Acético).....	72
6.7.3 Tratamiento Tercera Semana (Concentración Ácido Acético).....	74
6.7.4 Tratamiento Cuarta Semana (Concentración Ácido Acético).....	76
6.7.5 Tratamiento Quinta Semana (Concentración Ácido Acético).....	78
6.8 Tratamiento Semanal (Grados Brix).....	80
6.8.1 Tratamiento Primera Semana (Grados Brix).....	80
6.8.2 Tratamiento Segunda Semana (Grados Brix).....	82
6.8.3 Tratamiento Tercera Semana (Grados Brix).....	84
6.8.4 Tratamiento Cuarta Semana (Grados Brix).....	86

6.8.5 Tratamiento Quinta Semana (Grados Brix).....	88
6.9 Tratamiento Semanal (PH).....	90
6.9.1 Tratamiento Primera Semana (PH).....	90
6.9.2 Tratamiento Segunda Semana (PH).....	92
6.9.3 Tratamiento Tercera Semana (PH).....	94
6.9.4 Tratamiento Cuarta Semana (PH)	96
6.8.5 Tratamiento Quinta Semana (PH).....	98
6.10 Resultados por Efecto la acción Biocida del producto en Estudio	99
6.10.1 Resultados de discos de inhibición	99
7 ANÁLISIS FINANCIERO	103
7.1 Balance de Masas	103
7.2 Recolección de Materia Prima.....	107
7.3 Análisis Financiero Producción de Vinagre VS Producción Tradicional.....	108
8 CONCLUSIONES	111
8.1 Conclusiones	111
9 RECOMENDACIONES	114
REFERENCIAS	115
ANEXOS	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Participación Exportaciones Mundiales (Año 2012)	12
Figura 2. Participación Destino Exportaciones de Banano (Ecuador)	13
Figura 3. Diagrama de Flujo Vinagre	16
Figura 4. Principales Marcas Vinagre a Nivel Mundial	17
Figura 5. Producción Vinagre Mundial.....	18
Figura 6. Valor Monetario Vinagre (1 litro)- Años 2009 al 2011	18
Figura 7. Cantidad Litro VS Valor por Litro (Vinagre)	19
Figura 8. Principales Provincias del Ecuador Productoras de Vinagre.....	20
Figura 9. Estructura Química Estreptomocina	23
Figura 10. Ubicación de Materia Prima Para la Producción de vinagre.	26
Figura 11. Mapa Provincia de Los Ríos.....	26
Figura 12. Mapa Cantón Quevedo	27
Figura 13. Mapa Parroquia Patricia Pilar.....	27
Figura 14. Formula Oxidación del Reactivo de Tollens	35
Figura 15. Formula Oxidación del Reactivo de Fehling.....	36
Figura 16. Porcentaje de Levaduras.	40
Figura 17. Porcentaje de Levaduras.	40
Figura 18. Gráfico de Resultados (Pesos de Materia Prima)	47
Figura 19. Fotografía de Tallo y Hojas de Plátano.....	48
Figura 20. Gráfico de Resultados de Porcentaje de Humedad	49
Figura 21. Fotografía de Tallo y Hojas de Plátano en Peso Seco	49
Figura 22. Gráfico Resultados de Análisis de Minerales	50
Figura 23. Fotografía Resultados Análisis de Minerales	51
Figura 24. Fotografía de Análisis de Pectinas	52
Figura 25. Análisis de Azucares en Solución.....	53
Figura 26. Gráfico Análisis de Tollens	53
Figura 27. Formulación Química Reactivo de Fehling.....	54
Figura 28. Gráfico Análisis de Aldehídos con reactivo de Fehling.....	54
Figura 29. Resultados de PH en Pretratamiento I.....	55
Figura 30. Resultados de PH en Pretratamiento II	56
Figura 31. Resultado Grados Brix pre tratamiento	56

Figura 32. Grafico Resultado Grados Brix.....	57
Figura 33. Grafico Fermentación Alcohólica Tratamiento Final	58
Figura 34. Grafico Concentración Ácido Acético Tratamiento Final.....	58
Figura 35. Grafico Intercambio de Alcohol en Ácido Acético.	59
Figura 36. Pretratamiento PH con Distintos Porcentajes de Levaduras (Aerobia).....	60
Figura 37. Pretratamiento PH con Distintos Porcentajes de Levaduras (Anaerobia).....	62
Figura 38. Fotografía Bacilos Gram Positivos y Levadura	63
Figura 39. Fotografía Resultados de Análisis de Microorganismos	63
Figura 40. Fotografía Medio de Cultivo RAE	64
Figura 41. Fotografía Medio de Cultivo RAE I	64
Figura 42. Fotografía Microorganismos Tipo Bacilos Gram Negativos y Levaduras.....	65
Figura 43. Fotografía Hongo Encontrado en Muestras de Jugo de Plátano....	65
Figura 44. Fotografía Medio de Cultivo RAE con Microorganismo para su Crecimiento.	66
Figura 45. Resultados Grados Brix Tratamiento Final.....	66
Figura 46. Interacción Panela para la transformación de Ácido Acético.....	67
Figura 47. Fermentación Alcohólica “Grados Brix”	67
Figura 48. Transformación Acética (Grados Brix.	68
Figura 49. Resultados de PH Tratamiento Final.....	68
Figura 50. Resultados Porcentaje de Ácido Acético	69
Figura 51. Tratamiento Primera Semana (Concentración Ácido Acético).....	70
Figura 52. Tratamiento Segunda Semana (Concentración Ácido Acético).....	72
Figura 53. Tratamiento Tercera Semana (Concentración Ácido Acético)	74
Figura 54. Tratamiento Cuarta Semana (Concentración Ácido Acético)	76
Figura 55. Tratamiento Quinta Semana (Concentración Ácido Acético).....	78
Figura 56. Tratamiento Primera Semana (Grados Brix)	80
Figura 57. Tratamiento Segunda Semana (Grados Brix)	82
Figura 58. Tratamiento Tercera Semana (Grados Brix).....	84
Figura 59. Tratamiento Cuarta Semana (Grados Brix)	86

Figura 60. Tratamiento Quinta Semana (Grados Brix)	88
Figura 61. Tratamiento Primera Semana (PH)	90
Figura 62. Tratamiento Segunda Semana (PH)	92
Figura 63. Tratamiento Tercera Semana (PH).....	94
Figura 64. Tratamiento Cuarta Semana (PH).....	96
Figura 65. Tratamiento Quinta Semana (PH)	98
Figura 66. Fotografía Resultados de Laboratorio Inhibición de Erwinia de Plátano	100
Figura 67. Fotografía Plato de Cultivo de Erwinia	100
Figura 68. Fotografía Inhibición de Erwinia con Ácido Acético y Estrepto Estreptomycin.....	100
Figura 69. Fotografía Proceso Inhibición Erwin.....	101
Figura 70. Fotografía Meristemo Infectado de Erwinia (Pudrición Meristemo)	101
Figura 71. Fotografía Resultado Inhibición de Erwinia con Ácido Acético y Estreptomycin.....	102
Figura 72. Balance de Masa General.....	103
Figura 73. Diagrama de flujos.	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución Cultivos en Ecuador	6
Tabla 2. Taxonomía Banano	8
Tabla 3. Valor Nutricional del Plátano	8
Tabla 4. Producción Nacional Plátano (Superficie por Hectárea)	10
Tabla 5. Producción por Provincia de Plátano (UPAs y Hectáreas).....	10
Tabla 6. Principales Exportadores Mundiales Plátano (Millones Dólares).....	11
Tabla 7. Destino Exportaciones Ecuatorianas (Millones de Dólares)	12
Tabla 8. Ficha Técnica Ácido Acético Grado Técnico.....	14
Tabla 9. Propiedades Nutricionales Vinagre.....	17
Tabla 10. Valor Promedio en Dólares por Litro de Vinagre Importado.....	19
Tabla 11. Ubicación Geográfica Patricia Pilar (Hacienda Santín).....	28
Tabla 12. Tratamientos en la Producción de Vinagre	28
Tabla 13. Tratamiento a Comprobar para la producción de vinagre	29
Tabla 14. Materiales para Determinación Humedad (Plátano)	30
Tabla 15. Material para Método de Minerales.....	32
Tabla 16. Reactivos para Método de Minerales.....	32
Tabla 17. Materiales para el proceso de Análisis de Pectinas	34
Tabla 18. Materiales Para el Análisis de Azúcares en Solución.....	34
Tabla 19. Materiales para el Análisis de Aldehídos y Cetonas.....	37
Tabla 20. Materiales Medición PH	38
Tabla 21. Materiales Análisis (Tinción Gram)	41
Tabla 22. Materiales Para la Elaboración de Medio de Cultivo RAE	42
Tabla 23. Materiales Medición PH	43
Tabla 24. Materiales para la Determinación de ácido acético.....	44
Tabla 25. Materiales para el Análisis en Discos de Sensibilidad	46
Tabla 26. Resultados Muestras Para Determinación de Humedad	47
Tabla 27. Resultados de Porcentaje de Humedad	48
Tabla 28. Resultados de Minerales por Espectrofotometría	50
Tabla 29. Resultado Grados Brix pre tratamiento.....	57
Tabla 30. Resultados Fermentación Alcohólica	58

Tabla 31. Estadísticos Descriptivos Pretratamiento PH con Distintos Porcentajes de Levaduras (Aerobia)	60
Tabla 32. ANOVA Pretratamiento PH con Distintos Porcentajes de Levaduras (Aerobia).....	61
Tabla 33. Estadísticos Descriptivos Pretratamiento PH con Distintos Porcentajes de Levaduras (Anaerobia).....	61
Tabla 34. ANOVA Pretratamiento PH con Distintos Porcentajes de Levaduras (Anaerobia).....	62
Tabla 35. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Primera Semana (Concentración Ácido Acético)	70
Tabla 36. ANOVA Tratamiento Primera Semana (Concentración Ácido Acético)	71
Tabla 37. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Primera Semana (Concentración Ácido Acético)	71
Tabla 38. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Segunda Semana (Concentración Ácido Acético)	72
Tabla 39. ANOVA Tratamiento Segunda Semana (Concentración Ácido Acético)	73
Tabla 40. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Segunda Semana (Concentración Ácido Acético)	73
Tabla 41. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Tercera Semana (Concentración Ácido Acético)	74
Tabla 42. ANOVA Tratamiento Tercera Semana (Concentración Ácido Acético)	75
Tabla 43. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Tercera Semana (Concentración Ácido Acético)	75
Tabla 44. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Cuarta Semana (Concentración Ácido Acético)	76
Tabla 45. ANOVA Tratamiento Cuarta Semana (Concentración Ácido Acético)	77
Tabla 46. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Cuarta Semana (Concentración Ácido Acético)	77

Tabla 47. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Quinta Semana (Concentración Ácido Acético)	78
Tabla 48. ANOVA Tratamiento Quinta Semana (Concentración Ácido Acético)	79
Tabla 49. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Quinta Semana (Concentración Ácido Acético)	79
Tabla 50. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Primera Semana (Grados Brix).....	80
Tabla 51. ANOVA Tratamiento Primera Semana (Grados Brix).....	81
Tabla 52. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Primera Semana (Grados Brix).....	81
Tabla 53. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Segunda Semana (Grados Brix).....	82
Tabla 54. ANOVA Tratamiento Segunda Semana (Grados Brix)	83
Tabla 55. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Segunda Semana (Grados Brix)	83
Tabla 56. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Tercera Semana (Grados Brix)	84
Tabla 57. ANOVA Tratamiento Tercera Semana (Grados Brix).....	85
Tabla 58. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Tercera Semana (Grados Brix)	85
Tabla 59. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Cuarta Semana (Grados Brix)	86
Tabla 60. ANOVA Tratamiento Cuarta Semana (Grados Brix).....	87
Tabla 61. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Cuarta Semana (Grados Brix)	87
Tabla 62. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Quinta Semana (Grados Brix).....	88
Tabla 63. ANOVA Tratamiento Quinta Semana (Grados Brix)	89
Tabla 64. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Quinta Semana (Grados Brix)	89
Tabla 65. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Primera Semana (PH)	90
Tabla 66. ANOVA Tratamiento Primera Semana (PH)	91

Tabla 67. Prueba Tukey (0.05) Primera Semana (PH)	91
Tabla 68. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Segunda Semana (PH)	92
Tabla 69. ANOVA Tratamiento Segunda Semana (PH)	93
Tabla 70. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Segunda Semana (PH).....	93
Tabla 71. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Tercera Semana (PH).....	94
Tabla 72. ANOVA Tratamiento Tercera Semana (PH).....	95
Tabla 73. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Tercera Semana (PH)	95
Tabla 74. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Cuarta Semana (PH).....	96
Tabla 75. ANOVA Tratamiento Cuarta Semana (PH).....	97
Tabla 76. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Cuarta Semana (PH)	97
Tabla 77. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Quinta Semana (PH)	98
Tabla 78. ANOVA Tratamiento Quinta Semana (PH).....	99
Tabla 79. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Quinta Semana (PH)	99
Tabla 80. Balance Masa Peso (Vinagre)	104
Tabla 81. Análisis Financiero Producción Vinagre	108
Tabla 82. Análisis Financiero del Tratamiento Tradicional	110
Tabla 83. Cuadro Comparativo Pretratamiento VS Tratamiento (Alcohol a Ácido Acético).....	112

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es el primer país productor de plátano en el mundo. Según el Instituto de promoción de exportaciones e inversiones se exportó alrededor 5 millones 197 mil toneladas durante el 2012 sin embargo la producción agrícola de un país es un indicador de desarrollo, la propuesta de mejorar la matriz productiva orienta a generar productos agroindustriales con alto valor agregado, ampliando ostensiblemente la rentabilidad en la producción agrícola. Ecuador, es un país con grandes dificultades en la recolección de residuos producidos a nivel local y nacional generando graves problemas en el medio ambiente. Una de las políticas que se ha desarrollado recientemente por el Gobierno Nacional son las campañas para reciclar ciertos desechos producidos a gran escala por industrias alimenticias y agrícolas que son responsables de la acumulación de residuos sólidos y que causan enfermedades, atracción de insectos y cambios en el medio ambiente (Enciclopedia de la ecología, 1999). La escasa capacitación y alternativas de manejo han generado un incipiente desarrollo de los subproductos industriales que generan estos residuos. Se estima que en el Ecuador el 71% son desechos sólidos orgánicos, 10% desechos de papel y el 4.5% es plástico (Acuario, 1998, pg. 45).

A través de abono verde, siendo un proceso de transformación de la materia prima para obtener un compost o abono natural se requiere realizar una investigación donde se elabore un micro-escalado de vinagre a partir de los residuos del plátano.

Según estudios realizados y el desarrollo de la agrotecnología se ha demostrado la factibilidad para obtener productos a partir de residuos vegetales, como plásticos biodegradables, aprovechamiento de la celulosa del plátano para la elaboración de empaques biodegradables (Grisales Meneses, 2004), biocombustibles hechos de los residuos del plátano donde se obtiene un compuesto llamado dimetilfurano que se utiliza como aditivo, (Aguirre, 2008). En el caso de la industria alimenticia también tiene varias funciones como la elaboración de vinagre para conservas alimenticias.

Según el Banco Central del Ecuador las exportaciones de vinagre y sucedáneos del vinagre obtenidos a partir del ácido acético es de 0,17 toneladas a FOB/Dólares de 0,30 expresado en miles de dólares e importaciones de vinagre y sucedáneos del vinagre obtenidos a partir del ácido acético es de 427,06 toneladas a FOB/Dólares de 794,48, CIF/Dólares es de 869,43 expresado en miles de dólares (Banco Central del Ecuador, 2014).

Alcance

La investigación está enfocada a la producción y micro-escalado de vinagre a partir de residuos vegetales del plátano *Musa* sp. Variedad *Harton Dominique* como bactericida orgánico en la agricultura. En primer lugar obtenemos los tallos de plátano en la hacienda Santín en Quevedo en la provincia de los Ríos donde sacaremos la parte líquida de nuestra materia prima para utilizarla como vinagre después del proceso correspondiente, para hacer el experimento necesitaremos cuatro botellas de 700 ml y tres repeticiones para observar el comportamiento del jugo con los aditivos puestos, uno de ellos es las levaduras, panela y el inóculo correspondiente para el proceso de acidificación acética a utilizar. El comportamiento depende del porcentaje de levaduras, panela e inóculo que pongamos en nuestras muestras, al igual que la materia prima es necesario realizar análisis correspondientes para su uso. El análisis bromatológico con diferentes métodos nos facilitará saber la composición de la misma con el propósito de obtener un buen resultado en el proceso de vinagre, en segundo lugar realizaremos la fermentación alcohólica y finalmente la fermentación acética al 1,5 % para evitar la toxicidad de la planta y pretender utilizar como biocida contra la *Erwinia* a través de discos de inhibición.

Justificación

Esta investigación pretende innovar y conseguir un producto a base de residuos vegetales que sirva como bactericida orgánico en la agricultura. Este

se aprovechará la baja toxicidad ya que será elaborado naturalmente, evitando, sin el uso de agroquímicos que contaminen el medio ambiente.

Un potencial uso de los residuos vegetales de plátano es la transformación de estos en ácido acético como bactericida orgánico en la agricultura debido a que sirve para el control de larvas y huevos de polillas de la cera, también sirve para el control de hongos, levaduras al momento del desarrollo vegetal (Grolamys Castillo, 2012), además su baja toxicidad permite obtener una tecnología limpia al momento del consumo de la fruta. Si bien es cierto ya existen diferentes aplicaciones y creaciones de productos con ácido acético en la industria como desinfectante (OXIDIAL, AGUAMARKET, QUIMINET, entre otros) para inhibir microorganismos patógenos como *Scherichia coli spp* al 5% de ácido acético a un tiempo de 20 minutos, mico bacterias concentración al 6% de ácido acético a un tiempo de 25 minutos, pseudomonas al 1% en un tiempo de 22 minutos, por otra parte el ácido acético es utilizado al igual que el cloro como desinfectante de materiales industriales ya que es un buen bactericida (Universal, 2014), siendo los países más importantes en exportación de ácido acético: Estados Unidos, Reino Unido y Singapur, mientras que en importaciones : Bélgica, Alemania, México, China e India (smarexport,2006).

PROBLEMA

¿Se puede obtener vinagre de los desechos vegetales (tallo y hojas) para aplicarlo como bactericida orgánico en la agricultura generando una tecnología limpia en la producción del plátano *Musa spp. Variedad Harton Dominique* del Ecuador?

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar y diseñar una producción piloto para la obtención de vinagre de

residuos vegetales de la producción agrícola de plátano *Musa* spp. Variedad Harton Dominique como bactericida agrícola sustentable.

Objetivos

Específicos

- Determinar los parámetros de calidad (características físicas, químicas) de la materia prima (residuos vegetales) mediante estudios realizados en laboratorio.
- Determinar de manera cuantitativa la concentración de alcohol en los residuos vegetales de plátano antes de la oxidación, realizando curvas de pH.
- Controlar la oxidación (proceso de pardeamiento) del proceso de transformación de alcohol para obtener ácido acético.
- Evaluar por efecto la acción biocida del producto en estudio, mediante discos de inhibición.

METODOLOGIA A UTILIZAR

Los métodos a utilizar en esta investigación según los objetivos propuestos son.

Para la determinación de materia prima utilizamos el análisis bromatológico que trata sobre identificar compuestos o sustancias que pueden estar presentes en la muestra, también permite la determinación de cantidad de sustancias con el método adecuado.

Comenzamos con la determinación de humedad mediante el método de secado en la estufa para obtener el porcentaje de humedad, la determinación de minerales para comprobar que no existan agroquímicos y sea una muestra orgánica para la producción de vinagre de residuos de plátano, el análisis de pectinas, análisis de azúcar en solución.

Para la fermentación alcohólica utilizamos levaduras en diferentes porcentajes y panela para acelerar el proceso, para esto utilizamos curvas de pH, grados Bx para tener un control en el proceso de fermentación.

El siguiente proceso fue la transformación acética en nuestro vino de residuos vegetales del plátano, para ello utilizamos el método de Tollens y Fehling que nos da a conocer si existen aldehídos y cetonas antes de la transformación acética y por último reconocer la concentración de ácido acético en nuestro vinagre con el método de acidez titulable y la curva de pH.

Para conocer la inhibición de *Erwinia* spp con el vinagre de residuos vegetales del plátano utilizamos los discos de resistencia en donde constara la inhibición de esta bacteria.

Este estudio, permitirá comparar, analizar, discutir, y obtener una cantidad de datos que ayudara a representar de una manera gráfica y estadística.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. PLÁTANO

1.1.1. Origen y distribución Mundial

El plátano es originario en Asia siendo una fruta rica por sus nutrientes, especialmente por el potasio. En 1516 llegó a Latinoamérica, convirtiéndose en el producto agrícola más comercializado por los países que lo cultivan. Ecuador es uno de los productores más importantes en este ámbito a pesar de que esta fruta se cultive todo el año. (Francois, 2010) La variedad de la planta de plátano que se utiliza en nuestro país conocida como Harton Dominique tiene características que facilitan la investigación en el campo por ejemplo la gran resistencia que tiene a la enfermedad de la (*Sigatoka negra*) causada por un hongo llamado (*Mycosphaerella*) y mal de panamá (*Fusarium oxysporum*) lo que indudablemente es una ventaja a la hora de utilizar el tallo y las hojas de la planta para la producción de vinagre.

1.1.2. Distribución Nacional

Tabla 1. Distribución Cultivos en Ecuador

Zona	Localización
Norte	Esmeraldas y Santo Domingo de los Colorados
Central	Los Ríos (Quevedo), Cotopaxi y Guayas
Oriental (Milagro y El Triunfo)	Guayas (Milagro, Naranjito), Cañar (La Troncal) y Azuay (Santa Ana)
Sur (Machala)	El Oro (Santa Rosa, Arenillas, Pasaje y Guabo)

Tomado de Nuñez A. Remigio, 1989

El Ecuador a lo largo de su historia agrícola ha cambiado su manera de producir, hace 25 años que la actividad bananera ha comenzado a utilizar nuevos manejos orgánicos, las haciendas ubicadas en la provincia del Oro como (Finca Alicia, Maria Elena y Celia María), siendo las más importantes en este ámbito ya que producen más de mil hectáreas de esta fruta.

Biogreen (industria de técnicas de agricultura sustentable), siendo el proveedor para el mejoramiento de efectividad productiva por medio de fertilización orgánica avanzada inyectando a las plantas con macromoléculas y libre de agroquímicos, el manejo de plagas contarán con productos a base de microorganismos benéficos como: bioprot, biofung para los microorganismos de suelo, bioinve, bioinbo contienen entomopatógenos y genética avanzada por medio de la biotecnología, para ello realizan pruebas genéticas y utilizan métodos como selección de la madre, y cultivos de tejidos (IN VITRO, esto hizo que mejore la productividad en estos últimos 5 años obteniendo así del 0.7 cajas por racimo a 1.2 cajas por racimo, es así que la productividad del banano en el Ecuador va teniendo peso en el ámbito económico del país y dando resultados para que Ecuador siga siendo un país en vía de desarrollo (Ulloa, 2012)

1.1.3. Clasificación Científica

Tabla 2. Taxonomía Banano

Reino	Plantae
División	Espermatophyta
Clase	Liliatae
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	Musa
Sección	Eumusa
Especie	Paradisiaca

Tomado de Dirección Comercial e Inversiones (Pro Ecuador), 2013

Tabla 3. Valor Nutricional del Plátano

Es esencial reconocer el valor nutricional para saber los compuestos que se puedan convertir en azúcar para la obteniéndose ácido acético, y en el caso de industrialización nos sirve para estandarizar el sistema. Cuando hay diferente variedad de plátano y su valor nutricional no es de acuerdo al estandarizado podemos obtener un vinagre de otra calidad.

Agua (g)	514,8
Proteínas (g)	7,5
Lípidos (g)	1,4
Carbohidratos	Total (gr) : 151, Fibras (g): 4,1
Vitaminas	A (UL): 1292 B1(mg): 0,34 B2(mg): 0,41 B3(mg): 2,18
Compuestos orgánicos	Ácido nicotínico (mg) 4,1 Ácido málico (mg) 3400

	Ácido cítrico (mg) 1020
Sales Minerales	Sodio (mg) 7
	Potasio (mg) 2856
	Calcio (mg) 54
	Magnesio (mg) 211
	Manganeso (mg) 4,35
	Hierro (mg) 4,8
	Cobre (mg) 1,36
	Fosforo (mg) 190
	Azufre (mg) 82
	Cloro (mg) 850
Calorías (kcal)	578

Tomado de calderón, 2004

1.1.4. Importancia Económica

Según la Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador (2012) el sector exporto USD 2078239.38 equivalente 596065.09 de toneladas, representando el 26% del PIB agrícola y el 8% del PIB de las exportaciones generales, llegando a 43 mercados a nivel mundial (Censos I. N., 2012)

1.1.5. Superficie Productiva

En el año 2010 la producción nacional de plátano se encuentra en 235.77 de superficie por hectárea, sin embargo en el año 2012 bajo la producción debido a problemas externos al cultivo como: plagas, clima entre otros.

Tabla 4. Producción Nacional Plátano (Superficie por Hectárea)

Año	Plantada	Cosechada
2012	221.76	210.90
2011	200.11	191.10
2010	235.77	215.65

Tomado de INEN, 2012

Es importante saber la producción de plátano por provincia del Ecuador para la ubicación de la industria y reducir costos de transporte para un mejor beneficio.

Tabla 5. Producción por Provincia de Plátano (UPAs y Hectáreas)

	UPAs	Superficie Plantada (ha)
Azuay	1,442	1,379
Bolívar	2,425	3,576
Cañar	741	5,562
Carchi	110	116
Cotopaxi	733	5,561
Chimborazo	232	582
Imbabura	68	103
Loja	4,258	1,663
Pichincha	1,821	3,212
El Oro	3,887	43,352
Esmeraldas	2,596	7,611
Guayas	2,125	44,646
Los Ríos	1,104	50,419
Manabí	2,977	5,778
Morona Santiago	1,545	1,480
Napo	138	132
Pastaza	93	80
Zamora Chinchipe	1,112	804
Sucumbíos	535	687
Orellana	264	480

Tomado de Banco Central del Ecuador (BCE), 2012

1.1.6. Exportaciones

Tabla 6. Principales Exportadores Mundiales Plátano (Millones Dólares)

País	2008	2009	2010	2011	2012
Ecuador	1,640,86	1,995,95	2,033,79	2,246,35	2,047,52
	5	0	4	0	0
Bélgica	1,540,79	1,389,03	1,279,33	1,329,26	1,284,12
	9	1	1	4	3
Colombia	654,354	837,042	748,100	815,318	822,010
Costa Rica	711,664	448,150	702,009	722,129	788,324
Filipinas	405,673	360,289	319,296	471,152	647,880
Guatemala	343,876	441,768	385,396	476,321	618,314
Estados Unidos de América	344,114	376,322	400,040	437,017	436,456
Honduras	170,733	180,353	190,776	193,955	342,148
Alemania	531,223	440,711	381,160	395,790	275,411
Camerún	81,397	71,351	82,138	88,700	260,462
Otros países	1,516,08	1,604,47	1,807,55	1,989,66	1,806,30
	3	8	4	8	8
Mundo	7,940,78	8,145,44	8,329,59	9,165,66	9,328,95
	1	5	4	4	6

Tomado de Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones (PRO Ecuador), 2012

Como se observa en la tabla anterior Ecuador es el principal exportador mundial de plátano.

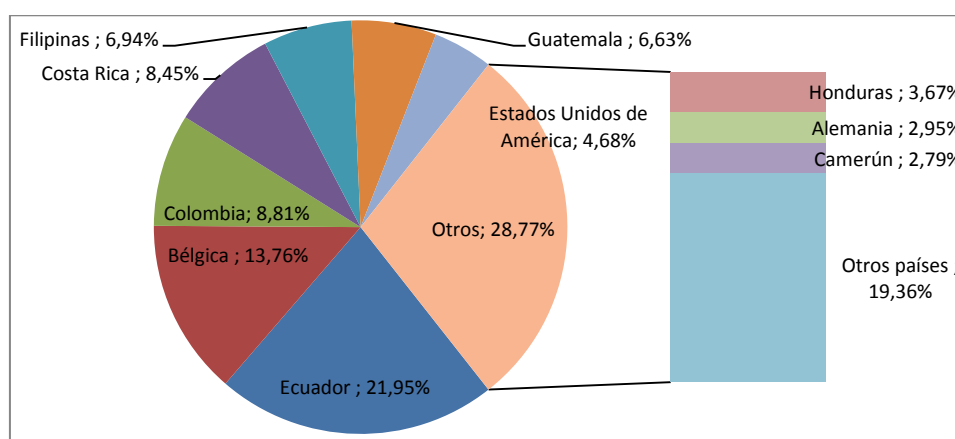


Figura 1. Participación Exportaciones Mundiales (Año 2012)

Tomado de Banco Central del Ecuador, 2012

Ecuador tiene una participación de exportación mundial amplia siendo uno de los países más importantes en este ámbito económico.

Tabla 7. Destino Exportaciones Ecuatorianas (Millones de Dólares)

País	2008	2009	2010	2011	2012
Rusia	454,45	472,44	430,58	493,51	458,57
Estados Unidos	319,11	464,84	460,96	446,05	373,09
Italia	298,69	358,78	358,67	303,37	208,61
Alemania	158,42	195,75	175,32	224,60	167,30
Bélgica	126,85	118,10	149,04	147,24	132,39
Chile	38,69	48,94	52,24	113,17	112,91
Turquía	25,87	9,55	17,82	74,38	97,02
Holanda	18,76	40,50	39,66	48,79	60,42
Demás países	177,79	239,76	349,48	308,99	419,56
Total general	1,640,86	1,995,95	2,033,79	2,247,50	2,078,23

Tomado de Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones PRO Ecuador, 2012

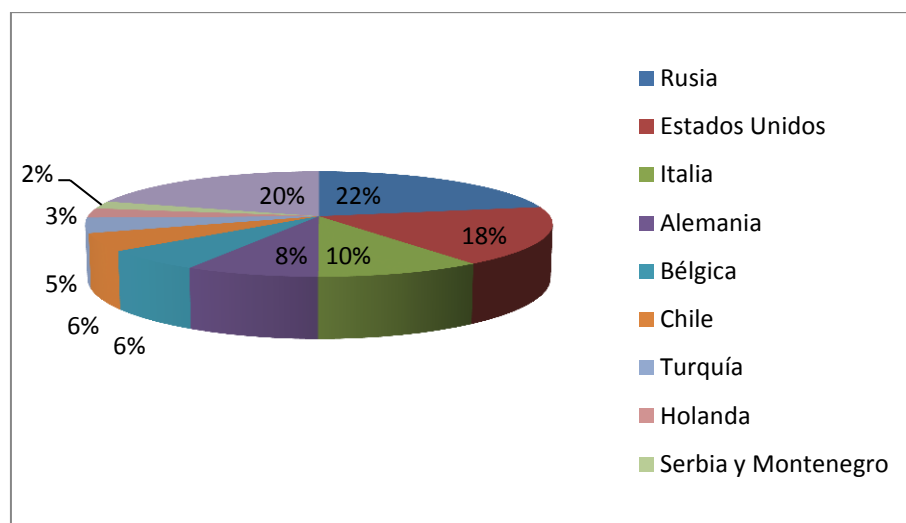


Figura 2. Participación Destino Exportaciones de Banano (Ecuador)

Tomado de Banco Central del Ecuador, 2012

Al momento de exportar Ecuador tiene como destino de exportación el 22 % a Rusia, 18 % a Estados Unidos, 10 % Italia 10 % y Alemania 8 % como los más importantes.

1.2. Fundamento teórico del ácido acético

El ácido acético se encuentra en el vinagre y es el principal responsable de su sabor agrio y su característico olor (Morales, 2010). Su fórmula es $C_2H_4O_2$, su punto de fusión es $16.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el punto de ebullición es $117.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Aguirre, 2009). La oxidación catalítica del etanol se utiliza para la obtención del ácido acético en dos pasos: primero, se realiza una oxidación del alcohol etílico hacia acetaldehído y posteriormente, este producto se oxida para obtener ácido acético. Ambas etapas se llevan a cabo en fase de vapor (Aguirre J, 2009).

Tabla 8. Ficha Técnica Ácido Acético Grado Técnico

Especificaciones	Límites	Valores
Wt% min	Mínimo	96
Gravedad específica a 20°C (g/cc)	----	1.052-1.053
Solubilidad Alcohol	Completa	----
Solubilidad Agua	Completa	----
Solubilidad Glicerina	Completa	----
Punto de Congelación (°C)	----	12,0-16,0
Índice de Refracción	----	1.373-1.374
Contenido de Agua (%wt)	Máximo	0.15
Sustancias reductoras como ácido fórmico (%wt)	Máximo	0.05
Aldehídos (%wt)	Máximo	0.05
Hierro (ppm)	Máximo	1
Metales pesados como Pb (ppm)	Máximo	10
Cloruros (ppm)	Máximo	0.0003
Sulfatados (ppm)	Máximo	0.0002
Acido Sulfúrico (ppm)	Máximo	1
Apariencia	-----	Solución clara, libre de material suspendido

Tomado de data teca, Aguirre J, unad.edu.

1.2.1. Elaboración de vinagre

El vinagre se produce a partir de una materia prima adecuada de origen agrícola, que contienen almidón, azúcares o almidón y azúcares por el proceso de doble fermentación, alcohólica y acética, y contiene una cantidad especificada de ácido acético "(Joint FAO / OMS sobre Normas Alimentarias, 1987).

El vinagre está compuesto por un proceso en dos etapas, siendo la primera la conversión anaeróbica de azúcares fermentables en etanol por levaduras, generalmente especies de *Saccharomyces*, y la segunda la oxidación aeróbica de etanol a ácido acético por bacterias, por lo general Especies *Acetobacter* (Adams, 1998;.. Horiuchi et al, 2000).

El rendimiento de ácido acético a partir de azúcar fermentada o etanol es de aproximadamente 40% ya que los otros azúcares restantes se pierden al momento de volatilización o se convierten en otros compuestos.

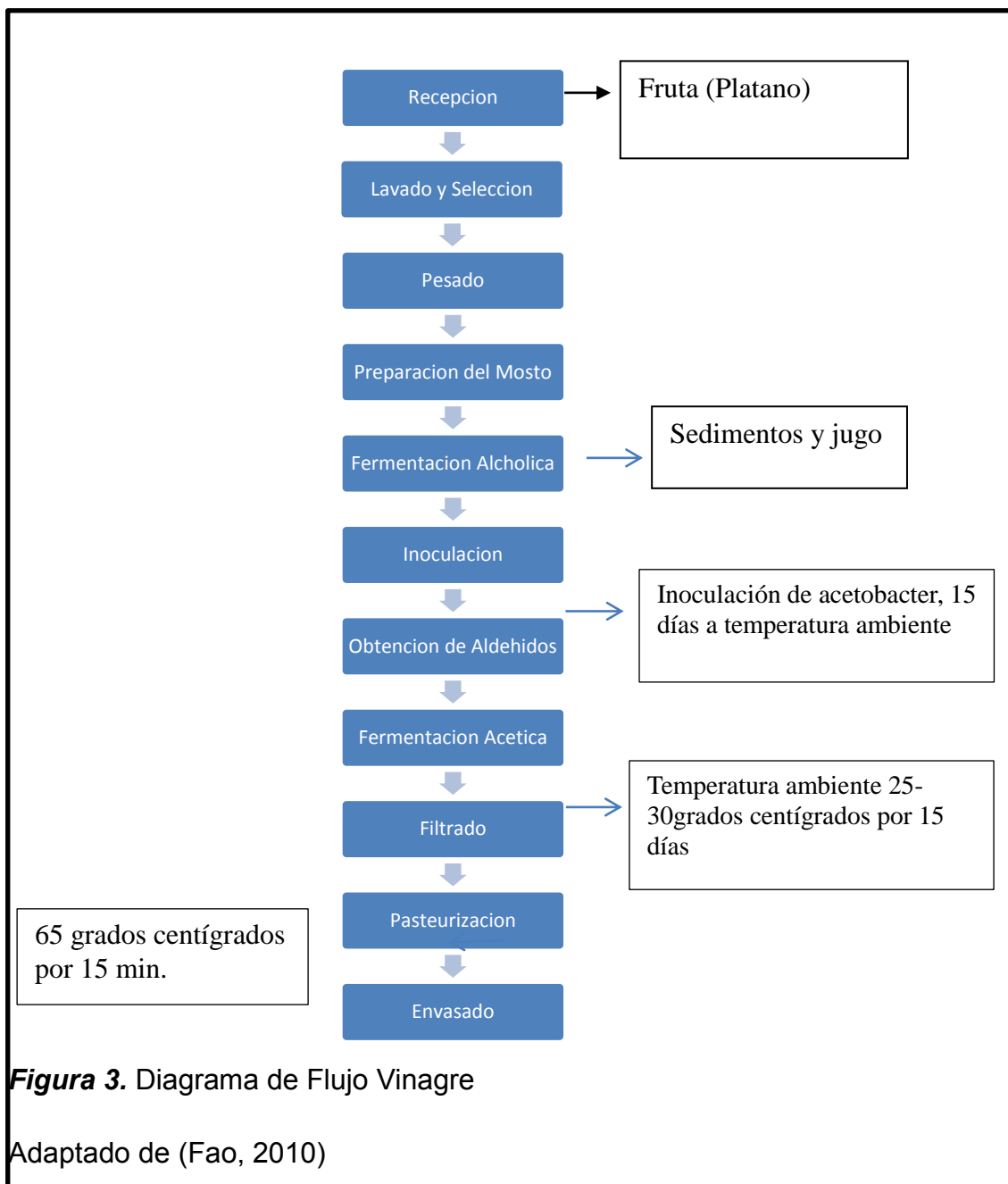
El Rendimiento de ácido se puede mejorar utilizando altas tasas de aireación durante la producción continua (Ghommidh et al 1986), por otro lado utilizando un alto porcentaje de inóculo de acetobacter que se caracteriza en convertir el alcohol etílico, C_2H_5OH , en ácido acético, CH_3CO_2H , por oxidación como se muestra a continuación:

Anaeróbico Aeróbico



El vinagre se ha utilizado tradicionalmente como conservante de alimentos ya sea producida de forma natural durante la fermentación o añadida intencionalmente, el vinagre retarda el crecimiento microbiano y contribuyen propiedades sensoriales a una serie de alimentos (salsas, ketchup, mayonesa, etc.).

De acuerdo con la FDA (Food and Drug Administration, EE.UU). El tratamiento posterior de vinagre, siguiendo conversión de sustrato a ácido acético puede incluir filtración destilación aclaración y pasteurización a $74\text{ }^\circ\text{C}$ antes de que sea embotellada. Actualmente las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) sigue siendo una de las principales preocupaciones de todos los investigadores en el campo. Las levaduras son el único organismo que se utiliza actualmente para el etanol industrial a producción a gran escala. Muchos de estos bioprocesos desarrollados recientemente para etanol están dirigidas principalmente a mejorar la productividad mediante el empleo de altas densidades de células en el fermentador. Si bien es cierto la fermentación alcohólica se limita debido a los efectos inhibitorios de ambos sustrato y el producto.



Una producción eficiente de etanol requiere cuatro componentes: hidratos de carbono fermentables, la cepa de levadura, algunos nutrientes y condiciones de cultivo simples. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* se utiliza para convertir la glucosa en alcohol etílico. La célula de levadura contiene catalizadores enzimáticos que proporcionan una vía energéticamente favorable para la reacción. La fermentación acética es el siguiente paso después de la fermentación alcohólica, donde se oxidan las moléculas de alcohol en acéticas

moléculas de ácido por la acción de bacterias (Acetobacter), dándole el sabor a vinagre característico. (Technology, 2010)

Descripción	Marca	País de Origen	Volumen (ml)	Precio US\$	Precio US\$ /Litro
Apple Cider Vinegar	365 Everyday Value*	EE.UU.	946	3,69	3,90
	Bragg Organic	EE.UU.	946	5,99	6,33
			473	3,99	8,44
	Eden Organic	EE.UU.	946	4,99	5,27
			473	3,39	7,17
Spectrum	EE.UU.	473	3,69	7,80	
Balsamic Vinegar	Colavita	Italia	503	5,99	11,91
	Elsa	Italia	250	16,99	67,96
	Spectrum	EE.UU.	503	6,99	13,90
Red Wine Vinegar	Bella Terra	Italia	250	3,99	15,96
	Colavita	Italia	503	3,69	7,34
	Eden Organic	EE.UU.	946	3,99	4,22
			473	2,69	5,69
	Napa Valley	EE.UU.	375	4,69	12,51
Spectrum	EE.UU.	503	6,99	13,90	
White Vinegar Distilled	365 Everyday Value*	EE.UU.	946	2,19	2,32
	Spectrum	EE.UU.	946	6,99	7,39
White Wine Vinegar	Colavita	Italia	503	3,69	7,34
	Spectrum	EE.UU.	503	6,99	13,90
Malt Vinegar	Gilway	Inglaterra	568	4,99	8,79
Sherry Vinegar	Napa Valley	EE.UU.	375	6,99	18,64
Brown Rice Vinegar	Spectrum	EE.UU.	375	4,99	13,31

Figura 4. Principales Marcas Vinagre a Nivel Mundial

Tabla 9. Propiedades Nutricionales Vinagre

Propiedades nutricionales del vinagre:	
Hierro	0,50 mg
Proteína	0,40 gr
Calcio	15 mg
Potasio	89 mg
Zinc	0,10 mg
Carbohidratos	0,60 gr
Magnesio	22 mg
Sodio	20 mg
Fósforo	32 mg
Azúcar	0,60 gr

Tomado de tabla nutricional/salsas/condimentos 2012

País de Origen	Cantidad (PFL)			% de Participación			% de cambio
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2011/2010
Italia	37.115.433	40.915.239	44.257.543	50,67	56,27	66,39	8,17
España	5.695.419	5.573.759	6.279.065	7,78	7,67	9,42	12,65
Japón	3.611.256	5.585.872	4.004.512	4,93	7,68	6,01	- 28,31
Francia	3.082.645	3.661.078	3.208.322	4,21	5,03	4,81	- 12,37
Filipinas	2.844.891	2.896.019	2.567.574	3,88	3,98	3,85	- 11,34
China	1.404.425	1.182.490	1.326.668	1,92	1,63	1,99	12,19
Canadá	15.827.660	9.965.994	1.151.984	21,61	13,71	1,73	- 88,44
Corea Del Sur	429.307	775.405	915.610	0,59	1,07	1,37	18,08
Taiwán	453.278	396.585	858.820	0,62	0,55	1,29	116,55
Perú	926.594	361.426	520.494	1,26	0,50	0,78	44,01
Turquía	236.271	282.724	427.670	0,32	0,39	0,64	51,27
Hong Kong	388.798	403.713	421.449	0,53	0,56	0,63	4,39
Alemania	232.458	199.519	196.654	0,32	0,27	0,29	- 1,44
Chile (Posición 26)	782	191	3.875	0,00	0,00	0,01	1928,80
Subtotal	72.249.217	72.200.014	66.140.240	98,63	99,29	99,21	-8,39
Total	73.249.278	72.716.649	66.666.311	100,00	100,00	100,00	- 8,32

Figura 5. Producción Vinagre Mundial

Tomado de Global Trade Atlas 2009

Según Global Trade Atlas la producción mundial de acuerdo al país de origen la producción de vinagre corresponde a Italia, España, Japón y Francia como los más importantes, la cantidad fue de aproximadamente 66.666.311 de los países productores de vinagre en su totalidad y una participación del 100 %.

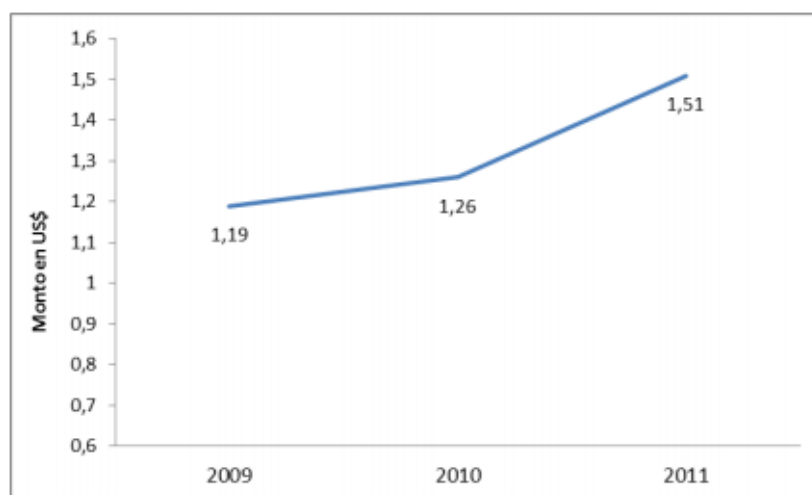


Figura 6. Valor Monetario Vinagre (1 litro)- Años 2009 al 2011

Tomado de Global Trade Atlas 2009

El vinagre según Global Trade Atlas 2009 tiene una variación de precio para los siguientes tres años, en el año 2009 el precio por litro fue de 1,19 dólares, siendo el precio más bajo y para el año 2011 se incrementó a un precio de 1,51 dólares, lo que nos hace pensar que para los siguientes años incrementará el precio del vinagre.



Tabla 10. Valor Promedio en Dólares por Litro de Vinagre Importado

País de Origen	Valor en US\$/ lt.			% de cambio
	2009	2010	2011	2011/2010
Italia	1,7	1,63	1,67	2%
España	1,33	1,25	1,25	0%
Japón	1,08	0,86	1,25	45%
Francia	1,36	1,29	1,5	16%
Filipinas	0,56	0,68	0,77	13%
China	0,99	1,16	1,5	29%
Canadá	0,1	0,1	0,6	500%
Corea Del Sur	1,4	1,25	1,16	-7%
Taiwán	1,54	1,88	0,88	-53%
Perú	0,58	1,06	0,71	-33%
Turquía	1,17	0,94	0,77	-18%
Hong Kong	1,86	1,85	2,01	9%
Alemania	1,03	1,18	1,69	43%
Total	1,19	1,26	1,51	20%

Tomado de Global Trade Atlas 2009

Según el Banco Central del Ecuador las exportaciones de vinagre y sucedáneos del vinagre obtenidos a partir del ácido acético es de 0,17 toneladas a FOB/Dólares de 0,30 expresado en miles de dólares e importaciones de vinagre y sucedáneos del vinagre obtenidos a partir del ácido acético es de 427,06 toneladas a FOB/Dólares de 794,48, CIF/Dólares es de 869,43 expresado en miles de dólares (Banco Central del Ecuador, 2014).

1.2.2. Industrias ecuatorianas (vinagre)

En el Ecuador la industria más importante de exportación de vinagre es Oriental Industria O.I.A CIA LTDA seguido de Levapan del Ecuador, Especies Exóticas, supermercados la favorita entre otras.

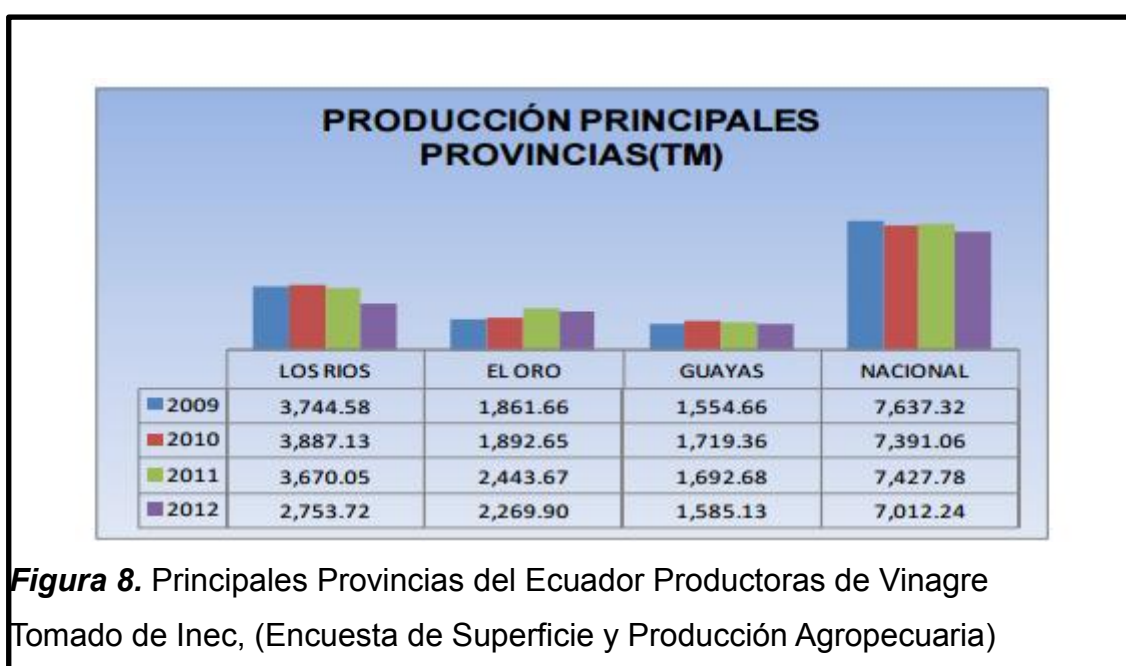


Figura 8. Principales Provincias del Ecuador Productoras de Vinagre
Tomado de Inec, (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria)

1.3. Uso de Residuos Vegetales

Ecuador, es un país con grandes dificultades en la recolección de residuos producidos a nivel local y nacional generando graves problemas en el medio ambiente. Una de las políticas que se ha desarrollado recientemente por el Gobierno Nacional son las campañas para reciclar ciertos desechos producidos

a gran escala por industrias alimenticias y agrícolas que son responsables de la acumulación de residuos sólidos y que causan enfermedades, atracción de insectos y cambios en el medio ambiente (Enciclopedia de la ecología, 1999). La escasa capacitación y alternativas de manejo han generado un incipiente desarrollo de los subproductos industriales que generan estos residuos. Se estima que en el Ecuador el 71% son desechos sólidos orgánicos, 10% desechos de papel y el 4.5% es plástico (Acuario, 1998, pg. 45).

A través del compostaje, siendo un proceso de transformación de la materia prima para obtener un compost o abono natural se requiere realizar una investigación donde se elabore un micro-escalado de vinagre a partir de los residuos del plátano.

Según estudios realizados y el desarrollo de la agrotecnología se ha demostrado la factibilidad para obtener productos a partir de residuos vegetales, como plásticos biodegradables, aprovechamiento de la celulosa del plátano para la elaboración de empaques biodegradables (Grisales Meneses, 2004), biocombustibles hechos de los residuos del plátano donde se obtiene un compuesto llamado dimetilfurano que se utiliza como aditivo para esta elaboración, (Aguirre, 2008). En el caso de la industria alimenticia también tiene varias funciones como la elaboración de vinagre después de la obtención de ácido acético que se utiliza para conservas alimenticias.

En busca de algunas alternativas consideradas para mejorar la matriz productiva del Ecuador se opta por el desperdicio del plátano como lo es raquis, pseudotallo y cáscara que no tienen ningún uso reconocido dentro del mercado nacional y es absolutamente utilizado como abono de la misma planta en un porcentaje muy pequeño. En Ecuador se genera gran cantidad de residuos ligno-celulósicos como resultado del cultivo de plátano (ricos en celulosa, hemi-celulosa y lignina). (Department of chemical Engineering, 2010) Según experimentos basados en residuos vegetales el etanol hecho por residuos del plátano tiene que estar estrictamente bajo técnicas de control,

utilizando análisis bromatológicos en su materia cruda ya que muchos de ellos se encuentran recubiertos con agroquímicos, sin embargo el etanol se considera un producto biodegradable que al momento de su producción llega a tener una óptima caracterización para su consumo. Para ello se debe tomar en cuenta algunos compuestos de las cáscaras para su posterior elaboración como lo es almidón, celulosa y hemicelulosa que representan más del 80 % de la cáscara ameritando el estudio de ésta como fuente de carbono. La hidrólisis ácida de cáscara de plátano produce 20 g/l de azúcares reductores, pH 0.8 en 5 horas se logra conversión completa a azúcares reductores y no se nota ningún efecto inhibitorio por parte de los cultivos realizados con cáscara de plátano y por la formación de compuestos tóxicos al hidrolizar la celulosa en el plátano. (Monsalve, 2006).

Alrededor de la quinta parte del total de la cosecha de plátanos es desechada inadecuadamente, cuando los racimos de plátano llegan a la estación central de recolección, los plátanos dañados son eliminados debido a que pueden causar una contaminación microbacteriana, la pulpa de los plátanos que son desechados, suele ser utilizada de manera industrial para la producción de harina o almidón de plátano.

Mientras que la producción de almidón podría producir una salida válida para el plátano de desecho, también hay posibilidad de mercados comerciales para los otros componentes de la pulpa que queda después de la producción de almidón (Department of food Science, 2004)

Dentro de los residuos, la cáscara de plátano de desecho podría ser una rica fuente de bajo costo de la fibra dietética.

Otros usos que se le da a los desechos como los sedimentos en la producción del plátano es el abono conocido como compostaje que sirve como alimento para los animales. Todos los procesos de manejo de residuos aportarán grandes beneficios al medio ambiente.

1.4. Estreptomina

Estreptomina. Es un antibiótico que pertenece a la familia de los Aminoglucósidos por fermentación, obtenido en 1943 por el químico ruso Selman Waksman y sus colaboradores Elizabeth Bugie y Albert Schatz, del hongo *Streptomyces griseus*. Su importancia se debe a que fue la primera sustancia química de actividad antimicrobiana contra el *Mycobacterium tuberculosis* conocido como el bacilo de Koch.

1.4.1. Estructura Química

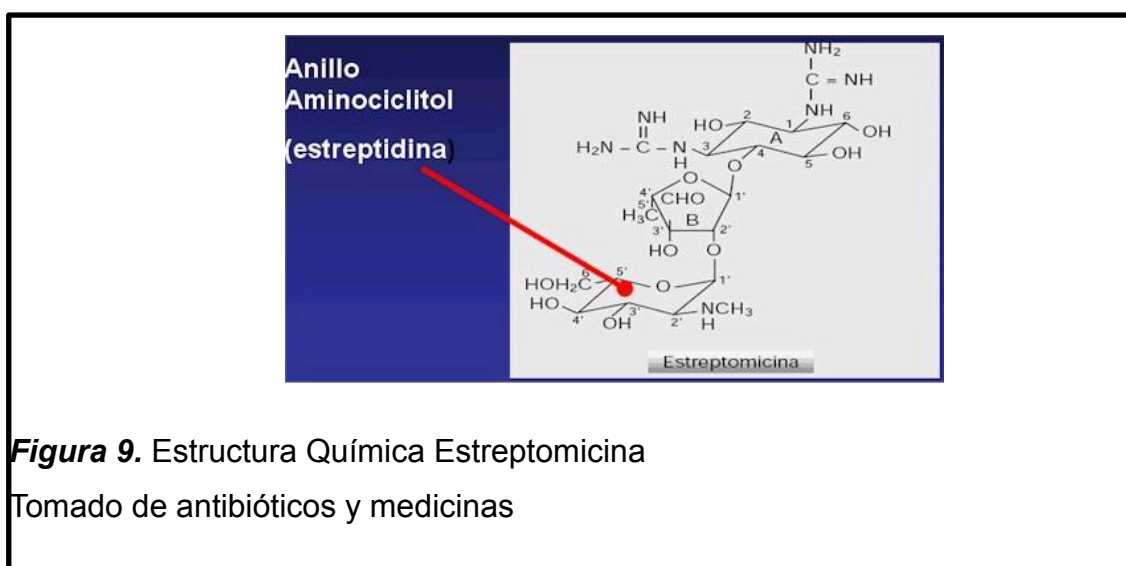


Figura 9. Estructura Química Estreptomina

Tomado de antibióticos y medicinas

Molécula compuesta de estreptidina y estreptobiosamina, que es un disarido compuesto de estreptos y n-metil-1 glucosamina, es un antibiótico de tipo glicosídico.

Características Físicas

Es un polvo blanco, de sabor amargo, soluble en agua, poco soluble en alcohol e insoluble en solventes orgánicos, éter y cloroformo, es estable, pero sus soluciones deben refrigerarse, es estable al aire y a la luz y se altera por el calor (Calderón, 2008)

1.4.2. Espectro de Actividad

La estreptomicina muestra actividad antimicrobiana contra las bacterias gram negativas específicamente las de tipo aerobio, como es el *Mycobacterium tuberculosis* causante de la tuberculosis. También ataca algunos cocos gram positivos, no deben usarse como monoterapia sino en combinación con drogas como betalactámicos o vancomicina por su efecto sinérgico, particularmente en la terapia contra *Enterococos*, *Estafilococos*, *Streptococo Viridans* y *Listeria* (Villalba, 2008)

1.4.3. Usos

La estreptomicina tiene además otros usos habituales, como plaguicida para controlar plagas bacterias en los cultivos agrícolas, como puede ser el caso del fuego bacteriano, enfermedad producida por *Erwinia amylovora*. En la actualidad existen unos 16 productos plaguicidas con estreptomicina registrados (Antibióticos, 2009)

1.5. Erwinia Spp.

Es un organismo Fito patógeno que afecta al cultivo de plátano, el cual presenta sus daños principalmente en los pseudotallos y en rizomas, pero de igual manera puede afectar a los hijos o nuevos tallos con pudrición y manchas en las hojas de abajo hacia arriba, con un ligero mal olor, mientras que en los pseudotallos se presenta en cualquier etapa del desarrollo de la planta con un color final oscuro y café presentándose como manchas irregulares y se localiza generalmente a 1m de altura de la superficie del suelo, donde los primeros daños se da en partes externas avanzando hacia partes internas causando la descomposición y debilitación del pseudotallo (Agrios, 1996)

En los hijos afectados, se puede observar la pudrición de forma acuosa con un color oscuro en las vainas lo cual va impidiendo su correcto desarrollo, por esa

razón al momento de realizar la siembra se realiza una germinación pobre y esto lleva al enanismo y el color amarillo en plantas jóvenes, esto produce que se retrase la cosecha, aumentando el porcentaje de rechazo al momento de clasificar el producto.

Estas pudriciones se presentan en las flores con un color marrón oscuro que avanza hacia los frutos que están empezando a germinar produciendo una pudrición oscura y acuosa en forma de estrías cerca de la corona. La bacteria también suele ingresar por las heridas generadas por las labores diarias o por caída de flores (Almodóvar, 1997)

Los daños causados en la planta y en las raíces se presentan en la parte foliar causando el antes mencionado retardo al crecimiento de la planta y en algunos casos causando la muerte de la planta causando su caída.

Todo este desarrollo de los daños se produce por transmisión y diseminación de la bacteria al momento de usar semillas enfermas o la resiembra de hijos contaminados, al momento de usar materiales de cosecha o trabajo diario en plantas sanas que antes han sido utilizadas en plantas ya afectadas multiplicando la contaminación en todo el cultivo disminuyendo la densidad por metro cuadrado y la producción por hectárea (Augura, 1997)

A simple vista se puede observar la presencia de esta bacteria tan dañina para la producción y el cultivo ya que se presenta con manchas en el tallo y en hojas con un color oscuro pero al momento de realizar el deshoje se puede controlar de manera momentánea para que exista una menor propagación de la bacteria en toda la planta, para tener un mayor control y reducir la propagación en toda el área de cultivo lo correcto sería el desenterrar la planta afectada y tratar el área con productos especializados de manera al boleó (Ordosgoltti, 1987)



Figura 10. Ubicación de Materia Prima Para la Producción de vinagre.

1.6. Ubicación de Materia Prima Para la Producción de vinagre

La materia prima es procedente en la hacienda Santín, parroquia Patricia Pilar, cantón Quevedo, provincia los Ríos, Ecuador.

1.6.1. Ubicación Geográfica



Figura 11. Mapa Provincia de Los Ríos



Figura 12. Mapa Cantón Quevedo



Figura 13. Mapa Parroquia Patricia Pilar

Tabla 11. Ubicación Geográfica Patricia Pilar (Hacienda Santín)

Latitud en Quevedo	-79.5
Longitud	-1.1833
Altitud	79 msnm

1.7. Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizara es el de Diseño Completamente aleatorio de 2^2 el estudio estadístico utilizado nos da a conocer el Análisis de Varianza (ANOVA), donde las muestras obtenidas nos indicara si existe alguna diferencia estadística donde los parámetros a conocer son diarios para la tener un porcentaje de confiabilidad del 95%, En el cálculo de significancia entre las repeticiones se utilizara Rangos Múltiples de Tukey (5%). Se realizara estos cálculos con el programa estadístico IBM SPSS Statistics 22.

En la hacienda Santin productora de plátano orgánico variedad Harton Dominique tomamos los residuos vegetales como materia prima para la producción de vinagre como biocida contra la Erwinia, los parámetros estudiados fueron: la respiración anaerobia y aerobia, el porcentaje de levaduras como pre tratamiento y como tratamiento final fue: la panela para la fermentación alcohólica, el inculo para obtener concentración de ácido acético al 1%, los tratamientos estaban con extracto de jugo 250ml y las 12 botella de 700ml.

Tabla 12. Tratamientos en la Producción de Vinagre

T1	Testigo
T2	Respiración anaerobia, aerobia
T3	Concentración de levaduras

Utilizamos dos aditivos para obtener una mayor eficiencia en los tratamientos de vinagre como es la panela e inculo en diferentes dosis en un diseño experimental completamente aleatorio de 2^2 con sus tres repeticiones para garantizar el mejor tratamiento y producirlo.

Tabla 13. Tratamiento a Comprobar para la producción de vinagre

T	Testigo
Aa	16gr panela + 10ml inculo
Ab	20gr panela + 20ml inculo
Ba	0gr panela + 10ml inculo
Bb	0gr panela + 20ml inculo

1.8. Parámetros a Evaluar

1.8.1. Concentración de levaduras

Porcentaje de levadura óptimo para obtener en el menor tiempo posible fermentación alcohólica (0.05%, 0.1% y 0.2%)

1.8.2. Jugo de residuos vegetales con panela

Aumentar grados Bx 10 al 12 para optimizar la fermentación alcohólica

1.8.3. Inculo para aumentar la concentración acética del vinagre

Aumentamos el inculo 10ml a 20ml para obtener una concentración acética apta para utilizarle como biocida.

2. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO DE LA MATERIA PRIMA

2.1. Residuos Vegetales de Tallos y Hojas

2.1.1 Análisis bromatológico

Para proceder a utilizar materias primas vegetales es necesario obtener análisis de laboratorio para su beneficio en su posterior producción y la verificación de inocuidad para su uso.

2.1.2 Determinación de humedad

Todos los alimentos que hayan sido sometidos a un proceso de industrialización contiene agua en mayor o menos proporción en un rango de (60 a 95%), para determinar la humedad es necesario que algunas muestras vegetales sean sometidas a temperaturas altas para su absorción y controlar la humedad de la muestra.

Existen varios métodos por secado para valorar el contenido de humedad en los alimentos; donde se calcula el porcentaje en agua por la pérdida en peso debido a su eliminación por calentamiento bajo condiciones normalizadas. (Kirk et al, 1996).

Tabla 14. Materiales para Determinación Humedad (Plátano)

• Hojas y tallo de plátano	• 2 a 3 gramos
variedad (<i>Harton Dominique</i>)	
• Tiempo	• 3 horas
• Temperatura (estufa)	• 100-120 grados centígrados
• Crisoles	• 5 crisoles
• Mufla	• 350 grados centígrados

El método para la determinación de humedad consta de obtener 2 a 3 gramos de materia prima (tallos y hojas de plátano) y poner en la estufa en papel aluminio durante 3 horas en una temperatura de 110 – 120 grados, luego ponemos la materia prima seca en crisoles tapados a 350 grados centígrados para determinar la humedad.

2.1.3 Método por secado en estufa

Este método se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación de agua, para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad de compuestos volátiles, la temperatura de la estufa puede variar de acuerdo a la muestra que se va a estudiar, pero la temperatura más utilizada para varios alimentos es de 130 grados centígrados. (Freeman, 2013)

2.1.3 Método por secado en termobalanza

Se basa en evaporar de manera continua la humedad de la muestra y el registro continuo de la pérdida de peso, hasta que la muestra se sitúe en peso constante, el error del resultado se minimiza cuando la muestra no se expone al ambiente (Nollet, 1996) .

2.1.5 Método de destilación azeotrópica

Se basa en la destilación simultánea del agua con un líquido inmiscible de alto punto de ebullición como el tolueno en proporciones constantes. (Nollet, 1996).

2.1.6 Análisis de minerales

Las cenizas de las muestras son el residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica, las cenizas de los alimentos deberán estar comprendidas entre ciertos valores, lo cual facilitará su identificación. En las

muestras vegetales al momento de calcinarlas predomina el potasio y en las animales el sodio, la temperatura de la mufla debe estar a 500 grados centígrados.

Otros métodos son los análisis de cenizas totales que nos garantiza para cuantificar la totalidad de minerales en alimentos y se basa en la descomposición de la materia orgánica quedando solo materia inorgánica en la muestra, es eficiente ya que determina tanto cenizas solubles, insolubles y solubles en medio ácidos, y el último método de cenizas es la determinación en medio húmedo que se basa en la descomposición de materia orgánica en medio ácido y la materia inorgánica puede ser identificada por algún método analítico.

La determinación de minerales en los alimentos se basa en la titulación complejométrica con EDTA o algún método analítico como el espectrofotómetro que cuantifica el porcentaje de minerales contenidos en los alimentos.

Tabla 15. Material para Método de Minerales

Cenizas	5 muestras
Mufla	350 grados centígrados
Crisoles	5 unidades
Mechero	1 unidad
Papel filtro	5 unidades
Embudos y tubos de ensayo	5 unidades por cada uno
Pinzas para tubos de ensayo	5 unidades

Tabla 16. Reactivos para Método de Minerales

REACTIVOS	
Agua destilada	2-3 ml
Ácido clorhídrico	1,63 M en 10 ml de agua destilada

Agregar 2-3 ml de agua en las muestras (cenizas) para humedecerlas y poner 10 ml de ácido clorhídrico en 2 moles /L, agregar cada muestra en los tubos de ensayo. Coger con pinzas y llevarlos al mechero hasta que la muestra este en ebullición dejarla enfriar por 1 minuto, cuando ya esté frío filtrar el contenido con papel filtro, recibiendo el filtrado para el análisis de resultado en el espectrofotómetro mediante kits de minerales.

Formula de transformación de ácido clorhídrico

10 ml HCl en 2 M

$M = n/L$ solución

$M = m/PM * L$ solución = $m = M * PM * L$ solución

$m = 2M * 36.5 * 0.010$ L

$m = 0.73$ gr HCl

$m = d/v$

$V = 1.19$ gr/ml / $0,73$ gr HCl

$V = 1.63$ ml HCl

$d = 1.19$ gr/ml

2.2 Extracto de los Residuos Vegetales del Plátano

2.2.1 Análisis de pectinas

Las soluciones de pectinas incluyen polisacáridos que pueden ser extraídos con agua caliente, o añadiendo agentes quelantes como EDTA u oxalato de amonio al medio de extracción para liberar

Tabla 17. Materiales para el proceso de Análisis de Pectinas

Cenizas del tallo y hojas del plátano	3 gr
Etanol	10 ml
Embudo	1 unidad
Filtro	1 unidad
Matraz	1 unidad
Estufa	100° C

Colocar 3 gr de muestra, en un embudo con filtro y extraer con una solución de oxalato de amonio durante 2 horas a 85° C, combinar los filtros y acidificar con ácido clorhídrico, aumentar etanol agitar y dejar sedimentar el precipitado. Transferir el precipitado al embudo y lave con etanol al 70 % y ligeramente acidificado con HCl, seguido con etanol y acetona, colocar la muestra en el crisol y poner en la estufa a 100° C hasta secar completamente, el residuo es el resultado de pectinas. (Southgate, 1991)

2.2.2 Análisis azúcares en solución

Se utilizan algunos reactivos como acetato de plomo en una solución de acuosa saturada y el exceso se elimina con oxalato de plomo (Southgate, 1991).

Tabla 18. Materiales Para el Análisis de Azucares en Solución

Jugo de tallo y hojas de plátano	100 ml
Papel filtro	5 unidades
Matraz aforado	2 unidades
Acetato de plomo	Saturado en 1 ml
Oxalato de sodio	0.5 ml
Embudo	2 unidades

Proceso para la determinación de azúcares en solución

Colocar la muestra en un matraz aforado de 100ml, diluir 50 ml y tratar con 1 ml de solución saturada de acetato de plomo, filtrar y poner el embudo recuperando una solución clara, para eliminar el exceso de acetato de plomo adicionar oxalato de potasio y filtrar por segunda vez, esto nos dará el resultado en un refractómetro.

2.2.3 Análisis de Aldehídos y Cetonas

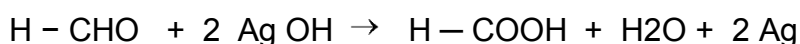
Oxidación del Reactivo de Tollens:

Un aldehído al oxidarse produce un ácido del mismo número de carbonos. Si reacciona con el reactivo de Tollens aprovecha esta capacidad de los aldehídos para liberar la plata obteniéndose una deposición de la plata metálica:

Formación del reactivo de Tollens: $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{AgOH}$

Al liberarse la plata metálica se produce el efecto de espejo

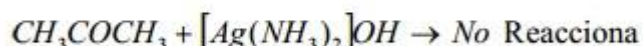
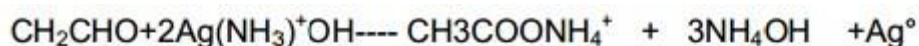
b) Reacción positiva



Metaldehído

A. Metanoico

En dos tubos de ensayo agregar 1 ml jugo de tallo y hojas de plátano, añadir 3 ml de reactivo de Tollens a cada uno y llevar a baño maría por 2 a 5 minutos



Acetona Tollens

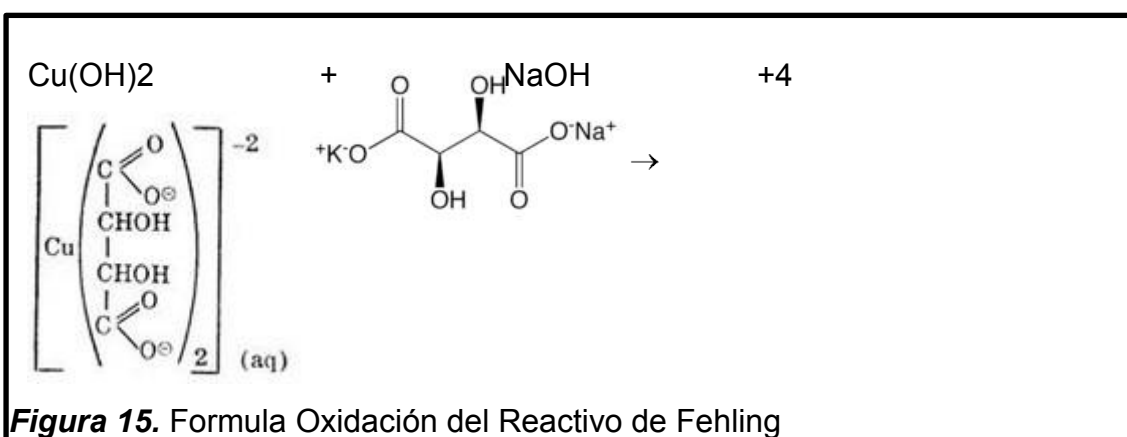
Figura 14. Fórmula Oxidación del Reactivo de Tollens

Oxidación del Reactivo de Fehling:

Un aldehído al oxidarse en presencia del reactivo de Tollens produce la liberación oxido de cobre de un color muy característico ladrillo.

Reactivo de Fehling

El reactivo de Fehling se lo forma a partir del tartrato de Na y K.



Si la reacción es positiva se produce un precipitado rojo ladrillo de Cu_2O (Carrillo,2010).

Añadir 3ml de reactivo de Fehling (1,5 de F.A; 1,5 FB) y 1 ml de muestra de jugo de tallo y hojas de plátano y llevar a baño maría por 2-5 minutos.

Tabla 19. Materiales para el Análisis de Aldehídos y Cetonas

Materiales y Reactivos	cantidad
Tubos de ensayo	6
Vasos de precipitación	2
Trípode	2
Malla de amianto	2
Mechero	2
Pinzas para tubo de ensayo	2
Reactivo de Fehling	1
Reactivo de Tollens	1

3 FORMACIÓN DE ALCOHOL EN EL EXTRACTO

3.1 Pre tratamiento

3.1.1 Medición de PH en primer y segundo diseño experimental

Tabla 20. Materiales Medición PH

Materiales	Cantidad
pH- metro	1 unidad
Tiras de pH	52 unidades
Vaso de precipitación	3 unidades

Con el pH- metro sacamos un poco de muestra y lo colocamos en un vaso de precipitación y obtenemos la medida requerida en cada muestra al igual que las tiras de pH.

3.1.2 Método para verificación de sólidos totales (grados BX)

TDS es una medida de la materia en una muestra de agua, más pequeñas de 2 micrones (2 millonésimas de un metro) y no pueden ser removidos por un filtro tradicional. TDS es básicamente la suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua. TDS es clasificado como un contaminante secundario por la Agencia de Protección Ambiental de los EU (USEPA) y se sugiere un máximo de 500 mg/L en agua potable. Éste estándar secundario se establece porque TDS elevado proporciona al agua una apariencia turbia y disminuye el sabor en ésta. Personas no acostumbradas al agua con alto contenido de TDS pueden experimentar irritación gastrointestinal al beber ésta. TDS también pueden interferir con equipos de tratamiento y es importante considerarlo al instalar un sistema de tratamiento de agua. Tratamiento de agua por TDS puede lograrse por ósmosis reversa o destilación. (“Elaboración de Salsa de ají y Productos Derivados”, Marcia González Pino, 1995).

Colocamos 1 ml de muestra en el refractómetro de 0 a 32 % Bx para saber cuántos sólidos totales existen en el vinagre de tallo y hojas de plátano.

3.1.3 Porcentaje de Levaduras

Las levaduras son de 0,05%, 0,1%, 0,2% para determinar el mejor porcentaje de levaduras al momento de obtener fermentación alcohólica en el extracto de residuos vegetales del plátano, para esto hicimos tres repeticiones de cada experimento con medio aerobio y anaerobio.

Para obtener la solución de levaduras contamos con agua, levaduras, plancha de calentamiento, probeta de 5ml como materiales para su activación.

En 0.05%

Ponemos (0.175 gr en 0,25ml de agua) en una botella y multiplicamos por tres para sus tres repeticiones.

En 0.1%

Ponemos 1.05 gr de levaduras y 1.5 ml agua incluyendo sus tres repeticiones.

En 0.2% utilizamos 2.1 gr de levaduras en 3ml de agua con sus repeticiones.

Cada uno de la solución de levadura la calentamos y ponemos el inculo en el jugo de residuos vegetales de plátano en los diferentes tratamientos.



Figura 16. Porcentaje de Levaduras.



Figura 17. Porcentaje de Levaduras.

4 OXIDACIÓN DE ALCOHOL A ÁCIDO ACÉTICO

La investigación logro sembrar el inoculo para la producción de vinagre con el fin de no necesitar producción química para su procesamiento.

4.1 Inoculación para el Extracto de Plátano

4.1.1 Método de análisis para microorganismos (Tinción Gram)

Tabla 21. Materiales Análisis (Tinción Gram)

MATERIALES Y REACTIVOS	CANTIDAD
Cristal violeta	1 ml
Reactivo Lugol	1 ml
Alcohol Cetona	1 ml
Safranina	1 ml
Porta objeto	2 unidades
Cubre objetos	2 unidades
Microscopio	1unidad

Se hizo el frotis de la muestra de microorganismo en el porta objetos y lo dejamos secar, ponemos cristal violeta y dejamos esperar por un minuto, el siguiente paso es poner 1 ml de reactivo lugol y esperamos 20 segundos, lavamos la muestra con agua destilada y ponemos alcohol cetona para desteñir las bacterias que se deben teñir con el violeta de genciana. Es la parte más importante de la prueba, ya que si se deja demasiado tiempo se desteñirían todas las bacterias. Después se lava de nuevo con agua para eliminar el alcohol. Y por último colocamos 1 ml de safranina cubrimos con el cubre objetos y lo vemos en el microscopio.

Tabla 22. Materiales Para la Elaboración de Medio de Cultivo RAE

Materiales y Reactivos	Cantidad
Plancha de calentamiento	1
vasos de precipitación 250ml	4
Balanza	1
Agitador	1
Imán	1
pipeta	1
Extracto de levadura	10gr
cetona	2ml
Ácido acético	10ml
sacarosa	15gr
Bacto agar	10gr
glucosa	40ml
peptona	10gr
Fosfato Sódico	3,38gr
Ácido cítrico	1,5gr
Etanol	20ml
Agua destilada	1 litro

Aforamos con agua estéril todos los materiales en los vasos de precipitación en la plancha de calentamiento a una temperatura de 90 grados centígrados, el imán lo ponemos dentro de los vasos para su constante movimiento, el agar RAE es un medio de cultivo líquido y sirve para microorganismos con PH ácido como el aceto bacter. Lo utilizamos para inocular los microorganismos que estuvieron en el jugo de tallo y hojas de plátano.

Utilizamos 10ml y 20ml de inoculo para el experimento con sus tres repeticiones para la transformación acética y tener vinagre.

4.1.2 Análisis de pH

Medición de pH en primer y segundo diseño experimental

Tabla 23. Materiales Medición PH

Materiales	Cantidad
pH- metro	1 unidad
Tiras de pH	52 unidades
Vaso de precipitación	3 unidades

Procedimiento para medir el PH en los tratamientos de vinagre

Con el pH- metro sacamos un poco de muestra y lo colocamos en un vaso de precipitación y obtenemos la medida requerida en cada muestra al igual que las tiras de pH.

4.1.3 Método para verificación de sólidos totales (grados BX)

TDS es una medida de la materia en una muestra de agua, más pequeñas de 2 micrones (2 millonésimas de un metro) y no pueden ser removidos por un filtro tradicional. TDS es básicamente la suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua. TDS es clasificado como un contaminante secundario por la Agencia de Protección Ambiental de los EU (USEPA) y se sugiere un máximo de 500 mg/L en agua potable. Éste estándar secundario se establece porque TDS elevado proporciona al agua una apariencia turbia y disminuye el sabor en ésta. Personas no acostumbradas al agua con alto contenido de TDS pueden experimentar irritación gastrointestinal al beber ésta. TDS también pueden interferir con equipos de tratamiento y es importante considerarlo al instalar un sistema de tratamiento de agua. Tratamiento de agua por TDS puede lograrse por ósmosis reversa o destilación. (“Elaboración de Salsa de ají y Productos Derivados”, Marcia González Pino, 1995).

Procedimiento para reconocer grados BX en tratamientos de vinagre

Colocamos 1 ml de muestra en el refractómetro de 0 a 32 % Bx para saber cuántos sólidos totales existen en el vinagre de tallo y hojas de plátano e incluimos panela para subir los grados Bx.

Tabla 24. Materiales para la Determinación de ácido acético

MATERIALES Y REACTIVOS		CANTIDAD
Matraz erlenmeyer	25 ml	1
Vaso de precipitación	100 ml	1
Hidróxido de sodio (1M)	25 ml	
Fenolftaleína	3 ml	
Soporte Universal		1

4.1.4. Procedimiento para la determinación de ácido acético en jugo de tallo y hojas de plátano (Harton Dominique)

Método acidez titulable

Para saber el contenido de ácido acético de un vinagre procedemos a valorarlo. Para ello medimos 100 mL del vinagre, lo echamos en un matraz erlenmeyer, diluimos hasta unos 25 -30 mL (no importa el volumen final) y añadimos 1 ml fenolftaleína como indicador. La bureta se llena con disolución de NaOH de concentración conocida (1 M). Una vez listo el montaje comenzamos a valorar vertiendo lentamente la disolución de hidróxido de sodio sobre el vinagre, al tiempo que se agita el matraz. El vertido se continúa hasta que el indicador vire al color violeta. Cerramos entonces la bureta y medimos el volumen de disolución vertida. Es conveniente realizar más de una valoración con el fin de minimizar el error cometido. (Cervantes,2011)

Formulación

(n) ml base 1ml NaOH/1000 ml base = R moles NaOH

R moles CH₃COOH/10 ml vinagre *1000 ml vinagre / 1 L
= R2 en moles

Peso atómico

C₂H₄O₂ = 24+4+32 = 60 g/mol

R2 * 60 g/mol = R3

R3 * 100/ 1000 = % ácido acético.

5 EVALUACIÓN POR EFECTO ACCIÓN BIOCIDA EN ESTUDIO

5.1 Métodos de dilución en discos de sensibilidad contra Erwinia utilizando ácido acético del 1 al 5 % y el antibiótico comercial estreptomycinina.

Tabla 25. Materiales para el Análisis en Discos de Sensibilidad

Materiales	Cantidad
Ácido Acético	1 ml
Agua Salina (evita el daño de la membrana del microorganismo)	1 ml
estreptomycinina	1ml
Papel filtro	1 unidad
Cajas Petri (agar PDA)	4 unidades
Isopo Esterilizado	4 unidades
erwinia	1 muestra
mechero	1 unidad

Proceso de análisis de disco de sensibilidad contra la Erwinia utilizando ácido acético y estreptomycinina.

Utilizamos 4 cajas Petri e hicimos un frotis estriado simple con Erwinia utilizando 4 diferentes hisopos y diluyendo la muestra de Erwinia en agua salina para evitar el daño de la membrana. A las 4 cajas Petri pusimos el papel filtro mojado en ácido acético al 1,5 %, y al 5 %, también pusimos el disco de estreptomycinina para averiguar la inhibición de Erwinia con estos agentes e inoculándoles por tres días a una temperatura de 25 grados centígrados.

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Análisis Físico y Químico de Tallos y Hojas del Plátano

6.1.1 Resultados de la Determinación de Humedad

Tabla 26. Resultados Muestras Para Determinación de Humedad

Muestras	Peso húmedo	Peso seco	Cenizas
1	10.58	1.4	0.60
2	10.70	1.6	0.75
3	11.15	1.9	0.90
4	06.86	1.1	0.32
5	10.10	1.3	0.56

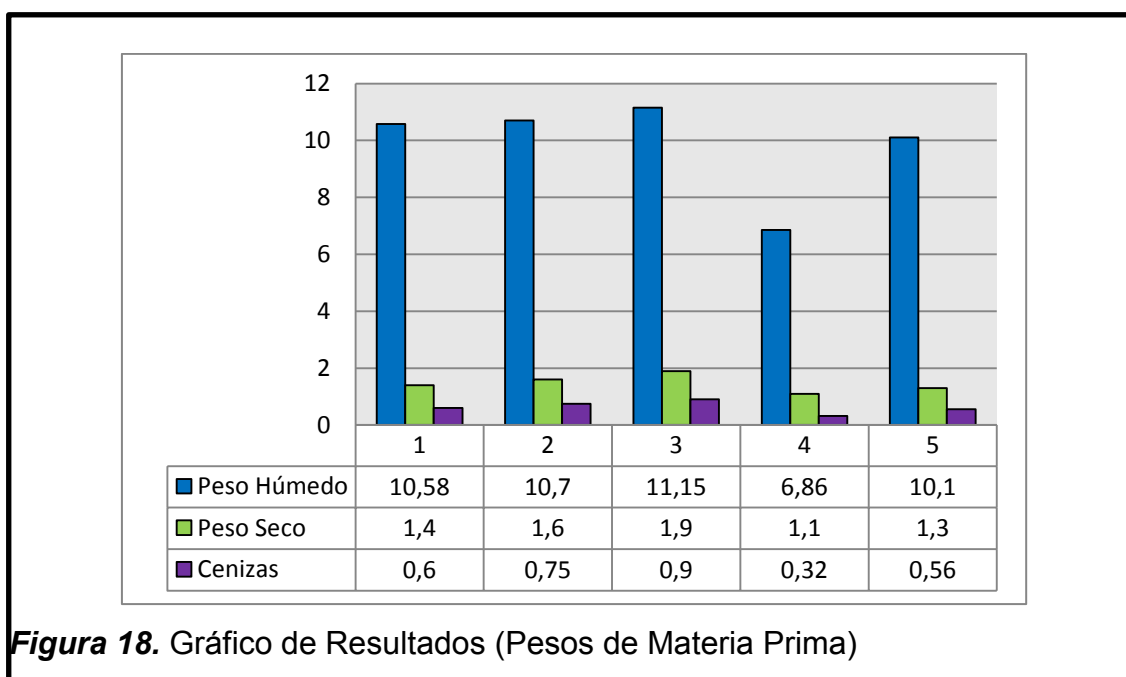


Figura 18. Gráfico de Resultados (Pesos de Materia Prima)



Figura 19. Fotografía de Tallo y Hojas de Plátano

Formula

H = humedad

Peso de crisol (1.2 gr)

$H = (\text{materia húmeda} - \text{materia seca}) / (\text{materia seca} - \text{peso recipiente}) * 100$

Tabla 27. Resultados de Porcentaje de Humedad

MUESTRAS	RESULTADOS
1	4.59 %
2	2.27 %
3	1.32 %
4	5.76 %
5	8.80 %

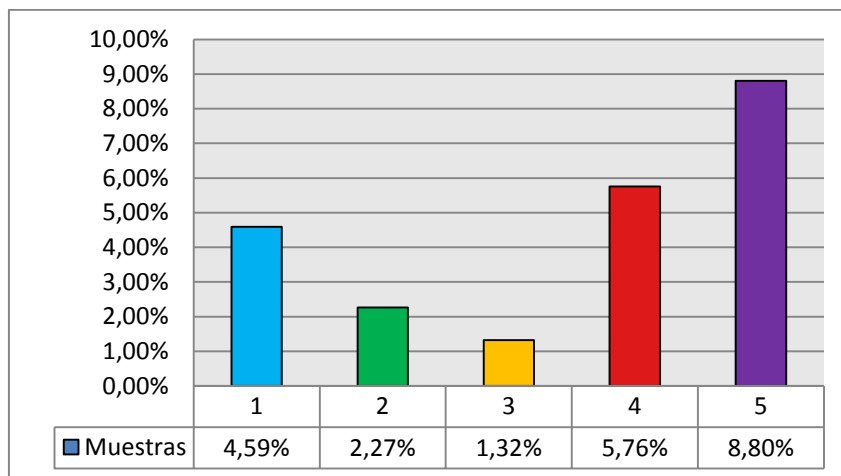


Figura 20. Gráfico de Resultados de Porcentaje de Humedad

Tomamos en cuenta el peso húmedo de cada muestra siendo diferente, por esa razón tenemos diferente porcentaje de humedad en las diferentes repeticiones para garantizar el correspondiente uso en cada una de ellas.



Figura 21. Fotografía de Tallo y Hojas de Plátano en Peso Seco

6.1.2 Resultado de la determinación de Análisis de Minerales

Tabla 28. Resultados de Minerales por Espectrofotometría

MINERALES	RESULTADO	TIEMPO
Nitratos	3 mg / L	10 min
Fosfatos	0.05 mg / L	10 min
Zinc	0.86 mg / L	01 min
Hierro	0,51 mg / L	05 min
Manganeso	0.68 mg / L	05 min
Potasio	2.45 mg / L	03 min
Plomo	No tiene	03 min
Aluminio	No tiene	05 min
Cadmio	0.12 mg / L	10 min
Cloro	No tiene	03 min

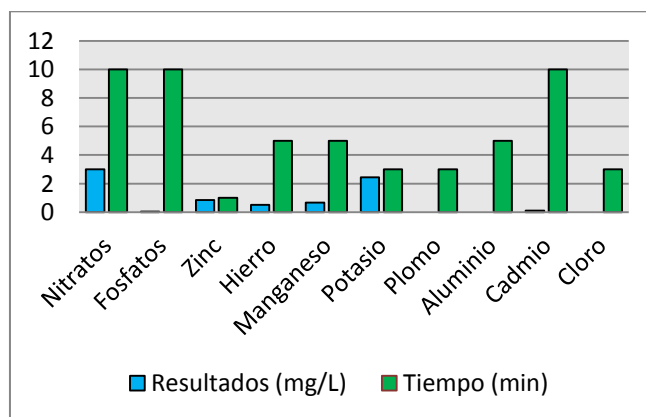


Figura 22. Gráfico Resultados de Análisis de Minerales



Figura 23. Fotografía Resultados Análisis de Minerales

Existe cadmio en la materia prima ya que el Ecuador en sus suelos posee cadmio en bajas cantidades es por esa razón que es más difícil exportar nuestro plátano ecuatoriano variedad *harton Dominique*. según el INIAP y CORPEI el cadmio proviene de forma natural, mediante las erupciones volcánicas, la mineralización del material parental o inducidas por el hombre (antropogénicas), donde sobresale las explotaciones de minas, quemas de basuras urbanas, uso de lodos urbanos en la agricultura, agroquímicos, gases provenientes de las industrias, quema de combustibles fósiles, entre estos el carbón, contaminación por derivados del petróleo al secar el cacao en carreteras, el Instituto de Alemania para el análisis de riesgos BFR señalo que la dosis mínima de cadmio para productos alimentarios es de 0,1 a 0,3 mg por kilogramo de producto. etc. (Mite, 2008).

En una de nuestras replicas encontramos plomo en las muestras al realizar este análisis, la respuesta a esto es que hubo contaminación cruzada en el laboratorio de ambiental por la estufa y mufla debido a que trabajan con minerales pesados, sin embargo esto fue controlado para verificar nuestro análisis de materia prima (cenizas de tallo y hojas de plátano) es orgánico.

6.2 Resultados en el extracto de residuos vegetales de plátano

6.2.1 Resultado del análisis de pectinas

El resultado fue 0.08 gr de pectinas de las cenizas del tallo y hojas del plátano en 200 ml de solución, sin embargo el conocimiento de este resultado nos da a conocer que las pectinas nos puede servir para otro subproducto debido a que sirve como aglutamiento en algunos productos.



Figura 24. Fotografía de Análisis de Pectinas

6.2.2 Resultado para la determinación de azúcares en solución

- Es de 1 a 2 grados Bx de azúcar en 100 ml de jugo de tallo de plátano.
- Es de 1,5 a 2 grados brix en 100 ml de jugo de tallo de plátano.
- Es de 2 a 2,5 grados Bx en 100 ml de jugo de tallo de plátano.

El promedio de grados Bx en tres repeticiones es de 1.83 lo que nos da a conocer que el tallo de plátano no tiene la suficiente cantidad de azúcar para la

formación de alcohol por lo tanto debemos administrar azúcar hasta subir a 12 grados Bx



Figura 25. Análisis de Azúcares en Solución

6.2.3 Resultados de Fehling y Tollens

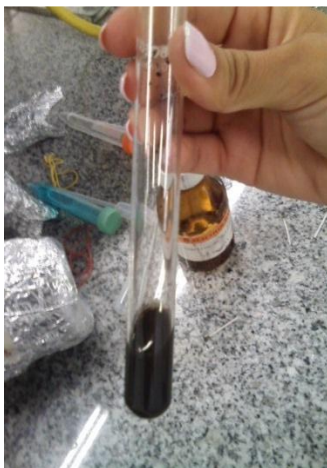
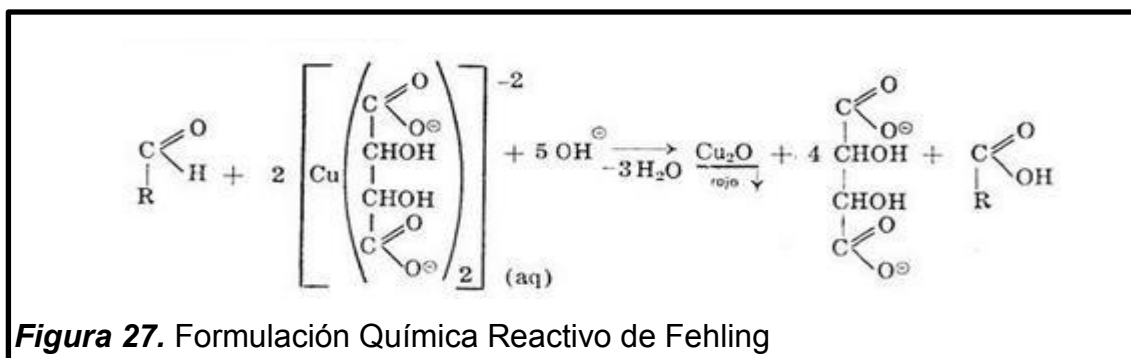


Figura 26. Gráfico Análisis de Tollens

No hubo reacción de Tollens porque no se transformó a plata metálica lo que nos indica que no existen cetonas en la muestra de jugo de tallo y hojas de plátano (Harton Dominique).

6.2.3.1. Reactivo de Fehling



Existió reacción en la muestra de jugo de tallo y hojas de plátano porque se transformó a color ladrillo ya que hay presencia de cobre lo que nos indica que existe presencia de aldehídos en el jugo, los aldehídos son importantes porque es un paso anterior para la transformación a ácido acético.

6.3 Resultados de la Formación de Alcohol

6.3.1 Resultado de PH

0,1 % de levadura sin y con oxígeno (respiración anaerobia y aerobia)

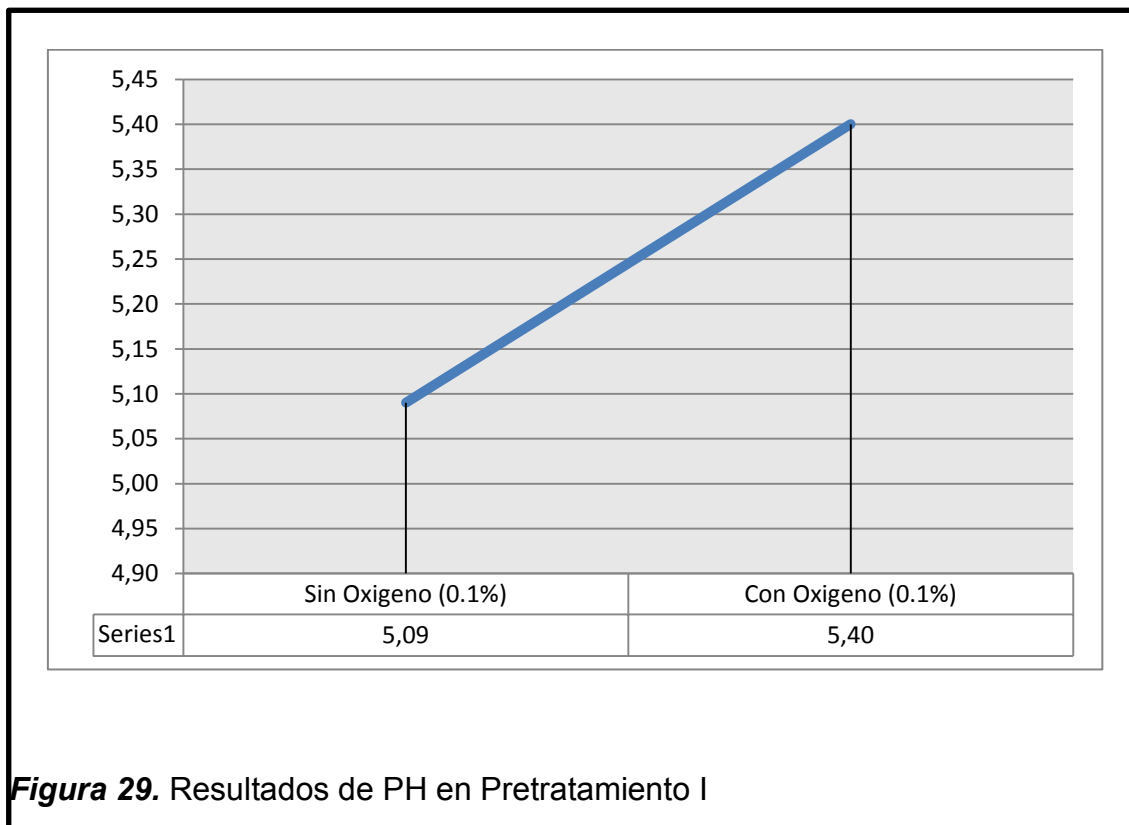


Figura 29. Resultados de PH en Pretratamiento I

De acuerdo con el grafico aumento el pH al momento de su oxidación lo cual nos indica que no bajó el pH a medida que pasa el tiempo y nos da a conocer que no obtendremos una concentración alta de ácido acético.

0,2 % de levaduras con y sin oxígeno (respiración anaerobia y aerobia)

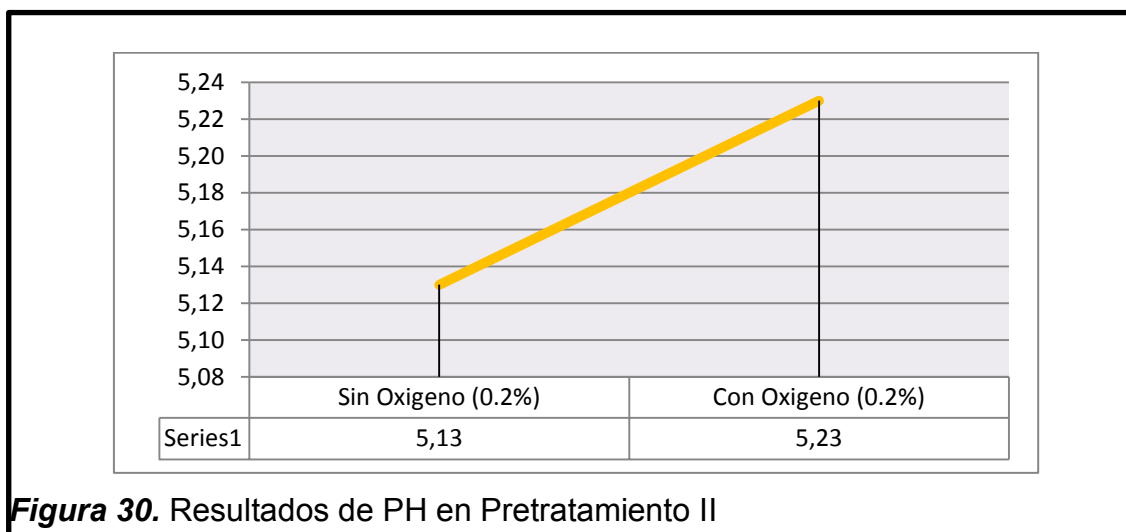


Figura 30. Resultados de PH en Pretratamiento II

No hubo un gran cambio de PH ya que el jugo de tallo de banano es ácido y nos indica poca reacción de levaduras para su fermentación y conseguir la acidez deseada para formar vinagre

6.3.2 Resultados de grados Bx e interacciones.

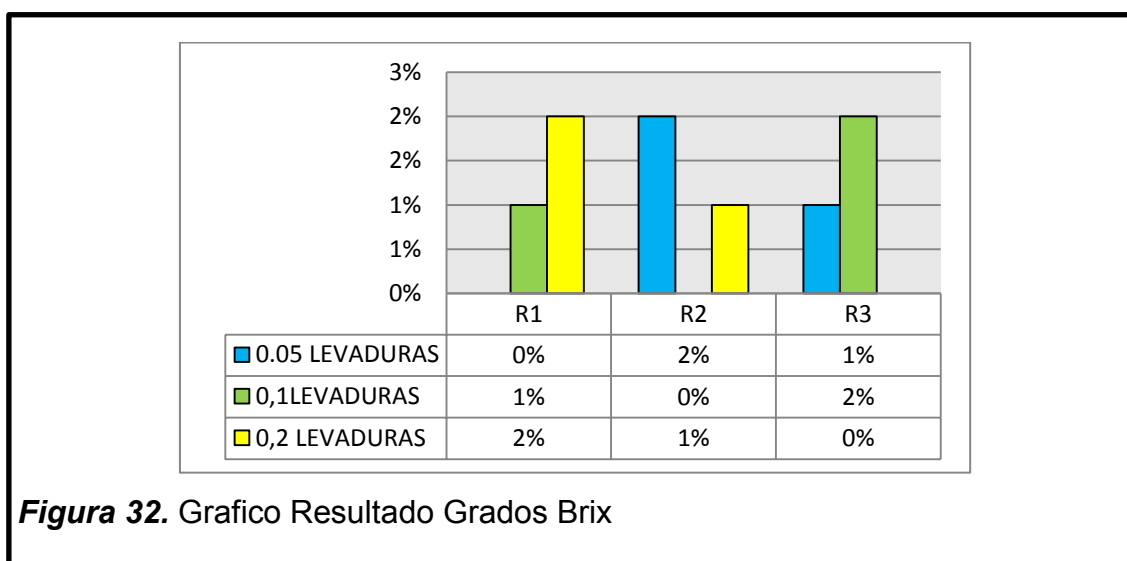
	0,05%			0,10%			0,20%		
03/01/2015	2	1	1	2	1	1	2	1	1
15/01/2015	2	1	1	2	1	1	2	1	1
30/01/2015	2	1	1	2	1	1	2	1	1
03/02/2015	2	1	1	2	1	1	2	1	1
15/02/2015	2	1	1	2	1	1	2	1	1
28/02/2015	2	1	1	2	1	1	2	1	1
05-mar-15	2	1	1	2	1	1	2	1	1
18/03/2015	2	1	1	2	1	1	2	1	1
27/03/2015	2	1	1	2	1	1	2	1	1
05/04/2015	2	1	1	2	1	1	2	1	1
15/04/2015	2	1	1	2	1	1	2	1	1
30/04/2015	2	1	1	2	1	1	2	1	1

Figura 31. Resultado Grados Brix pre tratamiento

Tomamos la referencia de una sola repetición porque no cambia los grados Bx en las siguientes repeticiones, y no hay un cambio significativo al momento de considerar la respiración aerobia y anaerobia.

Tabla 29. Resultado Grados Brix pre tratamiento

	0.05 LEVADURAS	0,1LEVADURAS	0,2 LEVADURAS
R1	0%	1%	2%
R2	2%	0%	1%
R3	1%	2%	0%

**Figura 32.** Grafico Resultado Grados Brix

En los resultados de grados Bx no hubo mucha diferencia de porcentaje debido a que el jugo no contiene suficiente azúcar para una rápida transformación de alcohol.

Fermentación alcohólica

La relación que existe entre los grados Bx y el etanol es directamente proporcional ya que mientras más azúcar tenemos en el jugo más rápida va hacer la transformación de alcohol ya que el azúcar es el precursor para obtener la fermentación alcohólica.

Tabla 30. Resultados Fermentación Alcohólica

Etanol	Grados Bx (%)
0,1	0,5
0,2	1
0,3	1,5
0,4	2

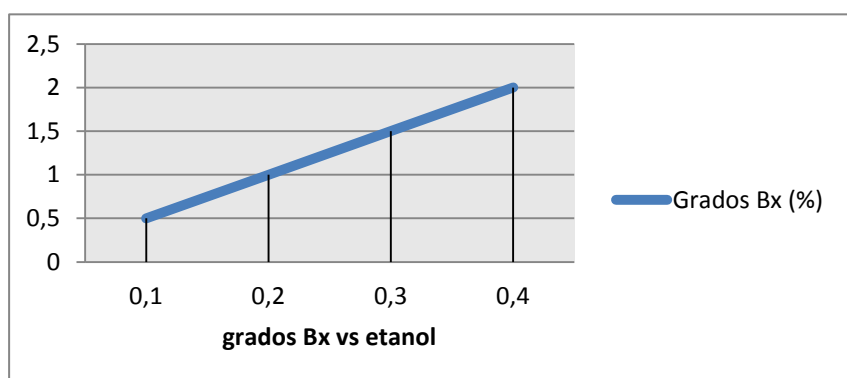


Figura 33. Grafico Fermentación Alcohólica Tratamiento Final

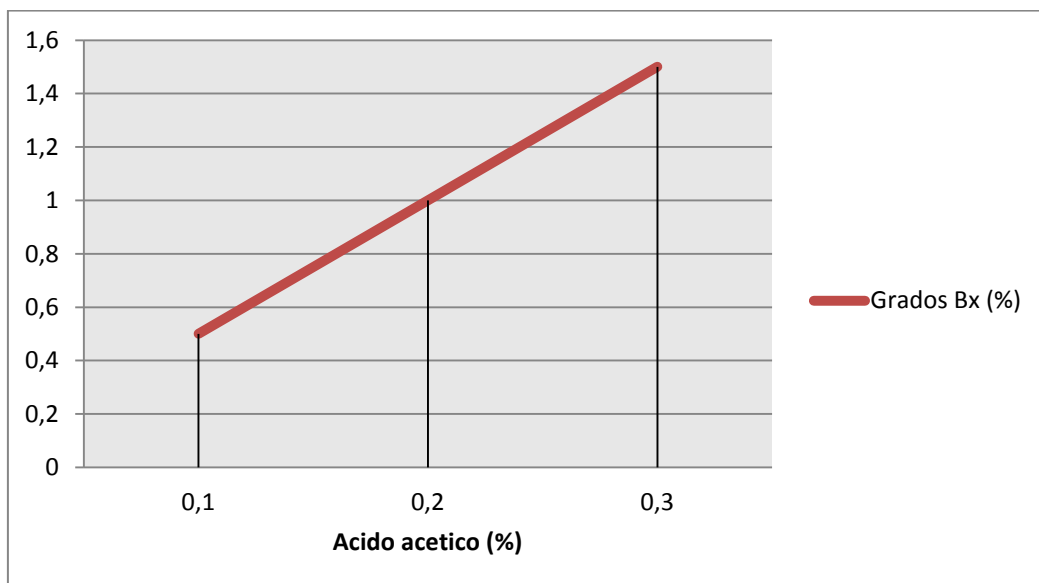


Figura 34. Grafico Concentración Ácido Acético Tratamiento Final

La relación que existe entre grados Bx y ácido acético es directamente proporcional ya que mientras más azúcar hay en el jugo mayor es la transformación alcohólica y mayor es la transformación a ácido acético.

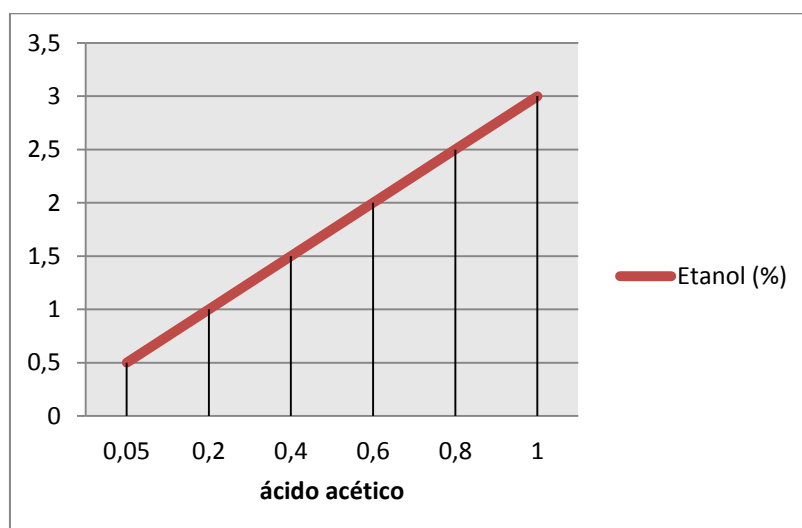


Figura 35. Grafico Intercambio de Alcohol en Ácido Acético.

La relación es directamente proporcional a mayor producción de etanol mayor es la transformación a ácido acético.

6.4 Pretratamiento (Respiración Aerobia)

Las variables de pre tratamiento fueron con respiración aerobia y anaerobia con su porcentaje de levadura en los tratamientos.

6.4.1 Resultado PH con Distinto Porcentaje de Levadura

Tabla 31. Estadísticos Descriptivos Pretratamiento PH con Distintos Porcentajes de Levaduras (Aerobia)

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS			
Variable dependiente: PH			
OXIGENO	Media	Desviación estándar	N
R1-0,05 % levadura	5,18	,637	72
R2-0,1 % levadura	5,42	,787	72
R3-0,2 % levadura	5,23	,825	72
Total	5,28	,758	216

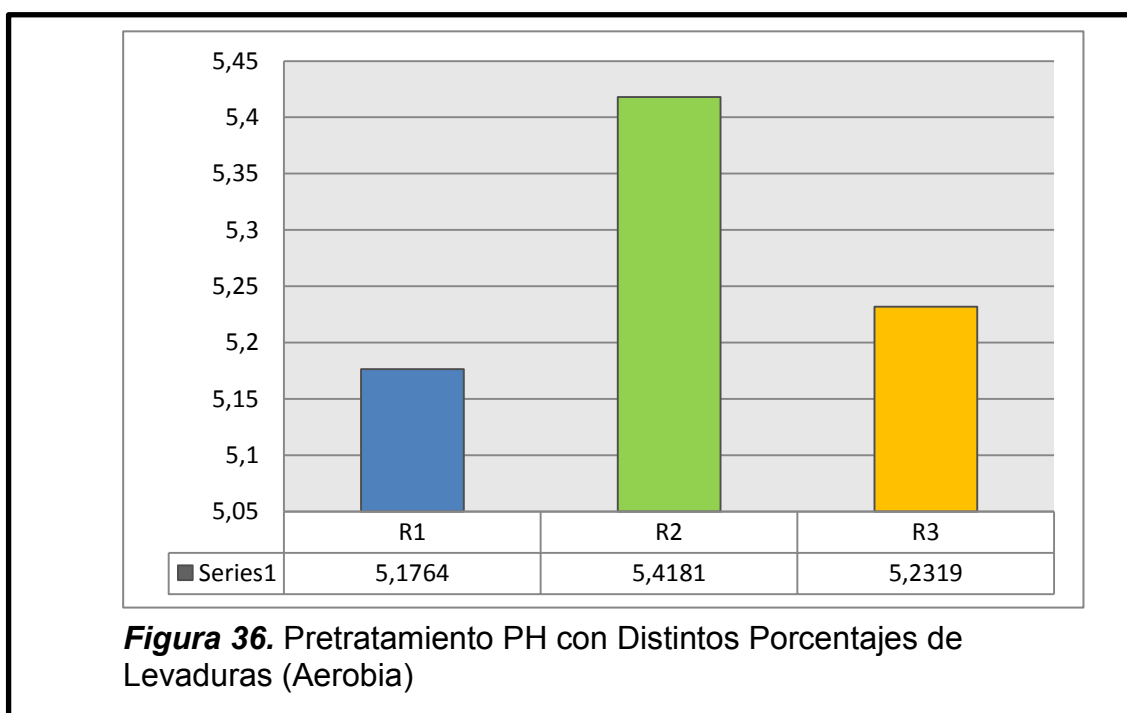


Figura 36. Pretratamiento PH con Distintos Porcentajes de Levaduras (Aerobia)

El menor PH registrado corresponde al ensayo que contiene 0,05% de levadura, a pesar que los otros dos ensayos tienen resultados muy cercanos.

Tabla 32. ANOVA Pretratamiento PH con Distintos Porcentajes de Levaduras (Aerobia)

ANOVA					
PH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,307	2	1,154	2,026	,134
Dentro de grupos	121,293	213	,569		
Total	123,600	215			

El valor que está sobre al nivel de significancia (5%) no hay ninguna diferencia entre los tres grupos. Se concluye que no existe una diferencia significativa entre los 3 ensayos.

6.5 Pretratamiento (Respiración Anaerobia)

Las variables de pre tratamiento fue con respiración aerobia y anaerobia con su porcentaje de levadura en los tratamientos.

6.5.1 Resultado PH con Distinto Porcentaje de Levadura

Tabla 33. Estadísticos Descriptivos Pretratamiento PH con Distintos Porcentajes de Levaduras (Anaerobia)

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS			
Variable dependiente: PH			
OXIGENO	Media	Desviación estándar	N
R1-0,05 % levadura	5,06	,323	72
R2-0,1 % levadura	5,02	,227	72
R3-0,2 % levadura	5,12	,295	72
Total	5,07	,286	216

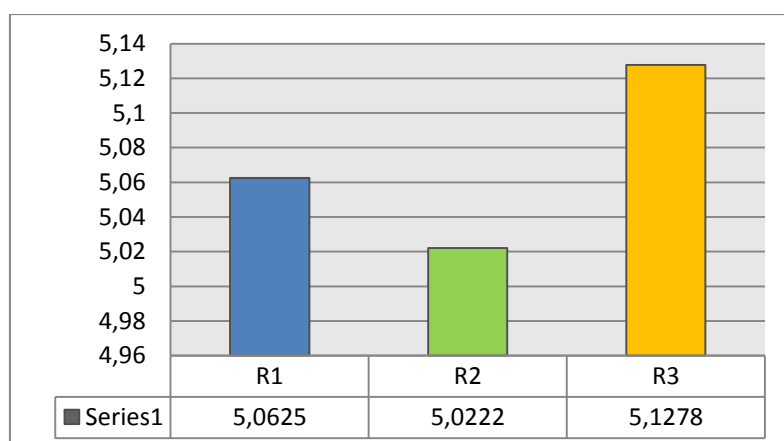


Figura 37. Pretratamiento PH con Distintos Porcentajes de Levaduras (Anaerobia)

El menor PH registrado corresponde al ensayo que contiene 0,10% de levadura, a pesar que los otros dos ensayos tienen resultados muy cercanos.

Tabla 34. ANOVA Pretratamiento PH con Distintos Porcentajes de Levaduras (Anaerobia)

ANOVA					
PH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,409	2	,204	2,519	,083
Dentro de grupos	17,278	213	,081		
Total	17,686	215			

El valor que está sobre el nivel de significancia (5%) ninguno de los grupos tiene diferencia. Se concluye que no existe una diferencia significativa entre los 3 ensayos.

En condiciones aerobias y anaerobias no existe un cambio importante con respecto a niveles de PH como lo demuestra nuestros estudios y diseño experimental por lo cual se decide cambiar ciertas variables en las próximas experimentaciones.

En la siguiente experimentación se estudia los efectos con cantidades específicas de panela así con una mayor cantidad de inóculo.

6.6 Resultados de la oxidación de alcohol a ácido acético

6.6.1 Resultados tinción Gram

Gram: Crecimiento de bacilos largos gram negativos y presencia de levaduras.

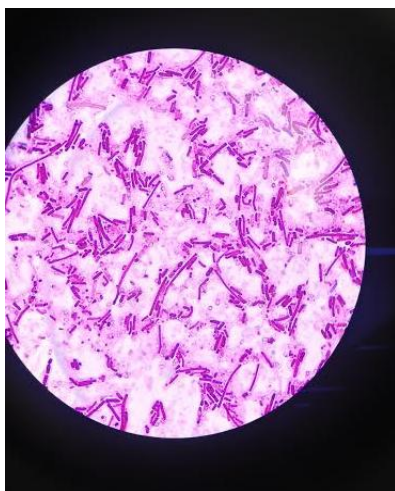


Figura 38. Fotografía Bacilos Gram Positivos y Levadura



Figura 39. Fotografía Resultados de Análisis de Microorganismos

6.6.2 Resultado de inoculación de microorganismo



Figura 40. Fotografía Medio de Cultivo RAE



Figura 41. Fotografía Medio de Cultivo RAE I

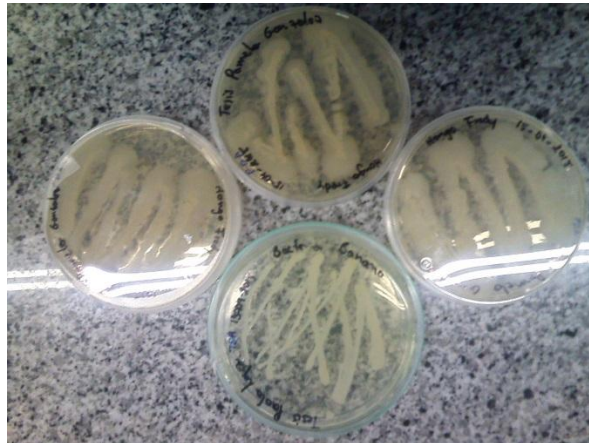


Figura 42. Fotografía Microorganismos Tipo Bacilos Gram Negativos y Levaduras



Figura 43. Fotografía Hongo Encontrado en Muestras de Jugo de Plátano



Figura 44. Fotografía Medio de Cultivo RAE con Microorganismo para su Crecimiento.

Crecimiento de bacilos gram negativos en el medio de cultivo RAE.

6.6.3 Resultados Grados Bx

BX 0-32%	con Panela						Sin Panela					
	GRADOS BX						GRADOS BX					
	16 gr +10ML INOCULO	16 gr +10ML INOCULO	16 gr +10ML INOCULO	20 gr+20 ML INOCULO	20 gr+20 ML INOCULO	20 gr+20 ML INOCULO	0gr +10ML INOCULO	0gr +10ML INOCULO	0gr +10ML INOCULO	0gr +20ML INOCULO	0gr +20ML INOCULO	0gr +20ML INOCULO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TESTIGO	16	16	16	20	20	20	5	5	5	5	5	5
may-06	16	16	16	20	20	20	5	5	5	5	5	5
may-07	16	16	16	20	20	20	5	5	5	5	5	5
may-08	14	15	15	14	15	14	4	4	5	4	4	4,5
may-09	14	15	15	14	15	14	4	4	5	4	4	4,5
may-11	12	12	13	13	12	12	4	4	5	4	4	4,5
may-12	11,5	11,5	12	12	11,5	12	4	3,5	4	4	4	4
may-13	11,5	11,5	12	12	11,5	12	4	3,5	4	4	4	4
may-14	10,5	10	11	12	11	10	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5
may-15	10,5	10	11	12	11	10	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5
may-16	10,5	10	11	12	11	10	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5
may-18	10	10	10	11	11	9,5	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5
may-19	9,5	9,5	9	11	10,5	9	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5
may-20	9	9	9	10,5	10	9	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5
may-21	9	9	8,5	10	9,5	9	3	3	3	3,5	3	3
may-22	9	8,8	8,5	9,5	9	8,5	3	3	3	3,5	3	3
may-25	9	8,5	8,5	9	9	8,5	3	3	3	3,5	3	3
may-26	8,5	8,5	8,5	9	9	8	3	3	3	3,5	3	3
may-27	8,5	8,5	8	9	8,5	8	2,5	2,5	2,5	3	2,5	2,5
may-28	8,5	8,5	8	9	8,5	8	3	3	3	3,5	3	3
may-29	8,5	8,5	8	8,5	8,5	7,5	2,5	2,5	2,5	3	2,5	2,5
jun-01	8	8	8	8,5	8,5	7	2,5	2,5	2,5	3	2,5	2,5
jun-02	8	8	7,5	8,5	8	7	2,5	2,5	2,5	3	2,5	2,5
jun-03	8	8	7,5	8,5	7	6,5	2,5	2,5	2,5	3	2,5	2,5
jun-04	8	7,5	7,5	8	7	6	2	2	2	2,5	2	2
jun-05	7,5	7,5	7	7	6,5	6	2	2	2	2	2	2
jun-06	7,5	7,5	7	6	6	5,5	2	2	2	2	2	2
jun-08	7	7	7	6	6	5,5	2	2	2	2	2	2
jun-09	7	7	7	5,5	6	5,5	2	2	2	2	2	2
jun-10	7	7	7	5	5	5	2	2	2	2	2	2

Figura 45. Resultados Grados Brix Tratamiento Final

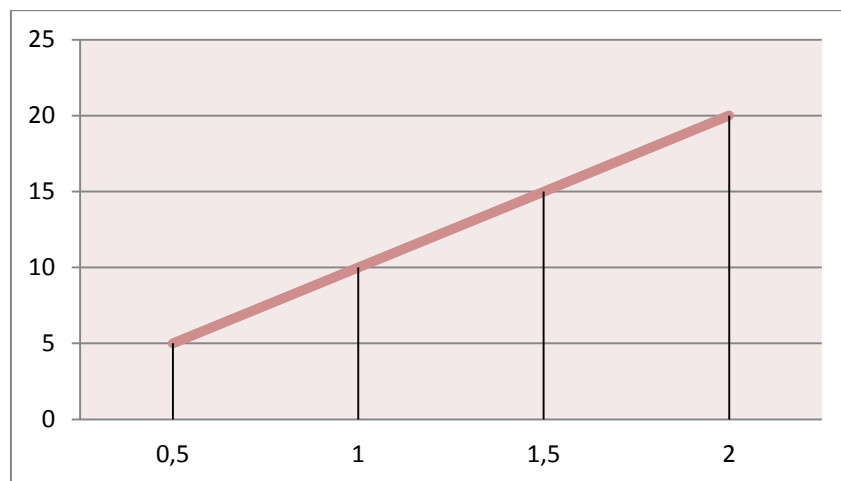


Figura 46. Interacción Panela para la transformación de Ácido Acético

La relación entre panela y ácido acético es directamente proporcional debido a que mientras más grados Bx mayor es la fermentación alcohólica por lo tanto mayor es la transformación a ácido acético.

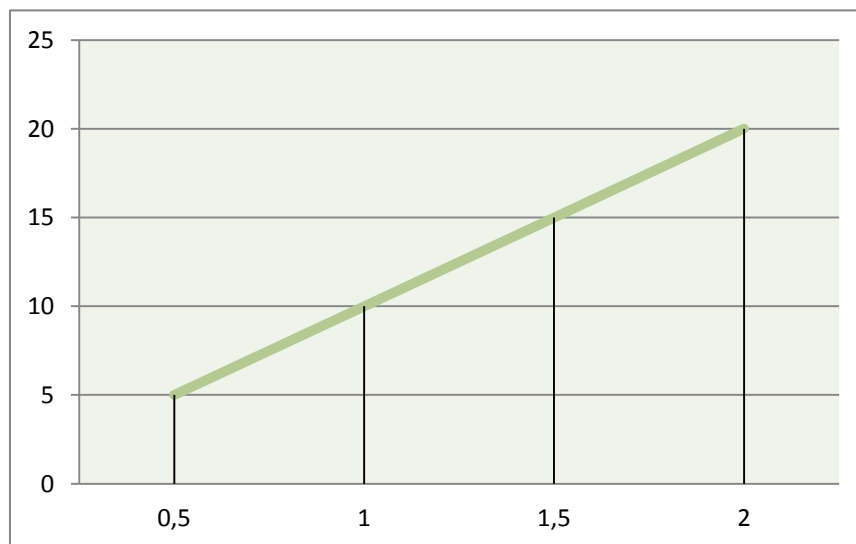


Figura 47. Fermentación Alcohólica "Grados Brix"

Mientras mayor es la dosificación de panela para aumentar grados B y mayor es el porcentaje de alcohol en los tratamientos.

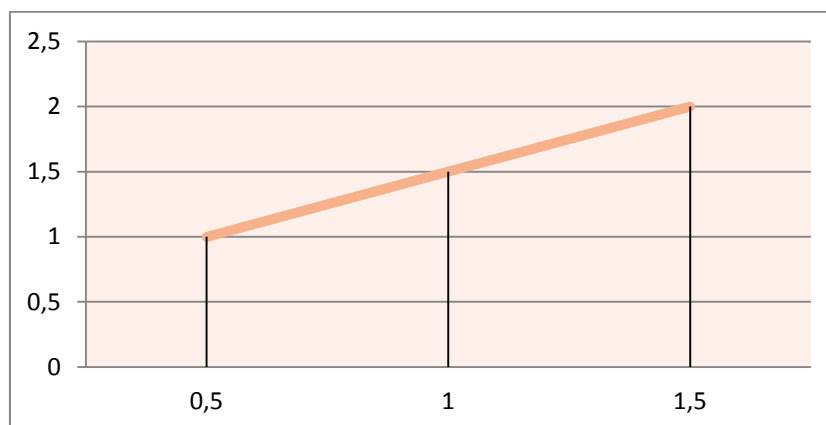


Figura 48. Transformación Acética (Grados Brix.

La relación es directamente proporcional ya que al momento de tener alcohol podemos transformarlo en ácido acético.

6.6.4. Resultados de PH

Diseño experimental tratamiento final

PH	PH	con Panela						Sin Panela					
		16 gr +10ML INOCULO			20 gr+20 ML INOCULO			0gr +10ML INOCULO		0gr +20ML INOCULO			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TESTIGO		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	may-05	6,8	6,7	6,5	6,8	6,5	6,3	6	6,1	6,7	5	5,7	6,8
	may-06	5,7	5,5	5,6	5,2	5,7	5,8	6	6,3	6,3	7	5,4	6,7
	may-07	5,6	5,3	5,2	5,4	5,8	5,4	5,9	6	6,6	6,6	5,6	6,5
	may-08	5,3	5,2	5,5	5,2	5,2	5	5,3	5,8	6,3	6,5	5,3	6,2
	may-09	4,9	5	5,2	5,1	5,1	5	5,4	5,4	5,8	6	5,1	6,1
	may-11	5	5,1	5,5	4,9	5	5	5,3	5,5	5,7	5,8	5,3	5,9
	may-12	5,1	5,3	5,3	5,6	4,8	5	5,4	5,2	5,1	6	5,2	5,8
	may-13	5	5,6	5,6	5,4	5,1	5	5,3	5,3	5,3	6,1	5	5,6
	may-14	5,3	5,3	5,2	5,3	5	5	5,1	5,5	5,3	5,9	5,4	5,3
	may-15	5,1	5,1	5,4	5	4,9	5,2	5,3	5,2	5,2	5,7	5,3	5,4
	may-16	5,2	5,2	5,1	5,1	4,8	5,2	5	5,2	5,2	5,8	5	5,1
	may-18	5	5	5	5,1	4,9	5,1	4,8	5	5,1	5,3	5	5
	may-19	4,8	4,9	5,2	5,2	5	4,9	5,1	4,8	4,8	5	5	5,2
	may-20	4,9	5	4,8	5,4	5,2	4,7	5,2	4,8	4,6	4,9	4,9	5,3
	may-21	4,8	5,1	5	5	5,1	4,9	5	4,6	4,8	5	4,9	5,2
	may-22	4,5	4,8	4,9	4,8	5	5	4,9	4,9	5	5	5,1	5,1
	may-25	4,7	4,6	5,1	4,9	4,9	5,1	4,8	5	5,1	4,7	5,2	5
	may-26	4,5	4,8	5,3	4,5	5,3	5,1	5	4,8	5	4,9	5	5,1
	may-27	4,4	4,9	5	4,4	5	5	5,1	4,6	4,8	5	5,1	5
	may-28	4,5	4,8	5	4,6	5,1	4,9	5	4,7	4,9	5,1	5	5,2
	may-29	4,3	4,9	4,7	4,7	5,1	5	5,2	4,5	4,6	5	4,9	5
	jun-01	4,5	4,5	4,2	4,4	5	5,1	5,1	4,6	4,8	5,1	4,7	5
	jun-02	4,4	4,7	4,1	4,6	5	5,2	5	4,7	5	5,4	4,9	4,8
	jun-03	4,1	4,3	4,4	4,3	5,2	5,1	5,1	4,8	4,9	5,2	5	4,7
	jun-04	4,3	4,4	4	4,4	5,2	4,6	4,6	4,6	4,7	5,1	5,1	4,4
	jun-05	4,1	4,1	3,9	4,1	5,1	4,8	4,8	4,6	4,9	5,2	4,9	4,6
	jun-06	4	4	3,5	4	5	4,7	4,5	4,3	4,5	4,7	4,6	4,1
	jun-08	4	3,9	3,7	4,1	4,9	4,5	4,3	4,4	4,4	4,5	4,2	3,9
	jun-09	4,1	3,9	3,6	3,8	4,7	4,3	4	4,4	4,3	4,6	4,1	4

Figura 49. Resultados de PH Tratamiento Final

6.6.5 Resultado Concentración de Ácido Acético

Hubo un notable cambio de PH porque iniciamos con un PH 7, es decir neutro y bajo a un promedio de 4.

FECHAS	16 gr +10ML INOCULO			20 gr+20 ML INOCULO			0gr +10ML INOCULO			0gr +20ML INOCULO		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Testigo	0,36%	0,42%	0,30%	0,50%	0,60%	0,54%	0,26%	0,36%	0,24%	0,45%	0,56%	0,54%
may-06	0,57%	0,40%	0,42%	0,72%	0,54%	0,36%	0,45%	0,56%	0,54%	0,34%	0,36%	0,56%
may-07	0,60%	0,57%	0,60%	0,79%	0,57%	0,57%	0,36%	0,24%	0,36%	0,21%	0,56%	0,34%
may-08	0,50%	0,60%	0,54%	0,36%	0,54%	0,42%	0,45%	0,36%	0,56%	0,56%	0,45%	0,66%
may-09	0,72%	0,54%	0,36%	0,42%	0,72%	0,57%	0,25%	0,56%	0,34%	0,30%	0,67%	0,58%
may-11	0,79%	0,57%	0,57%	0,60%	0,60%	0,36%	0,56%	0,37%	0,36%	0,43%	0,56%	0,24%
may-12	0,93%	0,36%	0,72%	0,36%	0,72%	0,54%	0,36%	0,57%	0,54%	0,72%	0,89%	0,51%
may-13	0,36%	0,57%	0,54%	0,72%	0,89%	0,51%	0,86%	0,60%	0,42%	0,86%	0,95%	0,58%
may-14	0,86%	0,60%	0,42%	0,86%	0,95%	0,58%	0,60%	0,60%	0,57%	0,54%	0,74%	0,32%
may-15	0,60%	0,72%	0,57%	0,90%	0,60%	0,60%	0,36%	0,50%	0,60%	0,60%	0,54%	0,86%
may-16	0,57%	0,89%	0,60%	0,60%	0,54%	0,86%	0,60%	0,54%	0,54%	0,54%	0,34%	0,47%
may-18	0,60%	0,72%	0,36%	0,54%	0,56%	0,80%	0,79%	0,56%	0,57%	0,54%	0,54%	0,54%
may-19	0,72%	0,54%	0,54%	0,34%	0,45%	0,72%	0,86%	0,45%	0,72%	0,39%	0,78%	0,54%
may-20	0,60%	0,89%	0,90%	0,90%	0,86%	0,54%	0,90%	0,86%	0,45%	0,60%	0,89%	0,28%
may-21	0,72%	0,39%	0,78%	0,36%	0,90%	0,54%	0,50%	0,60%	0,50%	0,72%	0,39%	0,56%
may-22	0,89%	0,51%	0,72%	0,60%	0,60%	0,28%	0,28%	0,90%	0,86%	0,60%	0,65%	0,86%
may-25	0,95%	0,58%	0,60%	0,57%	0,54%	0,54%	0,36%	0,54%	0,54%	0,34%	0,45%	0,45%
may-26	0,60%	0,60%	0,57%	0,54%	1,20%	1,00%	0,57%	0,54%	0,60%	0,57%	0,54%	0,54%
may-27	0,54%	0,86%	0,72%	0,92%	0,51%	0,84%	0,57%	0,54%	0,54%	0,76%	0,72%	0,45%
may-28	0,72%	0,57%	0,86%	0,86%	0,72%	0,45%	0,72%	0,60%	0,72%	0,57%	0,89%	0,60%
may-29	0,86%	0,60%	0,90%	0,50%	0,60%	0,50%	0,86%	0,72%	0,45%	0,60%	0,76%	0,78%
jun-01	0,90%	0,86%	0,60%	0,65%	0,86%	0,86%	0,92%	0,51%	0,84%	0,72%	0,54%	0,54%
jun-02	0,79%	0,90%	0,54%	0,86%	0,36%	0,50%	0,86%	0,72%	0,45%	0,60%	0,89%	0,90%
jun-03	0,60%	1,20%	1,20%	0,50%	0,60%	0,54%	0,72%	0,36%	0,54%	0,54%	0,50%	0,86%
jun-04	0,72%	0,60%	0,72%	0,57%	0,89%	0,60%	0,72%	0,36%	0,89%	0,90%	0,57%	0,90%
jun-05	0,86%	0,72%	0,86%	0,60%	0,72%	0,36%	0,54%	0,54%	0,39%	0,78%	0,60%	0,50%
jun-06	0,92%	0,51%	0,84%	0,72%	0,54%	0,54%	0,39%	0,50%	0,60%	0,50%	0,72%	0,86%
jun-08	0,86%	0,72%	0,45%	0,60%	0,89%	0,90%	0,86%	0,65%	0,86%	0,86%	0,60%	0,50%
jun-09	0,50%	0,60%	0,50%	0,72%	0,39%	0,78%	0,60%	0,89%	0,90%	0,90%	0,86%	0,54%
jun-10	0,50%	0,60%	0,50%	0,72%	0,39%	0,78%	0,60%	0,89%	0,90%	0,90%	0,86%	0,86%
jun-11	1,20%	1,50%	1,56%	1,32%	1,45%	1,20%	0,86%	0,81%	0,98%	0,76%	1,00%	0,91%

Figura 50. Resultados Porcentaje de Ácido Acético

6.7 Tratamiento Semanal (Concentración Ácido acético)

6.7.1 Tratamiento Primera Semana (Concentración Ácido Acético)

Tabla 35. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Primera Semana (Concentración Ácido Acético)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: ACIDEZ			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	,42	,129	18
R2-16 gr + 10 ml inculo	,58	,148	18
R3-20 gr + 20ml inculo	,54	,139	18
R4-0 gr + 10 ml inculo	,43	,113	18
R5-0 gr + 20 ml inculo	,50	,179	18
Total	,49	,152	90

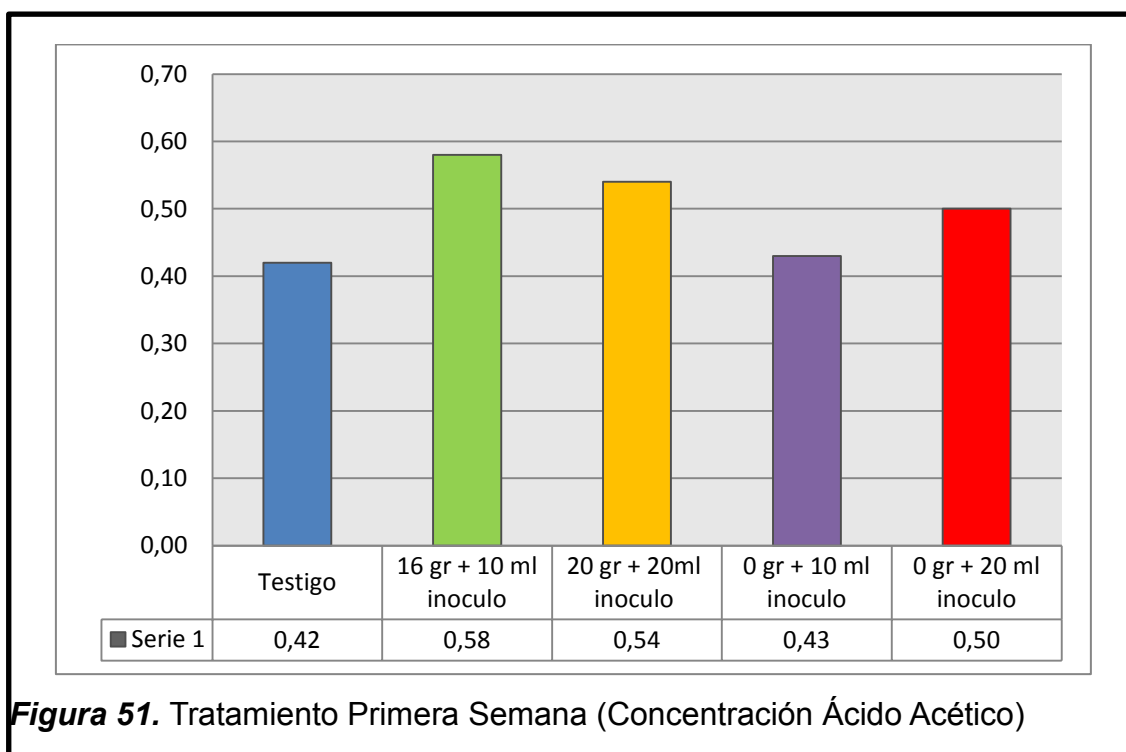


Figura 51. Tratamiento Primera Semana (Concentración Ácido Acético)

Se observa que el tratamientos que contienen mayor cantidad de panela y porcentajes de inóculos de acetobacter tienden a tener mayor acidez.

Tabla 36. ANOVA Tratamiento Primera Semana (Concentración Ácido Acético)

ANOVA					
ACIDEZ					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,318	4	,079	3,871	,006
Dentro de grupos	1,744	85	,021		
Total	2,062	89			

El valor que este sobre el nivel de significancia (5%) a un rango no tan alto nos da a conocer que no existe una diferencia pronunciada entre los grupos.

Tabla 37. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Primera Semana (Concentración Ácido Acético)

ACIDEZ			
HSD Tukey ^{a,b}			
INOCULO	N	Subconjunto	
		1	2
Testigo	18	,4239	
16 gr + 10 ml inocular	18	,4328	
0 gr + 20 ml inocular	18	,4967	,4967
20 gr + 20 ml inocular	18	,5422	,5422
16 gr + 10 ml inocular	18		,5756
Sig.		,105	,469

La repetición que consta de panela e inocular en adición al vinagre nos indica que hay diferencia entre los demás experimentos.

6.7.2 Tratamiento Segunda Semana (Concentración Ácido Acético)

Tabla 38. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Segunda Semana (Concentración Ácido Acético)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: ACIDEZ			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1- Testigo	,4239	,12885	18
R2-16gr + 10 ml inocular	,5989	,14471	18
R3-20gr + 20 ml inocular	,6678	,17579	18
R4-0gr + 10 ml inocular	,5967	,13690	18
R5-0gr + 20 ml inocular	,5928	,17845	18
Total	,5760	,17137	90

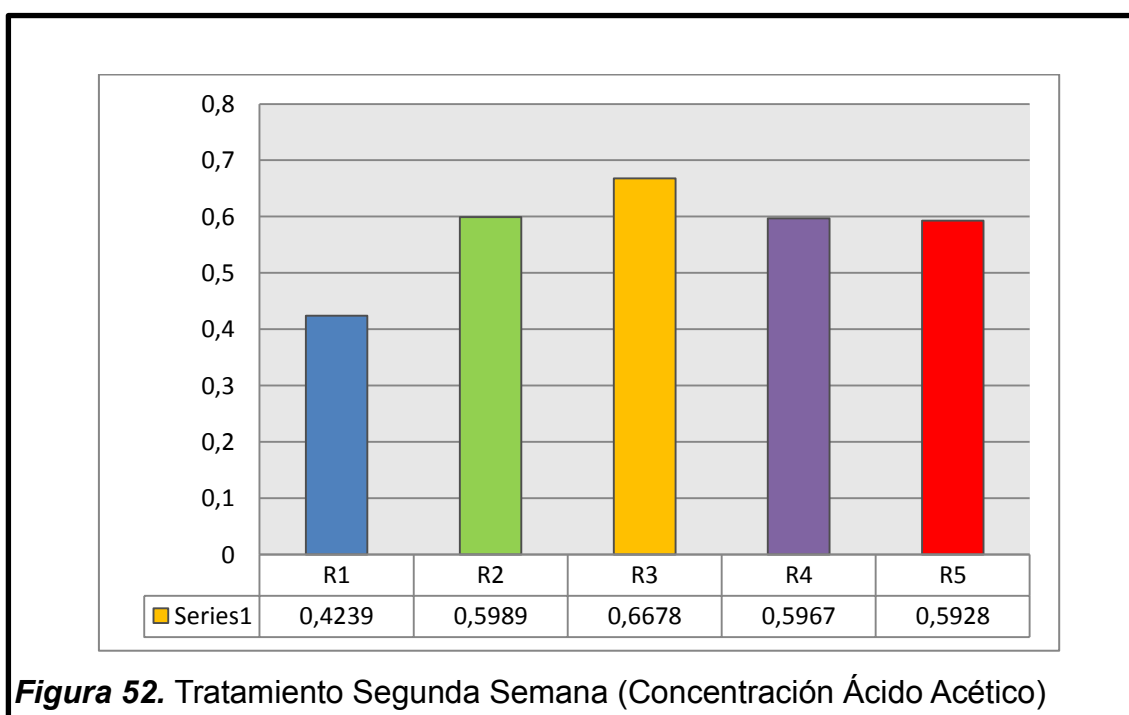


Figura 52. Tratamiento Segunda Semana (Concentración Ácido Acético)

Se observa que entre el testigo y los distintos ensayos una diferencia apreciable, los ensayos se muestran homogéneos.

Tabla 39. ANOVA Tratamiento Segunda Semana (Concentración Ácido Acético)

ANOVA					
ACIDEZ					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,590	4	,148	6,199	,000
Dentro de grupos	2,023	85	,024		
Total	2,614	89			

El valor que está debajo del nivel de significancia al (5%) quiere decir que uno o los 5 grupos tienen diferencia.

Tabla 40. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Segunda Semana (Concentración Ácido Acético)

ACIDEZ			
HSD Tukey ^{a,b}			
INOCULO	N	Subconjunto	
		1	2
Testigo	18	,4239	
0gr + 20 ml inculo	18		,5928
0gr + 10 ml inculo	18		,5967
16gr + 10 ml inculo	18		,5989
20gr + 20 ml inculo	18		,6678
Sig.		1,000	,592

El tratamiento con inculo de 20 ml y con 20 grados Bx tiene una diferencia significativa en relación con los otros experimentos.

6.7.3 Tratamiento Tercera Semana (Concentración Ácido Acético)

Tabla 41. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Tercera Semana (Concentración Ácido Acético)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: ACIDEZ			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	,42	,129	18
R2-16gr + 10 ml inoculo	,69	,160	18
R3-20gr + 20 ml inoculo	,68	,242	18
R4-0gr + 10 ml inoculo	,59	,178	18
R5-0gr + 20 ml inoculo	,57	,170	18
Total	,59	,200	90

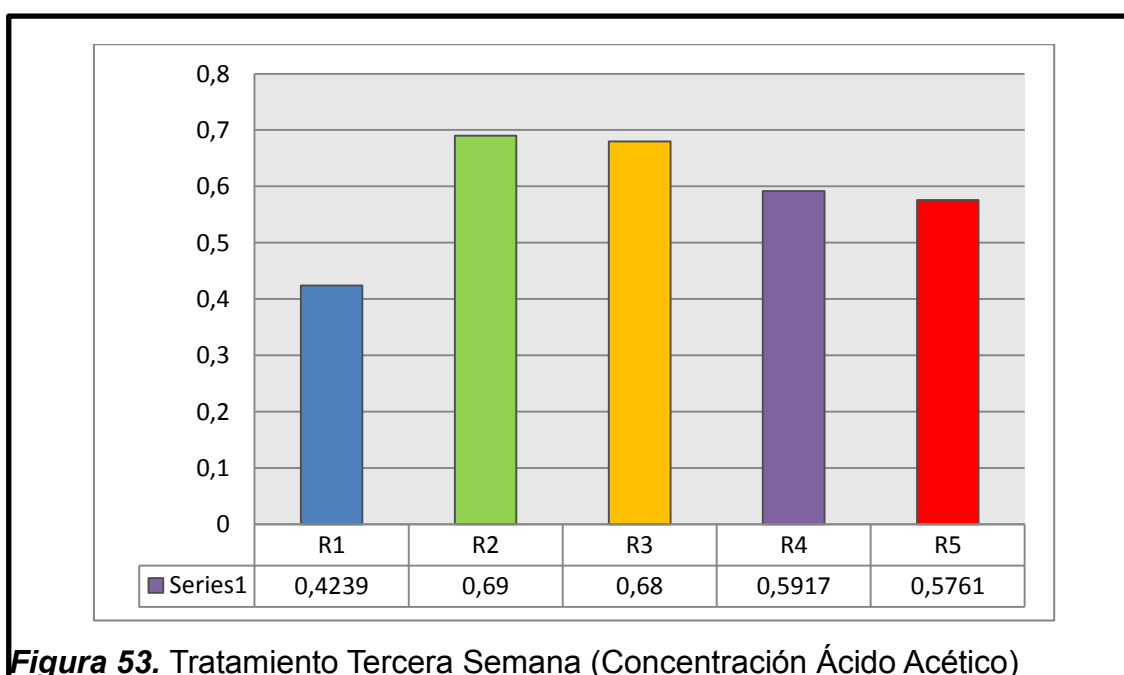


Figura 53. Tratamiento Tercera Semana (Concentración Ácido Acético)

Se observa como en anteriores tratamiento que los ensayos que contiene panelas se observan al menos estadísticamente con mayor eficacia que el resto.

Tabla 42. ANOVA Tratamiento Tercera Semana (Concentración Ácido Acético)

ANOVA					
ACIDEZ					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,826	4	,206	6,396	,000
Dentro de grupos	2,743	85	,032		
Total	3,568	89			

El valor que está debajo del nivel de significancia (5%) trata de indicarnos que hay diferencia entre los tratamientos.

Tabla 43. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Tercera Semana (Concentración Ácido Acético)

ACIDEZ			
HSD Tukey ^{a,b}			
INOCULO	N	Subconjunto	
		1	2
Testigo	18	,4239	
0gr + 20 ml inculo	18	,5761	,5761
0gr + 10 ml inculo	18		,5917
20gr + 20 ml inculo	18		,6800
16gr + 10 ml inculo	18		,6900
Sig.		,091	,324

El tratamiento 2 y 3 que consta de panela e inculo tiene mayor importancia de diferencia en relación con los otros tratamientos.

6.7.4 Tratamiento Cuarta Semana (Concentración Ácido Acético)

Tabla 44. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Cuarta Semana (Concentración Ácido Acético)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: ACIDEZ			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	,42	,129	18
R2-16gr + 10 ml inculo	,79	,197	18
R3-20gr + 20 ml inculo	,63	,167	18
R4-0gr + 10 ml inculo	,66	,181	18
R5-0gr + 20 ml inculo	,70	,155	18
Total	,64	,204	90

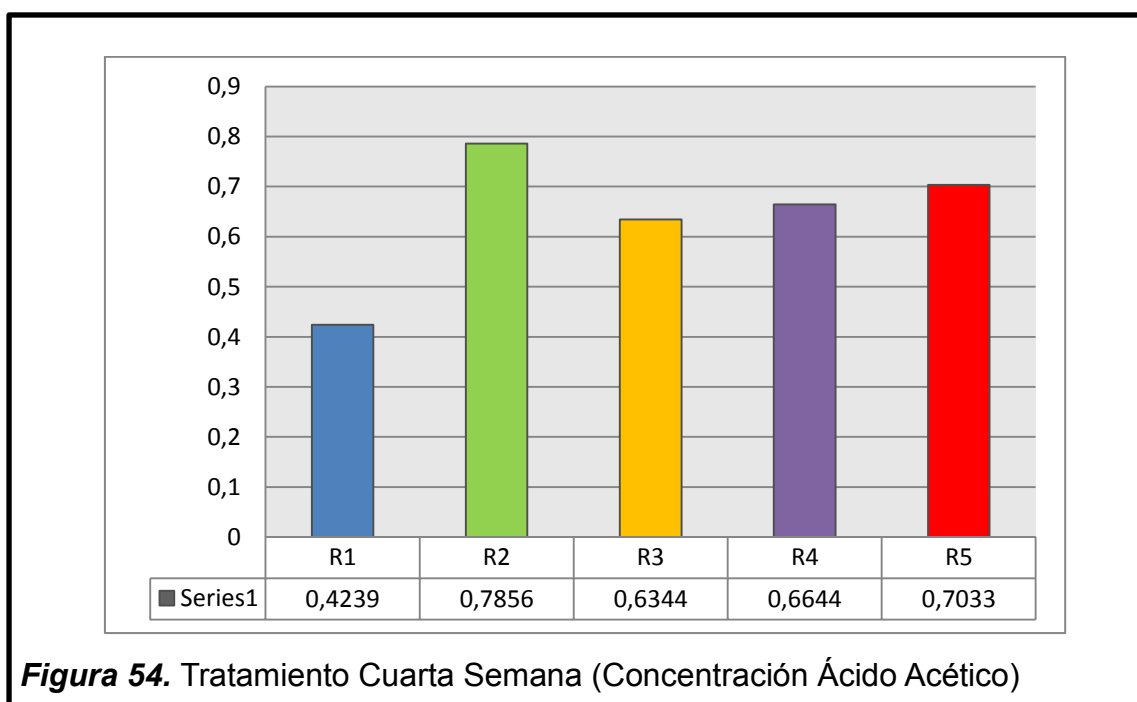


Figura 54. Tratamiento Cuarta Semana (Concentración Ácido Acético)

Se observa una diferencia significativa en el ensayo de 20gr de panela y 20ml de inculo de acetobacter con respecto al resto.

Tabla 45. ANOVA Tratamiento Cuarta Semana (Concentración Ácido Acético)

ANOVA					
ACIDEZ					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,305	4	,326	11,627	,000
Dentro de grupos	2,385	85	,028		
Total	3,690	89			

El valor que está abajo del nivel de significancia (5%) nos indica que hay diferencia entre los tratamientos.

Tabla 46. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Cuarta Semana (Concentración Ácido Acético)

ACIDEZ			
HSD Tukey ^{a,b}			
INOCULO	N	Subconjunto	
		1	2
Testigo	18	,4239	
20gr + 20 ml inocular	18		,6344
0gr + 10 ml inocular	18		,6644
0gr + 20 ml inocular	18		,7033
16gr + 10 ml inocular	18		,7856
Sig.		1,000	,061

El Testigo difiere significativamente con respecto a los demás tratamientos.

6.7.5 Tratamiento Quinta Semana (Concentración Ácido Acético)

Tabla 47. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Quinta Semana (Concentración Ácido Acético)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: ACIDEZ			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	,42	,129	18
R2-16gr + 10 ml inculo	,79	,335	18
R3-20gr + 20 ml inculo	,76	,308	18
R4-0gr + 10 ml inculo	,71	,193	18
R5-0gr + 20 ml inculo	,75	,165	18
Total	,69	,270	90

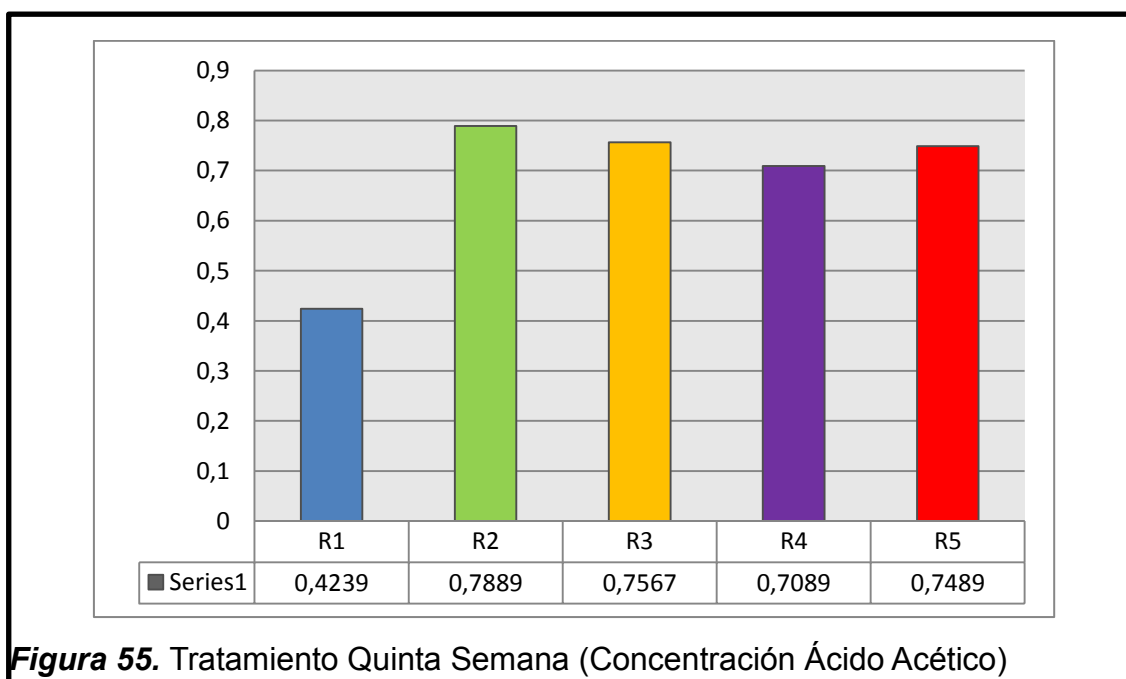


Figura 55. Tratamiento Quinta Semana (Concentración Ácido Acético)

Los tratamientos que contienen panela tienden a un crecimiento mayor que los que no contiene pero no con un incremento significativo.

Tabla 48. ANOVA Tratamiento Quinta Semana (Concentración Ácido Acético)

ANOVA					
ACIDEZ					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,598	4	,399	6,929	,000
Dentro de grupos	4,900	85	,058		
Total	6,497	89			

El valor que está debajo al valor de significancia (5%) debemos considerar que tendremos diferencia entre los tratamientos para la elaboración de vinagre.

Tabla 49. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Quinta Semana (Concentración Ácido Acético)

ACIDEZ			
HSD Tukey ^{a,b}			
INOCULO	N	Subconjunto	
		1	2
Testigo	18	,4239	
0gr + 10 ml inculo	18		,7089
0gr + 20 ml inculo	18		,7489
20gr + 20 ml inculo	18		,7567
16gr + 10 ml inculo	18		,7889
Sig.		1,000	,855

El testigo tiene una diferencia pronunciada con las tres repeticiones.

6.8 Tratamiento Semanal (Grados Brix)

6.8.1 Tratamiento Primera Semana (Grados Brix)

Tabla 50. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Primera Semana (Grados Brix)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: BRIX			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	16,00	,000	18
R2-16gr + 10 ml inculo	14,22	1,759	18
R3-20gr + 20 ml inculo	15,47	3,449	18
R4-0gr + 10 ml inculo	4,47	,554	18
R5-0gr + 20 ml inculo	4,42	,462	18
Total	10,92	5,616	90

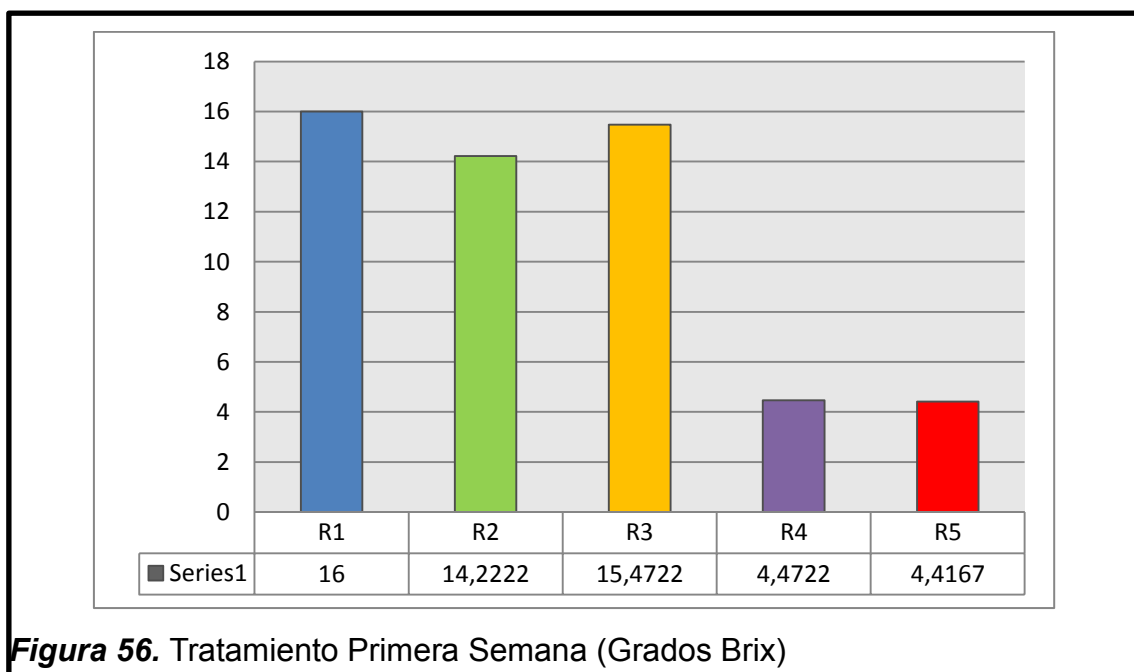


Figura 56. Tratamiento Primera Semana (Grados Brix)

Se observa una mayor cantidad de grados Brix en Testigo con respecto al resto de tratamientos.

Tabla 51. ANOVA Tratamiento Primera Semana (Grados Brix)

ANOVA					
BRIX					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2543,417	4	635,854	204,952	,000
Dentro de grupos	263,708	85	3,102		
Total	2807,125	89			

El valor que está debajo al valor de significancia (5%) debemos considerar que tendremos diferencia entre los tratamientos para la elaboración de vinagre.

Tabla 52. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Primera Semana (Grados Brix)

BRIX				
HSD Tukey ^{a,b}				
INOCULO	N	Subconjunto		
		1	2	3
0gr + 20 ml inocular	18	4,4167		
0gr + 10 ml inocular	18	4,4722		
16gr + 10 ml inocular	18		14,2222	
20gr + 20 ml inocular	18		15,4722	15,4722
Testigo	18			16,0000
Sig.		1,000	,218	,897

6.8.2 Tratamiento Segunda Semana (Grados Brix)

Tabla 53. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Segunda Semana (Grados Brix)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: BRIX			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	20,0000	,000	18
R2-16gr + 10 ml inocular	10,4167	,791	18
R3-20gr + 20 ml inocular	10,9167	,928	18
R4-0gr + 10 ml inocular	3,5556	,162	18
R5-0gr + 20 ml inocular	3,7222	,256	18
Total	9,7222	6,084	90

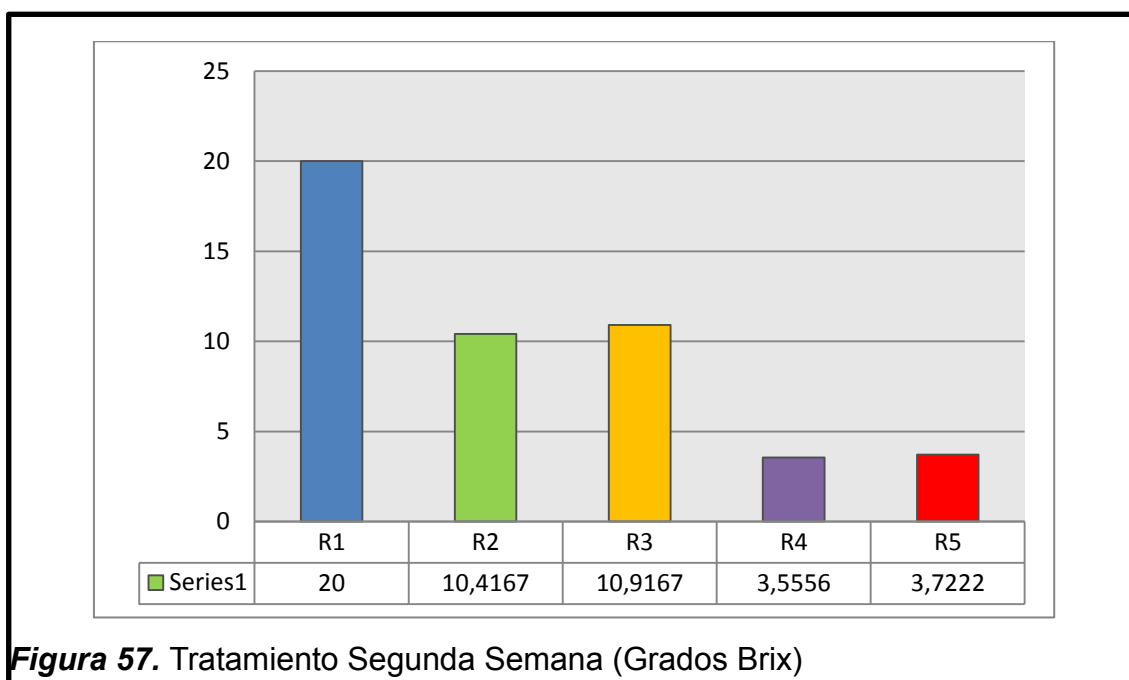


Figura 57. Tratamiento Segunda Semana (Grados Brix)

Se observa un crecimiento del ensayo con mayor cantidad de inocular y de panela con respecto a los otros tratamientos.

Tabla 54. ANOVA Tratamiento Segunda Semana (Grados Brix)

ANOVA					
BRIX					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3268,250	4	817,063	2590,892	,000
Dentro de grupos	26,806	85	,315		
Total	3295,056	89			

El valor que está debajo al valor de significancia (5%) debemos considerar que tendremos diferencia entre los tratamientos para la elaboración de vinagre.

Tabla 55. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Segunda Semana (Grados Brix)

BRIX				
HSD Tukey ^{a,b}				
INOCULO	N	Subconjunto		
		1	2	3
0gr + 10 ml inoculo	18	3,5556		
0gr + 20 ml inoculo	18	3,7222		
16gr + 10 ml inoculo	18		10,4167	
20gr + 20 ml inoculo	18		10,9167	
Testigo	18			20,0000
Sig.		,900	,067	1,000

6.8.3 Tratamiento Tercera Semana (Grados Brix)

Tabla 56. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Tercera Semana (Grados Brix)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: BRIX			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	12,22	6,822	18
R2-16gr + 10 ml inocular	8,68	,296	18
R3-20gr + 20 ml inocular	9,06	,662	18
R4-0gr + 10 ml inocular	3,00	,297	18
R5-0gr + 20 ml inocular	3,17	,383	18
Total	7,23	4,705	90

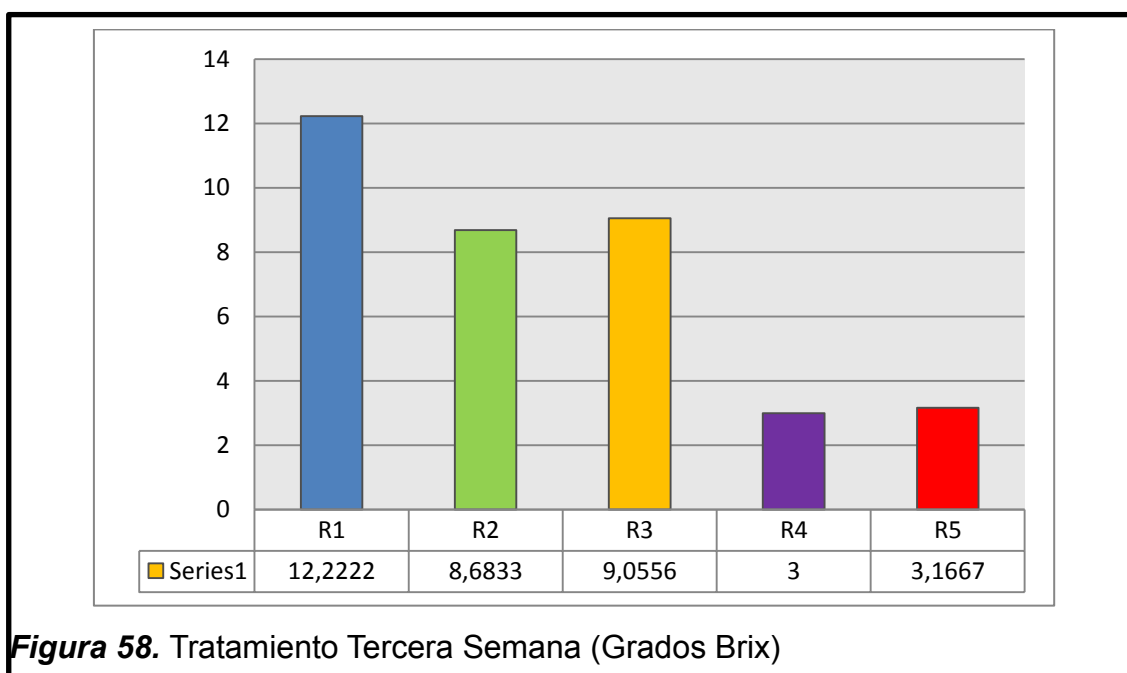


Figura 58. Tratamiento Tercera Semana (Grados Brix)

Se observa una mayor cantidad de Grados Brix en los ensayos que contiene cantidades diferente de panela.

Tabla 57. ANOVA Tratamiento Tercera Semana (Grados Brix)

ANOVA					
BRIX					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1165,871	4	291,468	30,813	,000
Dentro de grupos	804,041	85	9,459		
Total	1969,911	89			

El valor que está debajo al valor de significancia (5%) debemos considerar que tendremos diferencia entre los tratamientos para la elaboración de vinagre

Tabla 58. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Tercera Semana (Grados Brix)

BRIX				
HSD Tukey ^{a,b}				
INOCULO	N	Subconjunto		
		1	2	3
0gr + 10 ml inocular	18	3,0000		
0gr + 20 ml inocular	18	3,1667		
16gr + 10 ml inocular	18		8,6833	
20gr + 20 ml inocular	18		9,0556	
Testigo	18			12,2222
Sig.		1,000	,996	1,000

6.8.4 Tratamiento Cuarta Semana (Grados Brix)

Tabla 59. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Cuarta Semana (Grados Brix)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: BRIX			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	12,22	6,822	18
R2-16gr + 10 ml inocular	8,00	,343	18
R3-20gr + 20 ml inocular	7,81	,860	18
R4-0gr + 10 ml inocular	2,50	,297	18
R5-0gr + 20 ml inocular	2,67	,383	18
Total	6,64	4,765	90

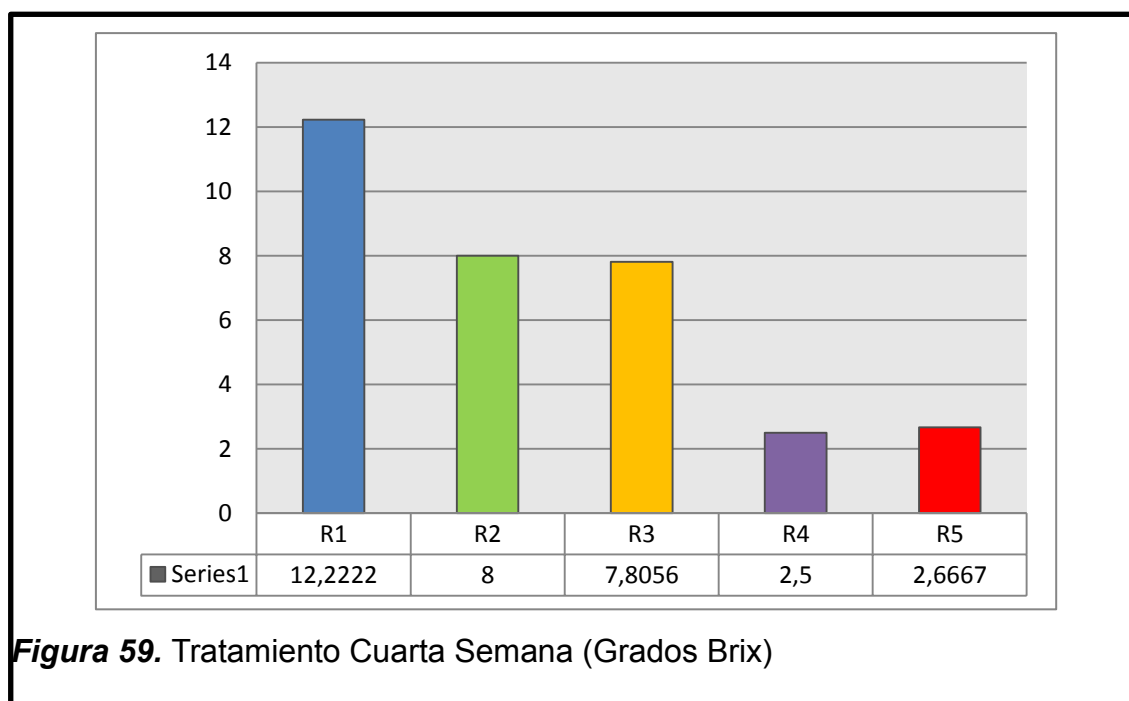


Figura 59. Tratamiento Cuarta Semana (Grados Brix)

Tabla 60. ANOVA Tratamiento Cuarta Semana (Grados Brix)

ANOVA					
BRIX					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1211,333	4	302,833	31,791	,000
Dentro de grupos	809,681	85	9,526		
Total	2021,014	89			

El valor que está debajo al valor de significancia (5%) debemos considerar que tendremos diferencia entre los tratamientos para la elaboración de vinagre.

Tabla 61. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Cuarta Semana (Grados Brix)

BRIX				
HSD Tukey ^{a,b}				
INOCULO	N	Subconjunto		
		1	2	3
0gr + 10 ml inocular	18	2,5000		
0gr + 20 ml inocular	18	2,6667		
20gr + 20 ml inocular	18		7,8056	
16gr + 10 ml inocular	18		8,0000	
Testigo	18			12,22
				22
Sig.		1,000	1,000	1,000

6.8.5 Tratamiento Quinta Semana (Grados Brix)

Tabla 62. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Quinta Semana (Grados Brix)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: BRIX			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	12,22	6,821	18
R2-16gr + 10 ml inocular	7,14	,230	18
R3-20gr + 20 ml inocular	5,75	,549	18
R4-0gr + 10 ml inocular	2,06	,236	18
R5-0gr + 20 ml inocular	2,05	,236	18
Total	5,84	4,832	90

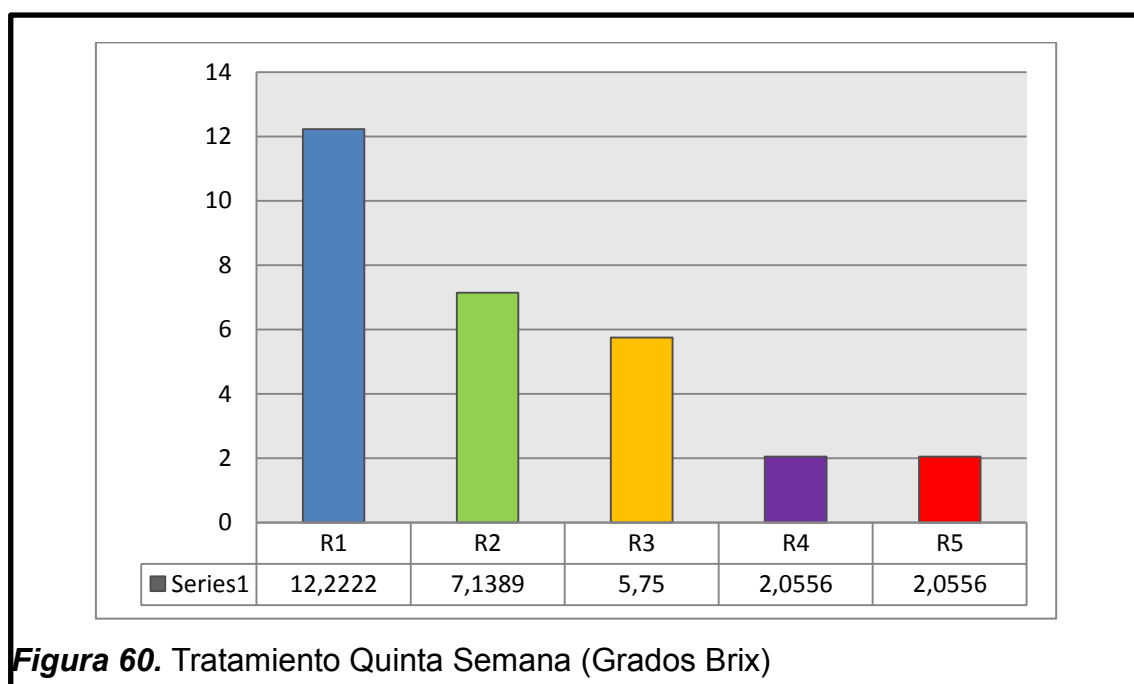


Figura 60. Tratamiento Quinta Semana (Grados Brix)

Tabla 63. ANOVA Tratamiento Quinta Semana (Grados Brix)

ANOVA					
BRIX					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1279,294	4	319,824	34,023	,000
Dentro de grupos	799,028	85	9,400		
Total	2078,322	89			

El valor que está debajo al valor de significancia (5%) debemos considerar que tendremos diferencia entre los tratamientos para la elaboración de vinagre.

Tabla 64. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Quinta Semana (Grados Brix)

BRIX				
HSD Tukey ^{a,b}				
INOCULO	N	Subconjunto		
		1	2	3
0gr + 10 ml inocular	18	2,0556		
0gr + 20 ml inocular	18	2,0556		
20gr + 20 ml inocular	18		5,7500	
16gr + 10 ml inocular	18		7,1389	
Testigo	18			12,2222
Sig.		1,000	,655	1,000

6.9 Tratamiento Semanal (PH)

6.9.1 Tratamiento Primera Semana (PH)

Tabla 65. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Primera Semana (PH)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: PH			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	7,00	,000	18
R2-16gr + 10 ml inocular	5,53	,571	18
R3-20 ml + 20 ml inocular	5,47	,569	18
R4-0gr + 10 ml inocular	5,91	,428	18
R5-0gr + 20 ml inocular	5,97	,617	18
Total	5,98	,733	90

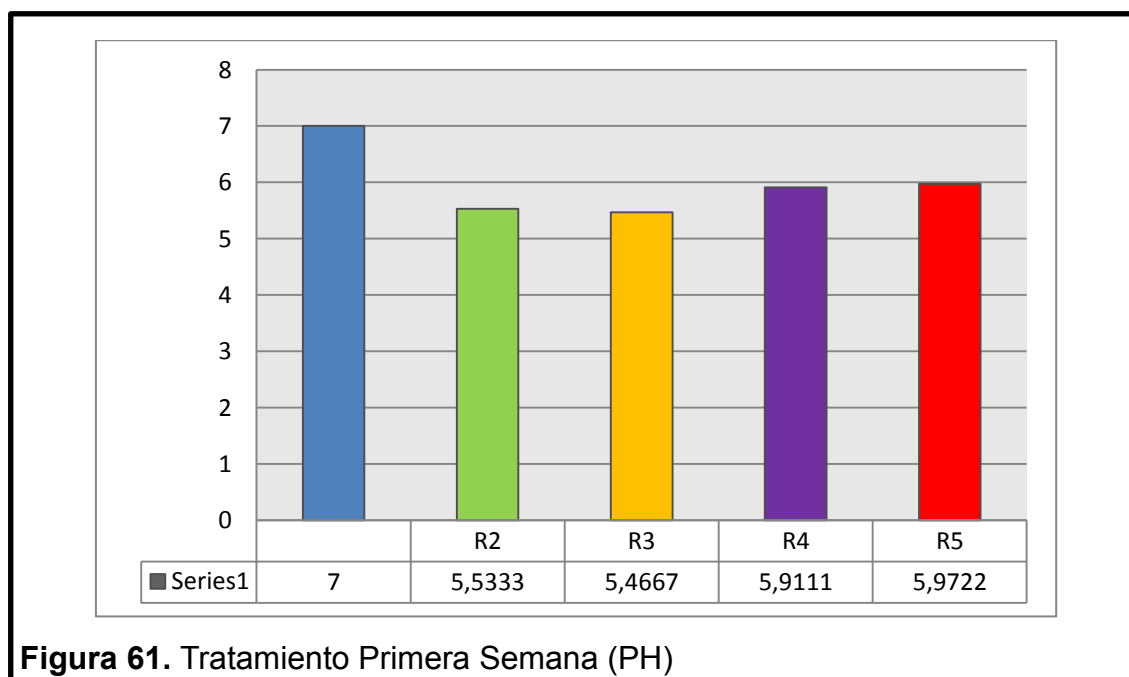


Figura 61. Tratamiento Primera Semana (PH)

Tabla 66. ANOVA Tratamiento Primera Semana (PH)

ANOVA					
PH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	27,147	4	6,787	27,958	,000
Dentro de grupos	20,634	85	,243		
Total	47,781	89			

El valor que está debajo al valor de significancia (5%) debemos considerar que tendremos diferencia entre los tratamientos para la elaboración de vinagre.

Tabla 67. Prueba Tukey (0.05) Primera Semana (PH)

PH				
HSD Tukey ^{a,b}				
INOCULO	N	Subconjunto		
		1	2	3
20gr + 20 ml inocular	18	5,4667		
16gr + 10 ml inocular	18	5,5333	5,5333	
0gr + 10 ml inocular	18	5,9111	5,9111	
0gr + 20 ml inocular	18		5,9722	
Testigo	18			7,0000
Sig.		,061	,067	1,000

6.9.2 Tratamiento Segunda Semana (PH)

Tabla 68. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Segunda Semana (PH)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: PH			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	7,0000	,00000	18
R2-16gr + 10 ml inocular	5,2111	,18752	18
R3-20gr + 20 ml inocular	5,0833	,20364	18
R4-0gr + 10 ml inocular	5,1944	,16260	18
R5-0gr + 20 ml inocular	5,4389	,36964	18
Total	5,5856	,75171	90

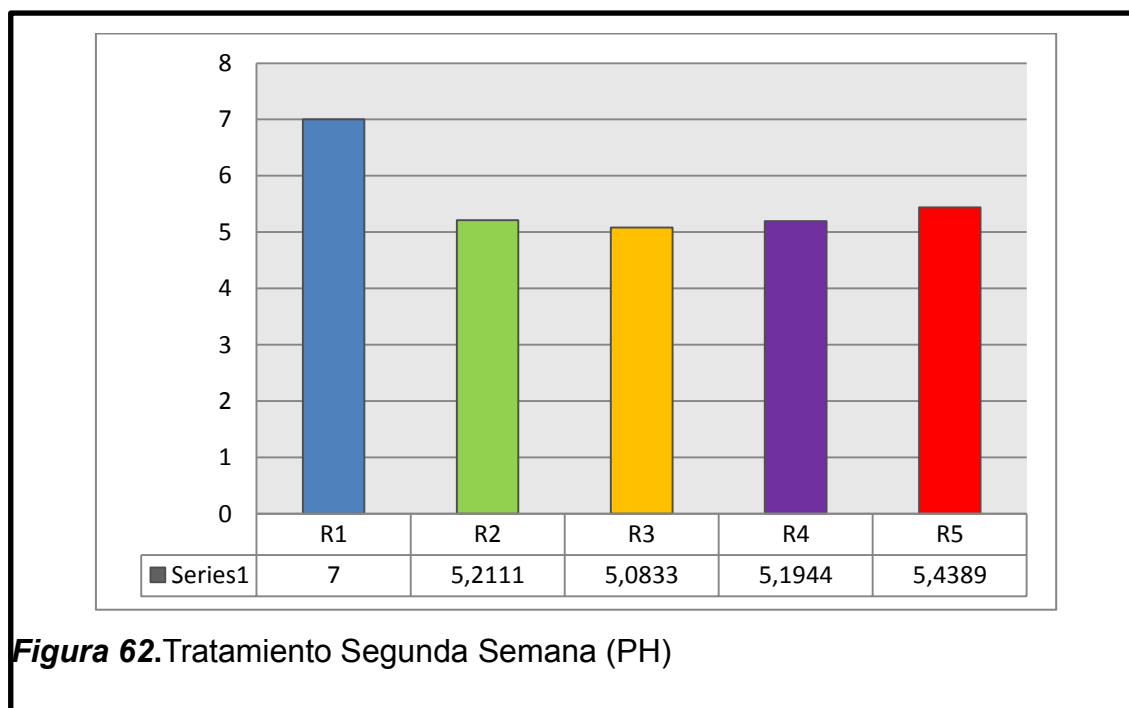


Figura 62. Tratamiento Segunda Semana (PH)

Tabla 69. ANOVA Tratamiento Segunda Semana (PH)

ANOVA					
PH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	46,216	4	11,554	241,005	,000
Dentro de grupos	4,075	85	,048		
Total	50,291	89			

El valor que está debajo al valor de significancia (5%) debemos considerar que tendremos diferencia entre los tratamientos para la elaboración de vinagre.

Tabla 70. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Segunda Semana (PH)

PH				
HSD Tukey ^{a,b}				
INOCULO	N	Subconjunto		
		1	2	3
20gr + 20 ml inocular	18	5,0833		
0gr + 10 ml inocular	18	5,1944		
16gr + 10 ml	18	5,2111		
0gr + 20 ml inocular	18		5,4389	
Testigo	18			7,0000
				0
Sig.		,409	1,000	1,000

6.9.3 Tratamiento Tercera Semana (PH)

Tabla 71. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Tercera Semana (PH)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: PH			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	7,00	,000	18
R2-16gr + 10 ml inocular	4,87	,222	18
R3-20 gr + 20 ml inocular	5,00	,214	18
R4-0gr + 10 ml inocular	4,90	,165	18
R5-0gr + 20 ml inocular	5,03	,145	18
Total	5,36	,843	90

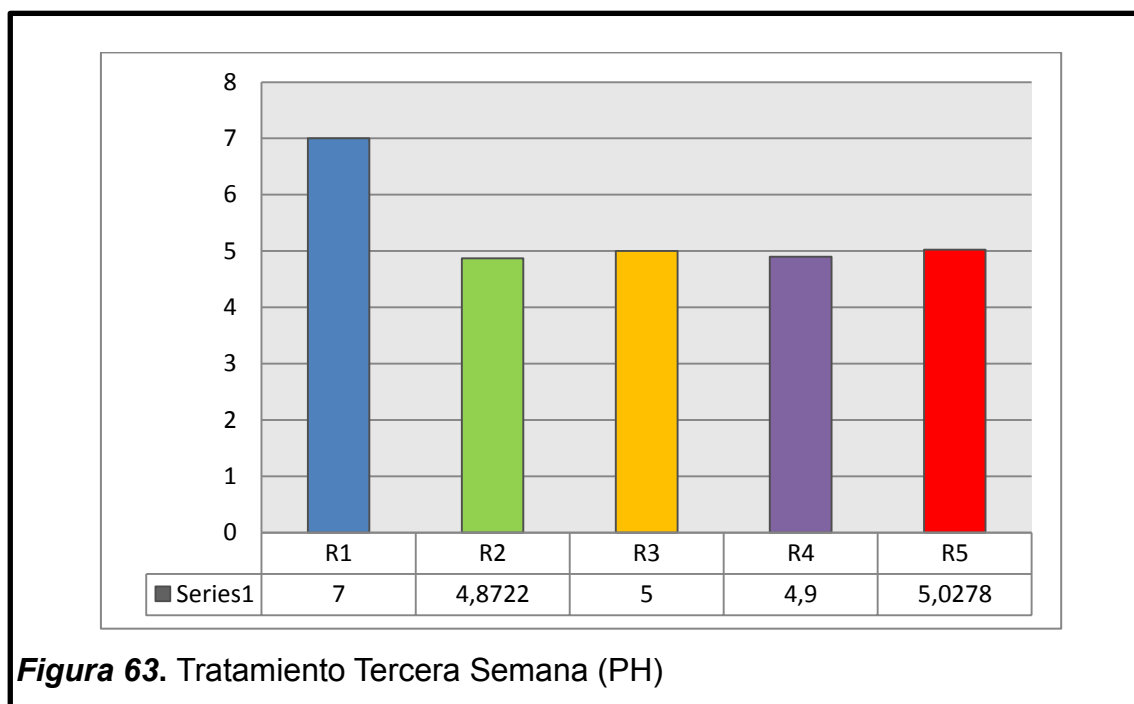


Figura 63. Tratamiento Tercera Semana (PH)

Tabla 72. ANOVA Tratamiento Tercera Semana (PH)

ANOVA					
PH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	60,824	4	15,206	531,409	,000
Dentro de grupos	2,432	85	,029		
Total	63,256	89			

El valor que está debajo al valor de significancia (5%) debemos considerar que tendremos diferencia entre los tratamientos para la elaboración de vinagre.

Tabla 73. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Tercera Semana (PH)

PH			
HSD Tukey ^{a,b}			
INOCULO	N	Subconjunto	
		1	2
16gr + 10 ml inocular	18	4,8722	
0gr + 10 ml inocular	18	4,9000	
20 gr + 20 ml inocular	18	5,0000	
0gr + 20 ml inocular	18	5,0278	
Testigo	18		7,0000
Sig.		,054	1,000

6.9.4 Tratamiento Cuarta Semana (PH)

Tabla 74. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Cuarta Semana (PH)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: PH			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	7,00	,000	18
R2-16gr + 10 ml inocular	4,54	,295	18
R3-20gr + 20 ml inocular	4,87	,293	18
R4-0gr + 10 ml inocular	4,86	,209	18
R5-0gr + 20 ml inocular	5,00	,173	18
Total	5,25	,917	90

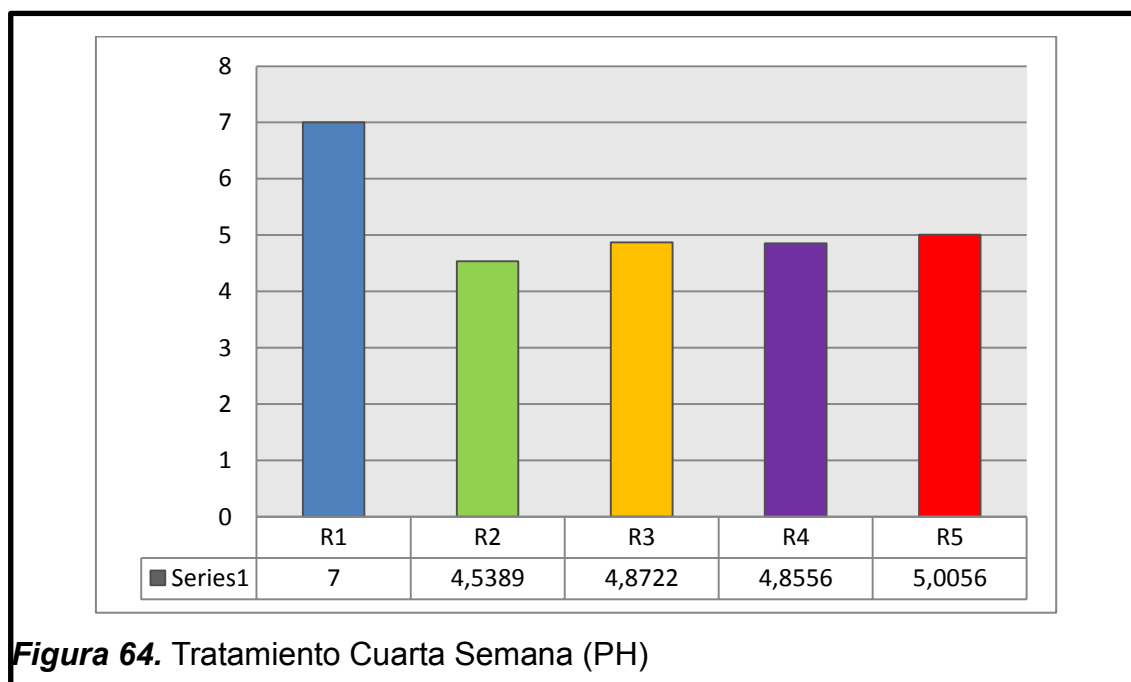


Figura 64. Tratamiento Cuarta Semana (PH)

Tabla 75. ANOVA Tratamiento Cuarta Semana (PH)

ANOVA					
PH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	70,670	4	17,668	358,175	,000
Dentro de grupos	4,193	85	,049		
Total	74,863	89			

El valor que está debajo al valor de significancia (5%) debemos considerar que tendremos diferencia entre los tratamientos para la elaboración de vinagre.

Tabla 76. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Cuarta Semana (PH)

PH				
HSD Tukey ^{a,b}				
INOCULO	N	Subconjunto		
		1	2	3
16gr + 10 ml inocular	18	4,5389		
0gr + 10 ml inocular	18		4,8556	
20gr + 20 ml inocular	18		4,8722	
0gr + 20 ml inocular	18		5,0056	
Testigo	18			7,0000
Sig.		1,000	,263	1,000

6.8.5 Tratamiento Quinta Semana (PH)

Tabla 77. Estadísticos Descriptivos Tratamiento Quinta Semana (PH)

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: PH			
INOCULO	Media	Desviación estándar	N
R1-Testigo	7,00	,000	18
R2-16gr + 10 ml inocular	3,97	,222	18
R3-20gr + 20 ml inocular	4,44	,463	18
R4-0gr + 10 ml inocular	4,41	,286	18
R5-0gr + 20 ml inocular	4,44	,431	18
Total	4,85	1,140	90

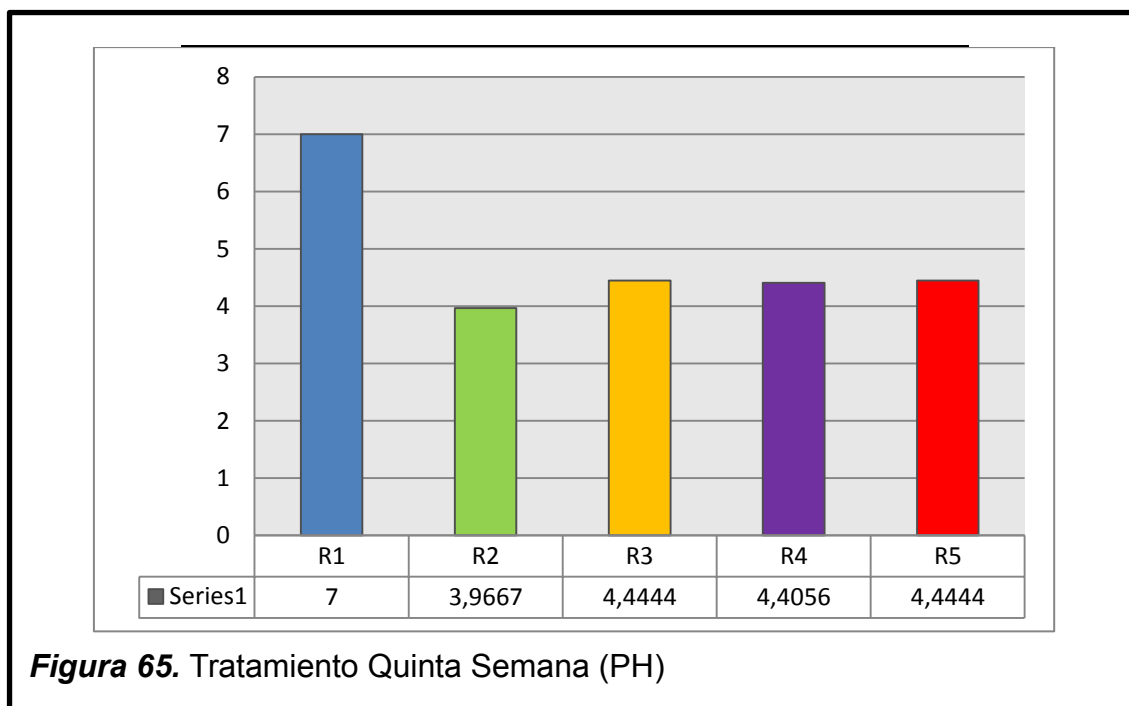


Figura 65. Tratamiento Quinta Semana (PH)

Tabla 78. ANOVA Tratamiento Quinta Semana (PH)

ANOVA					
PH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	106,726	4	26,682	250,924	,000
Dentro de grupos	9,038	85	,106		
Total	115,765	89			

El valor que está debajo al valor de significancia (5%) debemos considerar que tendremos diferencia entre los tratamientos para la elaboración de vinagre.

Tabla 79. Prueba Tukey (0.05) Tratamiento Quinta Semana (PH)

PH				
HSD Tukey ^{a,b}				
INOCULO	N	Subconjunto		
		1	2	3
16 gr + 10 ml inoculo	18	3,9667		
0gr + 10 ml inoculo	18		4,4056	
20gr + 20 ml inoculo	18		4,4444	
0gr + 20 ml inoculo	18		4,4444	
Testigo	18			7,0000
Sig.		1,000	,996	1,000

6.10 Resultados por Efecto la acción Biocida del producto en Estudio

6.10.1 Resultados de discos de inhibición

No existe crecimiento de Erwinia en un diámetro de dos centímetros del disco de sensibilidad de ácido acético y estreptomycin.

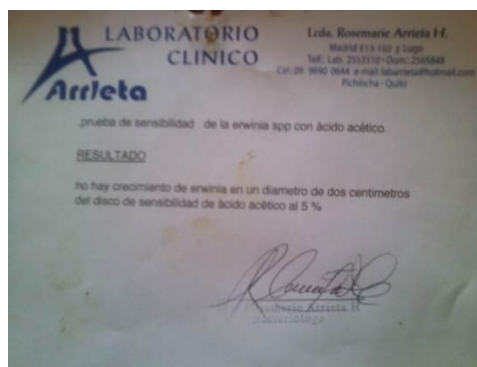


Figura 66. Fotografía Resultados de Laboratorio Inhibición de Erwinia de Plátano



Figura 67. Fotografía Plato de Cultivo de Erwinia



Figura 68. Fotografía Inhibición de Erwinia con Ácido Acético y Estrepto Estreptomycin



Figura 69. Fotografía Proceso Inhibición Erwin

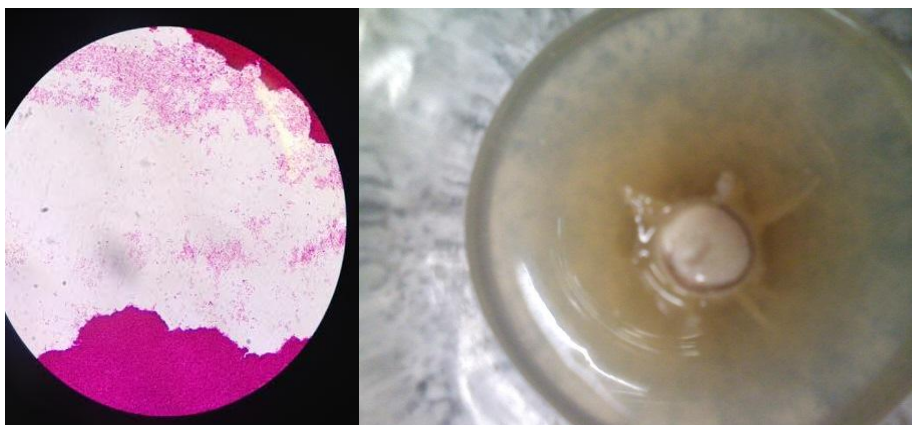


Figura 70. Fotografía Meristemo Infectado de Erwinia (Pudrición Meristemo)

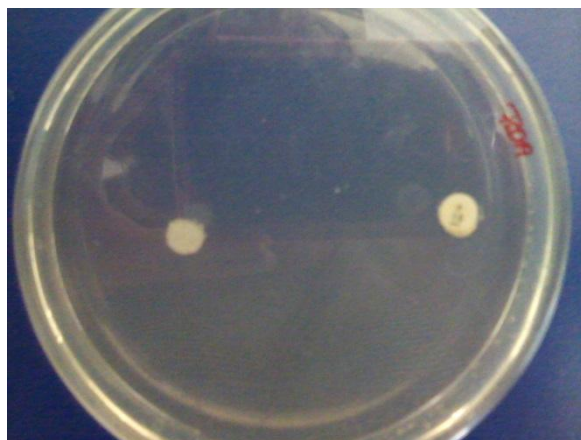


Figura 71. Fotografía Resultado Inhibición de Erwinia con Ácido Acético y Estreptomicina

Tanto la estreptomicina como el ácido acético inhiben a la erwinia o evitan su crecimiento, sin embargo el beneficio del vinagre en este caso es que es orgánico, ayuda a evitar el daño del medio ambiente y a controlar la erwinia de una manera más efectiva y menos dañina.

7 ANÁLISIS FINANCIERO

7.1 Balance de Masas

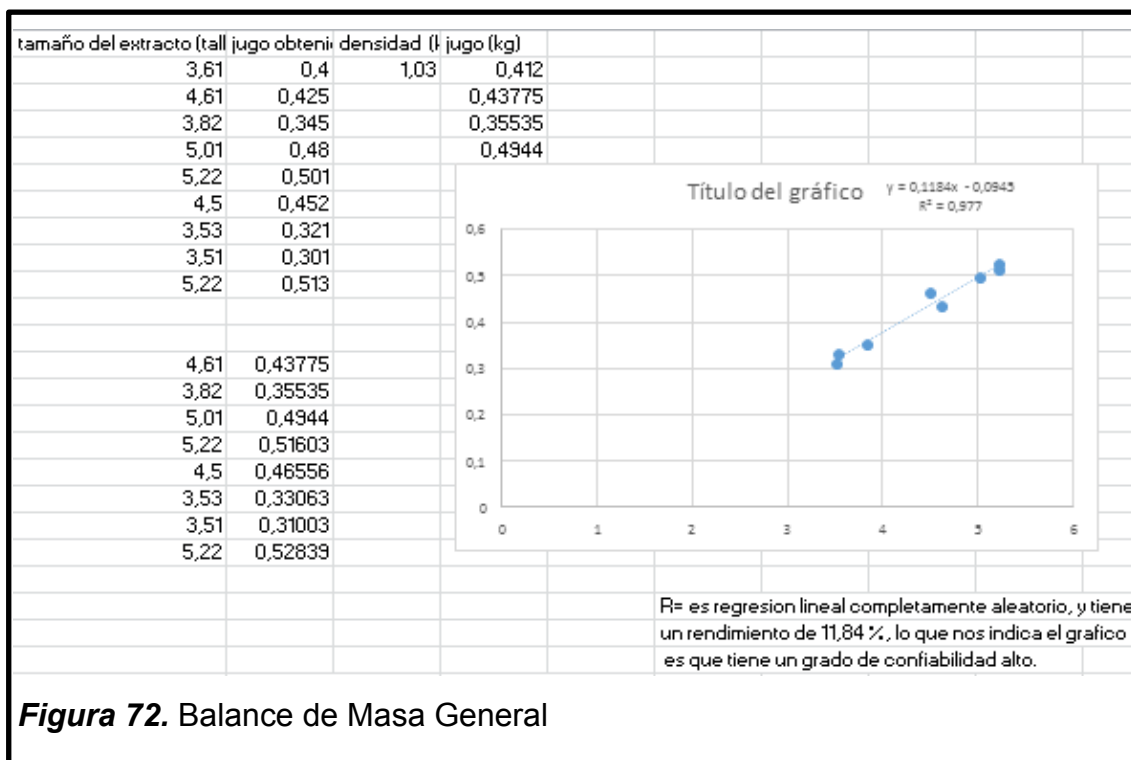


Figura 72. Balance de Masa General

Nos indica que el R^2 mientras más cercano es a 1 los datos son confiables a la regresión lineal, por lo tanto el R^2 del experimento es de 0.977 y tiene un rendimiento de 11.84 % lo que nos indica que tiene un grado de confiabilidad alto.

Tabla 80. Balance Masa Peso (Vinagre)

PESO DE JUGO CON BOTELLA	PESO DE BOTELLA	JUGO DE TALLO
1010,96 gr	512,14 gr	500 ml
	498,82	jugo liquido en gr
	483,84	
= 498,82/483,84		densidad
	1,03	densidad
	11,84%	rendimiento del jugo
3,61 kg	0,4 L	
parte sólida	peso liquido	
1,03 =	m/0,4	
	=0,412	
	kg	
datos		
plantas/hectárea	2000	
peso planta (libras)	300	136,364
		kg
tallos/año	1,7	
	3400	tallos/año
	463637,6	kg de tallo/Ha/año
rendimiento	11,84%	residuos líquidos
	54894,69184	kg residuos líquidos ha/ año

El jugo líquido que se utiliza para la producción de vinagre es de 498,82 gr, la densidad es de 1.03 y el rendimiento es de 11.84 %, tomamos en cuenta que por cada extracción de pedazo de tallo que pesa 3.61 kg de parte sólida y de parte líquida 0.4 litros.

La base de cálculo es para una hectárea lo que nos indica que por cada hectárea se puede plantar 2000 y que cada planta pesa 136.64 kg y cada tallo por año es de 1.7, entonces nos indica que tendremos 3400 tallos por año.

Al momento de saber los kg de tallo por año de acuerdo al rendimiento obtenido nos indica que tendremos 54894,69 kg de parte líquida por hectárea por año.

Diagrama de flujo micro escalado de vinagre

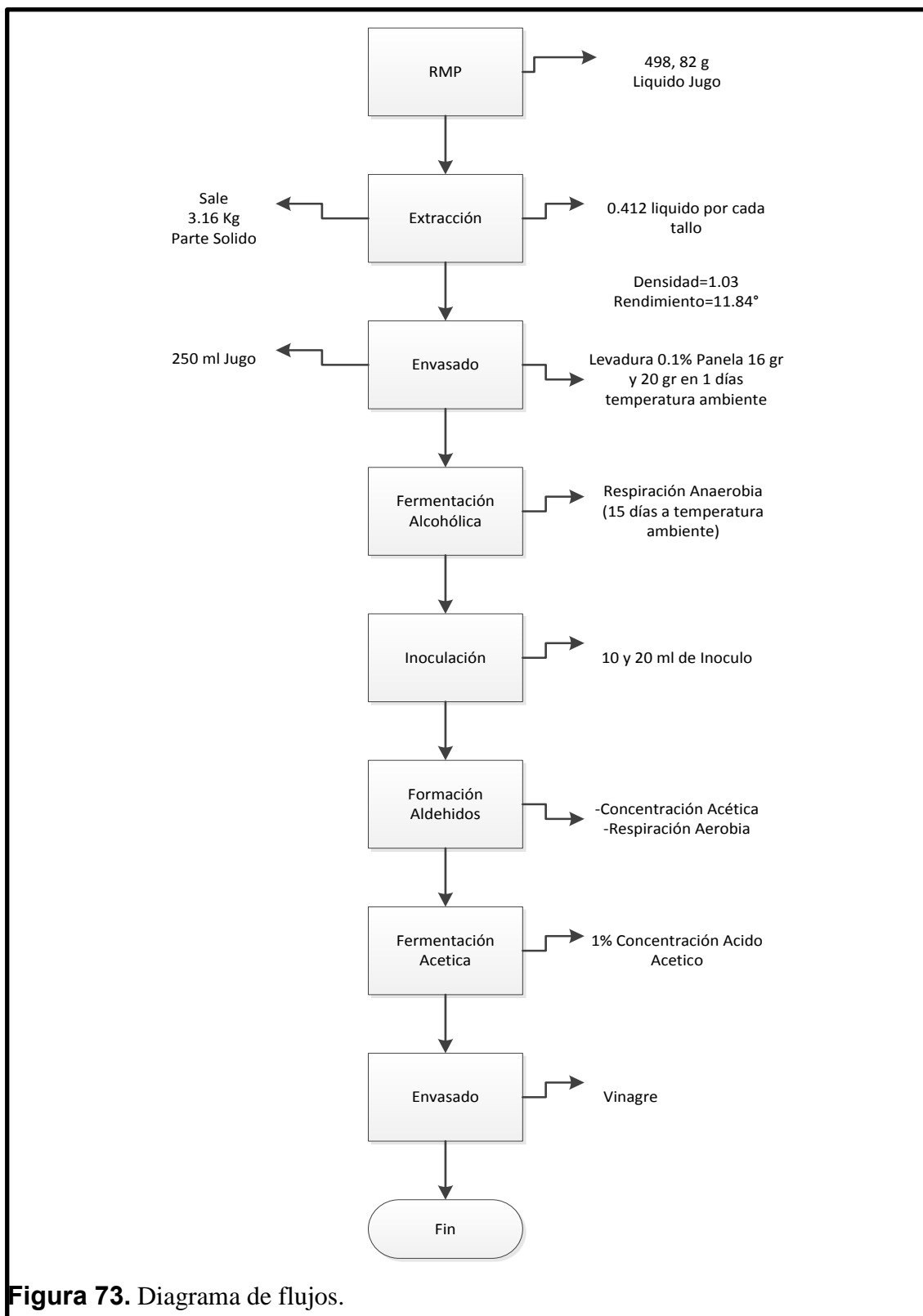
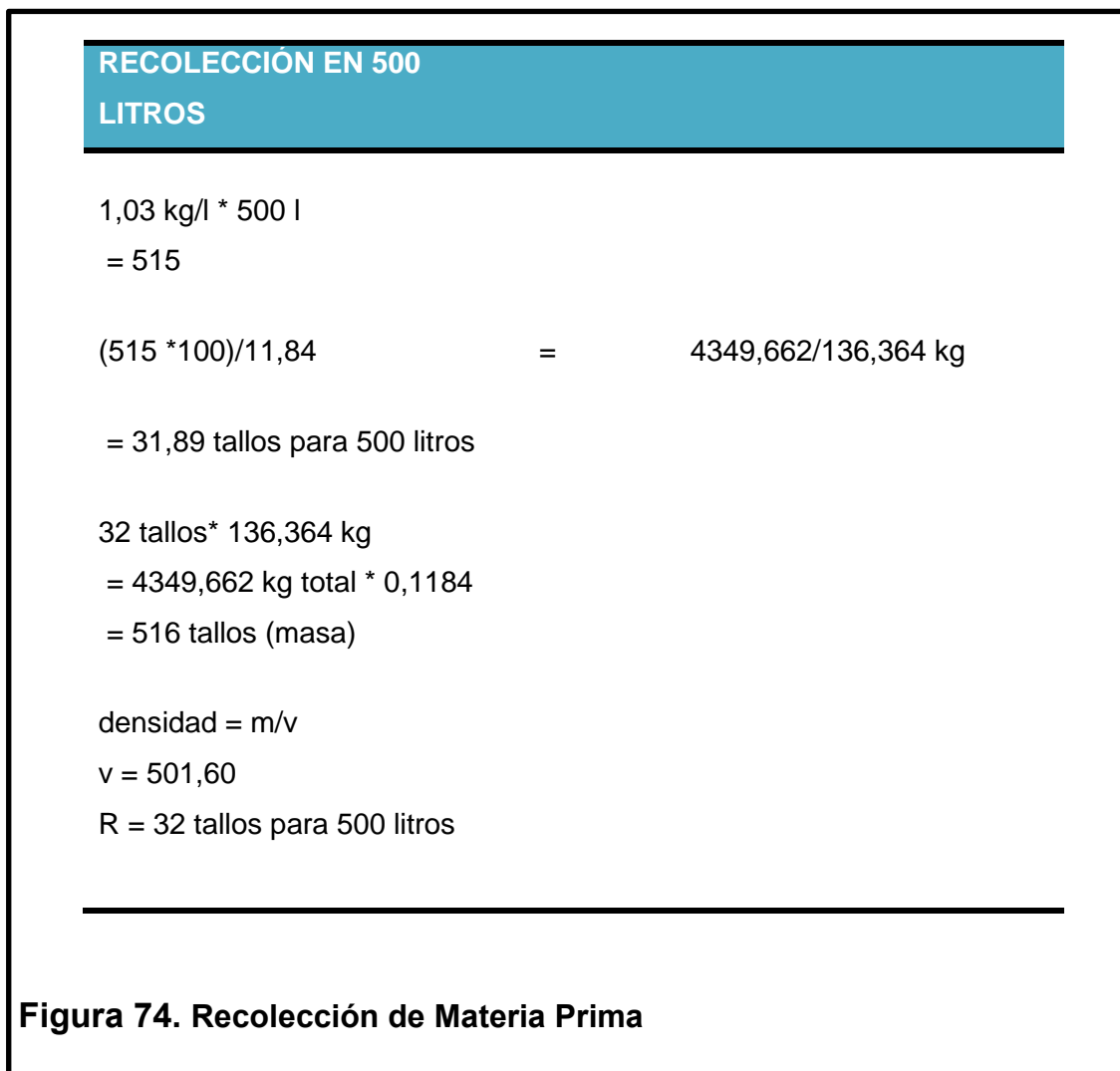


Figura 73. Diagrama de flujos.

Se necesita 32 tallos para extraer 500 litros de jugo de residuos vegetales.

7.2 Recolección de Materia Prima



Se compararon económicamente dos diferentes tipos de tratamiento para *Erwinia spp.* Se tomó en consideración el tratamiento estudiado a lo largo del presente trabajo, junto con las operaciones unitarias necesarias para la obtención del producto estudiado, y se lo comparó con un tratamiento tradicional que cuenta con dos productos diferentes usados para el tratamiento de la *Erwinia spp.* Se realizó el análisis en base al costo por hectárea que tomaría tratar con cada tratamiento, manteniendo constantes los costos administrativos en cuanto a profesionales a cargo. Se encontró que el costo propuesto por hectárea es de 312,29 dólares americanos mientras que el costo

de tratamiento tradicional es de 456,49 dólares americanos, por lo que se podrá ahorrar \$144,20 por hectárea al año, un ahorro considerable para cualquier productor, además de que se consideran mejores resultados mediante el tratamiento propuesto. Liberar a un productor del gasto de \$144,20 por año por hectárea puede resultar en grandes beneficios ya que los cultivos de musáceas se dan a gran escala por lo que si se escala este beneficio al tamaño de una plantación promedio resulta en un valor de ahorro considerable para el productor.

7.3 Análisis Financiero Producción de Vinagre VS Producción Tradicional

Tabla 81. Análisis Financiero Producción Vinagre

Proyecto de tesis :					
PRODUCCIÓN Y MICRO-ESCALADO DE VINAGRE A PARTIR DE RESIDUOS VEGETALES DE PLÁTANO (<i>Musa Paradisiaca</i>) PARA SU APLICACIÓN COMO BACTERICIDA ORGÁNICO EN AGRICULTURA.					
OBRA:					
Análisis costo por hectarea Tratamiento de <i>Erwinia</i> spp a base del vinagre obtenido					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: producción vinagre				UNIDAD: u.	
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Extractor	1	500.000		32.000	
Contenedores	1	99.120	99.120	1.000	99.120
Vehículo	1	40.000	40.000	0.330	13.200
Herramienta manual	1	7.160	7.160	1.000	7.160
Material desechable	1	0.010	0.010	1.000	0.010

OBRA: Análisis costo por hectarea Tratamiento de *Erwinia* spp a base del vinagre obtenido

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: producción vinagre
DETALLE:

UNIDAD: u.

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Extractora	1	500.000		32.000	
Contenedores	1	99.120	99.120	1.000	99.120
Vehiculo	1	40.000	40.000	0.330	13.200
Herramienta manual	1	7.160	7.160	1.000	7.160
Material desechable	1	0.010	0.010	1.000	0.010
SUBTOTAL M					119.490
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Ing. Agroindustrial	1	3.994	3.994	8.000	31.949
Transportista	1	3.256	3.256	4.000	13.025
Jornalero	2	2.206	4.413	8.000	35.303
SUBTOTAL N					80.276
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Pseudotallos	1.000	32.000	0.030	0.960	
Acetobacter	1.000	1.000	20.000	20.000	
Levaduras	1.000	1.000	2.340	2.340	
Panela	1.000	1.000	3.230	3.230	
SUBTOTAL O					26.530
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					226.296
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					40.733
OTROS INDIRECTOS %					45.259
COSTO TOTAL DEL RUBRO					312.288
VALOR PROPUESTO					312.290

Tabla 82. Análisis Financiero del Tratamiento Tradicional

Proyecto de tesis :	PRODUCCIÓN Y MICRO-ESCALADO DE VINAGRE A PARTIR DE RESIDUOS VEGETALES DE PLÁTANO (Musa Paradisiaca) PARA SU APLICACIÓN COMO BACTERICIDA ORGÁNICO EN AGRICULTURA
OBRA:	Análisis costo por hectárea Tratamiento Tradicional

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Tratamiento Tradicional
DETALLE:

UNIDAD: u.

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO TOTAL	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Streptomycina	2	53,430	106,860	1,000	106,860
Phyton 27	1	69,760	69,760	1,000	69,760
Herramienta manual	3	47,840	143,520	1,000	143,520
Material desechable	1	3,260	3,260	3,200	10,432
SUBTOTAL M					330,572
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Ing. Agroindustrial	0,002	3,994	0,008	1,000	0,008
Tecnico a cargo	0,01	3,256	0,033	1,000	0,033
Jornalero	0,08	2,206	0,177	1,000	0,177
SUBTOTAL N					0,217
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					330,789
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					59,542
OTROS INDIRECTOS %					66,158
COSTO TOTAL DEL RUBRO					456,489
VALOR PROPUESTO					456,490

8 CONCLUSIONES

8.1 Conclusiones

Características físico y químico de la materia prima

- De acuerdo en los análisis estudiados las proporciones del fruto y residuos vegetales de la planta de plátano se correlacionan en su valor nutricional, según la tabla tomado de calderón, 2004 el hierro contiene 4,8 mg en 100 gr y el manganeso contiene 4,35 en 100 gr y según los estudios realizados en residuos vegetales obtuvimos la misma correlación en los mismos minerales, lo que concluimos que en toda la planta tenemos minerales pero en diferentes proporciones.
- Se concluyó en los resultados de análisis de minerales en residuos vegetales de tallo y hojas de plátano que contenía cadmio en su valor nutricional debido a que los suelos del Ecuador lo contiene, por lo que la planta no distingue entre calcio y cadmio al momento de su absorción por su balanza (+2), según el INIAP y CORPEI el cadmio proviene de forma natural, mediante las erupciones volcánicas, la mineralización del material parental o inducidas por el hombre (antropogénicas), donde sobresale las explotaciones de minas, quemadas de basuras urbanas, uso de lodos urbanos en la agricultura, agroquímicos, gases provenientes de las industrias, quema de combustibles fósiles, entre estos el carbón, contaminación por derivados del petróleo al secar el cacao en carreteras, el Instituto de Alemania para el análisis de riesgos BFR señalo que la dosis mínima de cadmio para productos alimentarios es de 0,1 a 0,3 mg por kilogramo de producto. etc. (Mite, 2008).
- Al momento de obtener el jugo de los residuos vegetales concluimos la obtención de pectinas que sirven para el aglutamiento para otro subproducto.

Formación de alcohol en el extracto

- Concluimos en la formación de alcohol necesitamos de 10 a 12 grados Bx en el jugo sin embargo obtuvimos en el método conocido como azúcares en solución solo 2 grados Bx por esta razón agregamos panela para tener mejor resultados, además el medio es anaerobio a una temperatura de 30 grados centígrados y un porcentaje de levadura ideal al 0,1 % para su efectividad.

Oxidación de alcohol a ácido acético.

En el siguiente cuadro comparativo concluimos que

Tabla 83. Cuadro Comparativo Pretratamiento VS Tratamiento (Alcohol a Ácido Acético)

PRE TRATAMIENTO	TRATAMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> • Obtuvimos 2 grados Bx • Las curvas de pH dio como resultado 4,5 lo que no era ideal para la transformación acética. • Con el análisis de acidez titulable nos dio como resultado 0,36% de concentración acética. • No hubo formación de cetonas y aldehídos en todas las repeticiones del experimento mediante el análisis de Tollens y Fehiling. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentamos los grados Bx al 10, para obtener un mejor medio para las levaduras que transforman alcohol. • Las curvas de pH dio como resultado 4 lo que nos permite una transformación acética • Con el análisis de acidez titulable nos dio como resultado el 1,5% de concentración acética. • Hubo formación de cetonas y aldehídos en todas las repeticiones del experimento mediante el análisis de Tollens y Fehiling.

Toda la experimentación depende de todos los factores y sus variables para obtener un vinagre apto para el uso como bactericida orgánico contra la *Erwinia* spp.

El medio para la transformación acética fue anaerobio y en la oscuridad a una temperatura de 20 grados centígrados.

Evaluación por efecto la acción biocida del producto en estudio.

- Concluimos mediante pruebas de laboratorio en discos de inhibición que el ácido acético, y la estreptomicina inhiben en un diámetro de 2 cm pero la diferencia es el costo, ya que es más barato producir vinagre que importar estreptomicina.

9 RECOMENDACIONES

- Para una producción industrial es efectivo utilizar catalizadores como el ácido sulfúrico ya que acelera el proceso de transformación de alcohol a ácido acético.
- Cultivar el aceto bacter para una producción orgánica sin necesidad de utilizar químicos.
- Producir esta investigación a gran escala como alternativa de biocida contra la erwinia ya que Ecuador tiene la posibilidad de crear productos innovadores que ayuden a nuestra parte agrícola.

REFERENCIAS

- (1996). En G. Agrios, *Fitopatología* (pág. 836). México: Limusa.
- Aguirre. (12 de Junio de 2008). *Crónicas del campo palmero*. Recuperado el 30 de Junio de 2014, de <http://cronicasdelcampopalmero.com>
- Almodóvar, W. (1997). *enfermedades del plátano y guineo*. Puerto Rico.
- Análisis bromatológico reacción Fehling y Tollens*. (14 de marzo de 2010). Recuperado el 19 de abril de 2015, de <http://www.quimicaorganica.net/ensayos-fehling-tollens.html>
- Andrade. (Martes de Junio de 1993). *Breve historia del vinagre*. Recuperado el Lunes de Julio de 2014, de <http://www.paidotribo.com.mx/pdfs/DH0018/DH0018.0.pdf>
- Antibióticos, M. y. (2 de Noviembre de 2009). *estreptomicina uso agrónomico conta la Erwinia*. Recuperado el 5 de septiembre de 2015, de <http://apps.who.int/medicinedocs/es/d/Js5513s/2.6.html>
- Augura, A. (1997). *Manual de Labores en Fincas Bananeras*. Medellín.
- Carrillo, M. (13 de marzo de 2010). *Análisis Bromatológico reacción de Fehling y Tollens*. Recuperado el 19 de abril de 2015, de <http://www.quimicaorganica.net/ensayos-fehling-tollens.html>
- Censos, I. N. (18 de febrero de 2012). *Estructura Productiva de Plátano*. Recuperado el 25 de Junio de 2015, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-economico/>
- Censos, I. N. (16 de Febrero de 2012). *Estructura Productiva de Plátano*. Recuperado el 12 de Junio de 2015, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-economico/>
- Department of food Science, P. U. (2004). *Production, Physicochemical properties and digestibility*. Estados Unidos.
- Department of chemical Engineering, A. U. (2010). *Kinetics studies on ethanol production from banana peel waste using mutant strain of Saccharomyces cerevisiae*. India.
- Ecuador, B. C. (23 de mayo de 2011). *Exportaciones de vinagre*. Recuperado el 30 de julio de 2014, de Importaciones de vinagre:

http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jsp

- Fao. (jueves de julio de 2010). *Diagrama de flujo de vinagre de frutas*. Recuperado el lunes de enero de 2014, de http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pprocesados/fru3.htm#A4
- Francois, B. (2010). *Agroindustria rural, recursos técnicos y alimentación*. Costa Rica.
- Freeman, P. (2013). *Análisis de alimentos Fundamentos y Técnicas*. Estados Unidos.
- Grisales Meneses, G. M. (2004). Empaques biodegradables a partir de la fibra del plátano. *Agroindustria y Alimentos*, 27-30.
- Grolamys Castillo, B. A. (lunes de julio de 2012). *Cuantificación del contenido de ácido indolacético (AIA) en un caldo de fermentación microbiana*. Recuperado el martes de agosto de 2014, de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2198192>
- IES la Magdalena, A. y. (12 de octubre de 2013). *Determinación del contenido de ácido acético en un vinagre comercial*. Recuperado el 23 de abril de 2015, de http://www.academia.edu/6983775/Informe_de_bioquimica
- Instituto de promoción de exportaciones e inversiones*. (martes de enero de 2013). Recuperado el martes de agosto de 2014, de http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/09/PROEC_as2013_banano.PDF
- Mite, F. (16 de julio de 2008). *Avances del Monitoreo de Cadmio en Suelos del Ecuador*. Obtenido de <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/6.-Francisco-Mite.-Cadmio.-INIAP.pdf>
- Monsalve, G. (2006). *Ethanol production of banana Shell*. Inglaterra.
- Montalvo, M. (1998). *Elaboracion del vinagre en el siglo XIX. Discordia y enfrentamiento químico->Biológico*. Madrid.
- Ordosgoltti, A. (1987). *Enfermedades Bacterianas de las musaceas en Venezuela*. Venezuela.

Technology, I. J. (17 de Mayo de 2010). *OPTIMIZATION OF PROCESS PARAMETERS FOR VINEGAR*. Recuperado el 10 de Abril de 2015, de file:///C:/Users/USER/Downloads/IJRET_110209076.pdf

Ulloa, S. (23 de Junio de 2012). *Manual del cultivo de Plátano en el Ecuador*. Recuperado el 7 de Julio de 2015, de <http://giat.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2012/12/Outline-del-libro.pdf>

Universal, E. (martes de marzo de 2014). IVIC confirma que acido acético del vinagre sí elimina bacterias. pág. 7.

ANEXOS

Tabla de pH y grados Bx en tratamiento final

PH	PH	con Panela						Sin Panela					
		16 gr +10ML INOCULO			20 gr+20 ML INOCULO			0gr +10ML INOCULO			0gr +20ML INOCULO		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TESTIGO	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
may-05	6,8	6,7	6,5	6,8	6,5	6,3	6	6,1	6,7	5	5,7	6,8	
may-06	5,7	5,5	5,6	5,2	5,7	5,8	6	6,3	6,3	7	5,4	6,7	
may-07	5,6	5,3	5,2	5,4	5,8	5,4	5,9	6	6,6	6,6	5,6	6,5	
may-08	5,3	5,2	5,5	5,2	5,2	5	5,3	5,8	6,3	6,5	5,3	6,2	
may-09	4,9	5	5,2	5,1	5,1	5	5,4	5,4	5,8	6	5,1	6,1	
may-11	5	5,1	5,5	4,9	5	5	5,3	5,5	5,7	5,8	5,3	5,9	
may-12	5,1	5,3	5,3	5,6	4,8	5	5,4	5,2	5,1	6	5,2	5,8	
may-13	5	5,6	5,6	5,4	5,1	5	5,3	5,3	5,3	6,1	5	5,6	
may-14	5,3	5,3	5,2	5,3	5	5	5,1	5,5	5,3	5,9	5,4	5,3	
may-15	5,1	5,1	5,4	5	4,9	5,2	5,3	5,2	5,2	5,7	5,3	5,4	
may-16	5,2	5,2	5,1	5,1	4,8	5,2	5	5,2	5,2	5,8	5	5,1	
may-18	5	5	5	5,1	4,9	5,1	4,8	5	5,1	5,3	5	5	
may-19	4,8	4,9	5,2	5,2	5	4,9	5,1	4,8	4,8	5	5	5,2	
may-20	4,9	5	4,8	5,4	5,2	4,7	5,2	4,8	4,6	4,9	4,9	5,3	
may-21	4,8	5,1	5	5	5,1	4,9	5	4,6	4,8	5	4,9	5,2	
may-22	4,5	4,8	4,9	4,8	5	5	4,9	4,9	5	5	5,1	5,1	
may-25	4,7	4,6	5,1	4,9	4,9	5,1	4,8	5	5,1	4,7	5,2	5	
may-26	4,5	4,8	5,3	4,5	5,3	5,1	5	4,8	5	4,9	5	5,1	
may-27	4,4	4,9	5	4,4	5	5	5,1	4,6	4,8	5	5,1	5	
may-28	4,5	4,8	5	4,6	5,1	4,9	5	4,7	4,9	5,1	5	5,2	
may-29	4,3	4,9	4,7	4,7	5,1	5	5,2	4,5	4,6	5	4,9	5	
jun-01	4,5	4,5	4,2	4,4	5	5,1	5,1	4,6	4,8	5,1	4,7	5	
jun-02	4,4	4,7	4,1	4,6	5	5,2	5	4,7	5	5,4	4,9	4,8	
jun-03	4,1	4,3	4,4	4,3	5,2	5,1	5,1	4,8	4,9	5,2	5	4,7	
jun-04	4,3	4,4	4	4,4	5,2	4,6	4,6	4,6	4,7	5,1	5,1	4,4	
jun-05	4,1	4,1	3,9	4,1	5,1	4,8	4,8	4,6	4,9	5,2	4,9	4,6	
jun-06	4	4	3,5	4	5	4,7	4,5	4,3	4,5	4,7	4,6	4,1	
jun-08	4	3,9	3,7	4,1	4,9	4,5	4,3	4,4	4,4	4,5	4,2	3,9	
jun-09	4,1	3,9	3,6	3,8	4,7	4,3	4	4,4	4,3	4,6	4,1	4	

BX 0-32%	GRADOS BX	con Panela						Sin Panela					
		16 gr +10ML INOCULO			20 gr+20 ML INOCULO			0gr +10ML INOCULO			0gr +20ML INOCULO		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TESTIGO	16	16	16	20	20	20	5	5	5	5	5	5	5
may-06	16	16	16	20	20	20	5	5	5	5	5	5	5
may-07	16	16	16	20	20	20	5	5	5	5	5	5	5
may-08	14	15	15	14	15	14	4	4	5	4	4	4,5	
may-09	14	15	15	14	15	14	4	4	5	4	4	4,5	
may-11	12	12	13	13	12	12	4	4	5	4	4	4,5	
may-12	11,5	11,5	12	12	11,5	12	4	3,5	4	4	4	4	
may-13	11,5	11,5	12	12	11,5	12	4	3,5	4	4	4	4	
may-14	10,5	10	11	12	11	10	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5	
may-15	10,5	10	11	12	11	10	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5	
may-16	10,5	10	11	12	11	10	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5	
may-18	10	10	10	11	11	9,5	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5	
may-19	9,5	9,5	9	11	10,5	9	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5	
may-20	9	9	9	10,5	10	9	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,5	
may-21	9	9	8,5	10	9,5	9	3	3	3	3,5	3	3	
may-22	9	8,8	8,5	9,5	9	8,5	3	3	3	3,5	3	3	
may-25	9	8,5	8,5	9	9	8,5	3	3	3	3,5	3	3	
may-26	8,5	8,5	8,5	9	9	8	3	3	3	3,5	3	3	
may-27	8,5	8,5	8	9	8,5	8	2,5	2,5	2,5	3	2,5	2,5	
may-28	8,5	8,5	8	9	8,5	8	3	3	3	3,5	3	3	
may-29	8,5	8,5	8	8,5	8,5	7,5	2,5	2,5	2,5	3	2,5	2,5	
jun-01	8	8	8	8,5	8,5	7	2,5	2,5	2,5	3	2,5	2,5	
jun-02	8	8	7,5	8,5	8	7	2,5	2,5	2,5	3	2,5	2,5	
jun-03	8	8	7,5	8,5	7	6,5	2,5	2,5	2,5	3	2,5	2,5	
jun-04	8	7,5	7,5	8	7	6	2	2	2	2,5	2	2	
jun-05	7,5	7,5	7	7	6,5	6	2	2	2	2	2	2	
jun-06	7,5	7,5	7	6	6	5,5	2	2	2	2	2	2	
jun-08	7	7	7	6	6	5,5	2	2	2	2	2	2	
jun-09	7	7	7	5,5	6	5,5	2	2	2	2	2	2	
jun-10	7	7	7	5	5	5	2	2	2	2	2	2	