



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL



FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

Trabajo de Titulación

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

Comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Autor:

Juan José Tandazo Garcés

Tutor:

Ing. Francisco Martín Armas M.sc.

Junín

Manabí

Ecuador

2016



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL



FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

Trabajo de Titulación

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

Comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tribunal de Sustentación Aprobado

Ing. Francisco Muñoz Montecé M.Sc
Presidente del Tribunal

Ing. Segundo Echeverría Desiderio M.Sc
Primer Vocal

Ing. Alejandra Saltos Icaza M.Sc
Segundo Vocal

La responsabilidad del contenido de este trabajo investigativo corresponde exclusivamente a Juan José Tandazo Garcés y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de ciencias para el Desarrollo de la Universidad de Guayaquil.

.....
Firma

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado principalmente al Todopoderoso, Rey de Reyes y Señor de Señores como lo es Dios, por haberme dado la sabiduría para poder comprender y entender todas las enseñanzas recibidas durante mi proceso de preparación como profesional y por la gracia de proveerme siempre en todas mis necesidades.

A mis padres, la Sra. Filomena Amelia Garcés Vecilla y el Sr. Juan Ernesto Tandazo Pinillo por inculcarme valores que me han enseñado a ser una persona de bien, y por ese apoyo incondicional demostrado con amor y cariño.

A mi esposa amada Pamela Tatiana Laje Bolaños y a mis hijas Doménika Juledid Tandazo Laje y Amelia Valentina Tandazo Laje por ser mis fuentes de inspiración durante mi preparación, por estar siempre en las buenas y en las malas, y por esa paciencia y amor demostrado durante este proceso.

A mis hermanos Jonathan Rafael Tandazo Garcés y Juan Ernesto Tandazo Garcés por ese apoyo sincero, leal e incondicional en todo momento, a mis tíos María García Vecilla, Dolores Garcés Vecilla y Guido Garcés Vecilla, por estar siempre ahí cuando más he necesitado de ellos, en sí a todos mis seres queridos que han estado pendiente de mí.

Juan José Tandazo Garcés

AGRADECIMIENTO.

A Dios por haber caminado junto conmigo en toda mi etapa de preparación y haber permitido que cumpla con este objetivo que tanto lo anhelé.

A todas las personas que cumplen con diferentes funciones tanto administrativas, como académicas en la Facultad de ciencias para el Desarrollo por darme la oportunidad de estudiar y prepararme como profesional, de igual manera a todos los profesores que con dedicación y honestidad formaron parte de esta formación.

A mis padres, hermanos, tíos, primos, esposa e hijos por ese amor, unión y sinceridad demostrada en todo momento.

A mi tutor y amigo el Ing. Francisco Martín Armas por esa confianza, tiempo, dedicación y ayuda absoluta demostrado de corazón, por ese aporte técnico y científico de mucha importancia, y por haberme facilitado todo lo necesario para el desarrollo de esta investigación.

Al Sr. Isidro Mendoza y su familia por haberme dado la comodidad de realizar esta investigación en su cultivo y por su buena voluntad de ayudar en todo momento.

A todas aquellas personas de Junín que de una u otra manera aportaron para que esta investigación se realizara con éxito.

A mis compañeros Alexander Gómez Espín, Rigoberto Vecilla Otacoma, Wilmer Roca Vera, Marcos Fernández Tapia y Ángelo Veliz Quinto por esa colaboración y amistad brindada durante todo este tiempo.

Juan José Tandazo Garcés

INDICE

ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE GRÁFICO	XIII
RESUMEN	XIVIV
SUMMARY	XV
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Justificación.....	4
1.3 Situación problematizadora.....	4
1.3.1 Descripción del problema.....	4
1.3.2 Problema.....	5
1.3.3 Preguntas de la investigación.	5
1.3.4 Delimitación del problema.	5
1.3.4.1 <i>Temporal</i>	5
1.3.4.2 <i>Espacial</i>	5
1.4 Objetivos	6
1.4.1 General.	6
1.4.2 Específicos.....	6
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 La caña de azúcar	7
2.1.1 Taxonomía.....	7
2.1.2 Factores climáticos para su desarrollo.....	7
2.1.2.1 <i>Lluvia</i>	7
2.1.2.2 <i>Luz solar</i>	8
2.1.2.3 <i>Humedad relativa</i>	8
2.2 Morfología de la caña de azúcar utilizada en las variables.....	8
2.2.1 Tallo.....	8
2.2.2 Nudo.....	9

2.2.3 Entrenado.	9
2.3 Grados °Brix	9
2.4 Índice de madurez	10
2.5 Sacarosa aparente (Pol)	10
2.6 Pureza.....	10
2.7 El alcohol etílico	11
2.8 El aguardiente.....	11
2.9 La fermentación	11
2.9.1 La fermentación alcohólica.	12
2.9.2 Grado alcohólico	12
2.10 Destilación y tipos de destilación.....	13
2.10.1 Destilación artesanal.....	13
2.10.2 Destilación simple.	13
2.11 El alambique.....	14
2.12 Mosto fermentado	14
2.13 Proceso de elaboración de alcohol etílico	14
2.13.1 Moler la caña de azúcar.	14
2.13.2 Fermentación del jugo de caña.	15
2.13.3 Destilación de aguardiente.	15
2.13.4 Embotellado y empaque del producto terminado.	15
2.13.5 Comercialización.	15
2.14 Diagrama de la elaboración de alcohol etílico a partir de la caña de azúcar	16
2.15 Material de siembra establecido.....	17
2.16 Experiencias investigativas	20
III. MARCO METODOLÓGICO.....	25
3.1 Característica del lote experimental.....	25
3.1.1 Factores estudiados.....	25

3.1.2 Tratamientos.....	25
3.1.3 Diseño experimental.....	25
3.1.4 Análisis estadístico.....	26
3.1.5 Delineamiento experimental.....	27
3.1.6 Manejo del cultivo.....	27
3.1.6.1 Caña planta.....	27
3.1.6.2 Cepa retoño uno.....	27
3.2 Datos evaluados	28
3.2.1 Variables Agronómicas.....	28
3.2.1.1 Tallos por Metro Lineal (TML).....	28
3.2.1.2 Peso Promedio de los Tallos en Kilogramos (PPTK).....	28
3.2.1.3 Toneladas de Caña por Hectárea (TCH).....	29
3.2.2 Variables industriales.....	29
3.2.2.1 °Brix Superior (°BS).....	29
3.2.2.2 °Brix Inferior (°BI).....	29
3.2.2.3 Índice de Madurez (IM).....	30
3.2.2.4 °Brix del Jugo Total (°BJT).....	30
3.2.2.5 Toneladas de °Brix / Hectárea (TBH).....	30
3.2.2.6 Sacarosa Aparente (Pol en Caña) (PC).....	30
3.2.2.7 Pureza del Jugo (PrJ).....	31
3.2.2.8 Peso del Jugo (PsJ).....	31
3.2.2.9 Litros de Alcohol etílico/Tonelada de Caña (LAETC).....	31
3.2.2.10 Variabilidad de la Temperatura en el Proceso de Fermentación (VTPF).....	31
3.2.2.11 Variabilidad del pH en el Proceso de Fermentación (VPPF).....	32
3.2.2.12 Variabilidad del ° Brix en el Proceso de Fermentación (VBPF).....	32
3.2.2.13 Producción de Alcohol etílico/Variedades/Hectárea (PAEVH).....	32

3.2.2.14 Grado Alcohólico / Variedades (GAV).....	32
3.2.2.15 Variabilidad del Grado de Alcohol del Jugo Fermentado (VGAJ).....	32
3.2.2.16 Tiempo y tipo de Fermentación /Variedades (TTFV).....	33
3.2.2.17 Rendimiento de Alcohol etílico/Variedades (RAEV).....	33
3.3 Instrumentos.....	33
3.3.1 Insumos.....	33
3.3.2 Materiales de oficina.....	33
3.3.3 Materiales de campo.....	34
3.3.4 Equipos de campo.....	34
3.3.5 Materiales de laboratorio.....	34
IV. RESULTADOS	35
4.1 Determinar las variables agronómicas de las variedades que inciden en la eficiencia en la producción alcohol etílico/ton de caña.....	35
4.1.1 Tallos por metro lineal.....	35
4.1.2 Peso promedio de los tallos.....	36
4.1.3 Toneladas de caña por hectárea.....	37
4.2 Evaluar indicadores industriales de la calidad del jugo en la producción de alcohol etílico/variedades.....	38
4.2.1 °Brix superior.....	38
4.2.2 °Brix inferior.....	39
4.2.3 Índice de madurez.....	40
4.2.4 °Brix del jugo.....	41
4.2.5 Toneladas de °Brix por hectárea.....	42
4.2.6 Pol en jugo (Sacarosa aparente).....	43
4.2.7 Pureza del jugo.....	44
4.2.8 Peso del jugo.....	45
4.2.9 Litros de alcohol etílico por toneladas de caña.....	46
4.2.10 Variabilidad de la temperatura a las 0 horas.....	47

4.2.11 Variabilidad de la temperatura a las 6 horas.	48
4.2.12 Variabilidad de la temperatura a las 12 horas.	49
4.2.13 Variabilidad de la temperatura a las 18 horas.	50
4.2.14 Variabilidad de la temperatura a las 24 horas.	51
4.2.15 Variabilidad del pH a las 0 horas.	52
4.2.16 Variabilidad del pH a las 6 horas.	53
4.2.17 Variabilidad del pH a las 12 horas.	54
4.2.18 Variabilidad del pH a las 18 horas.	55
4.2.19 Variabilidad del pH a las 24 horas.	56
4.2.20 Variabilidad del °Brix a las 0 horas.....	57
4.2.21 Variabilidad del °Brix a las 6 horas.....	58
4.2.22 Variabilidad del °Brix a las 12 horas.....	59
4.2.23 Variabilidad del °Brix a las 18 horas.....	60
4.2.24 Variabilidad del °Brix las 24 horas.	61
4.2.25 Variabilidad del grado alcohólico a las 0 horas.....	62
4.2.26 Variabilidad del grado alcohólico a las 6 horas.....	63
4.2.27 Variabilidad del grado alcohólico a las 12 horas.....	64
4.2.28 Variabilidad del grado alcohólico a las 18 horas.....	65
4.2.29 Variabilidad del grado alcohólico a las 24 horas.....	66
4.2.30 Producción de alcohol etílico por variedad por hectárea.....	67
4.2.31 Rendimiento de alcohol etílico por variedad.....	68
4.2.32 Tiempo y tipo de fermentación.....	69
4.3 Definir los componentes agro industriales y los cultivares que determinan el mejor comportamiento del indicador litros de alcohol etílico/ton de caña/variedad en la cepa retoño uno.	69
V. DISCUCION	77
VI. CONCLUSIONES	85
VII. RECOMENDACIONES	86

VIII. BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	92

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características de la variedad Ragnar (testigo)	17
Cuadro 2. Características de la variedad C 132-81	18
Cuadro 3. Características de la variedad C 8751	18
Cuadro 4. Características de la Variedad C 1051-73	19
Cuadro 5. Características de la variedad B 7274.....	19
Cuadro 6. Características de la variedad CC 8592	20
Cuadro 7. Esquema de análisis de varianza.....	26
Cuadro 8. Tallos/metro lineal en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	35
Cuadro 9. Peso promedio de los tallos en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	36
Cuadro 10. Toneladas de caña por hectárea en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	37
Cuadro 11. °Brix superior en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	38
Cuadro 12. °Brix inferior en el Comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	39
Cuadro 13. Índice de madurez en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	40

Cuadro 14. °Brix del jugo en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.....	41
Cuadro 15. Toneladas de °Brix por hectárea en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	42
Cuadro 16. Pol en jugo en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	43
Cuadro 17. Pureza del jugo en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	44
Cuadro 18. Peso del jugo en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	45
Cuadro 19. Litros de alcohol etílico/toneladas de caña en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	46
Cuadro 20. Variabilidad de la temperatura en el proceso de fermentación a las 0 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	47
Cuadro 21. Análisis de la variabilidad de la temperatura en el proceso de fermentación a las 6 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	48
Cuadro 22. Análisis de la variabilidad de la temperatura en el proceso de fermentación a las 12 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar	

(*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 49

Cuadro 23. Análisis de la variabilidad de la temperatura en el proceso de fermentación a las 18 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 50

Cuadro 24. Variabilidad de la temperatura en el proceso de fermentación 24 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 51

Cuadro 25. Variabilidad del pH en el proceso de fermentación a las cero horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 52

Cuadro 26. Análisis de la variabilidad del pH en el proceso de fermentación a las 6 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 53

Cuadro 27. Análisis de la variabilidad del pH en el proceso de fermentación 12 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 54

Cuadro 28. Análisis de la variabilidad del pH en el proceso de fermentación a las 18 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 55

Cuadro 29. Variabilidad del pH proceso de fermentación 24 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 56

Cuadro 30. Variabilidad del °Brix en el proceso de fermentación a las 0 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	57
Cuadro 31. Análisis de la variabilidad del °Brix en el proceso de fermentación a las 6 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	58
Cuadro 32. Análisis de la variabilidad del °Brix en el proceso de fermentación a las 12 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	59
Cuadro 33. Análisis de la variabilidad del °Brix en el proceso de fermentación a las 18 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	60
Cuadro 34. Variabilidad del °Brix en el proceso de fermentación a las 24 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	61
Cuadro 35. Variabilidad del grado de alcohol en el proceso de fermentación a las 0 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	62
Cuadro 36. Análisis de la variabilidad del grado de alcohol en el proceso de fermentación a las 6 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.	63
Cuadro 37. Análisis de la variabilidad del grado de alcohol en el proceso de fermentación a las 12 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña	

de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 64

Cuadro 38. Análisis de la variabilidad del grado de alcohol en el proceso de fermentación a las 18 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 65

Cuadro 39. Variabilidad del grado de alcohol en el proceso de fermentación a las 24 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 66

Cuadro 40. Producción de alcohol etílico por variedad en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 67

Cuadro 41. Rendimiento de alcohol etílico/variedad en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 68

Cuadro 42. Tiempo y tipo de fermentación en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador. 69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de correlaciones.....	71
Tabla 2. Resultado de los análisis de componentes principales de los datos obtenidos en la cepa retoño uno a los 13 meses en la cosecha.	73
Tabla 3. Criterio para determinar el coeficiente KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) y la adecuación muestral en el análisis factorial de un conjunto de datos en las correlaciones parciales entre las variables.	74
Tabla 4. Comportamiento de las comunalidades en los componentes y variables estudiados.....	75

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1. Matriz de los componentes	72
---	----

ABREVIATURAS

TML = Tallos por metro lineal.

PPTK = Peso promedio de los tallos en kilogramo.

TCH = Toneladas de caña por hectárea.

°BI = °Brix Inferior.

°BS = °Brix Superior.

IM = Índice de Madurez.

°BJT = °Brix del Jugo Total.

TBH = Toneladas de Brix por hectárea.

PC = Pol en caña (sacarosa aparente).

PrJ = Pureza del Jugo.

PsJ = Peso del jugo.

LAETC = Litros de alcohol etílico por toneladas de caña.

T°BH = Toneladas de °Brix/Hectárea.

VTPF = Variabilidad de la temperatura en el proceso de fermentación.

VpHPF = Variabilidad del pH en el proceso de fermentación.

VBPF = Variabilidad de °Brix en el proceso de fermentación.

PAEVH = Producción de alcohol etílico/variedades/hectárea.

GAV = Grado alcohólico por variedades.

VGAPF = Variabilidad del grado alcohólico en el proceso de fermentación.

TTFV = Tiempo y tipo de fermentación por variedades.

RAEV = Rendimiento de alcohol etílico por variedades.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el cantón Junín, Ecuador, tuvo como objetivo: Analizar los componentes de eficiencia Agro Industriales en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) que determinan el indicador de litros de alcohol etílico/ton de caña en cepa retoño uno en una plantación de 13 meses de edad, para lo cual se evaluaron 20 variables agro industriales por medio del análisis de varianza (Tukey al 5 %), componentes principales, con el SPSS 15 para Windows, y análisis factorial de correlaciones. Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones, los tratamientos fueron variedades de caña de azúcar: C 1051-73, C 132-81, C 8751 (origen cubano), CC 8592 (origen colombiano), B 7274 (Islas barbados) y Ragnar (testigo, australiana). En los análisis de componentes principales se identifican las relaciones que miden el comportamiento de litros de alcohol etílico/toneladas de caña determinando que la B 7274 es la de mejores resultados por los valores en la extracción de la varianza y las correlaciones significativas que tiene las toneladas de caña/ hectárea, toneladas de °Brix por hectárea, entre otros obteniendo la mejor producción de alcohol etílico por variedad/ hectárea, el rendimiento de alcohol etílico por variedades correlacionó significativamente con la producción de alcohol por variedades por hectárea, siendo en este indicador la mejor relación la C 8751. En el análisis factorial la B 7274 y C 8751 presentaron el mejor comportamiento agro industrial en la producción de alcohol etílico/toneladas de caña, los componentes de mayor extracción de la varianza total y con una adecuación muestral de excelente a aceptable en el coeficiente Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que determinaron este resultado fueron: litros de alcohol etílico/toneladas de caña, variabilidad de la temperatura en 24 horas, rendimiento de alcohol etílico por variedad, producción de alcohol etílico por variedad, toneladas de °Brix/hectárea, toneladas de caña/hectárea y variabilidad del pH en 24 horas.

Palabras claves: Cultivos tropicales, caña de azúcar, variedades, variables agro industriales, producción y rendimiento de alcohol etílico artesanal/tonelada.

SUMMARY

The present research was carried out in Junín, Ecuador, with the objective of: Analyzing the efficiency components Agro Industriales in sugarcane varieties (*Saccharum officinarum*) that determine the indicator of liters of ethyl alcohol/ton of cane in shoots shoot one in a 13-month-old plantation, for which 20 agro industrial variables were evaluated through analysis of variance (Tukey at 5%), main components, with SPSS 15 for Windows, and factorial analysis of correlations. The treatments were varieties of sugar cane: C 1051-73, C 132-81, C 8751 (Cuban origin), CC 8592 (Colombian origin), B 7274 (Barbados Islands) and Ragnar (witness, Australian). The main components analyzes identify the relationships that measure the behavior of liters of ethyl alcohol/ tons of cane, determining that the B 7274 is the one with the best results for the values in the extraction of the variance and the significant correlations that the tones Of cane/hectare, tons of ° Brix per hectare, among others obtaining the best ethyl alcohol production per variety/hectare, the yield of ethyl alcohol by varieties correlated significantly with the production of alcohol per hectare. Better correlation with C 8751. In the factor analysis, the B 7274 and C 8751 presented the best agro industrial performance in ethyl alcohol/ton of cane production, the components of highest extraction of the total variance and with a sampling adequacy of excellent to Acceptable in the Kaiser-Meyer-Olkin coefficient (KMO), which determined this result were: liters of ethyl alcohol/tons of cane, temperature variability in 24 hours, yield of ethyl alcohol by variety, ethyl alcohol production by variety, Tons of ° Brix/hectare, tons of cane/hectare and pH variability in 24 hours.

Key words: Tropical crops, sugarcane, varieties, agro industrial variables, production and yield of artisanal ethyl alcohol/ton.

I. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es considerada como uno de los cultivos de importancia mundial y nacional por su uso en la alimentación, en la industria de bioenergía y productos derivados. Se estiman unos 25 millones de hectáreas sembradas en el mundo, principalmente para extracción de azúcar. Las diferentes industrias del mundo promueven más de 300 millones de empleos directos por año. En Ecuador se cosechan anualmente cerca de 81 000 ha, para producción de azúcar y etanol, mientras que 50 000 ha, se destinan para producción de panela y alcohol artesanal. Quienes están inmersos en la actividad sostienen que esta genera más de 30 000 empleos directos (Zambrano de Andriuoli, 2014).

“Se calcula diariamente que se producen 170 000 L de etanol en Ecuador, de los cuales 14 000 provienen de fuentes artesanales Consejo Nacional de Control de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas” (CONSEP, 2012).

En la zona rural del cantón Junín se genera a través de la agricultura, ganadería, avicultura y productos artesanales, un importante rubro en el desarrollo económico de la zona, resaltando que en muchas comunidades existe una buena producción de caña de azúcar, en especial en la época de la zafra, desde julio-noviembre. Vale la pena manifestar que aledaños a estas plantaciones se encuentran numerosos trapiches destinados a la destilación del jugo de caña con el fin de obtener el aguardiente. (GAD Junín, 2014).

Según el Sistema de información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca. (SINAGAP, 2016), en Junín, el área sembrada de caña de azúcar en cultivos solos es de 923 ha y asociados con otros cultivos es de 64 ha para un total de 987 ha.

La siembra de caña de azúcar se ha constituido en un elemento destacado de la economía local, materia prima empleada para la elaboración de productos como aguardiente, que se procesa en los trapiches y alambiques. El aguardiente puro obtenido se nombra "currincho", es el ícono de esta población, que se produce en la vía Junín a Calceta (Martin F. , 2016).

La elaboración del guarapo, puro o currincho, como se le conoce en Manabí popularmente al aguardiente de caña de azúcar, es el sustento de cientos de familias del cantón Junín, el proceso de transformar la caña de azúcar en licor conlleva muchos secretos que pasan de generación en generación y le dan fama a esta zona de Manabí. Hoy, el aguardiente de Junín va a las empresas envasadoras de licores Ceilmaca y Milicoreasa. (Perez, 2003).

En la actualidad el procesamiento de la caña de azúcar para la obtención del aguardiente (currincho) típico del cantón Junín ha tomado mayor auge, debido a que su procesamiento no solo se lo realiza con trapiches rústicos, sino que disponen en varios sitios fábricas semi-tecnificadas, que han hecho que se convierta en una de las actividades económicas sobresalientes del cantón. (GAD Junín, 2014).

El procesamiento de aguardiente se hace de manera muy artesanal, usando variedades criollas de caña. La producción campesina de caña, para la producción artesanal de aguardiente y otros derivados es un importante dinamizador de la economía campesina en las zonas donde se produce. (Cuenca & Collay, 2015).

1.1 Antecedentes

El 25 de diciembre de 2013 los estudiantes de la Escuela de Cañicultores y Ganaderos de Manabí (ESCAM) del Gobierno Provincial de Manabí (GPM) y el Municipio de Junín iniciaron la siembra de semilla certificada de caña de azúcar de nuevas variedades de origen cubanas, colombianas y de Islas Barbados para crear el primer banco de semillas de la provincia y garantizar los niveles de producción y poder instalar en el futuro un complejo agroindustrial de la caña y sus derivados (entre ellos el alcohol etílico artesanal), (Martín F. , 2016).

El proyecto en ejecución de la provincia de Manabí es parte del programa de cambio de la matriz productiva respecto a incentivar la siembra de hectáreas de caña de azúcar y plantas para procesamiento de alcohol etílico artesanal, este programa también lo viene desarrollando en el país el ministerio coordinador de producción, empleo y competitividad, el cual estableció el compromiso en el 2012 de incentivar la producción y apoyar al sector cañicultor con préstamos, capacitación y maquinaria, el acuerdo suscrito se benefician cerca de 800 productores de caña y se involucran 14 000 ha que

están destinadas para la producción de caña de azúcar, de la cual se obtiene alcohol etílico artesanal, igualmente el programa nacional de agroenergía, impulsado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), incluye la plantación de 6 000 ha de caña de azúcar con fines energéticos y el proyecto para la instalación de plantas de procesamiento de alcohol.

Un estudio realizado en 14 provincias en las tres regiones del país determinó que existen 374 trapiches artesanales, con 1 647 personas en relación directa de trabajo en el proceso de producción y finalmente se determinó que se producen 426 730 L mensuales de alcohol artesanal, lo que en producción diaria es alrededor de 14 000 L/día. Estos trapiches artesanales adicionalmente producen caña, panela y miel (CONSEP, 2012).

Martin & Lauzardo, (2014), afirman que en la zona de cañicultores de Junín hay más de 50 trapiches para la molienda de la caña de azúcar y dos asociaciones cañeras que se dedican a la producción de panela y alcohol etílico (aguardiente) con más de 30 alambiques para la destilación de este producto.

La mayor cantidad de instalaciones se encuentran en la provincia de El Oro con 80 trapiches, seguida de Imbabura y Bolívar con 39, Cañar y Cotopaxi con 35, mientras que la menor cantidad se encuentran en Guayas y Pichincha. Sin embargo, la provincia que tiene mayor cantidad de producción artesanal de etanol y mayor número de personas involucradas en el proceso es Manabí, seguida de la provincia de Imbabura en la sierra norte ecuatoriana. La producción privada de etanol está a cargo de tres fábricas: Producargo, asociada al ex Ingenio Azucarero Aztra (75 000 L/día); Sideral S.A., asociada al Ingenio San Carlos (20 000 L/día), y Codona S.A., asociada al Ingenio Valdez (30 000 L/día) (CONSEP, 2012).

La producción artesanal de alcohol etílico (aguardiente) se encuentra en casi su totalidad en las manos de pequeños agricultores distribuidos en casi todas las provincias del Ecuador, especialmente a lo largo de las estribaciones de la cordillera de los Andes y otras zonas tropicales y subtropicales del país (Cuenca & Collay, 2015).

1.2 Justificación

La producción de caña de azúcar en el cantón Junín se viene desarrollando sin la aplicación tecnológica y la agrotecnia del cultivo, la alta mezcla varietal de los cultivares que existen actualmente utilizadas para la elaboración de alcohol etílico artesanal, ha afectado en la calidad de los jugos y su pureza provocando la degeneración y disminución del indicador de la producción de litros de alcohol etílico/toneladas de caña, variable que determina la producción de este producto a partir de las bondades que deben presentar las variedades en explotación (Martin & Lauzardo, 2014).

En octubre de 2013 se comenzó un programa de extensionismo en el cantón Junín, iniciativa del GAD Manabí para estudiar cinco variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) de alto potencial agro azucarero y resistente a las principales plagas y enfermedades, tres de origen cubano (C 132-81, C 8751, C1051-73), la B 7274 originaria de Islas Barbados y la CC 8592 de origen colombiano, para su validación y estudio de adaptabilidad al genotipo ambiente para la producción artesanal de alcohol, como testigo se empleará la variedad Ragnar de origen australiano sembrada en la actualidad por los agricultores de Junín, este cultivar representa a la vez más del 70 % de la producción azucarera actual del Ecuador (Martin & Rodriguez, 2016).

Por lo antes expuesto es intención de ésta investigación analizar los componentes Agro Industriales de estas nuevas variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) introducidas en el cantón Junín, que determinarán los indicadores de producción de los litros de alcohol etílico/ton de caña en la cepa retoño como uno de los elementos fundamentales en la variable que determina el mejor comportamiento de estos nuevos cultivares en la economía de la familia de los cañicultores.

1.3 Situación problematizadora

1.3.1 Descripción del problema.

La producción actual de caña de azúcar por hectárea es inferior a las 35 ton, la población de tallos por metro lineal es inferior a ocho, alta incidencia en el porcentaje de infestación del Borer de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis F.*) superior al 25 %, el barrenado provocado por esta plaga facilita la entrada del hongo *Colletotrichum falcatum* (Pudrición roja), influyendo en el deterioro del jugo para la

producción de alcohol etílico artesanal afectando la pureza del mismo. Los cultivares actuales en explotación presentan alta mezcla varietal, incidiendo en las potencialidades agroindustriales en la producción del alcohol artesanal (Martin F. , 2016).

1.3.2 Problema.

El empleo de las variedades actuales en la producción de alcohol etílico artesanal por los cañicultores presentan bajo rendimiento de toneladas de caña por hectárea, (menos de 35 ton/ha), mala calidad de los jugos (Pol menor de 11 %, °Brix menor 16 % y pureza inferior al 83 %) y alta incidencia de plagas y enfermedades.

1.3.3 Preguntas de la investigación.

- ✓ ¿Cuáles fueron las variables agronómicas de las variedades que incidieron en la producción alcohol etílico/ton de caña?
- ✓ ¿Qué indicadores industriales incidieron en la calidad del jugo en la producción de alcohol etílico/variedades?
- ✓ ¿Cuáles fueron los componentes agro industriales y los cultivares que determinaron el mejor comportamiento del indicador litros de alcohol etílico/ton de caña/variedad en la cepa retoño uno?

1.3.4 Delimitación del problema.

1.3.4.1 Temporal.

En los últimos 10 años en el cantón Junín la disminución de los rendimientos en la producción de litros de alcohol etílico/ton de caña se ha dado producto del cruce o mezcla varietal existente en la actualidad.

1.3.4.2 Espacial.

En la finca del señor Isidro Mendoza, ubicada en el sitio Higuerón del Cantón Junín, provincia de Manabí, Ecuador.

1.4 Objetivos

1.4.1 General.

Analizar los componentes de eficiencia Agro Industriales en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) que determinan el indicador de litros de alcohol etílico/ton de caña en cepa retoño uno, introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

1.4.2 Específicos.

- Determinar las variables agronómicas de las variedades que inciden en la eficiencia en la producción alcohol etílico/ton de caña.
- Evaluar indicadores industriales de la calidad del jugo en la producción de alcohol etílico/variedades.
- Definir los componentes agro industriales y los cultivares que determinan el mejor comportamiento del indicador litros de alcohol etílico/ton de caña/variedad en la cepa retoño uno.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 La caña de azúcar

2.1.1 Taxonomía.

La caña de azúcar forma parte de la familia de las gramíneas del genero *Saccharum*, donde tiene seis especies, de las cuales cuatro son domesticadas y dos silvestres. Las domesticadas corresponden a *S. edule*, *S. barberi*, *S. sinensi* y *S. officinarum*; las silvestres *S. spontenaum* y *S. robustum*. La especie *S. officinarum* es la que se siembra comercialmente y se reduce que fue domesticada a partir de *S. robustum*. (Fiallos & Quilambaqui, 2008).

La taxonómica de la caña de azúcar es la siguiente:

División:	Embryophita siphonobama
Subdivisión	Angiospermae
Clase:	Monocotyledoneae
Orden:	Glumiflorae
Familia:	Gramineae
Tribu	Andropogonae
Subtribu:	Saccharae
Género:	<i>Saccharum</i>

Fuente: (Subirós, 2000)

2.1.2 Factores climáticos para su desarrollo.

La caña de azúcar se adapta a un amplio rango de condiciones climáticas, pero se desarrolla mejor en regiones tropicales, cálidas y con amplia radiación solar. Las características climáticas ideales para lograr una máxima producción de azúcar de caña son: la presencia de una estación calurosa larga, con alta incidencia de radiación solar y una adecuada humedad. La planta utiliza entre 148-300 g de agua para producir 1 g de materia seca. La presencia de una estación seca, soleada y fresca, libre de heladas, es necesaria para la maduración y cosecha (Osorio, 2007).

2.1.2.1 Lluvia.

El medio es más apropiado para el cultivo cuando el régimen de lluvia es alrededor de 1 500 mm, ya que hay que tomar en cuenta que la planta utiliza de 50 a 100 m³ de agua

para producir una tonelada de caña (en peso fresco). Además, si la humedad relativa está alrededor de 80 % y abundante luminosidad durante el crecimiento vegetativo ($>25 \text{ MJ/m}^2$), estimulará un crecimiento acelerado de los tallos, por la formación y elongación de sus entrenudos, así como el ahijamiento.

En contraste, durante la maduración se requiere un ambiente más bien seco (humedad relativa inferior a 65 %), ya que las lluvias intensas disminuyen significativamente la calidad del jugo, propicia mayor crecimiento vegetativo, aumenta la humedad en el tejido vegetal y dificulta las maniobras durante la cosecha Comité Nacional Para El Desarrollo Sustentable De La Caña de Azúcar (CONADESUCA, 2015).

2.1.2.2 Luz solar.

La luminosidad es un factor de gran importancia en la formación y porcentaje de acumulación de almidón en las hojas; este proceso se afecta con la nubosidad que reduce considerablemente la luminosidad. A mayor brillo solar corresponde una mayor actividad fotosintética y, por consiguiente, un aumento de la producción de caña y alcohol. Se ha encontrado que aun mejorando las condiciones fisicoquímicas de los suelos, no es posible incrementar los rendimientos en zonas donde predomina la alta nubosidad. Los rendimientos de azúcar pueden reducirse entre 25 % y 35 %, cuando se cultiva caña en zonas de alta nubosidad y bajo brillo solar (Osorio, 2007).

2.1.2.3 Humedad relativa.

Durante el período de crecimiento rápido, las condiciones de alta humedad (80 % a 85 %) favorecen una rápida elongación de la caña. Valores moderados, de 45 % a 65 %, acompañados de una disponibilidad limitada de agua, son beneficiosos durante la fase de maduración (CONADESUCA, 2015).

2.2 Morfología de la caña de azúcar utilizada en las variables

2.2.1 Tallo.

La caña de azúcar tiene el tallo macizo, cilíndrico (5-6 cm de diámetro), alargado (altura de 2-5 m) y sin ramificaciones. Se considera el verdadero fruto de aprovechamiento agrícola ya que en los entrenudos de éste se encuentra almacenado el azúcar. Este está lleno por dos partes diferenciadas: un tejido esponjoso y dulce en la parte central

(médula) del que se extrae un jugo rico en sacarosa (azúcar), y una parte periférica, rica en fibra, que en proceso de extracción del azúcar constituirá el bagazo, tiene una riqueza en sacarosa del 14 % aproximadamente, aunque a lo largo de la recolección, la concentración varía y el número de tallos de planta, el color y el hábito de crecimiento dependen de la variedad. En general, puede tener de 1-3 tallos. (Figueroa, 2009).

2.2.2 Nudo.

Es la porción dura y más fibrosa del tallo de la caña que separa dos entrenudos vecinos, el nudo está formado por el anillo de crecimiento, la banda de raíces, la cicatriz foliar, el nudo propiamente dicho, la yema y el anillo ceroso.

El anillo de crecimiento posee una coloración diferente, generalmente más clara, y a partir de él se origina el entrenudo. La banda de raíces es una zona pequeña que sobresale del nudo en donde se originan las primeras raíces (primordiales). La cicatriz foliar o de la vaina rodea al nudo después de que la hoja se cae. La yema es la parte más importante porque da origen a los nuevos tallos. El anillo ceroso es una capa que recubre la parte superior del nudo, y su intensidad varía de acuerdo a las variedades. (Amaya, Cock, Hernandez, & Irvine, 1995).

2.2.3 Entrenudo.

Es la porción del tallo localizada entre dos nudos. En la parte apical del tallo, los entrenudos miden unos pocos milímetros y en ellos ocurre la división celular que, a su vez, determina la elongación y la longitud final. El diámetro, el color, la forma y la longitud de los entrenudos cambian con las variedades. El color es regulado por factores genéticos, cuya expresión y penetración pueden ser influidos por las condiciones ambientales, en especial por la exposición directa a la luz. Las formas más comunes del entrenudo son: cilíndrico, abarilado, en forma de huso, conoidal, obconoidal y cóncavo-convexo. (Amaya, et al., 1995).

2.3 Grados °Brix

Es un sistema de medición específico, en el cual representa el porcentaje en peso de sacarosa pura en solución. En la industria azucarera se le considera como el porcentaje de sólidos disueltos y en suspensión, en las soluciones impuras de azúcar (Turégano, 2012).

Una solución de 25 °Brix tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua en los 100 g de la solución, se miden con un sacarímetro, que mide la gravedad específica de un líquido, o, más fácilmente, con un refractómetro (Gallardo, 2007).

2.4 Índice de madurez

Los cambios más palpables durante el proceso de maduración son el color, sabor, textura, etc. Estos cambios son el resultado de la profunda reestructuración metabólica y química que se desencadena dentro del fruto. En los frutos climatéricos, este proceso es controlado fundamentalmente por el etileno y su actividad respiratoria. Por lo tanto, a medida que el fruto se desarrolla en el árbol sufre una serie de cambios anatómicos, fisiológicos y bioquímicos que son perfectamente evaluables.

Los índices más utilizados para medir la madurez de un fruto son el color de fondo, la firmeza, el contenido de sólidos solubles, la prueba de almidón y la acidez, siendo todos ellos de empleo muy práctico. Otros, como número de días desde plena floración, la intensidad de respiración y la producción de etileno son más indicados para estudiar las características fisiológicas (Angón, Sánchez, & Hernández, 2006).

2.5 Sacarosa aparente (Pol)

Los azúcares diluidos gozan de la propiedad de desviar el plano de vibración de la luz polarizada. Esta propiedad se usa en la industria azucarera para determinar la riqueza de los jugos de caña mediante un aparato óptico llamado polarímetro, de donde se deriva la expresión de Pol; este aparato envía un rayo de luz polarizada a través de una solución de sacarosa y mide la rotación de la luz después de pasar por el líquido. Con el valor de rotación resultante se estima el porcentaje de sacarosa en el jugo mediante fórmulas y tablas establecidas (Serrano, 2006).

2.6 Pureza

Se refiere al porcentaje de sacarosa respecto al contenido total de sólidos solubles del jugo. Una mayor pureza indica que existe un contenido mayor de sacarosa que de sólidos solubles en el jugo. El porcentaje de pureza junto con el porcentaje de sacarosa ayudan en la determinación de la época de madurez, el azúcar se puede expresar como pol o como sacarosa, y el contenido de sólido se puede expresar como °Brix, es por ello

que la pureza se puede expresar de distintas formas: pureza aparente que es conocida simplemente como “pureza” y es la relación del pol respecto del °Brix que es utilizada para trabajo en ingenios, refinerías y fábricas de azúcar. Pureza al refractómetro-pol: los sólidos al refractómetro se sustituyen en lugar del °Brix y pureza verdadera que se calcula comparando la sacarosa sobre el porcentaje de sólidos por desecación (Ramírez, 2011).

2.7 El alcohol etílico

El alcohol es un líquido incoloro y volátil que está presente en diversas bebidas fermentadas. Desde la antigüedad se obtenía el alcohol por fermentación anaeróbica de una disolución con contenido en azúcares con levadura y posterior destilación. El alcohol etílico, no sólo es el producto químico orgánico sintético más antiguo empleado por el hombre, sino también uno de los más importantes. Sus usos más comunes son industriales, domésticos y medicinales. La industria emplea mucho el alcohol etílico como disolvente para lacas, barnices, perfumes y condimentos; como medio para reacciones químicas.

El alcohol etílico, cuya fórmula es $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$, es el componente activo esencial de las bebidas alcohólicas. Puede obtenerse a través de dos procesos de elaboración: la fermentación o descomposición de los azúcares contenidos en distintas frutas, y la destilación, consistente en la depuración de las bebidas fermentadas (IICA, 2004).

2.8 El aguardiente

Es el producto obtenido mediante la fermentación alcohólica y destilación de jugos y otros derivados de la caña de azúcar, sometido a rectificación, de modo que conserve sus características organolépticas. También podrá denominarse aguardiente ó aguardiente de caña (INEN, 1992).

2.9 La fermentación

Cualquier producto que contenga azúcares fermentables o hidratos de carbono transformables en aquéllos (almidón o celulosa) puede servir para obtener alcohol. Este hecho es conocido hace varios milenios, durante los cuales se ha obtenido alcohol a

partir de diversas materias primas en forma de bebidas alcohólicas (vino, ron, whisky, cerveza).

Ahora bien, dependiendo del tipo de biomasa de partida, es necesario analizar con detalle el rendimiento de este proceso de conversión de la biomasa en alcohol combustible, para poder evaluar su viabilidad técnica y económica, porque, cuando la materia prima es rica en almidón o celulosa, es necesario someterla previamente a ciertos procesos para transformarla en compuestos fermentables (Guerra, 2015).

2.9.1 La fermentación alcohólica.

La fermentación alcohólica es una bioreacción que permite degradar azúcares en alcohol y dióxido de carbono, las principales responsables de esta transformación son las levaduras. La *Saccharomyces cerevisiae*, es la especie de levadura usada con más frecuencia. Por supuesto que existen estudios para producir alcohol con otros hongos y bacterias, como la *Zymomonas mobilis*, pero la explotación a nivel industrial es mínimo.

A pesar de parecer, a nivel estequiométrico, una transformación simple, la secuencia de transformaciones para degradar la glucosa hasta dos moléculas de alcohol y dos moléculas de bióxido de carbono es un proceso muy complejo, pues al mismo tiempo la levadura utiliza la glucosa y nutrientes adicionales para reproducirse. Para evaluar esta transformación, se usa el rendimiento biomasa/producto y el rendimiento producto/ substrato (Vázquez & Dacosta, 2007).

2.9.2 Grado alcohólico

Es el volumen de alcohol etílico, expresado en centímetros cúbicos, contenido en 100 cm³ de bebida alcohólica, a una temperatura determinada, también es el grado de una mezcla hidroalcohólica pura, indicado por el alcoholímetro centesimal de Gay Lussac en una temperatura diferente a la de referencia. La lectura de un grado aparente debe darse siempre indicando la temperatura a la cual dicha lectura fue tomada. Además se considera grado aparente la lectura alcoholimétrica de una mezcla que no sea pura, debido a la adición de sustancia que altera la densidad de la mezcla. En este caso, para determinar el grado alcohólico real, debe someterse a un proceso de destilación, hasta obtener una mezcla hidroalcohólica pura (INEN, 1994).

2.10 Destilación y tipos de destilación

Es el proceso que consiste en calentar un líquido hasta que sus componentes más volátiles pasan una fase de vapor, después se enfría el vapor para recuperar los componentes del líquido el mismo que se da por un proceso de condensación. En la evaporación y en el secado, normalmente el objetivo es obtener el componente menos volátil; el componente más volátil, casi siempre agua, se desecha. Sin embargo, la finalidad principal de la destilación es obtener el componente más volátil en forma pura, la condensación de esta fase vapor produce una fase líquida enriquecida en el o los componentes más volátiles de la mezcla original (Ramirez, 2010).

2.10.1 Destilación artesanal.

El alambique se lo considera como un dispositivo más antiguo el mismo que es usado para la destilación de mostos fermentados y esencias vegetales. El alambique simple de cobre es usado en la producción de algunas de las bebidas más finas y reconocidas en el mundo como son el coñac y el Anmagnan. No obstante el hecho de que uno o más de los supuestos mencionados no correspondan a lo que es posible o realizable en la práctica, el análisis teórico basado en este modelo es; sin embargo, capaz de suministrar un marco de referencia de precisión razonable con el cual comparar la operación real.

Entre las bebidas alcohólicas destiladas en alambiques simples encontramos al coñac, a cierto número de brandis españoles y whiskys americanos, a la tuica Rumana, ligados por tradición a la destilación en alambiques simples de cobre. Existen otra serie de bebidas alcohólicas producidas a partir de lo que se llama espíritu neutro que viene siendo alcohol etílico de alta pureza y cuya producción demanda el uso de columnas de rectificación (Guerra, 2015).

2.10.2 Destilación simple.

Es el método que se usa para la separación de líquidos con punto de ebullición inferior a 150 °C a presión atmosférica de impurezas no volátiles o de otros líquidos miscibles que presenten un punto de ebullición al menos 25 °C superior al primero de ellos. Es importante que la ebullición de la mezcla sea homogénea y no se produzcan proyecciones. Para evitar estas proyecciones suele introducirse en el interior del aparato de destilación nódulos de materia que no reaccione con los componentes. Normalmente se suelen utilizar pequeñas bolas de vidrio (Arellano, 2011).

2.11 El alambique

El término alambique se aplica al recipiente en el que se hierven los líquidos durante la destilación, pero a veces se aplica al aparato entero, incluyendo la columna fraccionadora, el condensador y el receptor en el que se recoge el destilado. Este término se extiende también a los aparatos de destilación destructiva o craqueo. Para trabajar en el laboratorio están hechos normalmente de vidrio, pero los industriales suelen ser de hierro o acero y los alambiques pequeños para la destilación de whisky están hechos frecuentemente de vidrio y cobre (Iñiguez, 2010).

2.12 Mosto fermentado

Es la condición alcohólica final adquirida por una mezcla fundamentalmente de agua y azúcar en virtud de la transformación de ésta última en alcohol etílico por la acción de levaduras. Los azúcares referidos entre los que podemos enumerar la glucosa, fructosa, sacarosa o maltosa pueden provenir de productos como la uva, manzana, pera, cereza, fresa, ciruelas, membrillo, caña de azúcar, entre otros; o bien, previa hidrólisis del almidón o la inulina en ellas contenida, de gramíneas como la cebada, trigo, maíz, centeno, y arroz; de tubérculos como la papa; o de suculentas como el agave.

Es la destilación de los mostos fermentados de estas plantas lo que produce las bebidas espirituosas conocidas como coñac, brandy, whisky, sake, ron, vodka, tuica, pisco, cuxa, tequila, mezcal, bacanora, etc. En los mostos fermentados destinados a destilación son comunes las concentraciones de 7 % a 12 % de alcohol en volumen (Iñiguez, 2010).

2.13 Proceso de elaboración de alcohol etílico

Una vez cosechada la caña de azúcar, Maticurena & Beltran, (2015) manifiestan que el proceso para la elaboración de alcohol es el siguiente:

2.13.1 Moler la caña de azúcar.

Una vez la caña acumulada en la molienda se procede a moler utilizando el trapiche en el cual se extrae todo el jugo que contiene la misma, este jugo es almacenado en tanques de capacidad variable de acuerdo al volumen a fermentar y el residuo de la caña conocido como bagazo es almacenado para posteriormente ser utilizado como combustible para la destilación del aguardiente.

2.13.2 Fermentación del jugo de caña.

Una vez almacenado el jugo de caña en los tanques se debe dejar que se fermente, es decir, el guarapo o jugo de caña debe tener entre 5,5 y 6,5 °Brix y haya dejado de fermentar y emanar dióxido de carbono (CO₂) (el tanque debe estar despejado de espuma) y así empezar la destilación del alcohol etílico artesanal.

2.13.3 Destilación de aguardiente.

Es una de las últimas etapas donde se extrae el aguardiente que es evaporado dos veces para cumplir con las normas que el gobierno establece para que el producto sea de calidad, es decir, el aguardiente debe ser rectificado y que no tenga inconvenientes para el consumo humano.

2.13.4 Embotellado y empaque del producto terminado.

Una vez destilado el aguardiente, se obtiene el producto terminado el cual consiste en llevarlo por medio de una bomba de agua hasta un recipiente grande donde mediante un grifo se realiza el embotellado manualmente hasta que se selle la botella y quede bien tapada, para posteriormente embalarla y sea transportada para la respectiva comercialización.

2.13.5 Comercialización.

La etapa más importante del proceso es la comercialización porque es el ingreso económico que tendrá el negocio, el cañicultor ya tiene su mercado definido el cual entrega el producto al por mayor.

2.14 Diagrama de la elaboración de alcohol étílico a partir de la caña de azúcar



2.15 Material de siembra establecido

Los materiales de siembra de caña de azúcar se muestran a continuación:

Cuadro 1. Características de la variedad Ragnar (testigo)

Características	Descripción
Origen:	Australia
Progenitores:	CO 270 x 33MQ371
Distribución porcentual:	Cañicultores el 37 % y el 7 % en los ingenios La Troncal, San Carlos y Valdez
Producción TCH:	100-120
Altura del tallo:	Hasta 3-5 m promedio
Macollamiento:	Bueno
Tallos por metro lineal:	10-12
Diámetro del canuto:	De 2,6-3,5 cm
Porcentaje de germinación:	Bueno hasta un 65 %
Calidad de los jugos:	Buena, con alto contenido de sacarosa y la extracción es alta
Aspectos fitosanitarios	Tolerante al carbón de la caña de azúcar Resistente a la roya y escaldadura foliar Susceptible al raquitismo de los retoños

Fuente: (Martín, Velasco, & Once, SlideShare, 2012)

TCH: Toneladas de caña por hectárea

Cuadro 2. Características de la variedad C 132-81

Características	Descripción
Origen:	Cuba
Progenitores:	B 7542 x B 63118
Distribución porcentual:	El 1 % en los ingenios La Troncal, San Carlos y Valdez
Altura del tallo:	Hasta 2-4 m promedio
Macollamiento:	Bueno
Tallos por metro lineal:	De 12-14
Diámetro del canuto:	3,6 cm
Porcentaje de germinación:	Buena
Calidad de los jugos:	Buena
Aspectos fitosanitarios	Resistente al carbón, roya y mosaico

Fuente: (INICA, 2008).

Cuadro 3. Características de la variedad C 8751

Características	Descripción
Origen:	Cuba
Progenitores:	Co 281 x POJ 2878
Distribución porcentual:	El 1 % en los ingenios La Troncal, San Carlos y Valdez.
Producción TCH:	120-140
Altura del tallo:	Hasta 2,86 m promedio
Macollamiento:	Bueno
Tallos por metro lineal:	De 12-14
Diámetro del canuto:	De 2,7 cm
Porcentaje de germinación:	Buena
Calidad de los jugos:	Buena, con alto contenido de sacarosa
Aspectos fitosanitarios	Resistente al carbón, roya y mosaico Susceptible a mancha de ojo.

Fuente: (INICA, 2008).

Cuadro 4. Características de la Variedad C 1051-73

Características	Descripción
Origen:	Cuba
Progenitores:	B 42231 x C 431-62
Distribución porcentual:	El 1 % en los ingenios La Troncal, San Carlos y Valdez.
Altura del tallo:	Hasta 2,9 m promedio
Macollamiento:	Bueno
Tallos por metro lineal:	De 12-14
Diámetro del canuto:	De 2,7 cm
Porcentaje de germinación:	Buena
Calidad de los jugos:	Buena
Aspectos fitosanitarios	Resistente al carbón, mosaico y roya

Fuente: (INICA, 2008).

Cuadro 5. Características de la variedad B 7274

Características	Descripción
Origen:	Islas Barbados
Progenitores:	Z.38 x B-70531
Distribución porcentual:	El 35 % en los ingenios La Troncal, San Carlos y Valdez.
Producción TCH:	100-130
Altura del tallo:	Hasta 3,5 m promedio
Macollamiento:	Bueno
Tallos por metro lineal:	10-14
Diámetro del canuto:	De 2,5-3,2 cm
Porcentaje de germinación:	Buena hasta un 70 %
Calidad de los jugos:	Bueno
Aspectos fitosanitarios	Resistente al carbón y roya.

Fuente: (Martín, Velasco, & Once, SlideShare, 2012).

Cuadro 6. Características de la variedad CC 8592

Características	Descripción
Origen:	Colombia
Progenitores:	Co 775 x CP 52-68
Distribución porcentual:	Cañicultores 49 % y el 35 % en los ingenios La Troncal, San Carlos y Valdez.
Producción TCH:	120-140
Altura del tallo:	Hasta 3,5 m promedio
Macollamiento:	Bueno
Tallos por metro lineal:	De 10-13
Diámetro del canuto:	De 3-3,2 cm
Porcentaje de germinación:	Buena hasta un 85 %
Calidad de los jugos:	Buena Ligeramente susceptible al ataque del barrenador del Tallo. Resistente al ataque del pulgón amarillo Tolerante a la infestación provocada por la hormiga loca. Resistente al virus del mosaico, al carbón y la roya.
Aspectos fitosanitarios	Ligeramente susceptible a la mancha de anillo y a la mancha de ojo. Medianamente resistente al raquitismo de las socas Altamente susceptible a la escaldadura foliar y con baja incidencia del síndrome de la hoja amarilla.

Fuente: (Tarazona, 2012).

2.16 Experiencias investigativas

Martín & Ramón, (2012) en el trabajo investigativo “Comportamiento en el estudio de variables agro industriales en la cepa primer retoño en variedades de caña de azúcar de origen cubano (C 1051-73, C 132-81, C 8751 y B 7274) en el cantón Huamboya, provincia de Morona Santiago, Ecuador a los 11 meses de edad alcanzaron en la variable sacarosa aparente (Pol) en caña que la C 1051-73 alcanzó 12,34 %, la C 132-81 logró 9,85 %, la C 8751 reportó 9,57 % y la B 7274 obtuvo 9,28 %.

En otra variable como pureza del jugo, la C 1051-73 obtuvo 64,25 %, la C 8751 reportó 63 % B 7274 obtuvo 62,70 % y la C 132-81 logró 54,63 %, también en la variable índice de madurez la B 7274 obtuvo 81,90 %, la C 1051-73 logró 77,57 %, la C 132-81 logró 77,48 % y la C 8751 reportó 74,57 %. En la variable toneladas de caña por hectárea la C 1051-73 alcanzó 97,17 ton/caña/ha, la B 7274, 86,33 ton/caña/ha, la C 8751 reportó 75,17 ton/caña/ha y la C 132-81 obtuvo 74,27 ton/caña/ha. En la variable tallos/metro lineal la B 7274 obtuvo 16,67 tallos/m lineal, la C 8751 logró 15,67 tallos/m lineal, la C 1051-73 logró 15 tallos/m lineal y la C 132-81 reportó 12 tallos/m lineal.

Martin, Velazco, & Ramón, (2012) en el trabajo de investigación titulado “comportamiento agro industrial en la cepa soca uno de genotipos de caña de azúcar (C 1051-73, C 132-81, C 8751 y B7274 a 1000 msnm) introducidos en la provincia de Morona Santiago, cantón Huamboya, Ecuador” en las variedades de 13 meses de edad consiguieron en la variable tallos/metro lineal que la B 7274 alcanzó 14 tallos/m/lineal , la C 8751 obtuvo 11 tallos/m/lineal, la C 132-81 reportó 11 tallos/m lineal y la C 1051-73 logró 10 tallos/m lineal.

En otra variable como Pol en jugo la C 1051-73 alcanzó 15,99 %, la B 7274 15,86 %, la C 8751 15,18 % y la C 132-81 logró 14,89 %, también en la variable índice de madurez de la C 1051-73 obtuvo 92,78 %, la C 8751 logró 90,07 %, la C 132-81 alcanzó 85,65 y la B 7274 reportó 83,28 %. En la variable pureza del jugo la C 1051-73 alcanzó 90,33 %, la B 7274 obtuvo 88,11 %, la C 132-81 reportó 87,43 y la C 8751 logró 84,33.

En la variable como °Brix superior la C 1051-73 obtuvo 17,74 %, la C 8751 reportó 17,60 %, la B 7274 logró 16,92 %, y la C 132-81 obtuvo 15,76 así mismo la variable °Brix inferior la B 7274 obtuvo 20,32 %, la C 8751 logró 19,54 %, la C 1051-73 alcanzó 19,12 % y la C 132-81 reportó 18,4 % y la variable ton/caña/ha que la C 132-81 alcanzó 105,73 ton/caña/ha, la B 7274 obtuvo 105,46 ton/caña/ha, la C 8751 reportó 83 ton/caña/ha y la C 1051-73 logró 82,43 ton/caña/ha .

Martín, Velazco, & Once,(2012) en el trabajo de investigación titulado "evaluación agro industrial de las variedades C 132-81, C 8751, C 8612, C 1051-73, B

7274, Cenicaña y Ragnar, cosechadas a los 17 meses de edad a 900 msnm., en el cantón Morona, provincia de Morona Santiago, Ecuador” obtuvieron en la variable °Brix superior que la C 1051-73 alcanzó 20,99 %, la C 132-81 logró 19,21 %, la B 7274 reportó 19,10 %, la C 8751 obtuvo 18,99 %, y la Ragnar consiguió 18,50 %.

En los resultados de otra variable °Brix inferior la C 1051-73 consiguió 22,24 %, la C 8751 logró 20,65 %, la Ragnar alcanzó 20,45 %, la 132-81 reportó 20,19 % y la B 7274 mostró 19,91 %, también en la variable índice de madurez la B 7274 logró 95,93 %, la C132, 81 alcanzó 95,15 %, la C 1051-73 reportó 94,38 %, la C8751 mostró 91,96 % y la Ragnar consiguió 90,42 %.

Martin & Velazco, (2012), en el trabajo de investigación titulado "Evaluación agro industrial de las variedades Cenicaña, B 7274, Blanca y Morada en la cepa caña planta quedada, cantón Santiago, provincia de Morona Santiago, a 400 msnm”, la variedad B 7274 obtuvo en la variable peso promedio del tallo en kilogramo 1,16 kg, con diferencias significativas respecto a la variedad Blanca y Morada con 0,95 kg.

En estas variedades respecto a la producción de alcohol etílico la B 7274 obtuvo una producción de alcohol de 73 L/ton de caña y un grado alcohólico de 73 % siendo muy superior a las variedades anteriormente mencionadas con diferencias significativas. En otra investigación realizada por (Martin & Velazco 2012) en la cepa caña planta quedada, cantón Santiago, provincia de Morona Santiago, a 400 msnm la B 7274 obtuvo 73 L/ton de caña.

Otros resultados obtenidos en la provincia de Manabí la CC 8592, C132-81, Ragnar y C1051-73 no tuvieron diferencias significativas en esta variable en cepa caña planta sin embargo difieren con la C 8751 que promedio 65 L/ton/de caña con 59 grados de alcohol, respecto al tiempo de fermentación no hubo diferencias significativas empleando la misma levadura siendo el pH de 5,6.

Toala, Norgel, & Contreras, (2013), en el trabajo de investigación titulado” Comportamiento de las variedades comerciales y en desarrollo en el ingenio la Troncal, cantón la Troncal, Ecuador obtuvieron en la variable toneladas de caña por hectárea en

la variedad Ragnar 99 ton/caña/ha, la C 1051-73 alcanzó 105 ton/caña/ha, la C 87-51 reportó 98 ton caña/ha y las variedades CC 85-92 y la C 132-81 con 103 ton caña/ha.

Martín & Lauzardo, (2014) en los resultados de la evaluación en el informe final del Estudio de Adaptabilidad de Variedades de caña de azúcar en Manabí, los °Brix del Jugo total la variedad Ragnar (18,88 °Brix) muestra la mayor concentración de sólidos totales respecto al resto de las variedades evaluadas, con diferencias altamente significativas con las variedades C 132-81 y CC 8592, el °Brix más bajo lo mostró la variedad C 132-81 con 11,11 °Brix (8 meses), la cual difiere con el resto, el promedio del °Brix del Jugo es de 14,99 °Brix, CV = 2,8 %, $S_{xv} = 0,26$, las toneladas de °Brix/ha/ variedades y su acumulación a su respuesta para la edad, la Variedad C 1051-73 con 18,88 % y la Ragnar, 18,74 % ton/°Brix/ha, la media de las variedades fue de 16,45 °Brix, las variedades C 132-81, CC 8592 y B 7274, se encuentran por debajo de la media en esta variable de calidad y acumulación de sacarosa.

El comportamiento de las variedades según (Jorge, González, Casase, & Jorge, 2002) son locales, por lo justifica la continuidad de estos estudios en los siguientes retoños, demostrando la importancia de tener un paquete de variedades para su manejo en la programación de corte y su clasificación como variedades de inicio de zafra (Madurez Temprana) intermedio y finalización de la cosecha, alcanzando su potencial en la producción de alcohol.

Martin, (2016) en el informe final del Estudio de Adaptabilidad de Variedades a diferentes msnm en la provincia de Morona Santiago en las ton/°Brix/ha la B 7274 obtuvo 17,08 % y la C 132-81 con 11,74 %, los Litros/alcohol etílico/ton/caña (LAETC) la B 7274 obtuvo 83 L, la Ragnar logró 81 L, la C 8751 consiguió 81 L y la CC 8592 alcanzó 65 L, en la producción de alcohol etílico por hectárea la B 7274 obtuvo 8 879,34 L, la C 8751 consiguió 6 931,98 L, la C 1051-73 alcanzó 6 991,32 L, y en los rendimientos de alcohol etílico por variedad la C 8751 alcanzó 26,13 %, la B 7274 logró 23,40 %, la C 132-81 obtuvo 18,75 %, la C 1051-73 logró 26,43 %, la CC 8592 consiguió 19,44 % y la Ragnar obtuvo 13,52 %.

En la variabilidad de la temperatura a las 0 horas el promedio fue de 23,73 °C y a 24 horas la temperatura es de 30,55 °C, respecto a 6-12-18 horas obtuvieron

variaciones similares con 25,85 °C, 26,67 °C y 28,46 °C, en la variabilidad del pH el promedio fue de 5,75 a las 24 horas y para las 6-12-18 horas 6,22, 5,33 y 6,75, la variabilidad del °Brix tuvo como medias 5,85 %, y a las 6-12-18 horas 12,56 %, 11,25 % y 9,81 %, en la variabilidad a las 24 horas de los grados alcohólicos los resultados fueron de 1-2 y a las 6-12-18 horas de 6-7, y el tiempo de fermentación la Ragnar alcanzó un promedio de 30 horas y la B 7274 y C 8751 un promedio de 20-25 horas.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Característica del lote experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la finca del señor Isidro Mendoza, ubicada en el sitio Higuerón del Cantón Junín, provincia de Manabí, Ecuador cuyas coordenadas geográficas son 0° 54' 20'' de latitud Sur, 80° 12' 15,76'' de longitud Occidental, altura de 56 msnm, temperatura promedio es de 24,08 °C y precipitación anual de 1 336,85 mm. (Datos tomados del Área Experimental de la Finca Higuerón de la Escuela de Cañicultores de la provincia de Manabí).

3.1.1 Factores estudiados.

En esta investigación se calculó la producción artesanal de alcohol etílico en litros/toneladas de caña/variedad.

3.1.2 Tratamientos.

Se utilizarán los siguientes tratamientos:

T₁ = Variedad CC 8592

T₂ = Variedad C 132-81

T₃ = Variedad C 1051-73

T₄ = Variedad B 7274

T₅ = Variedad C 8751

T₆ = Variedad Ragnar (testigo)

3.1.3 Diseño experimental.

Se utilizó el Diseño Experimental de “Bloques Completos al Azar”, empleando seis tratamientos y cuatro repeticiones.

Cuadro 7. Esquema de análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Tratamientos	t-1	5
Bloques	r-1	3
Error experimental	(t-1) (r-1)	15
TOTAL	t.r-1	23

El modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \pi_i + \beta_j + \Sigma_{ijk}$$

Dónde.

Y_{ijk} = valor de una observación

μ = media general

π_i = promedio de población

β_j = efectos de bloques

Σ_{ijk} = el error experimental (error b)

3.1.4 Análisis estadístico.

Los datos de campos y laboratorio fueron evaluados por medio del análisis de varianza, para comparar las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad estadística mediante el programa InfoStat, se realizó el análisis de componentes principales (ACP), con el (Statistical Package for the Social Sciences) (SPSS) 15 para Windows, y el análisis factorial de las correlaciones.

3.1.5 Delineamiento experimental.

Tipo de diseño	Bloques Completamente al Azar (BCA)
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	4
Número de parcelas	24
Número de hileras total por parcela	8
Número de hileras útil por parcela	4
Longitud de hileras	10 m
Distancia entre parcelas	2,40 m
Distancia entre repeticiones	2,40 m
Área de cada parcela bruta	96 m ²
Área de cada parcela útil	48 m ²
Área total útil de investigación	1 152 m ²
Área total del ensayo	2 304 m ²

3.1.6 Manejo del cultivo.

3.1.6.1 Caña planta.

El sistema de siembra empleado en la cepa caña planta fue doble chorro punta con punta (doble estaca con tres yemas cada una), libres de las principales plagas y enfermedades e índice de madurez inferior al 70 % (68 % de índice de madurez como promedio por variedad) una distancia entre surcos de 1,20 m, estas labores de fomento del cultivo e indicadores evaluados fueron realizados por los alumnos y profesores de la Escuela de Cañicultores y Ganaderos de Manabí (ESCAM).

3.1.6.2 Cepa retoño uno.

En la cepa primer retoño después de la cosecha de caña planta las labores realizadas fueron ejecutadas por los cañicultores de la Asociación Agrícola de Cañicultores der Manabí (ASACAMA), los mismos efectuaron dos limpiezas manuales y un aporque de la caña a los tres meses de cortada antes del cierre del campo, pero no realizaron aplicaciones de fertilizantes, labor de cultivo profundo, riegos y aspersiones de herbicidas para el control de malezas en la etapa de desarrollo de los cultivares.

Dejaron la cobertura de paja en el camellón como control integral de malezas, además hicieron todos los muestreos fitosanitarios acordes a las metodologías empleadas hasta los primeros seis meses después del corte (Martin F. , 2016).

3.2 Datos evaluados

3.2.1 Variables Agronómicas.

En la cepa retoño uno, se evaluaron seis genotipos; tres variedades de origen cubano C 1051-73, C 8751 y C 132-81, la variedad CC 8592 de origen colombiano, la B 7274 de Islas Barbados y la Ragnar como testigo de origen australiano, esta variedad es conocida por los agricultores como la guayaca y es sembrada por los mismos en el cantón Junín. Se evaluó en un área bruta en parcelas de 96 m² (ocho surcos de 1,20 m de distancia x 10 m lineales) y un área neta de evaluación e investigación de 48 m² x cuatro réplicas por variedad (evitando los efectos de bordes o efectos marginales en la toma de datos agrícolas), cuatro surcos de 1,20 m x 10 m lineales.

Para el muestreo de las variables agronómicas e industriales (químico azucareros/ variedades), se tomó la muestra en un metro lineal los tallos por cuatro réplicas/variedad y se empleó la metodología del Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA, 2008).

3.2.1.1 Tallos por Metro Lineal (TML).

De cada una de las parcelas/variedades y cuatro réplicas, se midieron 40 metros lineales, es decir, cuatro hileras de diez metros lineales y se contabilizó los tallos molibles (> 60 cm), para luego calcularlo mediante la fórmula que emplea el (INICA, 2008).

$$\text{Tallos/m lineal} = \frac{\text{Total de tallos en 40 m}}{40 \text{ m}}$$

3.2.1.2 Peso Promedio de los Tallos en Kilogramos (PPTK).

Para determinar el peso promedio de los tallos se tomó la muestra en un metro lineal/réplica/variedad y se pesó los tallos que existían en la misma, para luego dividirlo para el número de tallos presentes y obtener el peso promedio, se lo hizo en una romana tipo reloj de 100 kg. Este peso es importante porque de aquí se puede determinar las ton/caña/ha.

3.2.1.3 Toneladas de Caña por Hectárea (TCH).

Para determinar las TCH se realizó una medición, corte y posterior pesaje de la caña producida en 48 m²/variedad y cuatro réplicas, con la conversión y cálculo a una hectárea de cultivo.

$$\text{TCH} = \text{Peso en kg de } 48 \text{ m}^2 \times 10\,000 \text{ m}^2 / 48 \text{ m}^2$$

3.2.2 Variables industriales.

Se utilizó el método recomendado por Visiva & Kasinath para la determinación de los °Brix (superior e inferior) y el índice de madurez se tomó la muestra de jugo en el tallo en el canuto + 7 y en el segundo canuto visible del suelo con el refractómetro de mano y estableciendo una relación de cociente entre los mismos para calcular el índice de madurez. Este método es conocido con el nombre de relación (tope/base).

En el proceso de fermentación del jugo de la caña para lograr el grado alcohólico se utilizó 20 L de mosto fermentado de jugo de caña (el mismo fermento que utilizan los cañicultores de Junín en la producción de alcohol artesanal), y se añadió 180 L de jugo de caña/variedad/cuatro repeticiones, en un tanque de 55 gl, el mosto de caña fue el mismo para todas las variedades en estudio y al momento de usarlo para la fermentación obtuvo las siguientes características: El pH 9,2, °Brix 13,8 %, y temperatura 28,8 °C. La destilación del alcohol fermentado se inició cuando el guarapo o jugo de caña obtuvo entre 5,5 y 6,5 °Brix y haya dejado de fermentar y emanar dióxido de carbono (CO₂), es decir, que ya no se vea cerrado o con espuma el tanque, sino que se observe claramente el jugo fermentado, y para esto se utilizó la misma metodología empleada en el estudio de estas variedades en capa caña planta (Martin & Lauzardo, 2014).

3.2.2.1 °Brix Superior (°BS).

En la determinación del °Brix Superior se tomó la muestra del jugo en el canuto + 7 (canuto + 7 de la caña de azúcar a partir del Primer Dewlap + 1 visible del tallo) y para aquello el canuto fue golpeado con un martillo y de ésta manera se pudo obtener el jugo y así determinarlo con un refractómetro digital Atago, 0 % a 93 %, RI: 1,3306 – 1,5284.

3.2.2.2 °Brix Inferior (°BI).

En la determinación del °Brix Inferior se tomó la muestra del jugo en el segundo canuto visible del suelo de un tallo de caña de azúcar y para aquello el canuto fue golpeado

con un martillo y de ésta manera se pudo obtener el jugo y así determinarlo con un refractómetro digital Atago, 0 % a 93 %, RI: 1,3306 – 1,5284.

3.2.2.3 Índice de Madurez (IM).

Se calculó a partir de la división de la lectura del °Brix superior e inferior por cien y se expresa en porcentaje. Se aplicó la fórmula de (Del Toro, Davila, & Fernandez, 1983):

$$\text{Índice de Madurez (\%)} = \frac{\text{°Brix Superior}}{\text{°Brix Inferior}} \times 100$$

3.2.2.4 °Brix del Jugo Total (°BJT).

Se lo determinó en la molida. Del jugo de un metro lineal por réplica y por variedades se tomó los °Brix del jugo con el refractómetro digital Atago, 0 % a 93 %, RI: 1,3306-1,5284.

3.2.2.5 Toneladas de °Brix / Hectárea (TBH).

Se calculó multiplicando los °Brix del jugo total (BJT) por las toneladas de caña/ha⁻¹ (TCH) dividido para cien. Se aplicó la fórmula de (Del Toro, Davila, & Fernandez, 1983):

$$\text{TBH (\%)} = \frac{\text{BJT} \times \text{TCH}}{100}$$

3.2.2.6 Sacarosa Aparente (Pol en Caña) (PC).

Para determinarlo se cortaron dos tallos por variedad por réplica, las que fueron evaluadas en el laboratorio del Ingenio Miguel Ángel del cantón el Triunfo usando la siguiente metodología: Se utilizaron 50 ml de jugo de caña de azúcar, luego se filtró con un papel de filtración lenta y después se colocó en agitación hasta lograr un jugo homogéneo, y para clarificarlo se le agregó 2 g de Octapol y así introducirlo por el tubo receptor del polarímetro sacarimétrico y finalizar con la lectura de la concentración de sacarosa en porcentaje.

Se calculó mediante la relación del Pol aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{PC} = \text{Pol en jugo} \times (100 \% \text{ fibra})/100.$$

3.2.2.7 Pureza del Jugo (PrJ).

Se calculó a partir de la división del porcentaje de Pol entre los °Brix del jugo y multiplicado por cien. Se aplicó la fórmula del (INICA, 2008)

$$\text{Pureza del Jugo} = \frac{\text{Pol del Jugo}}{\text{°Brix del Jugo}} \times 100$$

3.2.2.8 Peso del Jugo (PsJ).

Se tomó el peso del jugo de la caña molida en el trapiche de las muestras por variedad por cuatro réplicas (300 kg), se pesó en una romana de 50 kg en tachos de 20 L, este valor de peso del jugo es el que se emplea para los cálculos del rendimiento alcohol por variedad (RAV, ver fórmula inciso 3.2.2.1, Pág.31).

3.2.2.9 Litros de Alcohol etílico/Tonelada de Caña (LAETC).

Se calculó teniendo en cuenta el peso de caña de las cuatro réplicas por variedades y la producción de alcohol a partir de este peso inicial calculando después la producción de litros de alcohol por toneladas de caña (Martin F. , 2016).

Formula:

$$\text{LATC} = \frac{\text{LAPM}}{\text{Peso muestra}}$$

Dónde:

LAPM: Litros de alcohol por peso de la muestra

3.2.2.10 Variabilidad de la Temperatura en el Proceso de Fermentación (VTPF).

Se tomó la muestra desde el inicio de la fermentación hasta las 24 horas. de destilación de la muestra, la frecuencia de cada muestra de la temperatura fue cada 6 horas. Para la determinación de la temperatura del jugo se utilizó un termómetro digital de mano Elicrom 800004 resolución 0,1 °C.

3.2.2.11 Variabilidad del pH en el Proceso de Fermentación (VPPF).

Se tomó la muestra desde el inicio de la fermentación hasta las 24 horas de destilación de la muestra, la frecuencia de cada muestra del pH fue cada 6 horas. Para la determinación del pH del jugo se utilizó un potenciómetro digital de mano Atago DPH-2. Con éstas características: Compensación automática T^a, resistente al agua, tres puntos de calibración (4-7-10) (INEN, 2002).

3.2.2.12 Variabilidad del ° Brix en el Proceso de Fermentación (VBPF).

Se tomó la muestra desde el inicio de la fermentación hasta las 24 horas de destilación de la muestra, la frecuencia de cada muestra del °Brix fue cada 6 horas. Para la determinación del °Brix del jugo se utilizará un refractómetro digital de mano Atago, 0 % a 93 %, RI: 1,3306-1,5284 (INEN, 2002).

3.2.2.13 Producción de Alcohol etílico/Variedades/Hectárea (PAEVH).

Se calculó de acuerdo a la producción de las TCH por la producción de alcohol por toneladas a partir de la siguiente formula de:

$$\text{PAV} = \text{TCH} \times \text{LATC}$$

3.2.2.14 Grado Alcohólico / Variedades (GAV).

Durante el proceso de la destilación se le hizo mediciones periódicas desde el inicio del mismo hasta llegar a los 55 °C, que es el grado con el cual destilan en la zona y esto se lo realizó con un alcoholímetro de bulbo. Nivel de alcohol (0 % a 100 %) hasta terminación de la destilación (INEN, 1992).

3.2.2.15 Variabilidad del Grado de Alcohol del Jugo Fermentado (VGAJ).

Se midió la variabilidad de los grados de alcohol de la muestra desde el inicio de la fermentación hasta las 24 horas de destilación de la muestra, la frecuencia de cada muestra de los grado de alcohol fue cada 6 horas. Para la determinación de los grados de alcohol del jugo se utilizó un alcoholímetro de bulbo. Nivel de alcohol (0 % a 100 %) (INEN, 2002).

3.2.2.16 Tiempo y tipo de Fermentación /Variedades (TTFV).

El tiempo para cada tipo de jugo fermentado por variedad y por réplica se determinó en horas, y el tipo de fermentación que se realizó para todas las variedades/réplicas fue la misma que usan los cañicultores de la zona, es decir, con mosto o madre fermentado con el jugo de caña con las siguientes características: El pH 9,2, °Brix 13,8 %, y temperatura 28,8 °C.

3.2.2.17 Rendimiento de Alcohol etílico/Variedades (RAEV).

Con esta variable se determinó la eficiencia que obtuvo cada variedad y se calculó de la siguiente manera:

Fórmula del rendimiento

$$\text{RAV} = \frac{\text{PFAP}}{\text{PIJF}} \times 100$$

Dónde:

(PFAP): Peso final de alcohol producido

(PIJ): Peso inicial del jugo

3.3 Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron en esta investigación son los siguientes:

3.3.1 Insumos.

- ❖ Mosto fermentado de caña de azúcar (madre)
- ❖ Caña de azúcar

3.3.2 Materiales de oficina.

- ❖ Cuaderno.
- ❖ Estique de identificación
- ❖ Marcadores
- ❖ Calculadora
- ❖ Fichas de control

3.3.3 Materiales de campo.

- ❖ Píolas.
- ❖ Sacos
- ❖ Baldes de 20 L
- ❖ Cinta métrica
- ❖ Botellón de 20 L
- ❖ Calibrador (Pie de rey)
- ❖ Tanque de 55 gl
- ❖ Leña
- ❖ Machete

3.3.4 Equipos de campo

- ❖ Cámara fotográfica
- ❖ Balanza
- ❖ Molino de tres masas (trapiche)
- ❖ Destilador de alcohol (alambique)
- ❖ Computador
- ❖ Potenciómetro digital
- ❖ Polarímetro sacarímetro
- ❖ Refractómetro digital
- ❖ Alcoholímetro de bulbo.

3.3.5 Materiales de laboratorio

- ❖ Termómetro digital
- Probeta de 1 000 ml

IV. RESULTADOS

4.1 Determinar las variables agronómicas de las variedades que inciden en la eficiencia en la producción alcohol etílico/ton de caña

4.1.1 Tallos por metro lineal.

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 7,65 % (ver cuadro 1 del anexo).

Efectuada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₄ = B 7274 el que obtuvo las mayores densidades de Tallos por metro lineal con 7, seguida del T₆ = Ragnar con 6 y el T₂ = C 132-81 que adquirió las menores densidades con 4 tallo (ver cuadro 8).

Cuadro 8. Tallos/metro lineal en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/# Tallos
T ₄ = B 7274	7,00 a*
T ₆ = Ragnar	6,00 ab
T ₃ = C 1051-73	6,00 ab
T ₁ = CC 8592	5,00 bc
T ₅ = C 8751	5,00 cd
T ₂ = C 132-81	4,00 d
Tukey (5 %)	0,97

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.1.2 Peso promedio de los tallos.

Según el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 3,85 % (ver cuadro 2 del anexo).

En la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad realizada a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₅ = C 8751 el que obtuvo la media más alta con 2,43 kg peso promedio de los tallos, seguida del T₁ = CC 8592 con 2,14 kg y el T₆ = Ragnar que alcanzó la media más baja con 1,26 kg (ver cuadro 9).

Cuadro 9. Peso promedio de los tallos en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/kg
T ₅ = C 8751	2,43 a*
T ₁ = CC 8592	2,14 b
T ₂ = C 132-81	2,14 b
T ₃ = C 1051-73	1,81 c
T ₄ = B 7274	1,79 c
T ₆ = Ragnar	1,26 d
Tukey (5%)	0,17

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.1.3 Toneladas de caña por hectárea

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 4,93 % (ver cuadro 3 del anexo).

Realizada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₅ = C 8751 el que adquirió la media más alta con 102,13 toneladas de caña por hectárea, seguida del T₄ = B 7274 con 97,80 y el T₆= Ragnar que obtuvo la media más baja con 68,16 (ver cuadro 10).

Cuadro 10. Toneladas de caña por hectárea en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/ton
T ₅ = C 8751	102,13 a*
T ₄ = B 7274	97,80 ab
T ₁ = CC 8592	94,17 b
T ₃ = C 1051-73	83,12 c
T ₂ = C 132-81	77,12 c
T ₆ = Ragnar	68,16 c
Tukey (5 %)	9,87

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2 Evaluar indicadores industriales de la calidad del jugo en la producción de alcohol etílico/variedades

4.2.1 °Brix superior.

De acuerdo al análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 8,81 % (ver cuadro 4 del anexo).

Elaborada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₃ = C 1051-73 el que obtuvo el valor más alto con 18,17 % de °Brix superior, seguida del T₆ = Ragnar con 16,76 % y el T₅ = C 8751 que alcanzó el valor más bajo con 13,37 % (ver cuadro 11).

Cuadro 11. °Brix superior en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/%
T ₃ = C 1051-73	18,17 a*
T ₆ = Ragnar	16,76 ab
T ₄ = B 7274	15,08 ab
T ₂ = C 132-81	14,59 ab
T ₁ = CC 8592	14,46 bc
T ₅ = C 8751	13,37 c
Tukey (5 %)	3,09

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.2 °Brix inferior.

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 5,17 % (ver cuadro 5 del anexo).

Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad realizada a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, dando como resultado que el T₆= Ragnar es el que alcanzó la media más alta con 22,47 % de °Brix inferior, seguida del T₄= B 7274 con 19,99 % y el T₅= C 8751 que obtuvo la media más baja con 15,75 % (ver cuadro 12).

Cuadro 12. °Brix inferior en el Comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/%
T ₆ = Ragnar	22,47 a*
T ₄ = B 7274	19,99 ab
T ₃ = C 1051-73	18,91 bc
T ₁ = CC 8592	18,01 bc
T ₂ = C 132-81	17,81 c
T ₅ = C 8751	15,75 d
Tukey (5 %)	2,23

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.3 Índice de madurez.

De acuerdo al análisis de varianza se observa fue altamente significativo para los tratamientos y de la misma manera para los bloques, con un coeficiente de variación de 6,85 % (ver cuadro 6 del anexo).

En los resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad se observa que en los promedios de los tratamientos difieren estadísticamente, siendo el T₃ = C 1051-73 el que adquirió la media más alta con 96,16 % de índice de madurez, seguida del T₅ = C 8751 con 85,10 % y el T₆ = Ragnar que obtuvo la media más baja con 74,23 % (ver cuadro 13).

Cuadro 13. Índice de madurez en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/%
T ₃ = C 1051-73	96,16 a*
T ₅ = C 8751	85,10 a
T ₁ = CC 8592	80,24 a
T ₂ = C 132-81	78,53 a
T ₄ = B 7274	75,45 ab
T ₆ = Ragnar	74,23 b
Tukey (5 %)	12,85

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.4 °Brix del jugo

Según el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 4,38 % (ver cuadro 7 del anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad realizada a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₆ = Ragnar el que obtuvo el valor más alto con 19,65 % de °Brix del jugo, seguida del T₃ = C 1051-73 con 18,40 % y el T₂ = C 132-81 que alcanzó el valor más bajo con 15,43 % (ver cuadro 14).

Cuadro 14. °Brix del jugo en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/%
T ₆ = Ragnar	19,65 a*
T ₃ = C 1051-73	18,40 a
T ₄ = B 7274	17,70 ab
T ₁ = CC 8592	16,20 bc
T ₅ = C 8751	15,68 cd
T ₂ = C 132-81	15,43 d
Tukey (5%)	1,73

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.5 Toneladas de °Brix por hectárea

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 5,44 % (ver cuadro 8 del anexo).

Ejecutada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₄ = B 7274 el que obtuvo la media más alta con 17,31 % de toneladas de °Brix por hectárea, seguida del T₅ = C 8751 con 16,01 % y el T₂ = C 132-81 que alcanzó la media más baja con 11,90 % (ver cuadro 15).

Cuadro 15. Toneladas de °Brix por hectárea en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/%
T ₄ = B 7274	17,31 a*
T ₅ = C 8751	16,01 a
T ₃ = C 1051-73	15,28 b
T ₁ = CC 8592	15,24 b
T ₆ = Ragnar	13,36 bc
T ₂ = C 132-81	11,90 c
Tukey (5%)	1,86

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.6 Pol en jugo (Sacarosa aparente).

De acuerdo al análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 2,22 % (ver cuadro 9 del anexo).

Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad efectuada a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, dando como resultado que el T₃ = C 1051-73 es el que obtuvo el Pol en jugo más alto con 14,13 %, seguida del T₄ = B 7274 con 13,55 % y el T₅ = C 8751 que adquirió el Pol en jugo más bajo con 11,40 % (ver cuadro 16).

Cuadro 16. Pol en jugo en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/%
T ₃ = C 1051-73	14,13 a*
T ₄ = B 7274	13,55 b
T ₆ = Ragnar	12,95 bc
T ₁ = CC 8592	12,49 cd
T ₂ = C 132-81	12,17 de
T ₅ = C 8751	11,40 e
Tukey (5%)	0,65

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.7 Pureza del jugo.

Según el análisis de varianza se observa que no fue significativo para los tratamientos y de la misma manera para los bloques, con un coeficiente de variación de 4,81 % (ver cuadro 10 del anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad realizada a los promedios de los tratamientos se observa que no difieren estadísticamente, siendo el T₃ = C 1051-73 el que obtuvo la media más alta con 87,29 % de la pureza del jugo, seguida del T₂ = C 132-81 con 81,56 % y el T₁ = CC 8592 que alcanzó la media más baja con 78,84 % (ver cuadro 17).

Cuadro 17. Pureza del jugo en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/%
T ₃ = C 1051-73	87,42 a*
T ₂ = C 132-81	81,56 a
T ₄ = B 7274	80,80 a
T ₅ = C 8751	79,86 a
T ₆ = Ragnar	79,16 a
T ₁ = CC 8592	78,84 a
Tukey (5%)	8,99

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.8 Peso del jugo.

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 1,57 % (ver cuadro 11 del anexo).

Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad elaborada a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₁ = CC 8592 el que logró el valor más alta con 154,66 kg peso del jugo, seguida del T₂ = C 132-81 con 154,00 kg y el T₅ = C 8751 que obtuvo el valor más bajo con 138,89 kg (ver cuadro 18).

Cuadro 18. Peso del jugo en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/Kg
T ₁ = CC 8592	154,66 a*
T ₂ = C 132-81	154,00 a
T ₄ = B 7274	152,10 a
T ₃ = C 1051-73	142,53 b
T ₆ = C Ragnar	140,03 b
T ₅ = C 8751	138,89 b
Tukey (5%)	5,30

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.9 Litros de alcohol etílico por toneladas de caña.

Según el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 3,98 % (ver cuadro 12 del anexo).

Efectuada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₄ = B 7274 el que alcanzó la media más alta con 44,05 litros de alcohol por toneladas de caña, seguida del T₅ = C 8751 con 39,22 L y el T₁ = CC 8592 que obtuvo la media más baja con 16,81 L (ver cuadro 19).

Cuadro 19. Litros de alcohol/toneladas de caña en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/Litros
T ₄ = B 7274	44,05 a*
T ₅ = C 8751	39,22 b
T ₃ = C 1051-73	28,50 c
T ₆ = Ragnar	22,37 d
T ₂ = C 132-81	19,15 e
T ₁ = CC 8592	16,81 e
Tukey (5%)	2,59

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.10 Variabilidad de la temperatura a las 0 horas.

De acuerdo al análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 1,17 % (ver cuadro 13 del anexo).

Elaborada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₁ = CC 8592 el que obtuvo el valor más alto con 28,38 °C en la variabilidad de la temperatura a las 0 horas, seguida del T₃ = C 1051-73 con 28,15 °C y el T₅ = C 8751 que alcanzó el valor más bajo con 25,65 °C (ver cuadro 20).

Cuadro 20. Variabilidad de la temperatura en el proceso de fermentación a las 0 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/Temp.(°C)
T ₁ = CC 8592	28,38 a*
T ₃ = C 1051-73	28,15 a
T ₄ = B 7274	26,68 b
T ₂ = C 132-81	26,65 b
T ₆ = Ragnar	26,58 c
T ₅ = C 8751	25,65 d
Tukey (5%)	0,72

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.11 Variabilidad de la temperatura a las 6 horas.

Según el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 1,51 % (ver cuadro 14 del anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad realizada a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₅ = C 8751 el que obtuvo la media más alta con 26,65 °C en la variabilidad de la temperatura a las 6 horas, seguida del T₂ = C 132-81 con 26,45 °C y el T₆ = Ragnar que adquirió la media más baja con 25,13 °C (ver cuadro 21).

Cuadro 21. Análisis de la variabilidad de la temperatura en el proceso de fermentación a las 6 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/Temp.(°C)
T ₅ = C 8751	26,65 a*
T ₂ = C 132-81	26,45 ab
T ₄ = B 7274	26,08 ab
T ₁ = CC 8592	25,48 bc
T ₃ = C 1051-73	25,28 c
T ₆ = Ragnar	25,13 c
Tukey (5%)	0,89

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.12 Variabilidad de la temperatura a las 12 horas.

De acuerdo al análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 1,07 % (ver cuadro 15 del anexo).

Realizada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₂ = C 132-81 el que obtuvo la media más alta con 29,98 °C en la variabilidad de la temperatura a 12 horas, seguida del T₅ = C 8751 con 27,53 °C y el T₆ = Ragnar que alcanzó la media más baja con 24,78 °C (ver cuadro 22).

Cuadro 22. Análisis de la variabilidad de la temperatura en el proceso de fermentación a las 12 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/Temp.(°C)
T ₂ = C 132-81	29,98 a*
T ₅ = C 8751	27,53 b
T ₄ = B 7274	26,83 c
T ₃ = C 1051-73	25,50 d
T ₁ = CC 8592	25,38 d
T ₆ = Ragnar	24,78 d
Tukey (5%)	0,65

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.13 Variabilidad de la temperatura a las 18 horas.

De acuerdo al análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 0,91 % (ver cuadro 16 del anexo).

En la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad realizada a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₆ = Ragnar el que obtuvo la media más alta con 30,15 °C en la variabilidad de la temperatura a las 18 horas, seguida del T₂ = C 132-81 con 29,65 °C y el T₁ = CC 8592 alcanzó la media más baja con 26,48 °C (ver cuadro 23).

Cuadro 23. Análisis de la variabilidad de la temperatura en el proceso de fermentación a las 18 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/Temp.(°C)
T ₆ = Ragnar	30,15 a*
T ₂ = C 132-81	29,65 a
T ₅ = C 8751	28,60 b
T ₃ = C 1051-73	28,35 b
T ₄ = B 7274	27,55 c
T ₁ = CC 8592	26,48 e
Tukey (5%)	0,60

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.14 Variabilidad de la temperatura a las 24 horas.

De acuerdo al análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 0,95 % (ver cuadro 17 del anexo).

Ejecutada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₅ = C 8751 el que obtuvo la media más alta con 30,55 °C en la variabilidad de la temperatura a las 24 horas, seguida del T₄ = B 7274 con 30,25 °C y el T₆ = Ragnar que adquirió la media más baja con 25,80 °C (ver cuadro 24).

Cuadro 24. Variabilidad de la temperatura en el proceso de fermentación 24 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/Temp.(°C)
T ₅ = C 8751	30,55 a*
T ₄ = B 7274	30,25 ab
T ₃ = C 1051-73	27,30 c
T ₁ = CC 8592	26,53 d
T ₂ = C 132-81	26,40 de
T ₆ = Ragnar	25,80 e
Tukey (5%)	0,60

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.15 Variabilidad del pH a las 0 horas.

De acuerdo al análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 2,47 % (ver cuadro 18 del anexo).

Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₅ = C 8751 el que alcanzó la media más alta con 12,50 en la variabilidad del pH a las 0 horas, seguida del T₄ = B 7274 con 11,08 y el T₆ = Ragnar que obtuvo el pH más baja con 5,25 (ver cuadro 25).

Cuadro 25. Variabilidad del pH en el proceso de fermentación a las cero horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/pH
T ₅ = C 8751	12,50 a*
T ₄ = B 7274	11,08 b
T ₂ = C132-81	7,53 c
T ₃ = C 1051-73	5,75 d
T ₁ = CC 8592	5,55 d
T ₆ = Ragnar	5,25 d
Tukey (5%)	0,45

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.16 Variabilidad del pH a las 6 horas.

De acuerdo al análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 3,53 % (ver cuadro 19 del anexo).

Establecida la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₅ = C 8751 el que adquirió la media más alta con 7,68 en la variabilidad del pH a las 6 horas, seguida del T₂ = C 132-81 con 7,55 y el T₆ = Ragnar que obtuvo el pH más baja con 4,75 (ver cuadro 26).

Cuadro 26. Análisis de la variabilidad del pH en el proceso de fermentación a las 6 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/pH
T ₅ = C 8751	7,68 a*
T ₂ = C 132-81	7,55 ab
T ₄ = B 7274	7,50 b
T ₃ = C 1051-73	5,45 c
T ₁ = CC 8592	4,98 cd
T ₆ = Ragnar	4,75 d
Tukey (5%)	0,51

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.17 Variabilidad del pH a las 12 horas.

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 5,09 % (ver cuadro 20 del anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad efectuada a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₂ = C 132-81 el que obtuvo la media más alta con 8,48 en la variabilidad del pH a las 12 horas, seguida del T₅ = C 8751 con 7,70 y el T₃ = C 1051-73 que alcanzó el pH más bajo con 1,85 (ver cuadro 27).

Cuadro 27. Análisis de la variabilidad del pH en el proceso de fermentación 12 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/pH
T2 = C 132-81	8,48 a*
T5 = C 8751	7,70 b
T4 = B 7274	7,30 b
T1 = CC 8592	3,65 c
T6 = Ragnar	2,25 d
T3 = C 1051-73	1,85 d
Tukey (5%)	0,61

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.18 Variabilidad del pH a las 18 horas.

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 2,61 % (ver cuadro 21 del anexo).

Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₅ = C 8751 el que alcanzó el valor más alto con 8,28 en la variabilidad del pH a las 18 horas, seguida del T₃ = C 1051-73 con 7,65 y el T₁ = CC 8592 que obtuvo el pH más bajo con 5,25 (ver cuadro 28).

Cuadro 28. Análisis de la variabilidad del pH en el proceso de fermentación a las 18 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/pH
T ₅ = C 8751	8,28 a*
T ₂ = C 132-81	7,65 b
T ₆ = Ragnar	6,58 c
T ₄ = B 7274	6,55 c
T ₃ = C 1051-73	5,45 d
T ₁ = CC 8592	5,25 d
Tukey (5%)	0,39

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.19 Variabilidad del pH a las 24 horas.

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 2,79 % (ver cuadro 22 del anexo).

Efectuada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₃ = C 1051-73 el que obtuvo la media más alta con 13,68 en la variabilidad del pH a las 24 horas, seguida del T₆ = Ragnar con 12,38 y el T₅ = C 8751 que obtuvo el pH más baja con 6,58 (ver cuadro 29).

Cuadro 29. Variabilidad del pH proceso de fermentación 24 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/pH
T ₃ = C 1051-73	13,68 a*
T ₆ = Ragnar	12,38 b
T ₂ = C 132-81	11,45 c
T ₁ = CC 8592	11,40 c
T ₄ = B 7274	8,65 d
T ₅ = C 8751	6,58 e
Tukey (5%)	0,69

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.20 Variabilidad del °Brix a las 0 horas.

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 2,17 % (ver cuadro 23 del anexo).

Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad realizada a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₃ = C 1051-73 el que obtuvo la media más alta con 15,23 % en la variabilidad del °Brix a las 0 horas, seguida del T₄ = B 7274 con 14,55 % y el T₂ = C 132-81 que alcanzó la media más baja con 13,05 % (ver cuadro 30).

Cuadro 30. Variabilidad del °Brix en el proceso de fermentación a las 0 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/%
T ₅ = C 1051-73	15,23 a*
T ₄ = B 7274	14,55 ab
T ₃ = C 8751	14,45 b
T ₁ = CC 8592	14,33 b
T ₆ = Ragnar	13,50 c
T ₂ = C 132-81	13,05 c
Tukey (5%)	0,71

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.21 Variabilidad del °Brix a las 6 horas.

Según el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 1,51 % (ver cuadro 24 del anexo).

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₁ = CC 8592 el que alcanzó la media más alta con 13,33 % en la variabilidad del °Brix a las 6 horas, seguida del T₄ = B 7274 con 12,70 % y el T₂ = C 132-81 que adquirió la media más baja con 11,20 % (ver cuadro 31).

Cuadro 31. Análisis de la variabilidad del °Brix en el proceso de fermentación a las 6 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/%
T ₁ = CC 8592	13,33 a*
T ₄ = B 7274	12,70 b
T ₅ = C 8751	12,63 c
T ₃ = C 1051-73	12,58 c
T ₆ = Ragnar	11,60 d
T ₂ = C 132-81	11,20 d
Tukey (5%)	0,43

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.22 Variabilidad del °Brix a las 12 horas.

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 1,71 % (ver cuadro 25 del anexo).

Realizada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₅ = C 8751 el que obtuvo el valor más alto con 13,58 % en la variabilidad del °Brix a las 12 horas, seguida del T₄ = B 7274 con 12,38 % y el T₂ = C 132-81 que adquirió el valor más bajo con 9,58 % (ver cuadro 32).

Cuadro 32. Análisis de la variabilidad del °Brix en el proceso de fermentación a las 12 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/%
T ₅ = C 8751	13,58 a*
T ₄ = B 7274	12,38 b
T ₃ = C 1051-73	11,53 c
T ₁ = CC 8592	10,75 d
T ₆ = Ragnar	10,43 d
T ₂ = C 132-81	9,58 e
Tukey (5%)	0,45

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.23 Variabilidad del °Brix a las 18 horas.

Según el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 1,96 % (ver cuadro 26 del anexo).

Elaborada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₄ = B 7274 el que adquirió la media más alta con 11,55 % en la variabilidad del °Brix a las 18 horas, seguida del T₃ = 1051-73 con 10,53 % y el T₆ = Ragnar que obtuvo la media más baja con 8,10 % (ver cuadro 33).

Cuadro 33. Análisis de la variabilidad del °Brix en el proceso de fermentación a las 18 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/%
T ₄ = B 7274	11,55 a*
T ₃ = C 1051-73	10,53 b
T ₂ = C 132-81	10,48 b
T ₁ = CC 8592	9,50 c
T ₅ = C 8751	9,25 c
T ₆ = Ragnar	8,10 d
Tukey (5%)	0,45

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.24 Variabilidad del °Brix las 24 horas.

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 3,97 % (ver cuadro 27 del anexo).

Efectuada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₁ = CC 8592 el que obtuvo la media más alta con 7,50 % en la variabilidad del °Brix a 24 horas, seguida del T₃ = 1051-73 con 6,75 % y el T₅ = C 8751 que adquirió la media más baja con 5,43 % (ver cuadro 34).

Cuadro 34. Variabilidad del °Brix en el proceso de fermentación a las 24 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/%
T ₁ = CC 8592	7,50 a*
T ₃ = C 1051-73	6,75 b
T ₄ = B 7274	6,55 b
T ₂ = C 132-81	6,45 b
T ₆ = Ragnar	5,65 c
T ₅ = C 8751	5,43 c
Tukey (5%)	0,58

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.25 Variabilidad del grado alcohólico a las 0 horas.

Según el análisis de varianza se observa que no fue significativo para los tratamientos y los bloques, con un coeficiente de variación 7,17 % (ver cuadro 28 del anexo).

Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad efectuada a los promedios de los tratamientos se observa que no difieren estadísticamente, siendo el T₁ = CC 8592 el que alcanzó el valor más alto con 7,75 en la variabilidad del grado alcohólico a las 0 horas, seguida del T₃ = 1051-73 con 7,75 y el T₅ = C 8751 que obtuvo el valor más bajo con 7,25 (ver cuadro 35).

Cuadro 35. Variabilidad del grado de alcohol en el proceso de fermentación a las 0 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio
T ₁ = CC 8592	7,75 a*
T ₃ = C 1051-73	7,75 a
T ₄ = B 7274	7,50 a
T ₂ = C 132-81	7,50 a
T ₆ = Ragnar	7,50 a
T ₅ = C 8751	7,25 a
Tukey (5%)	1,23

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.26 Variabilidad del grado alcohólico a las 6 horas.

De acuerdo al análisis de varianza se observa que no fue significativo para los tratamientos y los bloques, con un coeficiente de variación de 9,15 % (ver cuadro 29 del anexo).

Realizada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que no difieren estadísticamente, siendo el T₃ = C 1051-73 el que obtuvo la media más alta con 7,00 en la variabilidad del grado alcohólico a las 6 horas, seguida del T₆ = Ragnar con 6,50 y el T₅ = C 8751 que alcanzó la media más baja con 6,00 (ver cuadro 36).

Cuadro 36. Análisis de la variabilidad del grado de alcohol en el proceso de fermentación a las 6 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio
T ₃ = C 1051-73	7,00 a*
T ₆ = Ragnar	6,50 a
T ₁ = CC 8592	6,50 a
T ₄ = B 7274	6,50 a
T ₂ = C 132-81	6,00 a
T ₅ = C 8751	6,00 a
Tukey (5%⁹	1,35

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.27 Variabilidad del grado alcohólico a las 12 horas.

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, un coeficiente de variación de 14,11 % (ver cuadro 30 del anexo).

Efectuada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₃ = C 1051-73 el que obtuvo la media más alta con 6,00 en la variabilidad del grado alcohólico a las 12 horas, seguida del T₁ = CC 8592 con 5,50 y el T₅ = C 8751 que obtuvo la media más baja con 3,00 (ver cuadro 37).

Cuadro 37. Análisis de la variabilidad del grado de alcohol en el proceso de fermentación a las 12 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio
T ₃ = C 1051-73	6,00 a*
T ₁ = CC 8592	5,50 ab
T ₄ = B 7274	5,25 abc
T ₆ = Ragnar	4,50 bc
T ₂ = C 132-81	4,00 bc
T ₅ = C 8751	3,00 c
Tukey (5%)	1,53

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.28 Variabilidad del grado alcohólico a las 18 horas.

De acuerdo al análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 20,38 % (ver cuadro 31 del anexo).

Efectuada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₃ = C 1051-73 el que obtuvo la media más alta con 4,25 en la variabilidad del grado alcohólico a las 18 horas, seguida del T₁ = CC 8592 con 4,25 y el T₂ = C 132-81 que adquirió la media más baja con 1,25 (ver cuadro 38).

Cuadro 38. Análisis de la variabilidad del grado de alcohol en el proceso de fermentación a las 18 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio
T ₃ = C 1051-73	4,25 a*
T ₁ = CC 8592	4,25 ab
T ₆ = Ragnar	3,00 bc
T ₄ = B 7274	2,75 cd
T ₅ = C 8751	1,50 d
T ₂ = C 132-81	1,25 d
Tukey (5%)	1,33

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.29 Variabilidad del grado alcohólico a las 24 horas.

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 30,25 % (ver cuadro 32 del anexo).

Efectuada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₁ = CC 8592 el que obtuvo el valor más alto con 3,75 en la variabilidad del grado alcohólico a las 24 horas, seguida del T₃ = C 1051-73 con 3,50 y el T₅ = C 8751 que no obtuvo variabilidad a esta hora.

Cuadro 39. Variabilidad del grado de alcohol en el proceso de fermentación a las 24 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio
T ₁ = CC 8592	3,75 a*
T ₃ = C 1051-73	3,50 a
T ₆ = Ragnar	1,50 b
T ₂ = C 132-81	0,50 b
T ₄ = B 7274	0,50 b
T ₅ = C 8751	0,00 c
Tukey (5%)	1,13

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.30 Producción de alcohol etílico por variedad por hectárea.

Según el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 5,09 % (ver cuadro 33 del anexo).

En la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad realizada a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₄ = B 7274 el que adquirió la media más alta con 4 306,67 de producción de alcohol por variedad por hectárea, seguida del T₅ = C 8751 con 4 003,45 L y el T₂ = C 132-81 que obtuvo la media más baja con 1 447,94 L (ver cuadro 40).

Cuadro 40. Producción de alcohol por variedad en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/Litros
T ₄ = B 7274	4 306,67 a*
T ₅ = C 8751	4 003,45 b
T ₃ = C 1051-73	2 376,47 c
T ₁ = CC 8592	1 583,27 d
T ₆ = Ragnar	1 522,77 d
T ₂ = C 132-81	1 447,94 d
Tukey (5%)	297,22

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.31 Rendimiento de alcohol etílico por variedad.

En el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y no significativo para los bloques, con un coeficiente de variación de 1,87 % (ver cuadro 34 del anexo).

Realizada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₅ = C 8751 el que obtuvo la media más alta con 13,06 % de rendimiento de alcohol por variedad, seguida del T₄ = B 7274 con 12,13 % y el T₆ = Ragnar que adquirió la media más baja con 4,86 % (ver cuadro 41).

Cuadro 41. Rendimiento de alcohol/variedad en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/%
T ₅ = C 8751	13,06 a*
T ₄ = B 7274	12,13 b
T ₃ = C 1051-73	6,55 c
T ₂ = C 132-81	5,00 d
T ₁ = CC 8592	4,94 d
T ₆ = Ragnar	4,86 d
Tukey (5%)	0,33

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.2.32 Tiempo y tipo de fermentación.

Según el análisis de varianza se observa que fue altamente significativo para los tratamientos y los bloques, con un coeficiente de variación de 0,23 % (ver cuadro 35 del anexo).

Elaborada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad a los promedios de los tratamientos se observa que difieren estadísticamente, siendo el T₁ = Ragnar el que obtuvo el valor más alto con 35,59 Tiempo en horas, seguida del T₄ = C 1051-73 con 35,59 horas y el T₃ = C 8751 que adquirió el valor más bajo con 23,56 horas (ver cuadro 42).

Cuadro 42. Tiempo y tipo de fermentación en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

Tratamiento	Promedio/horas
T ₆ = Ragnar	35,59 a*
T ₃ = C 1051-73	35,59 a
T ₁ = CC 8592	35,57 a
T ₂ = C 132-81	23,61 b
T ₄ = B 7274	23,58 b
T ₅ = C 8751	23,56 b
Tukey (5%)	0,15

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidades.

4.3 Definir los componentes agro industriales y los cultivares que determinan el mejor comportamiento del indicador litros de alcohol etílico/ton de caña/variedad en la cepa retoño uno.

En el análisis estadístico multivariantes que se clasificaron las variables de los componentes agro industriales y los cultivares que determinaron el mejor comportamiento del indicador litros de alcohol etílico por toneladas de caña por

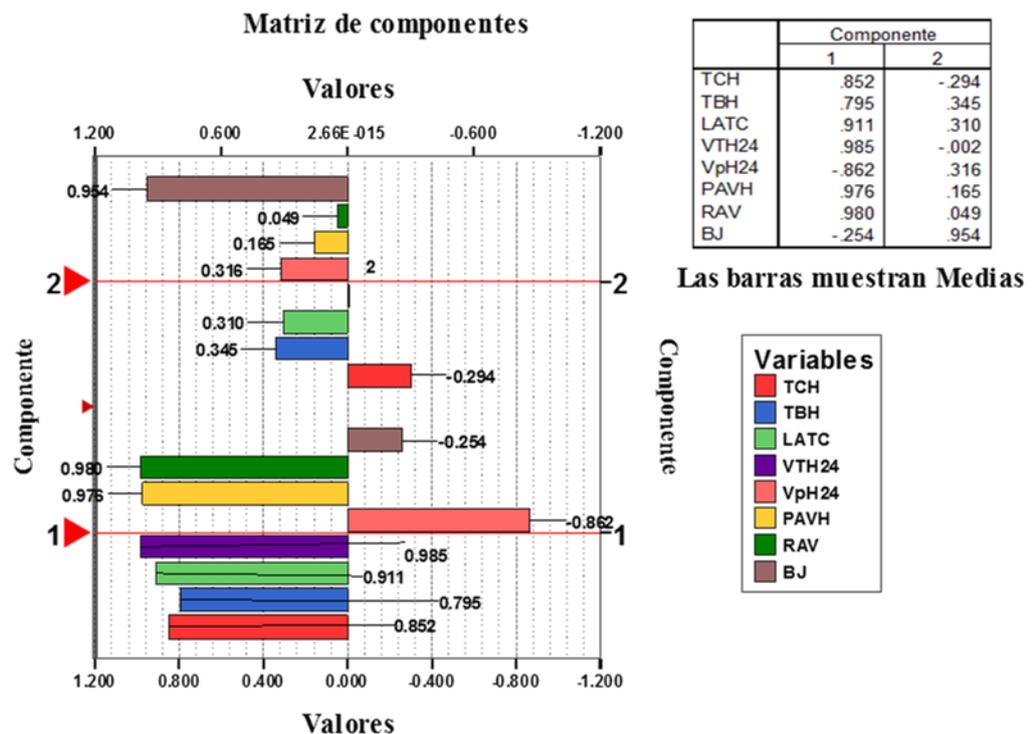
variedades de caña en la cepa retoño uno, a los 13 meses de edad en la cosecha, cuatro componentes explicaron el 87,093 % del total de la varianza, los tres primeros el 77,669 % y fueron los más importantes, el primer componente explicó el 40,64 % de la extracción de la varianza total, en el análisis de las mayores correlaciones, indicaron que existió relación estadística significativa entre las variables de los factores y se puede observar en la Tabla 1 de Matriz de Correlaciones Pág. 71.

Tabla 1. Matriz de correlaciones

Correlaciones	TML	PPT	TCH	BI	BS	IM	BJ	TBH	PJ	PRJ	LAT C	PsJ	VT24 H	VpH2 4H	VB24 H	PAV	RAV	TTF
TML	1,000	-0,726	-0,007	0,326	0,623	-0,198	0,688	0,473	0,517	-0,023	0,322	-0,233	0,119	0,097	-0,066	0,253	0,143	0,321
PPT	-0,726	1,000	0,646	-0,561	-0,900	0,178	-0,846	0,146	-0,582	0,015	0,130	0,236	0,431	-0,553	0,102	0,284	0,376	-0,515
TCH	-0,007	0,646	1,000	-0,409	-0,617	0,105	-0,506	0,789	-0,240	-0,061	0,588	0,166	0,791	-0,731	0,144	0,744	0,745	-0,423
BI	0,326	-0,561	-0,409	1,000	0,566	0,624	0,751	0,060	0,646	0,234	-0,050	-0,278	-0,266	0,551	0,127	-0,166	-0,260	0,539
BS	0,623	-0,900	-0,617	0,566	1,000	-0,285	0,872	-0,090	0,541	-0,050	-0,114	-0,168	-0,394	0,467	-0,015	-0,257	-0,343	0,447
IM	-0,198	0,178	0,105	0,624	-0,285	1,000	0,053	0,155	0,233	0,318	0,062	-0,189	0,067	0,189	0,126	0,061	0,034	0,201
BJ	0,688	-0,846	-0,506	0,751	0,872	0,053	1,000	0,123	0,625	0,152	0,048	-0,435	-0,256	0,466	-0,105	-0,103	-0,198	0,550
TBJ	0,473	0,146	0,789	0,060	-0,090	0,155	0,123	1,000	0,222	0,100	0,714	-0,063	0,723	-0,480	0,146	0,784	0,707	-0,118
PJ	0,517	-0,582	-0,240	0,646	0,541	0,233	0,625	0,222	1,000	0,565	0,099	0,059	-0,161	0,564	0,382	-0,010	-0,182	0,435
PRJ	-0,023	0,015	-0,061	0,234	-0,050	0,318	0,152	0,100	0,565	1,000	0,060	-0,073	-0,043	0,295	0,224	0,018	-0,052	0,120
LAETC	0,322	0,130	0,588	-0,050	-0,114	0,062	0,048	0,714	0,099	0,060	1,000	-0,267	0,925	-0,693	-0,387	0,977	0,946	-0,569
PsJ	-0,233	0,236	0,166	-0,278	-0,168	-0,189	-0,435	-0,063	0,059	-0,073	-0,267	1,000	-0,160	0,078	0,662	-0,178	-0,240	-0,175
VT24H	0,119	0,431	0,791	-0,266	-0,394	0,067	-0,256	0,723	-0,161	-0,043	0,925	-0,160	1,000	-0,852	-0,309	0,972	0,985	-0,665
VpH24H	0,097	-0,553	-0,731	0,551	0,467	0,189	0,466	-0,480	0,564	0,295	-0,693	0,078	-0,852	1,000	0,415	-0,781	-0,866	0,751
VB24H	-0,066	0,102	0,144	0,127	-0,015	0,126	-0,105	0,146	0,382	0,224	-0,387	0,662	-0,309	0,415	1,000	-0,304	-0,396	0,340
PAEVH	0,253	0,284	0,744	-0,166	-0,257	0,061	-0,103	0,784	-0,010	0,018	0,977	-0,178	0,972	-0,781	-0,304	1,000	0,980	-0,600
RAEV	0,143	0,376	0,745	-0,260	-0,343	0,034	-0,198	0,707	-0,182	-0,052	0,946	-0,240	0,985	-0,866	-0,396	0,980	1,000	-0,664
TTF	0,321	-0,515	-0,423	0,539	0,447	0,201	0,550	-0,118	0,435	0,120	-0,569	-0,175	-0,665	0,751	0,340	-0,600	-0,664	1,000

Estas variables determinantes y de mayor influencia en los componentes evaluados fueron las, toneladas de caña/hectárea (0,848 %), litros de alcohol etílico/toneladas de caña (0,739 %), variabilidad de la temperatura a las 24 horas (0,914 %), variabilidad del pH a las 24 horas (0,936 %), producción de alcohol etílico por variedad/hectárea (0,841 %), peso promedio de los tallos (0,692 %) y el rendimiento de alcohol etílico por variedad (0,902 %), las mismas coinciden con las mayores extracciones en el porcentaje de la varianza en el componente uno y para el componente dos las toneladas de °Brix/hectárea (0,616 %) y el °Brix del jugo (0,764 %), (tabla 2, Pág. 73). En el gráfico de matriz de componente se aprecia el comportamiento de las variables en su porcentaje de extracción al realizar el análisis de ACP a la de mayor peso en el componente uno y dos (ver gráfico 1).

Gráfico 1. Matriz de los componentes



La producción de alcohol etílico por variedad/hectárea y el rendimiento de alcohol etílico por variedad correlacionaron con las variables: toneladas/hectárea, toneladas de °Brix/hectárea, litros de alcohol etílico/toneladas de caña, variabilidad de la temperatura a las 24 horas, variabilidad del pH a las 24 horas, presentando sus

mayores porcentajes de las extracciones en el primer componente y las toneladas de °Brix/hectárea en el segundo componente (ver tabla 2, pág. 73).

Tabla 2. Resultado de los análisis de componentes principales de los datos obtenidos en la cepa retoño uno a los 13 meses en la cosecha.

	Componentes			
	1	2	3	4
Total	7,316	4,295	2,370	1,696
% de la varianza	40,643	23,861	13,165	9,424
% acumulado	40,643	64,503	77,669	87,093
VARIABLES	% de la	% de la	% de la	% de la
Analizadas	varianza C 1	varianza C 2	varianza C 3	varianza C 4
TML	-0,174	0,808	-0,155	0,391
PPT	0,692	-0,576	0,323	-0,175
TCH	0,848	0,066	0,366	0,210
BI	-0,561	0,567	0,289	-0,347
BS	-0,652	0,557	-0,324	0,263
IM	-0,031	0,146	0,621	-0,669
BJ	-0,581	0,764	-0,147	-0,038
TBH	0,555	0,616	0,371	0,249
PJ	-0,468	0,617	0,473	0,152
PRJ	-0,143	0,198	0,573	-0,255
LAETC	0,739	0,630	-0,024	-0,035
PsJ	-0,003	-0,464	0,394	0,658
VT24H	0,914	0,376	0,038	-0,021
VpH24H	-0,936	-0,033	0,243	-0,042
VB24H	-0,280	-0,206	0,749	0,491
PAEVH	0,841	0,523	0,049	0,024
RAEV	0,902	0,416	-0,049	-0,057
TTF	-0,777	0,163	0,200	-0,021

Al analizar el porcentaje de extracción de la varianza total de las comunalidades, se descartó en los análisis la variable pureza del jugo (0,453 %) que obtuvo una adecuación muestral inaceptable ($0,0 < KMO \leq 0,5$), lo cual no manifestó los pesos que tienen las variables originales y determinantes en la influencia de los componentes principales, significando una buena bondad de ajuste de los mismos (Ver tabla 3 y tabla 4 Pág. 75).

En el contraste si las correlaciones parciales entre las variables analizadas, el Coeficiente Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), en el análisis factorial, se encuentran entre una excelente adecuación muestral en las variables litros de alcohol etílico/toneladas de caña, variabilidad de la temperatura a las 24 horas, rendimiento de alcohol etílico por variedad y producción de alcohol etílico por variedad/hectárea, ($0,9 < KMO \leq 1,0$), buena adecuación muestral ($0,8 < KMO \leq 0,9$), variabilidad del pH a las 24 horas y una aceptable adecuación muestral ($0,7 < KMO \leq 0,8$), las toneladas de °Brix por hectárea y las toneladas de caña por hectárea. (Ver tabla 3).

Tabla 3. Criterio para determinar el coeficiente KMO (**Kaiser-Meyer-Olkin**) y la adecuación muestral en el análisis factorial de un conjunto de datos en las correlaciones parciales entre las variables.

Adecuación muestral	Coeficiente KMO
Excelente adecuación muestral.	$0,9 < KMO \leq 1,0$
Buena adecuación muestral.	$0,8 < KMO \leq 0,9$
Aceptable adecuación muestral.	$0,7 < KMO \leq 0,8$
Regular adecuación muestral.	$0,6 < KMO \leq 0,7$
Mala adecuación muestral.	$0,5 < KMO \leq 0,6$
Adecuación muestral inaceptable.	$0,0 < KMO \leq 0,5$
Valores entre 0-1, indica que el análisis factorial es tanto más adecuado cuanto mayor sea su valor.	

Tabla 4. Comportamiento de las comunalidades en los componentes y variables estudiados

	Inicial	Extracción
TML	1,000	0,860
PPT	1,000	0,945
TCH	1,000	0,902
BI	1,000	0,840
BS	1,000	0,909
IM	1,000	0,855
BJ	1,000	0,944
TBH	1,000	0,887
PJ	1,000	0,847
PRJ	1,000	0,453
LAETC	1,000	0,945
PsJ	1,000	0,803
VT24H	1,000	0,979
VpH24H	1,000	0,938
VB24H	1,000	0,923
PAEV	1,000	0,985
RAEV	1,000	0,992
TTF	1,000	0,671

Martin y Lauzardo, 2014, en cepa caña planta, obtuvieron valores inferiores en el porcentaje de la extracción de la varianza total en los tres primeros componentes con un 70 %, en la variable de la producción de alcohol/tonelada de caña, la extracción fue inferior sin correlación a las variables evaluadas en cepa retoño, debido a la composición de cepa y edad de corte que fue de nueve meses, el estado de madurez de las caña y la composición de los tallos/metro lineal, las correlaciones significativas y similares en las variables toneladas de °Brix por hectárea y producción de alcohol etílico por variedad/hectárea (superiores al 0,891 %), son similares a los obtenidos en la cepa retoño en cuanto al volumen de producción de alcohol etílico por variedades y en la incidencia del componente.

La extracción de la varianza total en el componentes tres (13,165 %) y cuatro (9,424 %), acumulan el 22,589 %, las variables índice de madurez (0,621 %), peso del jugo (0,658 %), y variabilidad del °Brix a las 24 horas (0,749 %) reflejan los porcentajes de extracción más altos en los componentes tres y cuatro.

Los demás resultados de comunalidades y gráfico de sedimentación de los componentes analizados en el Análisis de Componentes Principales (ACP) se pueden observar en los anexos.

V. DISCUSION

En la variable tallos/metro lineal el T₄ B 7274 (7) no tuvo diferencia con el testigo T₆ Ragnar (6), pero si diferencias altamente significativas con el resto de los tratamientos, la variedad C 132-81 (T₂) obtuvo el menor número de tallos con 4, estos resultados son inferiores a los reportados por (Martin, Velazco, & Ramón, 2012) en cepa soca uno (13 meses), cantón Huamboya, Ecuador"obteniendo una media de 12 tallos en la B 7274 y C 132-81. Además en otros estudios realizados por (Martin & Ramón 2012) en la misma cepa primer retoño (11 meses) en el cantón Huamboya a 1 000 msnm, Ecuador, obtuvieron en la variedad B 7274 17 tallos y la C 132-81, 12 tallos. Éstas diferencias obtenidas por estos autores respecto a las investigaciones realizadas, está dada por la pérdida de tallos en la cepa caña planta producto de un evento climatológico que afectó la población de los tallos en la cepa retoño, reduciendo el 45 % de los mismos.

En el comportamiento del peso promedio de los tallos el T₅ C 8751 (2,43 kg) tuvo diferencias estadísticas significativas con el testigo T₆ Ragnar (1,26 kg) y con el resto de los tratamientos, éstos resultados superan a los obtenidos por (Martin & Ramón 2012) quien en la cepa primer retoño (11 meses) en el cantón Huamboya a 1000 msnm, Ecuador, reportó en la variedad C 8751 (0,96 kg), ésta variabilidad en los resultados es por el comportamiento en los componentes del rendimiento, altura y el peso promedio de los tallos.

Las toneladas de caña/hectárea si tuvieron diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo la T₅ C 8751 y la T₄ B 7274 no difieren entre sí, con 103,13 y 97,80 ton/caña/ha respectivamente, estas variedades superan al testigo T₆ Ragnar con 68,16 ton/caña/ha, estos promedios son superiores a las investigaciones efectuadas por (Martín & Ramón, 2012), en el cantón Huamboya, Ecuador, en esta cepa a los 11 meses a 1 000 msnm, en donde la variedad B 7274 obtuvo 86,33 ton/caña/ha y la C 8751 75,17 ton/caña/ha, por otro lado, (Toala, Norgel, & Contreras, 2013) en variedades comerciales de caña de azúcar en el cantón La Troncal, Ecuador reportan rendimientos similares en el mismo genotipo ambiente respecto a los metros sobre el nivel del mar en la C 8751 con 98 ton/caña/ha, la diferencia en este indicador respecto a la Amazonía está ocasionada por la influencia de los metros sobre el nivel del mar en el desarrollo

vegetativo y la edad de corte de la caña de azúcar que es un factor determinante en su ciclo, en cambio, los resultados son similares en estos cultivares cuando se sembraron a la misma altura y en genotipos ambientes similares con la misma edad y cepa (La Troncal).

En la calidad de los jugos el °Brix superior, el testigo T₆ Ragnar (16,76 %), y el tratamiento T₃= C 1051-73 (18,17 %), no poseen diferencias significativas, el valor más bajo en este indicador la obtuvo T₅ C 8751 (13,37 %) con diferencias altamente significativas, respecto al °Brix inferior el tratamientos T₆ Ragnar (22,47 %, testigo) y el T₄ B 7274 (19,99 %), no presentaron diferencia significativas, el valor más bajo en éste la obtuvo T₅= C 8751 (15,75 %), estudios realizados en Manabí en la cepa retoño uno por (Martín, Velazco, & Once 2012) respecto al °Brix superior e inferior obtienen resultados superiores, obteniendo en el °Brix superior en la variedad Ragnar el 18,50 %, la C 1051-73 con 20,99 % y la C 8751 el 18,99 %, en cuanto al °Brix inferior reportan el 19,91 % en la variedad B 7274 y 20,45 % en la Ragnar (testigo). Estos valores tienen una alta incidencia en el comportamiento del índice de madurez, porque, la concentración de sólidos totales (°Brix superior y °Brix inferior) y la edad de corte es un factor que determinó la variabilidad en los valores obtenidos en Manabí.

Por lo anteriormente expresado, el comportamiento del índice de madurez (relación tope/base) la Ragnar testigo T₆ (74,23 %) es superada con diferencia altamente significativa por los valores de T₃ C 1051-73 (96,16 %) y T₅ C 8751 (85,10 %), estos valores son inferiores a los reportados por (Martín, Velazco, & Once 2012), quien en esta variable a los 17 meses en la misma cepa, en el cantón Huamboya, Ecuador, obtienen en la variedad C 8751, 91,96 %, y el testigo Ragnar 90,42 %, esto está dado por el comportamiento de los sólidos totales en el °Brix superior y el °Brix inferior, es decir, son superiores en esta localidad con respecto a Manabí, la edad de corte (17 meses) es otro factor en la superioridad de este indicador.

El °Brix del jugo no obtuvo diferencias significativas entre el testigo T₆ Ragnar (19,65 %), el T₃ C 1051-73 (18,40 %) y el T₄ B 7274 (17,70 %), pero sí con el resto de los tratamientos, el valor más bajo con 15,43 % lo obtuvo el T₂ C 132-81, estos promedios son inferiores a los encontrados en el cantón Huamboya, Ecuador, por

(Martín, Velazco, & Once 2012), en los promedios de la calidad del jugo de estas variedades en este genotipo ambiente fue, de 19,46 %, (0,88 %) superior a los alcanzados en Manabí (18,58 %), esta diferencia está dada por la calidad y la acumulación de sacarosa y su relación con los resultados del índice de madurez anteriormente explicados y la edad del corte.

En las toneladas de °Brix por hectárea el T₄ B 7274 (17,31 %) no tuvo estadísticamente diferencias con la T₅ C 8751 (16,01 %), pero sí diferencias altamente significativas con el resto de los tratamientos, el T₂ C 132-81 alcanzó la media más baja con 11,90 %, estos resultados son similares a los encontrados por (Martin 2016) en el informe final del estudio de adaptabilidad de variedades a diferentes msnm en la provincia de Morona Santiago, la B 7274 con 17,08 % y la C 132-81 obtuvo 11,74 %, esta similitud en los valores está dada por los rendimientos agrícolas y el °Brix del jugo alcanzado en estas variedades en ambas localidades y tienen una relación directamente proporcional.

En la acumulación de sacarosa aparente (Pol), el T₃ C 1051-73 (14,13 %) tuvo diferencias significativas con todos los tratamientos y con el testigo T₆ Ragnar (12,95 %), la variedad T₅ C 8751 obtiene el Pol más bajo con 11,40 %, en los resultados obtenidos por (Martin & Ramón 2012), en esta misma cepa a los 11 meses, en el cantón Huamboya, Ecuador, los valores son inferiores debido a la edad de la cosecha y la baja concentración de azúcares por su ciclo vegetativo, la variedad C 1051-73 adquirió 12,34 %, y el 9,57 % la C 8751. En otra investigación efectuada por (Martin, Velazco, & Ramón, 2012) en la cepa soca uno (13 meses) en el cantón Huamboya, Ecuador, alcanza valores superiores en esta variable de estudio, debido a que el índice de madurez es superior y la calidad de los jugos, respecto a los °Brix (superior, inferior y del jugo), reportaron 15,99 % en la C 1051-73, y 15,18 % la C 8751.

En la relación de pureza del jugo, los tratamientos no tienen diferencia significativa, sin embargo, desde el punto de vista numérico el tratamiento el T₃ C 1051-73 (87,29 %) obtuvo la pureza más alta, y el T₁ CC 8592 fue el de menor valor con 78,84 %, estos datos son superiores a los reportados por (Martin & Ramón 2012), en el cantón Huamboya, Ecuador, la C 1051-73 reportó 64,25 % a los 11 meses, en este mismo

cantón obtienen (Martin, Velazco, & Ramón 2012), un promedio superior en la C 1051-73, con 90,33 %. Esta variabilidad en la pureza en estos diferentes genotipos está influenciada por el espacio numérico que existe entre el Pol y el °Brix, porque al existir menor diferencia entre estos indicadores (no azúcares) la pureza va a ser mayor, por lo que la riqueza aparente evaluada es superior a los 13 meses bajo la condición de genotipo ambiente amazónico, sin embargo, a menor edad de la cosecha los reportes son inferiores. Es decir, podemos concluir que mientras menor sean los no azúcares (NA) mayor es la pureza.

El peso del jugo tuvo diferencia estadísticas significativa con el testigo T₆ Ragnar (140,03 kg) y con el resto de los tratamientos, siendo el T₁ CC 8592 (154,66 kg), el de mejor comportamiento en esta variable, el tratamiento T₅ C 8751 (138,89 kg) es el de menor valor, los resultados obtenidos por (Martin 2016) a 400 msnm en la provincia de Morona Santiago, Ecuador, fueron superiores debido a que los cultivares presentaron mayor volumen por unidad en los tallos que en Manabí, el comportamiento de las variedades en este genotipo ambiente fue: 345,90 kg, la CC 8592, 430,80 kg la Ragnar y la C 8751 con 283,34 kg.

Una de las variables que define la potencialidad de cada variedad es la producción de litros de alcohol etílico/toneladas de caña, la variedad B 7274 (T₄) promedió 44,05 L, con diferencia significativa con el T₅ C 8751 (39,22 L), y con el resto de los tratamientos, estas variedades superaron al testigo T₆ Ragnar con 22,37 L, estudios realizados por (Martín 2016) y (Martin & Velazco 2012), superan los alcanzados en el genotipo ambiente de Junín, la variedad la B 7274 obtuvo como promedio 78 L a los 400-1 000 msnm, la C 8751 81 L y la CC 8592 65 L en caña planta a 1 000 msnm, estas respuestas superiores se debe a que hay mayor azúcares totales fermentables que en las variedades de estudio, mayor índice de madurez, comportamiento superior del Pol y de los °Brix en el jugo.

La producción de alcohol etílico por variedad/hectárea por cultivar está delimitada por dos comportamientos fundamentales de cada variedad, uno es la producción de las toneladas de/hectárea y la producción de litros de alcohol etílico/toneladas de caña, la variedad T₄ B 7274 (4 306,67 L), fue la mayor resultado en este indicador con

diferencia significativa con el resto de los tratamientos y con el testigo Ragnar, la T₂ C 132-81 resultó obtener la producción más baja con 1 447,94 L, debemos señalar que la B 7274 fue la segunda en rendimiento agrícola con diferencia significativa con el T₅ C 8751 y la primera en la producción de alcohol etílico por toneladas/hectárea, lo que indica que una variedad puede tener menor rendimiento en toneladas de caña/hectárea y mayor producción de alcohol etílico/toneladas de caña, lo que determina que sea la más eficiente para esta variable. Estos promedios en la producción de alcohol etílico por variedad/hectárea son inferiores a los reportados por (Martín 2016) en la provincia de Morona Santiago, Ecuador, con 8 879,34 L en la B 7274 y la C 8751 con 6 931,98 L, las variables que influyeron en estos resultados es la producción de alcohol etílico por toneladas de caña y no por el rendimiento agrícola alcanzado por toneladas de caña por hectárea, lo que corrobora el planteamiento anterior de la relación que existe entre la producción de alcohol etílico/toneladas de caña y el rendimiento agrícola/hectárea.

La eficiencia de los cultivares está determinada por el rendimiento de alcohol etílico por variedades el T₅ C 8751 (13,06 %), tuvo diferencia significativa con todos los tratamientos, superando al testigo T₆ Ragnar (4,86 %) con diferencias altamente significativas, siendo este el de menor rendimiento, la variedad C 8751 obtuvo 26,13 % de RAV, 23,40 % la B 7274 y la Ragnar 13,52 %, estos datos reportados por (Martín 2016) son superiores a 1 000 msnm en el cantón Huamboya, Ecuador, la variabilidad de estos resultados en diferentes genotipos ambientes con las mismas variedades y cepas se debe a que la composición de los jugos es muy superior en cuanto a °Brix, pol, índice de madurez, azúcares fermentables y no azúcares a 1000 msnm, por lo que las variedades presentan un mejor comportamiento cuando estos indicadores son superiores.

La temperatura a las 0 horas durante el proceso de fermentación el T₁ C 8592 (28,38 °C), fue el de mayor promedio, con el T₃ C 1051-73 (28,15 °C) no tuvo diferencia significativa, pero si difieren estadísticamente con el resto de los tratamientos, siendo el T₅ C 8751 (25,65 °C) con la media más baja, a las 24 horas el T₅ C 8751 (30,55 °C) no tuvo diferencias significativas con el T₄ B 7274 (30,25 °C), pero sí difieren con el testigo T₆ Ragnar (25,80 °C) que tiene la media más baja y con el resto de los tratamientos. Esta variable desde las 6-18 horas se comportó indistintamente entre las

variedades, sin embargo, los resultados desde el punto de vista de la influencia al momento de la destilación son definitorias en las 24 horas, porque los procesos se van comportando en virtud de los factores ambientales en el transcurso del tiempo y la valoración concluyente estará dada por la calidad de los jugos y su interrelación con el factor expresado. Este indicador en el análisis efectuado en las variedades C 8592 y C 1051-73 en el cantón Morona a 1 000 msnm tuvo temperaturas inferiores a 23,73 °C, y a las 24 horas se obtuvieron los mismos resultados que los obtenidos en Manabí, esta diferencia en el inicio de la fermentación es producto que el guarapo toma la temperatura del medio ambiente influenciada por la humedad relativa, al final del proceso se adquiere las mismas temperaturas porque en este genotipo los tanques de fermentación se encuentran en locales cerrados garantizando la temperatura idónea que necesita las levaduras para poder fermentar el guarapo, respecto a las 6-12-18 horas se obtuvieron las mismas variaciones y comportamientos en cuanto a temperatura y variedades (Martin 2016).

El pH a las 0 horas en la fermentación el T₅ C 8751 (12,50) tuvo diferencia significativa con todos los tratamientos, siendo el testigo T₆ Ragnar (5,25) el de menor promedio, la fermentación a 24 horas el T₃ C 1051-73 (13,68), tuvo diferencia significativa con la testigo T₆ Ragnar (12,38) y con el resto de los tratamientos, siendo el T₅ C 8751 (6,58) el que obtuvo la media más baja, debemos señalar que en esta variable de pH aunque tuvo diferencias significativas el valor de análisis estadísticos es diferente en ambas horas, debemos señalar que el comportamiento del pH, las variedades que menor pH tuvieron son la que mejor respuesta tienen en la fermentación, la C 8751 y B 7274 con promedios de 6,58 y 8,65 son las de mejor resultado para el proceso fermentativo corroborado por la producción de alcohol. La variabilidad del pH respecto a los tratamientos de 6-12-18 horas promediaron entre 6,32, 5,20 y 6,63 respectivamente, correspondiendo esto a los resultados finales obtenidos en el indicador a las 24 horas con fluctuaciones con la diferencia significativa de 0,55. El pH en estas variedades a 1 090 msnm en la granja Tiwinsa, cantón Morona, Ecuador, promediaron pH de jugo a las 24 horas 5,75 inferior a los reportados en Manabí, estas diferencias están dada por las características del suelo donde fueron desarrolladas, el pH desde las 6-12-18 horas existieron variaciones similares en estas variedades, reportando (Martín 2016) entre 6,22- 5,33 y 6,75. El potencial de hidrógeno (pH) en ambos genotipos ambientes se

encuentran entre los valores para una planta de maduración entre el 70 %-95 % que oscilan entre 4,75 - 6,80 siendo proporcionales a la madurez (Del Toro, Dávila & Fernández 1983).

Los °Brix en la fermentación a las 0 horas el T₃ C 1051-73 (15,23 %) fue el de mayor promedio, no tuvo diferencia significativa con el T₄ B 7274 (14,55 %), pero sí diferencia significativa con el resto de los tratamientos, el T₂ C 132-81 obtuvo la media más baja con 13,05 %, a las 24 horas la fermentación obtuvo en T₁ CC 8592 (7,50 %), y tuvo diferencia significativa con el T₃ 1051-73 (6,75 %), y con el resto de los tratamientos, siendo el T₅ C 8751 (5,43 %) el de la media más baja, siendo este indicador el más positivo para la fermentación alcohólica comparado con el T₁ CC 8592 que tuvo diferencias con esta variedad. Los tratamientos evaluados adoptaron diferencias respecto a las 6-12-18 (12,34 %, 11,37 % y 9,90 %) horas con un descenso lógico a partir de la conversión de gramos de sacarosa en gramos de alcohol, similares comportamientos. Esta variable tiene una gran influencia cuantitativa en la conversión de sacarosa en la fermentación alcohólica, mientras menos °Brix tenga el jugo fermentado a la hora de la fermentación mayor habrá sido la conversión de alcohol, las variedades C 8751, B 7274 y Ragnar obtuvieron valores similares en los estudios realizados por (Martín 2016) y (Martin & Velazco 2012) con medias de 5,85 a las 24 horas °Brix respectivamente y la misma variabilidad desde las 6-12-18 horas en los jugos de estos cultivares (12,56 % , 11,25 y 9,81 %).

El grado Alcohólico en el proceso de fermentación a las 0 horas todos los tratamientos no tuvieron diferencias significativas, siendo el T₁ CC 8592 (7,75 grado alcohólico) el de mayor valor y el T₅ C 8751 (7,25 grado alcohólico) con el valor más bajo, a las 24 horas el T₁ CC 8592 (3,75 grado alcohólico) no tuvo diferencia significativa con el T₃ C 1051-73 (3,50 grado alcohólico), pero sí con el resto de los tratamientos, respecto a Morona, estas evaluaciones en los informes de (Martín 2016), no varían en los grados alcohólico, porque los fermentos y la forma de destilar empleada fueron los mismos y las variables de mayor producción coinciden a los reportados en Manabí. Los valores descendentes desde las 6-12-18 horas tienen un comportamiento similar al ° Brix, influenciado el mismo por la conversión de sacarosa en alcohol al disminuir ambos en la misma unidad de tiempo, (Martín 2016) y (Martin & Velazco 2012) reportaron

comportamiento similares a los obtenidos en Manabí en la cepa retoño uno a los 13 meses de la cosecha.

En el grado alcohólico por variedades, todos los tratamientos fueron destilados con 55 °C, que es el grado con el que destilan en la zona y los realizados en Morona Santiago en las variedades, por esta razón no fue necesario realizar el análisis estadístico para estandarizar la información a la producción real de los cañicultores.

El testigo T₆ Ragnar (35,59 horas) fue la mayor tiempo en la fermentación, y no tuvo diferencia significativa con el T₃ C 1051-73 (35,59 horas), pero sí con el resto de los tratamientos, siendo el T₅ C 8751 (23,56 horas), T₄ B 7274 (23,58 horas) que obtuvieron los menores valores, sin embargo estos son los mejores tratamientos. Esta variable es contradictoria de acuerdo a los análisis estadísticos reportados porque a mayor tiempo de fermentación, T₆ Ragnar (35,59 horas), significa mayor tiempo que necesita el jugo para ser destilado, en este caso las variedades de menor tiempo de fermentación son las más eficiente coincidiendo este indicador con la C 8751 que fue la menor tiempo y menor fermentación. Resultados similares reportó (Martín 2016) con la Ragnar a los 900 msnm, superando la 30 horas en el tiempo de fermentación, la variedad C 8751 y B 7274 reportaron iguales horas entre las 20-25 horas, esta similitud está dado por los resultados en el Pol e índice de madurez de estas variedades, debido a la concentración de sacarosa y la calidad de los jugos.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ En el análisis de componentes principales se determinaron las variables agronómicas de las variedades que incidieron en la eficiencia de la producción alcohol etílico/ton de caña, determinando que la variedad B 7274 es la de mejor comportamiento, por los valores en el porcentaje de la extracción de la varianza total y las correlaciones significativas que tienen las TCH (0,848 %), TML (0,808 %) y PPT (0,692 %) en las variedades en estudio, y las respuesta de estos componentes agronómicos en los cultivares.

- ✓ En la evaluación de los indicadores industriales de la calidad del jugo en la producción de alcohol etílico/variedades se determinaron que el °BJ (0,764 %), Pol (0,617 %), IM (0,621 %), °BI (0,567 %) y °BS (0,557 %) son los de mayor peso y puntuaciones en el Análisis de Componente Principales (ACP), determinando que la variedad B 7274 es la de mejor comportamiento.

- ✓ Se concluye y se define que los componentes agro industriales en los cultivares que determinaron el mejor comportamiento en el indicador litros de alcohol etílico/ton de caña/variedad en la cepa retoño uno es el cultivar B 7274, definido esto en el análisis factorial que las variables VpH24H (0,936 %), VT24H (0,914 %), TCH (0,848 %), PAVH (0,841 %), TML (0,808 %), LATC (0,739 %) y PPT (0,692 %) T°BH (0,616 %), y obtienen una adecuación muestral de excelente a aceptable en el Coeficiente Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), en la definición de los cultivares en el mejor comportamiento en estos indicadores agro azucareros.

- ✓ De acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis nula que plantea: una de las variedades de caña de azúcar introducidas en el cantón Junín obtuvo el mejor comportamiento agro industrial para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno.

VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar estos trabajos de las variedades estudiadas y las nuevas recomendadas con este fin productivo (litros de alcohol etílico por hectárea por variedad y litros de alcohol etílico por toneladas de caña) en los genotipos evaluados los cuales deben ser sembrados para su estudio en la producción de alcohol etílico artesanal desde la cepa caña planta hasta cuarto retoño en el genotipo ambiente de la provincia de Los Ríos.
2. Continuar con el empleo de los modelos multivariados presentados para definir desde el punto de vista agroindustrial, los procesos y mejorar la identificación de las variables en el cultivo de mayor peso en el porcentaje de la variabilidad de influencia en la producción de alcohol etílico artesanal y semi-industrial por cultivares.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Amaya, A., Cock, J., Hernandez, A., & Irvine, J. (20 de Mayo de 1995). Morfología de la caña de azucar. Obtenido de cenicana.org: http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seriadados/libro_el_cultivo_cana/libro_p31-62.pdf
- Angón, P., Sánchez, . N., & Hernández, G. (21 de Septiembre de 2006). Índices para la Determinación de las Condiciones óptimas de Maduración de un Fruto. Obtenido de utm.mx: <http://www.utm.mx/temas/temas-docs/ensayo1t30.pdf>
- Arellano, L. (20 de Febrero de 2011). Destilación de Alcohol. Obtenido de lilybellove.blogspot.com: <http://lilybellove.blogspot.com/2011/02/practica-1-destilacion-de-alcohol.html>
- Carrillo, L., & Audisio, M. (26 de Agosto de 2007). Manual de Microbiología de los Alimentos . Obtenido de UNSA: <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/>
- CINCAE. (abril de 2014). cincae.org/. Obtenido de <http://cincae.org/>: <http://cincae.org/wp-content/uploads/2013/04/Informe-Anual-2014.pdf>
- CONADESUCA. (05 de Enero de 2015). Ficha Técnica del cultivo de la caña de azucar. Recuperado el 17 de mayo de 2016, de conadesuca.gob.mx Comité Nacional Para El Desarrollo Sustentable De La Caña de Azúcar: <http://conadesuca.gob.mx/DocumentosEficProductiva/1.%20Campo/Ficha%20T%C3%A9cnica%20Ca%C3%B1a%20de%20Az%C3%ACar.pdf>
- CONSEP. (15 de Diciembre de 2012). Estudio sobre el manejo del alcohol etílico en el Ecuador. Recuperado el 16 de mayo de 2016, de [prevenciondrogas.gob.ec](http://www.prevenciondrogas.gob.ec): <http://www.prevenciondrogas.gob.ec/wp-content/uploads/2015/05/Boletin-Observando-Diciembre-2012.pdf>
- Cuenca, Y., & Collay, L. (18 de julio de 2015). “Cuantificación del Contenido de Metanol en Tres Bebidas Tradicionales Producidas, en el Cantón Echeandía. Recuperado el 16 de marzo de 2016, de dspace.ueb.edu.ec: <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/855/1/024.pdf>
- Del Toro, F., Davila, A., & Fernandez, R. (1983). Botánica y Fisiología de la caña de azucar de la Caña de Azúcar. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.

- Diaz, L., & Portocarrero, E. (11 de Diciembre de 2002). Manual de Producción de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Recuperado el 23 de mayo de 2016, de [teca.fao.org: http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/T1639.pdf](http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/T1639.pdf)
- Fiallos, F., & Quilambaqui, M. (26 de Febrero de 2008). Reaccion a 100 variedades de Caña de Azucar (*Saccharum officinarum*) del Banco de Germoplasma CINCAE al Carbon (*ustilago scitaminea* Sydow), Roya (*Puccinia melanocephala* Sydow) Y Mosaico(*Sugarcane Mosaiv virus*)en la zona del canton El Triunfo. Recuperado el 17 de mayo de 2016, de [espol.edu.ec: www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1208/1/2403.pdf](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1208/1/2403.pdf)
- Figuerola, E. (11 de Noviembre de 2009). Fundacion Azucarera para el Deasrrollo, La Productividad y la Iinvestigacion. Recuperado el 16 de mayo de 2016, de [fundacana.blogspot.com: http://fundacana.blogspot.com/2009/11/la-cana-de-azucar.html](http://fundacana.blogspot.com/2009/11/la-cana-de-azucar.html)
- GAD Junín. (3 de Noviembre de 2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Recuperado el 15 de marzo de 2016, de app.sni.gob.ec: http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/GAD%20Junin%20Fase%20Diagnostico%20Preliminar_15-11-2014.pdf
- Gallardo, F. (12 de Julio de 2007). El Refractometro. Obtenido de [ufro.cl: http://ufro.cl/~explora/index_archivos/refractometro.pdf](http://ufro.cl/~explora/index_archivos/refractometro.pdf)
- Guerra, A. (2015 de Junio de 2015). Determinación del rendimiento de alcohol en tres variedades de caña(*Saccharum officinarum*) (POJ, Caleña, Cenizosa) mediante la incorporación de tres niveles de levadura (*saccharomyces cerevisiae*). Obtenido de [bitstream: http://181.198.77.140:8080/bitstream/123456789/353/1/250%20Determinaci%C3%B3n%20del%20rendimiento%20de%20alcohol%20en%20tres%20variedades%20de%20ca%C3%B1a%20\(Saccharum%20officinarum\)%20\(POJ,%20Cale%C3%B1a,%20Cenizosa\).pdf](http://181.198.77.140:8080/bitstream/123456789/353/1/250%20Determinaci%C3%B3n%20del%20rendimiento%20de%20alcohol%20en%20tres%20variedades%20de%20ca%C3%B1a%20(Saccharum%20officinarum)%20(POJ,%20Cale%C3%B1a,%20Cenizosa).pdf)
- IICA. (22 de Junio de 2004). Analisis de Estudios de Cadena de Etanol. Obtenido de [iica.ac.cr: http://webiica.iica.ac.cr/argentina/documentos/cdd-Cadena_Etanol.pdf](http://webiica.iica.ac.cr/argentina/documentos/cdd-Cadena_Etanol.pdf)
- INEN. (22 de Junio de 1992). Bebidas Alcoholicas-Definiciones. Recuperado el 22 de Junio de 2016, de [resource.org: law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0338.1992.pdf](http://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0338.1992.pdf)
- INEN. (22 de Junio de 1994). Bebidas Alcoholicas-Determinacion del Grado Alcoholico. Obtenido de [law.resource.org: https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0340.1994.pdf](https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0340.1994.pdf)

- INEN. (2 de Junio de 1992). *NTE INEN 0362 (1992)* (Spanish): Bebidas alcohólicas. Aguardiente de caña rectificado. *Requisitos*. Obtenido de [law.resource.org: https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0362.1992.pdf](http://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0362.1992.pdf)
- INEN. (2 de mayo de 2002). *NTE INEN 2331 (2002)* (Spanish): Panela Solida Requisitos. Obtenido de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2331.2002.pdf>
- INICA. (2008). Manual de Variedades de la Caña de Azúcar. Cuba. Cenro Azucar , 23-32.
- INICA. (2002). Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar. Boletín especial Cuba-Caña INICA , 1-397.
- Iñiguez, J. (22 de JUNio de 2010). Algunas Consideraciones Teorica-Practicas sobre la Destilacion Intermitente en Alambique Simple de Mostos Fermentados y Ordinarios. Obtenido de [tec.url.edu.gt: http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_17_QUI01_FERMENTACION.pdf](http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_17_QUI01_FERMENTACION.pdf)
- Jorge, H., González, R., Casase, & Jorge, I. (2002). Normas y Procedimientos del Mejoramiento Genético de la caña de azúcar en Cuba. Cuba: Cuba & Caña.
- Martin, A. F., & Lauzardo, X. (2014). Informe final a la Agencia de Desarrollo de Manabi sobre el comportamiento agroindustrial de nuevas variedades de caña de azucar canton Junin, Ecuador. Cienguegos, Cuba: Universidad y Sociedad, Scielo.sld.cu (en publicacion en la editorial).
- Martin, A. F., & Rodriguez, D. L. (2016). Extensión agrícola desde la escuela de cañicultores de la provincia de Manabí, Ecuador. Universidad y Sociedad , 10.
- Martin, F. (2016). Informe Final del Contrato de Trabajo del 13 DE Junio al 13 DE Octubre del 2010, GAD Morona Santiago Estudio de Adaptabilidad de Variedades a Diferentes msnm. Macas.
- Martin, F. (20 de Mayo de 2016). Manejo de cultivo de Caña de Azucar en la cepa retoño uno. (J. Tandazo, Entrevistador)
- Martin, F., & Velazco, A. (6 de mayo de 2012). titulado "Evaluación agro industrial de las variedades Cenicaña, B 7274, blanca y morada en la cepa caña planta quedada, cantón Santiago, provincia de Morona Santiago, a 400 m.s.n.m". Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de Ingpakowpn: <http://es.slideshare.net/Ingpakowpn/evaluacin-agro-industrial-de-las-variedades-cenicaa-b-7274-blanca-y-morada-en-la-cepa-cao-planta-quedada-cantn-santiago-provincia-de-morona-santiago-a-400-msnm-copia>

- Martín, F., Velazco, A., & Once, O. (25 de septiembre de 2012). "Evaluación Agro Industrial de las Variedades C 132-81, C 8751, C 8612, C 1051-73, B 7274, Cenicaña y Ragnar, Cosechadas a los 17 meses de edad a 900 M.S.N.M., en el cantón Morona, Provincia de Morona Santiago, Ecuador". Recuperado el 2 de junio de 2016, de Ingpakowpn: <http://es.slideshare.net/Ingpakowpn/evaluacion-agro-industrial-de-las-variedades-c-132-14456485>
- Martin, F., Velazco, A., & Ramón, A. (5 de Junio de 2012). "comportamiento agro industrial en la cepa soca 1 de genotipos de caña de azúcar (C 1051-73, C 132-81, C 8751 y B7274 a 1000 m.s.n.m) introducidos en la provincia de Morona Santiago, cantón Huamboya, Ecuador". Obtenido de Ingpakowpn: <http://es.slideshare.net/Ingpakowpn/comportamiento-agro-industrial-en-la-cepa-soca-1-de-genotipos-de-caa-de-azcar-c-1051-73-c-13281-c-8751-y-b-7274-a-1000-msnm-introducidos-en-la-provincia-de-morona-santiago-cantn-huamboya-ecuador>
- Maticurena, R., & Beltran, H. (22 de Abril de 2015). Estudio de Factibilidad Financiero para la producción y comercialización de los derivados de caña de azúcar variedad Saccharum Officinarum: alcohol etílico, panela granulada y miel en el Cantón Portovelo, Parroquia Morales de la Provincia de El Oro. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/>: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9926/1/UPS-GT000948.pdf>
- Osorio, G. (20 de Mayo de 2007). Buenas Practicas Agricolas -BPA- y Buenas Practicas de Manufactura -BPM . En la produccion de caña y panela . Antioquia, Antioquia, Colombia: CTP Print Ltda.
- Perez, M. (18 de Enero de 2003). El aguardiente levanta a Junin. La fabricación y venta del licor dejó de ser una actividad ilícita y hoy es fuente de ingresos , pág. 17.
- Ramírez, J. (22 de Enero de 2011). Determinacion de Sacarosa Invertida por Efecto de Recirculacion de jugo Clarificado de Caña de Azucar, en un Evaporador de Placas de Pelicula Descendente. Obtenido de usac.edu.gt: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1179_Q.pdf
- Ramirez, N. (22 de Junio de 2010). Destilacion, Teoria y Tipos. Obtenido de [alambiques.com](http://www.alambiques.com): http://www.alambiques.com/tecnicas_destilacion.htm
- Revelo, D. (25 de Marzo de 2011). Extraccion de la Cera del Bagazo de Caña de Azucar (Saccharum officinarum) Mediante Tratamiento de Explosion de vapor y Tratamiento de Combinacion de solventes Heptano/Hexano/agua. Recuperado el

17 de mayo de 2016, de [bdigital.unal.edu.co](http://www.bdigital.unal.edu.co):
<http://www.bdigital.unal.edu.co/5938/1/daniiloandresrevelovargas.2011.pdf>

Serrano, L. (21 de Febrero de 2006). Determinacion de las Poblaciones Microbiologicas en el Proceso de Extraccion de Jugo de Caña de Azucar en el Ingenio Manuelita S.A. Obtenido de [javeriana.edu.co](http://www.javeriana.edu.co):
<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis254.pdf>

SINAGAP. (04 de enero de 2016). *MAGAP* (Ministerio de Agricultura, Ganaderia, Acuacultura y Pesca) . Obtenido de III Censo Nacional Agropecuario, Censos Sectoriales: avicola, floricola y censo de Impacto de invierno:
<http://sinagap.agricultura.gob.ec/resultados-censo-nacional/file/591-reporte-de-resultados-censo-nacional-completo>

Subirós, F. (2000). "El cultivo de la caña de azucar". San Jose- Costa Rica: Editoria Universidad Estatal a Distancia (EUNED).

Tarazona, G. (2012). Manejo Fitosanitario del cultivo de la Caña Panelera, medidas para la temporada Invernal. Recuperado el 25 de mayo de 2016, de (EBOOK). ICA. Dirección Técnica de Sanidad Vegetal. ISBN 9789588214832.:
<http://www.casadellibro.com/ebook-manejo-fitosanitario-d>

Turégano, C. (19 de Septiembre de 2012). Industria Azucarera y Alcoholera-Determinacion de Grados Brix en Jugos de Especies Vegetales Productoras de Azúcar y Materiales azucarados-Metodo del Refractometro. Obtenido de <http://www.cndsca.gob.mx/>:
<http://www.cndsca.gob.mx/eficienciaproductiva/normas/2013/NMX-f-436-SCFI-2011.pdf>

Vázquez, H., & Dacosta, O. (22 de Mayo de 2007). Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de Energía Renovable a partir de Desechos Agrícolas. Obtenido de [scielo.org.mx](http://www.scielo.org.mx): <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v8n4/v8n4a4.pdf>

VISIVA, J., & KASINATH, S. (1935). The top / bottom ratio method for determining the maturity of sugarcane. *ISSCT* , 172-189.

Zambrano de Andrioli, A. (26 de agosto de 2014). Se incrementa produccion de azucar. *El Agro* , 15-17.

ANEXOS



Fuente: Martín. A.F, Rodríguez. D.L.A: Extensión agrícola desde la escuela de cañicultores de la provincia de Manabí, Ecuador. En publicación: Revista: UNIVERSIDAD Y SOCIEDAD /Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos. Cuba. Scielo, LATINDEX, e-revis@s. Junio-Septiembre 2016.

Cuadro 1. Tallos/metro lineal en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V	gl	SC	CM	F	F TABLA
Tratamientos	5	14,87	2,97**	16,56	2,90
Bloques	3	0,06	0,02 NS	0,12	3,29
Error	15	2,69	0,18		
Total	23	17,63			

CV (%) 7,65

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 2. Peso promedio de los tallos en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V	gl	SC	CM	F	F TABLA
Tratamientos	5	3,29	0,66**	119,49	2,90
Bloques	3	0,03	0,01 NS	1,65	3,29
Error	15	0,08	0,01		
Total	23	3,40			

CV (%) 3,85

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 3. Toneladas de caña/hectárea en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V	gl	SC	CM	F	F TABLA
Tratamientos	5	3458,23	691,65**	37,50	2,90
Bloques	3	10,52	3,51 NS	0,19	3,29
Error	15	276,68	18,45		
Total	23	3745,43			

CV (%) 4,93

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 4. °Brix superior en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V	gl	SC	CM	F	F TABLA
Tratamientos	5	69,23	13,85**	7,67	2,90
Bloques	3	28,39	9,46*	5,24	3,29
Error	15	27,09	1,81		
Total	23	124,71			

CV (%) 8,81

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 5. °Brix inferior en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V	gl	SC	CM	F	F TABLA
Tratamientos	5	103,23	20,65**	30,27	2,90
Bloques	3	1,56	0,52 NS	0,76	3,29
Error	15	10,23	0,68		
Total	23	115,03			

CV (%) 5,17

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 6. Índice de madurez en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V	gl	SC	CM	F	F TABLA
Tratamientos	5	1310,77	262,15**	8,38	2,90
Bloques	3	812,19	270,73**	8,65	3,29
Error	15	469,36	31,29		
Total	23	2592,32			

CV (%) 6,85

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 7. °Brix del jugo en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V	gl	SC	CM	F	F TABLA
Tratamientos	5	56,66	11,33**	19,98	2,90
Bloques	3	1,06	0,35 NS	0,62	3,29
Error	15	8,51	0,57		
Total	23	66,23			

CV (%) 4,38

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 8. Toneladas de °Brix/hectárea en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V	gl	SC	CM	F	F TABLA
Tratamientos	5	74,55	14,91**	22,85	2,90
Bloques	3	0,31	0,1 NS	0,16	3,29
Error	15	9,79	0,65		
Total	23	84,65			

CV (%) 5,44

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 9. Pol en jugo en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V	gl	SC	CM	F	F TABLA
Tratamientos	5	19,20	3,84**	47,52	2,90
Bloques	3	0,87	0,29*	3,59	3,29
Error	15	1,21	0,08		
Total	23	21,28			

CV (%) 2,22

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 10. Pureza del jugo en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V	gl	SC	CM	F	F TABLA
Tratamientos	5	201,66	40,33 NS	2,64	2,90
Bloques	3	37,23	12,41 NS	0,81	3,29
Error	15	229,44	15,30		
Total	23	468,32			

CV (%) 4,81

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 11. Peso del jugo en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V	gl	SC	CM	F	F TABLA
Tratamientos	5	1072,81	214,56**	40,34	2,90
Bloques	3	99,84	33,28*	6,26	3,29
Error	15	79,78	5,32		
Total	23	1252,43			

CV (%) 1,57

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 12. Litros de alcohol/toneladas de caña en el Comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	Gl	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	2472,25	494,45**	388,50	2,90
Bloques	3	0,63	0,21 NS	0,17	3,29
Error	15	19,09	1,27		
Total	23	2491,97			

CV (%) 3,98

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 13. Variabilidad de la temperatura en proceso de fermentación a las 0 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	21,77	4,35**	43,51	2,90
Bloques	3	0,17	0,06 NS	0,57	3,29
Error	15	1,50	0,10		
Total	23	23,45			

CV (%) 1,17

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 14. Variabilidad de la temperatura en proceso de fermentación a las 6 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	8,19	1,64**	10,80	2,90
Bloques	3	0,43	0,14 NS	0,96	3,29
Error	15	2,27	0,15		
Total	23	10,90			

CV (%) 1,51

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 15. Variabilidad de la temperatura en proceso de fermentación a las 12 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	73,26	14,65**	181,70	2,90
Bloques	3	0,29	0,10 NS	1,19	3,29
Error	15	1,21	0,08		
Total	23	74,76			

CV (%) 1,07

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 16. Variabilidad de la temperatura en proceso de fermentación a las 18 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	36,29	7,26**	107,13	2,90
Bloques	3	0,31	0,10 NS	1,53	3,29
Error	15	1,02	0,07		
Total	23	37,62			

CV (%) 0,91

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 17. Variabilidad de la temperatura en proceso de fermentación a las 24 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	85,60	17,12**	247,03	2,90
Bloques	3	0,03	0,01 NS	0,13	3,29
Error	15	1,04	0,07		
Total	23	86,67			

CV (%) 0,95

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 18. Variabilidad del pH en proceso de fermentación a las 0 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	194,15	38,83**	1010,05	2,90
Bloques	3	0,09	0,03 NS	0,77	3,29
Error	15	0,58	0,04		
Total	23	194,82			

CV (%) 2,47

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 19. Variabilidad del pH en proceso de fermentación a las 6 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	39,09	7,82**	157,40	2,90
Bloques	3	0,12	0,04 NS	0,81	3,29
Error	15	0,74	0,05		
Total	23	39,95			

CV (%) 3,53

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 20. Variabilidad del pH en proceso de fermentación a las 12 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	174,85	34,97**	498,19	2,90
Bloques	3	0,32	0,11 NS	1,54	3,29
Error	15	1,05	0,07		
Total	23	176,23			

CV (%) 5,09

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 21. Variabilidad del pH en proceso de fermentación a las 18 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	28,21	5,64**	188,07	2,90
Bloques	3	0,28	0,09 NS	3,17	3,29
Error	15	0,45	0,03		
Total	23	28,95			

CV (%) 2,61

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 22. Variabilidad del pH proceso de fermentación a las 24 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	135,70	27,14**	304,29	2,90
Bloques	3	0,26	0,09 NS	0,99	3,29
Error	15	1,34	0,09		
Total	23	137,31			

CV (%) 2,79

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 23. Variabilidad del °Brix proceso de fermentación a las 0 horas en el Comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	12,23	2,45**	25,73	2,90
Bloques	3	0,11	0,04 NS	0,37	3,29
Error	15	1,43	0,10		
Total	23	13,76			

CV (%) 2,17

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 24. Variabilidad del °Brix en proceso de fermentación a las 6 horas en el Comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	12,36	2,47**	71,10	2,90
Bloques	3	0,05	0,02 NS	0,44	3,29
Error	15	0,52	0,03		
Total	23	84,92			

CV (%) 1,51

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 25. Variabilidad del °Brix en proceso de fermentación a las 12 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	41,58	8,32**	220,30	2,90
Bloques	3	0,10	0,03 NS	0,89	3,29
Error	15	0,57	0,04		
Total	23	42,25			

CV (%) 1,71

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 26. Variabilidad del °Brix en proceso de fermentación a las 18 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	29,07	5,81**	154,33	2,90
Bloques	3	0,39	0,13*	3,45	3,29
Error	15	0,57	0,04		
Total	23	30,02			

CV (%) 1,96

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 27. Variabilidad del °Brix en proceso de fermentación 24 horas en el Comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	11,48	2,30**	35,76	2,90
Bloques	3	0,02	0,01 NS	0,13	3,29
Error	15	0,96	0,06		
Total	23	12,47			

CV (%) 3,97

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 28. Variabilidad del grado de alcohol en proceso de fermentación a las 0 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	1,00	0,20 NS	0,69	2,90
Bloques	3	0,67	0,22 NS	0,77	3,29
Error	15	4,33	0,29		
Total	23	6,00			

CV (%) 7,17

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 29. Variabilidad del grado de alcohol en proceso de fermentación a las 6 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	2,83	0,57 NS	1,65	2,90
Bloques	3	1,83	0,61 NS	1,77	3,29
Error	15	5,17	0,34		
Total	23	9,83			

CV (%) 9,15

NS= No significativo

***=** Significativo

****=** Altamente significativo

Cuadro 30. Variabilidad del grado de alcohol en proceso de fermentación a las 12 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	24,21	4,84**	10,96	2,90
Bloques	3	4,12	1,38 NS	3,11	3,29
Error	15	6,62	0,44		
Total	23	34,96			

CV (%) 14,11

NS= No significativo

***=** Significativo

****=** Altamente significativo

Cuadro 31. Variabilidad del grado de alcohol en proceso de fermentación a las 18 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	33,33	6,67**	20,00	2,90
Bloques	3	1,00	0,33 NS	1,00	3,29
Error	15	5,00	0,33		
Total	23	39,33			

CV (%) 20,38

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 32. Variabilidad del grado de alcohol en proceso de fermentación a las 24 horas en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	52,88	10,58**	43,76	2,90
Bloques	3	1,13	0,38 NS	1,55	3,29
Error	15	3,63	0,24		
Total	23	57,63			

CV (%) 30,25

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 33. Producción de alcohol por variedad en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	Gl	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	33728985,41	6745797,08**	403,08	2,90
Bloques	3	22045,38	7348,46 NS	0,44	3,29
Error	15	251032,18	16735,48		
Total	23	34002062,97			

CV (%) 5,09

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 34. Rendimiento de alcohol por variedad en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	Gl	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	290,07	58,01**	2743,73	2,90
Bloques	3	0,04	0,01 NS	0,56	3,29
Error	15	0,32	0,02		
Total	23	290,43			

CV (%) 1,87

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 35. Tiempo de fermentación en el comportamiento Agro Industrial en variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de alcohol etílico artesanal en la cepa retoño uno introducidas en el cantón Junín, Ecuador.

F.V.	GI	SC	CM	F	F. TABLA
Tratamientos	5	864,13	172,83**	38406,66	2,90
Bloques	3	1,40	0,47**	104,44	3,29
Error	15	0,07	0,0045		
Total	23	865,60			

CV (%) 0,23

NS= No significativo

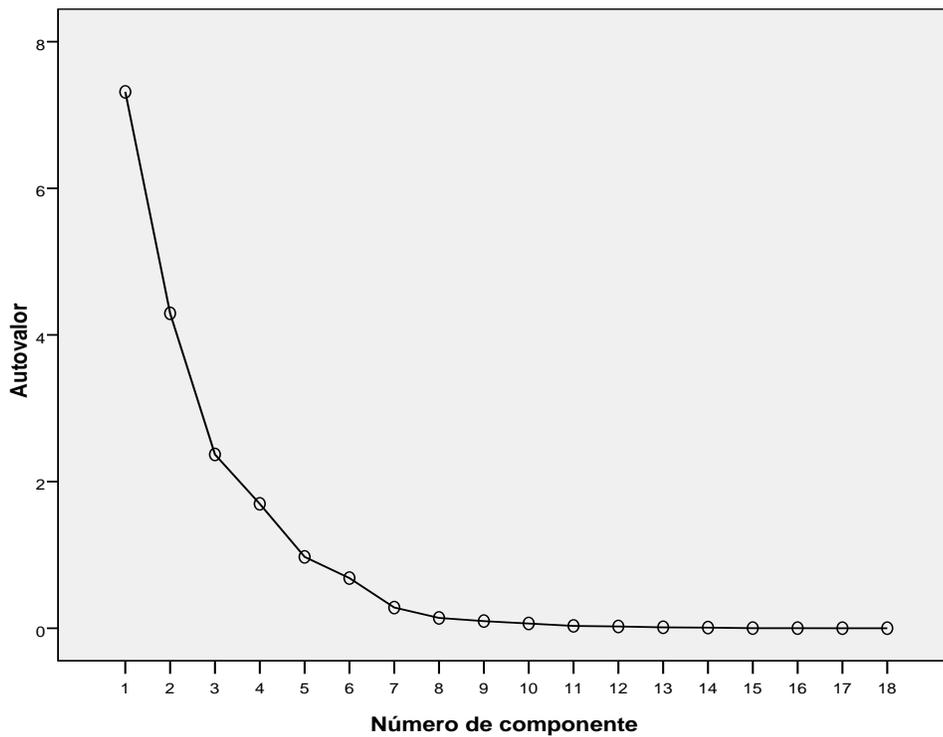
***=** Significativo

****=** Altamente significativo

Cronograma

Actividades	Meses				
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Muestreo de variables agroindustriales de las variedades.	X				
Tabulación de datos.	X				
Análisis estadístico de las variables agroindustriales.		X			
Redacción de resultados, conclusiones, discusión y recomendaciones.			X	X	
Sustentación de proyecto de investigación.					X

Gráfico de sedimentación



Presupuesto

Componente	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Sub total
Trabajo de Campo				
Movilización	Flete	10	15,00	150,00
Evaluación de campo	Jornal	7	15,00	105,00
Alimentación	Almuerzo	12	2,50	30,00
Laboratorio				
Análisis de laboratorio	-	6	25,00	150,00
Materiales de oficina				
Cuaderno	Unidad	1	1,50	1,50
Estique de identificación	Paquete	10	0,50	5,00
Marcadores	Unidad	10	0,75	7,50
Calculadora	Unidad	1	15,00	15,00
Fichas de control	Unidad	24	0,25	6,00
Materiales de campo				
Piolas	Royo	1	5,00	5,00
Sacos	Docena	12	0,50	6,00
Baldes	20 L	4	5,00	20,00
Cinta métrica	50 m	2	10,00	20,00
Calibrador (pie de rey)	Unidad	2	20,00	40,00
Tanque	55 gl	24	15,00	360,00
Leña	Tarea	6	15,00	90,00
Machete	Unidad	2	8,00	16,00
Equipo de campo				
Cámara fotográfica	Unidad	1	130,00	130,00
Balanza	Unidad	1	30,00	30,00
Molino de tres masa	Unidad	3	40,00	120,00
Destilador de alcohol	Unidad	2	40,00	80,00
Computador	Unidad	1	450,00	450,00
Potenciómetro digital	Unidad	1	29,00	29,00
Refractómetro digital	Unidad	1	250,00	250,00
Alcoholímetro de bulbo	Unidad	1	35,00	35,00
Materiales de laboratorio				
Termómetro digital	Unidad	1	20,00	20,00
Probeta de 1 000 ml	Unidad	1	16,00	16,00
Total				2 282,00



Figura 1. °Brix superior



Figura 2. °Brix inferior



Figura 3. Corte de la caña de azúcar



Figura 4. Molienda de la caña de azúcar



Figura 5. Envasado del jugo para fermentación



Figura 6. Réplicas de los tratamientos



Figura 7. Envasado del jugo en alambique



Figura 8. Medición del grado alcohólico



Figura 9. Medición del alcohol producido

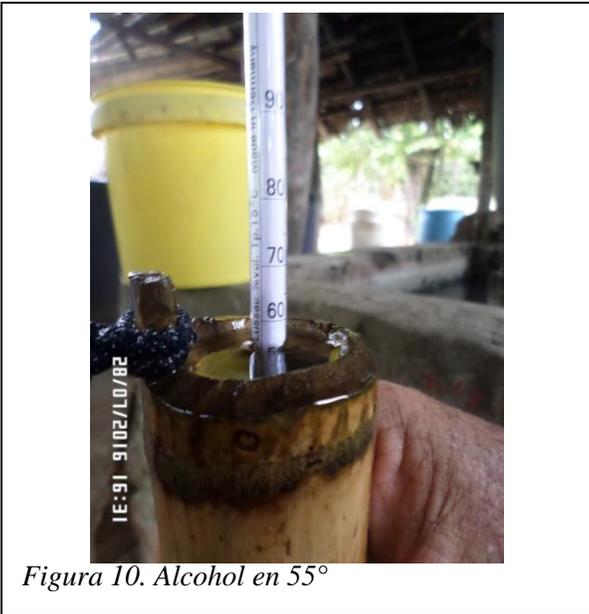


Figura 10. Alcohol en 55°



Figura 11. Alcohol destilado