



**Evaluación del proceso de poscosecha, secados, fermentación y características según
sus variedades y su incidencia en el contenido de cadmio del cacao**

Avila Aguilar, Thalia Mercedes

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

PhD. Neira Mosquera, Juan Alejandro

31 de Agosto del 2022

Reporte de verificación de contenido



Tesis_Thalia Mercedes Avila Aguilar_Ingenieria Agropecuaria....
Scanned on: 13:12 August 31, 2022 UTC



Identical Words	453
Words with Minor Changes	0
Paraphrased Words	494
Omitted Words	2826



Firmado electrónicamente por:
**JUAN ALEJANDRO
NEIRA MOSQUERA**

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

PhD. Neira Mosquera Juan Alejandro

CI:0501644470



Departamento de ciencias de la Vida y Agropecuaria

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de integración curricular, **“Evaluación del proceso de Poscosecha: secados, fermentación y características según sus variedades y su incidencia en el contenido de cadmio del cacao”** fue realizado por la señorita Avila Aguilar Thalia Mercedes el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 31 de Agosto 2022

Firma



Firmado electrónicamente por:
**JUAN ALEJANDRO
NEIRA MOSQUERA**

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

PhD. Neira Mosquera Juan Alejandro

CI:0501644470



Departamento de ciencias de la Vida y Agropecuaria

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, Apellidos, **Avila Aguilar Thalia Avila**, con cédula de ciudadanía n° 1726879099, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **"Evaluación del proceso de Poscosecha: secados, fermentación y características según sus variedades y su incidencia en el contenido de cadmio del cacao"** es de mi/nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 31 de Agosto 2022

Firma

Avila Aguilar Thalia Avila

CI:1726879099



Departamento de ciencias de la Vida y Agropecuaria

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Avila Aguilar Thalia Avila** con cédula de ciudadanía n°1726879099, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"Evaluación del proceso de Poscosecha: secados, fermentación y características según sus variedades y su incidencia en el contenido de cadmio del cacao"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad. Santo Domingo de los Tsáchilas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 31 de Agosto 2022

Firma

Avila Aguilar Thalia Avila

CI:1726879099

Dedicatoria

Dedico esta investigación a mi familia la cual siempre me ha guiado por el camino del conocimiento, solidaridad y el valor del tiempo, a mi madre que siempre me recordaba que siempre podía dar más de mí en cualquier actividad, mis hermanos/as que me han estimulado a perseverar en la vida con lo poco que uno tenga a la mano y por sus consejos.

A mi padre el cual cultivo valores, fortaleza, perseverancia y arranque en mí, los cuales me han servido para levantarme las muchas veces cuando no encontraba salida a los problemas. A mi pareja que se ha mantenido incondicionalmente alado mío a pesar de que teníamos que ir a limpiar las parcelas todos los fines de semana, a su madre por acogerme en su mesa y compartir su calor familiar, además el equipo de trabajo por la colaboración de logística.

A mis docentes por brindarme su conocimiento e incentivar me a buscar más conocimiento en el área práctico.

Al mi motor chiquito, mi hija por encenderme todas las mañanas para empezar un día con gran actividad y fomentar mis ánimos de lograr las metas propuestas.

Thalia Mercedes Avila Aguila

Agradecimiento

En primera instancia agradezco a mi madre una mujer admirable y excepcionalmente fuerte, hermanos/as, tíos/as, primos/as, a mi pareja y sus familiares me han apoyado incondicionalmente en el transcurso de mi trayectoria académica y vida cotidiana.

Un agradecimiento afectuoso a Ing. Katty Medina, al personal de logística Rey David y compañeros quienes me supieron apoyar en actividades académicas o relacionadas con la ejecución de mi investigación.

A todos mis docentes los cuales me han enseñado el valor de la comunicación, solidaridad, verdad, además de su paciencia de enseñarme, de repetirme mil veces las indicaciones de los deberes.

Un agradecimiento especial para bienestar estudiantil de ESPE matriz y sus dirigentes, los cuales me han apoyado emocionalmente y económicamente, además de un constante seguimiento sobre mi formación académica.

A mi tutor académico y su pareja, por su apertura y empuje para la culminación de esta investigación que la realice con mucho cariño.

Thalia Mercedes Avila Aguilar

Índice de contenido

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificado del director.....	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido.....	8
Índice de tablas.....	16
Índice de figuras.....	22
Resumen.....	25
Abstract.....	26
Capítulo I.....	27
Introducción.....	27
Objetivos.....	29
Objetivo general.....	29
Objetivos específicos.....	29
Hipótesis.....	30
Diseño 1.....	30
Factor A.....	30

Factor B	30
Factor C	30
Diseño 2	30
Factor A	30
Factor B	31
Factor C	31
Diseño 3	31
Factor A	31
Factor B	31
Capítulo II.....	32
Revisión de literatura	32
El Cacao	32
Características de la planta de Cacao.....	33
Variedades de cacao	34
Cacao nacional.....	34
Cacao CCN-51	34
Análisis Bromatológico de la semilla de cacao luego de la fermentación	34
Parámetros de calidad de la semilla seca de cacao	35
Características bromatológicas del grano de cacao CCN51, dependiendo de su fermentación	35
Manejo poscosecha	36
Identificación.....	36

	10
Recolección	36
Desmazorado.....	36
Tipos de fermentación.....	37
Método cascada	37
Método en saco de yute	37
Fermentación aeróbica.....	37
Fermentación alcohólica	38
Ventajas y desventajas de la fermentación	38
Ventajas.....	38
Desventajas	38
Calidad del grano de cacao fermentado.....	39
Coloración del grano de cacao luego de desarrollar fermentación.....	39
Secado.....	41
Secado natural.....	41
Secado artificial	41
Presencia de Cadmio (Cd), en el grano de cacao	42
Efectos del Cadmio en la salud Humana	42
Principales fuentes contenedoras de Cadmio	43
Restricciones de Cadmio (Cd), en los alimentos a nivel internacional	43
Capítulo III.....	45
Metodología	45

Ubicación del área de investigación	45
Ubicación Política	45
Ubicación Geográfica	45
Ubicación Ecológica	46
Materiales	46
Determinación de grasa	46
Determinación de pH Y Acidez	46
Determinación de proteína bruta.....	47
Determinación del grado de fermentación	48
Determinación de mohos y levaduras.....	48
Determinación humedad	48
Clasificación de almendras según su fermentación	49
Métodos.....	49
Recolección, clasificación y operaciones iniciales de poscosecha	49
Fermentación.....	49
Secado.....	49
Pasta de cacao	50
Diseño Experimental	50
Diseño 1, Zona Puerto Quito y Buena Fe	50
Diseño 2, Diseño experimental para el contenido de Cadmio en almendras de cacao	53
Diseño 3, Diseño experimental para medias de producción de diferentes variedades de cacao en dos zonas (Buena Fe y Puerto Quito).....	54

	12
Tipo de diseño	56
Repeticiones y análisis funcional	56
Coeficiente de variación	56
Variables evaluadas	57
Metodología de evaluación de las Variables en Estudio	57
Capítulo IV	63
Resultados	63
Diseño 1	63
ANOVA de variables Cantón Puerto Quito	63
Análisis de Tukey de Puerto Quito	67
ANOVA de variables Cantón Buena Fe	85
Análisis de Tukey de Buena Fe	90
Diseño 2	108
ANOVA de del contenido de cadmio en diferentes variedades de cacao, métodos de secado en dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé)	108
Análisis de Tukey del contenido de cadmio de dos zonas de estudio	109
Diseño 3	117
ANOVA de variables de producción de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé)	117
Análisis de Tukey de medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio	122

Análisis del grado de fermentación de las dos zonas de estudio, variedades y método de fermentación	134
Análisis de evaluación de contenido de mohos y levaduras de diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fe), variedades (Nacional-CCN 51), método de fermentación (Cascada, Yute, Sin fermentar) y método secado (Secadora, Cemento y Asfalto)	137
Capítulo V	142
Discusión.....	142
Respecto a variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito	142
Factor A (Variedades)	142
Factor B (Métodos fermentación).....	143
Factor C (Métodos de secado).....	144
Interacción AXBXC (Variedades-Métodos fermentación-Método secado)	144
Respecto a variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe	146
Factor A (Variedades)	146
Factor B (Métodos fermentación).....	147
Factor C (Métodos de secado).....	148
Interacción AXBXC (Variedades-Métodos fermentación-Método secado)	148
Análisis del contenido de cadmio de dos variedades en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fe)	149
Factor A (Zonas).....	149

Factor B (Variedades)	149
Factor C (Método Secado)	150
Interacción AXBXC	150
Análisis y relación de resultados de las diferentes variables (medidas) de las dos zonas de estudio (Puerto Quito-Buen Fe)	150
Factor A (zonas)	150
Factor B (Variedades)	151
Factor AXB	151
Análisis del grado de fermentación dos variedades, zonas (Puerto Quito-Buena Fe) y método de secado	152
Zonas	152
Variedad	152
Método de fermentación	153
Análisis del contenido de mohos y levaduras de dos variedades de cacao, método de fermentación y método de secado	153
Variedades	153
Método de fermentación	154
Método secado	155
Conclusiones	156
Puerto Quito	156
Buena Fe	157
Del contenido de cadmio	157

Medidas de producción	158
Recomendaciones	160
Bibliografía	161

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Resultados bromatológicos de las semillas de cacao, previamente fermentado y secado.....</i>	34
Tabla 2	<i>Parámetros de la calidad de la semilla de cacao.....</i>	35
Tabla 3	<i>Características bromatológicas de la semilla de cacao CCN51, según el tipo de sacado.....</i>	36
Tabla 4	<i>Requisitos de calidad del cacao en grano beneficiado (Norma INEN-176:2006)</i>	40
Tabla 5	<i>Datos ecológicos de los sitios de estudio del Cantón Buena Fe y Puerto Quito</i>	46
Tabla 6	<i>Recursos para la determinación de grasa de almendras de cacao.</i>	46
Tabla 7	<i>Recursos para la determinación de pH inicial y índice de acidez de almendras de cacao.....</i>	46
Tabla 8	<i>Recursos para la determinación de proteína bruta de almendras de cacao.....</i>	47
Tabla 9	<i>Recursos para la determinación el grado de Fermentación de almendras de cacao.</i>	48
Tabla 10	<i>Recursos para la determinación de grasa de almendras de cacao.</i>	48
Tabla 11	<i>Recursos para la determinación de humedad de almendras de cacao</i>	48
Tabla 12	<i>Recursos para la clasificación de almendras según su fermentación de almendras de cacao.....</i>	49
Tabla 13	<i>Factores y niveles utilizados para determinar influencia en parámetros bioquímicos del cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.....</i>	50
Tabla 14	<i>Tratamientos comparados utilizados para determinar influencia en parámetros bioquímicos del cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.</i>	51

Tabla 15	<i>Esquema de varianza utilizados para determinar influencia en parámetros bioquímicos del cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.</i>	52
Tabla 16	<i>Factores y niveles utilizados para determinar el contenido de cadmio en cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.</i>	53
Tabla 17	<i>Tratamientos comparados para determinar el contenido de cadmio en cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.</i>	53
Tabla 18	<i>Esquema de varianza para para determinar influencia en parámetros bioquímicos del cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.</i>	54
Tabla 19	<i>Factores y niveles utilizados para evaluar medidas de dos variedades de cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.</i>	54
Tabla 20	<i>Tratamientos a comprar para evaluar medidas de dos variedades de cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.</i>	55
Tabla 21	<i>Esquema de varianza para evaluar medidas de producción dos variedades de cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.</i>	55
Tabla 22	<i>ANOVA de acidez de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Puerto Quito.</i>	63
Tabla 23	<i>ANOVA de pH de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Puerto Quito.</i>	64
Tabla 24	<i>ANOVA de porcentaje de proteína dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Puerto Quito.</i>	64
Tabla 25	<i>ANOVA de porcentaje de grasa dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Puerto Quito.</i>	65
Tabla 26	<i>ANOVA de porcentaje de humedad dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Puerto Quito.</i>	66

Tabla 27	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para el factor A, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.</i>	67
Tabla 28	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para el factor B, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.</i>	69
Tabla 29	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para el factor C, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.</i>	71
Tabla 30	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para Interacción AXB sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.</i>	74
Tabla 31	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción AXC, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.</i>	76
Tabla 32	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción BXC, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.</i>	79
Tabla 33	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción AXBXC, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.</i>	81
Tabla 34	<i>ANOVA del porcentaje de acidez de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p<0,05$) en la zona de Buena Fe.</i>	85
Tabla 35	<i>ANOVA de pH de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p<0,05$) en la zona de Buena Fe.</i>	86

Tabla 36	ANOVA del porcentaje de proteína de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$).....	87
Tabla 37	ANOVA de porcentaje de grasa de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$).....	88
Tabla 38	ANOVA de porcentaje de humedad de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Buena Fe...	89
Tabla 39	Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para el factor A, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....	90
Tabla 40	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para el factor B, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....</i>	<i>92</i>
Tabla 41	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para el factor C, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....</i>	<i>94</i>
Tabla 42	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para la interacción AXB, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....</i>	<i>97</i>
Tabla 43	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para la interacción AXC, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....</i>	<i>100</i>
Tabla 44	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para la interacción BXC, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....</i>	<i>102</i>

Tabla 45	Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción AXBXC, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....	105
Tabla 46	ANOVA contenido de cadmio de dos variedades de cacao, diferentes métodos de secado en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) ($p<0,05$).....	108
Tabla 47	Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) factor A para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).....	109
Tabla 48	Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) factor B para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).....	110
Tabla 49	Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) factor C para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).....	111
Tabla 50	Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción AXB para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).	112
Tabla 51	Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción AXC para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).	113
Tabla 52	Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción BXC para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).	115
Tabla 53	Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción AXBXC para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).....	116

Tabla 54	<i>ANOVA de peso de mazorca de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$)</i>	118
Tabla 55	<i>ANOVA de peso sin mazorca de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$)</i>	118
Tabla 56	<i>ANOVA de peso almendra-maguey de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$)</i>	119
Tabla 57	<i>ANOVA de peso almendra de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$)</i>	119
Tabla 58	<i>ANOVA de peso maguey de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$)</i>	120
Tabla 59	<i>ANOVA de Grados Brix de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$)</i>	121
Tabla 60	<i>ANOVA de pH de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$)</i>	121
Tabla 61	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para el factor A sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé)</i>	122
Tabla 62	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para el factor B sobre medidas de dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio</i>	125
Tabla 63	<i>Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para la interacción sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé)</i>	129

Índice de figuras

Figura 1	<i>Clasificación Taxonómica del Cacao.....</i>	32
Figura 2	<i>Coloración del grano de cacao, según su nivel de fermentación.</i>	40
Figura 3	<i>Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación: Evaluación el proceso de Poscosecha: secados, fermentación y características según sus variedades y su incidencia en el contenido de cadmio del cacao.....</i>	45
Figura 4	<i>Resultados de variables químicas del factor A de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.</i>	67
Figura 5	<i>Resultados de variables químicas del factor B de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.....</i>	69
Figura 6	<i>Resultados de variables químicas del factor C de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.</i>	72
Figura 7	<i>Resultados de variables químicas de la interacción AXB de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.....</i>	74
Figura 8	<i>Resultados de variables químicas de la interacción AXC de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.</i>	77
Figura 9	<i>Resultados de variables químicas de la interacción BXC de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.</i>	79
Figura 10	<i>Resultados de variables químicas de la interacción AXBXC de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.....</i>	82
Figura 11	<i>Resultados de variables químicas del factor A de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....</i>	90
Figura 12	<i>Resultados de variables químicas del factor B de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....</i>	92

Figura 13	<i>Resultados de variables químicas del factor C de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....</i>	95
Figura 14	<i>Resultados de variables químicas para la interacción AXB, de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....</i>	98
Figura 15	<i>Resultados de variables químicas para la interacción AXC de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....</i>	100
Figura 16	<i>Resultados de variables químicas para la interacción BXC de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....</i>	104
Figura 17	<i>Resultados de variables químicas para el factor AXBXC de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.....</i>	107
Figura 18	<i>Resultados del análisis para el factor A para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).....</i>	109
Figura 19	<i>Resultados del análisis para el factor B para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).....</i>	111
Figura 20	<i>Resultados del análisis para el factor C para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas.....</i>	112
Figura 21	<i>Resultados del análisis para el factor AXB para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).....</i>	113
Figura 22	<i>Resultados del análisis para el factor A para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).....</i>	114
Figura 23	<i>Resultados del análisis para el factor BXC para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).....</i>	115
Figura 24	<i>Resultados del análisis para el factor AXBXC para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).</i>	117

Figura 25	<i>Resultados del análisis para el factor A sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) (parte 1).</i>	123
Figura 26	<i>Resultados del análisis para el factor sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) (parte 2).</i>	124
Figura 27	<i>Resultados del análisis para el factor sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) (parte 1).</i>	126
Figura 28	<i>Resultados del análisis para el factor B sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) (parte 2).</i>	128
Figura 29	<i>Resultados del análisis para la interacción AXB sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) (parte 1).</i>	130
Figura 30	<i>Resultados del análisis para la interacción AXB sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) (parte 2).</i>	132
Figura 31	<i>Clasificación del tipo de fermentación expresado en porcentaje en base a las zonas (Puerto Quito-Buena Fé).</i>	134
Figura 32	<i>Clasificación del tipo de fermentación expresado en porcentaje en base a las variedades de cacao (Puerto Quito-Buena Fé).</i>	135
Figura 33	<i>Clasificación del tipo de fermentación expresado en porcentaje en base a los métodos de fermentación (Puerto Quito-Buena Fé).</i>	136
Figura 34	<i>Resultados del recuento de mohos y levaduras en dos variedades de cacao, diferentes métodos de fermentación y secado en la zona de Puerto Quito.</i>	137
Figura 35	<i>Resultados del recuento de mohos y levaduras en dos variedades de cacao, diferentes métodos de fermentación y secado en la zona de Puerto Quito.</i>	139

Resumen

La siguiente investigación se realizó en la zona de Buena Fe y Puerto Quito, con el objetivo de evaluar los procesos de poscosecha, dos variedades de cacao (CCN-51-Nacional) su incidencia en el contenido de cadmio del cacao. Una vez aplicado proceso de poscosecha se evaluó las variables físico químicas (acidez, pH, proteína, humedad, grasa), posterior a esto se tostó las almendras para elaborar pasta de cacao donde se realizó un recuento de mohos y levaduras. Considerando los resultados Puerto Quito: CCN-51 registró mayor acidez y humedad, en cambio Nacional obtuvo mayor proteína y pH, referente a método de fermentación: cascada presento menor humedad, proteína y acidez, método yute registro mayor pH y proteína, en cambio método sin fermentar tuvo mayor acidez. Por otro lado, en el proceso de secado: asfalto obtuvo mayor humedad y acidez, método cemento sobresalió con un alto pH, método secador obtuvo mayor proteína y menor pH. Con respecto mohos y levaduras, CCN-51 registro mayor presencia, en cuento al método de fermentación, M. sin fermentar presento un valor superior, seguido de cascada y por último yute. en el proceso de secado la mayor cantidad se reflejó M. asfalto, seguido de secadora y por último M. cemento. Considerando los resultados Buena Fe: CCN-51 presento mayor humedad, en cambio Nacional destaco en el porcentaje de proteína. Referente a método de fermentación: sin fermentar presento más acidez, cascada presento menor humedad y método yute registro mayor proteína. Por otro lado, en el proceso de secado: asfalto obtuvo menor contenido de grasa, método cemento mayor humedad, método secador obtuvo un valor alto en pH. Con respecto mohos y levaduras, cacao CCN-51 registro mayor presencia. En cuento al método de fermentación, M. sin fermentar presento un valor superior, seguido de cascada.

Palabras clave: cascada, yute, acidez.

Abstract

The following investigation was carried out in the area of Buena Fe and Puerto Quito, with the objective of evaluating the post-harvest processes, two varieties of cocoa (CCN-51-Nacional) and their incidence on the cadmium content of cocoa. Once the post-harvest process was applied, the physical-chemical variables were evaluated (acidity, pH, protein, moisture, fat), after which the almonds were roasted to make cocoa paste, where a count of molds and yeasts was carried out. Considering the results Puerto Quito: CCN-51 registered higher acidity and humidity, instead Nacional obtained higher protein and pH, referring to the fermentation method: cascade presented lower humidity, protein and acidity, jute method registered higher pH and protein, instead method unfermented had higher acidity. On the other hand, in the drying process: asphalt obtained higher humidity and acidity, cement method stood out with a high pH, dryer method obtained higher protein and lower pH. With respect to molds and yeasts, CCN-51 registered a higher presence, in terms of the fermentation method, unfermented M. presented a higher value, followed by cascade and finally jute. in the drying process, the largest amount was reflected M. asphalt, followed by dryer and finally M. cement. Considering the Good Faith results: CCN-51 presented higher humidity, while Nacional stood out in the percentage of protein. Regarding the fermentation method: without fermentation I present more acidity, cascade I present less humidity and the jute method registers greater protein. On the other hand, in the drying process: asphalt obtained lower fat content, cement method higher humidity, dryer method obtained a high pH value. Regarding molds and yeasts, cocoa CCN-51 registered a higher presence. Regarding the fermentation method, unfermented M. presented a higher value, followed by cascade.

Keywords: waterfall, jute, acidity

Capítulo I

Introducción

El cacao en Ecuador es uno de los cultivos más sembrado, alrededor de 601 000 Ha de cacao las cuales se ubica un 77 % en el régimen de la Costa Ecuatoriana, un 10 % en la Amazonia y áreas tropicales de la sierra representa el 13 %. La provincia de Los Ríos se encuentra en segundo lugar del régimen costa con 127 956,57 Ha a diferencia de la provincia de Pichincha que posee una extensión mucho menor la cual es de 8 193,69 ha, se estima que más de 20 000 familias están inmersas en las diferentes actividades de cacao en nuestro territorio ecuatoriano (ESPAC, 2019).

Según estimaciones del MAGAP el 80 % del área sembrada corresponde a la variedad CNN-51, siendo el restante a la variedad Nacional, esto debido a la elevada productividad de la primera variedad mencionada. En la revista publicada por López, (2015), menciona que Organización Internacional de Cocoa (ICCO), Ecuador se encuentra entre los principales productores de granos de cacao, representa el 7 al 8 % de la producción mundial total. Los tres países principales de destino son Indonesia, Estados Unidos y Holanda, en los cuales los semielaborados más solicitados son el licor y pasta de cacao (Vargas, Vite, & Quezada, 2021).

En la actualidad los estándares de calidad siguen modificándose con el objetivo de llegar a un producto de calidad por medio de las buenas prácticas de manufactura, con ello conlleva a realizar modificaciones de mejoras desde el inicio del cultivo, en el campo que inicia con el establecimiento, manejo integral general y posterior con el de poscosecha, esta última operación se enfoca en generar un manejo idóneo para fomentar el aroma y sabor del cacao, muchos estudios puntualizan que la fermentación es el secreto pero conlleva muchos más aspectos como el secado y tostado.

El manejo tradicional de fermentación sin una previa de su importancia de implantarla adecuadamente con una clasificación de mazorcas-almendras sanas, si se incluye muestras de cacao que presenten signos de infestaciones o enfermedades frenan un adecuado proceso y contaminan al resto de almendras, según la publicación de CAOBISCO, (2015) alega que una mala clasificación de mazorca-almendra sumada a la una mala fermentación provoca sabores no deseados como el de moho-humedad los cuales no se pueden quitar una vez finalizado el proceso de poscosecha, lo que desencadena un producto semielaborado de mala calidad.

El secado es una actividad que influye en el aroma y sabor del cacao, un estudio de Ortiz, Camacho, & Graziani, (2004), donde enfatiza que existe una fase oxidativa donde se reduce la acidez, amargor y coloración final de la almendra, además de eliminar el exceso de humedad de la almendra, actualmente el secado en zonas rurales se maneja en tendales, asfalto y la tendencia en alza de marquesinas o tunes de secado en los cuales se aplica un secado ascendente.

Las grandes organizaciones y empresas que manejan alimentos de alta demanda, cada vez exigen más calidad en sus materias primas o semielaborados, según el reglamento Europeo No. 1881/2006 donde indican los límites máximos de metales pesados en alimentos, puntualizando los niveles de cadmio en cacao y chocolate, este no debe sobrepasar los 0,60 mg/kg, Union Europea, (2015), de igual manera según la norma INEN en el Ecuador exige requisitos para contenido de metales y agentes microbiológicos.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el proceso de poscosecha, secados, fermentación y características según sus variedades y su incidencia en el contenido de cadmio del cacao.

Objetivos específicos

- Establecer la influencia de diferentes métodos de fermentación en cacao en la calidad de almendras de cacao.
- Estudiar la influencia de diferentes métodos de secado en las características físico-químicas de almendras de cacao.
- Establecer la presencia de cadmio en pasta de cacao considerando la zona de producción, variedades y dos métodos de secado.
- Determinar la relación mediante medidas de producción de materiales de cacao considerando dos zonas y dos variedades.

Hipótesis

Diseño 1

Factor A

Ho=Las diferentes variedades no influyen sobre características físico-químicas del cacao.

Ha= Las diferentes variedades influyen sobre características físico-químicas del cacao.

Factor B

Ho = Los diferentes métodos de fermentación no influyen sobre características físico-químicas del cacao.

Ha = Los diferentes métodos de fermentación influyen sobre características físico-químicas del cacao.

Factor C

Ho = Los diferentes métodos de secado no influyen sobre características físico-químicas del cacao.

Ha = Los diferentes métodos de secado influyen sobre características físico-químicas del cacao.

Diseño 2

Factor A

Ho = Las diferentes zonas de estudio no influyen en el contenido de cadmio en el cacao.

Ha = Las diferentes zonas de estudio influyen en el contenido de cadmio en el cacao.

Factor B

Ho = Las variedades no influyen en el contenido de cadmio en el cacao.

Ha = Las variedades influyen en el contenido de cadmio en el cacao.

Factor C

Ho = Los diferentes métodos de secado no influyen en el contenido de cadmio en el cacao.

Ha = Los diferentes métodos de secado influyen en el contenido de cadmio en el cacao.

Diseño 3

Factor A

Ho = Las diferentes zonas de estudio no influyen en las medidas de producción de diferentes variedades de cacao.

Ha = Las diferentes zonas de estudio influyen en las medidas de producción de diferentes variedades de cacao.

Factor B

Ho = Las diferentes variedades de cacao no influyen en las medidas de producción de diferentes zonas.

Ha = Las diferentes variedades influyen en las medidas de producción de diferentes zonas.

Capítulo II

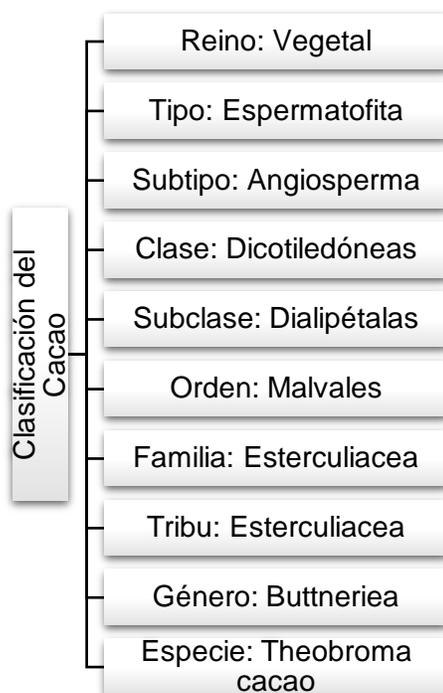
Revisión de literatura

El Cacao

Según Álvarez, Pérez, & Lares, (2022) el cacao es una planta originaria de la zona tropical, que mantiene un tamaño mediano, cuya finalidad de cultivo es la obtención de sus semillas (almendras), de las cuales, luego de un riguroso proceso se puede generar chocolate, dicha planta pertenece a siguiente clasificación taxonómica, como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Clasificación Taxonómica del Cacao



Nota: Fuente (Quevedo, Julio, & Tuz, 2018).

Características de la planta de Cacao

En el siguiente apartado, se detallan las características principales de la planta de cacao, tomando en consideración lo expuesto por (Vásquez, et al, 1999):

- a) Forma: La planta de cacao, conserva un tamaño aproximado de 4-6 metros de altura, aunque existen especies silvestres que pueden llegar a medir a una altura mayor de 20 metros.
- b) Hojas: Son grandes, alternadas, de forma elíptica u oblongada, miden de 15 a 50 cm de largo y de 4 a 15 cm de ancho, con una coloración verde oscuro, se mantienen colgantes del peciolo, generan una copa baja y densa.
- c) Ramas: Las ramas se mantienen dispuestas en forma de abanico, inicialmente se forman verticilos de 3 hasta 6 ramillas, las cuales se encuentran unidas a un tronco con crecimiento dismórfico.
- d) Flores: Tienen una forma aparente a una estrella, se mantienen unidas directamente al tronco y ramas, se desarrollan en grupos, llamados cojinetes florales.
- e) Fruto: Este tiene forma de mazorca ovalada, su coloración depende de la variedad (amarillo, rojizo, entre otros), dependiendo de la variedad puede medir de 15 a 30 cm de largo, con un grosor aproximado de 7 a 10 cm, cada fruto puede llegar a conservar de 30 a 40 semillas (según la variedad).
- f) Semillas: Su tamaño y forma dependen de la variedad, cada una de las semillas (cotiledones), están cubiertos por un mucilago, quien influye en la fermentación de la misma.

Variedades de cacao

Cacao nacional

El cacao nacional es también conocido como fino de aroma, debido a que tiene una fermentación rápida, que le otorga al chocolate un sabor y aroma muy agradable, dicho cacao por su sabor resaltante, tiene la denominación de cacao “sabor arriba”, lo que repercute en una mayor proporción de exportación y consumo, sin embargo sus semillas tienden a ser más pequeñas que los clones (CCN51), su producción también es mucho más reducida, por ende su costo de producción es más elevado, en comparación con otras variedades (Vera, et al, 2016).

Cacao CCN-51

Este es un híbrido, también conocido como ramilla, en comparación con el cacao nacional, este principalmente genera mayores rendimientos por hectárea y menores costos de producción (manejo), debido a su alta resistencia a plagas y enfermedades (Avalos, 2014).

Análisis Bromatológico de la semilla de cacao luego de la fermentación

En la tabla 1 se expone el análisis bromatológico de la semilla de cacao luego de haber sido fermentado y secado, según (Lares, Guitierrez, Elvina, & Alvarez, 2012).

Tabla 1

Resultados bromatológicos de las semillas de cacao, previamente fermentado y secado

Componentes	Porcentaje %
pH	4,83 ± 0,03
Acidez titulable	1,22 ± 0,07
Humedad	4,31 ± 0,06
Ceniza	2,96 ± 0,05
Grasa cruda	46,27 ± 0,30
Proteína cruda	12,21 ± 0,35

Nota: Fuente (Lares, et al, 2012).

Parámetros de calidad de la semilla seca de cacao

En la tabla 2, se muestra una clasificación en donde se consideran los parámetros de calidad de la semilla seca de cacao, en donde se consideran dos calidades A (la mejor) y B (de menor calidad), la cual fue establecida por los compradores de cacao seco, para la generación de chocolate en Honduras (Aguilar, 2016).

Tabla 2

Parámetros de la calidad de la semilla de cacao

Característica	Especificaciones de calidad	
	A	B
Humedad		
• Humedad del grano	< 6,5%	> 6,5%
Peso		
• Peso del grano	> 1,05 g	> 0,8 g
Prueba de corte		
• Bien fermentados	>75%	>65%
• Ligeramente violetas	<20%	<30%
• Violetas	<8%	<20%
• Sobre fermentados	<3%	<15%
• Moho interno	<3%	<5%
• Pizarrosos	<1%	<4%
• Gemelos, planos, germinados, quebrados, entre otros	<2,5%	<3,5%
• Dañados por insectos	<1%	<1,5%

Nota: Fuente (Aguilar, 2016).

Características bromatológicas del grano de cacao CCN51, dependiendo de su fermentación

En la tabla 3, se exponen los valores identificados al evaluar la semilla de cacao CCN51, considerando su fermentación y secado.

Tabla 3

Características bromatológicas de la semilla de cacao CCN51, según el tipo de secado

Fermentación	Secado del grano	Humedad %	Ceniza %	Proteína %	Grasa	pH	Acidez
	Sin secar	25,28	4,06	16,19	43,64	5,78	1,78
Sin	Presecado al ambiente	25,34	3,85	16,35	43,69	6,28	1,43
	Presecado en mazorca	25,12	3,91	16,28	43,84	6,38	1,41
Con	Seco	5	2,6	11,5	54	4,83	1,5

Nota: Fuente (Vega, 2018) y (Lara, 2017).

Manejo poscosecha

Identificación

Se debe identificar que las mazorcas que estén maduras, pintonas y sanas, para evitar realizar una recolección defectuosa, cuidando la calidad del producto final, ya que solo las mazorcas maduras y libres de enfermedades y defectos pueden proporcionar calidad (Infocacao, 2017).

Recolección

Se realiza dentro de la plantación, se corta el pedúnculo utilizando tijeras previamente desinfectadas, para evitar propagar enfermedades, estas mazorcas son llevadas a lugares libres de impurezas, cuando se cosechan diversas variedades de cacao, se debe clasificar en diferentes grupos, sin mezclar las variedades (Infocacao, 2017).

Desmazorcado

La extracción de las semillas debe realizarse a un máximo de 2 días luego de ser cosechadas, se parte la mazorca con cuidado de lastimar las semillas, con la ayuda de un machete, finalmente se extraen las semillas con los dedos, dejando de lado la placenta o

maguey, estas semillas o granos, deben ser colocados en recipientes no metálicos, de preferencia en cubetas de madera o de plástico (Infocacao, 2017) .

Fermentación

Antes de que pasen de 6 horas luego del desmazorcado, se debe llevar los granos al área de fermentación, para lo cual se pueden utilizar uno de los diferentes tipos de fermentación (Infocacao, 2017).

Tipos de fermentación

Método cascada

En este caso, los granos deben ser colocados en cajones de madera de laurel (madera blanca) para evitar transmitir olores o resinas al grano y posteriormente se debe tapar con hojas de verde o costales de yute, para ayudar a conservar la humedad y homogeneidad en la fermentación alcohólica, por un lapso de 5 días (Siguencia, 2013).

Método en saco de yute

En este tipo de fermentación, se utilizan sacos de yute, en donde se ingresan los granos, los mismos que se cierran y se dejan reposar en el piso limpio, para que se realice el proceso de fermentación. En algunos casos estos sacos son colgados, para proporcionar mejor aireación, en este caso su fermentación se realiza por 3 días, sin embargo, sus resultados no son muy recomendados, debido a una alta presencia de granos violáceos y pizarrosos (Siguencia, 2013).

Fermentación aeróbica

En este caso, la fermentación se da bajo condiciones aireadas, con ayuda de microorganismos, los mismos que permiten la oxidación de los polifenoles y permiten cambios

en el pH, bajo esta fermentación se produce el hinchado del grano, como consecuencia del ingreso de agua y ácido acético (Agrocalidad, 2011)

Fermentación alcohólica

Esta se desarrolla bajo situaciones anaeróbicas, en este caso las levaduras trabajan transformando el azúcar contenido en el mucilago, en alcohol (Agrocalidad, 2011).

Ventajas y desventajas de la fermentación

La fermentación, acarrea una alta cantidad de variaciones físico-químicas las cuales pueden provocar los siguientes aspectos, según (Teneda, 2016):

Ventajas

- La correcta fermentación puede provocar cambios de coloración en los cotiledones, que van de violeta a marrón.
- Una fermentación adecuada, permite quitar el sabor astringente del grano, haciéndolo más palatable.
- La fermentación, permite transformar los azúcares en alcohol, con ayuda de las levaduras.
- Una favorable fermentación, le quita vitalidad al embrión, lo que directamente elimina el sabor amargo del producto final.

Desventajas

- La falta de fermentación, produce un sabor astringente.
- Sin fermentación los polifenoles se conservan en el grano, provocando una coloración violeta.

- Al no presentar fermentación los granos de cacao, las membranas de la célula, no se degradan y no existe permeabilidad de las mismas.

Calidad del grano de cacao fermentado

Según Gil, (2010), la calidad del grano de cacao, se evalúa generalmente utilizando 4 parámetros de clasificación, los mismos que son:

- a) Buenos: con coloración parda y de aspecto quebradizo.
- b) Medianamente buenos: con coloración parda, con una textura aparente a la del queso, genera dificultad para ser cortado.
- c) Malos: en este caso los cotiledones tienen una coloración púrpura, su textura es parecida a la del queso y es muy dura de cortar.
- d) Mohosos: los granos tienen presencia de moho, en el cotiledón o cutícula.

Coloración del grano de cacao luego de desarrollar fermentación

Monar, (2021) menciona que, para clasificar el grano de cacao, por su calidad basándose en su coloración, se toma en consideración los siguientes aspectos, los cuales son corroborados en la figura 2:

- a) Coloración marrón o marrón rojizo: la fermentación ha sido completada, los compuestos ácidos mataron al embrión, existe fácil disgregación del cotiledón.
- b) Coloración marrón violeta o ligeramente marrón: este tono lo obtienen las semillas que parcialmente han completado su proceso de fermentación, sus cotiledones conservan una leve compactación y la testa es un poco suelta.
- c) Coloración violeta: es característico de los granos que no culminaron su fermentación, los granos no se hinchan e internamente son compactos, y logran un sabor astringente.

- d) Coloración pizarrosa o gris: este color representa a las semillas que no han pasado por el proceso de fermentación, sus cotiledones son fuertemente compactos, su sabor es específicamente amargo y astringente.

Figura 2

Coloración del grano de cacao, según su nivel de fermentación



Nota: Fuente (Schilling & Regalado, 2009).

Tabla 4

Requisitos de calidad del cacao en grano beneficiado (Norma INEN-176:2006)

Requisitos	Arriba					CCN51
	A.S.S.P.S	A.S.S.S	A.S.S	A.S.N.	A.S.E.	
Buena fermentación (mín.) %	75	65	60	44	26	65
Ligera fermentación* (mín.) %	10	10	5	10	27	11
Violeta (máx.) %	10	15	21	25	25	18
Pizarroso (pastoso) (máx.) %	4	9	12	18	18	5
Moho (máx.) %	1	1	2	3	4	1
TOTAL FERMENTADO (mín.) %	85	75	65	54	53	76

Nota: Los códigos según las normas del INEN-176: A.S.S.P.S Arriba Superior Summer

Plantación selecta, A.S.S.S Arriba Superior Summer Selecto, A.S.S. Arriba Superior Selecto,

A.S.N. Arriba Superior Navidad, A.S.E. Arriba superior Época. Fuente (INEN, 2006),

Secado

El secado del cacao es una práctica, que permite incentivar el aroma, sabor y características organolépticas del cacao, de manera general se conocen dos tipos de secado los mismos que se describen a continuación:

Secado natural

Según Mite, Carrillo, & Durang, (2010), esta es la estrategia más utilizada por los productores debido a que se aprovecha los rayos solares, en este caso dependiendo de la época climática se requiere exponer los granos de cacao por 5 o 6 días, esta práctica se realiza mediante el uso de un tendal, el mismo que puede ser de diversos materiales, los más comunes son:

- a) Cemento: este debe contener una pequeña inclinación para permitir el escurrimiento de mucilago, aun cuando esta es una buena estrategia, de secado, existen desventajas, como es el caso económico, debido que para realizar un tendal se requiere de una alta inversión económica.
- b) Asfalto: esta práctica se realiza comúnmente en las zonas rurales en donde se aprovecha la presencia de una carretera asfaltada para extender los granos de cacao, aunque esta es una opción sumamente económica, la mayor desventaja es la posible contaminación de los granos de cacao, con Cadmio (Cd), ya que este es un componente principal de las llantas de los vehículos, y otros metales contaminantes.

Secado artificial

Esta es una opción, sumamente rápida ya que se utilizan equipos mecánicos, los mismos que requieren de una fuente combustible, como la leña, gasolina o electricidad, en este

caso la principal desventaja es la posible adsorción del humo en el grano de cacao, lo que puede generar distorsión en el aroma y sabor del cacao (Echeverri, 2013).

Presencia de Cadmio (Cd), en el grano de cacao

Se considera que uno de los problemas más actuales en el área chocolatera es la presencia de Cd en los granos de cacao, esto como consecuencia directa de secar sus granos, sobre la capa asfáltica de las carreteras lo que repercute directamente sobre la salud de sus consumidores. Cabe recalcar, que, en Estados Unidos y Francia, ya se han presentados problemas por causa de un alto contenido de Cd, en sus productos terminados, lo que se ha convertido en un aspecto preocupante, de las industrias chocolateras. Se debe resaltar, que la presencia de Cd, en los granos de cacao, no solo dependen de su secado en el asfalto, sino que también este metal, se encuentra en la composición de diversos fertilizantes e incluso como un remanente en el suelo (Rankin, 2018).

Por otra parte, el Cd, es conocido como un metal pesado que mantiene un comportamiento químico aparente al Zinc (Zn) y Calcio (Ca), por ello cuando una planta se mantiene expuesta a grandes proporciones de Cd, provoca la minimización de la fotosíntesis, asimilación de agua y nutrientes (Clemens, Aarts, Thomine, & Verbruggen, 2013).

Efectos del Cadmio en la salud Humana

El cadmio en los alimentos, en niveles altos, puede provocar problemas óseos, como en el caso de los japoneses al consumir arroz con altos niveles de Cd (Diaz, 2014). A su vez, se conoce que niveles mayores de 3 a 5% de Cd ingerido, puede provocar anomalías a nivel de riñón (insuficiencia renal), hígado y desgaste óseo (Jiménez, 2015).

Según la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer, ha colocado al Cd como uno de los metales altamente cancerígenos en humanos (EFSA, 2011). Actualmente se

relaciona al Cd, como un componente metálico, que puede ocasionar problemas en los pulmones, vejiga y mama (Jiménez, 2015).

Principales fuentes contenedoras de Cadmio

En los estudios realizados por Argüello, et al, (2018) el genotipo de la planta de cacao, tiene relación con la concentración de Cd, absorbido por la planta y concentrado en el grano, por lo que se afirma que CCN51 contiene 1,21 ($\mu\text{g g}^{-1}$) de Cd, mientras que el cacao nacional abarca 0,89 ($\mu\text{g g}^{-1}$) de Cd.

Las carreteras asfaltadas en donde se realiza el secado del grano, es considerada la base fundamental de contaminación del grano por Cd ya que en estas se concentran los residuos de los neumáticos, los mismos que generan altos residuos de Cd (INIAP, 2015).

A su vez, Lara, (2017), considera que los principales contaminantes de Cd son:

- a) Las actividades referentes a minería
- b) Las actividades de metalurgia
- c) La utilización de fertilizantes a base de fósforo
- d) Las cenizas de madera, carbón y plásticos
- e) La combustión de elementos inflamables
- f) Las aplicaciones directas de Cd al suelo como una estrategia de exploración industrial.

Restricciones de Cadmio (Cd), en los alimentos a nivel internacional

Bajo las normas de Estados Unidos y Europa, es aceptable el Cd en los siguientes alimentos, bajo la proporción mencionada, chocolates (4,3%), cereales (26,9%), tubérculos (13,2%), entre otros (EFSA, 2012).

De manera más detallada, se conoce que la proporción de Cd, en los derivados de cacao son los siguientes: chocolate con leche (0,1 mg/kg), chocolate sólido (0,3 mg/kg) y cocoa en polvo (0,6 mg/kg), según la (Comisión Europea, 2014).

Pese a lo anteriormente mencionado en el Ecuador, aun no existe una normativa que regule la presencia de Cd, en los alimentos ya que se estima que sus niveles no son altos y su presencia es casi nula en los alimentos, según la normativa 621 que abarca los requisitos de los chocolates (INEN, 2006).

Capítulo III

Metodología

Ubicación del área de investigación

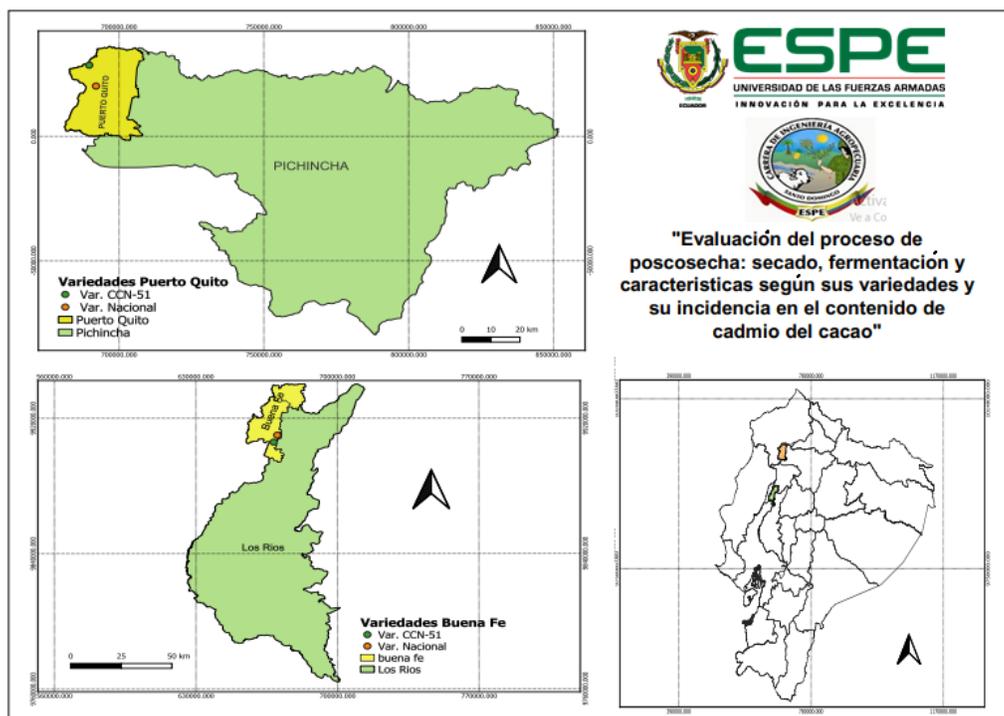
Ubicación Política

País:	Ecuador
Provincia:	Pichincha, Los Ríos
Cantón:	Puerto Quito, Buena Fe

Ubicación Geográfica

Figura 3

Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación: Evaluación el proceso de Poscosecha: secados, fermentación y características según sus variedades y su incidencia en el contenido de cadmio del cacao.



Ubicación Ecológica

Tabla 5

Datos ecológicos de los sitios de estudio del Cantón Buena Fe y Puerto Quito

Cantón	Zona de vida	Altitud	Temperatura	Precipitación Anual	Humedad
Puerto Quito	Húmeda tropical	135 msnm	24.5 °C	2 127 mm	94 %
Buena Fe	Húmeda tropical	102 msnm	25.6°C	1 585 mm	85 %

Materiales

Determinación de grasa

Tabla 6

Recursos para la determinación de grasa de almendras de cacao.

Equipos	Materiales/insumos	Reactivos	Muestra
Balanza	Papel filtro	Éter etílico	Cacao Nacional y CCN-51
Estufa	Dedales de equipo		
Extractor de grasa	Vasos de precipitación		
	Cámara		
	Probeta de 50 ml		

Determinación de pH Y Acidez

Tabla 7

Recursos para la determinación de pH inicial y índice de acidez de almendras de cacao.

Equipos	Materiales/insumos	Reactivos	Muestra
Potenciómetro	Matraz Erlenmeyer de 250 ml y 100 ml	Solución 0,01N de hidróxido de sodio	Cacao Nacional y CCN-51

Equipos	Materiales/insumos	Reactivos	Muestra
Agitador y electrodo	Papel filtro para café	Agua destilada	
Equipo de destilación	Vasos de precipitación		
Equipo de Baño María	Embudos de vidrio		

Determinación de proteína bruta

Tabla 8

Recursos para la determinación de proteína bruta de almendras de cacao.

Equipos	Materiales/insumos	Reactivos	Muestra
Digestor Kjeldahl	Electrodo	Ácido sulfhídrico	Cacao Nacional y CCN-51
Cabina extractora	Vasos de precipitación 10 ml, 1000 ml	Solución Ácido Bórico al 2%	
Agitador	Matraz Erlenmeyer de 250 ml	Solución Hidróxido de Sodio al 40%	
Equipo de destilación	Varilla	Solución Ácido clorhídrico 0,1N	
Destilador Kjeldahl	Puntillas	Tabletas catalizadoras	
	Pipeta automática	Rojo de metilo Verde bromocresol Etanol al 95% Solución Hidróxido de Sodio al 20%	

Determinación del grado de fermentación**Tabla 9***Recursos para la determinación el grado de Fermentación de almendras de cacao.*

Equipos	Materiales/insumos	Reactivos	Muestra
Cámara	Vaso precipitación 2000 ml Cuchillo	Agua destilada	Cacao Nacional y CCN-51

Determinación de mohos y levaduras**Tabla 10***Recursos para la determinación de grasa de almendras de cacao.*

Equipos	Materiales/insumos	Reactivos	Muestra
Cámara	Petrifilm de mohos y levaduras	Agua peptona	Pasta de Cacao Nacional y CCN-51
Agitador	Vasos de participación		
Autoclave	Tubos de ensayo		
Pipeta automática	Varillas		
Incubadora	Gradillas Mechero		

Determinación humedad**Tabla 11***Recursos para la determinación de humedad de almendras de cacao*

Equipos	Materiales/insumos	Muestra
Estufa	Cajas Petri	Cacao Nacional y CCN- 51
Balanza	Papel aluminio	
Desecador		

Clasificación de almendras según su fermentación

Tabla 12

Recursos para la clasificación de almendras según su fermentación de almendras de cacao.

Equipos	Materiales/insumos	Muestra
Cámara	Cuchillo	Cacao Nacional y CCN-51
	Papel blanco	

Métodos

Recolección, clasificación y operaciones iniciales de poscosecha

Para la investigación se realizó la recolección de las mazorcas de cacao (Nacional-CCN-51) en las diferentes fincas de los sitios de investigación, se clasificó las mazorcas con el fin de eliminar las muestras enfermas, se aplicó los procesos de poscosecha donde se lavó, fragmentó las mazorcas para luego disgregarlas en sus diferentes partes.

Fermentación

Se pesó el total de almendras obtenidas y se dividió para los diferentes procesos de fermentación, en el método cascada se removió y descendió un cajón cada día (total días 5), para el método yute se removió todos los días (total días 5) el saco y por último el sin fermentar no se realizó ninguna actividad y se procedió al secado directo.

Secado

Una vez finalizada el proceso de fermentación se realizó la división correspondiente para el secado, para el método secadora se colocó las muestras dentro de la máquina y con una temperatura constante de 60 °C por un lapso de una hora y media, el método cemento se

colocó en un tendal al aire libre, al igual que el método asfalto se puso directo en el asfalto de la carretera, todos los tratamientos al aire libre tuvieron una duración de siete días.

Pasta de cacao

En una paila se colocó individualmente cada tratamiento con una temperatura de 60°C se removió contantemente hasta que la testa este quebradiza para poder sacar el grano de cacao, se trasladó a un molino manual casero para triturar y obtener la pasta de cacao.

Diseño Experimental

Para las zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito se aplicará la evaluación de tres factores descritos a continuación.

Diseño 1, Zona Puerto Quito y Buena Fe

Factores y niveles a probar.

Tabla 13

Factores y niveles utilizados para determinar influencia en parámetros bioquímicos del cacao.

Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.

Factores	Niveles
Factor A	A0=Nacional A1=CCN-51
Factor B	B0=Cascada B1=Yute B2= Sin Fermentar
Factor C	C0=Secadora C1=Cemento C2=Asfalto

Tratamientos a comparar.

Tabla 14

Tratamientos comparados utilizados para determinar influencia en parámetros bioquímicos del cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.

Factores	Descripción
A0B0C0	Nacional-Cascada-Secadora
A0B0C1	Nacional-Cascada-Cemento
A0B0C2	Nacional-Cascada-Asfalto
A0B1C0	Nacional-Yute-Secadora
A0B1C1	Nacional-Yute-Cemento
A0B1C2	Nacional-Yute- Asfalto
A0B2C0	Nacional-Sin Fermentar-Secadora
A0B2C1	Nacional-Sin Fermentar-Cemento
A0B2C2	Nacional-Sin Fermentar-Asfalto
A1B0C0	CCN-51-Cascada-Secadora
A1B0C1	CCN-51-Cascada-Cemento
A1B0C2	CCN-51-Cascada-Asfalto
A1B1C0	CCN-51-Yute-Secadora
A1B1C1	CCN-51-Yute-Cemento
A1B1C2	CCN-51-Yute- Asfalto
A1B2C0	CCN-51-Sin Fermentar-Secadora
A1B2C1	CCN-51-Sin Fermentar-Cemento
A1B2C2	CCN-51-Sin Fermentar-Asfalto

Esquema de varianza.

Tabla 15

Esquema de varianza utilizados para determinar influencia en parámetros bioquímicos del cacao.

Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.

Fuente de variación		Grados de libertad
Variedad (A)	$a-1$	1
Método fermentación (B)	$b-1$	2
Método secado (C)	$c-1$	2
AXB	$(a-1)*(b-1)$	2
AXC	$(a-1)*(c-1)$	2
BXC	$(b-1)*(c-1)$	4
AXBXC	$(a-1)*(b-1)*(c-1)$	4
Replicas	$r-1$	2
Error experimental	$(axbxc-1)-(a-1)-(b-1)-(c-1)-((a-1)*(b-1))-((a-1)*(b-1)-((b-1)*(c-1))-((a-1)*(b-1)*(c-1)))-(r-1)$	34
Total	$axbxcxr-1$	53

Diseño 2, Diseño experimental para el contenido de Cadmio en almendras de cacao

Factores y niveles a probar.

Tabla 16

Factores y niveles utilizados para determinar el contenido de cadmio en cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.

Factores	Niveles
Factor A	A0=Puerto Quito
	A1=Buena Fe
Factor B	B0=Nacional
	B1=CCN-51
Factor C	C0=Secadora
	C1= Asfalto

Tratamientos a comparar.

Tabla 17

Tratamientos comparados para determinar el contenido de cadmio en cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.

Factores	Descripción
A0B0C0	Puerto Quito-Nacional-Secadora
A0B0C1	Puerto Quito-Nacional-Asfalto
A0B1C0	Puerto Quito-CCN 51-Secadora
A0B1C1	Puerto Quito- CCN 51-Asfalto
A1B0C0	Buena Fe-Nacional-Secadora
A1B0C1	Buena Fe -Nacional-Asfalto
A1B1C0	Buena Fe -CCN 51-Secadora
A1B1C1	Buena Fe - CCN 51-Asfalto

Esquema de varianza.

Tabla 18

Esquema de varianza para para determinar influencia en parámetros bioquímicos del cacao.

Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.

Fuente de variación		Grados de libertad
Zona (A)	a-1	1
Variedad (B)	b-1	1
Método secado (C)	c-1	1
AXB	(a-1)*(b-1)	1
AXC	(a-1)*(c-1)	1
BXC	(b-1)*(c-1)	1
AXBXC	(a-1)*(b-1)*(c-1)	1
Replicas	r-1	2
Error experimental	(axbxc-1)-(a-1)-(b-1)-(c-1)-((a-1)*(b-1))-((a-1)*(b-1))-((b-1)*(c-1))-((a-1)*(b-1)*(c-1))-(r-1)	14
Total	axbxcxr-1	23

Diseño 3, Diseño experimental para medias de producción de diferentes variedades de cacao en dos zonas (Buena Fe y Puerto Quito)

Factores y niveles a probar.

Tabla 19

Factores y niveles utilizados para evaluar medidas de dos variedades de cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.

Factores	Niveles
Factor A	A0=Puerto Quito A1=Buena Fe
Factor B	B0=Nacional B1=CCN-51

Tratamientos a comparar.

Tabla 20

Tratamientos a comprar para evaluar medidas de dos variedades de cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.

Factores	Descripción
A0B0	Puerto Quito-Nacional
A0B1	Puerto Quito- CCN 51
A1B0	Buena Fe-Nacional
A1B1	Buena Fe- CCN 51

Esquema de análisis de varianza.

Tabla 21

Esquema de varianza para evaluar medidas de producción dos variedades de cacao. Aplicado en las dos Zonas de estudio Buena Fe y Puerto Quito.

Fuente de variación		Grados de libertad
Zona (A)	a-1	1
Variedad (B)	b-1	1
AXB	(a-1)*(b-1)	1
Replicas	r-1	2
Error experimental	(axb-1)-(a-1)-(b-1)-((a-1)*(b-1))	6
Total	axbxr-1	11

Tipo de diseño

Se estableció un ANOVA para cada variable evaluada con un modelo Bifactorial (A=2 X B=2)

Repeticiones y análisis funcional

En el estudio realizado se ejecutó tres repeticiones, con un análisis funcional de la prueba de Tukey al 5 %.

Coefficiente de variación

En el cálculo del coeficiente de variación se usó la siguiente formula:

$$cv = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{x}}$$

C.V.= Coeficiente de variación

CMe= Cuadrado medio del error

\bar{x} = Media del experimento

VARIABLES EVALUADAS

Metodología de evaluación de las Variables en Estudio

Determinación de grasa. Se puso cinco gramos de almendra en el mortero y se trituró, con la ayuda de una tijera se cortó por la mitad un papel filtro circular, donde se transfirió la muestra para introducirla en el dedal y ser sellada con algodón. Por medio del uso de una probeta de 50 ml se midió y vertió éter etílico en los vasos del equipo extractor de grasa, posterior a esto son colocados en el equipo donde el proceso inicia la primera fase de inmersión por 90 minutos, la segunda fase de 60 minutos y la última fase de 15 minutos. Se extrae los vasos y son transferidos a la cabina extractora por 20 minutos para luego ser puestos en la estufa a 60 °C por 30 minutos, se registró el peso del vaso vacío y lleno.

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$G = \frac{W_2 - W_1}{W_0} * 100$$

- G = Porcentaje de grasa
- W_0 = Peso de la muestra (5 gramos)
- W_1 = Peso del vaso beaker vacío
- W_2 = Peso del vaso más la grasa

Determinación de pH Y Acidez. Para la preparación de la muestra inicialmente se trituro 25 gramos de almendras, en un matraz Erlenmeyer se colocó la muestra y 50 cm³ de agua destilada caliente, con una varilla se removió la mezcla hasta que este homogénea, se tapó con algodón la abertura del matraz para introducirlas en baño María por 30 minutos, se dejó enfriar y se vertió agua destilada tibia hasta 250 cm³. En otro matraz Erlenmeyer se colocó un embudo y papel filtro de café para filtrar la muestra preparada, una vez filtrada en una probeta se midió 25 ml del filtrado y se transvaso a un matraz de 100 cm³. Se introdujo el potenciómetro para determinar el pH inicial, una vez registrado se procedió a colocar en un equipo de titulación la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, se introdujo un electrodo para poder agitar y se adiciono la solución para obtener datos de pH 6, 7 y 8,1.

Se aplicó la siguiente formula según la norma INEN:

$$A = \frac{V_1 N_1 M}{V_2}$$

- A = g de ácido por 100 g de producto.
- V1 = cm³ de NaOH usados para la titulación de la alícuota.
- N1 = normalidad de la solución de NaOH.(0,1)
- M = peso molecular del ácido considerado como referencia (Málico: 0,067)
- V2 = volumen de la alícuota tomada para el análisis (25 ml)

Determinación de proteína bruta.

Preparación para el Digestor de Kjeldahl. Se trituro y pesó 0,03 de almendras, se vertió la muestra en los tubos del digestor, además se añadió 5 ml de ácido sulfúrico y una tableta catalizadora en cada uno, estos fueron colocados en el block-digest con el colector de humos, se encendió el equipo y trabajo a una temperatura de 420 °C por un lapso de media

hora. Una vez que finaliza se espera 15 minutos para que descienda la temperatura, para luego añadir 10 ml de agua destilada, se esperó 15 minutos más para iniciar la destilación.

Destilador Kjeldahl. En un matraz de 250 ml se coloca 50 ml de Ácido Bórico al 2 %, se colocó un tubo del digestor en la base tubula del destilador y un matraz con la solución en él parte externa de la manguera, se dejó funcionar por cinco minutos, en la parte del desfoje del equipo se colocó 30 ml de hidróxido de sodio al 40 %.

Titulación. Se elaboró las soluciones indicadoras las cuales fueron:

Solución A

- Agregar 0.05 gr de rojo de metilo (Diluir en 60 ml de etanol al 95%)
- Luego enrasar a 100 ml con agua destilada

Solución B

- Agregar 0.03 gr de verde bromocresol en 100 ml de agua destilada

En el equipo de destilación se colocó la solución de ácido clorhídrico 0.1 N, una vez finalizada la destilación se mezcló la solución A+B, se adiciono 4 gotas de la mezcla y se llevó al equipo de titulación donde se procedió a titular.

Se aplicó la siguiente formula:

$$\% \text{ PB} = \frac{(\text{VHCl} - \text{Vb}) * 1.401 * \text{NHCL} * \text{F}}{\text{Gramos Muestra}}$$

1.401= Peso atómico del nitrógeno

NHCl= Normalidad de Ácido Clorhídrico 0.1 N

F = Factor de conversión (6.25)

VHCl = Volumen del ácido clorhídrico consumido en la titulación

Vb = Volumen del Blanco (0.3)

Determinación de cadmio. De los tratamientos de secado se pesó 100 gramos, los cuales fueron empacaron y etiquetados para ser enviados al laboratorio para su análisis.

Determinación del grado de fermentación. De cada tratamiento final (fermentación + secado) se extrajo 100 almendras de cacao, en vaso grande de precipitación de 2 000 ml, se colocó agua destilada 1 500 ml se vertió las almendras y se contó las almendras que flotaban y las que quedaron al fondo del vaso.

Se aplicó la siguiente formula:

$$\% F = \frac{(Nf) * 100}{Ng}$$

% F: Grado de fermentación en porcentaje

N f: Numero de granos que flotan

N g: Numero de granos de la muestra

Determinación de mohos y levaduras. De la muestra preparada (pasta de cacao) se tomaron 1 gramo, se preparó agua peptona y con la ayuda de una jeringuilla se colocó 9 ml en los matraces de 100 ml para solución madre y en los tubos de ensayo, esto se llevó al autoclave por media hora, se realizó la limpieza de las gradillas, mechero y vórtex para ingresar a la cámara de flujo laminar.

Se dejó UV por 15 minutos por cada siembra (siembra de tratamientos por separado), ya en condiciones de asépticas se extrae con la pipeta automática 1 ml de la muestra madre y se vierte en el tubo de ensayo hasta llegar a la 10^{-5} una vez finalizada esta fase, se cambia de

puntilla para extraer 1 ml de la solución final para colocar en el Petri film de mohos y levaduras, se cierra el petrifilm y se etiqueta, se dejó en una estufa sin encender hasta su lectura a las 72 horas después de la inoculación.

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$\frac{(UFC)}{ml} = \frac{n * f}{v}$$

- n= número de colonias por placa
- f= factor de dilución
- v= volumen inoculado en la placa

Determinación humedad. Se lavó y seco las cajas Petri, se rotulo el código de tratamiento, posterior se introdujeron a la estufa a una temperatura de 100 °C por media hora, se dejó enfriar las cajas a temperatura ambiente en el desecador, se pesó 5 gramos de almendras de los tratamientos finales las cuales se colocaron en las cajas e introducidas a la estufa por un tiempo de media hora a temperatura contante de 100 °C, una vez finalizado el tiempo se sacaron las cajas Petri al desecador realizando varias tomas de datos hasta que sean contantes los pesos.

Se aplicó la siguiente formula:

$$H = 100 * \frac{m - m_1}{m}$$

H = Humedad en porcentaje de masa

m = masa inicial de la muestra a analizar, g.

m1= masa de la muestra después del secado, g.

masa = peso de la capsula con la muestra seca – peso de la capsula vacía

Determinación para clasificación de almendras. Se extrajeron 100 almendras de cada tratamiento final (fermentación + secado), con un bisturí se realizó un corte longitudinal y se clasificó las almendras según varias características como color, aspectos físicos o presencia de mohos o infestaciones (Guía de laboratorio bromatología autor Sungey Sánchez Llaguno, Ph.D)

Capítulo IV

Resultados

Diseño 1

ANOVA de variables Cantón Puerto Quito

Análisis de acidez.

Tabla 22

ANOVA de acidez de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Puerto Quito.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	0.000098	1	0.000098	9.115	0.004783
Método fermentación (B)	0.000621	2	0.000310	28.889	0.000000
Método Secado (C)	0.000356	2	0.000178	16.573	0.000009
AXB	0.000225	2	0.000112	10.471	0.000286
AXC	0.000054	2	0.000027	2.529	0.094610
BXC	0.000120	4	0.000030	2.792	0.041635
AXBXC	0.000402	4	0.000101	9.354	0.000033
Replicas	0.000001	2	0.000000	0.030	0.970680
Error	0.000365	34	0.000011		

En la tabla 22 se observó que los factores: A (Variedades), B (Método fermentación), C (Método secado) y las interacciones: AXB (Variedades- Método fermentación), BXC (Método fermentación- Método secado) y AXBXC (Variedades- Método fermentación- Método secado) son diferentes estadísticamente por el contrario AXC (Variedades-Método secado), no difiere significativamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis de pH.

Tabla 23

ANOVA de pH de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Puerto Quito.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	7.485	1	7.485	144.77	0.000000
Tipo fermentación (B)	0.467	2	0.234	4.52	0.018189
Secado (C)	0.418	2	0.209	4.04	0.026678
AXB	0.573	2	0.287	5.54	0.008255
AXC	0.195	2	0.097	1.88	0.167639
BXC	0.170	4	0.043	0.82	0.518854
AXBXC	0.218	4	0.055	1.06	0.393353
Replicas	0.206	2	0.103	2.00	0.151512
Error	1.758	34	0.052		

La tabla 23 se muestra que los factores: A (Variedades), B (Método fermentación), C (Método secado) y la interacción: AXB (Variedades- Método fermentación), son diferentes estadísticamente, por el contrario, las interacciones: BXC (Método fermentación- Método secado), AXC (Variedades-Método secado) y AXBXC (Variedades- Método fermentación- Método secado), no difieren significativamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis porcentaje de proteína.

Tabla 24

ANOVA de porcentaje de proteína dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Puerto Quito.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	3.473	1	3.473	9.19	0.004622
Tipo fermentación (B)	14.793	2	7.397	19.58	0.000002

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Secado (C)	156.565	2	78.282	207.24	0.000000
AXB	3.434	2	1.717	4.55	0.017803
AXC	52.488	2	26.244	69.48	0.000000
BXC	2.313	4	0.578	1.53	0.215362
AXBXC	4.752	4	1.188	3.14	0.026508
Replicas	1.832	2	0.916	2.43	0.103623
Error	12.843	34	0.378		

Para la tabla 24 se encontró que los factores: A (Variedades), B (Método fermentación), C (Método secado) y las interacciones: AXB (Variedades- Método fermentación), AXC (Variedades-Método secado) y AXBXC (Variedades- Método fermentación- Método secado) son diferentes estadísticamente, por el contrario: BXC (Método fermentación- Método secado), no difiere significativamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis del porcentaje grasa.

Tabla 25

ANOVA de porcentaje de grasa dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Puerto Quito.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	3.03	1	3.03	0.342	0.562533
Método fermentación (B)	80.02	2	40.01	4.510	0.018315
Método secado (C)	179.12	2	89.56	10.095	0.000362
AXB	34.96	2	17.48	1.970	0.155015
AXC	85.52	2	42.76	4.820	0.014355
BXC	135.46	4	33.86	3.817	0.011444
AXBXC	105.32	4	26.33	2.968	0.033206
Replicas	22.32	2	11.16	1.258	0.297098
Error	301.63	34	8.87		

En la tabla 25 se determinó que los factores: B (Método fermentación), C (Método secado) y las interacciones: AXC (Variedades-secado), BXC (Método fermentación- Método secado) y AXBXC (Variedades- Método fermentación- Método secado) son diferentes estadísticamente, por el contrario: A (Variedades) y AXB (Variedades- Método fermentación), no difiere significativamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis del porcentaje de Humedad.

Tabla 26

ANOVA de porcentaje de humedad dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Puerto Quito.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	56.939	1	56.939	42.008	0.000000
Tipo fermentación (B)	21.847	2	10.924	8.059	0.001365
Secado (C)	143.389	2	71.694	52.894	0.000000
AXB	4.368	2	2.184	1.611	0.214520
AXC	9.222	2	4.611	3.402	0.045010
BXC	26.050	4	6.513	4.805	0.003513
AXBXC	2.899	4	0.725	0.535	0.711078
Replicas	6.083	2	3.041	2.244	0.121535
Error	46.085	34	1.355		

La tabla 26 se muestra que los factores: A (Variedades), B (Método fermentación), C (Método secado) y las interacciones: AXC (Variedades-Método secado) y BXC (Método fermentación- Método secado) son diferentes estadísticamente, por el contrario las interacciones: AXB (Variedades- Método fermentación), y AXBXC (Variedades- Método fermentación- Método secado) no difiere significativamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis de Tukey de Puerto Quito

Factor A (Variedades).

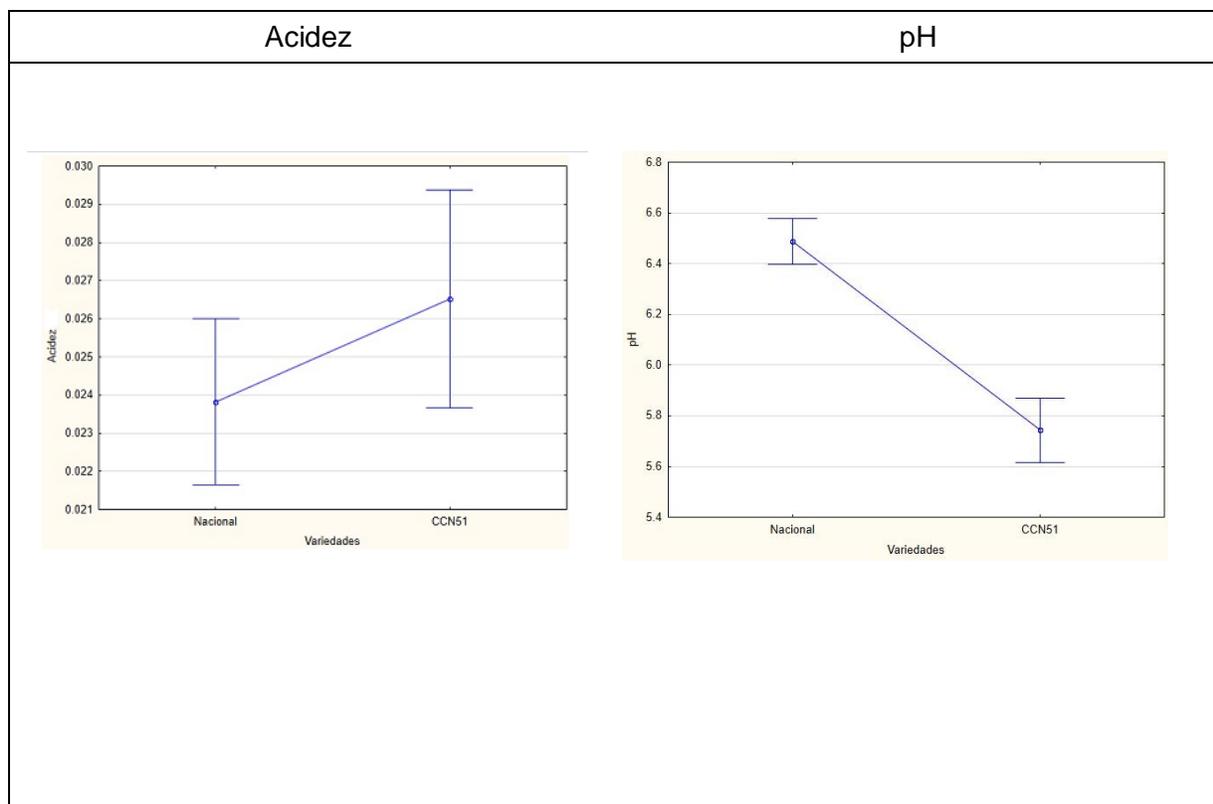
Tabla 27

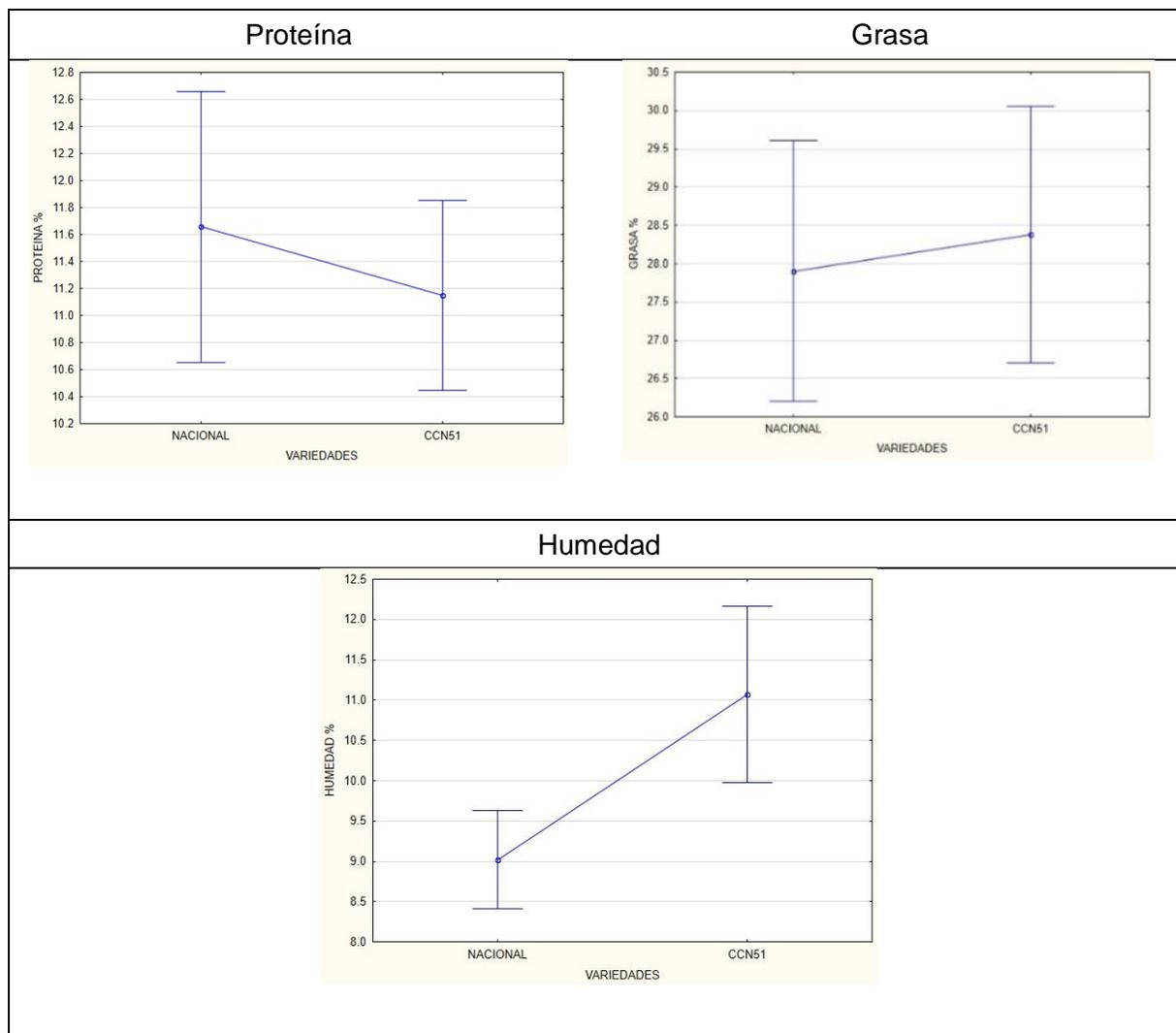
Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para el factor A, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.

Variedades	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
Nacional	0.024 A	6.49 B	11.656 B	27.904 A	9.02 A
CCN51	0.027 B	5.74 A	11.149 A	28.378 A	11.08 B

Figura 4

Resultados de variables químicas del factor A de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.





En la figura 4 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto a acidez, se estableció, dos grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo B: cacao CCN-51 (0.027), frente a cacao Nacional (0.024) que pertenece al grupo A con un valor inferior. Por otro lado, en cuanto al pH se determinó: dos grupos independientes, encontrando el menor pH en el grupo A: CCN-51 (5.74), frente al grupo B: cacao Nacional (6.49) con un valor superior.

Con respecto a proteína se determinó, dos grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo B: cacao Nacional (11.656), frente a cacao CCN-51 (11.149) que

pertenece al grupo A con un valor inferior. Con relación a humedad se determinó, dos grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo B: cacao CCN-51 (11.08), frente a cacao Nacional (9.02) el cual presentó un valor más bajo. Finalmente, acerca del contenido de grasa no se presentaron grupos independientes, los tres métodos (cascada-yute-sin fermentar) se encuentran en un rango de 27.904 -28.378.

Factor B (Método fermentación).

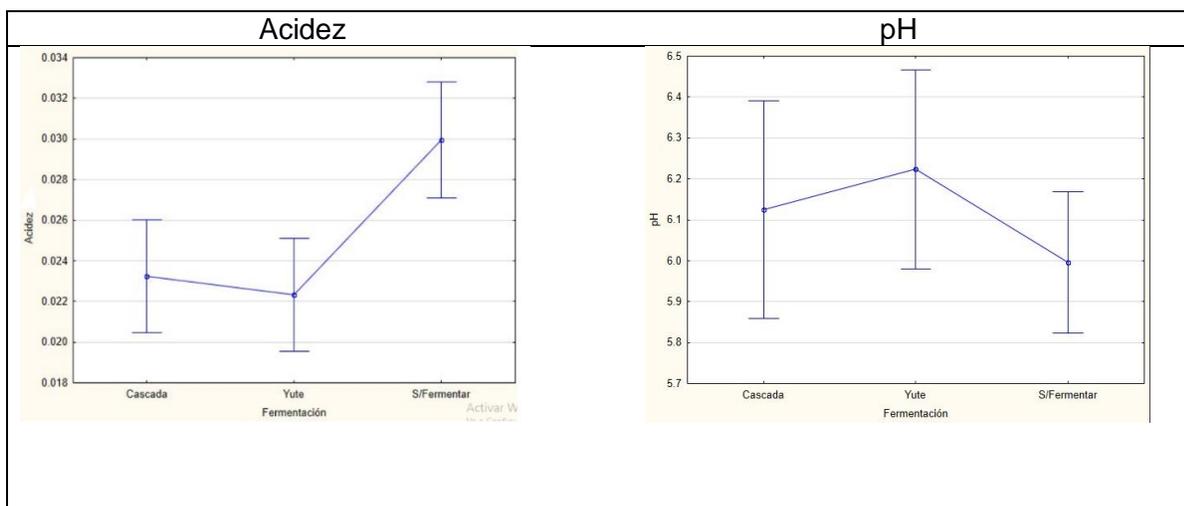
Tabla 28

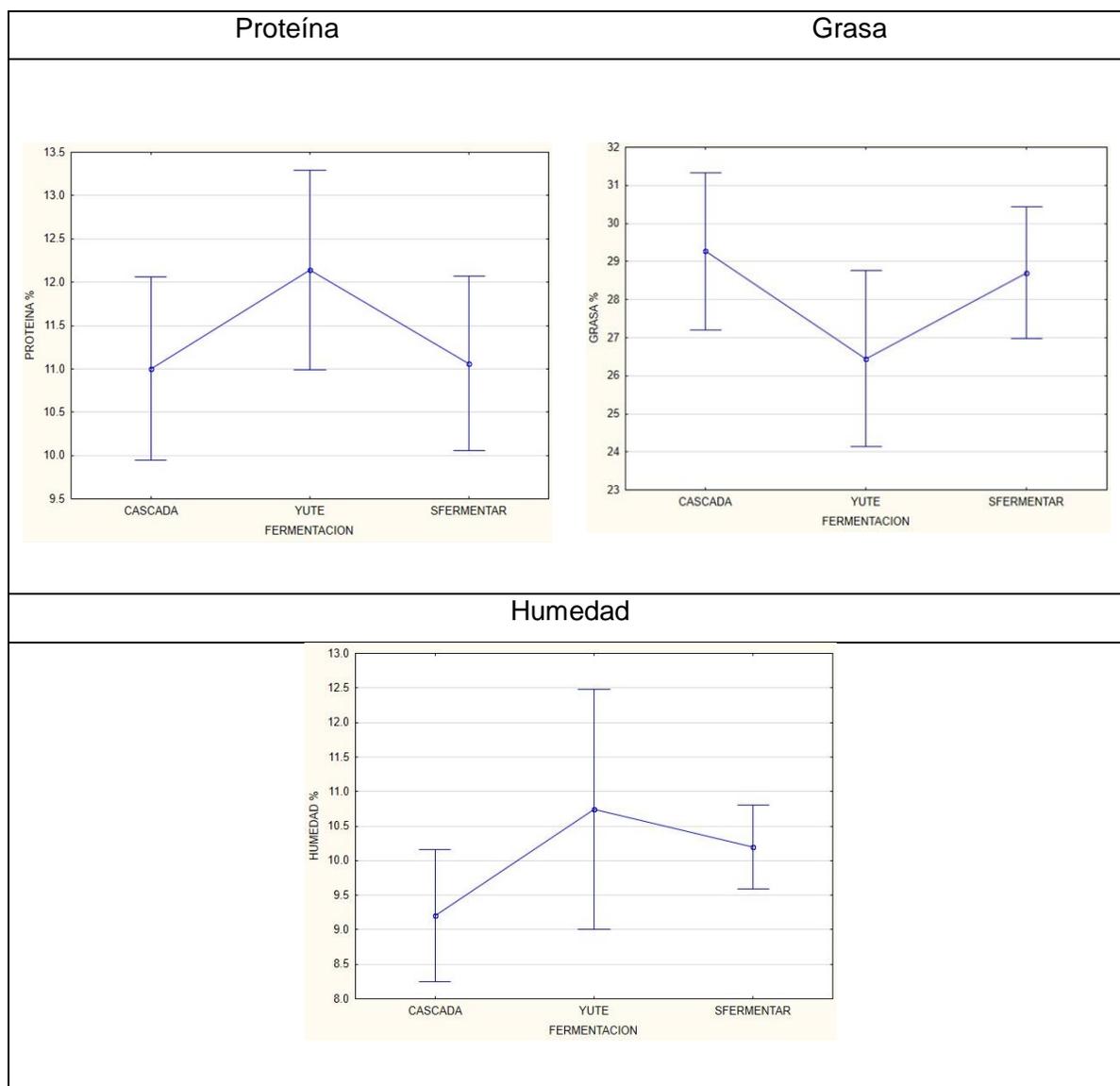
Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para el factor B, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.

Métodos	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
Cascada	0.023 A	6.12 AB	11.002 A	29.267 B	9.21 A
Yute	0.022 A	6.22 B	12.142 B	26.450 A	10.74 B
S fermentar	0.030 B	6.00 A	11.063 A	28.706 AB	10.20 B

Figura 5

Resultados de variables químicas del factor B de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito





En la figura 5 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto a acidez, se determinó, dos grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo B: M. Sin Fermentar (0.030), frente a los métodos: Cascada (0.023) y yute (0.022) los cuales pertenecen al grupo A con un valor inferior. Por otro lado, en cuanto al pH se determinó: dos grupos independientes, encontrando el menor pH en el grupo A: Sin Fermentar (6.00) y Cascada (6.12) frente al grupo B: M. yute (6.22) con un valor superior.

Por otra parte, en proteína se estableció, dos grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo B: M. Yute (12.142) mientras que: M. Cascada y M. sin Fermentar (11.063), (grupo A) (9.21) presento el valor más bajo.

Por otro lado, grasa presentó, dos grupos independientes, encontrando el menor valor en el grupo A: M. Cascada (29.267), frente al grupo B: M. yute (26.450) y M. sin fermentar (28.706). En relación con humedad se determinó, dos grupos independientes, encontrando los mayores valores en el grupo B: M. yute (10.74) y M. sin fermentar (10.20), frente a M. cascada (9.21) quien presento menor porcentaje de humedad.

Factor C (Método secado).

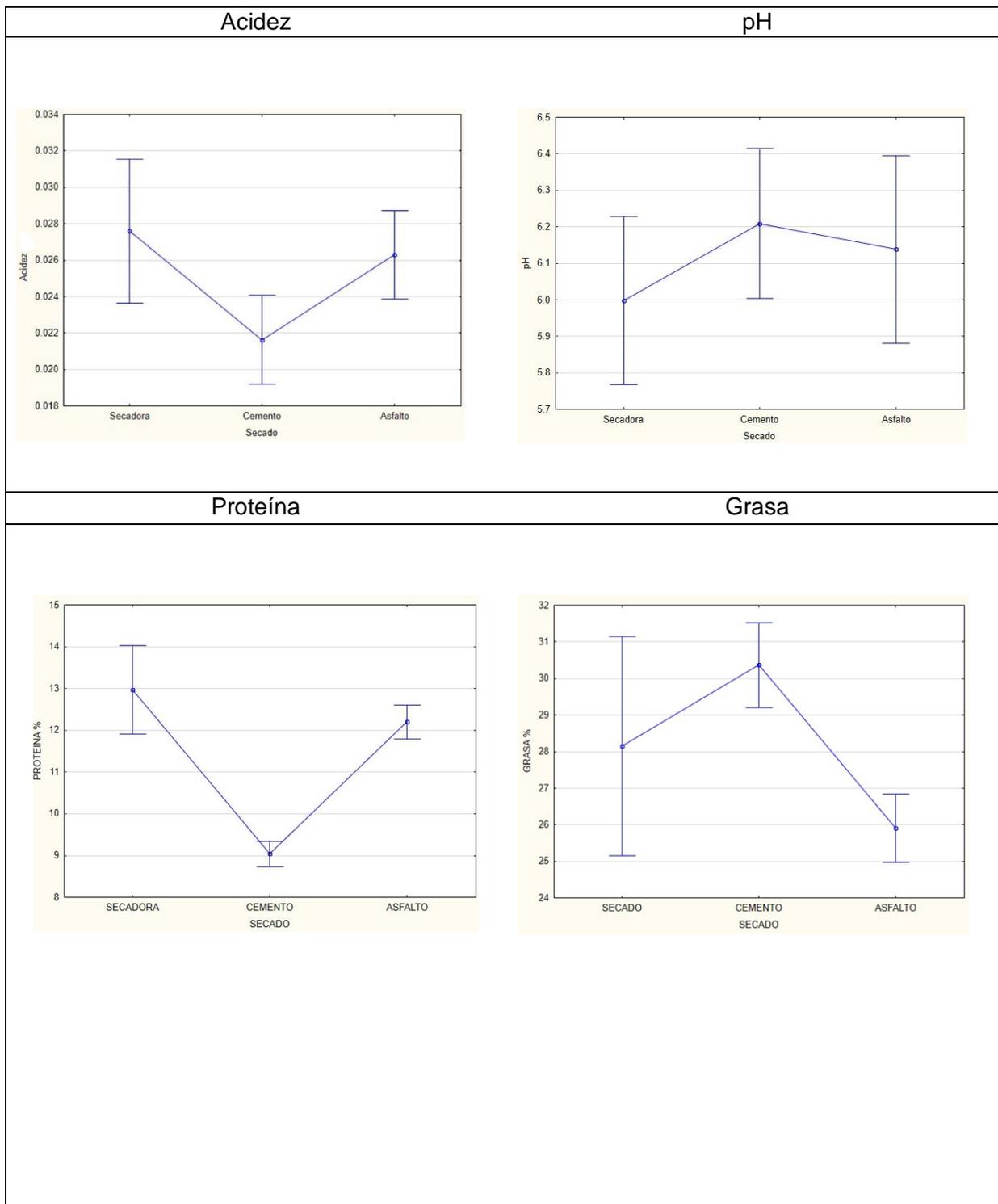
Tabla 29

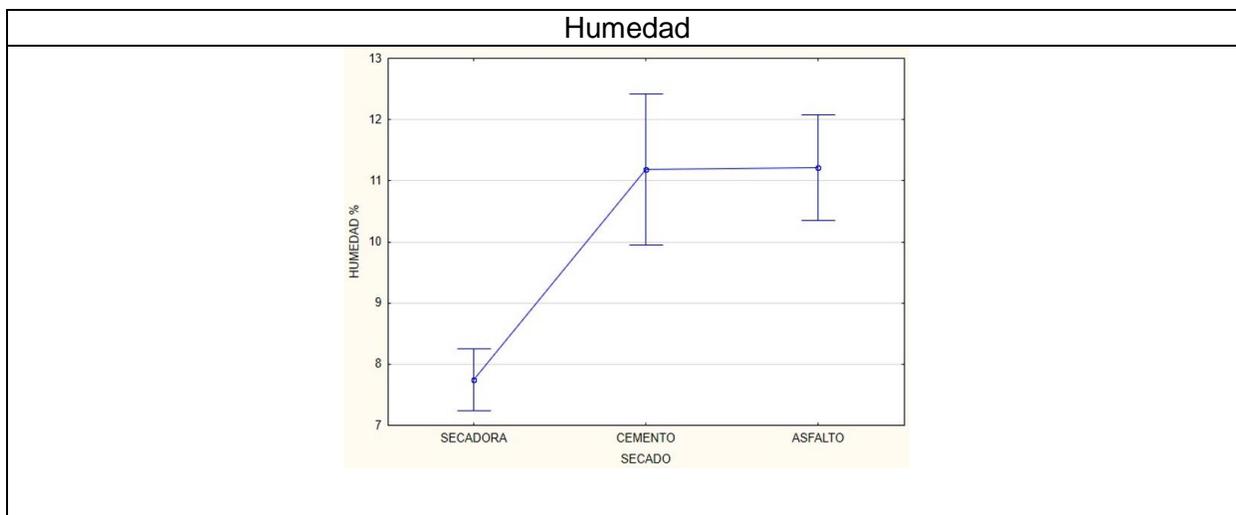
Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para el factor C, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito

Métodos	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
Secadora	0.028 B	6.00 A	12.973 C	28.150 AB	7.74 A
Cemento	0.022 A	6.21 B	9.036 A	30.367 B	11.19 B
Asfalto	0.026 B	6.14 AB	12.198 B	25.906 A	11.22 B

Figura 6

Resultados de variables químicas del factor C de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.





En la figura 6 se observa los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. Con respecto a acidez, se determinó, dos grupos independientes, encontrando los mayores valores en el grupo B: M. secadora (0.028) y M. asfalto (0.026), frente al grupo A: M. cemento (0.022), que presentó un valor menor.

Con respecto a pH se determinó: dos grupos independientes, encontrando el menor pH en el grupo A: M. secadora (6.00) y M. asfalto (6.14) frente al grupo B: M. cemento (6.21) con un valor superior. Por otro lado, en cuanto a proteína, se identificó tres grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo C: M. secadora (12.973) mientras que: M. asfalto (12.198) pertenece al grupo B y finalmente el grupo A con menor proteína M. cemento (9.036).

Referente a grasa se identificó tres grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo C: M. cemento (30.367) mientras que: M. secadora (28.150) pertenece al grupo AB y finalmente el grupo A con menor contenido de grasa M. asfalto (25.906).

Interacción AXB (Variedades).

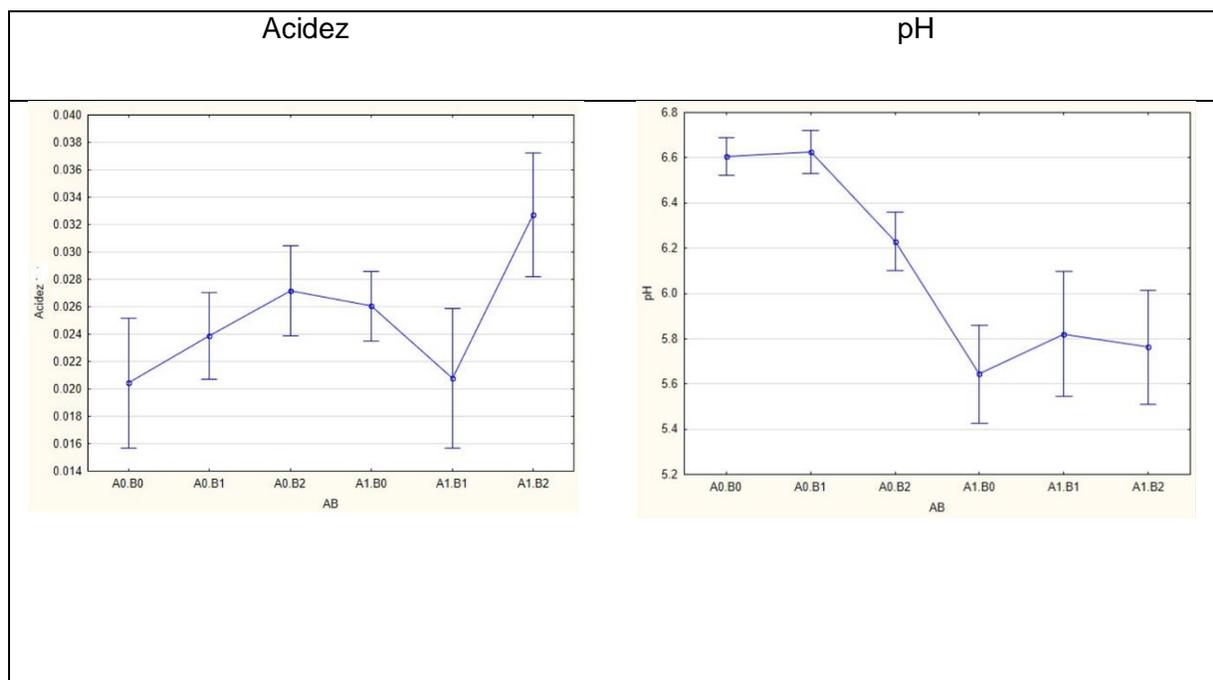
Tabla 30

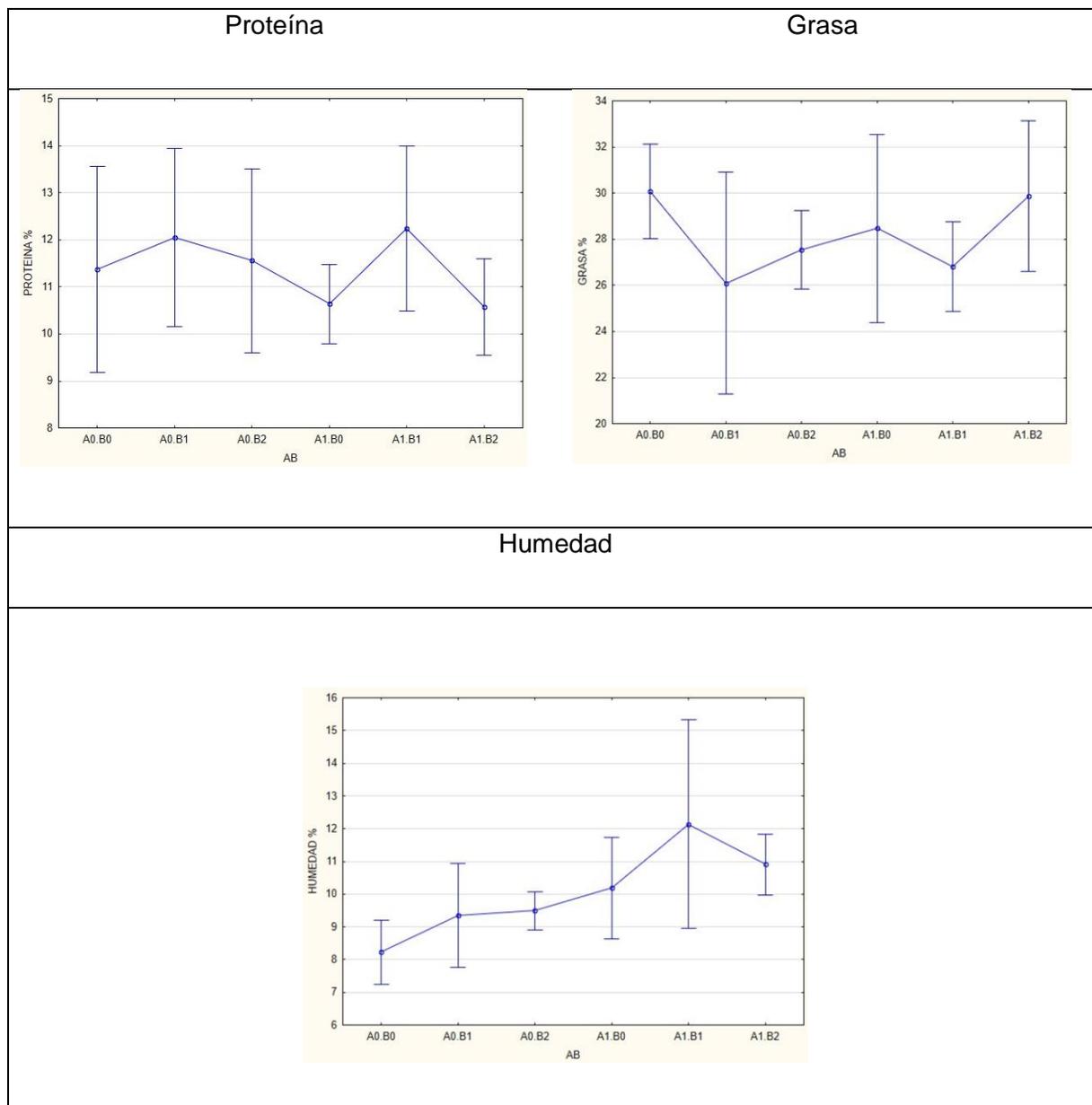
Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para Interacción AXB sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.

Interacciones	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
A0B0	0.020 A	6.61 C	11.367 AB	30.067 A	8.23 A
A0B1	0.024 AB	6.63 C	12.046 B	26.100 A	9.34 A
A0B2	0.027 B	6.23 B	11.554 B	27.544 A	9.50 A
A1B0	0.026 B	5.64 A	10.637 A	28.467 A	10.18 A
A1B1	0.021 A	5.82 A	12.237 B	26.800 A	12.14 A
A1B2	0.033 C	5.76 A	10.572 A	29.867 A	10.91 A

Figura 7

Resultados de variables químicas de la interacción AXB de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito





La figura 7 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. Referente a acidez, se determinó, tres grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo C: interacción A1B2 (CCN-51-Método sin fermentar) (0.033), frente al grupo A: A1B1 (CCN-51-Método Yute) (0.021) y A0B0 (Nacional-Método Cascada) (0.020) quienes presentan bajos valores. Con respecto a pH se determinó: tres grupos independientes, encontrando el menor pH en el grupo A con las interacciones: A1B0 (CCN-51-Método cascada) (5.64,) A1B1 (CCN-

51-Yute) (5.82) y A1B2 (CCN-51-Sin Fermentar) (5.76), frente a las interacciones con menor pH: A0B0 (Nacional-Cascada) (6.61) y A0B1 (Nacional-CCN-51) (6.63).

En cuanto a proteína se estableció: dos grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo B: A0B1 (Nacional-Método yute) (12.046) A0B2 (Nacional-Método sin fermentar) (11.554) y A1B1 (CCN-51-Sin Fermentar) (12.237), en comparación al grupo A: A1B0 (CCN-51- Método Cascada) (10.637) y A1B2 (CCN-51-Sin Fermentar) (10.572) que presentaron valores menores. Por otro lado, grasa y humedad no identifico grupos independientes.

Interacción AXC.

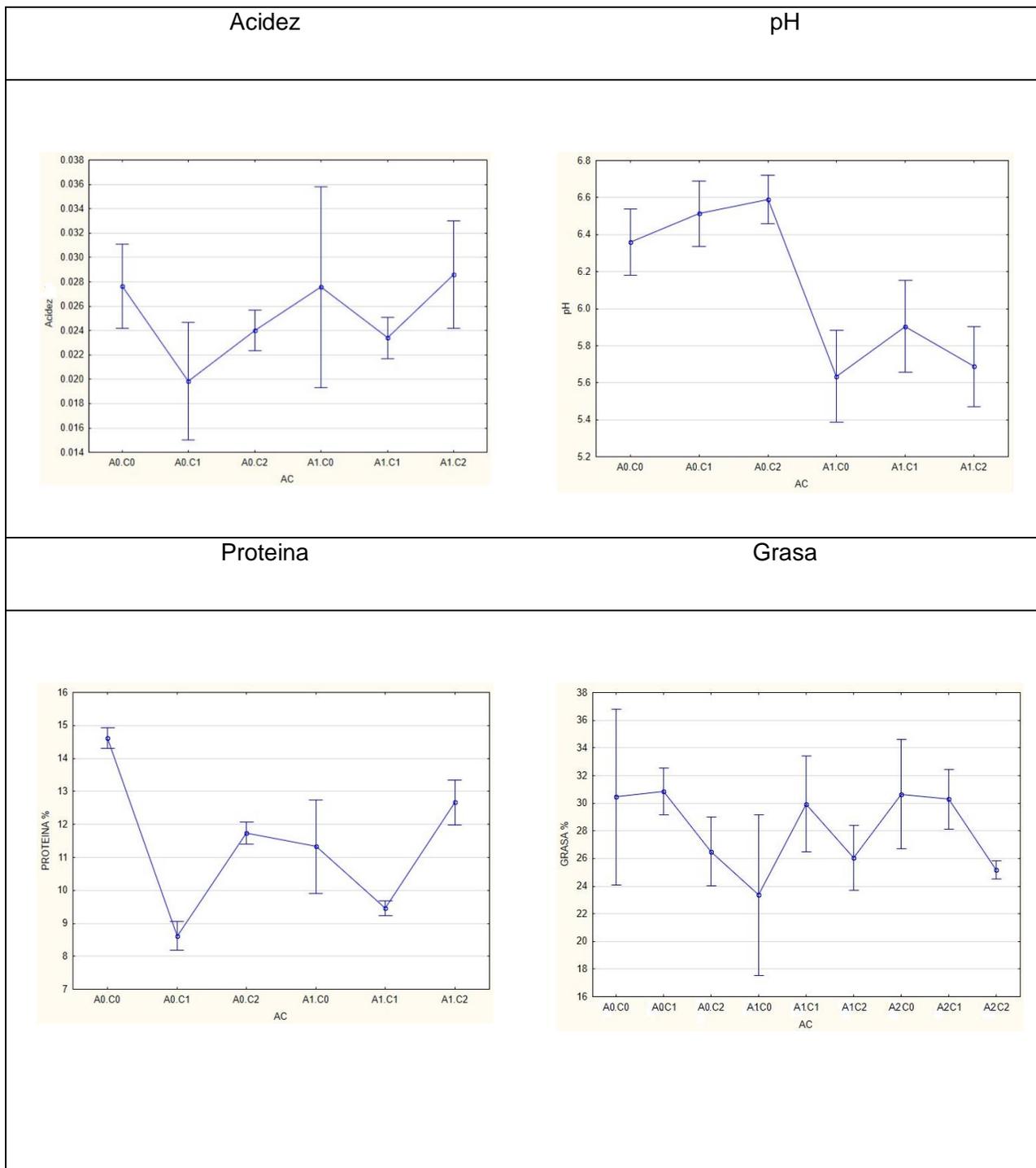
Tabla 31

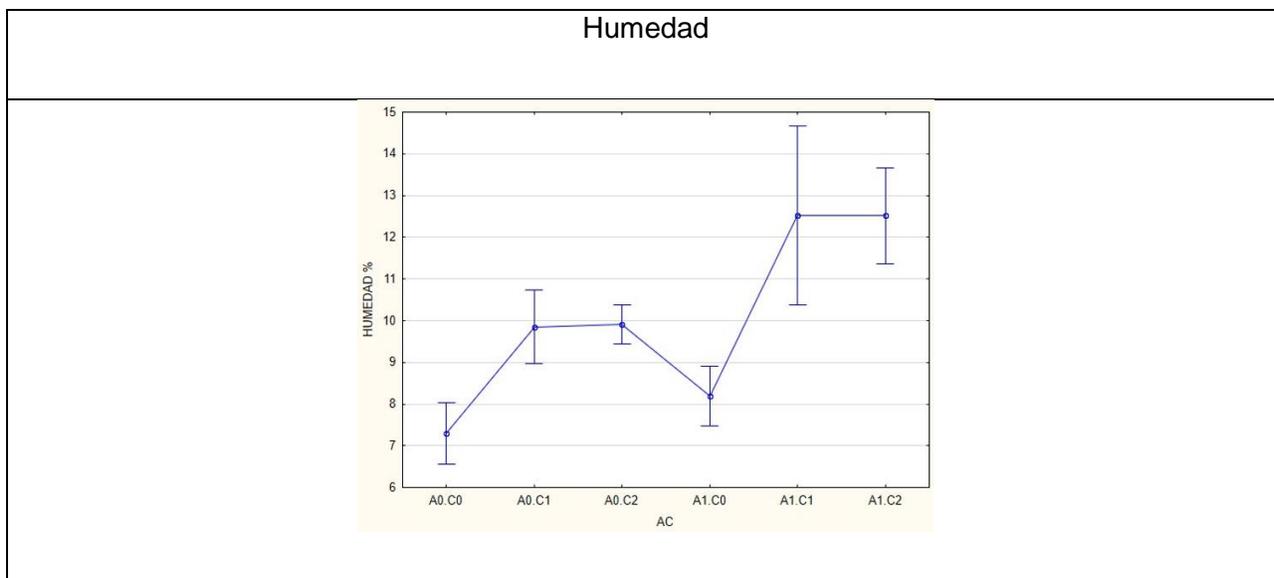
Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción AXC, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.

Interacciones	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
A0C0	0.028 A	6.36 A	14.620 D	26.13 AB	7.30 A
A0C1	0.020 A	6.51 A	8.621 A	31.00 C	9.85 B
A0C2	0.024 A	6.59 A	11.727 B	26.578 AB	9.91 B
A1C0	0.028 A	5.63 A	11.325 B	30.167 BC	8.19 A
A1C1	0.023 A	5.91 A	9.451 A	29.733 BC	12.51 C
A1C2	0.029 A	5.69 A	12.670 C	25.233 A	12.52 C

Figura 8

Resultados de variables químicas de la interacción AXC de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.





En cuanto a la figura 8 se observó los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En relación a acidez y pH no se determinó grupos independientes. Referente a proteína se identificó, tres grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo D: A0C0 (Nacional-Método cascada) (14.620), mientras la interacción A1C1 (CCN-51-Método yute) (9.451), muestra un inferior valor. Por otra parte, grasa se identificó, tres grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo C: A0C1 (Nacional-Método cemento) (31.00), mientras las interacciones: A0C0 (Nacional-Método secadora) (26.13), A0C2 (Nacional- Método asfalto) (26.578) y A1C2 (CCN-51-Método asfalto) presentaron los valores más bajos.

Con respecto a humedad se determinó: tres grupos independientes, encontrando el menor porcentaje en el grupo A con las interacciones: A0C0 (Nacional-Método cascada) (7.30) y A1C0 (CCN-51-Método secadora) (8.19), por el contrario, las interacciones: A1C1 (CCN-51-Método cemento) (12.51) y A1C2 (CCN-51-Método sin fermentar) (12.52) mostraron valores inferiores.

Interacción BXC.

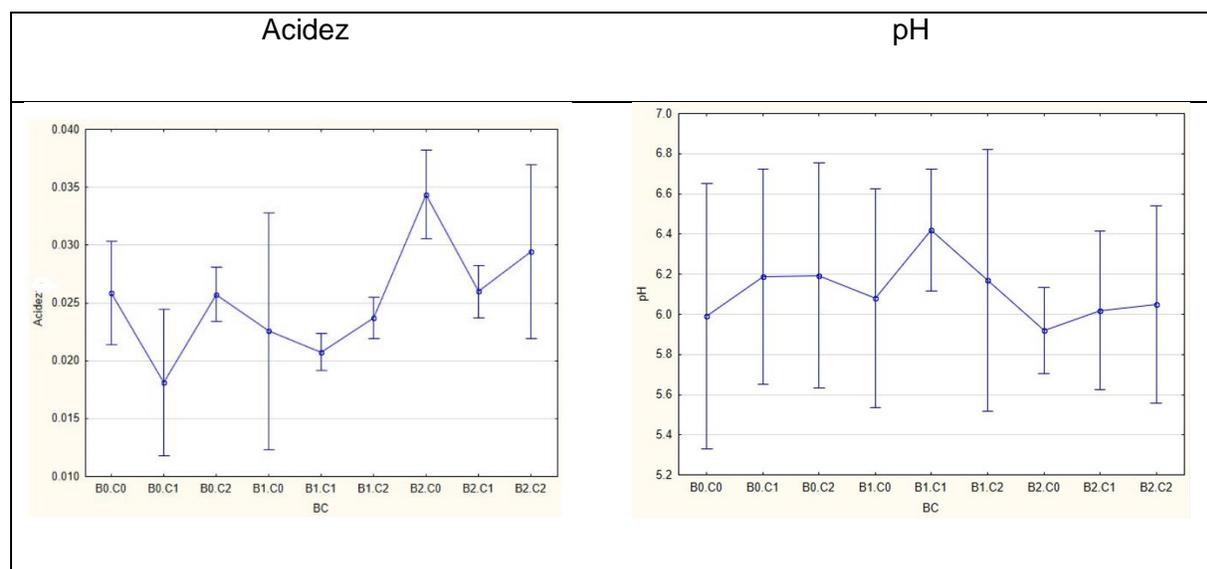
Tabla 32

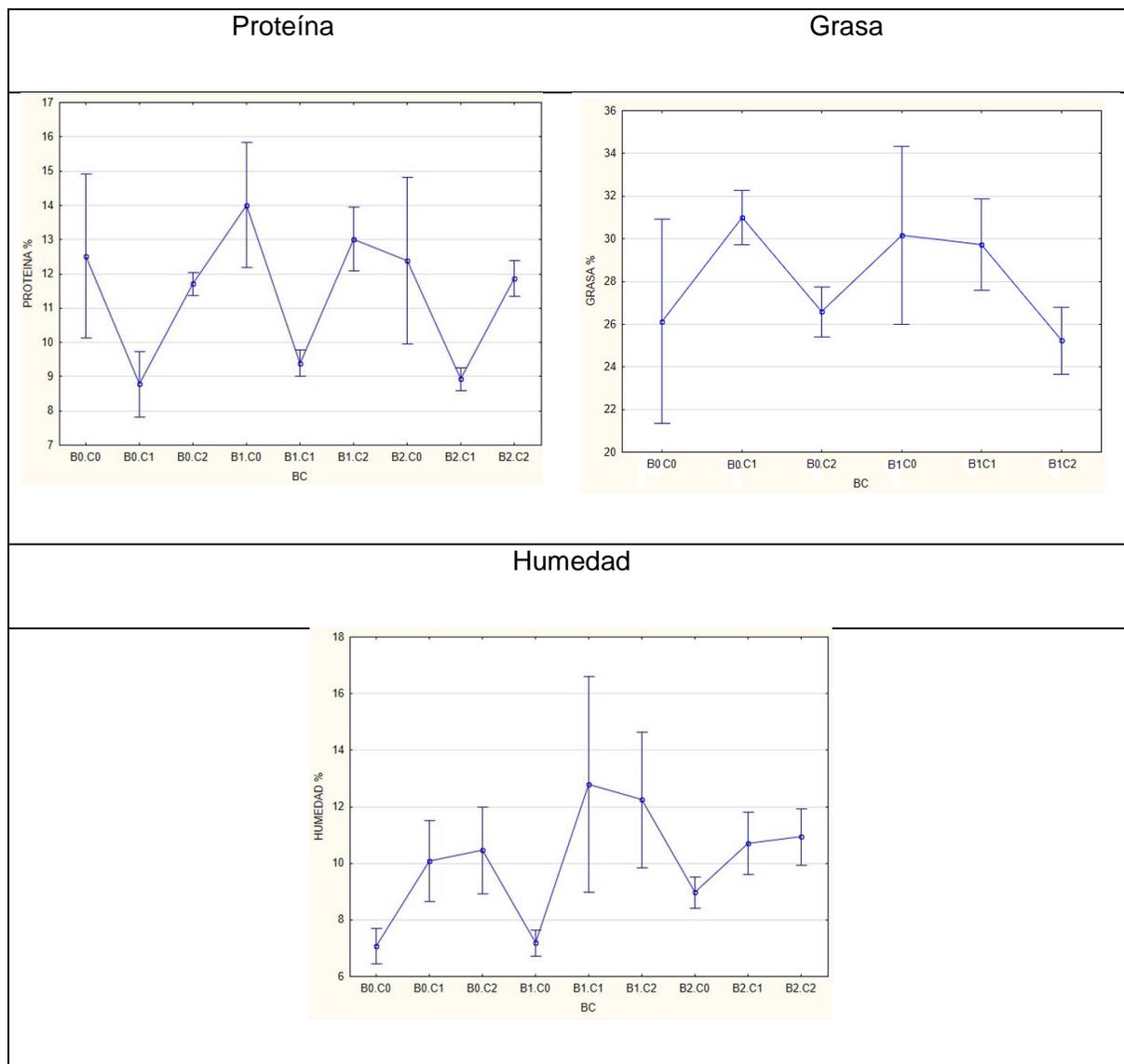
Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción BXC, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.

Interacciones	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
B0C0	0.026 BC	5.99 A	12.517 A	30.450 B	7.08 A
B0C1	0.018 A	6.19 A	8.782 A	30.850 B	10.08 BC
B0C2	0.026 BC	6.19 A	11.708 A	26.500 AB	10.46 BC
B1C0	0.023 AB	6.08 A	14.011 A	23.350 A	7.19 A
B1C1	0.021 AB	6.42 A	9.397 A	29.950 B	12.79 D
B1C2	0.024 ABC	6.17 A	13.018 A	26.050 AB	12.24 CD
B2C0	0.034 D	5.92 A	12.390 A	30.650 B	8.97 AB
B2C1	0.026 BC	6.02 A	8.930 A	30.300 B	10.70 BCD
B2C2	0.029 CD	6.05 A	11.870 A	25.167 AB	10.94 BCD

Figura 9

Resultados de variables químicas de la interacción BXC de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.





Considerando los resultados obtenidos de la prueba de Tukey, en la figura 9, en relación a pH y proteína no se determinó grupos independientes. En cuanto a acidez: se identificó, cuatro grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo D: B2C0 (Método sin fermentar-Método secadora) (0.034), en cambio las interacciones con menor acidez pertenecen al grupo A: B0C1 (Método cascada-Método cemento) (0.018), B1C1 (Método yute-Método cemento) (0.021) y B1C0 (Método yute-Método secadora) (0.023).

Por otro lado, grasa se determinó dos grupos independientes, encontrando los mayores valores en el grupo B: B0C0 (Método cascada-Método secadora) (30.450), B0C1 (Método cascada-Método cemento) (30.850), B1C1 (Método yute-Método cemento) (29.950), B2C0 (Método sin fermentar-Método secadora) (30.650) , B2C1 (Método sin fermentar-Método cemento)(30.300), en cambio las interacciones: B0C2 (Método cascada-Método asfalto), B1C2 (Método yute-Método asfalto) y B2C2 (Método sin fermentar-Método asfalto) que se encuentran en un rango bajo de 26.500 a 25.167.

Con respecto a humedad se determinó: cuatro grupos independientes, encontrando el menor porcentaje en el grupo A con las interacciones: B0C0 (Método cascada-Método secador) (7.08) y B1C0 (7.19), frente al grupo D: B1C1 (Método yute-Método cemento) (12.79) que mostro mayor humedad.

Interacción AXBXC.

Tabla 33

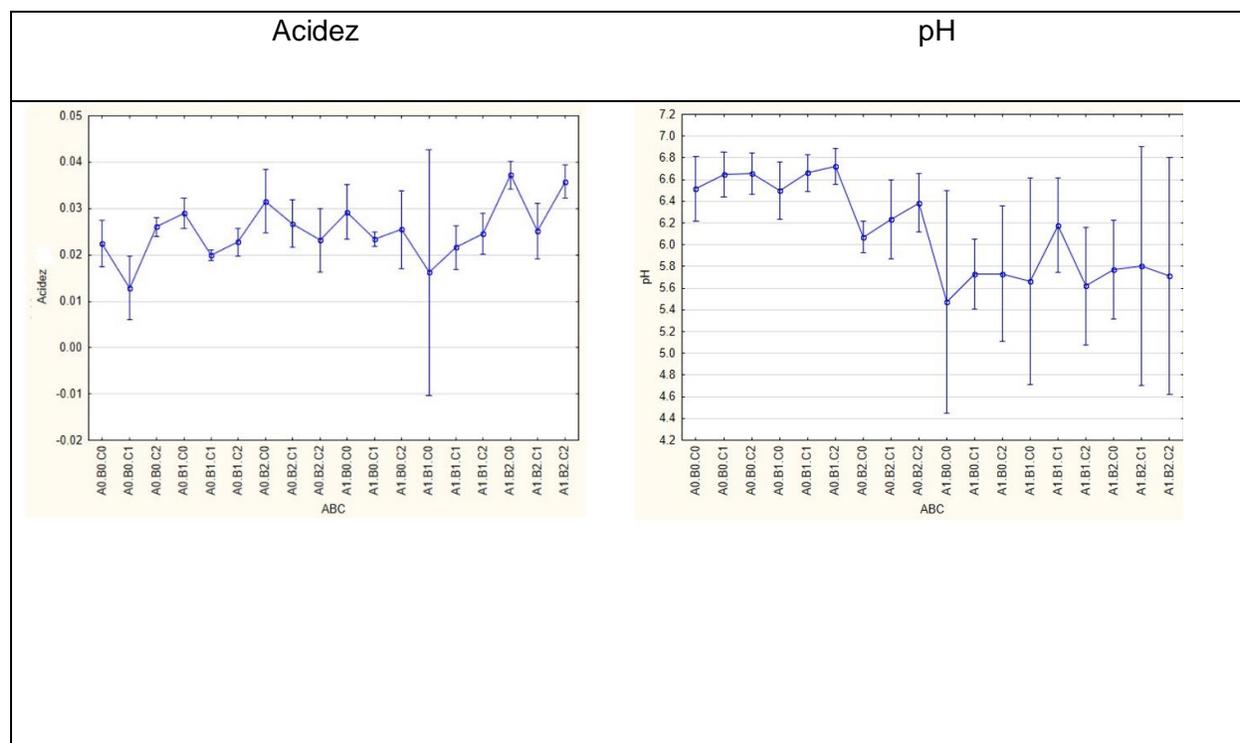
Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción AXBXC, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito.

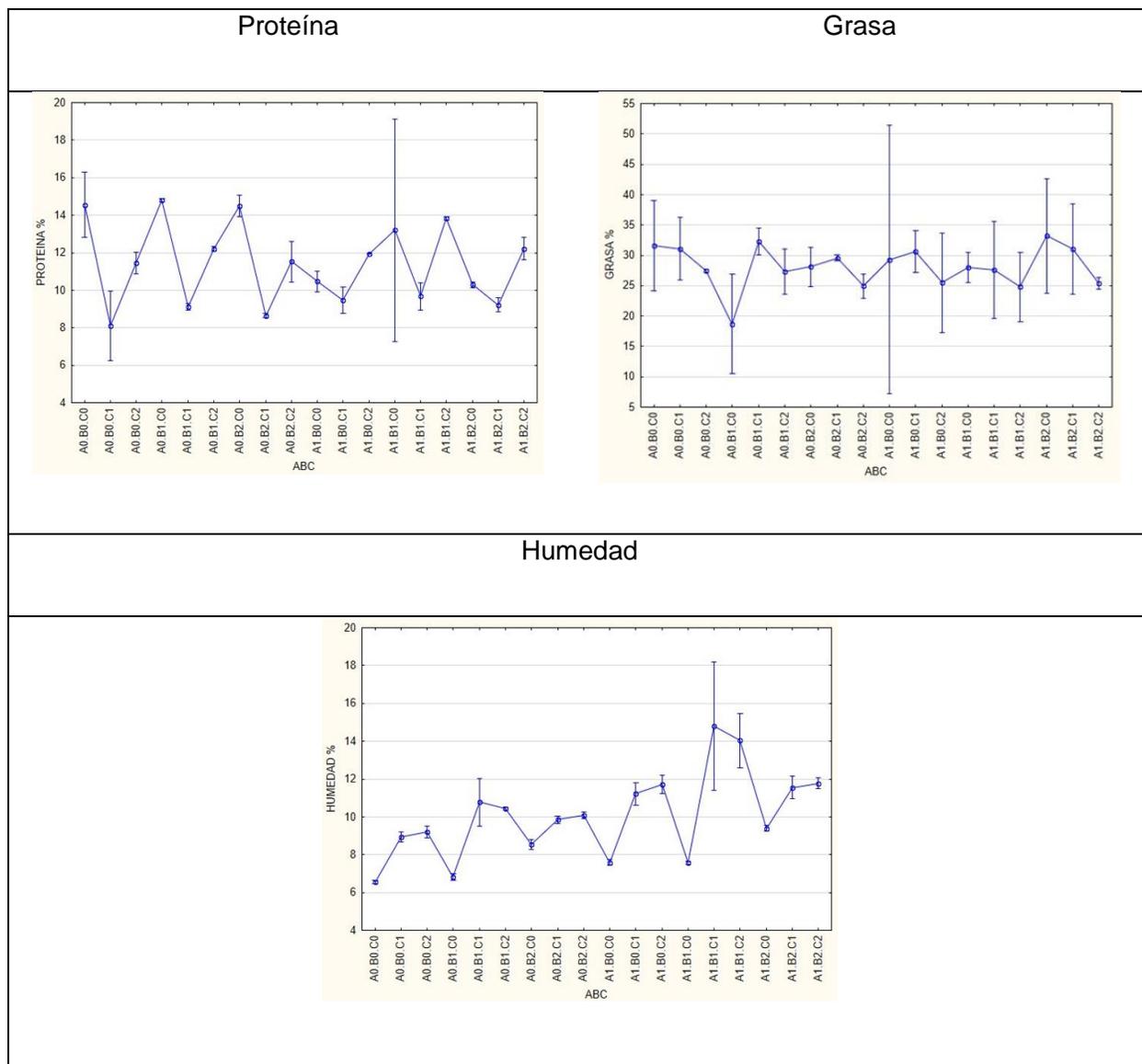
Interacciones	Acidez	Proteína	pH	Grasa	Humedad
A0B0C0	0.0224 ABCD	14.553 H	6.51 A	31.600 B	6.55 A
A0B0C1	0.0128 A	8.093 A	6.65 A	31.100 B	8.93 A
A0B0C2	0.0260 BCDE	11.455 CDEF	6.66 A	27.500 AB	9.20 A
A0B1C0	0.0289 CDEF	14.813 H	6.50 A	18.700 A	6.82 A
A0B1C1	0.0199 ABC	9.120 AB	6.66 A	32.300 B	10.78 A
A0B1C2	0.0228 ABCD	12.205 EFG	6.72 A	27.300 AB	10.44 A
A0B2C0	0.0316 DEF	14.493 H	6.07 A	28.100 B	8.54 A
A0B2C1	0.0268 CDE	8.650 AB	6.23 A	29.600 B	9.85 A

Interacciones	Acidez	Proteína	pH	Grasa	Humedad
A0B2C2	0.0232 BCD	11.520 CDEF	6.39 A	24.933 AB	10.10 A
A1B0C0	0.0293 CDEF	10.480 BCDE	5.47 A	29.300 B	7.60 A
A1B0C1	0.0234 BCD	9.470 AB	5.73 A	30.600 B	11.23 A
A1B0C2	0.0254 BCD	11.960 DEFG	5.73 A	25.500 AB	11.73 A
A1B1C0	0.0162 AB	13.208 FGH	5.66 A	28.000 B	7.57 A
A1B1C1	0.0216 ABCD	9.673 ABC	6.18 A	27.600 AB	14.80 A
A1B1C2	0.0246 BCD	13.830 GH	5.62 A	24.800 AB	14.05 A
A1B2C0	0.0372 F	10.287 BCD	5.77 A	33.200 B	9.40 A
A1B2C1	0.0252BCD	9.210 AB	5.81 A	31.000 B	11.55 A
A1B2C2	0.0358 EF	12.220 EFG	5.71 A	25.400 AB	11.77 A

Figura 10

Resultados de variables químicas de la interacción AXBXC de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito





En cuanto a la figura 10 se observó los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En relación a pH y humedad no se observó grupos independientes. Con respecto a acidez, se identificó, seis grupos independientes, encontrando el menor valor en el grupo A: A0B0C1 (Nacional-Método cascada-Método cemento) (0.0128), frente al grupo F: A1B2C0 (CCN-51-Método sin fermentar-Método secadora) (0.0372).

Para proteína se identificó, ocho grupos independientes, encontrando los mayores valores en grupo L: A0B0C0 (Nacional-Método cascada-Método secadora) (14.553), A0B1C0

(Nacional-Método yute-Método secadora) (14.813), A0B2C0 (Nacional-Método sin fermentar - Método secadora) (14.493), frente al grupo A: A0B0C1 (Nacional-Método cascada-Método cemento) (8.093).

Por otro lado, en el contenido de grasa se determinó dos grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo B: A0B0C0 (Nacional-Método cascada-Método secadora) (31.600), A0B0C1 (Nacional-Método cascada-Método cemento) (31.100), A0B1C1 (Nacional-Método yute-Método cemento) (32.300), A0B2C0 (Nacional-Método sin fermentar-Método secadora) (28.100), A0B2C1 (Nacional-Método sin fermentar-Método cemento) (29.600), A1B0C0 (CCN-51Método cascada-Método secadora) (29.300), A1B0C1 (CCN-51-Método cascada-Método cemento) (30.600), A1B1C0 (CCN-51-Método yute-Método secadora) (28.000), A1B2C0 (CCN-51-Método sin fermentar-Método secadora) (33.200) y A1B2C1 (CCN-51-Método sin fermentar-Método cemento) (31.000), frente a la interacción con menor valor la cual pertenece al grupo A: A0B1C0 (Nacional-Método yute-Método secadora) (18.700).

ANOVA de variables Cantón Buena Fe

Análisis acidez.

Tabla 34

ANOVA del porcentaje de acidez de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Buena Fe

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	0.000014	1	0.000014	1.996	0.166754
Tipo fermentación (B)	0.001319	2	0.000660	91.843	0.000000
Secado (C)	0.000282	2	0.000141	19.641	0.000002
I AXB	0.000452	2	0.000226	31.460	0.000000
I AXC	0.000122	2	0.000061	8.488	0.001023
I BXC	0.000150	4	0.000038	5.235	0.002143
I AXBXC	0.000157	4	0.000039	5.479	0.001627
Replicas	0.000022	2	0.000011	1.517	0.233890
Error	0.000244	34	0.000007		

En la tabla 34 se determinó que los factores: B (Método fermentación), C (Método secado) y las interacciones: AXB (Variedades- Método fermentación), AXC (Variedades- Método Secado), BXC (Método fermentación- Método secado) y AXBXC (Variedades- Método fermentación- Método secado) son diferentes estadísticamente, por el contrario, el factor: A (Variedades) no difiere significativamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

ANOVA pH.

Tabla 35

ANOVA de pH de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Buena Fe.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	11.514	1	11.514	286.69	0.000000
Tipo fermentación (B)	0.440	2	0.220	5.48	0.008678
Secado (C)	2.045	2	1.023	25.46	0.000000
I AXB	0.602	2	0.301	7.49	0.002019
I AXC	0.045	2	0.023	0.57	0.573283
I BXC	0.270	4	0.067	1.68	0.177654
I AXBXC	0.167	4	0.042	1.04	0.400660
Replicas	0.125	2	0.062	1.55	0.226683
Error	1.365	34	0.040		

En la tabla 35 se observó que los factores: A (Variedades), B (Método fermentación), C (Método secado) y la interacción: AXB (Variedades- Método fermentación), son diferentes estadísticamente por el contrario las interacciones: AXC (Variedades-secado), BXC (Método fermentación- Método secado) y AXBXC (Variedades- Método fermentación- Método secado), no difieren significativamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

ANOVA porcentaje de proteína.

Tabla 36

ANOVA del porcentaje de proteína de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$)

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	1.915	1	1.915	89.6	0.000000
Método fermentación (B)	40.741	2	20.371	952.9	0.000000
Método secado (C)	292.930	2	146.465	6851.2	0.000000
I AXB	18.054	2	9.027	422.3	0.000000
I AXC	15.893	2	7.947	371.7	0.000000
I BXC	22.050	4	5.513	257.9	0.000000
I AXBXC	16.944	4	4.236	198.1	0.000000
Replicas	0.041	2	0.021	1.0	0.390440
Error	0.727	34	0.021		

En la tabla 36 se observó que los factores: A (Variedades), B (Método fermentación), C (Método secado) y las interacciones: AXB (Variedades- Método fermentación), AXC (Variedades-Método secado), BXC (Método fermentación- Método secado) y AXBXC (Variedades- Método fermentación- Método secado) son diferentes estadísticamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis de porcentaje grasa

Tabla 37

ANOVA de porcentaje de grasa de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$)

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	15.57	1	15.57	2.890	0.098264
Método fermentación (B)	5.25	2	2.63	0.488	0.618356
Método secado (C)	106.95	2	53.48	9.923	0.000403
I AXB	11.83	2	5.91	1.097	0.345255
I AXC	47.59	2	23.80	4.416	0.019734
I BXC	144.36	4	36.09	6.697	0.000436
I AXBXC	232.24	4	58.06	10.774	0.000009
Replicas	1.36	2	0.68	0.126	0.881744
Error	183.23	34	5.39		

La tabla 37 se muestra que el factor: C (Método secado) y las interacciones: AXC (Variedades-Método secado), BXC (Método fermentación- Método secado) y AXBXC (Variedades- Método fermentación- Método secado) son diferentes estadísticamente, por el contrario, los factores: A (Variedades), B (Método fermentación), y las interacciones: AXB (Variedades- Método fermentación, no difiere significativamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis de porcentaje humedad

Tabla 38

ANOVA de porcentaje de humedad de dos variedades de cacao aplicando diferentes métodos de fermentación y secado ($p < 0,05$) en la zona de Buena Fe

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	63.115	1	63.115	48.705	0.000000
Tipo fermentación (B)	23.190	2	11.595	8.948	0.000755
Secado (C)	173.550	2	86.775	66.963	0.000000
I AXB	5.832	2	2.916	2.250	0.120829
I AXC	12.464	2	6.232	4.809	0.014479
I BXC	25.022	4	6.255	4.827	0.003422
I AXBXC	3.286	4	0.821	0.634	0.641753
Replicas	6.988	2	3.494	2.696	0.081875
Error	44.059	34	1.296		

La tabla 38 se observó que los factores: A (Variedades), B (Método fermentación), C (Método secado) y las interacciones: AXC (Variedades-Método secado) y BXC (Método fermentación- Método secado) son diferentes estadísticamente, por el contrario, las interacciones: AXB (Variedades- Método fermentación) y AXBXC (Variedades- Método fermentación- Método secado), no difiere significativamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis de Tukey de Buena Fe

Factor A (Variedades).

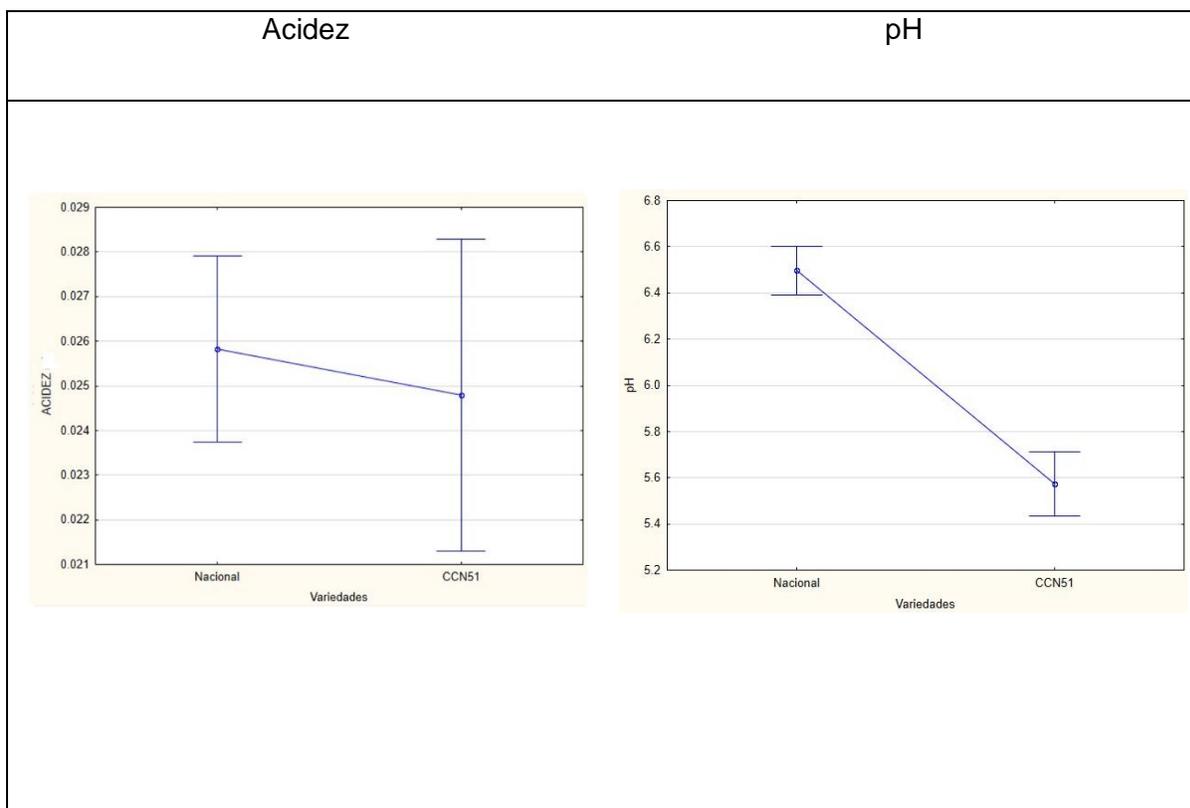
Tabla 39

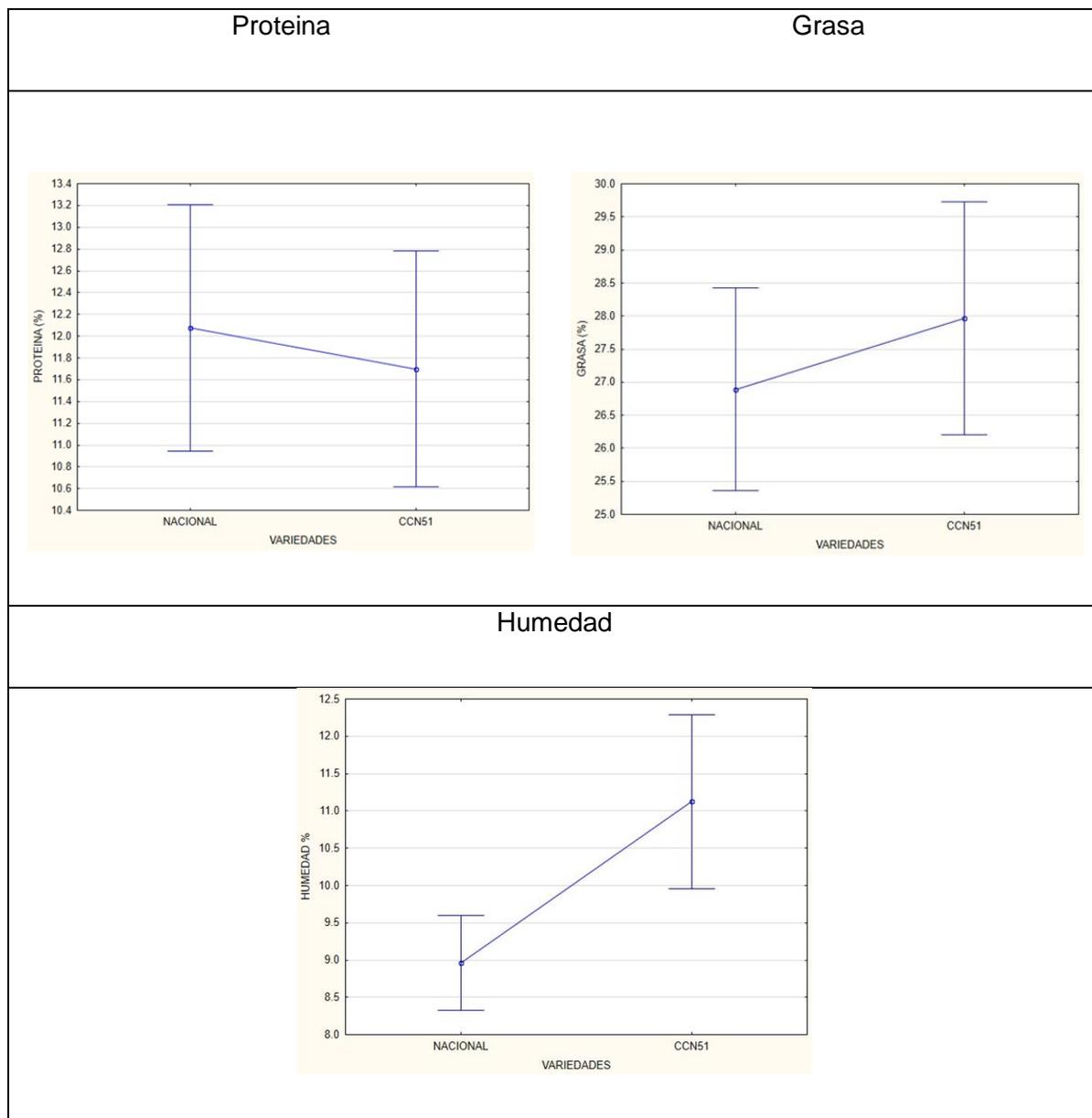
Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para el factor A, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe

Variedades	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
Nacional	0.026 A	6.50 B	12.076 B	26.893 A	8.96 A
CCN-51	0.025 A	5.57 A	11.699 A	27.967 A	11.12 B

Figura 11

Resultados de variables químicas del factor A de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.





La figura 11 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto acidez y grasa no se determinó grupos independientes. Por otro lado, pH se estableció, dos grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo B: cacao Nacional (6.50), frente a cacao CCN-51 (5.57) que pertenece al grupo A con un valor inferior.

Con respecto a proteína se determinó, dos grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo B: cacao Nacional (12.076), frente a cacao CCN-51 (11.699) que

pertenece al grupo A con un valor inferior. Con relación a humedad se determinó, dos grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo B: cacao CCN-51 (11.12), frente a cacao Nacional (8.96) el cual presento un valor más bajo.

Factor B.

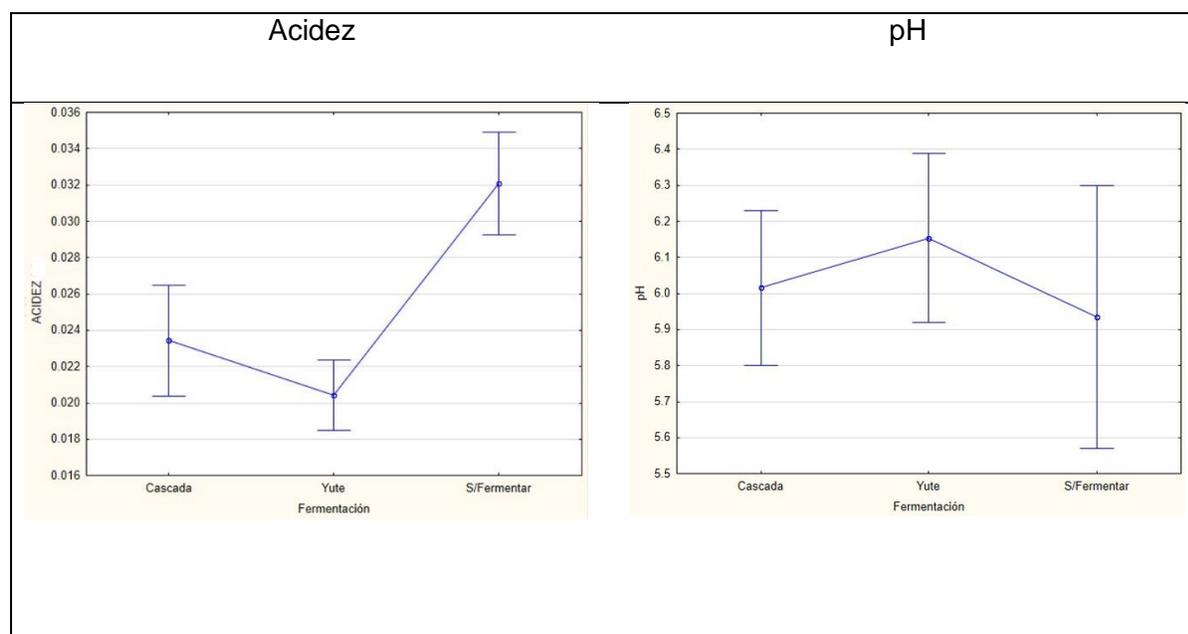
Tabla 40

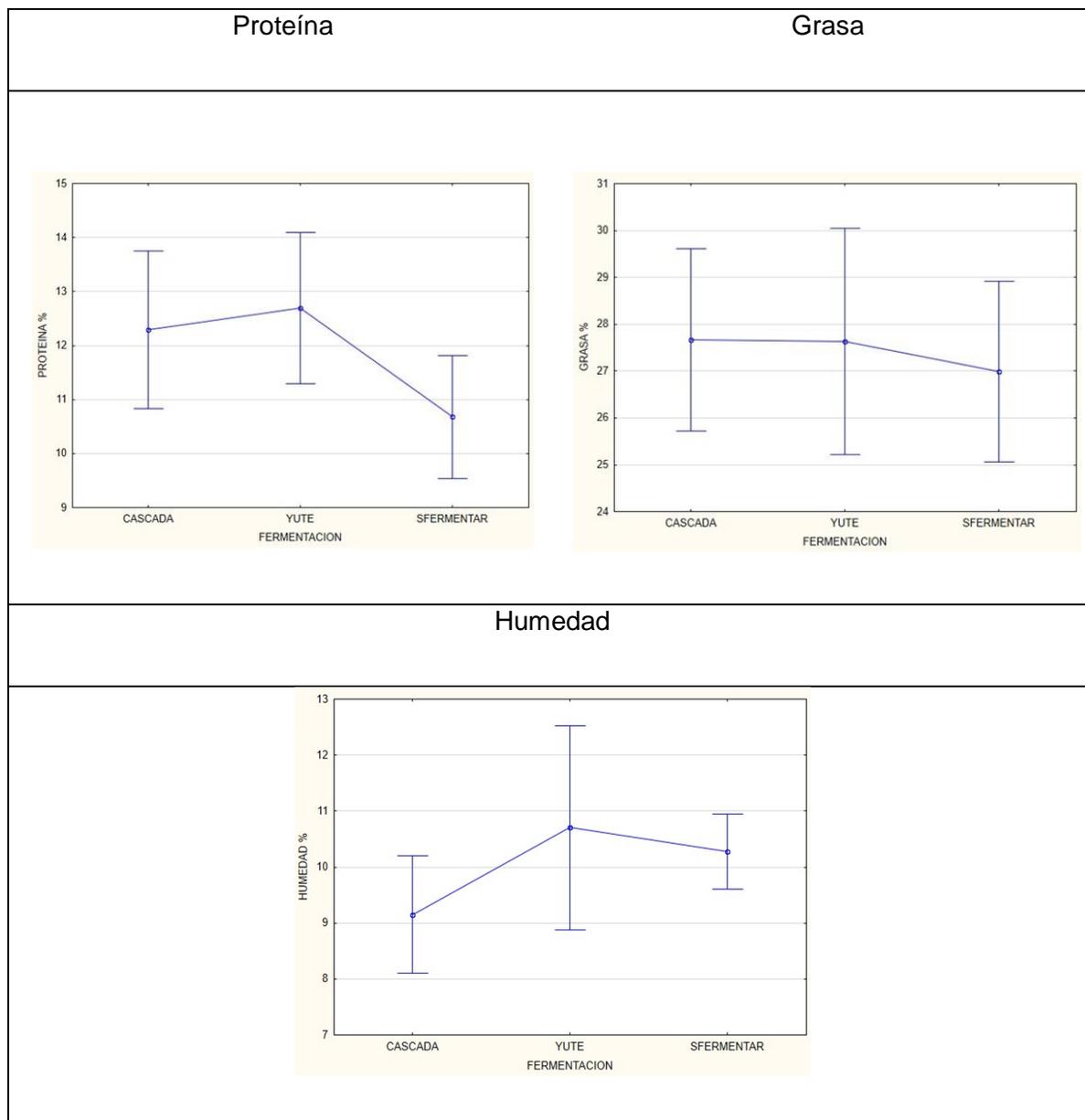
Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para el factor B, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.

Métodos	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
Cascada	0.023 B	6.02 AB	12.293 B	27.667 A	9.15 A
Yute	0.020 A	6.15 B	12.689 C	27.633 A	10.70 B
S fermentar	0.032 C	5.94 A	10.681 A	26.989 A	10.28 B

Figura 12

Resultados de variables químicas del factor B de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.





En la figura 12 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto a grasa no se identificó grupos independientes. Con relación acidez, se determinó, tres grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo B: M. Sin Fermentar (0.032), seguido del grupo B: M. Cascada (0.023) y M. yute (0.020) que corresponde al grupo A con un valor bajo. Por otro lado, en cuanto al pH se determinó: dos grupos independientes, encontrando el

menor pH en el grupo A: Sin Fermentar (5.94) y Cascada (6.02) frente al grupo B: M. yute (6.15) con un valor superior.

Por otra parte, en proteína se estableció, tres grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo B: M. Yute (12.142) mientras que: M. Cascada (12.293) y M. sin Fermentar (10.681), (grupo A y B) presentaron valores menores. Por otro lado, humedad se determinó, dos grupos independientes, encontrando los mayores valores en el grupo B: M. yute (10.70) y M. sin fermentar (10.28), frente a M. cascada (9.15) quien presento menor porcentaje de humedad.

Factor C.

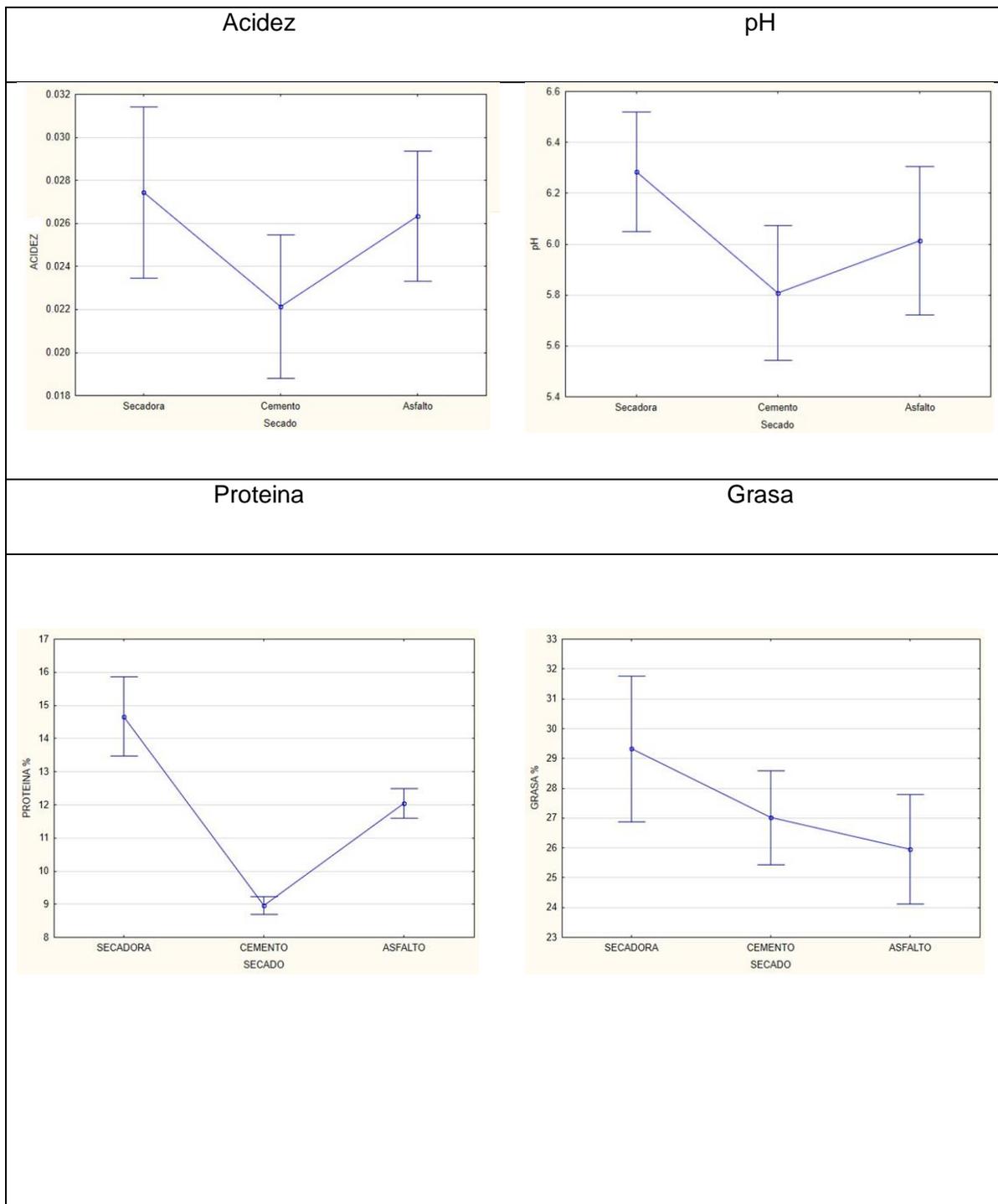
Tabla 41

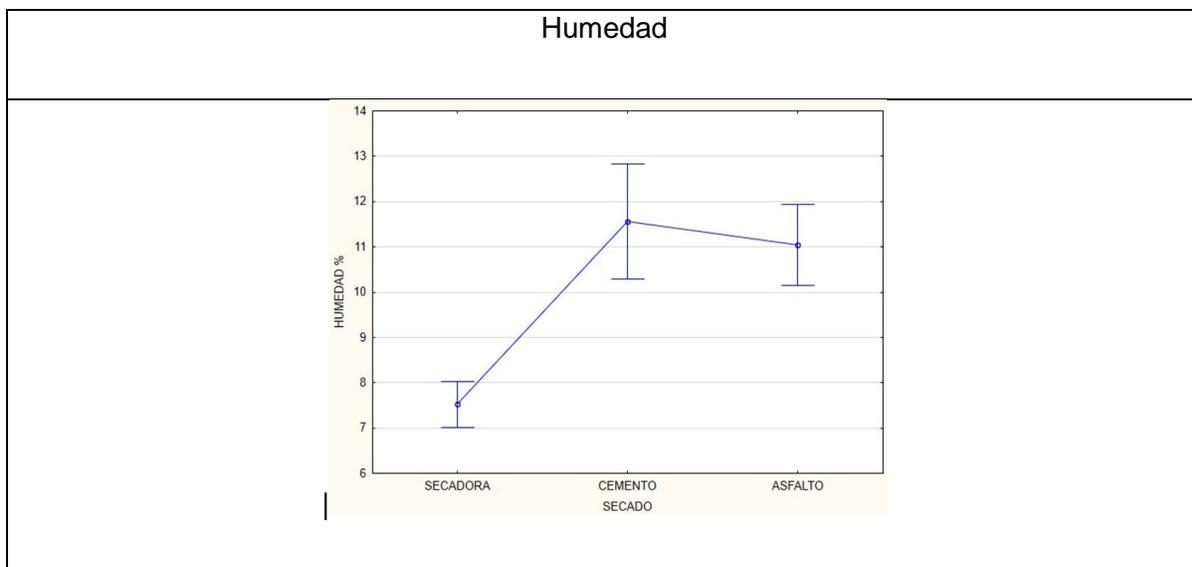
Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para el factor C, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.

Métodos	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
Secadora	0.027 B	6.28 C	14.663 C	29.322 B	7.52 A
Cemento	0.022 A	5.81 A	8.963 A	27.017 A	11.56 B
Asfalto	0.026 B	6.01 B	12.038 B	25.950 A	11.04 B

Figura 13

Resultados de variables químicas del factor C de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.





En la figura 13 se observa los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. Con respecto a acidez, se determinó, dos grupos independientes, encontrando los mayores valores en el grupo B: M. secadora (0.027) y M. asfalto (0.026), frente al grupo B: M. cemento (0.022), que presentó un valor menor.

En relación a pH se determinó: tres grupos independientes, encontrando el menor pH en el grupo A: M. cemento (5.81) frente al grupo B: M. asfalto (6.21) y M. asfalto (6.01) con valores superiores. Por otro lado, en cuanto a proteína, se identificó tres grupos independientes, encontrando el mayor porcentaje en el grupo C: M. secadora (14.663) mientras que: M. asfalto (12.038) pertenece al grupo B y finalmente el grupo A con menor proteína M. cemento (8.963).

Referente a grasa se identificó dos grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo C: M. secadora (29.322) mientras que los métodos: M. secadora (28.150) y M. asfalto (25.950) pertenecen al grupo A con menor contenido de grasa.

Con respecto a humedad se identificó dos grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo C: M. cemento (11.56) y M. asfalto (11.04) mientras que el Método secadora (7.52) el cual pertenece al grupo A con menor contenido de grasa.

Factor AXB.

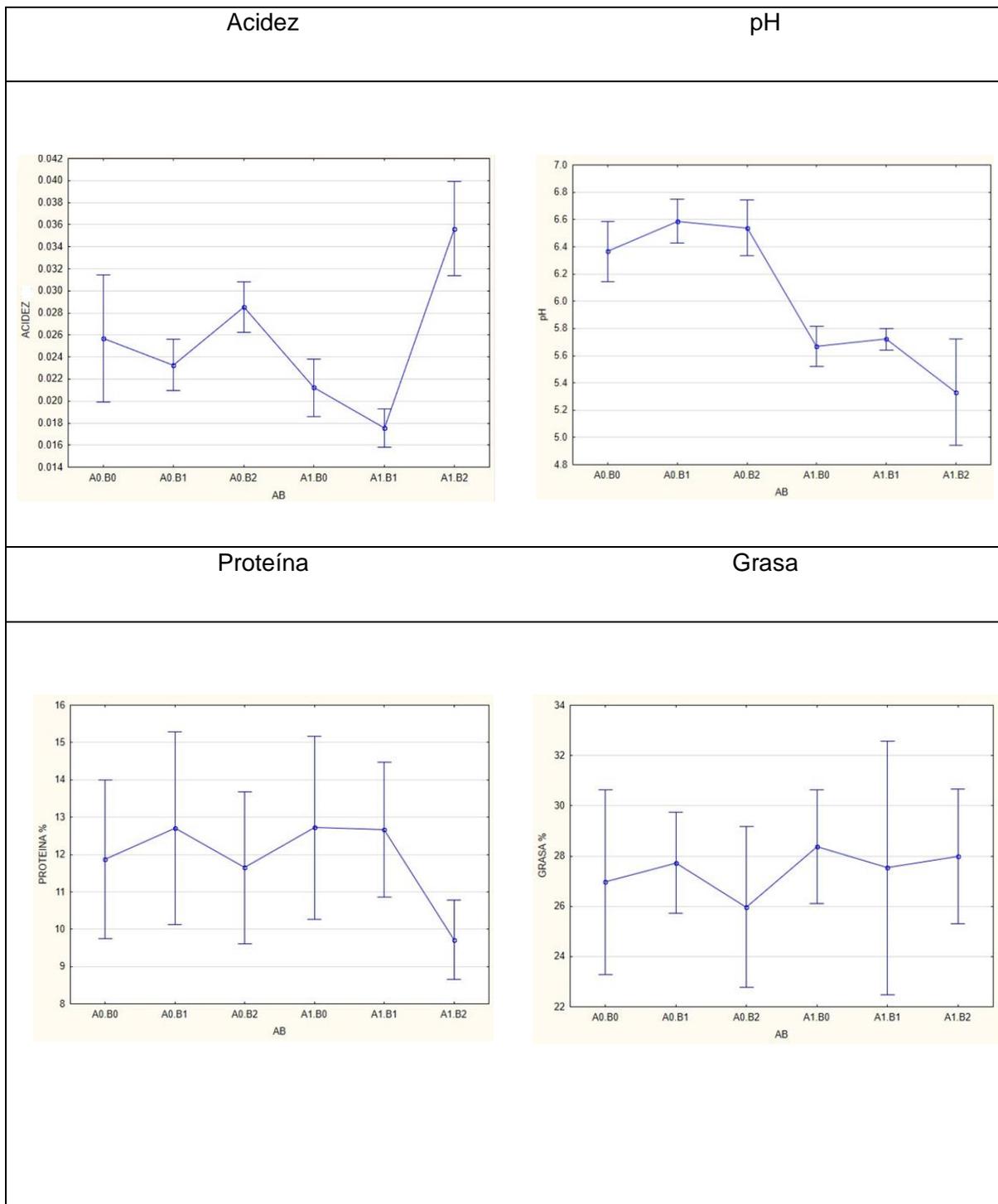
Tabla 42

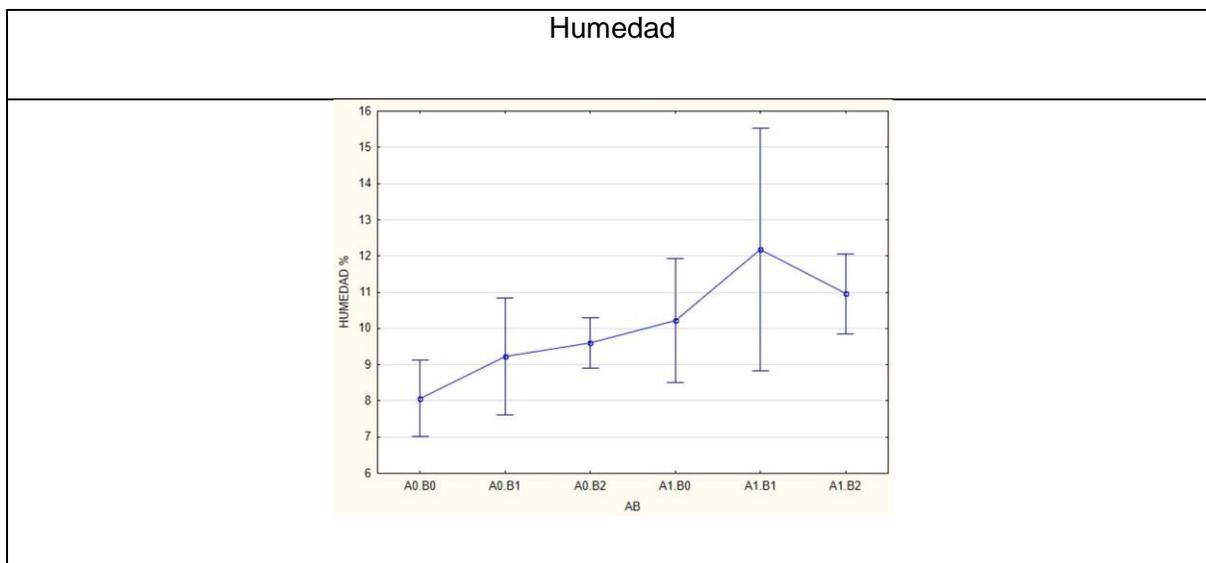
Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción AXB, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.

Interacción	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
A0B0	0.026 CD	6.37 C	11.870 C	26.967 A	8.07 A
A0B1	0.023 BC	6.59 C	12.713 D	27.733 A	9.22 A
A0B2	0.029 D	6.54 C	11.645 B	25.978 A	9.60 A
A1B0	0.021 AB	5.67 B	12.717 D	28.367 A	10.23 A
A1B1	0.018 A	5.72 B	12.665 D	27.533 A	12.18 A
A1B2	0.036 E	5.33 A	9.717 A	28.000 A	10.95 A

Figura 14

Resultados de variables químicas para la interacción AXB, de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.





La figura 14 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. Referente a acidez, se determinó, cinco grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo E en la interacción: A1B2 (CCN-51-Método sin Fermentar) (0.036), frente al grupo A: A1B1 (CCN-51- Método Yute) (0.018) y A1B0 (CCN-51-Método Cascada) (0.021) quienes presentan bajos valores. Con respecto a pH se determinó: tres grupos independientes, encontrando el menor pH en el grupo A en la interacción: A1B2 (CCN-51-Método sin Fermentar), frente al grupo C donde las interacciones: A0B0 (Nacional-Método cascada) (6.37), A0B1 (Nacional-Método Yute) (6.59) y A1B2 (CCN-51-Sin Fermentar) (5.76), frente a las interacciones con menor pH: A0B0 (Nacional-Cascada) (6.61) y A0B1 (Nacional-CCN-51) (6.54), que pertenecen al grupo A.

En cuanto a proteína se estableció: cuatro grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo D: A0B1 (Nacional-Método yute) (12.713) A1B0 (CCN-51-Método cascada) (12.717) y A1B1 (CCN-51-Sin Fermentar) (12.665), en comparación al grupo A: A1B2 (CCN-51-Sin Fermentar) (9.717) que presentaron valores menores. Por otro lado, grasa y humedad no identifico grupos independientes.

Interacción AXC.

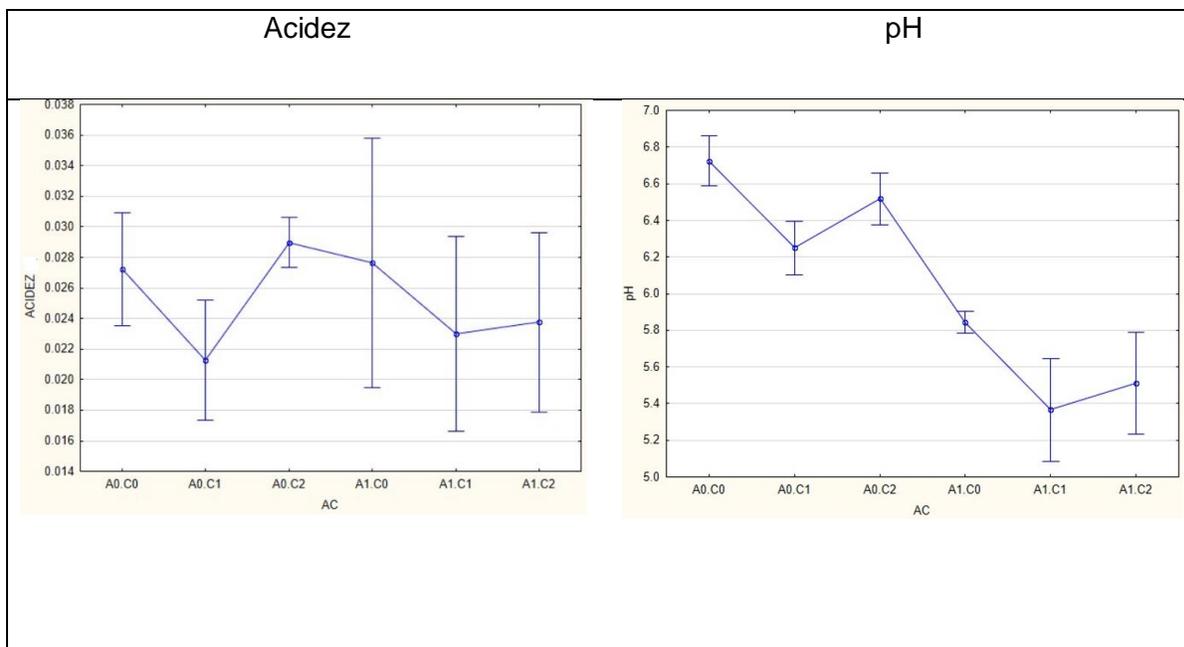
Tabla 43

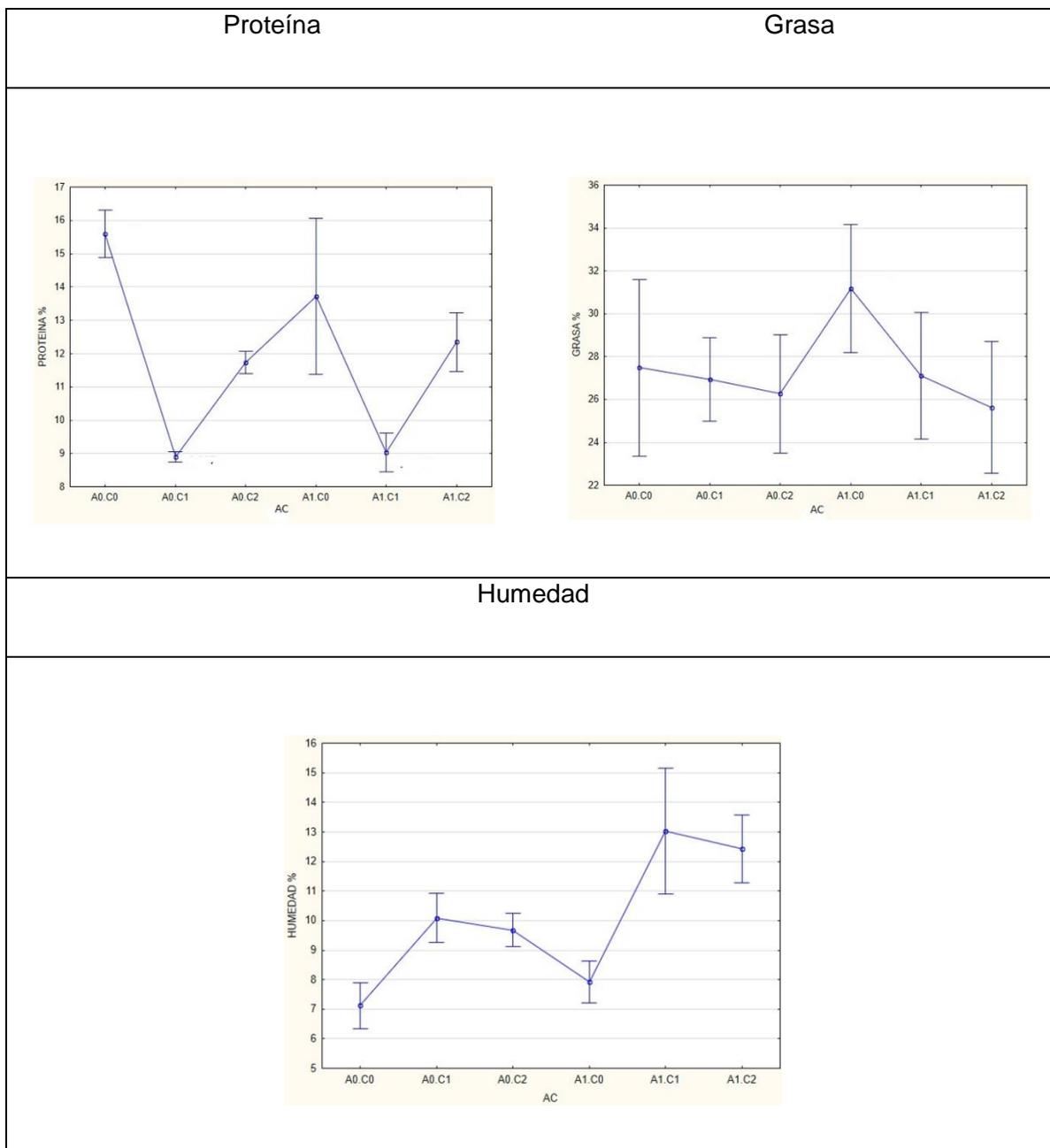
Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción AXC, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.

Interacción	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
A0C0	0.0381 A	6.085 A	15.605 E	27.478 A	7.12 A
A0C1	0.0362 A	6.408 A	8.897 A	26.933 A	10.09 B
A0C2	0.0369 A	6.250 A	11.727 B	26.267 A	9.67 B
A1C0	0.0289 A	6.467 A	13.720 D	31.167 B	7.93 A
A1C1	0.0276 A	6.605 A	9.030 A	27.100 A	13.02 C
A1C2	0.0307 A	6.488 A	12.348 C	25.633 A	12.42 C

Figura 15

Resultados de variables químicas para la interacción AXC de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.





En cuanto a la figura 15 se observó los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En relación a acidez, pH y grasa no se determinó grupos independientes. Referente a proteína se identificó, cinco grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo D: A1C0 (CCN-51-Método cascada) (13.720), mientras la interacción del grupo A: A1C1 (CCN-51-Método yute) (9.030), muestra un inferior valor.

Con respecto a humedad se determinó: tres grupos independientes, encontrando el menor porcentaje en el grupo A con las interacciones: A0C0 (Nacional-Método cascada) (7.12) y A1C0 (CCN-51-Método secadora) (7.93), por el contrario, las interacciones: A1C1 (CCN-51-Método cemento) (13.02) y A1C2 (CCN-51-Método sin fermentar) (12.42) mostraron valores inferiores.

Factor BXC.

Tabla 44

Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción BXC, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.

Interacción	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
B0C0	0.027 BC	6.25 A	15.977 G	31.000 BC	6.85 A
B0C1	0.017 A	5.79 A	9.195 B	26.050 A	10.41 BC
B0C2	0.026 B	6.01 A	11.708 D	25.950 A	10.18 BC
B1C0	0.021 A	6.29 A	15.710 G	31.300 C	6.93 A
B1C1	0.019 A	5.99 A	9.340 B	26.650 AB	13.06 D
B1C2	0.021 A	6.19 A	13.018 F	24.950 A	12.11 CD
B2C0	0.036 D	6.31 A	12.300 E	25.667 A	8.79 AB
B2C1	0.030 BCD	5.65 A	8.355 A	28.350 ABC	11.20 CD
B2C2	0.032 CD	5.85 A	11.387 C	26.950 ABC	10.84 AB

En cuanto al pH no se determinó grupos independientes, en cambio acidez: se identificó, tres grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo D: B2C0 (Método sin fermentar-Método secadora) (0.036), en cambio las interacciones con menor acidez pertenecen al grupo A: B0C1 (Método cascada-Método cemento) (0.017), B1C0 (Método yute-

Método secadora) (0.021), B1C1 (Método yute-Método cemento) (0.019) y B1C2 (Método yute-Método sin fermentar) (0.021).

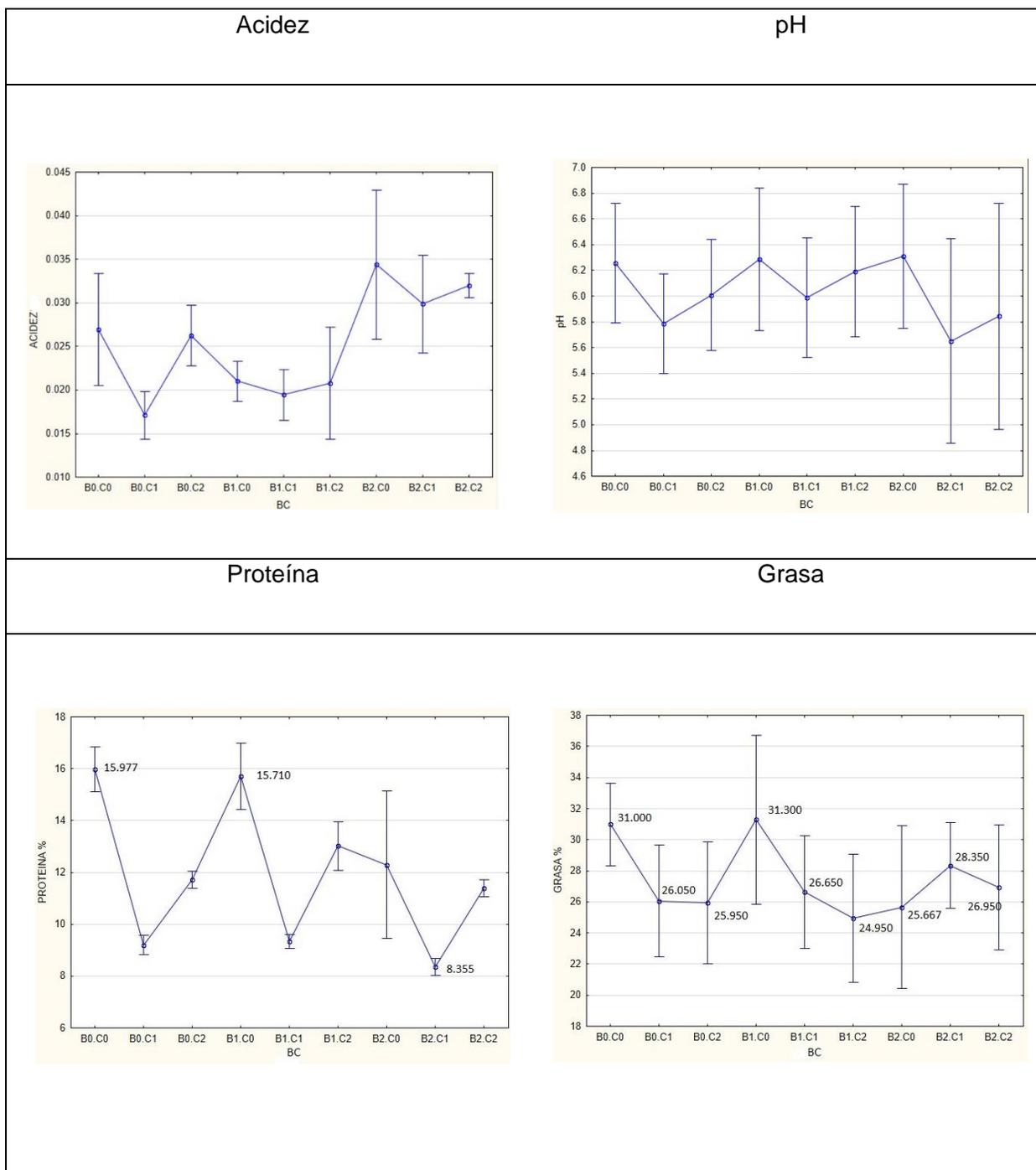
En cuanto a proteína se identificó, siete grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo G: B0C0 (Método cascada-Método secadora) (15.977), B1C0 (Método yute-Método secadora) (15.710), frente a la interacción del grupo A: B2C1 (Método sin fermentar-Método cemento) (8.355) la cual presento bajo contenido de proteína.

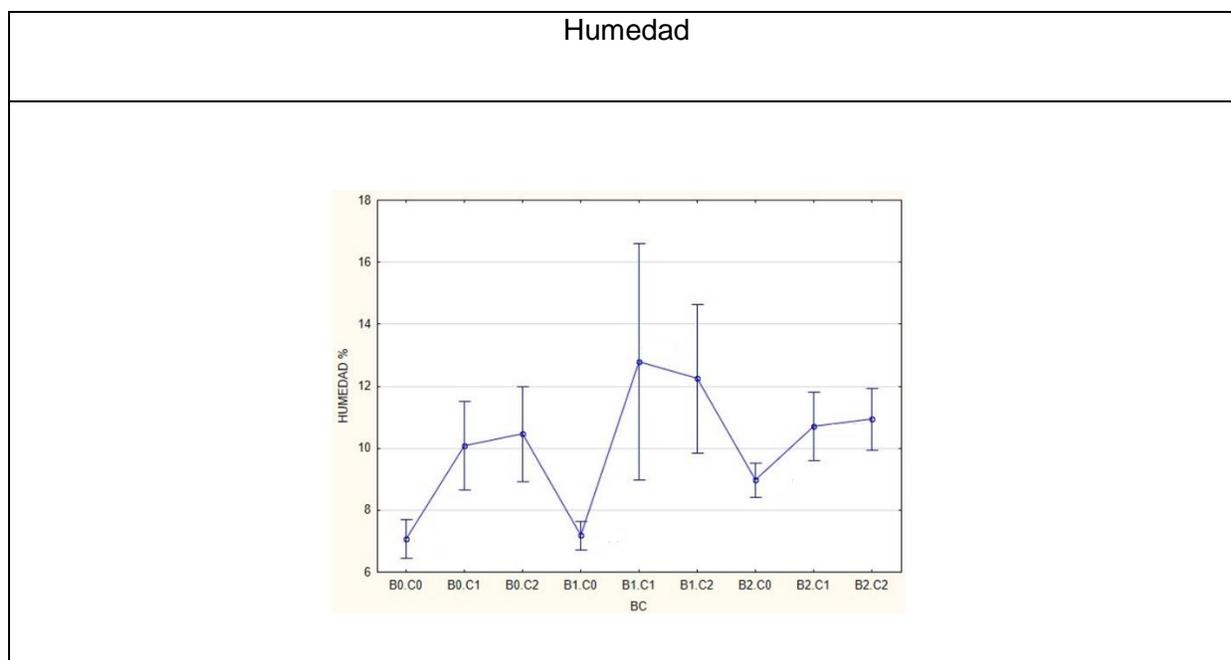
Por otro lado, grasa se determinó tres grupos independientes, encontrando los mayores valores en el grupo C: B1C0 (Método yute-Método secadora) (31.300), frente al grupo con menor grasa: B0C1 (Método cascada-Método cemento) (26.050), B0C2 (Método cascada-Método asfalto) (25.950), B1C2 (Método yute-Método asfalto) (24.950) y B2C0 (25.667).

Referente humedad se observó, cuatro grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo D: B1C1 (Método yute-Método cemento) (13.06), frente al grupo A: B0C0 (Método cascada-Método secadora) (6.85), B1C0 (Método yute-Método secadora) (6.93) quienes presentaron los valores más bajos.

Figura 16

Resultados de variables químicas para la interacción BXC de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.



**AXBXC.****Tabla 45**

Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción AXBXC, sobre variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.

Interacción	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
A0B0C0	6.63 A	6.040 A	15.977 K	32.600 EF	6.36 A
A0B0C1	6.11 A	6.345 A	9.195 BC	25.700 ABCDE	9.10 A
A0B0C2	6.36 A	6.140 A	11.708 F	22.600 ABC	8.74 A
A0B1C0	6.76 A	6.495 A	15.710 L	28.700 BCDEF	6.56 A
A0B1C1	6.38 A	6.855 A	9.340 CD	26.800 ABCDEF	10.82 A
A0B1C2	6.62 A	6.580 A	13.018 H	27.700 ABCDEF	10.28 A
A0B2C0	6.79 A	5.720 A	12.300 J	21.133 A	8.44 A
A0B2C1	6.26 A	6.025 A	8.355 B	28.300 BCDEF	10.35 A
A0B2C2	6.57 A	6.030 A	11.387 FG	28.500 BCDEF	10.00 A

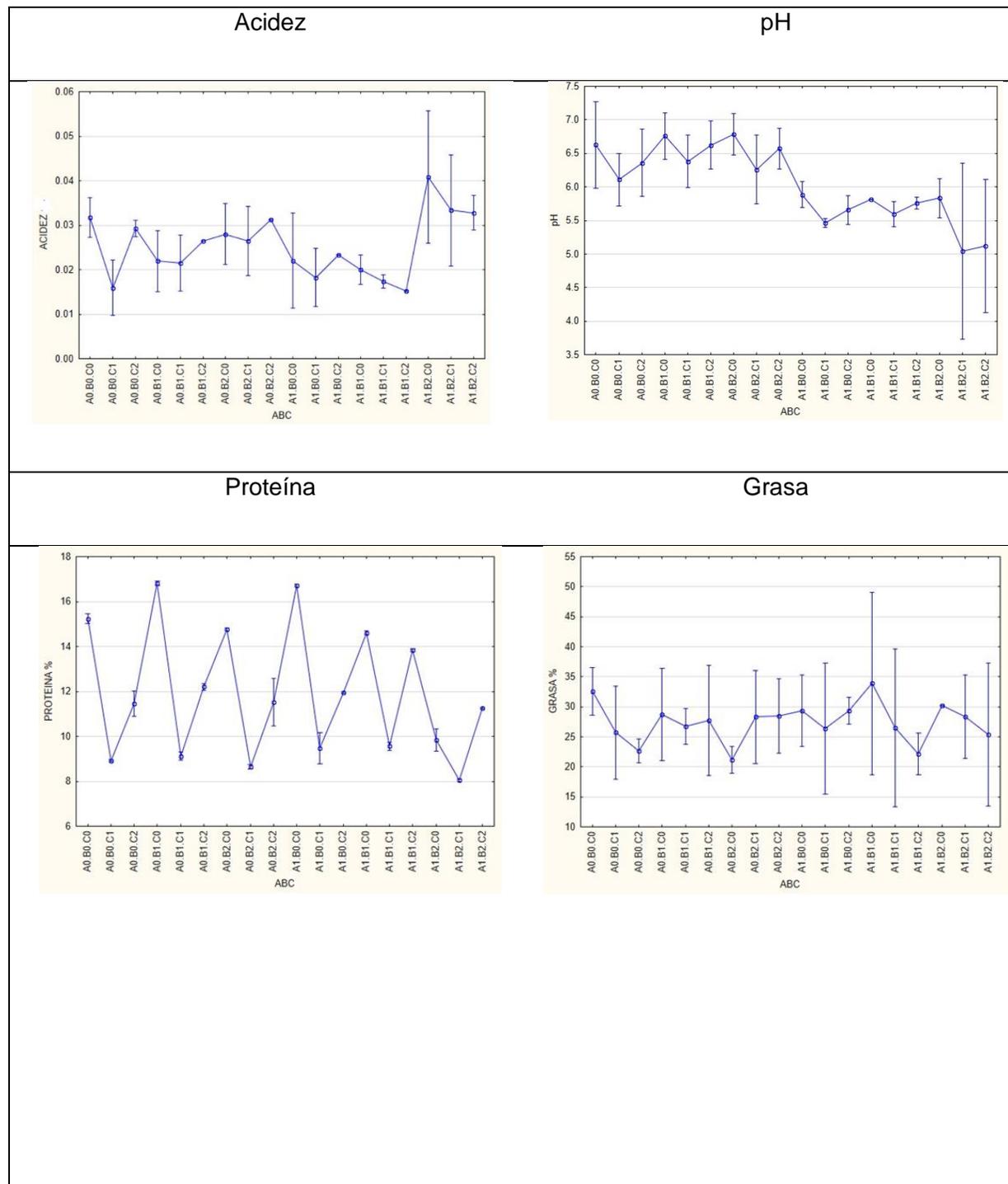
Interacción	Acidez	pH	Proteína	Grasa	Humedad
A1B0C0	5.88 A	6.560 A	15.977 L	29.400 CDEF	7.34 A
A1B0C1	5.46 A	6.725 A	9.195 DE	26.400 ABCDE	11.73 A
A1B0C2	5.66 A	6.655 A	11.708 GH	29.300 BCDEF	11.63 A
A1B1C0	5.81 A	6.810 A	15.710 J	33.900 F	7.31 A
A1B1C1	5.60 A	6.915 A	9.340 DE	26.500 ABCDE	15.30 A
A1B1C2	5.76 A	6.790 A	13.018 I	22.200 AB	13.95 A
A1B2C0	5.83 A	6.030 A	12.300 E	30.200 DEF	9.14 A
A1B2C1	5.04 A	6.175 A	8.355 A	28.400 BCDEF	12.05 A
A1B2C2	5.12 A	6.020 A	11.387 F	25.400 ABCD	11.67 A

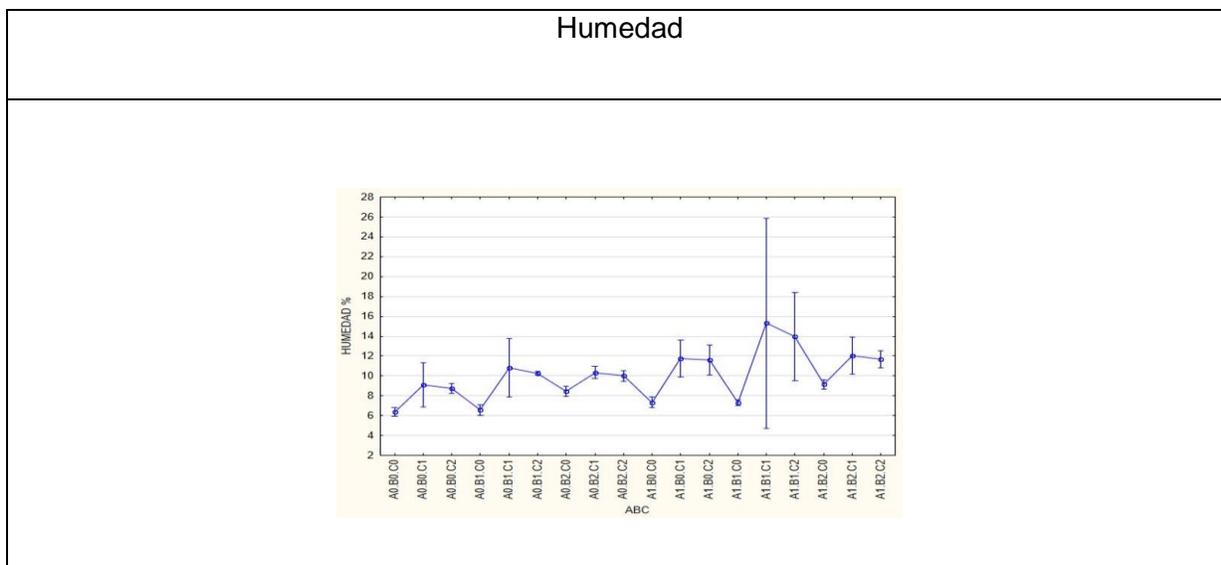
Para proteína se identificó, doce grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo L: A0B1C0 (Nacional-Método yute-Método secadora) (15.710) y A1B0C0 (CCN-51-Método cascada-Método secadora) (15.977), frente al grupo A: A1B2C1 A0B1C0 (Nacional-Método yute-Método secadora) (8.355) quien presento un valor bajo.

Por otro lado, en el contenido de grasa se determinó seis grupos independientes, encontrando el mayor valor en el grupo F: A1B1C0 (CCN-51-Método yute-Método secadora) (33.900) frente a la interacción con menor valor la cual pertenece al grupo A: A0B2C0 (Nacional-Método sin fermentar-Método secadora) (21.133).

Figura 17

Resultados de variables químicas para el factor AXBXC de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe.





Diseño 2

ANOVA de del contenido de cadmio en diferentes variedades de cacao, métodos de secado en dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé)

Tabla 46

ANOVA contenido de cadmio de dos variedades de cacao, diferentes métodos de secado en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$).

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Zona (A)	0.026004	1	0.026004	128.86	0.000000
Variedad (B)	2.210694	1	2.210694	10954.36	0.000000
Método secado (C)	0.021480	1	0.021480	106.44	0.000000
I AXB	0.026136	1	0.026136	129.51	0.000000
I AXC	0.007848	1	0.007848	38.89	0.000022
I BXC	0.020886	1	0.020886	103.49	0.000000
I AXBXC	0.008513	1	0.008513	42.18	0.000014
Replicas	0.000401	2	0.000201	0.99	0.394647
Error	0.002825	14	0.000202		

En la tabla 46 se observó que los factores: A (Variedades), B (Método fermentación), C (Método de secado) y las interacciones: AXB (Variedades- Método fermentación, AXC (Variedades-Método secado), BXC (Método fermentación- Método secado) y AXBXC (Variedades- Método fermentación- Método secado) son diferentes estadísticamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis de Tukey del contenido de cadmio de dos zonas de estudio

Factor A.

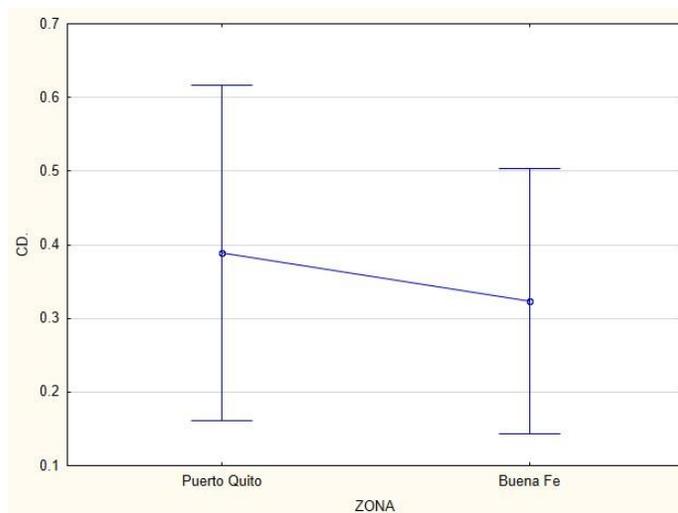
Tabla 47

Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) factor A para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).

Zona	Cadmio (mg/kg)
Puerto Quito	0.389 B
Buena Fe	0.323 A

Figura 18

Resultados del análisis para el factor A para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).



En la figura 18 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto al contenido de cadmio, se estableció, dos grupos independientes, encontrando mayor concentración en el grupo B: Zona Puerto Quito (0.389), frente a la zona Buena (0.323) la cual pertenece al grupo A.

Factor B.

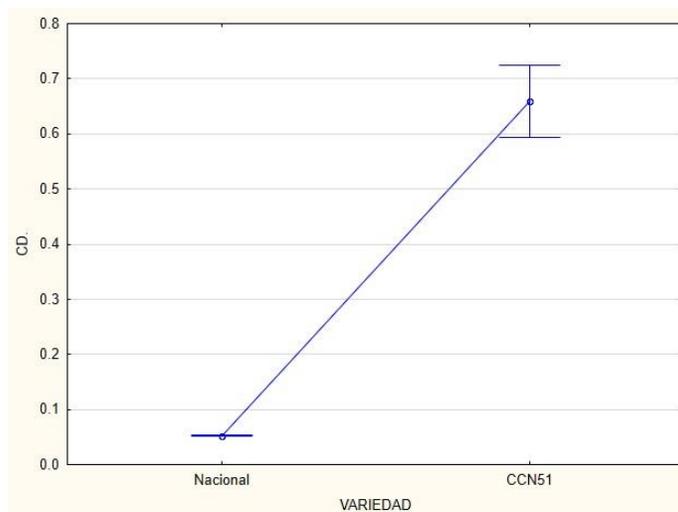
Tabla 48

Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) factor B para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé)

Variedad	Cadmio (mg/kg)
Nacional	0.052 A
CCN51	0.659 B

Figura 19

Resultados del análisis para el factor B para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).



En la figura 19 observó los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto al contenido de cadmio, se encontró dos grupos independientes, encontrando mayor concentración en el grupo B con un valor de 0.389 el cual le pertenece a CCN-51, frente a la V. Nacional (0.052) el cual pertenece al grupo A.

Factor C.

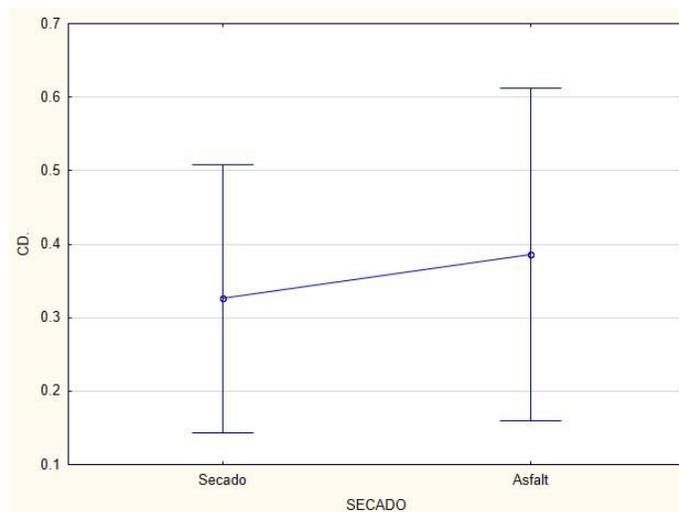
Tabla 49

Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) factor C para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).

M. Secado	Cadmio (mg/kg)
Secador	0.326 A
Asfalto	0.386 B

Figura 20

Resultados del análisis para el factor C para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas.



En cuanto a la figura 20 se observó los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto al contenido de cadmio, se encontró dos grupos independientes, encontrando mayor concentración en el grupo B con un valor de 0.386 el cual le pertenece al método asfalto, frente al método secadora (0.052) el cual pertenece al grupo A.

Interacción AXB.

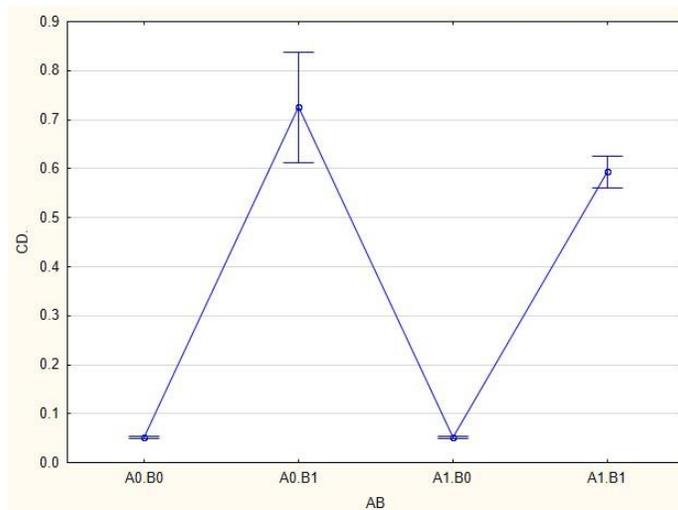
Tabla 50

Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para la interacción AXB para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).

Interacciones	Cadmio (mg/kg)
A0B0	0.052 A
A0B1	0.725 C
A1B0	0.053 A
A1B1	0.594 B

Figura 21

Resultados del análisis para el factor AXB para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).



Para la figura 21 se muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto al contenido de cadmio, se encontró tres grupos independientes, encontrando mayor concentración en el grupo C con un valor de 0.725 el cual le pertenece a la interacción A0B1 (Puerto Quito-CCN-51), seguido de la interacción A1B1 (Buena Fe-CCN-51) (0.053) que pertenece al grupo B, referente a los valores más bajos las interacciones: A0B0 (Puerto Quito-V. Nacional) y A1B0 (Buena Fe-CCN-51) con valores 0.052 y 0.053 respectivamente.

Interacción AXC.

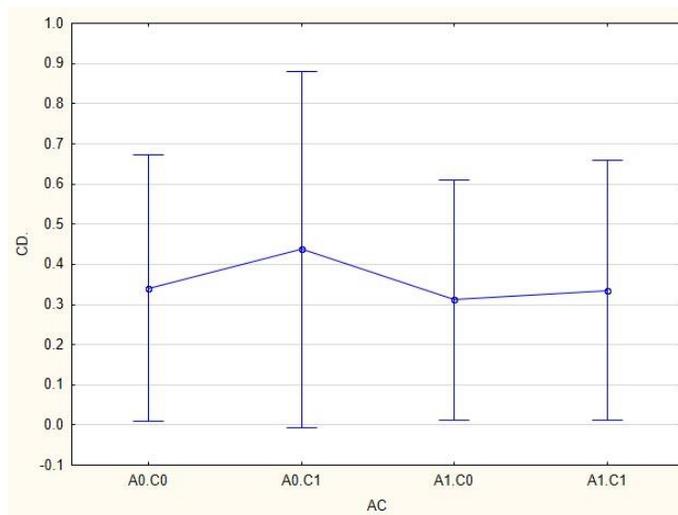
Tabla 51

Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para la interacción AXC para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).

Interacciones	Cadmio (mg/kg)
A0C0	0.341 B
A0C1	0.437 C
A1C0	0.311 A
A1C1	0.335 AB

Figura 22

Resultados del análisis para el factor A para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).



En la figura 22 indica los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto al contenido de cadmio, se estableció, tres grupos independientes, encontrando mayor concentración en el grupo C: A0C1 (Puerto Quito-Asfalto) con un valor 0.437, frente a grupo A donde se encuentran las interacciones: A1C0 (Buena Fe-Nacional), A1C1 (Buena Fe-CCN-51) con valores 0.311 y 0.335 respectivamente.

Interacción BXC.

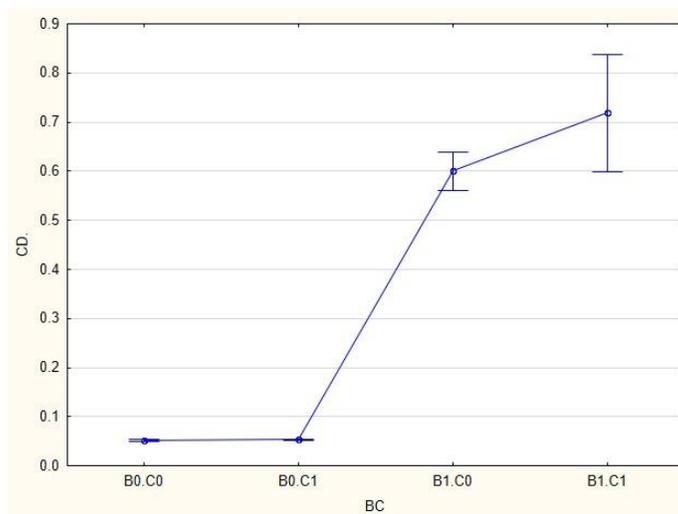
Tabla 52

Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para la interacción BXC para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).

Interacciones	Cadmio (mg/kg)
B0C0	0.052 A
B0C1	0.053 A
B1C0	0.600 B
B1C1	0.719 C

Figura 23

Resultados del análisis para el factor BXC para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).



La figura 23 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto al contenido de cadmio, se estableció, tres grupos independientes, encontrando mayor concentración en el grupo C: B1C1 (CCN-51-Asfalto) con un valor 0.719, frente a grupo A

donde se encuentran las interacciones: B0C0 (Nacional-secadora), A1C1 (CCN-51-Asfalto) con valores 0.052 y 0.053 respectivamente.

AXBXC.

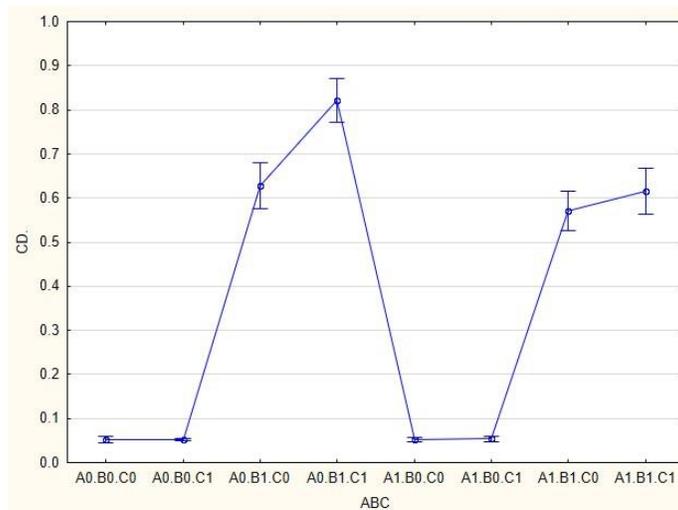
Tabla 53

Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción AXBXC para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).

Interacciones	Cadmio (mg/kg)
A0B0C0	0.053 A
A0B0C1	0.052 A
A0B1C0	0.629 C
A0B1C1	0.722 D
A1B0C0	0.051 A
A1B0C1	0.054 A
A1B1C0	0.571 B
A1B1C1	0.616 C

Figura 24

Resultados del análisis para el factor AXBXC para determinar el contenido de cadmio de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé).



Con relación a la interacción AXBXC (Zona-Variedad-Método secado) en la figura 24 se observa: contenido de cadmio, se estableció, tres grupos independientes, la interacción A0B1C1 (Puerto Quito-CCN-51-Asfalto) tiene un valor de 0.722 el cual es mayor frente al grupo A donde las interacciones: A0B0C0 (Puerto Quito-Nacional-secadora), A0B0C1 (Puerto Quito-Nacional-asfalto), A1B0C0 (Buena Fe-Nacional, secadora), A1B0C1 (Buena Fe-Nacional-asfalto) con valores respectivos de 0.053, 0.052, 0.051, 0.054.

Diseño 3

ANOVA de variables de producción de dos variedades de cacao en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fé)

Análisis de peso mazorca.

Tabla 54

ANOVA de peso de mazorca de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$).

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Zonas (A)	89819	1	89819	31.522	0.001363
Variedades (B)	262276	1	262276	92.047	0.000073
I AXB	71854	1	71854	25.217	0.002400
Replicas	1297	2	648	0.228	0.803072
Error	17096	6	2849		

La tabla 54 muestra que los factores: A. (Zonas), B (Variedades) y la interacción AXB (Zonas-Variedades) son diferentes estadísticamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis peso cascara.

Tabla 55

ANOVA de peso sin mazorca de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$).

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Zonas (A)	61311	1	61311	29.621	0.001599
Variedades (B)	88315	1	88315	42.668	0.000615
I AXB	45855	1	45855	22.154	0.003303
Replicas	51	2	26	0.012	0.987692
Error	12419	6	2070		

La tabla 55 muestra que los factores: A. (Zonas), B (Variedades) y la interacción AXB (Zonas-Variedades) son diferentes estadísticamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis peso almendra + maguey.

Tabla 56

ANOVA de peso almendra-maguey de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$).

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Zonas (A)	2516.4	1	2516.4	26.679	0.002084
Variedades (B)	47238.5	1	47238.5	500.829	0.000001
I AXB	3277.6	1	3277.6	34.750	0.001058
Replicas	823.4	2	411.7	4.365	0.067583
Error	565.9	6	94.3		

Para la tabla 56 muestra que los factores: A. (Zonas), B (Variedades) y la interacción AXB (Zonas-Variedades) son diferentes estadísticamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis peso almendra.

Tabla 57

ANOVA de peso almendra de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$).

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Zonas (A)	2949.7	1	2949.7	39.869	0.000737
Variedades(B)	34040.2	1	34040.2	460.101	0.000001

I AXB	2394.3	1	2394.3	32.362	0.001273
Replicas	746.4	2	373.2	5.044	0.051865
Error	443.9	6	74.0		

La tabla 57 muestra que los factores e interacciones son diferentes estadísticamente: A. (Zonas), B (Variedades) y la interacción AXB (Zonas-Variedades), en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis de peso maguey.

Tabla 58

ANOVA de peso maguey de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$).

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Zona (A)	16.511	1	16.511	8.683	0.025722
Variedades (B)	1046.283	1	1046.283	550.259	0.000000
I AXB	78.143	1	78.143	41.097	0.000680
Replicas	1.706	2	0.853	0.449	0.658310
Error	11.409	6	1.901		

La tabla 58 se observa los factores e interacciones son diferentes estadísticamente: A. (Zonas), B (Variedades) y la interacción AXB (Zonas-Variedades), en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis grados Brix.

Tabla 59

ANOVA de Grados Brix de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$).

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Zonas (A)	1.3333	1	1.3333	3.2000	0.123849
Variedades (B)	4.0833	1	4.0833	9.8000	0.020312
I AXB	0.3333	1	0.3333	0.8000	0.405541
Replicas	1.1667	2	0.5833	1.4000	0.316961
Error	2.5000	6	0.4167		

En la tabla 59 muestra el factor B (Variedades) es diferentes estadísticamente: A. (Zonas), y la interacción AXB (Zonas-Variedades) no difieren significativamente, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis pH.

Tabla 60

ANOVA de pH de dos variedades cacao en diferentes dos zonas (Puerto Quito-Buena Fé) ($p < 0,05$).

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Zona (A)	0.0012	1	0.0012	0.10	0.767436
Variedades (B)	3.0200	1	3.0200	241.01	0.000005
I AXB	0.0560	1	0.0560	4.47	0.078865
Replicas	0.1002	2	0.0501	4.00	0.078755

Error	0.0752	6	0.0125
-------	--------	---	--------

En la tabla 60 se muestra que el factor: B (Variedades) tiene diferencia significativa, en cambio el factor A (Zonas) y la interacción AXB (Zonas-Variedades) no son diferentes estadísticamente, por otro lado, en cuanto a las réplicas no existió diferencia significativa, lo que indica que existe normalidad en relaciona los ensayos realizados.

Análisis de Tukey de medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio

Factor A.

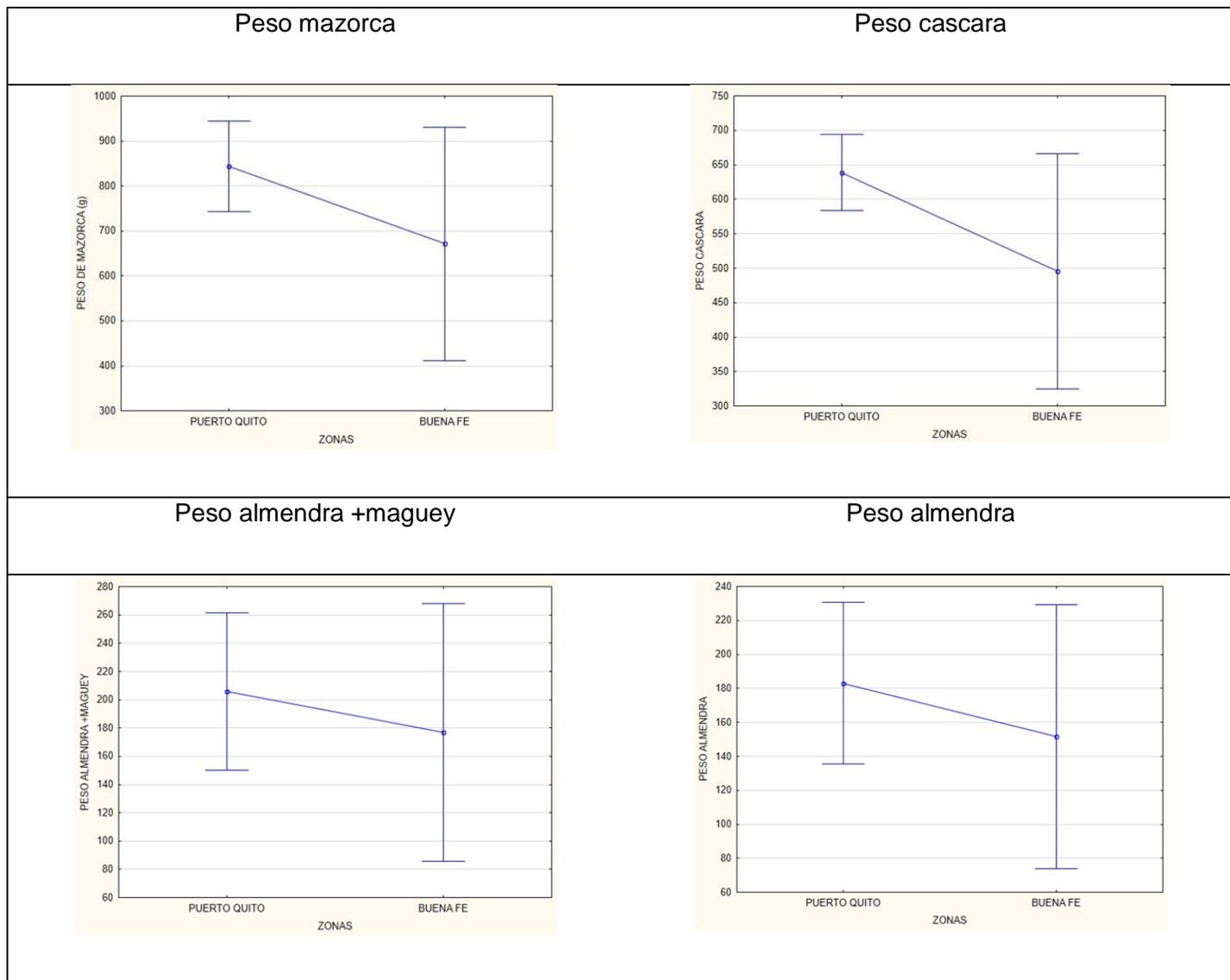
Tabla 61

Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para el factor A sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé).

Zona	P mazorca	P cascara	P al+mg	P almendra
Puerto Quito	844.470 B	638.750 B	205.953 B	182.991 B
Buena Fe	671.440 A	495.792 A	176.991 A	151.635 A
	P maguey	G brix	pH	
Puerto Quito	22.668 B	4.417 A	5.193 A	
Buena Fe	25.014 A	5.000 A	5.173 A	

Figura 25

Resultados del análisis para el factor A sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) (parte 1).



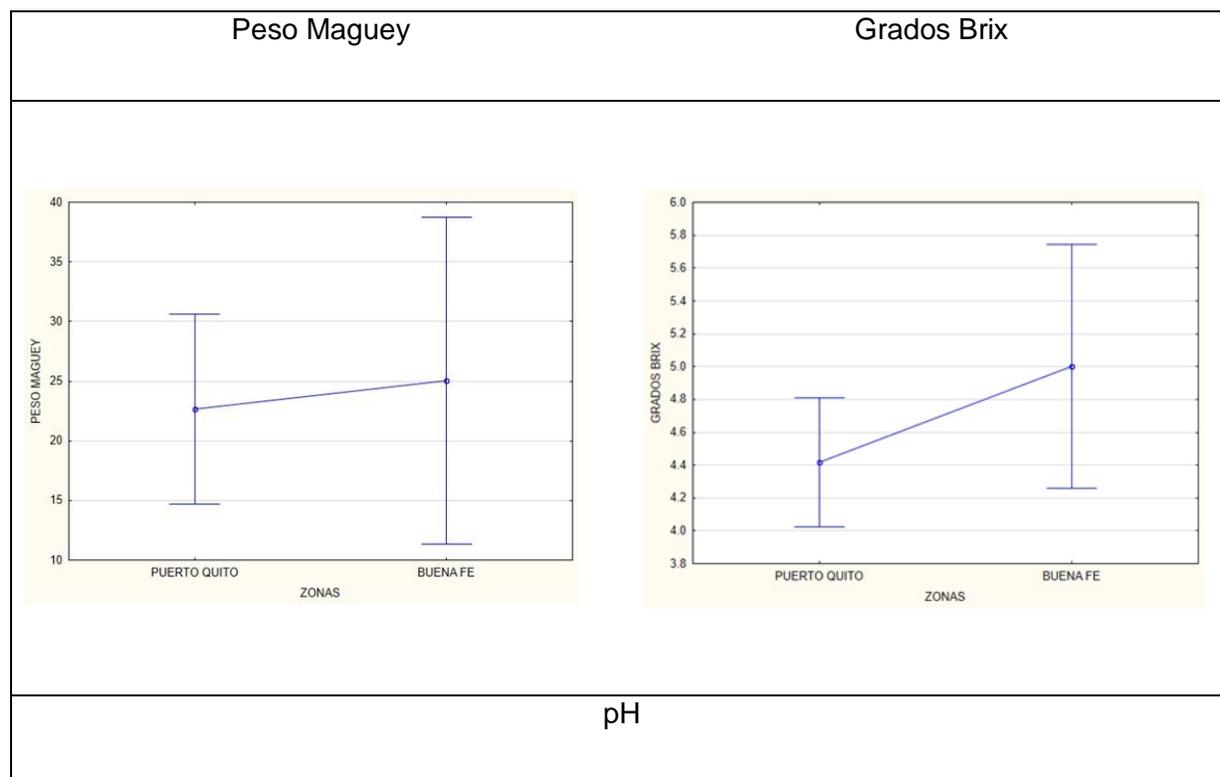
En la figura 25 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto peso de mazorca, se estableció, dos grupos independientes, encontrando el mayor peso en el grupo B: Puerto Quito (844.470), frente a Buena Fé que pertenece al grupo A con un valor inferior 671.440. Por otro lado, en cuanto a peso de cáscara se determinó: dos grupos independientes,

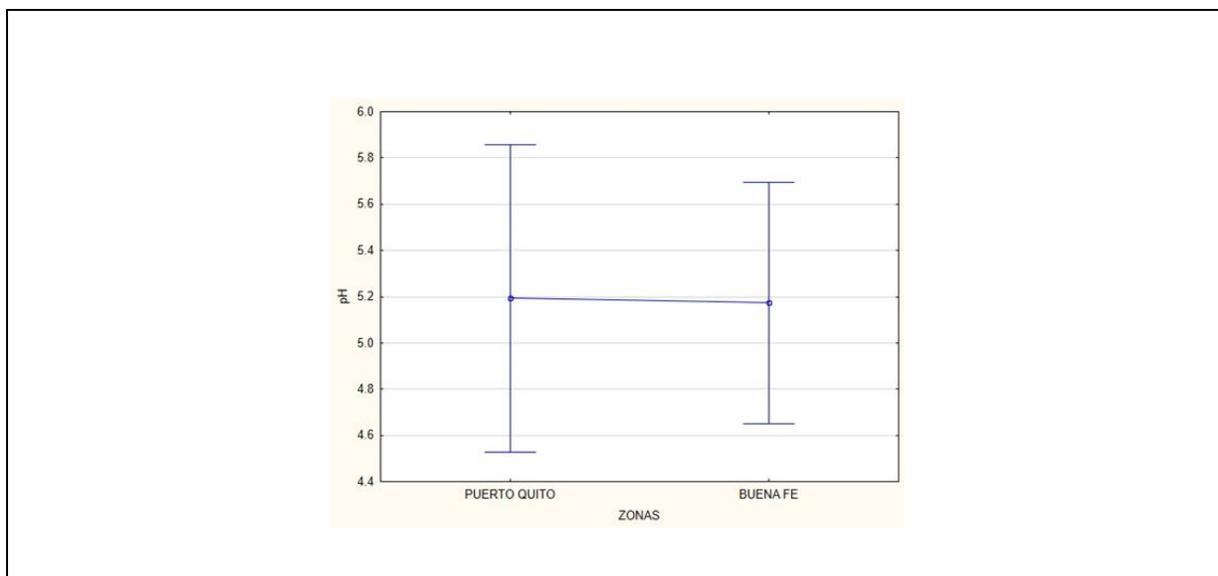
encontrando el mayor peso en el grupo B: Puerto Quito (638.750), frente a Buena Fe que pertenece al grupo A con un valor inferior 495.792.

Con respecto peso de almendra más maguey, se estableció, dos grupos independientes, encontrando el mayor peso en el grupo B: Puerto Quito (205.953), frente a Buena Fe que pertenece al grupo A con un valor inferior 176.991. Por otro lado, en cuanto a peso de almendra se determinó: dos grupos independientes, encontrando el mayor peso en el grupo B: Puerto Quito (182.991), frente a Buena Fe que pertenece al grupo A con un valor inferior 151.635.

Figura 26

Resultados del análisis para el factor sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) (parte 2).





Para la figura 26 se observa los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto a Grados Brix y pH, no se encontró grupos independientes, por el contrario, para peso maguey se estableció, dos grupos independientes, encontrando el mayor peso en el grupo B: Puerto Quito (22.668), frente a Buena Fe que pertenece al grupo A con un valor inferior 25.014.

Factor B.

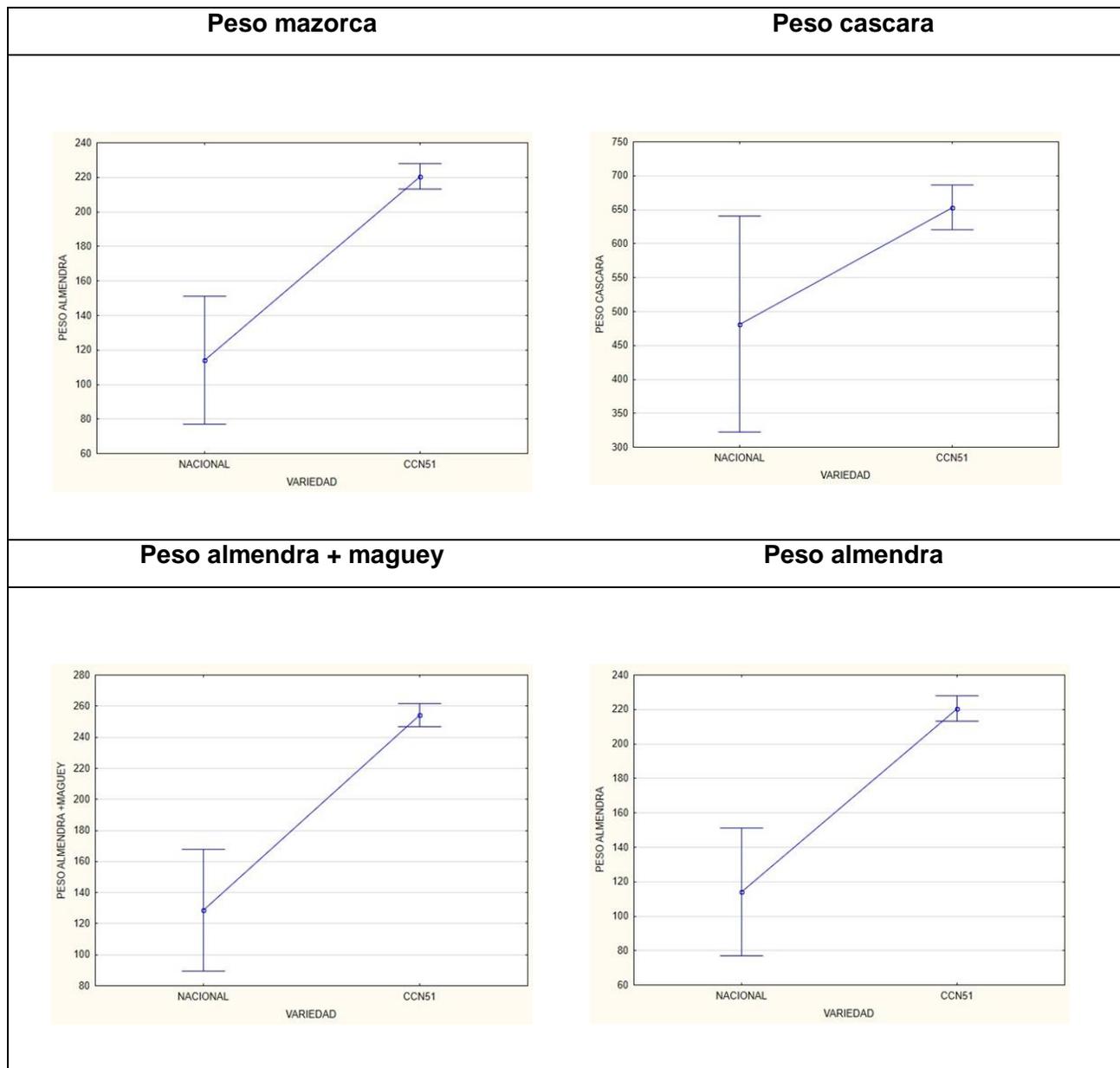
Tabla 62

Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P > 0,05$) para el factor B sobre medidas de dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio.

Variedad	P mazorca	P cascara	P al+mg	P almendra
Nacional	610.116 A	481.483 A	128.730 A	114.053 A
CCN51	905.794 B	653.059 B	254.214 B	220.574 B
	P maguey	G brix	pH	
Nacional	14.503 A	5.000 A	5.685 A	
CCN51	33.178 B	4.417 A	4.682 A	

Figura 27

Resultados del análisis para el factor sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) (parte 1).

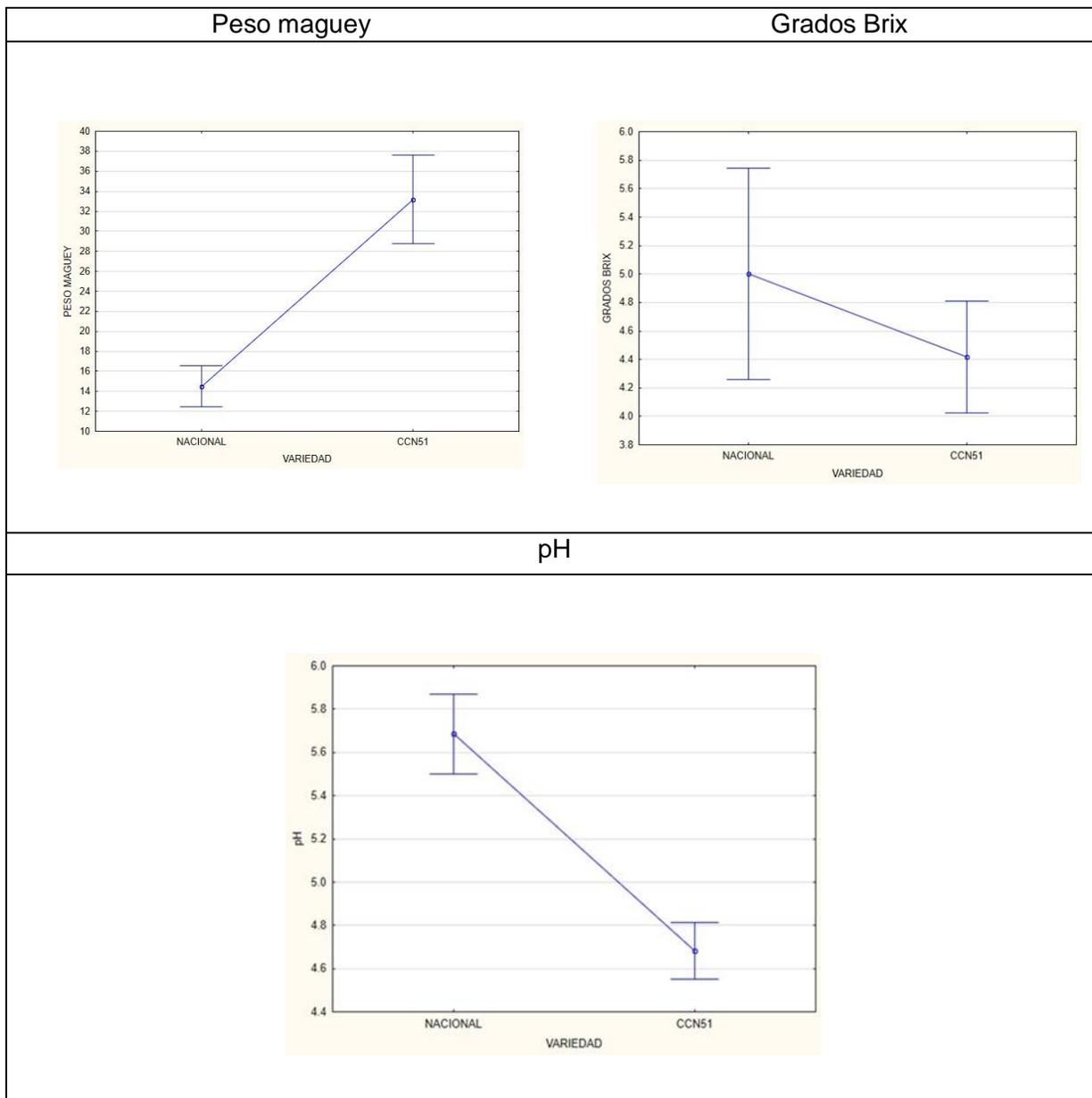


En la figura 27 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto peso mazorca, se estableció, dos grupos independientes, encontrando el mayor peso en el grupo B: cacao CCN-51(905.794), frente a cacao Nacional (610.116) el cual pertenece al grupo A. Por

otra parte, en cuanto a peso cáscara, se estableció, dos grupos independientes, encontrando el mayor peso en el grupo B: cacao CCN-51(653.059), frente a cacao Nacional (481.483) el cual pertenece al grupo A. Con respecto a peso almendra + maguey, se estableció, dos grupos independientes, encontrando mayor peso en el grupo B: cacao CCN-51(254.214), frente a cacao Nacional (128.730) el cual pertenece al grupo A. Con relación a peso almendra se estableció, dos grupos independientes, encontrando mayor peso en el grupo B: cacao CCN-51(220.574), frente a cacao Nacional (114.053) el cual pertenece al grupo A.

Figura 28

Resultados del análisis para el factor B sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) (parte 2).



La figura 28 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto peso maguey, se estableció, dos grupos independientes, encontrando el mayor peso en el grupo B: cacao CCN-51(33.178), frente a cacao Nacional (14.503) el cual pertenece al grupo A. Por otra parte, en cuanto al pH, se estableció, dos grupos independientes, encontrando el mayor pH en el grupo B: cacao Nacional (5.685), frente a cacao CCN-51 (4.682) el cual pertenece al grupo A, por otro lado, grados Brix no mostro grupos independientes.

Interacción AXB.

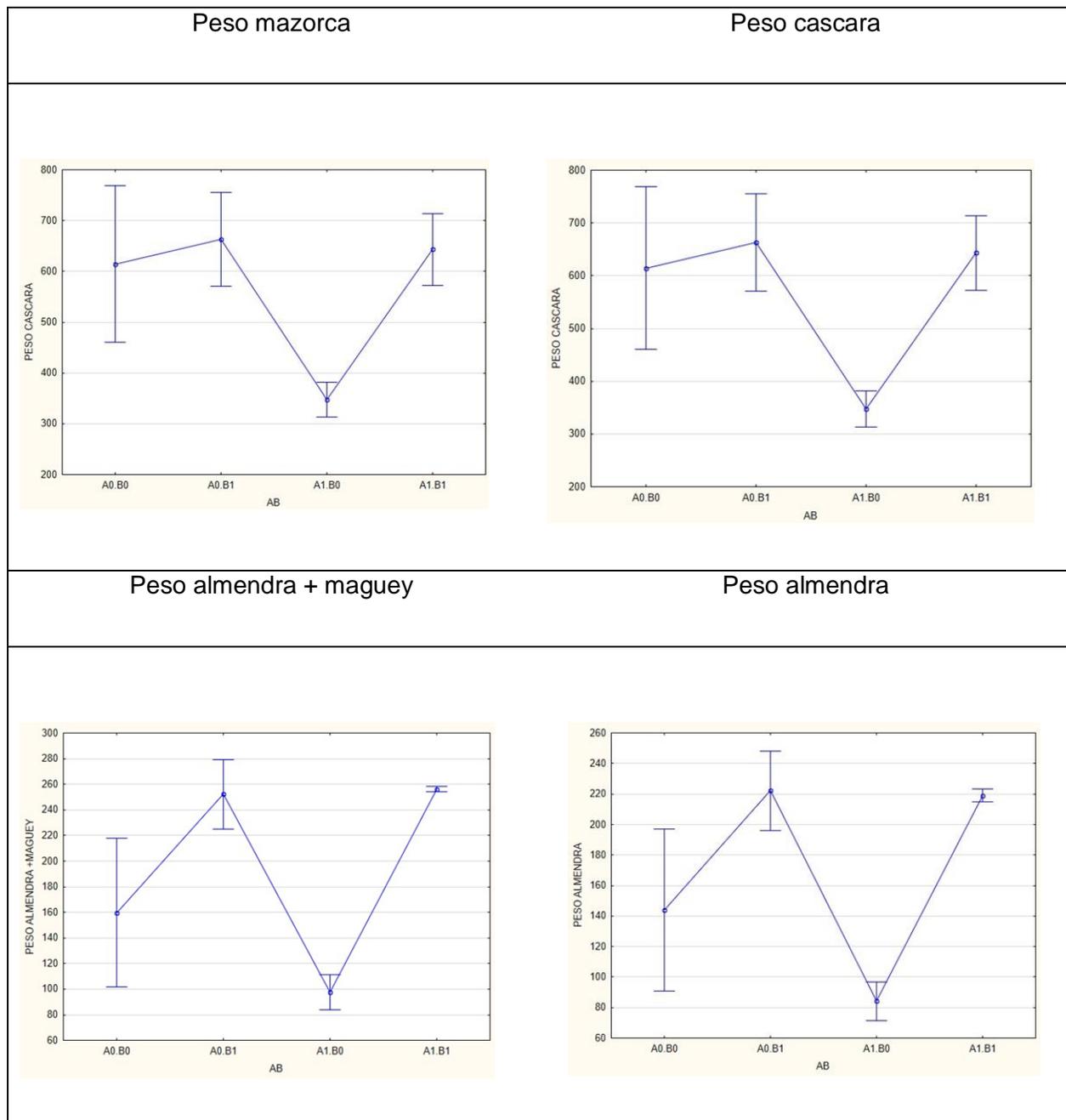
Tabla 63

Resultados del análisis de la prueba Tukey ($P>0,05$) para la interacción sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé).

Interacción	P mazorca	P cascara	P al+mg	P almendra
A0B0	774.012 B	614.778 B	159.738 B	143.856 B
A0B1	914.928 B	662.722 B	252.168 C	222.127 C
A1B0	446.220 A	348.188 A	97.722 A	84.249 A
A1B1	896.659 B	643.397 B	256.260 C	219.021 C
	P maguey	G Brix	pH	
A0B0	15.882 A	4.500 A	5.763 A	
A0B1	29.453 B	4.333 A	4.623 A	
A1B0	13.124 A	5.500 B	5.607 A	
A1B1	36.903 C	4.500 A	4.740 A	

Figura 29

Resultados del análisis para la interacción AXB sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) (parte 1).

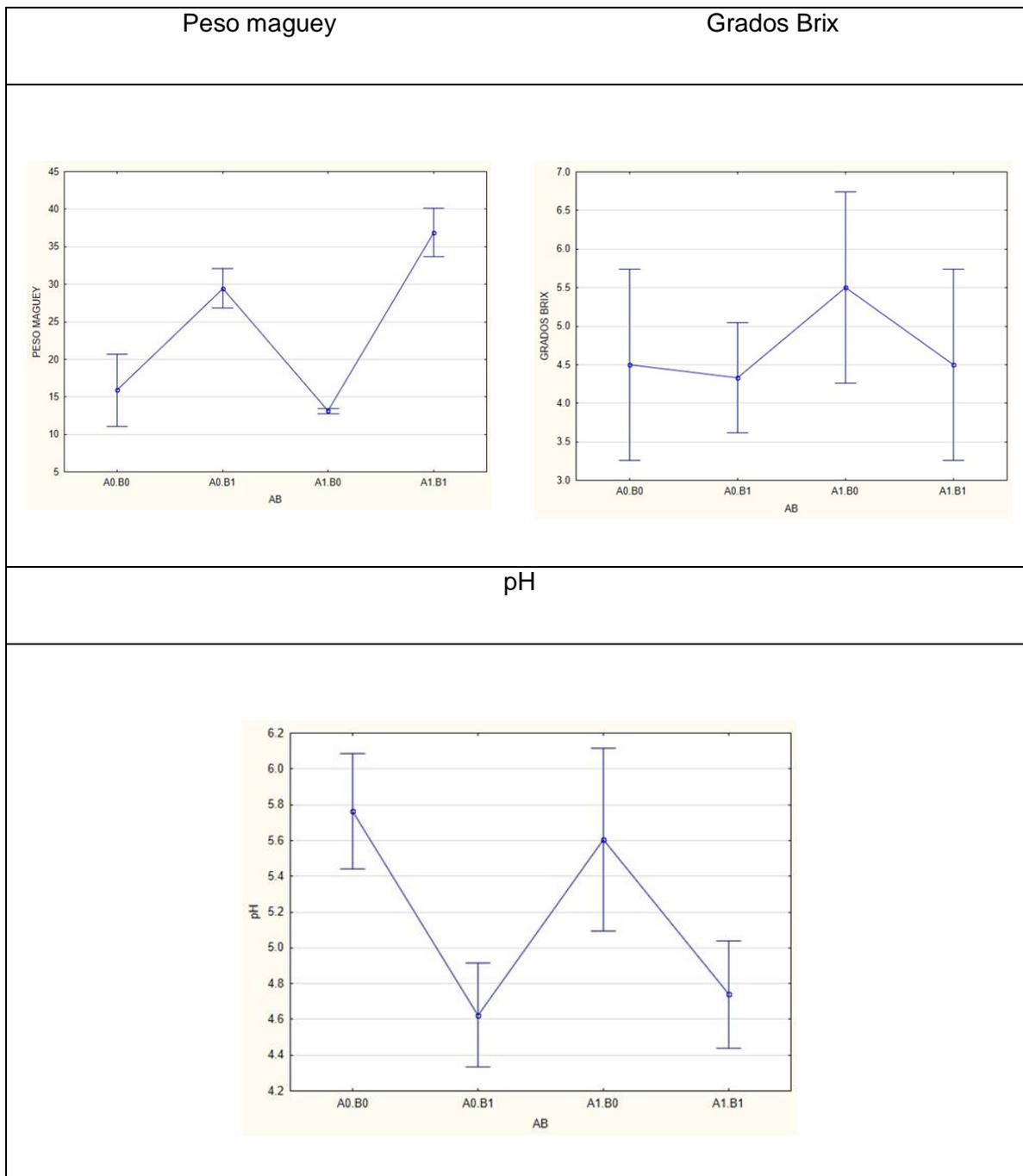


La figura 29 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto peso mazorca, se estableció, dos grupos independientes, encontrando el mayor peso en el grupo B con las siguientes interacciones: A0B0 (Puerto Quito-Nacional) (774.012,) A0B1 (Puerto Quito-CCN 51) (914.928), A1B1 (Buena Fe-CCN-51) (896.659), frente a la interacción A1B0 (Buena Fe-Nacional) (348.188) la cual pertenece al grupo A. Por otra parte, en cuanto a peso cáscara, se estableció, dos grupos independientes, encontrando el mayor peso en el grupo B: A0B0 (Puerto Quito-Nacional) (614.778), A0B1 (Puerto Quito-CCN 51) (662.722), A1B1 (Buena Fe-CCN-51) (643.397), frente a la interacción A1B0 (Buena Fe-Nacional) (446.220) la cual pertenece al grupo A.

Con respecto a peso almendra + maguey, se estableció, tres grupos independientes, encontrando mayor peso en el grupo C con las interacciones: A0B1(Puerto Quito-CCN-51) (252.168,) A1B1 (Buena Fe-CCN-51) (256.260), seguido del grupo B A0B0 (Puerto Quito-Nacional) (159.738) y por ultimo A1B0 (Buena Fe-Nacional) (97.722) la cual pertenece al grupo A. Con relación peso almendra, se estableció, tres grupos independientes, encontrando mayor peso en el grupo C con las interacciones: A0B1(Puerto Quito-CCN-51) (222.12) A1B1 (Buena Fe-CCN-51) (219.021), seguido del grupo B A0B0 (Puerto Quito-Nacional) (143.856) y por último A1B0 (Buena Fe-Nacional) (84.249) la cual pertenece al grupo A.

Figura 30

Resultados del análisis para la interacción AXB sobre medidas de producción dos variedades de cacao en diferentes zonas de estudio (Puerto Quito-Buena Fé) (parte 2).



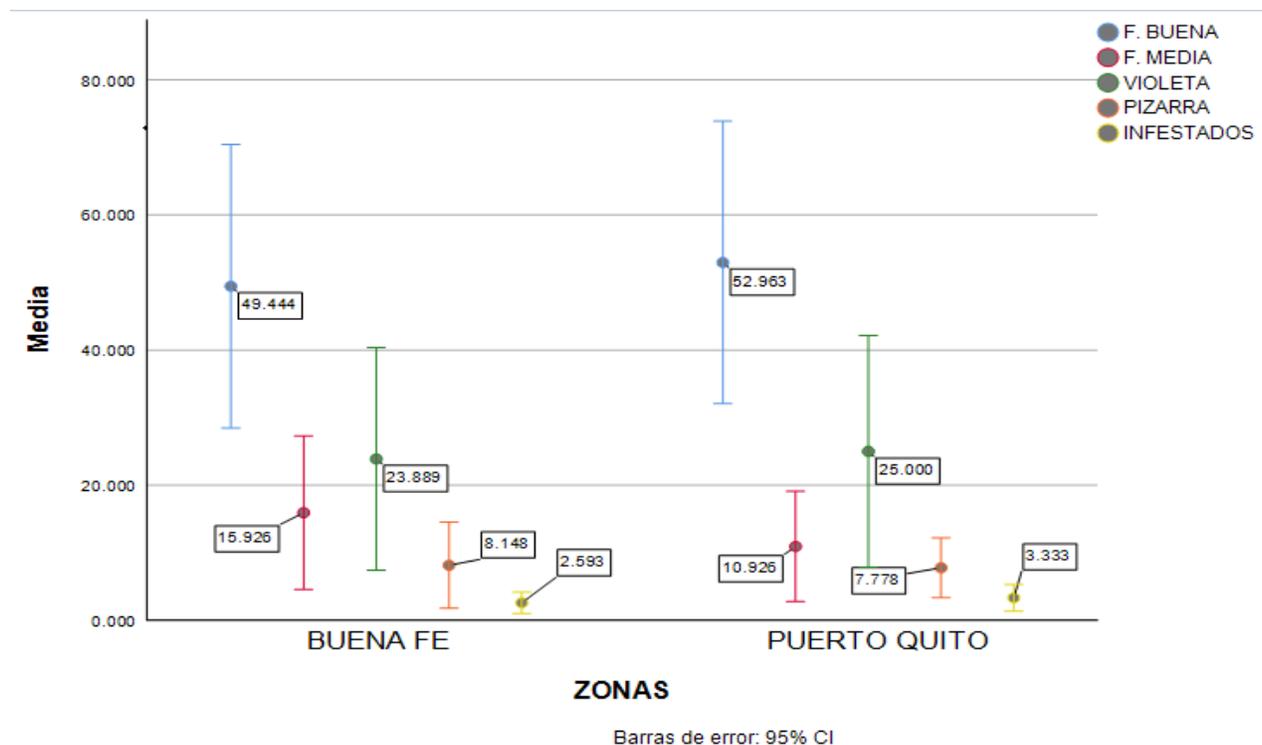
En la figura 30 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En cuanto peso maguey, se estableció, tres grupos independientes, encontrando el mayor peso en el grupo C con la siguiente interacción: A1B1 (Buena Fe-CCN-51) (36.903 g), frente a la interacción A1B0 (Buena Fe-Nacional) (13.124 g) la cual pertenece al grupo A. Por otra parte, en cuanto a grados Brix, se estableció, dos grupos independientes, encontrando el mayor peso en el grupo B: A1B0 (Buena Fe-Nacional) (5.500), frente al grupo A: A0B0 (4.500), A0B1 (.333) A1B1 (4.500).

Por otro lado, pH se encontró dos grupos independientes, donde el mayor pH en el grupo B: A0B0 (Puerto Quito-Nacional) (5.763) y A1B0 (Buena Fe-Nacional) (5.607), frente al grupo B: A0B1 (Puerto Quito) (4.623) y A1B1 (Buena Fe-CCN-51) (4.740)

Análisis del grado de fermentación de las dos zonas de estudio, variedades y método de fermentación

Figura 31

Clasificación del tipo de fermentación expresado en porcentaje en base a las zonas (Puerto Quito-Buena Fé).



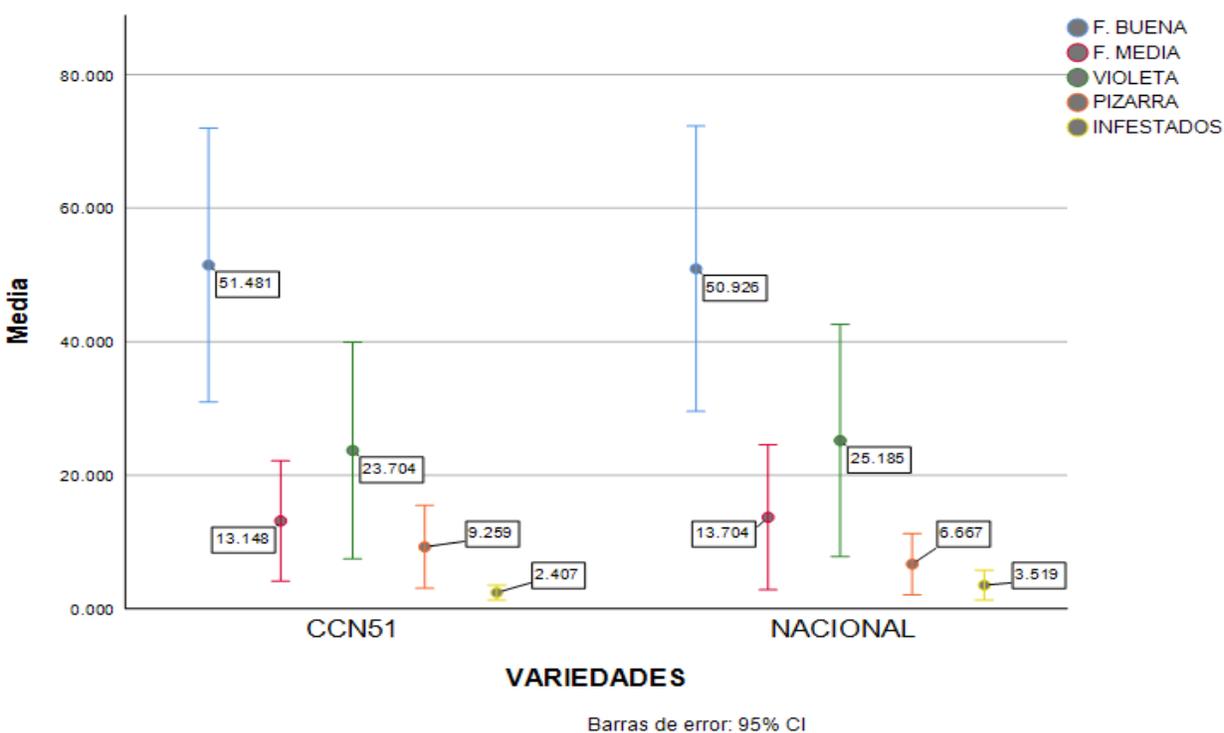
En la figura 31 en la interacción zonas (Puerto Quito (1)-Buena Fe (2)) con el grado de fermentación, en la cual acorde a los datos en el apartado grado de Fermentación Buena la zona (1) es mayor con una media de 52.963% a diferencia de la de zona (2) con un valor 49.44%, seguido del porcentaje de Fermentación Buena quien lo lidera la zona de la zona (2) con una media de 15.926 % frente a una media de 10.925 % que corresponde a la zona (1).

Respecto al contenido de almendras con una diferencia 1.12 % la zona (1) posee mayor porcentaje frente a la zona (2), por otro lado, en el contenido de almendras pizarras la zona (1) con un porcentaje 8.148 % es mayor que la media de 7.778 % de la zona (2). Referente al

porcentaje de infestados con valores menores al 5 %, la zona (1) presento un 3.33 % de presencia a diferencia de la zona (2) donde se registró un menor porcentaje de media del valor 2.593.

Figura 32

Clasificación del tipo de fermentación expresado en porcentaje en base a las variedades de cacao (Puerto Quito-Buena Fé)

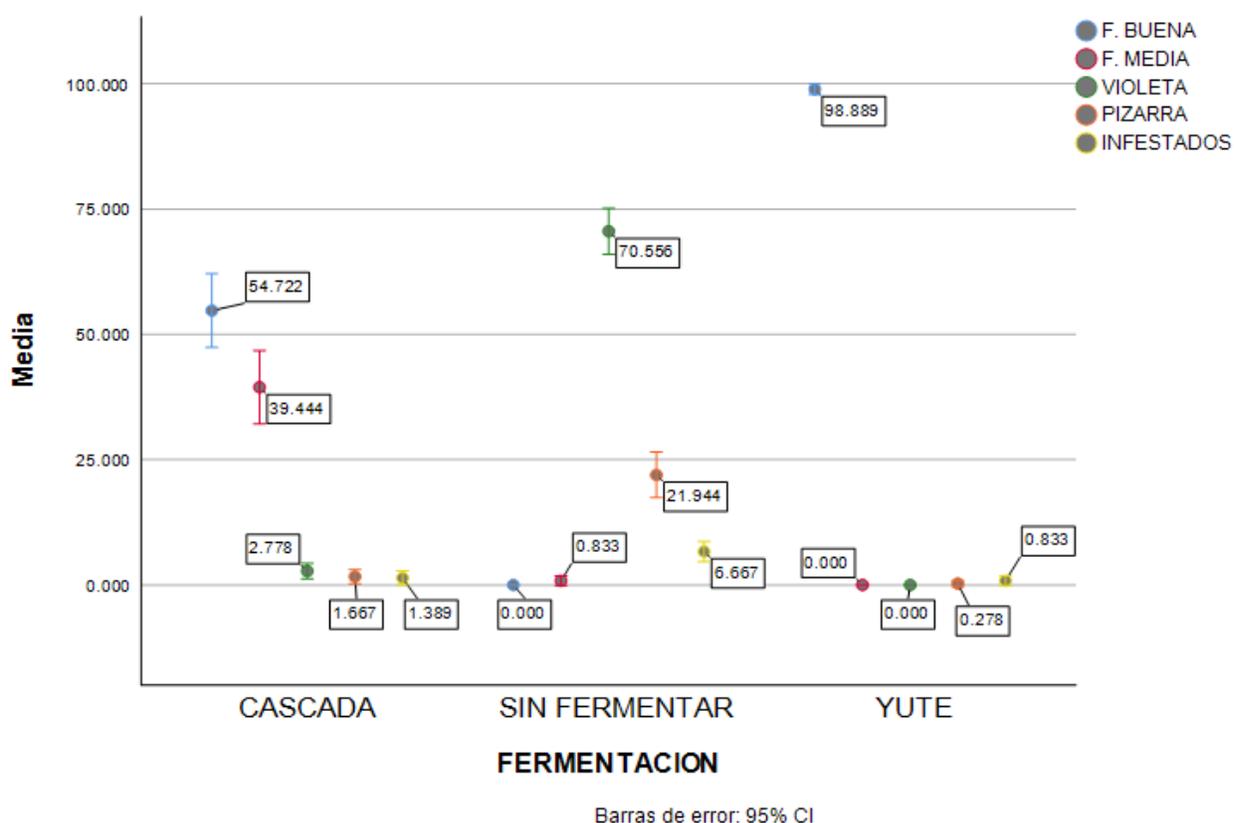


La figura 32 muestra los resultados de la interacción variedades (Nacional (a) –CCN-51 (b)) con el grado de fermentación, donde se determinó el porcentaje de Fermentación Buena lo lidera la variedad (b), seguido de la media de la variedad (a) 50.925, en un segundo análisis está el porcentaje Fermentación Buena en la cual se presenta muy similar en las dos variedades con un promedio de media del 13 %, por otro lado, en la presencia de almendras violetas la cual es más elevada en la variedad (a), por consiguiente y apenas con un estimado del 2 % menos esta la variedad (2).

Referentes a las almendras pizarras en la variedad (2) tuvo mayor expresión con una media de 9.259, para la variedad (a) presento una media de 6.667 %. Por otra parte, la cantidad en porcentaje de almendras infestadas en la variedad (a) fue más elevada frente a la variedad (b).

Figura 33

Clasificación del tipo de fermentación expresado en porcentaje en base a los métodos de fermentación (Puerto Quito-Buena Fé).



Para la figura 33 muestra los resultados de la interacción con los métodos de fermentación (cascada (A1)-Yute (A2)-Sin Fermentar (A3)) con el grado de fermentación muestra el método (A2) quien presento un valor alto con una media en porcentaje de 98.889 % de una Buena Fermentación, seguido del método (A1) con una media menor de 54.722 % y por último con un valor de 0% para el método (A3). Por otro lado, en la Fermentación Buena el

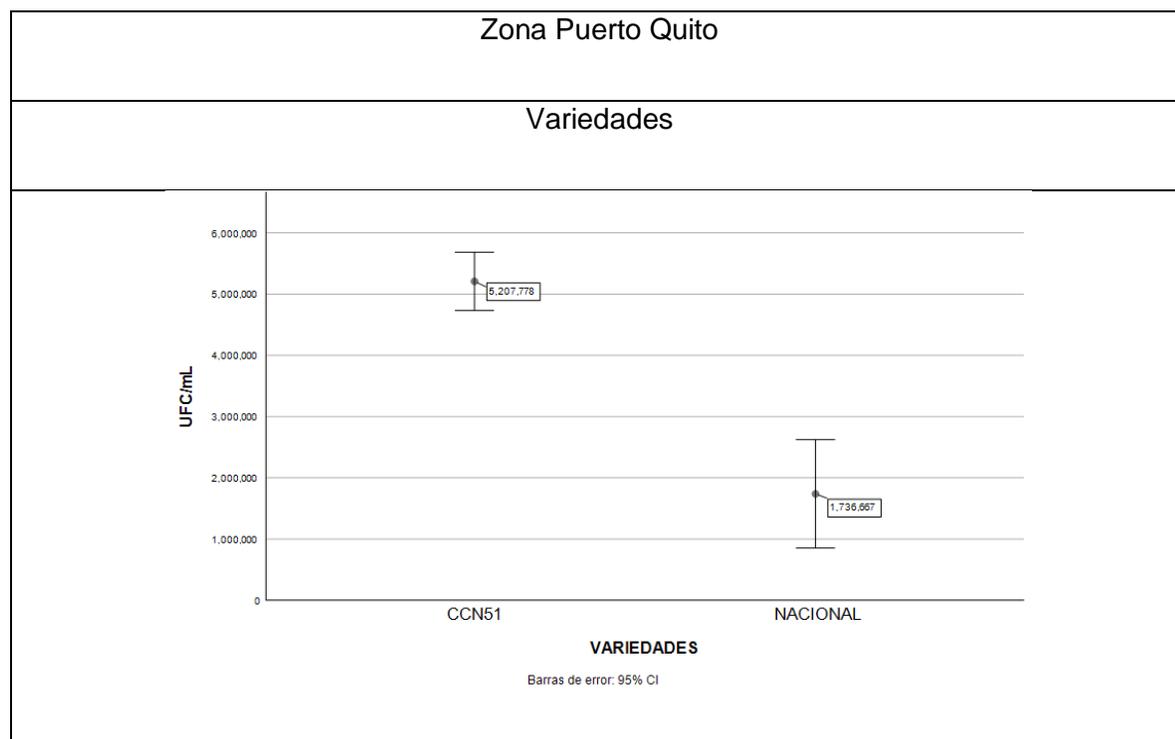
método (A2) y (A3) poseen un valor de 0 %, siendo el método (A1) quien presento un valor superior de 39.44 %.

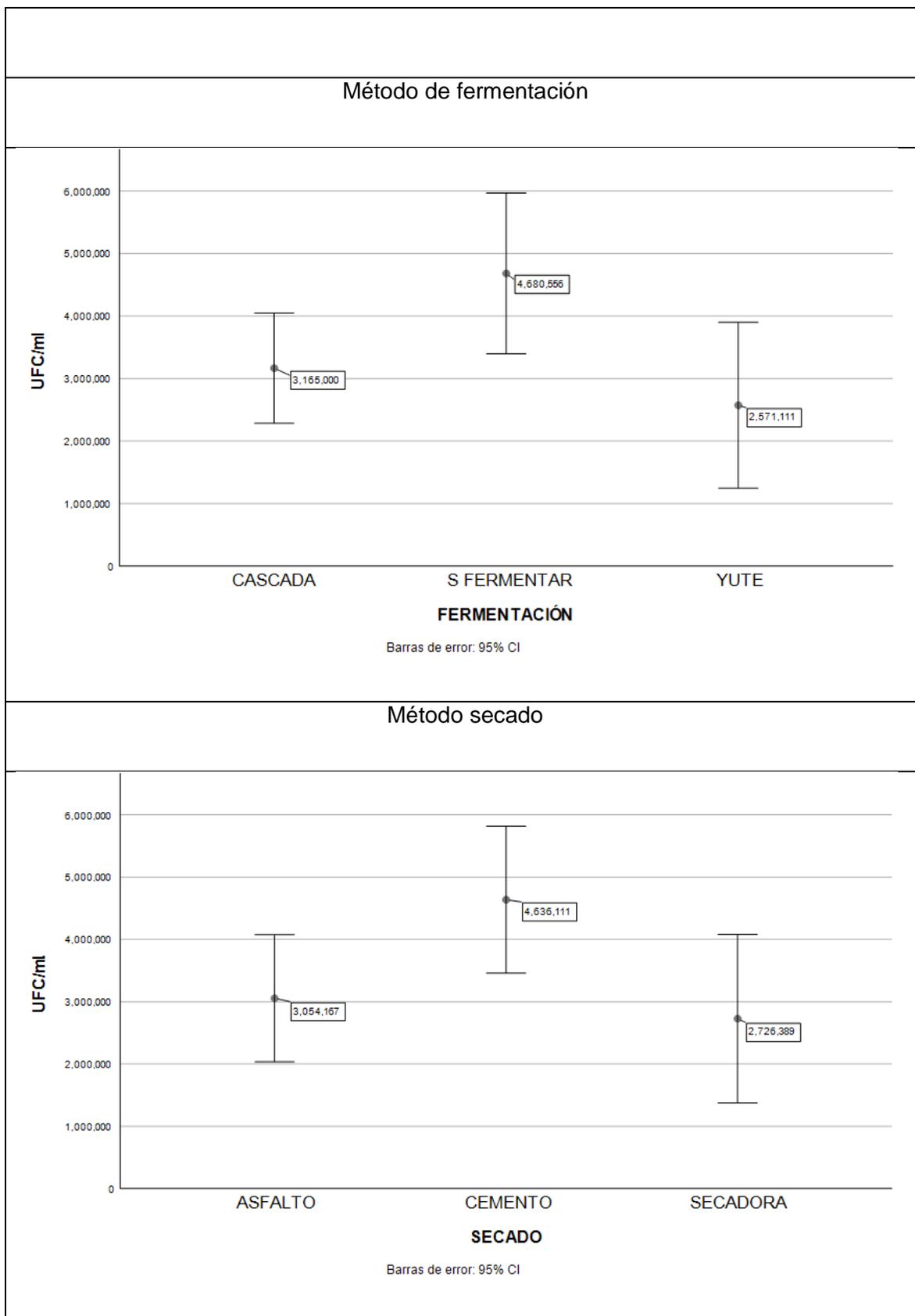
Referente al método (A1) en los apartados almendras violetas, pizarras e infestadas presento menos del 2.8 %, similar situación lo tiene el método (A2) con menos de 1 % en los tres apartados antes mencionados, caso contrario sucede con el método (A3) donde presenta alto porcentaje de almendras violetas representado un 70.556 % seguido de almendras pizarra con un valor de 21.944 %.

Análisis de evaluación de contenido de mohos y levaduras de diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fe), variedades (Nacional-CCN 51), método de fermentación (Cascada, Yute, Sin fermentar) y método secado (Secadora, Cemento y Asfalto)

Figura 34

Resultados del recuento de mohos y levaduras en dos variedades de cacao, diferentes métodos de fermentación y secado en la zona de Puerto Quito.





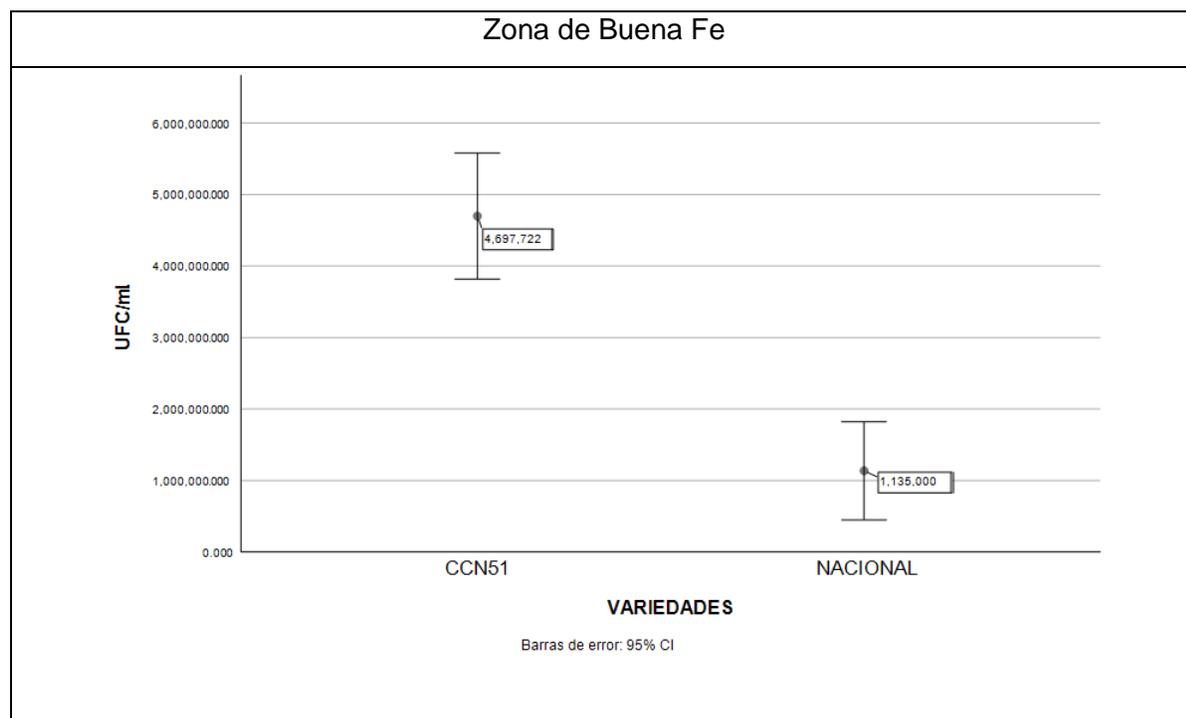
En la figura 34 se observa la relación de medias de la interacción UFC/ml y Variedades, en el registró de recuento de mohos y levaduras, donde se determinó el valor más alto de contenido para cacao CCN-51 (5207778 UFC/ml) frente a cacao nacional (1735667 UFC/ml) donde registro menor contenido de microorganismos.

En relación con los métodos de fermentación se identificó la mayor presencia: M. Sin fermentar (4680556 UFC/ml), frente a M. Cascada (3165000 UFC/ml) y M. Yute (2571111 UFC/ml).

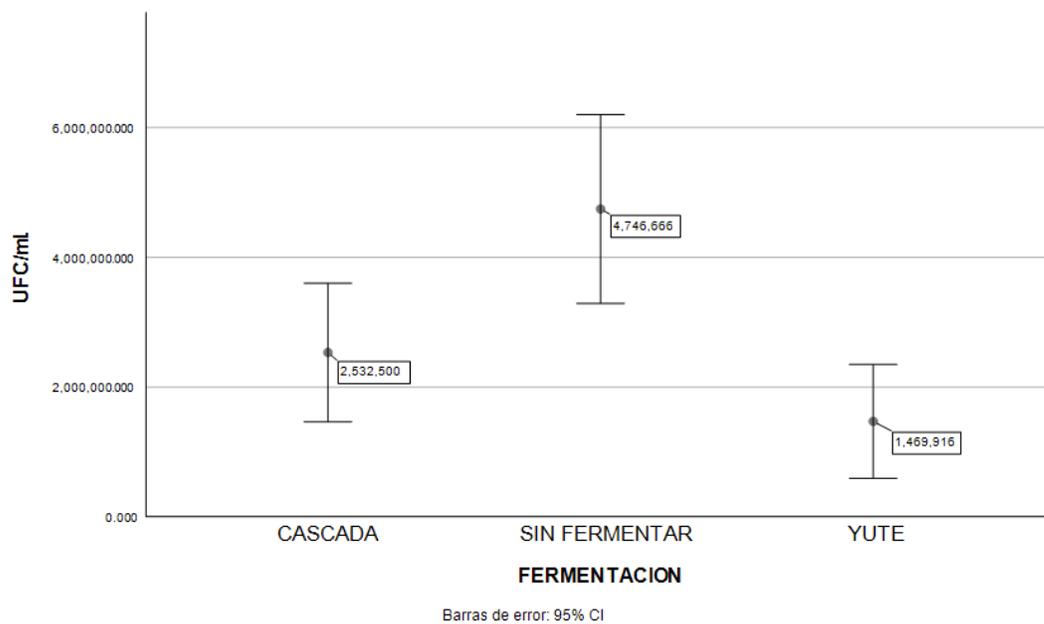
Con respecto al método de secado se determinó el mayor valor: M. Cemento (4635111 UFC/g), en cambio valores por debajo de lo mencionado presentaron: Asfalto (3054167 UFC/g) y M. Secadora (2726389 UFC/g).

Figura 35

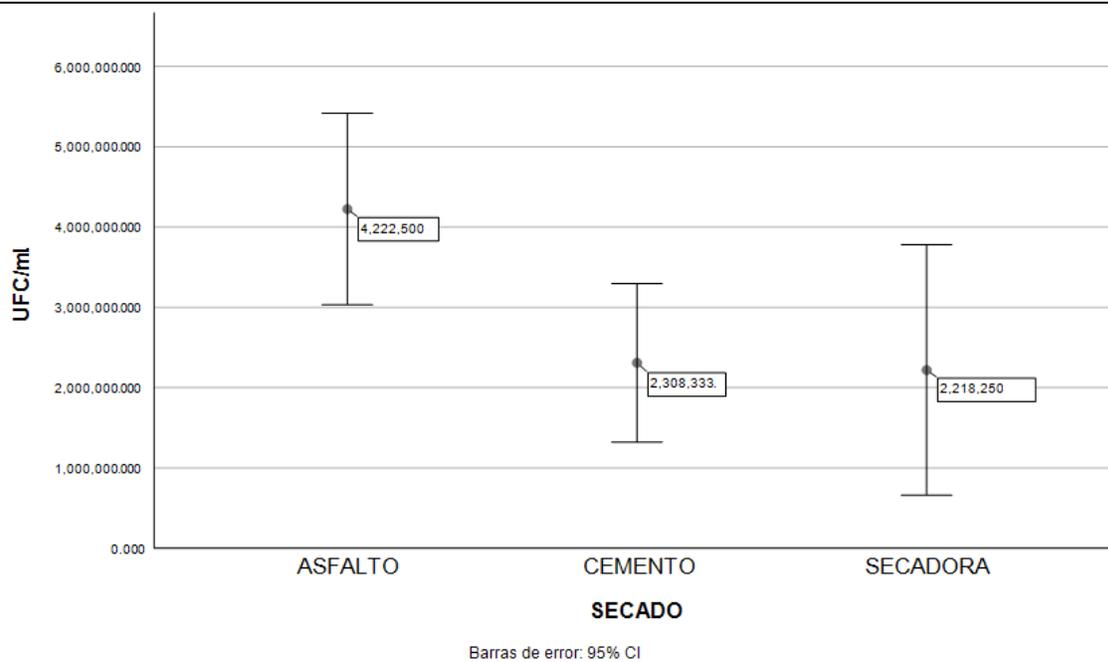
Resultados del recuento de mohos y levaduras en dos variedades de cacao, diferentes métodos de fermentación y secado en la zona de Puerto Quito.



Métodos de fermentación



Método secado



En cuanto a la figura 35, se muestra la relación UFC/ml y variedades, se determinó: cacao CCN-51 (4697.722 UFC/ml) hay mayor presencia de mohos y levaduras, frente a cacao Nacional (1135000 UFC/ml). Referente al método de fermentación: los valores más bajos lo registran: Método Cascada (25325000 UFC/ml) y Método yute (1469915 UFC/ml), mientras Método sin fermentar (4746 666 UFC/ml) presento un valor elevado. Por otro la relación UFC/ml con Métodos de secado, se estableció: mayores unidades formadoras en el Método asfalto (4222500 UFC/ml), frente a los métodos: Cemento (2308333 UFC/ml) y secadora (2218250 UFC/ml) donde se registró menor presencia de microorganismos.

Capítulo V

Discusión

Respecto a variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Puerto Quito

Factor A (Variedades)

Según la norma INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización , 2010), el porcentaje de humedad optimo es del 7%, sin embargo valores superiores al límite se registraron: cacao Nacional (9.02) y cacao CCN51 (11.08), por ende tendrá mayor susceptibilidad a mohos, acorde a lo expuesto por por (Rivera, 2018), un rango ideal para almacenar que van acorde al medio: aire libre (6,8-7,5%), cuarto de madera (6,5-7%) y hormigo (6-7%).0.024 0.027

En base a los resultados publicados por (Andrade, Rivera, Chire, & Ureña, 2019), la acidez registrada para: cacao CCN-51 (0,032) y cacao Nacional (0,030), son superiores a lo encontrado en la investigación: cacao CCN-51 (0,024) y cacao Nacional (0,027), estos valores se encuentran en el rango expuesto por, (Amorim, René, Andrade, & Moreir, 2017), donde menciona que un consumo mayor al 0.060, refleja problemas de una fermentación prolongada.

Con relación al pH: cacao CCN-51 (5.74) es más ácido en comparación a cacao nacional (6.49), (Zambrano, 2018) manifiesta en su ensayo que cacao CCN-51 tiene un promedio de 5.47 a comparación de cacao Nacional el cual supera el promedio de 6.

En relación al contenido de proteína: cacao nacional (11.65) y cacao CCN 51 (11.14), dichos valores no concuerdan con la investigación de (Lara, 2017), donde el valor de proteína es superior en cacao nacional 13.31, por el contrario cacao CCN-51 es similar 11.14.

Factor B (Métodos fermentación)

En cuanto a pH se encontró los valores: M. cascada (6.12), M. yute (6.22) y M. sin fermentar (6.00), según Graziani, Ortiz, Parra, & Angulo, (2002), el pH es un indicativo de fermentación, el cual está en función de muchos factores (variedad, tiempo, temperatura, madurez fisiológica y clima), enfatiza que el pH que sobrepasan a 6.86 ha formado ácidos carboxílicos que provocan una repercusión no reversible sobre su sabor y aroma.

En proteína se registró los valores: M. cascada (11.02), M. yute (12.14) y M. sin fermentar (11.06), de acuerdo con Chica & Sanchez, (2021), los valores están por debajo a lo registrado en su investigación: M. cascada (10.91), M. yute (15.78) y M. sin fermentar (15.78), independientemente del valor numérico el método cascada expresa menor contenido de proteína, según lo expuesto por Pava, (2016) el nivel o cantidad de proteína tiene relación con las bacterias acéticas del proceso de fermentación, en base a lo enunciado el método yute registra mayor presencia de proteína.

El método de fermentación que tiene mayor presencia de grasa: M. cascada (29.26) seguido del método sin fermentar (28.70) y método yute (26.45), citando al mismo autor del ápice anterior, en la investigación publicada presenta valores más bajos: método cascada (19.47), método yute (20.14) y sin fermentar (20.57), según Santander, et al, (2020), los bajos porcentajes registrados en los procesos de fermentación tiene un posible origen genético tal es el caso para cacaos forasteros requieren mayor tiempo un estimado de seis días, en cambio cacao fino necesita de tres o cuatro días tomando en cuenta la época de cosecha y por último cacao "Arriba" solo requiere de 15 a 24 horas debido a su bajo contenido de grasa.

Con respecto a humedad se determinó que los métodos con mayor contenido de humedad: M. yute (10.74), sin fermentar (10.20) y cascada (9.21), rigiéndose a la norma INEN 176 el porcentaje máximo de humedad es 7%, en base el método sin fermentar la metodología

en este proceso fue nula (No hubo aplicación de actividad fermentativa), por ende, contiene una humedad alta.

Factor C (Métodos de secado)

En relación a humedad: M. secadora (7.74), cemento (11.19) y Asfalto (11.22), considerando el límite de humedad antes mencionado, el mejor método de secado corresponde a secadora, el cual puede ofrecer el porcentaje de humedad óptimo.

En cuanto a grasa el método más adecuado en base a los resultados es método de cemento (30.36), seguido de M. secadora (28.15) y por último, (25.90), según lo enunciado por Castro, et al, (2016), para que exista mayor presencia de contenido de grasa es sometiendo a un tostado por más de 30 minutos, con una temperatura no más de 50 °C.

Con respecto a proteína: M. Secadora (12.97), asfalto (12.19) y cemento (9.03), acorde a los resultados obtenidos, los valores son superiores a los publicados por Guzman & Pérez, (2008), donde registro un valor de proteína de 11.71, por el contrario, Lara, (2017), obtuvo valores en método cemento (11.74) y método asfalto (12,98).

Sobre pH los métodos: secadora (6.00), cemento (6.21) y asfalto (6.14), los resultados obtenidos de los métodos con secado al sol están por encima de los valores publicados por Ortiz, Graziani, & Rovedas, (2009), donde establece un pH de 6.07.

Interacción AXBXC (Variedades-Métodos fermentación-Método secado)

En consideración a los resultados obtenidos: pH y humedad no se estableció grupos independientes.

Con respecto a acidez el mayor valor se registró en la interacción A1B2C0 (CCN51-Método sin fermentar-secadora), en comparación A0B0C1 (Nacional-Método cascada-Método

cemento) (0.0128), donde mostro un valor menor acidez, según Zambrano et al, (2010), la acidez y pH tiene un punto de relación al último del proceso fermentativo, por lo que manifiesta el autor la importancia de la remoción oportuna para evitar que la temperatura baje considerablemente en el cuarto día.

Referente a proteína: A0B0C1 (Nacional-Método cascada-Método cemento) (8.093), presento el valor más bajo, frente a A0B0C0 (Nacional-Método cascada-Método secadora) (14.553), A0B1C0 (Nacional-Método yute-Método secadora) (14.81), A0B2C0 (Nacional-Método sin fermentar-Método secadora) (14.49), cacao Nacional con el método secadora presenta los valores más altos, en base a lo reportado por (Zambrano D. , 2018), muestra un valor inferior (13,46), por ende la relación mencionada (Nacional-Método secadora) muestra mejores resultados.

Referente a grasa, las interacciones con mayor presencia: A0B0C0 (Nacional-Método cascada-Método secadora) (31.60), A0B0C1 (Nacional-Método cascada-Método cemento) (31.10), A0B1C1 (Nacional-Método yute-Método cemento) (32.30), A0B2C0(Nacional-Método sin fermentar-Método secadora) (28.10), A0B2C1 (Nacional-Método sin fermentar-Método cemento) (29.60), A1B0C0 (CCN51-Métodocascada-Método secadora) (30.60), A1B1C0 (CCN51-Método yute-Método secadora) (28.00), A1B2C0 (CCN51-Método sin fermentar-Método secadora) (32.20) y A1B2C1(CCN51-Método sin fermentar -Método cemento) (31.00), en base a las interacciones el tratamiento más eficaz para cacao nacional con el método secadora, por otro lado para cacao CCN-51 el método secadora y asfalto tiene influencia en contenido de grasa.

Respecto a variables químicas de dos variedades del cacao, diferentes métodos de fermentación y secado zona Buena Fe

Factor A (Variedades)

En base a los resultados obtenidos sobre humedad: cacao CCN-51 (11.12) y cacao Nacional (8.96), presentaron valores superiores a lo establecido por la INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización , 2010), en consecuencia se acorta el tiempo de almacenamiento ya que son propensos a presentar de hongo y repercute en su sabor así lo afirma (Almeida, García, Fajardo, & Peralta, 2019).

Con respecto acidez los valores obtenidos: CCN51 (0.026) y Nacional (0.025) se encuentran por debajo a lo publicado por Lara, (2017) donde registra valores superiores CCN51 (1.08) y Nacional (5.28), la acidez tiene relación con la cantidad de contenido de ácidos volátiles que se eliminan en la última fase de beneficio, cuando se da acumulación de estos componentes repercuten en el aroma (Romero, y otros, 2012).

En cuanto a grasa se determinó: CCN51 (27.967) y Nacional (26.893), en base a la Norma INEN 620, establece un mínimo de 28%, por tanto, cacao CCN-51 se encuentra en el rango aceptable.

Con relación al contenido de proteína, el mayor porcentaje pertenece a cacao Nacional (12.07), en cambio CCN-51 presento menor valor (11.69), acorde a lo manifestado por Lara, (2017) los valores obtenidos son similares para CCN-51 (11,79), por el contrario, cacao nacional (13,01) supera el valor encontrado en la investigación.

Así mismos valores similares se presentaron en cuanto a pH: cacao CCN-51 (5.73) y cacao Nacional (6.79) son valores expuestos por el autor, CCN-51 (5.57), cacao y Nacional (6.50).

Factor B (Métodos fermentación)

El pH en la fermentación fluctúa en los primeros dos días, para luego estabilizarse posterior a las 48 horas, Amorim, René, Andrade, & Moreir, (2017) mencionan que los granos de cacao deben tener un pH de 5 a 5.6 como referencia de una buena fermentación, por el contrario (Arango, 2017), indica que el pH no debe tener un rango ya que este varía en función de la variedad, localidad, época del año, madurez fisiológica, afirma que pH de 5,7 a 6,3 tiene buenas características físico-químicas acompañadas de las sensoriales, en base a ello, los datos registrados de sobre métodos de fermentación: cascada (6.02) y yute (6.15) se encuentran en ese rango, a diferencia que por metodología el método sin fermentar (5.94) en el cual no se aplicó un proceso de fermentación, esto se corrobora en la figura 12 sobre el grado de fermentación, donde no presenta una fermentación buena (0%) o media (0%).

En relación a proteína se encontró los valores: Método cascada (12.293), yute (12.689) y el valor más bajo para método sin fermentar (10.681), los datos coinciden con la investigación realizada por Chica & Sanchez, (2021) donde los métodos: cascada (13.61) y yute (14.93) son los métodos destacados.

Para humedad, se determinó los siguientes valores de los métodos: cascada (9,15), yute (10.70) y sin fermentar (10.28), con base en la misma investigación, los valores no coinciden debido a la metodología empleada, sin embargo presenta: la misma escala donde: cascada (2,16) es el método de menor contenido de humedad, frente a método yute (3.375), la posible causa es debido a que el método mencionada no tiene amplio contacto con el ambiente y guarda humedad interna.

En relación al contenido de grasa, se observó mayor contenido en los métodos Yute (27.63) y Cascada (27.66), a diferencia de Sin fermentar (26.98) que presento menor porcentaje, los datos expuestos son elevados a comparación del autor citado en el ápice

anterior, donde registro datos: Sin fermentar (20.57) y Yute (20.14), a diferencia de Cascada (19.47).

Factor C (Métodos de secado)

Con respecto a humedad, método secadora (7.52) tiene menor porcentaje, como lo hace notar Vega, (2018), dónde el tratamiento mencionado refleja un valor menor (1.96), por otro lado, el método cemento (11.56) también muestra el valor más alto en la misma investigación.

Referente al pH en el periodo de secado no varía en rangos amplios así lo afirma Garcia, et al, (2019), desde el punto de vista del autor cuando se aplica un secado violento, se afecta la hidrólisis enzimática de ciertos componente los que influyen en el pH, al ser muy abundantes el pH tiende a hacer más ácido, es la posible causa del valor de pH en el método cemento (5.81), el resultado también se asemeja al autor citado en la ápice anterior donde reflejo un valor menor en el método cemento (6.14).

En proteína el método secadora destaca con el valor más elevado 14.663, en comparación al método cemento que registro un valor 8.963, los valores difieren a los publicado por el mismo autor donde: cemento (16.24) y secadora (16.30) registran valores superiores.

Interacción AXBXC (Variedades-Métodos fermentación-Método secado)

En consideración a los resultados obtenidos, las variables, pH y humedad no presentaron influencia en las características químicas. Los resultados de la interacción, sobre acidez: A1B1C2 (CCN-51-Metodo yute-Método asfalto) (0.015), A0B0C1 (Nacional-Método cascada-Método cemento) (0.016), A1B1C1 (CCN-51-Metodo yute-Método cemento) (0.017), A1B0C1 (CCN-51-Metodo cascada-Método cemento) (0.018), en base a los resultados, se establece: la influencia del método cascada y yute, método cemento y asfalto en la acidez de

cacao, teniendo en cuenta a Vega, (2018), donde relaciono el método cascada vs método cemento, sostiene que la disminución componentes (ácidos volátiles) se debe al exponer a la exposición al aire libre ya que se volatilizan más rápido.

Con respecto a proteína el mayor porcentaje lo presento A0B1C0 (Nacional-51-Método yute-Método secadora) (15.71) y A1B0C0 (CCN51--Método cascada-Método secadora) (15.97), los datos obtenidos difieren con lo reportado por Lara, (2017), donde en los tratamientos con cacao CCN-51, en los métodos de cemento (11,74) y asfalto (10.92).

Análisis del contenido de cadmio de dos variedades en diferentes zonas (Puerto Quito-Buena Fe)

Factor A (Zonas)

Según lo publicado por Florida, (2021), el Ecuador se encuentra en un rango de 0,75 a 1,26 ($\mu\text{g g}^{-1}$) lo que no se considera alto a comparaciones con el vecino país Perú con el valor alto de 2.46 ($\mu\text{g g}^{-1}$), en consideración al contenido de cadmio se encontró mayor presencia en Puerto Quito (0.389 mg/kg) este valor es mayor a lo publicado por Mite, Carrillo, & Durango, (2010), donde menciona que la zona tiene un promedio de 0,21 mg/kg, por el contrario Buena Fe (0.323 mg/kg), presento menor valor a lo publicado por el mismo autor (0,57 mg/kg).

Factor B (Variedades)

Con respecto al contenido en variedades se determinó: CCN-51 (0.659) presento mayor concentración, en comparación a lo mencionado por Barrezueta, Armijos, & Vega, (2021) el valor encontrado es menor a lo publicado (1.21 mg/kg), en cambio para la V. Nacional se encontró un valor de 0.052 mg/kg, el cual es inferior a lo citado por (Barrezueta, Armijos, & Vega, 2021; INEN, 2006) (1.15 mg/kg).

Factor C (Método Secado)

Referente al método de secado, se determinó que el método secadora obtuvo un valor elevado 0.326 mg/kg frente al método asfalto 0.386, según Delgado & Salas, (2022) y (Romero V. , 2022) aclaran que los métodos no son punto de absorción del metal, los valores presentados son similares a lo publicado por Lara, (2017), donde expresa los siguientes valores: M. Asfalto con un contenido de 0,37 mg/kg y método artificial (estufa) 0,38 mg/kg.

Interacción AXBXC

En consideración a los resultados, se determinó el mayor contenido de cadmio, en donde la zona de Puerto Quito con juntamente con CCN-51 en el método asfalto (0.722 mg/kg), poseen valores altos en comparación con la V. Nacional y M. secadora. Acorde al reglamento de la de la Unión Europea con el código 2021/1323, en el apartado Chocolate con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 50 % en cual menciona un contenido límite de 0,80 mg/kg peso, los datos expuestos se encuentran en el rango.

Análisis y relación de resultados de las diferentes variables (medidas) de las dos zonas de estudio (Puerto Quito-Buen Fe)

Factor A (zonas)

En consideración de los datos obtenidos, se determinó que la zona Puerto Quito posee valores superiores en los pesos: mazorca (844.470 g) cascara (638.750 g) almendra más maguey (205.953 g), almendra (182.991 g) y maguey (22.668 g), por ende, se considera un área de mayor producción en comparación a la Zona de Buena Fe que presentó pesos: mazorca (671.440 g) cascara (495.792 g) almendra más maguey (176.991 g), almendra (151.635 g) y maguey (25.014 g).

Factor B (Variedades)

En base a los resultados obtenidos en la figura 18 se determinó que CCN-51 (905.794 g) presenta mayor peso mazorca, valores similares a la reportado por Monar, (2021), donde la media de peso mazorca en la variedad mencionada rodea los 842,83 g, por el contrario el peso mazorca de caca nacional (671.440 g) es mayor en el estudio realizado que a lo publicado (566,5 g), por consiguiente CCN-51 al presentar mayor peso tendrá ventaja en los siguientes ápices; peso cascara (638.750, g) peso almendra maguey (205.953, g) peso almendra (182.991 g) y peso maguey (22.668 g), con respecto a pH cacao nacional (5.685) presenta mayor pH, con frente a cacao CCN-51 (4.682), esto concuerda con los valores encontrados por el autor citado donde registro un pH en cacao nacional de 5,30 y CCN-51 con 4,19.

Factor AXB

Las medidas producción ayudan a determinar el material o zona de alta productividad, tal es el caso de la interacción A0B1 (Puerto Quito-CCN51) la cual posee valores superiores: peso mazorca (914.928, g), cascara (662.722) y almendra (222.127 g), por tanto, se adjudica a Puerto Quito una zona de buena producción de CCN51, acorde a los datos expuestos, referente a la zona de Buena Fe también destaca valores altos en el mismo material de cacao (CCN-51): A1B1 (Buena Fe-CCN-51), peso de mazorca (896.659,) almendra (219.021) y maguey (36.903), según (Graziani, Ortiz, Parra, & Angulo, 2002) CCN-51 es un clon modificado con características de alta producción y tolerante a enfermedades.

Referente a grados Brix cacao nacional (5.500) presenta valores superiores a CCN-51(4.500) en la zona Buena Fe, lo que estaría relacionado al grado de madurez. Por otro lado, CCN-51 presento mayor acidez (4.623 PQ-4.740 BF) por lo tanto los valores obtenidos se encuentran en el rango de pH (3,37 -5,15) publicado por (Vílchez, 2016),

Análisis del grado de fermentación dos variedades, zonas (Puerto Quito-Buena Fe) y método de secado

Zonas

En consideración a los resultados obtenidos se determinó que la zona de Puerto Quito posee mayor fermentación buena (52.963%) en cambio la zona de Buena Fe no supera un 50 % con relación a una buena fermentación.

La zona de Buena Fe posee un grado de fermentación (15.925 %), almendras violetas (23.889 %), pizarra (8.148 %), frente a la zona de Puerto Quito donde presento grado de fermentación (52,963 %), almendras violetas (25.00 %), pizarra (7.778 %), en cambio el porcentaje de infestados (3.33) presento un valor mayor a comparación de la primera zona mencionada con un porcentaje 2.583 %,

Variedad

Según la noma (INEN, 2006) y la tabla 62, la variedad Nacional se encuentra en los rangos aceptables: fermentación buena 50.926/N 44%, fermentación media 13.704/N 10%, almendras violetas 5.185/N 25% y pizarras 6.667/N 9%, por el contrario, CCN-51 no presento porcentajes aceptables acorde a la norma mencionada: fermentación media 23.704/N 65%, fermentación buena 51.481/N 11% y almendras violetas 23.704/N 18% y pizarra 9.259/N 5%, esto estaría asociado al manejo de fermentación y secado según Horta, (2017), el proceso de beneficio de CCN-51 es menor tiempo con un periodo máximo de 3 a 4 días a comparación V. Nacional donde se puede extender de 5 a 6 días, por el contrario para el periodo secado CCN-51 necesita más días debido a que el tamaño de la almendra es mayor a la de V. Nacional.

Método de fermentación

La fase de fermentación tiene el objetivo de fomentar las reacciones enzimáticas que desencadenara con la muerte del embrión para poder ejecutar las transformaciones bioquímicas para obtener un buen aroma y sabor, así lo afirma Granda, (2012), con este antecedente, se determinó el método de fermentación el cual le pertenece al método Yute debido a su alto porcentaje de fermentación buena (98.889%), fermentación media (0%), violeta (0%), pizarra (0), infestados (0%).

Para el método de cascada presenta un porcentaje de 54.722 % de fermentación buena y una fermentación media de 39.44 % lo que en efecto existe una interrupción en el proceso fermentativo, en efecto puede deberse a factores externos los cuales causaron la suspensión de procesos de degradación enzimática ocasionando la presencia de almendras violetas con un porcentaje de 2.778 %. Con relación al método sin fermentar presentó porcentajes altos de almendras infestadas (6.667) y pizarras (21.944) en comparación a los otros métodos de fermentación, según (Santa, 2019), la falta de degradación de ácidos los cuales son responsables de la muerte del embrión por ende no se producirá los compuestos aromáticos del cacao.

Análisis del contenido de mohos y levaduras de dos variedades de cacao, método de fermentación y método de secado

Variedades

La presencia de mohos y levaduras es normal en los procesos de beneficiado, acorde a la figura 34, muestra el nivel de contenido de unidades formadoras de colonias donde se determinó: CCN-51 (5207778 UFC/g) posee mayor presencia de mohos y levaduras, frente a cacao nacional (1736667 ufc/g), los valores reportados no coinciden con la investigación (Chica

& Sanchez, 2021), donde se muestra valores menores para cacao CCN-51 (488889 UFC/g), en cambio la variedad nacional (128296630 UFC/g) muestra menor presencia a lo mencionado por el mismo autor.

Con respecto a la zona de Buena Fe se observa similar situación, CCN-51 (4697722 UFC/g) posee mayor presencia de mohos y levaduras, frente a cacao nacional (1736667 UFC/g), en comparación a los datos anteriores mencionados CCN-51 presento mayor concentración a lo citado y cacao Nacional menor presencia de mohos y levaduras.

Método de fermentación

El proceso fermentativo inicia con la presencia de levaduras siendo su mayor desarrollo en el primer día de fermentación debido a su bajo nivel de oxígeno y el alto contenido de azúcar, en la primera fase se registra entre cinco y seis especies de levaduras como: *Cándida silvae*, *Cándida zemplinina* y los *Saccharomyces cerevisiae*, las cuales tiene la función de transformar los azúcares en alcohol etílico, seguido de presenta una fase de bacterias lácticas como *Lactobacillus* spp. las cuales continúan con el proceso para reducir el ácido nítrico.

Posterior se da la fase acética donde el número de levaduras es menor y el número de bacterias acéticas como: *Gluconobacter oxydans*, *Acetobacter aceti* y *Acetobacter pasteurianus* se eleva realizando la transformación de etanol a ácido acético y por último la cuarta fase bacterias del género *Bacillus* spp. lideran este proceso quienes se encargan de realizar reacciones bioquímicas para otorgar los sabores y aromas del cacao así lo afirma (Garcia, Garcia, Córdoba, & Marín, 2019).

Con respecto a la figura 35, sobre la relación método de fermentación-Contenido UFC/g en la zona de Puerto Quito, se encontró mayor presencia en el método sin fermentar (4680556 UFC/g), frente al método cascada (365000 UFC/g) y por último el método yute (2571111

UFC/g), los valores encontrados difieren de lo expuesto por (Chica & Sanchez, 2021), donde revela valores por debajo de lo reportado: cascada (3165000 UFC/g) y sin fermentar (4680556 UFC/g), en cambio presenta mayor contenido en yute (17400000 UFC/g).

Por el contrario, valores mayores a lo citado muestra la zona de Buena Fe: donde valores por encima de lo mencionado corresponde: cascada (2532500 UFC/g) y sin fermentar (4746666 UFC/g), en cambio yute (1469916 UFC/g) registró un valor menor a lo citado.

Método secado

En cuanto al perfil de unidades formadoras de colonias, donde en la zona de Puerto Quito se determinó mayor contenido: Método secadora (2726389 UFC/g) y Método cemento (4636111 UFC/g) frente al Método Asfalto (3054167 UFC/g).

Por el contrario la zona Buena Fe presento mayor presencia: Método asfalto (4222500 UFC/g) y menor concentración: Cemento (2308333 UFC/g) y secadora (2218250 UFC/g), según (Hernández, 2018) revela que en el periodo de secado la presencia predominante de los géneros *Penicillium spp* y *Aspergillus spp*.

Conclusiones

Puerto Quito

En base a la norma INEN un porcentaje de humedad optimo al final el proceso de fermentado y secado (7%), cacao Nacional (9.02) registro un valor aproximado al porcentaje indicado, con respecto a acidez registro el menor valor (0.030), lo cual demuestra que no existió una sobre fermentación, además posee un pH (6.49) que se encuentra en el rango aceptable y una proteína de 11.65

El mejor método de fermentación recae sobre M. yute ya que presenta características químicas optimas: alta presencia de proteína 12.14, un pH 6.22 dentro del rango de fermentación (6.86),

El método cascado también sobresalió en algunos parámetros tales como: la influencia en el contenido de grasa 29.26 y una humedad de 9.21.

El método secadora resalto sobre parámetros como: menor porcentaje de humedad 7.74 el cual es aceptable en la norma INEN, con respecto a proteína muestra el mayor valor (12.97) en comparación al resto de métodos, con relación a pH (6.00) refleja que no contiene acumulación de ácidos volátiles. Por otra parte, método cemento obtuvo mayor grasa 30.36 y un pH de 6.21.

Considerando los resultados obtenidos en la investigación la interacción: Nacional-Método cascada-Método secadora, presento menor acidez, lo cual representa menor contenido de ácidos volátiles, grasa del 18.70, proteína 14.55 y una humedad de 6.55. En cambio, Nacional-Método yute-método secadora, presentó valores adecuados de proteína 13.20, humedad de 7,20 y grasa 28.00, lo cual se encuentra en el rango establecido de la norma INEN.

Buena Fe

El cacao nacional posee características optimas tales como: menor contenido de humedad 8.96, menor acidez (0.025), alto contenido de proteína 12.07 y un pH 6.79 aceptable en la norma INEN 620 para elaborar cacao en polvo (mínimo 5.2- máximo 6.8), con respecto a cacao CCN-51 obtuvo mayor contenido de grasa 27.96

El método de fermentación destacado en algunos parámetros es Método yute: tiene un pH 6.15, en base a la norma INEN 620-2 es aceptable para realizar cacao en polvo, contiene mayor proteína (12.68) y un alto porcentaje de grasa 27.63. Por otro lado, método cascada mostro menor humedad (9.15) frente a los otros tratamientos de fermentación.

El método secadora presento menor humedad 7.52 el cual se encuentra en el rango establecido según la norma INEN 620-2, contiene mayor grasa (29.322), presencia de proteína 14.66 la cual óptima en el campo alimentario.

En base a los resultados obtenidos: Nacional-Método cascada-Método Secadora, presento características optimas: proteína 15.97, humedad de 635 y grasa 32.60, por otro lado CCN51-Método cascada-Método Secadora obtuvo rangos aceptables: grasa 33.90, proteína 15.71 y humedad de 7.31.

Del contenido de cadmio

La zona que mayor contenido presento es Puerto Quito 0.389 mg/kg, en cambio Buena Fe registro un valor de 0.323 mg/kg, lo cual no representa un peligro para la salud.

Con respecto al contenido en variedades se determinó que CCN-51 presento un valor 0.659, en comparación a cacao Nacional con un valor menor de 0.052 mg/kg, no sobrepasa el límite máximo de 0,80 del reglamento de la Unión Europea.

El método asfalto presento un contenido de cadmio 0.386 seguido de método secadora 0.326.

Los datos obtenidos son sobre contenido de cadmio recaen sobre la zona Puerto Quito en cacao CCN 51 en el método asfalto con un valor 0.722 mg/kg, el cual se encuentra en el rango establecido por el reglamento de la Unión Europea con el código 2021/1323 en el apartado Chocolate con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 50 % en cual menciona un contenido límite de 0,80 mg/kg.

Medidas de producción

Se determinó la zona de mayor producción acorde a las medias Puerto Quito posee valores superiores en los pesos: mazorca 844.470 g, cascara 638.750 g, almendra más maguey 205.953 g, almendra 182.991 g y maguey 22.668 g.

Cacao CCN-51 tiene óptimos pesos de producción: mazorca 905.794 g, cascara 653.059 g, almendra maguey 254.214, almendra 220.57, maguey 33.17 y un pH de 4.417 el cual se encuentra en un rango aceptable.

La zona de Puerto Quito con el cultivo de cacao CCN-51 presento excelentes valores de medidas de producción: peso mazorca 914.928 g, cascara 662.722 g, almendra maguey 252.168 g, y almendra 222.127 g.

Referente a la zona de Buena Fe también destaca valores altos en el cultivo de cacao CCN-51: peso almendra maguey 256.26 g y maguey 36.903 g.

En consideración a los resultados obtenidos se determinó que la zona de Puerto Quito tiene porcentajes aceptables: fermentación buena 52.96, fermentación media de 25, almendras violetas 10.92, almendras pizarras 7.78.

En base a la norma (INEN, 2006) el cacao Nacional se encuentra en los rangos aceptables: fermentación buena 50.926, fermentación media 13.704, almendras violetas 5.185 y pizarras 6.667, por el contrario, CCN-51 no presento porcentajes aceptables acorde a la norma mencionada.

Se determinó el mejor método de fermentación: método Yute debido a su alto porcentaje de fermentación buena (98.889%), fermentación media (0%), violeta (0%), pizarra (0), infestados (0%).

Se determinó en la zona de Puerto Quito CCN-51 5207778 UFC/g posee mayor presencia de mohos y levaduras, frente a cacao nacional 1736667 ufc/g.

La zona de Buena Fe se observa similar situación, CCN-51 4697722 UFC/g posee mayor presencia de mohos y levaduras, frente a cacao nacional 1736667 UFC/g.

Zona de Puerto Quito, se encontró mayor presencia de mohos y levaduras en el método sin fermentar (4680556 UFC/g), método cascada (365000 UFC/g) y por último el método yute (2571111 UFC/g).

Para la Buena Fe: el método cascada (2532500 UFC/g) y sin fermentar (4746666 UFC/g) tienen mayor presencia de mohos y levaduras.

Se determinó en la zona de Puerto Quito tiene mayor presencia de mohos y levaduras: Método cemento 4636111 UFC/g, seguido de Método Asfalto 3054167 UFC/g y por ultimo Método secadora 2726389 UFC/g.

Para la zona de Buena Fe el mayor contenido lo tiene método asfalto 4222500 UFC/g y menor concentración los métodos: Cemento 2308333 UFC/g y secadora 2218250 UFC/g.

Recomendaciones

En cacao producido Puerto Quito se debe Reducir la humedad en cacao nacional, acorde a la norma INEN 176, impulsar la aplicación del método yute y cascada para fermentación de cacao. Además, Realizar el secado de almendras por el método secadora a una temperatura no mayor a 65°C.

En cacao producido Buena Fe se debe estimular la implantación de cultivos puros de cacao nacional, aplicar un tapado de cajones en el método cascada con hojas de plátano o sarán, además de controlar la humedad del método yute empleando mayor remoción para aumentar la aireación, establecer periodo de tiempo y temperatura para el método secadora, con el fin de fomentar la producción de grasa.

Para Puerto Quito se debe realizar monitoreos en diferentes épocas del año, para establecer dinámica de la presencia de cadmio, además emplear métodos de reducción de contenido de cadmio mediante la fermentación con método yute.

En la zona de Puerto Quito se debe aplicar un manejo integral de cultivos de cacao CCN-51 para mantener una alta producción, además de emplear planes de nutrición vegetal y manejo de enfermedades.

Bibliografía

- Instituto Ecuatoriano de Normalización . (2010). *Chocolates-Requisitos*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización:NTE INEN 621:2010.
- Agrocalidad. (2011). *Manual de procedimientos para el registro y certificación de viveros y productores de material vegetal de cacao nacional fino y de aroma sabor "arriba" y otras variedades*. Edición Especial N° 168. doi:<https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/cacao2.pdf>
- Aguilar, H. (2016). *Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao*. Lima: Centro de Comunicación Agrícola de la FHIA.
doi:http://www.fhia.org.hn/descargas/Proyecto_de_Cacao_SECO/Manual_para_la_Evaluacion_de_la_Calidad_del_Grano_de_Cacao.pdf
- Almeida, J., García, J., Fajardo, G., & Peralta, M. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí*, 4-6.
- Álvarez, C., Pérez, E., & Lares, M. (2007). Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. *Escuela Técnica Industrial Julio Calcaño*.
- Álvarez, C., Pérez, E., & Lares, M. (2022). Morfología de los frutos y características físico-químicas del Mucílago del cacao de tres zonas del Estado Aragua. *Agronomía Tropical*, 52(4), 5-14. doi:https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2002000400006#:~:text=Caracter%20sticas%20morfol%C3%B3gicas%20de%20los%20frutos%20de,en%20Chua%C3%B3%20Cuyagua%20y%20Cumboto.&text=El%20color%20de%20los%20frutos,1970%3B%20Enr%C3%ADquez%2C

Álvarez, R. (2018). Acumulación de metales pesados (Pb y Cd) en almendras de cacao durante el proceso de fermentación y secado. *Escuela Superior de Turismo e Tecnología do Mar*, 17-18.

Amores, F., Jiménez, J., & Peña, G. (2006). INFLUENCIA DEL TIEMPO DE FERMENTACION Y EL TOSTADO SOBRE EL DESARROLLO DE COMPUESTOS AROMATICOS ASOCIADOS AL SABOR A CHOCOLATE EN ALMENDRAS DE CACAO DE LA VARIEDAD NACIONAL . *Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP*.

Amorim, G., René, Q. R., Andrade, G., & Moreir, M. (2017). Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-16 en la región cacaotera de Bahia, Brasil. *Ecosistemas y recursos agropecuario*, 4(12), 579-587. doi:<https://www.redalyc.org/journal/3586/358652577018/html/#B21>

Andrade, J., Rivera, J., Chire, G., & Ureña, M. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Universidad Tecnológica Equinoccial*, 10(4), 1-12. doi:<https://www.redalyc.org/journal/5722/572260689003/html/>

Arango, J. (2017). *Evaluación del efecto de técnicas de fermentación en el sabor y aroma de cacao CCN-51 (Theobroma cacao L.) en la zona de Tumaco-Nariño* . Universidad Nacional de Colombia.
doi:<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59584/JessicaArangoAngarita%20.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Argüello, D., Laurysena, F., Vanderschuerena, R., & Smolders, E. (2018). Soil properties and agronomic factors affecting cadmium concentrations in cacao beans: A nationwide survey in Ecuador. *Science of The Total Environment*, 649, 120-127.
doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718332649>

- Avalos, E. (2014). *Estudio de factibilidad para la creación de un Centro de acopio de cacao fino de aroma ubicado en Cumandá provincia de Chimborazo*. Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
doi:<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7257/1/22T0283.pdf>
- Barrezueta, S., Armijos, I., & Vega, A. (2021). Comparación de los niveles de cadmio en hojas, testa y almendra en cultivares de *Theobroma cacao* L. *Revista Ciencia UNEMI*, 14(37).
doi:<https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/1289>
- Bravo, N., & Mingo, F. (2011). Valoración de tres métodos de fermentación y secado para mejorar la calidad y rentabilidad del cacao fino de aroma en el cantón Pawintza. *Universidad Nacional de Loja*.
- CAOBISCO. (2015). Cacao en Grano: Requisitos de Calidad de la Industria del Chocolate y del Cacao. *Association Communautaire des Industries de la Chocolaterie, Industries de Biscuiterie de Europa.*, 18-24.
doi:https://www.cocoaquality.eu/data/Cacao%20en%20Grano%20Requisitos%20de%20Calidad%20de%20la%20Industria%20Apr%202016_es.pdf
- Castro, R., Hernández, J., Marcilla, S., Córdova, J., & Chire, G. (2016). EFECTO DEL CONTENIDO DE GRASA EN LA CONCENTRACIÓN DE POLIFENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE *Theobroma cacao* L. "CACAO". *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 20-22.
- Chica, G., & Sanchez, A. (2021). *Estudio del proceso de obtención de chocolate a partir del licor de cacao ecuatoriano Theobroma cacao L.*, considerando dos variedades (CCN – 51 y Nacional) y distintos *Theobroma cacao* L.), considerando dos variedades (CCN – 51 y Nacional). Santo Domingo: Universidad de las Fuerzas Armadas.

doi:<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/26018/T-ESPESD-003169.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Clemens, S., Aarts, M., Thomine, S., & Verbruggen, N. (2013). *Plant science: The key to preventing slow cadmium poisoning*. Trends in Plant Science; Pag 8.

doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1360138512001732>

Comisión Europea. (2014). *Modifica el Reglamento (CE) No 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en los productos alimenticios*. Bruselas: La comisión de las comunidades Europeas. doi:<https://www.boe.es/doue/2006/364/L00005-00024.pdf>

Delgado, M., & Salas, A. (2022). Cadmio en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) y sus efectos ambientales. *Universidad Técnica de Manabí*.

Díaz, A. (2014). *METALES PESADOS*. España: UNION EUROPEA: Secretaria de Estado de turismo y comercio. doi:<https://plaguicidas.comercio.gob.es/es-es/contaminates/MetalPesa.pdf>

Echeverri, J. (2013). *Tecnología moderna en la producción de cacao: manual para*. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería:Programa Sixaola.

doi:[http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10551\(1\).pdf](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10551(1).pdf)

EFSA. (2011). Cadmium in food: Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *European Food Safety Authority (EFSA)*, 1-139.

doi:<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.980>

EFSA. (2012). *Cadmium dietary exposure in the European population*. European Food Safety Authority.

doi:<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2012.2551#:~:text=ln%20a n%20attempt%20to%20calculate,3.66%20%C2%B5g%2Fkg%20body%20weight.>

Enríquez, G. (2010). Cacao orgánico: Guía para productores ecuatorianos . *INIAP*.

Erazo, C. (2019). DISEÑO DE UN FERMENTADOR Y SECADOR SOLAR PILOTO, PARA DOS VARIEDADES DE CACAO (*Theobroma cacao L*), EN EL CANTÓN EL EMPALME PROVINCIA GUAYAS". *UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK*.

ESPAC. (11 de marzo de 2019). *Cultivo de Cacao*. Obtenido de Multiplica Ediciones:

[https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/ecuador-tiene-en-el-cacao-una-oportunidad-de-oro#:~:text=Las%20provincias%20con%20mayor%20superficie,con%20123.957%20\(Tabla%201\).](https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/ecuador-tiene-en-el-cacao-una-oportunidad-de-oro#:~:text=Las%20provincias%20con%20mayor%20superficie,con%20123.957%20(Tabla%201).)

Florida, N. (2021). *REVISIÓN SOBRE LIMITES MÁXIMOS DE CADMIO EN CACAO (Theobroma cacao L.):Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador*.

Florida, N. (2021). *REVISIÓN SOBRE LIMITES MÁXIMOS DE CADMIO EN CACAO (THEOBROMA CACAO L. Universidad Nacional Agraria de la Selva Perú, 34(2)*.
doi:<https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/34.2021.08>

García, E., García, E., Córdoba, A., & Marín, G. (2019). *Estudio de la fermentación espontánea de cacao (Theobroma Cacao L.) y evaluación de la calidad de los granos en una unidad productiva a pequeña escala*. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*.
doi:<http://dx.doi.org/10.23850/24220582.1635>

Gil, A. (2010). *Tratado de Nutrición Tomo II. En Composición y calidad Nutritiva de los Alimentos*. Madrid: Editorial Medica Panamericana.

Granda, J. (2012). *EVALUACIÓN DE CINCO METODOS DE FERMENTACIÓN Y DOS MÉTODOS DE SECADO PARA MEJORAR LA CALIDAD Y RENTABILIDAD DEL*

CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao*) EN LAS PARROQUIAS EL ENO JAMBELI Y GENERAL FARFÁN CANTÓN LAGO AGRIO. Universidad Tecnológica Equinoccial.
doi:<https://1library.co/document/q2mgo86y-evaluacion-fermentacion-rentabilidad-nacional-theobroma-parroquias-jambeli-farfan.html>

Graziani, L., Ortiz, L., Parra, P., & Angulo, J. (2002). Características físicas del fruto de cacaoos tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de cumboto, venezuela. *Universidad Central de Venezuela Facultad de Agronomía*, 53(2).

doi:https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2002000300006

Guzman, R., & Pérez, e. (2008). Caracterización fisicoquímica y nutricional de almendras del cacao (*Theobroma cacao* L.) frescas y fermentadas provenientes de la región de Rio Chico . *Conference: V Congreso Internacional XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica VI Jornadas científicas de Biotecnología Molecular y Biomedicina*, 1(5).
doi:https://www.researchgate.net/publication/230814454_Caracterizacion_fisicoquimica_y_nutricional_de_almendras_del_cacao_Theobroma_cacao_L_frescas_y_fermentadas_provenientes_de_la_region_de_Rio_Chico_estado_Miranda-Venezuela

Hernández, S. (2018). *Postcosecha del grano de cacao (Theobroma cacao L.) sobre la contaminación por hongos toxigénicos*. Veracruz: TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO.

Horta, H. (2017). *EVALUACIÓN DEL TIPO DE FERMENTADOR EN LA CALIDAD FINAL DE UNA MEZCLA DE CACAO (Theobroma cacao L.)*. UNIVERSIDAD DEL TOLIMA.
doi:<http://45.71.7.21/bitstream/001/2148/1/APROBADO%20HEIDI%20BRIGGITY%20HORTA%20TELLEZ.pdf>

INEN. (2006). *CACAO EN GRANO- REQUISITOS*. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.

- Infocacao. (2017). Actividades de poscosecha para lograr cacao de calidad. *Ciencia y tecnología al servicio del sector cacaotero*(14), 3.
doi:http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/infocacao_no14_sept_2017.pdf
- INIAP. (2015). *Metales pesados en Cacao, perspectiva y posible manejo*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
doi:[http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/049b3f076c63e02705257e0e005767b1/\\$FILE/AA%20-%207%20Julio-2015.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/049b3f076c63e02705257e0e005767b1/$FILE/AA%20-%207%20Julio-2015.pdf)
- Jaramillo, G. (2018). Evaluación de la influencia del proceso de beneficio del cacao (*Theobroma cacao*) CCN-51 de altura en su calidad final, mediante el análisis físico, físico-químico y sensorial. *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR*.
- Jiménez, C. (2015). Estado legal mundial del cadmio en cacao (*Theobroma cacao*) fantasía o realidad. *Maestría en Innovación Alimentaria y Nutrición de la Corporación Universitaria Lasallista*, 10(1), 89-104. doi:<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5746910>
- Lara, V. (2017). *Evaluación del contenido de cadmio en dos variedades de cacao (Theobroma cacao L.) considerando distintos métodos de secado en la localidad de Luz de América*. Santo Domingo de los Colorados: Universidad de las Fuerzas Armadas.
doi:<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/12962/T-ESPE-002802.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lares, M., Guitierrez, R., Elvina, P., & Alvarez, C. (2012). Efecto del tostado sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas, composición proximal y perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao del estado Miranda. *Revista Científica UDO Agrícola*, 2(2), 439-446. doi:<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4688626>

- López, A. (19 de Diciembre de 2015). *Sector exportador de cacao*. Obtenido de ANECACAO:
https://www.jica.go.jp/activities/issues/agricul/jipfa/ku57pq00002kzl3d-att/20200220_data03_sp.pdf
- Mite, F., Carrillo, M., & Durango, W. (2010). AVANCES DEL MONITOREO DE PRESENCIA DE CADMIO EN ALMENDRAS DE CACAO, SUELOS Y AGUAS EN ECUADOR. *XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*.
- Monar, O. (2021). "Caracterización del licor de dos variedades de cacao CCN– 51 y nacional (*Theobroma cacao* L.), considerando manejo poscosecha y las zonas de influencia de la Universidad de las Fuerzas Armadas Sede Santo Domingo.". *Universidad de las Fuerzas Armadas*.
- Muñoz, D. (2018). Estudio del contenido en cadmio de cacao (*Theobroma cacao* L) ecuatoriano y su incidencia en el consumo humano. *Investigación Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 15.
- Orozco, C. (2021). Caracterización de la Mezcla de Cacao Variedades CCN 51 (Colección Castro Naranjal) e ICS 39 (Imperial College Selections) Producido en la Finca García Ubicada en la Vereda Casiano del Municipio de Floridablanca . *Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD*.
- Ortiz, L., Camacho, G., & Graziani, L. (2004). Efecto del secado al sol sobre la calidad del grano fermentado de cacao. *Agronomía Trop*, 54(1).
doi:https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000100003#:~:text=En%20conclusi%C3%B3n%2C%20las%20variables%20e%20studiadas,granos%20partidos%20y%20granos%20m%C3%BAtiples.
- Ortiz, L., Graziani, L., & Rovedas, G. (2009). Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol. *Universidad Central de Venezuela*.

- Otarola, A. (2018). EFECTO DE LA ENZIMA PECTOLÍTICA Y LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*) EN LA FERMENTACIÓN Y CALIDAD DEL CACAO V. CRIOLLO (*Theobroma cacao*)". *Universidad Nacional de posgrado Federico Villarreal* , 18-22.
- Palacios, o. M., Quevedo, é. N., & Rodriguez, I. (2021). Alternativa para mejorar la calidad sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivar CCN-51. *Universidad Técnica de Machala*.
- Pava, D. (2016). *EFICACIA DE LOS MÉTODOS DE FERMENTACIÓN Y SECADO PARA OPTIMIZAR LA CALIDAD DE LAS ALMENDRAS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.)*. Universidad Tecnica de Machala.
doi:http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7607/1/DE00004_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf
- Quevedo, J., Julio, R., & Tuz, I. (2018). *Calidad físico química y sensorial de granos y licor de cacao (Theobroma CacaoL.) Usando cinco métodos de fermentación*. Machala: Revista Científica Agroecosistemas,. doi:<https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/172>
- Ramírez, M., Lagunes, L., Ortiz, C., & Gutiérrez, O. (2018). VARIACIÓN MORFOLÓGICA DE FRUTOS Y SEMILLAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DE PLANTACIONES EN TABASCO, MÉXICO. *Fitotecnia Mexicana*.
- Rankin, S. (12 de Marzo de 2018). *Hablemos del cadmio en el cacao andino*. Obtenido de CIAT
Website: <https://blog.ciat.cgiar.org/es/hablemos-del-cadmio-en-el-cacao-andino/>
- Rivera, J. (2018). "CORRELACIÓN DE LA POROSIDAD CON EL GRADO DE FERMENTACIÓN DEL GRANO DE CACAO PERUANO (*Theobroma cacao* L.)".
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.
doi:<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3843/rivera-garcia-johan-cristian.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Romero, C., Cuervo, P., Ortiz, Y., Torres, M., Rodríguez, J., & Robles, O. (2012). Influence of Acetic Acid Bacteria on the Acidity of the Cocoa Beans During Fermentation. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 497–501.
- Romero, V. (2022). Estudio de la concentración de cadmio en diferentes variedades de cacao y su impacto en la inocuidad alimentaria. *Universidad Central del Ecuador*.
- Rosero, L. (2021). OPTIMIZACIÓN DE LA FERMENTACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao*) DE ESPECIES CULTIVADAS EN LOS DEPARTAMENTOS DE META Y GUAVIARE COLOMBIA. REVISIÓN DE LITERATURA. *PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA*.
- Sánchez, M., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2020). SECTOR CACAOTERO ECUATORIANO PANORAMA GENERAL. *Universidad Tecnica de Ambato*.
- Santa, E. (2019). *EL OREADO EN LA FERMENTACIÓN Y S EFECTO EN EL CONTENIDO DE ÁCIDO ACÉTICO Y CALIDAD DEL GRANO DE CACAO (Theobroma cacao L.) CCN-51 SECO*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA.
doi:http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1602/EVSC_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Santander, M., Rodríguez, J., Vaillant, E., & Escobar, S. (2020). Una descripción general de la transformación física y bioquímica de las semillas de cacao en granos y en chocolate: Formación del sabor. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(10), 1593-1613.
doi:<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2019.1581726>
- Schilling, R., & Regalado, L. (2009). *Manual para el manejo de cosecha, postcosecha y clasificación de cacao*. Honduras: Tegucigalpa M.D.C.

- Siguencia, J. (2013). *Evaluación de un secador solar inclinado con absolvedor de zeolita para granos de cacao CCN51*. Universidad de Cuenca.
doi:<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3734/1/tesis.pdf>
- Teneda, W. (2016). *Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao (Theobroma cacao L.) Variedad Nacional y Variedad CCN51*. Sevilla: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA. doi:<https://www.virtualpro.co/biblioteca/mejoramiento-del-proceso-de-fermentacion-del-cacao-theobroma-cacao-l-variedad-nacional-y-variedad-ccn51>
- Tinoco, H., & Yomali, D. (2010). ANÁLISIS DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE CACAO PARA LA DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DE SECADO. *Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia)*, 4-5.
- Umaña, E. (2013). ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA DE PROCESAMIENTO PARA LA ELABORACION DE UN PRODUCTO TRADICIONAL Y UN PRODUCTO FUNCIONAL OBTENIDO A PARTIR DEL GRANO DE CACAO (Theobroma cacao L.) FERMENTADO Y NO FERMENTADO. *UNIVERSIDAD DE COSTA RICA*.
- Union Europea. (2015). REGLAMENTO (UE) No 488/2014 DE LA COMISIÓN que modifica el Reglamento (CE) no 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en los productos alimenticios. *Diario Oficial de la Unión Europea*,
<https://www.boe.es/doue/2014/138/L00075-00079.pdf>.
- Vargas, O., Vite, H., & Quezada, J. (2021). ANÁLISIS COMPARATIVO DEL IMPACTO ECONÓMICO DEL CULTIVO DEL CACAO EN ECUADOR DEL PRIMER SEMESTRE 2019 VERSUS EL PRIMER SEMESTRE 2020. *Revista Científica Multidisciplinaria de la Universidad Metropolitana de Ecuador*, 4(2), 170-175.
doi:<https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/390/410>

- Vásquez, C., Batis, M., Alcocer, M., Diaz, G., & Dirzo, S. (1999). Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. *Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM*, 253.
doi:https://www.researchgate.net/publication/313700498_Arboles_y_arbustos_nativos_potencialmente_valiosos_para_la_restauracion_ecologica_y_la_reforestacion
- Vega, J. (2018). *Evaluación de las características del licor de cacao CCN-51 (Theobroma cacao L.) Considerando diferentes aspectos de manejo en poscosecha*. Vincas: Universidad de las Fuerzas Armadas.
doi:<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14470/1/T-ESPESD-002828.pdf>
- Vera, D., Navarrete, J., Cañarte, E., Mendoza, A., & Garcés, S. (2016). *Evaluación de enfermedades en campo: Protocolo 4*. Quevedo: Estación Experimental Tropical Pichilingue:Programa Nacional Cacao y Café, 2016.
doi:<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4382/1/iniapeetpPM433Protocolo%2004.pdf>
- Vera, J., Vallejo, C., Párraga, D., & Morales, W. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao L.*) en el Ecuador. *Physical–Chemical and sensory attributes of the cocoa Nacional*.
- Vílchez, N. (2016). *Efecto del a DEL FERMENTADOR, EN EL GRADO DE FERMENTACIÓN DE GRANOS DE CACAO (Theobroma cacao L, Clon: CCN - 51)*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN .
doi:<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2550/FIAI%20-%20Nilber%20V%c3%adlchez%20Vargas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zambrano, G. (2018). *Evaluación de la influencia del proceso de beneficio del cacao (Theobroma cacao) CCN-51 de altura en su calidad final, mediante el análisis físico,*

físico-químico y sensorial. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

doi:<http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/16624/1/T-UCE-0008-CQU-044.pdf>