

**ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS, PARÁMETROS DE CONTROL Y
ANÁLISIS EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE
LA INDUSTRIA LICORERA DE CALDAS**

MARTHA CECILIA GUEVARA CARMONA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PREGRADO EN INGENIERIA QUIMICA
MANIZALES
2003**

**ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS, PARÁMETROS DE CONTROL Y
ANÁLISIS EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE
LA INDUSTRIA LICORERA DE CALDAS**

MARTHA CECILIA GUEVARA CARMONA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Química

Modalidad: Pasantía

**DIRECTOR
GONZALO MORANTE GARCIA
Ingeniero Químico**

**DIRECTOR AD HOC:
ADOLFO PARRA SANCHEZ
Ingeniero Químico**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PREGRADO EN INGENIERIA QUIMICA
MANIZALES
2003**

TABLA DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
INTRODUCCIÓN	5
1. OBJETIVOS	6
1.1 Objetivo General	6
1.2 Objetivos Específicos	6
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Conceptos empleados en el análisis estadístico	7
2.1.1 Control estadístico de procesos (CEP)	7
2.1.2 Cartas de control	7
2.1.3 Gráficos de control para variables	9
2.1.3.1 Construcción de una carta de control para mediciones individuales	9
2.1.3.2 Carta de rangos móviles	10
2.1.3.3 Selección de los límites de control	11
2.1.3.4 Análisis de patrones en las cartas de control	12
2.1.4 Análisis de capacidad de proceso	12
2.1.5 Prueba de normalidad	14
2.2 Fermentación alcohólica	14
2.2.1 Condiciones necesarias para la fermentación alcohólica	17
2.2.1.1 Temperatura	17
2.2.1.2 Aireación	17
2.2.1.3 pH	17
2.2.1.4 Nutrientes y activadores	17
2.2.1.5 Concentración inicial de azúcares	17
2.2.2 Principales productos secundarios de la fermentación	18
2.2.2.1 Acido acético	18
2.2.2.2 Acido pirúvico y acetaldehído	18
2.2.2.3 Alcoholes superiores esteres y acetatos	18
2.2.3 Congéneres del etanol	18
2.2.4 Componentes volátiles y no volátiles en el olor de bebidas alcohólicas	19
2.2.4.1 Congéneres que afectan el sabor del ron	19
3. METODOLOGIA	20
3.1 Datos analizados	20
3.2 Plan seguido para el análisis de la información	20
3.2.1 Selección de los límites de control	20
3.2.2 Análisis de las cartas de control	21
3.2.3 Establecimiento de variables críticas	21
3.2.4 Análisis de capacidad de proceso	21
3.2.5 Implementación de las bases de datos finales	21

4.	ALCANCE DE LOS OBJETIVOS	23
4.1	Variables medidas en el proceso como método de control	23
4.2	Procesos	25
4.2.1	Almacenamiento de miel	25
4.2.1.1	% Sólidos	25
4.2.1.2.	°Brix	26
4.2.1.3	% ATR	28
4.2.1.4	Acidez	30
4.2.2	Predilución	33
4.2.2.1	°Brix	34
4.2.2.2	pH	36
4.2.3	Alimentación	39
4.2.3.1	°Brix	39
4.2.3.2	pH	42
4.2.3.3	Acidez	43
4.2.4	Fermentación	45
4.2.4.1	°Brix y azúcar cuba B-351	47
4.2.4.2	°Brix y azúcar cubas B-352, B-353, B-354	49
4.2.4.3	% Sólidos cuba B-351	50
4.2.4.4	% Sólidos cuba B-352	52
4.2.4.5	% Sólidos cuba B-353	53
4.2.4.6	% Sólidos cuba B-354	54
4.2.4.7	Contenido de alcohol cuba B-351 (% alc/vol)	55
4.2.4.8	Contenido de alcohol cuba B-352 (% alc/vol)	56
4.2.4.9	Contenido de alcohol cubas B-353 y B-354 (% alc/vol)	58
4.2.4.10	pH cubas B-351 y B-352	60
4.2.4.11	pH cubas B-353 y B-354	61
4.2.4.12	Población y % reproducción cuba B-351	63
4.2.4.13	% Células muertas cuba B-351	66
4.2.4.14	% Células muertas cubas B-352, B-353, B-354	67
4.2.5	Recuperación de levadura	70
4.2.5.1	% Sólidos	70
4.2.5.2	pH	72
4.2.6	Vino deslevadurizado	74
4.2.6.1	Acidez sulfúrica y acética	75
4.2.6.2	% sólidos	77
4.2.6.3	Contenido de alcohol y pH	78
4.2.6.4	Azúcar	79
4.2.6.5	Esteres	81
4.2.6.6	Aldehídos	82
4.2.6.7	Furfural	83
4.2.6.8	Alcoholes superiores	84
4.2.6.9	Total congenes	85
4.2.6.10	Metanol	85
4.2.7	Destilación de alcohol tafias	88
4.2.7.1	Acidez total	89
4.2.7.2	Alcoholes superiores	92
4.2.7.3	Metanol	94
4.2.7.4	Contenido de alcohol	96
4.2.7.5	Aldehídos	97
4.2.7.6	Esteres	100
4.2.7.7	Total congenes	101
4.2.8	Destilación de alcohol rectificado	102

4.2.8.1	Acidez total, esterés y furfural	103
4.2.8.2	Aldehídos, alcoholes superiores y total congenères	104
4.2.8.3	Contenido de alcohol	104
4.2.8.4	Metanol	106
4.2.8.5	Tiempo de decoloración	107
4.2.9	Ron viejo de caldas	109
4.2.9.1	Contenido real de alcohol	110
4.2.9.2	Contenido aparente de alcohol	112
4.2.9.3	Extracto seco	114
4.2.9.4	Cobre	116
4.2.9.5	Hierro	118
4.2.9.6	Acidez total	120
4.2.9.7	Acidez volátil	123
4.2.9.8	Aldehídos	124
4.2.9.9	Esterés	126
4.2.9.10	Metanol	127
4.2.9.11	Alcoholes superiores	129
4.2.9.12	Transmitancia	130
4.2.10	Aguardiente	132
4.2.10.1	Grado real	133
4.2.10.2	Grado aparente	135
4.2.10.3	Azúcar	136
4.2.10.4	Cobre	138
4.2.10.5	Hierro	140
4.2.10.6	Variables que no dependen del proceso de elaboración del aguardiente cristal	142
4.2.11	Aperitivo cristal	143
4.2.11.1	Grado real	144
4.2.11.2	Grado aparente	145
4.2.11.3	Azúcar	147
4.2.11.4	Cobre y hierro	148
4.2.11.5	Variables que no dependen del proceso de elaboración del aperitivo	149
5.	ALTERNATIVAS TÉCNICAS PROPUESTAS PARA ELIMINAR EL FLUJO DE VAPOR PERDIDO EN EL TANQUE DE MIEL CLARIFICADA	150
5.1	Evaluación de la situación actual	152
5.2	Alternativas para eliminar el vapor perdido en el tanque de miel clarificada	160
5.2.1	Primera alternativa	160
5.2.2	Segunda alternativa	163
6.	CONCLUSIONES	167
7.	RECOMENDACIONES	169
8.	BIBLIOGRAFÍA	170

LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1	Procesos y variables analizadas	1
Tabla No. 2	Análisis realizados a la miel en el tanque de consumo	25
Tabla No. 3	% Sólidos en recepción y almacenamiento de miel	Anexo 2
Tabla No. 4	Datos Almacenamiento de miel	Anexo 2
Tabla No. 5	Días de mayor acidez en el tanque de consumo	31
Tabla No. 6	Variables analizadas a la miel en el proceso de predilución	33
Tabla No. 7	Datos predilución y alimentación de miel	Anexo 2
Tabla No. 8	Días correspondientes a los más bajos valores de pH en predilución	37
Tabla No. 9	Variables analizadas a la miel en el proceso de alimentación	39
Tabla No. 10	Variables analizadas en el proceso de fermentación	45
Tabla No. 11	Datos °Brix en fermentación	Anexo 2
Tabla No. 12	Datos Azúcar en el proceso de fermentación	Anexo 2
Tabla No. 13	Especificaciones propuestas para °Brix y Azúcar en las Cubas B-352, B-353 y B-354 (fermentación)	49
Tabla No. 14	Datos % de sólidos en el proceso de fermentación	Anexo 2
Tabla No. 15	Datos contenido de alcohol en el proceso de fermentación	Anexo 2
Tabla No. 16	Datos pH en el proceso de fermentación	Anexo 2
Tabla No. 17	Datos población de levadura en el proceso de fermentación	Anexo 2
Tabla No. 18	Datos %de reproducción de levadura en el proceso de Fermentación	Anexo 2
Tabla No. 19	Valores extremos de población y reproducción en fermentación	63
Tabla No. 20	Datos % de Células muertas en el proceso de fermentación	Anexo 2
Tabla No. 21	Límites de especificación propuestos para el control del % de Células muertas en el proceso de fermentación	69
Tabla No. 22	Análisis realizados en el proceso de recuperación de levadura	70
Tabla No. 23	Datos recuperación de levadura	Anexo 2
Tabla No. 24	Análisis realizados al vino	74
Tabla. No. 25	Datos vino	Anexo 2
Tabla No. 26	Especificaciones propuestas para las variables acidez sulfúrica y acética en el vino	76
Tabla No. 27	Requisitos para alcohol tafias según el proyecto NTC 3442 y la norma interna	89

Tabla No. 28	Datos alcohol tafias	Anexo 2
Tabla No. 29	Requisitos de norma interna e Icontec para alcohol rectificado	103
Tabla No. 30	Datos alcohol rectificado	Anexo 2
Tabla No. 31	Especificaciones de norma interna e icontec para Ron	109
Tabla No. 32	Datos Ron Viejo de Caldas	Anexo 2
Tabla No. 33	Especificaciones de norma interna e icontec para el Aguardiente	132
Tabla No. 34	Datos Aguardiente	Anexo 2
Tabla No. 35	Variables que no dependen del proceso de elaboración del aguardiente	142
Tabla No. 36	Especificaciones de norma interna e Icontec para Aperitivo	143
Tabla No. 37	Datos Aperitivo	Anexo 2
Tabla No. 38	Variables que no dependen del proceso de elaboración del Aperitivo Cristal	149
Tabla No. 39	Condiciones de la corriente de salida del tanque de miel clarificada después de la instalación de la corriente de recirculación.	159
Tabla No.40	Condiciones de salida de la corriente del tanque de miel clarificada obtenidas al evaluar la primera alternativa	163
Tabla No. 41	Flujos de las corrientes de salida del esterilizador e intercambiador E-202, que permiten obtener una temperatura en la corriente de recirculación de 80°C y eliminar la generación de vapor.	166
Tabla No. 42	Modificaciones realizadas a la norma de control de procesos (fermentación)	Anexo 6
Tabla No. 43	Modificaciones realizadas a la norma de control de procesos (destilación)	Anexo 6
Tabla No. 44	Modificaciones realizadas a la norma de control de calidad de licores	Anexo 6

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura No. 1	Proceso mejorado utilizando una carta de control	8
Figura No. 2	Modelo carta de promedios	10
Figura No. 3	Modelo carta de rangos móviles	11
Figura No. 4	Esquema de la fermentación alcohólica	15
Figura No. 5	% de sólidos en recepción de miel	Anexo 2
Figura No. 6	% de sólidos en almacenamiento de miel	Anexo 2
Figura No. 7	Carta de promedios °Brix almacenamiento	26
Figura No. 8	Carta de rangos °Brix almacenamiento	26
Figura No. 9	Carta de promedios % ATR almacenamiento	28
Figura No. 10	Carta de rangos % ATR almacenamiento	28
Figura No. 11	Relación entre el % ATR y Acidez en el tanque de consumo	Anexo 2
Figura No. 12	Carta de promedios Acidez almacenamiento	30
Figura No. 13	Carta de rangos Acidez almacenamiento	30
Figura No. 14	Carta de promedios Acidez almacenamiento exceptuando días de mayor acidez	32
Figura No. 15	Carta de rangos Acidez almacenamiento exceptuando días de mayor acidez	32
Figura No. 16	Carta de promedios °Brix predilución	34
Figura No. 17	Carta de rangos °Brix predilución	34
Figura No. 18	Capacidad de proceso °Brix predilución	35
Figura No. 19	Carta de promedios pH predilución	36
Figura No. 20	Carta de rangos pH predilución	36
Figura No. 21	Carta de promedios pH predilución exceptuando los días de menores valores de pH	37
Figura No. 22	Carta de rangos pH predilución exceptuando los días de menores valores de pH	37
Figura No. 23	Carta de promedios °Brix alimentación	39
Figura No. 24	Carta de rangos °Brix alimentación	39
Figura No. 25	Capacidad de proceso °Brix alimentación	40
Figura No. 26	Carta de promedios pH alimentación	42
Figura No. 27	Carta de rangos pH alimentación	42
Figura No. 28	Carta de promedios Acidez alimentación	43
Figura No. 29	Carta de rangos Acidez alimentación	43
Figura No. 30	Carta de promedios °Brix fermentación Cuba B-351	47
Figura No. 31	Carta de rangos °Brix fermentación Cuba B-351	47

Figura No. 32	Carta de promedios Azúcar fermentación Cuba B-351	47
Figura No. 33	Carta de rangos Azúcar fermentación Cuba B-351	47
Figura No. 34	Capacidad de proceso °Brix Fermentación Cuba B-351	48
Figura No. 35	Capacidad de proceso Azúcar Fermentación Cuba B-351	48
Figura No. 36	Carta de promedios °Brix fermentación Cuba B-352	Anexo 2
Figura No. 37	Carta de rangos °Brix fermentación Cuba B-352	Anexo 2
Figura No. 38	Carta de promedios Azúcar fermentación Cuba B-352	Anexo 2
Figura No. 39	Carta de rangos Azúcar fermentación Cuba B-352	Anexo 2
Figura No. 40	Carta de promedios °Brix fermentación Cuba B-353	Anexo 2
Figura No. 41	Carta de rangos °Brix fermentación Cuba B-353	Anexo 2
Figura No. 42	Carta de promedios Azúcar fermentación Cuba B-353	Anexo 2
Figura No. 43	Carta de rangos Azúcar fermentación Cuba B-353	Anexo 2
Figura No. 44	Carta de promedios °Brix fermentación Cuba B-354	Anexo 2
Figura No. 45	Carta de rangos °Brix fermentación Cuba B-354	Anexo 2
Figura No. 46	Carta de promedios Azúcar fermentación Cuba B-354	Anexo 2
Figura No. 47	Carta de rangos Azúcar fermentación Cuba B-354	Anexo 2
Figura No. 48	Carta de promedios % Sólidos fermentación Cuba B-351	50
Figura No. 49	Carta de rangos % Sólidos fermentación Cuba B-351	50
Figura No. 50	Carta de promedios % Sólidos fermentación Cuba B-352	52
Figura No. 51	Carta de rangos % Sólidos fermentación Cuba B-352	52
Figura No. 52	Carta de promedios % Sólidos fermentación Cuba B-353	53
Figura No. 53	Carta de rangos % Sólidos fermentación Cuba B-353	53
Figura No. 54	Carta de promedios % Sólidos fermentación Cuba B-354	54
Figura No. 55	Carta de rangos % Sólidos fermentación Cuba B-354	54
Figura No. 56	Población vs. % Sólidos en fermentación Cuba B-351	Anexo 2
Figura No. 57	Perfil de % Sólidos en fermentación	Anexo 2
Figura No. 58	Carta de promedios % Alcohol/vol fermentación Cuba B-351	55
Figura No. 59	Carta de rangos % Alcohol/vol fermentación Cuba B-351	55
Figura No. 60	Carta de promedios % Alcohol/vol fermentación Cuba B-352	56
Figura No. 61	Carta de rangos % Alcohol/vol fermentación Cuba B-352	56
Figura No. 62	Carta de promedios % Alcohol/vol fermentación Cuba B-353	58
Figura No. 63	Carta de rangos % Alcohol/vol fermentación Cuba B-353	58
Figura No. 64	Carta de promedios % Alcohol/vol fermentación Cuba B-354	58
Figura No. 65	Carta de rangos % Alcohol/vol fermentación Cuba B-354	58
Figura No. 66	Carta de promedios pH fermentación Cuba B-351	60
Figura No. 67	Carta de rangos pH fermentación Cuba B-351	60
Figura No. 68	Carta de promedios pH fermentación Cuba B-352	60
Figura No. 69	Carta de rangos pH fermentación Cuba B-352	60
Figura No. 70	Carta de promedios pH fermentación Cuba B-353	61
Figura No. 71	Carta de promedios pH fermentación Cuba B-354	61
Figura No. 72	Carta de rangos pH fermentación Cuba B-353	62
Figura No. 73	Carta de rangos pH fermentación Cuba B-354	62
Figura No. 74	Carta de promedios población fermentación Cuba B-351	64
Figura No. 75	Carta de rangos población fermentación Cuba B-351	64
Figura No. 76	Carta de promedios % Reproducción fermentación Cuba B-351	64
Figura No. 77	Carta de rangos % Reproducción fermentación Cuba B-351	64
Figura No. 78	Carta de promedios población fermentación Cuba B-352	Anexo 2
Figura No. 79	Carta de rangos población fermentación Cuba B-352	Anexo 2
Figura No. 80	Carta de promedios % Reproducción fermentación Cuba B-352	Anexo 2
Figura No. 81	Carta de rangos % Reproducción fermentación Cuba B-352	Anexo 2
Figura No. 82	Carta de promedios población fermentación Cuba B-353	Anexo 2
Figura No. 83	Carta de rangos población fermentación Cuba B-353	Anexo 2
Figura No. 84	Carta de promedios % Reproducción fermentación Cuba B-353	Anexo 2
Figura No. 85	Carta de rangos % Reproducción fermentación Cuba B-353	Anexo 2

Figura No. 86	Carta de promedios población fermentación Cuba B-354	Anexo 2
Figura No. 87	Carta de rangos población fermentación Cuba B-354	Anexo 2
Figura No. 88	Carta de promedios % Reproducción fermentación Cuba B-354	Anexo 2
Figura No. 89	Carta de rangos % Reproducción fermentación Cuba B-354	Anexo 2
Figura No. 90	Evolución poblacional de levaduras y bacterias durante la fermentación	65
Figura No. 91	Carta de promedios % Células muertas fermentación Cuba B-351	66
Figura No. 92	Carta de rangos % Células muertas fermentación Cuba B-351	66
Figura No. 93	Carta de promedios % Células muertas fermentación Cuba B-352	67
Figura No. 94	Carta de promedios % Células muertas fermentación Cuba B-353	67
Figura No. 95	Carta de rangos % Células muertas fermentación Cuba B-352	68
Figura No. 96	Carta de rangos % Células muertas fermentación Cuba B-353	68
Figura No. 97	Carta de promedios % Células muertas fermentación Cuba B-354	68
Figura No. 98	Carta de rangos % Células muertas fermentación Cuba B-354	68
Figura No. 99	Carta de promedios % Sólidos Recuperación de levadura	70
Figura No. 100	Carta de rangos % Sólidos Recuperación de levadura	70
Figura No. 101	Capacidad de proceso % Sólidos Recuperación de levadura	71
Figura No. 102	Carta de promedios pH Recuperación de levadura	72
Figura No. 103	Carta de rangos pH Recuperación de levadura	72
Figura No. 104	Carta de promedios Acidez Sulfúrica vino	75
Figura No. 105	Carta de promedios Acidez Acética vino	75
Figura No. 106	Carta de rangos Acidez Sulfúrica vino	75
Figura No. 107	Carta de rangos Acidez Acética vino	75
Figura No. 108	Carta de promedios % Sólidos vino	77
Figura No. 109	Carta de rangos % Sólidos vino	77
Figura No. 110	Carta de promedios Contenido de alcohol vino	Anexo 2
Figura No. 111	Carta de rangos Contenido de alcohol vino	Anexo 2
Figura No. 112	Carta de promedios pH vino	Anexo 2
Figura No. 113	Carta de rangos pH vino	Anexo 2
Figura No. 114	Carta de promedios azúcar vino	79
Figura No. 115	Carta de rangos azúcar vino	79
Figura No. 116	Capacidad de proceso azúcar vino	80
Figura No. 117	Carta de promedios ésteres vino	81
Figura No. 118	Carta de rangos ésteres vino	81
Figura No. 119	Carta de promedios aldehídos vino	82
Figura No. 120	Carta de rangos aldehídos vino	82
Figura No. 121	Carta de promedios aldehídos vino exceptuando datos del período de estabilización	83
Figura No. 122	Carta de rangos aldehídos vino exceptuando datos del período de estabilización	83
Figura No. 123	Carta de promedios alcoholes superiores vino	84
Figura No. 124	Carta de rangos alcoholes superiores vino	84
Figura No. 125	Carta de promedios metanol vino	85
Figura No. 126	Carta de rangos metanol vino	85
Figura No. 127	Carta de promedios metanol vino exceptuando datos del período de estabilización	86
Figura No. 128	Carta de rangos metanol vino exceptuando datos del período de estabilización	86
Figura No. 129	Capacidad de proceso metanol vino	87
Figura No. 130	Carta de promedios acidez alcohol tafias	89
Figura No. 131	Carta de rangos acidez alcohol tafias	89
Figura No. 132	Carta de promedios acidez alcohol tafias ampliando límites de control	90
Figura No. 133	Carta de rangos acidez alcohol tafias ampliando límites de control	90

Figura No. 134	Capacidad de proceso acidez alcohol tafias	91
Figura No. 135	Carta de promedios alcoholes superiores alcohol tafias	92
Figura No. 136	Carta de rangos alcoholes superiores alcohol tafias	92
Figura No. 137	Carta de promedios alcoholes superiores exceptuando datos del período de estabilización	93
Figura No. 138	Carta de rangos alcoholes superiores exceptuando datos del período de estabilización	93
Figura No. 139	Carta de promedios metanol alcohol tafias	94
Figura No. 140	Carta de rangos metanol alcohol tafias	94
Figura No. 141	Carta de promedios metanol alcohol tafias exceptuando datos del período de estabilización	95
Figura No. 142	Carta de rangos metanol alcohol tafias exceptuando datos del período de estabilización	95
Figura No. 143	Carta de promedios % alcohol/vol alcohol tafias	96
Figura No. 144	Carta de rangos % alcohol/vol alcohol tafias	96
Figura No. 145	Carta de promedios aldehídos alcohol tafias	97
Figura No. 146	Carta de rangos aldehídos alcohol tafias	97
Figura No. 147	Carta de promedios aldehídos exceptuando datos del período de estabilización	98
Figura No. 148	Carta de rangos aldehídos exceptuando datos del período de estabilización	98
Figura No. 149	Capacidad de proceso aldehídos en alcohol tafias	99
Figura No. 150	Carta de promedios ésteres alcohol tafias	100
Figura No. 151	Carta de rangos ésteres alcohol tafias	100
Figura No. 152	Carta de promedios aldehídos alcohol rectificado	Anexo 2
Figura No. 153	Carta de rangos aldehídos alcohol rectificado	Anexo 2
Figura No. 154	Carta de promedios alcoholes superiores alcohol rectificado	Anexo 2
Figura No. 155	Carta de rangos alcoholes superiores alcohol rectificado	Anexo 2
Figura No. 156	Carta de promedios Total Congéneres alcohol rectificado	Anexo 2
Figura No. 157	Carta de rangos Total Congéneres alcohol rectificado	Anexo 2
Figura No. 158	Carta de promedios % Alc/vol en el alcohol rectificado	104
Figura No. 159	Carta de rangos % Alc/vol en el alcohol rectificado	104
Figura No. 160	Capacidad de proceso contenido de alcohol en alcohol rectificado	105
Figura No. 161	Carta de promedios metanol en el alcohol rectificado	106
Figura No. 162	Carta de rangos metanol en el alcohol rectificado	106
Figura No. 163	Carta de promedios tiempo de decoloración en el alcohol rectificado	107
Figura No. 164	Carta de rangos tiempo de decoloración en el alcohol rectificado	107
Figura No. 165	Capacidad de proceso tiempo de decoloración en el alcohol rectificado	108
Figura No. 166	Carta de promedios grado real en el Ron Viejo de Caldas	110
Figura No. 167	Carta de rangos grado real en el Ron Viejo de Caldas	110
Figura No. 168	Capacidad de proceso grado real en el Ron Viejo de Caldas	111
Figura No. 169	Carta de promedios grado aparente en el Ron Viejo de Caldas	112
Figura No. 170	Carta de rangos grado aparente en el Ron Viejo de Caldas	112
Figura No. 171	Capacidad de proceso grado aparente en el Ron Viejo de Caldas	113
Figura No. 172	Carta de promedios extracto seco en el Ron Viejo de Caldas	114
Figura No. 173	Carta de rangos extracto seco en el Ron Viejo de Caldas	114
Figura No. 174	Capacidad de proceso extracto seco en el Ron Viejo de Caldas	115
Figura No. 175	Carta de promedios cobre en el Ron Viejo de Caldas	116
Figura No. 176	Carta de rangos cobre en el Ron Viejo de Caldas	116
Figura No. 177	Carta de promedios cobre en el Ron Viejo de Caldas ampliando límites de control	116

Figura No. 178	Carta de rangos cobre en el Ron Viejo de Caldas ampliando límites de control	116
Figura No. 179	Capacidad de proceso cobre en el Ron Viejo de Caldas	117
Figura No. 180	Carta de promedios hierro en el Ron Viejo de Caldas	118
Figura No. 181	Carta de rangos hierro en el Ron Viejo de Caldas	118
Figura No. 182	Capacidad de proceso hierro en el Ron Viejo de Caldas	118
Figura No. 183	Carta de promedios acidez total en el Ron Viejo de Caldas	120
Figura No. 184	Carta de rangos acidez total en el Ron Viejo de Caldas	120
Figura No. 185	Carta de promedios acidez total en el Ron Viejo de Caldas: primer período	120
Figura No. 186	Carta de rangos acidez total en el Ron Viejo de Caldas: primer período	120
Figura No. 187	Carta de promedios acidez total en el Ron Viejo de Caldas: segundo período	121
Figura No. 188	Carta de rangos acidez total en el Ron Viejo de Caldas: segundo período	121
Figura No. 189	Carta de promedios acidez total en el Ron Viejo de Caldas: tercer período	121
Figura No. 190	Carta de rangos acidez total en el Ron Viejo de Caldas: tercer período	121
Figura No. 191	Carta de promedios acidez volátil en el Ron Viejo de Caldas	123
Figura No. 192	Carta de rangos acidez volátil en el Ron Viejo de Caldas	123
Figura No. 193	Carta de promedios aldehídos en el Ron Viejo de Caldas	124
Figura No. 194	Carta de rangos aldehídos en el Ron Viejo de Caldas	124
Figura No. 195	Carta de promedios ésteres en el Ron Viejo de Caldas	126
Figura No. 196	Carta de rangos ésteres en el Ron Viejo de Caldas	126
Figura No. 197	Carta de promedios metanol en el Ron Viejo de Caldas	127
Figura No. 198	Carta de rangos metanol en el Ron Viejo de Caldas	127
Figura No. 199	Carta de promedios alcoholes superiores en el Ron Viejo de Caldas	129
Figura No. 200	Carta de rangos alcoholes superiores en el Ron Viejo de Caldas	129
Figura No. 201	Carta de promedios % transmitancia en el Ron Viejo de Caldas	130
Figura No. 202	Carta de rangos % transmitancia en el Ron Viejo de Caldas	130
Figura No. 203	Carta de promedios grado real en el Aguardiente Cristal	133
Figura No. 204	Carta de rangos grado real en el Aguardiente Cristal	133
Figura No. 205	Capacidad de proceso grado real en el Aguardiente Cristal	134
Figura No. 206	Carta de promedios grado aparente en el Aguardiente Cristal	135
Figura No. 207	Carta de rangos grado aparente en el Aguardiente Cristal	135
Figura No. 208	Carta de promedios azúcar en el Aguardiente Cristal	136
Figura No. 209	Carta de rangos azúcar en el Aguardiente Cristal	136
Figura No. 210	Capacidad de proceso azúcar en el Aguardiente Cristal	137
Figura No. 211	Carta de promedios cobre en el Aguardiente Cristal	138
Figura No. 212	Carta de rangos cobre en el Aguardiente Cristal	138
Figura No. 213	Capacidad de proceso cobre en el Aguardiente Cristal	139
Figura No. 214	Carta de promedios hierro en el Aguardiente Cristal	140
Figura No. 215	Carta de rangos hierro en el Aguardiente Cristal	140
Figura No. 216	Capacidad de proceso hierro en el Aguardiente Cristal	141
Figura No. 217	Carta de promedios grado real Aperitivo Cristal	144
Figura No. 218	Carta de rangos grado real Aperitivo Cristal	144
Figura No. 219	Carta de promedios grado aparente Aperitivo Cristal	145
Figura No. 220	Carta de rangos grado aparente Aperitivo Cristal	145
Figura No. 221	Capacidad de proceso grado aparente Aperitivo Cristal	146
Figura No. 222	Carta de promedios azúcar Aperitivo Cristal	147
Figura No. 223	Carta de rangos azúcar Aperitivo Cristal	147

Figura No. 224	Capacidad de proceso azúcar en el Aperitivo Cristal	147
Figura No. 225	Pérdida de vapor en el tanque de miel clarificada	151
Figura No. 226	Condiciones de las corrientes en el tanque de miel clarificada	152
Figura No. 227	Diagrama de cuerpo libre	152
Figura No. 228	Expansión	153
Figura No. 229	Condiciones de las corrientes luego de la expansión	155
Figura No. 230	Condiciones de las corrientes de miel en el tanque de miel clarificada	155
Figura No. 231	Condiciones de la corriente de salida del tanque de miel clarificada luego de la instalación de la corriente de recirculación	159
Figura No. 232	Primera alternativa	160
Figura No. 233	Condiciones de las corrientes en el tanque de miel clarificada para la primera alternativa	162
Figura No. 234	Segunda alternativa	163

LISTA DE ANEXOS

Anexo No. 1	Glosario
Anexo No. 2	Tablas de Datos y Figuras (CD)
Anexo No. 3	Patrones o Tendencias presentados por las cartas de control (CD)
Anexo No. 4	Test de Normalidad
Anexo No. 5	Diagramas del proceso
Anexo No. 6	Resumen de las modificaciones realizadas a la norma de control de los procesos fermentación, destilación y licores



Resumen de Trabajo de Grado

CARRERA	Ingeniería Química.				
1^{er} Apellido	Guevara	2^o Apellido	Carmona	Nombre	Martha Cecilia
1^{er} Apellido		2^o Apellido		Nombre	
1^{er} Apellido		2^o Apellido		Nombre	
TITULO DEL TRABAJO	Establecimiento de variables críticas, parámetros de control y análisis en los procesos productivos de la Industria Licorera de Caldas.				
RESUMEN DEL CONTENIDO	<p>El trabajo mejoró el control que realiza el laboratorio de control de calidad a los procesos de producción de licores, permitiendo basar la toma de decisiones en análisis estadísticos confiables de los datos generados por el proceso.</p> <p>Se realizaron análisis estadísticos específicos para control de calidad como son cartas de control y análisis de capacidad de proceso. Como resultado de estos análisis se reformaron las normas de control de procesos, ajustándolas a las tendencias actuales de las variables. Se cambió la frecuencia de realización de análisis, se eliminaron algunos que no reportaban información significativa y se modificaron especificaciones en los casos necesarios.</p> <p>Además del trabajo realizado en el área de Control de Calidad, se plantearon alternativas para eliminar el vapor generado en el tanque de miel Clarificada (B-204) y así resolver los problemas causados por esta como son, pérdidas energéticas e incomodidad en el sitio de trabajo por la presencia de humedad con contenidos de miel que al condensarse se deposita sobre los equipos y pisos.</p>				
PALABRAS CLAVES	Control de calidad; Cartas de control; Control de procesos; Pérdida de vapor.				



THEY SUMMARIZE OF WORK OF DEGREE

CARRERA	Ingeniería Química.				
1^{er} Apellido	Guevara	2^o Apellido	Carmona	Nombre	Martha Cecilia
1^{er} Apellido		2^o Apellido		Nombre	
1^{er} Apellido		2^o Apellido		Nombre	
TITULO DEL TRABAJO	Establishment of critical variables, control parameters and analysis in the productive processes of the Liquors Industry of Caldas.				
Abstract					
<p>The work improved the control that carries out the quality control laboratory to the processes of production of liquors, allowing to base the taking of decisions on reliable statistical analysis of the data generated by the process.</p> <p>They were carried out specific statistical analysis for quality control like they are control charts and process capability analysis. As a result of these analyses the norms of control of processes were reformed, adjusting them to the current tendencies of the variables. The frequency of analysis realization was changed; some were eliminated because they didn't report significant information and specifications were modified in the necessary cases.</p> <p>Besides the work carried out in Quality Control area, alternatives were presented to eliminate the vapor generated in the tank of Clarified honey (B-204) and this way to solve the problems caused by this like they are, energy losses and annoyance in the work place for the presence of humidity with contents of honey that deposits on the equipments and floors when the vapor is condensed.</p>					
KEY WORDS: Quality control; Control charts; Processes control; loss of vapor					

RESUMEN

En la Industria Licorera de Caldas se realizó un estudio de las variables involucradas en los procesos de almacenamiento, predilución, alimentación, fermentación, recuperación de levadura y vino, destilación de alcoholes tafias y rectificado y elaboración de Licores, empleando herramientas del control estadístico de procesos (CEP¹).

Este estudio permitió mejorar el control sobre los procesos y conocer si se encuentran bajo control. Cuando un proceso fue calificado fuera de control resultó difícil identificar las causas, porque no existen reportes de control de variables en dicho proceso, por lo cual se hace dispendiosa la búsqueda y en algunos casos infructuosa de manera que se propusieron acciones correctivas solo en los casos en los que se identificó la causa asignable. Para ayudar a posteriores análisis se creó un espacio de observaciones en las bases de datos de manera que se encuentre documentado los cambios que sufre el proceso.

Teniendo como base este estudio se fijaron límites de especificación, se propusieron nuevos parámetros de control y se cambió el plan de análisis de las variables que así requirieron y en los casos que se determinó que no aportaban importante se eliminaron del respectivo control de proceso.

El modelo se trabajó con datos históricos registrados en los procesos en los años 2001 y 2002 durante la destilación de alcohol rectificado y tafias. Las variables analizadas en cada proceso se presentan en la siguiente tabla.

PROCESO	VARIABLES
Almacenamiento	° Brix, Acidez, % Sólidos, % ATR
Predilución	° Brix, pH
Alimentación	° Brix, pH, Acidez
Fermentación Cuba B-351	° Brix, pH, % Sólidos, Azúcar, % Alcohol/Vol, Población, % Reproducción, % Células muertas.
Fermentación Cuba B-352	° Brix, pH, % Sólidos, Azúcar, % Alcohol/Vol, Población, % Reproducción, % Células muertas
Fermentación Cuba B-353	° Brix, pH, % Sólidos, Azúcar, % Alcohol/Vol, Población, % Reproducción, % Células muertas
Fermentación Cuba B-354	° Brix, pH, % Sólidos, Azúcar, % Alcohol/Vol, Población, % Reproducción, % Células muertas

¹ Para la definición de este y otros términos dudosos consultar el glosario en el Anexo 1

Recuperación de levadura B-405	pH, % Sólidos
Recuperación de Vino	Acidez acética, Acidez sulfúrica, Alcoholes superiores, Aldehídos, Azúcar, Esteres, Furfural, Isopropanol, propanol, Metanol, pH, % Sólidos, % Alcohol/Vol, Total congéneres
Destilación Alcohol Tafias	% Alc/Vol, Acidez, Esteres, Aldehídos, Furfural, Alcoholes superiores, Metanol, Total congéneres.
Destilación Alcohol Rectificado	% Alc/Vol, Acidez, Esteres, Aldehídos, Furfural, propanol, isopropanol, Alcoholes superiores, Metanol, Total congéneres, Tiempo de decoloración.
Licores elaborados	Acidez, Esteres, Aldehídos, Furfural Propanol, Isopropanol, Alcoholes superiores, Metanol, Total congéneres % Alc/Vol, cobre, hierro, Extracto seco (Ron), Azúcar (Aguardiente y Aperitivo), % Transmitancia (Ron)

TABLA No. 1 Procesos y Variables analizados

En cuanto se refiere al manejo de la información, se implementaron bases de datos para fermentación (incluye los procesos de almacenamiento hasta recuperación de vino), destilación (alcohol tafias y rectificado) y licores elaborados (Aguardiente, Aperitivo Cristal y Ron Viejo de Caldas). Las bases de datos mantienen la información disponible para ser analizada brindando así agilidad al momento de realización de los análisis estadísticos de manera que se pueden tomar decisiones no sobre un dato en particular sino teniendo en cuenta las tendencias y el comportamiento histórico de los procesos.

Además del trabajo realizado en el área de control de calidad, se plantearon alternativas para eliminar el vapor que se genera en el tanque de miel clarificada B-204². Esta parte del trabajo permitió evaluar la situación actual en el tanque y proponer alternativas que hagan posible resolver los problemas que causa la pérdida de vapor como son: desventajas energéticas, presencia de humedad con contenidos de miel que al condensarse se deposita sobre los equipos y pisos haciendo incomoda el área de trabajo.

El anexo 1 contiene un completo glosario de términos usados en este trabajo y que corresponden a terminología común al proceso de fabricación de licores o al manejo estadístico empleado.

² Ver Figura No. 225, pág 151

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El laboratorio de Control de Calidad de la Industria Licorera de Caldas proporciona apoyo a todas las etapas del proceso de producción. Con esta finalidad son analizadas las variables que se incluyen en la Tabla³ No. 1, para cada una de ellas se ha establecido mediante estudios anteriores rangos de especificación, métodos y frecuencia de realización de análisis.

Con el paso del tiempo ha sido necesario modificar los límites de especificación a valores que se acoplan más a las condiciones de cada proceso, estos ajustes fueron establecidos en reuniones semestrales en las cuales se observaban los valores extremos de cada proceso y de común acuerdo se decidía el cambio del límite necesario. Con estas especificaciones se elaboró el formato actual para el control de los procesos de fermentación y destilación.

Las especificaciones para los licores fueron fijadas por los integrantes del panel técnico (Ingenieros de las áreas Elaboración de licores y Calidad y Control), teniendo en cuenta el cumplimiento de las normas técnicas ICONTEC, los requisitos legales y los del cliente.

Estos ajustes en las especificaciones no eran los que realmente representaban el comportamiento del proceso, puesto que no se basaron en análisis estadísticos confiables. Una de las causas de la no confiabilidad de los límites fijados radicaba en que la información no se encontraba disponible para ser analizada, esta era recopilada diariamente en formatos que luego se archivaban, lo cual no la hacía funcional, además no se contaba con un sistema que permitiera analizar estos datos para tomar decisiones que contribuyeran a la mejora del control sobre los procesos y por ende mejora de la calidad.

Por otra parte no se estaba dando cumplimiento a uno de los requisitos de la ISO 9001 versión 1994 (certificación vigente en la empresa), como es el realizar análisis estadísticos de los datos generados que permitan proponer acciones correctivas en el caso de ser detectados problemas en los diferentes procesos, proporcionando de esta manera una herramienta confiable en la toma de decisiones que permita garantizar la calidad del producto.

Simultáneamente al problema mencionado, se presentan dificultades en planta, concretamente un problema energético debido a la pérdida de vapor en el tanque⁴ de miel clarificada debido al cambio en la temperatura de operación del esterilizador, cambio hecho con el fin de eliminar los microorganismos perjudiciales al proceso fermentativo. El mayor flujo de vapor necesario para alcanzar esta temperatura ocasionó que durante el ciclo de enjuague de la clarificadora, la entrada de solo vapor al esterilizador produjera un golpe de ariete causando el rompimiento de los sellos y empaques en este equipo con

³ Ver Resumen

⁴ Ver Figura No. 225, pág 151

mucha frecuencia, para su mejor conservación y durabilidad, por medio de una manguera se enviaba miel garantizando un flujo continuo. Pero se presentó un nuevo obstáculo, la obstrucción de dicha manguera. En búsqueda de una solución se implementó una tubería de recirculación a la salida del esterilizador con destino al tanque de miel clarificada, esta recirculación está generando pérdidas de vapor en el tanque, además de esto crea un ambiente molesto en el área de trabajo debido a los depósitos de condensado azucarado sobre pisos, equipos y la presencia de humedad en el ambiente.

INTRODUCCION

La globalización de la economía ha hecho imprescindible en las empresas que desean mantener su posición en el mercado la implementación de programas que garanticen la calidad de sus productos.

La Industria Licorera de Caldas es una empresa que a lo largo de su trayectoria se ha destacado nacional e internacionalmente por la calidad de sus alcoholes y licores, actualmente posee la certificación ISO 9000 versión 1994, la cual tiene entre sus requisitos realizar análisis estadísticos a la información generada por el proceso, actividad que no se llevaba a cabo impidiendo apoyar la toma de decisiones en el análisis de datos y tendencias de las variables de procesos y productos.

Con el propósito de mejorar el control sobre el proceso se realizó este trabajo en la modalidad de pasantía, denominado “Establecimiento de variables críticas, parámetros de control y análisis en los procesos productivos de la Industria Licorera de Caldas”. La realización de este proyecto permitió como se esperaba brindar un mayor control sobre el proceso con la implementación de las bases de datos que mantienen permanentemente disponible la información de las variables facilitando su posterior análisis estadístico, el cual determina el estado de control.

Basándose en estos análisis se reformaron las normas de control de procesos ajustándolas a las tendencias actuales de las variables. Se cambió la frecuencia de realización de análisis, se eliminaron algunos que no reportaban información significativa y se modificaron especificaciones en los casos necesarios.

Una dificultad que se presentó al declararse variables fuera de control fue que no existían argumentos para establecer las causas de este comportamiento como asignables o comunes ya que en los formatos de recopilación de la información no se encontraba las observaciones correspondientes. Para poder contar con estos testimonios en posteriores análisis, se creó un espacio en las hojas de registro de las bases de datos donde se describa los problemas que sufrió el proceso o la razón por la cual no se realizó determinado análisis.

En lo que respecta al vapor perdido en el tanque de miel clarificada ubicado en la planta de fermentación, se evaluó la situación y luego se propusieron dos alternativas técnicas para eliminar la generación de este vapor y por ende las consecuencias causadas por el.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer un modelo para el control de los procesos creando un instrumento confiable para la toma de decisiones, mediante el uso del CEP para el estudio y seguimiento realizado en el Laboratorio de Control de Calidad a las variables involucradas en los procesos productivos de la Industria Licorera de Caldas.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.2.1 Identificar las variables críticas de cada proceso analizando su comportamiento, determinar si se encuentran bajo control y establecer límites confiables.
- 1.2.2 Definir cuales son los análisis y mediciones de variables estrictamente necesarios para el control de los procesos y determinar su frecuencia.
- 1.2.3 Plantear una alternativa técnica para el uso del vapor perdido en los procesos de esterilización y clarificación de la miel.

2. MARCO TEORICO

2.1 CONCEPTOS EMPLEADOS EN EL ANALISIS ESTADISTICO

A continuación se realizará una descripción de los conceptos requeridos para analizar la información de las variables presentadas en la Tabla No.1, empleando el control estadístico de procesos.

2.1.1 CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS (CEP) ¹

El campo del control estadístico de la calidad puede definirse de manera general como el conjunto de métodos de ingeniería y estadísticos que se emplean en la medición, vigilancia, control y mejora de la calidad.

Es impráctico inspeccionar la calidad en un producto solo al finalizar el proceso de elaboración, el control de calidad debe hacerse en cada una de las etapas y así evitar pérdidas con productos que deben regresarse a etapas iniciales de elaboración o ser desechados. Por tanto, el proceso de manufactura debe ser estable y repetible, además de tener la capacidad de operar con poca variabilidad alrededor de un valor nominal. Es costumbre considerar el CEP como un conjunto de herramientas para la resolución de problemas que puede aplicarse a cualquier proceso. De las herramientas que posee el CEP la más poderosa es la carta de control, un elemento igualmente importante es la actitud – un deseo de todas las personas de la organización por mejorar de manera continua la calidad y la productividad a través de la reducción sistemática de la variabilidad –.

Principales objetivos del CEP ²

- Minimizar la producción defectuosa
- Mantener una actitud de mejora continua del proceso.
- Comparar la producción respecto a las especificaciones.

Para poder llevar a cabo estos objetivos hay que tener en cuenta, que todo proceso genera un producto, pero además genera información. Información que se puede obtener tomando datos numéricos de las características de los productos que salen del proceso y tratándola adecuadamente. La información permite “escuchar” el proceso y poder realizar los objetivos anteriormente citados.

2.1.2 CARTAS DE CONTROL ³

Una carta de control es un gráfico en el que se representa el comportamiento de un proceso anotando sus datos ordenados en el tiempo. Uno de sus objetivos importantes es detectar con rapidez la presencia de causas asignables o de corrimientos del proceso, de modo que puede efectuarse una investigación de este y emprender una acción correctiva antes de que se produzcan unidades que no cumplen con los requerimientos de

¹ MONTGOMERY, Douglas. Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería

² PRAT, Albert. Métodos estadísticos, Control y mejora de la calidad

³ MONTGOMERY, Douglas. Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería

las normas de calidad. La carta de control es una técnica de vigilancia del proceso en línea que se emplea mucho con este fin, también pueden emplearse para estimar los parámetros de un proceso de producción y, con esta información, determinar la idoneidad del proceso. El uso más importante de una carta de control es mejorar el proceso. Un proceso que emplea cartas de control puede ilustrarse de la siguiente manera:

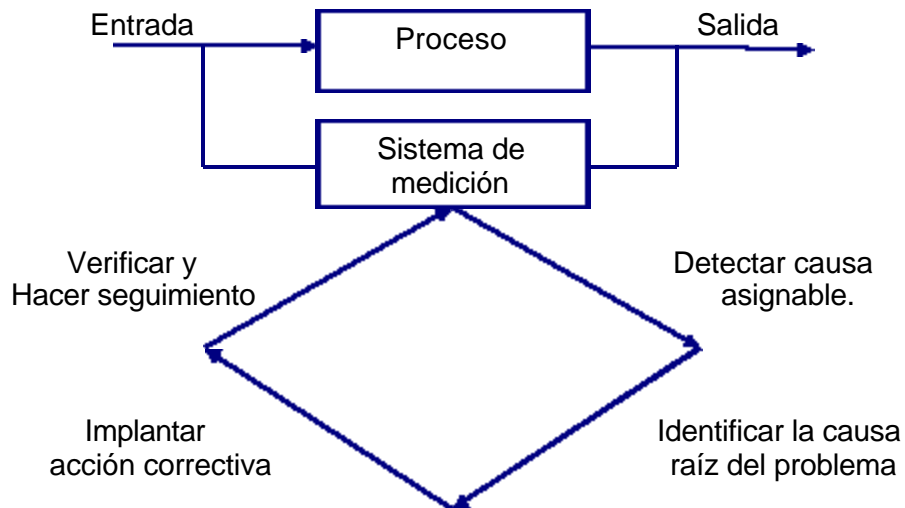


Figura No. 1 Proceso mejorado utilizando una carta de control

Montgomery afirma que en general:

1. Muchos procesos no operan en un estado de control estadístico.
2. En consecuencia, el uso rutinario y atento de las cartas de control identificará causas asignables. Si estas causas pueden eliminarse del proceso, entonces la variabilidad disminuye y el proceso mejora.
3. La carta de control solo detecta causas asignables. Para eliminarlas es necesaria una acción de gerencia, del operador y de ingeniería. Por tanto, es importante tener un plan de acción para dar respuesta a las indicaciones de la carta de control.

Al identificar y eliminar las causas asignables, es importante encontrar la causa raíz del problema y atacarla. Una solución arreglada no da como resultado una verdadera mejora del proceso a largo plazo. El desarrollo de un sistema eficaz para la acción correctiva es un componente esencial de la implantación efectiva del CEP.

Finalmente recuérdese que la meta eventual del control estadístico de procesos es la eliminación de la variabilidad en el proceso. Aunque tal vez no sea posible eliminar ésta de manera completa, la carta de control ayuda a reducirla tanto como sea posible.

2.1.3 GRÁFICOS DE CONTROL PARA VARIABLES

Se denominan así los gráficos de control para características continuas del producto o del proceso las cuales, cuando el proceso está en estado de control, se distribuyen en general según la ley normal. A continuación se presentan las cartas más utilizadas para características continuas:

Cartas \bar{X} y R: Se emplean cuando el tiempo o costo requerido para medir las observaciones es mínimo, obteniéndose gran cantidad de datos. Para el análisis se toman muestras de n individuos reuniéndolas en subgrupos racionales (entre dos y seis observaciones), calculando la media y el recorrido muestral y llevando estos valores a los gráficos correspondientes.

Cartas para mediciones individuales: En numerosas situaciones de control de procesos, es imposible o poco práctico tomar subgrupos racionales, esto se presenta en casos como los siguientes:

1. Procesos químicos donde las mediciones repetidas de un proceso difieren solo debido a errores de laboratorio o a errores en el análisis. Esto significa que el proceso es tan estable que no se requiere réplicas de análisis.
2. El tiempo o el costo requerido para medir una observación individual es tan grande que no es factible pensar en observaciones repetidas. Típicamente, esto ocurriría cuando las mediciones son costosas (por ejemplo en ensayo destructivo)

2.1.3.1 CONSTRUCCION DE UNA CARTA DE CONTROL PARA MEDICIONES INDIVIDUALES

Para la construcción de la carta se requiere tomar n datos (al menos 20) de forma consecutiva. Con las n observaciones obtenidas se estima la media del proceso, \hat{m} , según,

$$\bar{X} = \hat{m} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{donde } x_i \text{ observación } i\text{-ésima y } n \text{ total de observaciones}$$

Modelo general

Sea W un estadístico muestral que mide alguna característica en la que se tiene interés, y supóngase que la media de W es μ_w y la desviación estándar es σ_w . Así las líneas de control superior e inferior son:

$$UCL = \mu_w + k\sigma_w \quad (1)$$

$$CTR = \mu_w \quad (2)$$

$$LCL = \mu_w - k\sigma_w \quad (3)$$

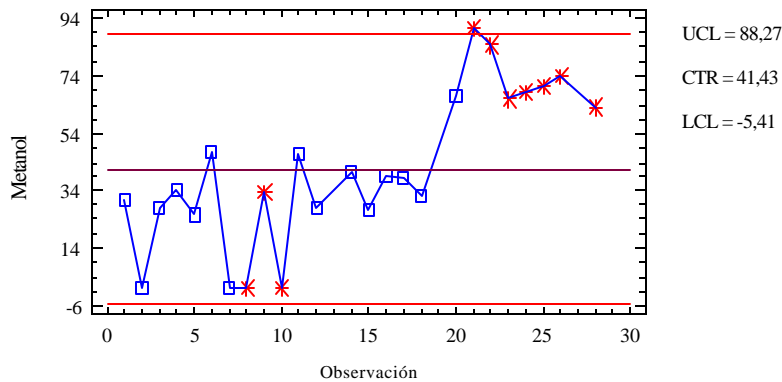
Donde:

UCL = Límite superior de control

CTR = Línea central, valor promedio

LCL = Límite inferior de control.

Figura No. 2
Carta de Promedios



En estas cartas puesto que no hay subgrupos racionales para suministrar una estimación de la variabilidad de la característica analizada, los límites de control se basan en una medida de la variación que se obtiene a partir de rangos móviles de a menudo dos observaciones.

2.1.3.2 CARTA DE RANGOS MÓVILES (MR)

Un rango móvil es la diferencia absoluta entre pares sucesivos de mediciones en una serie; es decir, la diferencia entre las mediciones primera y segunda; después entre las mediciones segunda y tercera y así sucesivamente. Esta diferencia se define como:

$$MR_i = |X_i - X_{i-1}|$$

Supóngase que la media es μ_{MR_i} y la desviación estándar es σ_{MR_i} . De esta manera las líneas de control superior e inferior son:

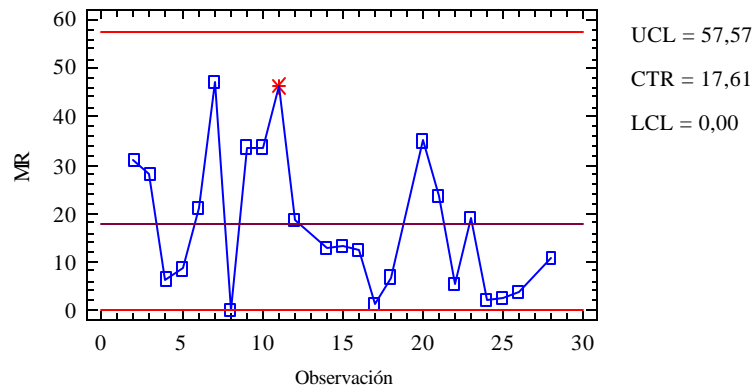
$$UCL = \mu_{MR} + k\sigma_{MR} \quad (4)$$

$$CTR = \mu_{MR} \quad (5)$$

$$LCL = \mu_{MR} - k\sigma_{MR} \quad (6)$$

Figura No. 3

Carta de Rangos Móviles



Donde k es la “distancia” de los límites de control a la línea central, expresada en unidades de desviación estándar. Esta teoría general de las cartas de control fue propuesta por primera vez por el Doctor Walter A. Shewhart, y las cartas de control desarrolladas de acuerdo con estos principios se conocen como cartas de control de Shewhart.

Ambas cartas contienen una línea central (CTR) que representa en la primera el valor promedio de la característica correspondiente al estado bajo control, (esto es cuando sólo están presentes causas aleatorias) y en el caso de los rangos móviles, el promedio de la diferencia de observaciones consecutivas. Además de esta línea se muestran otras dos líneas horizontales, el límite superior de control (UCL) y el límite inferior de control (LCL), también se muestran en la carta. Estos límites se escogen de modo que si el proceso está bajo control, todos los puntos muestrales se encuentren entre ellos. El proceso se supone bajo control siempre y cuando los puntos de la gráfica se encuentren dentro de los límites de control, con lo que no es necesario emprender ninguna acción. Sin embargo un punto que este fuera de los límites de control se interpreta como evidencia de que el proceso está fuera de control, con lo que se requieren la investigación y la acción correctiva para encontrar y eliminar la causa o causas asignables responsables de este comportamiento.

2.1.3.3 SELECCIÓN DE LOS LÍMITES DE CONTROL

La selección de los límites de control es una de las decisiones críticas que deben tomarse en el diseño de una carta de control. Al alejar los límites de control de la línea central, se disminuye el riesgo de un error tipo α –esto es, el riesgo de que un punto caiga más allá de los límites de control, lo que indicaría una condición fuera de control, cuando no está presente ninguna causa asignable –. Sin embargo, esta ampliación de los límites de control también aumenta el riesgo de un error tipo β –esto es, el riesgo de que un punto caiga entre los límites de control cuando el proceso en realidad está fuera de control–. Si se acercan los límites a la línea central, se obtiene el efecto opuesto: aumenta el riesgo del error tipo α , al mismo tiempo que disminuye el riesgo del error tipo β .

Es costumbre ubicar los límites de control a una distancia de más o menos tres desviaciones estándar de la variable graficada sobre la carta, a partir de la línea central,

es decir, la constante k de las ecuaciones (1), (2) y (3) debe igualarse a 3. Estos límites se conocen como límites de control 3-sigma.

2.1.3.4 ANALISIS DE PATRONES EN CARTAS DE CONTROL

Una carta de control puede indicar una condición fuera de control cuando uno o más puntos caen más allá de los límites de control, o cuando los puntos exhiben algún patrón no aleatorio de comportamiento. Si los puntos son en verdad aleatorios, se espera una distribución más pareja alrededor de la línea central.

El acomodo de puntos recibe el nombre de **corrida**, cuando las observaciones son crecientes, ésta es una corrida creciente; de manera similar, una secuencia de puntos donde la magnitud disminuye, se conoce como corrida decreciente. Aunque las corridas son una medida importante del comportamiento no aleatorio en una carta de control existen otros tipos de patrones que también pueden indicar una condición fuera de control.

El Western Electric Handbook (1956) sugiere un conjunto de reglas de decisión para la detección de patrones no aleatorios en las cartas de control. De manera específica, las reglas concluyen que el proceso está fuera de control cuando:

- A. Ocho o más puntos consecutivos sobre o debajo de la línea central
- B. Ocho o más puntos consecutivos ascendentes o descendentes.
- C. Cuatro de cinco puntos consecutivos están a una distancia mayor de 1- sigma.
- D. Dos de tres puntos consecutivos están a una distancia mayor de 2- sigma

Estas reglas se aplican a un lado de la línea central a la vez. Lo común es que el patrón no aleatorio aparezca en la carta de control por una razón, y si esta puede hallarse y eliminarse, entonces el rendimiento del proceso mejorará.

La finalidad de este análisis es el reconocimiento de patrones, es decir reconocer comportamientos sistemáticos o no aleatorios en la carta de control e identificar la razón de este comportamiento. Esta habilidad para interpretar un patrón particular en términos de causas asignables requiere experiencia y conocimiento del proceso.

2.1.4 ANALISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Una vez comprobado el estado bajo control del proceso es útil comparar los límites de especificación actuales (límites de norma interna e ICONTEC) con los límites de control obtenidos, adquiriendo así información sobre la capacidad o robustez del proceso.

Una de las herramientas gráficas para evaluar la capacidad es el histograma, este permite observar si hay corrimientos de la dimensión nominal y da una impresión general del cumplimiento de la especificación.

Otra manera de expresar la capacidad del proceso es en términos de un índice, el cual se define de la manera siguiente:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{USL - LSL} \quad (7)$$

Donde:

LSE= Límite superior de especificación

LIE = Límite inferior de especificación.

USL = Límite superior de control

LCL = Límite inferior de control.

En el caso de tener límites de control 3σ (capacidad básica de proceso) la expresión para el cálculo de la capacidad de proceso es:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6s} \quad (8)$$

La definición de C_p dada por las expresiones (7) y (8) supone de manera implícita que el proceso está centrado en la dimensión nominal. Si el proceso presenta corrimientos de este valor **su capacidad real** será menor que la indicada por el C_p . Es conveniente considerar el C_p como una medida de la **capacidad potencial**, por cual se debe emplear una medida de capacidad real denominada C_{p_k} . A continuación se define este coeficiente:

$$C_{p_k} = \min \left[\frac{LIE - \bar{m}}{3s}, \frac{\bar{m} - LSE}{3s} \right] \quad (9)$$

Donde

μ = media

El C_{p_k} es un cociente de capacidad unilateral del proceso que se calcula a la media con respecto al límite de la especificación que presente más inconvenientes en ser cumplido. Una vez calculado el índice de capacidad de proceso para cada variable se compara con los valores que se presentan a continuación, incluyendo además las medidas de control a seguir según el caso.

$C_p < 1$	Medidas inmediatas de mantenimiento correctivo
$C_p = 1$	Medidas inmediatas de mantenimiento y control
$1 < C_p < 1.33$	El proceso debe ser monitoreado rigurosamente
$C_p > 1.33$	El proceso es capaz de cumplir las especificaciones, se recomienda mantenimiento preventivo espaciado en el tiempo.
$C_{p_k} < 1$	El proceso no es capaz de cumplir las especificaciones.
$C_{p_k} > 1$	El proceso cumple las especificaciones

2.1.5 PRUEBA DE NORMALIDAD

En el análisis de capacidad de proceso se presenta una gráfica en la que además del histograma de frecuencias, se observa la curva de distribución. Con la finalidad de establecer si los datos de la variable analizada corresponden a una distribución normal se realiza un test de normalidad en el software Statgraphics, el análisis muestra los resultados de varias pruebas corridas para determinar si una variable puede ser adecuadamente modelada por una distribución normal. La prueba chi-cuadrado divide el rango de la variable en clases igualmente probables y compara el número de las observaciones en cada clase al número esperado. La prueba Shapiro-Wilks está basada en comparar los cuantiles de la distribución normal fijada a los cuantiles de los datos. La prueba standardized skewness (asimetría estandarizada) busca falta de simetría en los datos. La prueba standardized kurtosis (curtosis estandarizada) busca la si la forma de la distribución es más plana o más puntiaguda que la distribución normal.

De cada una de estas pruebas se obtiene un P-valor ó P-value, se toma el menor resultado. Si el P-value para esta prueba es menor de 0.1, se rechaza la hipótesis que la variable analizada viene de una distribución normal con el 90% de confianza, si el P-value es menor de 0.01, se rechaza la hipótesis con el 99% de confianza.

2.2 FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA⁴

La fermentación alcohólica es la base de la vinificación. Sin su presencia un "vino" nunca sería vino, ya que para ello su graduación alcohólica ha de ser por lo menos de 9% Vol. Sin embargo, su importancia no radica únicamente en la obtención de etanol a partir de los azúcares, sino que además durante el proceso fermentativo se van a formar una gran cantidad de productos secundarios que influyen en la calidad y tipicidad del vino.

Es esencial disponer de un mosto⁵ de alta calidad que contenga todos los nutrientes necesarios para que la levadura se multiplique sin dificultad en el momento de su adición, junto con el oxígeno disuelto necesario, para que la fermentación transcurra sin problemas. Si controlamos adecuadamente las temperaturas y duración de la fermentación, evitaremos la formación de subproductos que impartan sabores desagradables al producto y rompan su estabilidad biológica a largo plazo.

Para que la fermentación tenga lugar⁶ es necesario que los azúcares fermentables presentes en el mosto entren en el interior del citoplasma celular de las levaduras, donde se localizan los sistemas enzimáticos que hacen posible la fermentación alcohólica. Para ello las levaduras incorporan hexosa (glucosa) a través de un mecanismo de difusión facilitada, cuya denominación responde a que es necesaria la presencia de una proteína transportadora (permeasa) que facilita la difusión de estos azúcares a través de las membranas.

La fricción de entrada de los azúcares al interior de la célula es responsable del calor generado en el proceso fermentativo junto con la fricción de salida de los productos generados a través de las membranas celulares. Al principio del proceso fermentativo,

⁴ Verema.com Artículo Las levaduras y la fermentación alcohólica

⁵ Manual Práctico del Cervecer, Fermentación del mosto, Autor Boris de Mesones

⁶ Verema.com Artículo Las levaduras y la fermentación alcohólica

cuando las cantidades de pirúvico y acetaldehído son todavía pequeñas, tiene lugar la fermentación glicero-pirúvica obteniendo glicerina (polialcohol con gusto dulce).

Está fermentación viene definida como la serie de reacciones que provocan la conversión de la glucosa en dos moléculas de ácido pirúvico que a su vez se pueden transformar o en lactatos o en etanol y dióxido de carbono. El proceso es anaeróbico.

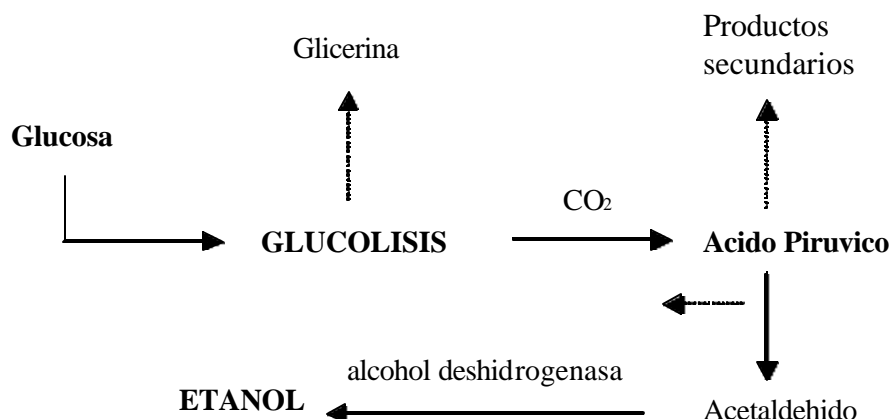


Figura No. 4 Esquema de la fermentación alcohólica

En cuanto al vino⁷ se refiere, las levaduras (más concretamente las enzimas que éstas producen) son las responsables de la fermentación alcohólica, nombre con el que se conoce al complejo proceso que es causante principal de que el jugo azucarado se transforme en vino.

Hoy sabemos que las levaduras son hongos unicelulares, muy abundantes en la naturaleza y con muy diversas formas. Entre las especies más importantes en enología están: *Saccharomyces cerevisiae* (S. oviformis), *Saccharomyces bayanus* (S. uvarum) o *Saccharomyces rosei* (*Torulaspota delbrueckii*).

La mayoría de las levaduras que no son *Saccharomyces* son perjudiciales para la elaboración del vino, con pocas excepciones en otras subdivisiones y géneros, tales como *Schizosaccharomyces pombe* (Sc. malidevorans) o *Zygosaccharomyces baillii* (Zs. acidifaciens), aunque sus características son muy limitadas para producir vinos saludables. Todas estas especies, más otros géneros de levaduras y microbios varios, pueden llegar a coexistir durante la fermentación.

El arte de la elaboración podría ser entonces definido como el arte de controlar la variedad o cepa dominante elegida para fermentar, mientras el resto permanece latente o es eliminado (en este aspecto son esenciales el control de la temperatura, el uso de SO₂ o preparar⁸ antes levadura *Saccharomyces* mediante "pie de cuba" o adquiriendo levadura seca activa y hacerle dominar desde un principio).

⁷ Reservaycata.com/español Artículo del mes "Protagonistas: las levaduras, Estrella invitada: el hombre"

⁸ Curso de Enología para aficionados

La *Saccharomyces cerevisiae*, sin duda se destaca sobre el resto. En enología es crucial ya que es responsable de la mayor parte de la fermentación de los azúcares del mosto, siendo muy elevada su capacidad de resistencia a altas concentraciones de alcohol y dióxido de azufre. Estos 'honguitos', los auténticos elaboradores del vino, se enfrentan a una infinidad de microorganismos, incluidos otros géneros de levaduras, que luchan por sobrevivir en un medio -el mosto- al que han podido llegar ya sea naturalmente, por vía aérea, o artificialmente, inoculadas por el hombre. Así, un mosto podría contener un buen número de levaduras que no pertenecen al género *Saccharomyces* y que, por tanto, podrían resultar letales para el vino (p.ej. *Kloeckera*, *Pichia* o *Candida*). Tanto la selección natural realizada por el hombre a lo largo de siglos mediante la elección de los mejores pies de cuba para la fermentación, como la resistencia inherente de *S. cerevisiae*, son los factores principales que han reforzado la supremacía de sus cepas frente a las "malas" levaduras.

A pesar de que Pasteur concluyera en sus estudios que la 'fermentación es la vida sin oxígeno', hoy ya se sabe que esto no es del todo cierto: sólo en condiciones extremas. Las levaduras tienen la rara propiedad de poder 'respirar' aeróbica y anaeróbicamente. Antes de llegar a la fase 'sin oxígeno' y bajo determinadas circunstancias de temperatura, pueden comenzar la fermentación consumiendo oxígeno a raudales, tanto atmosférico, como diluido en el mosto. El crecimiento de las levaduras en aerobiosis es muy alto, ya que se consigue aproximadamente un 1 gramo de levaduras por cada 4 gramos de azúcares consumidos. Conforme el oxígeno escasea, las levaduras no tienen capacidad de desdoblar los azúcares de forma completa y es el momento en que la glucólisis comienza, generándose alcohol, CO_2 y energía. Bajo estas condiciones de falta de oxígeno (anaerobiosis) la creación de biomasa es muy limitada, llegando a ser necesarios más de 100 gramos de azúcares para crear un gramo de levaduras. La producción de alcohol y las carencias prolongadas de oxígeno y azúcares llevarían a la muerte de las propias levaduras, que variará en función de la(s) cepa(s) dominante(s) y sus características de tolerancia y alcohológenas.

Una carencia brusca de oxígeno al comienzo del proceso es una de las causas más comunes de paradas no deseadas de la fermentación. Lo cierto es que la calidad final de los vinos está directamente ligada al desarrollo de la flora microbiana del mosto y, en especial, de las levaduras. A lo largo de la historia, como ya se ha apuntado antes, la mejora de las prácticas enológicas ha llevado consigo la utilización preferente de variedades seleccionadas de *S. cerevisiae*. Los criterios de clasificación de las cepas más convenientes para la vinificación pueden ser varios pero, generalmente, se basan en sus cualidades biológicas y condicionantes ambientales (reproducción, estabilidad, umbrales de temperatura, nutrientes requeridos) y, más importante aún, en sus propiedades enológicas (velocidad de reacción, rendimiento alcohólico, extracción tánica y aromática, perfiles organolépticos, generación de acidez volátil y glicerol; resistencia al calor, SO_2 , etanol, altos niveles de azúcar)

2.2.1 CONDICIONES NECESARIAS PARA LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA⁹

2.2.1.1 Temperatura

Las levaduras son microorganismos mesófilos, esto hace que la fermentación pueda tener lugar en un rango de temperaturas desde los 13-14°C hasta los 33-35°C. Dentro de este intervalo, cuanto mayor sea la temperatura mayor será la velocidad del proceso fermentativo siendo también mayor la proporción de productos secundarios. Sin embargo, a menor temperatura es más fácil conseguir un mayor grado alcohólico, ya que parece que las altas temperaturas que hacen fermentar más rápido a las levaduras llegan a agotarlas antes.

Por encima de 33-35°C el riesgo de parada de fermentación es muy elevado, al igual que el de alteración bacteriana ya que a estas elevadas temperaturas las membranas celulares de las levaduras dejan de ser tan selectivas, emitiendo substratos muy adecuados para las bacterias.

2.2.1.2 Aireación

Durante mucho tiempo se pensó que las levaduras eran microorganismos anaerobios estrictos, es decir, debía realizarse la fermentación en ausencia de oxígeno. Sin embargo, es un hecho erróneo ya que requieren una cierta aireación.

Una aireación sumamente excesiva es totalmente absurda ya que, entre otras consecuencias en el vino, no obtendríamos alcohol sino agua y anhídrido carbónico debido a que las levaduras, cuando viven en condiciones aeróbicas, no utilizan los azúcares por vía fermentativa sino oxidativa, para obtener con ello mucha más energía

2.2.1.3 pH

El pH del vino (3,1- 4) no es el más adecuado para la vida de las levaduras, menos lo es para la de las bacterias, prefiriendo convivir con valores más elevados. Cuanto menor es el pH peor lo tendrán las levaduras para fermentar, aunque más protegido se encuentra el vino ante posibles ataques bacterianos. Además, más elevada será la fracción de sulfuroso que se encuentra libre.

2.2.1.4 Nutrientes y Activadores

Las levaduras fermentativas necesitan los azúcares para su catabolismo, es decir para obtener la energía necesaria para sus procesos vitales, pero además necesitan otros substratos para su anabolismo como son nitrógeno, fósforo, carbono, azufre, potasio, magnesio, calcio y vitaminas, especialmente tiamina (vitamina B1). Por ello es de vital importancia que el medio disponga de una base nutricional adecuada para poder llevar a cabo la fermentación alcohólica.

El nitrógeno es de todos el más importante, siendo necesario que el mosto contenga inicialmente nitrógeno amoniacal y en forma de aminoácidos por encima de 130-150 ppm. Una deficiencia de estos nutrientes hará que "no les quede más remedio" que atacar contra su pesar las gigantescas proteínas, liberándose H₂S (aroma a huevos podridos).

2.2.1.5 Concentración inicial de azúcares

No podemos pensar en fermentar un mosto con una concentración muy elevada de azúcares. En estas condiciones osmófilas las levaduras simplemente estallarían al salir bruscamente el agua de su interior para equilibrar las concentraciones de solutos en el exterior y en el interior de la célula, es decir, lo que se conoce como una plasmólisis.

⁹ Verema.com Artículo Las levaduras y la fermentación alcohólica

2.2.2 PRINCIPALES PRODUCTOS SECUNDARIOS DE LA FERMENTACIÓN

Los componentes del aroma y del sabor característicos del vino se forman en los diferentes pasos de producción. Indiscutiblemente la fermentación es el principal productor de ellos, pero la materia prima usada en la producción de la bebida, la técnica de destilación empleada y el proceso de maduración juegan un papel especial en su formación. La cantidad y naturaleza de los componentes formados en la fermentación dependen de las condiciones de la misma, como la temperatura y los nutrientes de la levadura.

2.2.2.1 Acido acético

Las levaduras lo obtienen a partir del ácido pirúvico, habiendo grandes diferencias entre unas y otras en cuanto a su capacidad de producción. Una pequeña parte de él se esterifica con etanol para formar acetato de etilo cuyo descriptor es el aroma a pegamento.

2.2.2.2 Acido pirúvico y acetaldehído

Del pirúvico que es obtenido por glucólisis queda muy poco posteriormente en el vino al igual que ocurre con el acetaldehído (obtenido por descarboxilación del ácido pirúvico mediante el enzima piruvato descarboxilasa).

2.2.2.3 Alcoholes Superiores, Esteres y Acetatos

Los alcoholes superiores no son obtenidos mediante la cinética de la fermentación alcohólica pero sí durante su transcurso. Se obtienen mediante desaminación de aminoácidos por parte de las levaduras con el fin de que obtengan nitrógeno amoniacal para su consumo o para formar otros aminoácidos consumibles. Se trata de productos beneficiosos organolépticamente en bajas concentraciones, que a partir de una concentración global de unos 300 ppm. comienzan a ser totalmente desfavorables organolépticamente. Estos alcoholes superiores (destacan el alcohol isoamílico y el isobutílico) forman también esterres y acetatos como acetato de isoamilo, butanato de etil, hexanato de etilo y hexanato de isoamilo entre otros, muchos de ellos con aromas vegetales. Se obtendrán mayor cantidad de estos productos con temperaturas elevadas de fermentación y mostos poco desfangados, especialmente.

2.2.3 CONGÉNERES DEL ETANOL¹⁰

El proceso fermentativo de las mieles de caña, además de producir alcohol etílico, anhídrido carbónico y calor, genera también productos secundarios, entre los cuales vale la pena mencionar : Acetaldehído, metanol, ácido acético, ácido succínico, ácidos volátiles, alcoholes superiores (propanol, isoamílico, isobutírico, etc a partir de los aminoácidos de las proteínas. Al conjunto de todos estos, se les denomina alcoholes amílicos o aceites de fúsel), compuestos carbónílicos, esterres diversos, glicerina, etc.

El aceite de fúsel y ácido succínico son productos de una fermentación alcohólica de los aminoácidos (o de la albúmina de la sustancia nutritiva y de las células de levadura) que se desarrolla paralelamente a la fermentación principal de la sacarosa, y es además una consecuencia del metabolismo de los albuminoides de la célula de levadura.

¹⁰ Gutierrez, Luis Felipe. Determinación por reactivo de Schiff del contenido de aldehídos en el alcohol etílico y licores de la Industria Licorera de Caldas.

Algunos de los compuestos mencionados se producen por fermentaciones secundarias, otros por transformación de los productos anteriormente producidos y otros por la degradación de proteínas (aminoácidos) existentes en los mostos de fermentación e indispensables para el desarrollo de la levadura.

En la destilación de estos líquidos alcohólicos pueden recogerse tres destilados. El primero, llamado alcoholes de cabeza, está compuesto por productos de bajo punto de ebullición tales como aldehídos y ésteres. Siguen los alcoholes de buen gusto, formados principalmente por alcohol etílico, y por último los alcoholes de alto punto de ebullición (o productos de cola) constituidos en su mayoría por los alcoholes superiores: alcohol.

Las propiedades referentes al olor y al sabor son debidas a los esterres, ácidos volátiles y otras sustancias fácilmente volátiles, las cuales se encuentran ya en las materias primas y en parte no aparecen hasta la fermentación, destilación o rectificación.

Las condiciones exigidas al alcohol etílico, son diferentes en cada país, sin embargo, las realizadas para comprobar su finura, son prácticamente las mismas.

Generalmente, los ensayos a los alcoholes se hacen acerca de su contenido de aldehídos, furfural y ácidos, sobre la duración de su decoloración con el permanganato de potasio y sobre la cantidad de aceites de fúsel.

2.2.4 COMPONENTES VOLÁTILES Y NO VOLÁTILES EN EL OLOR DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS

Los componentes del aroma y del sabor se forman en los diferentes pasos de producción. Indiscutiblemente, la fermentación es el principal productor de ellos, pero la materia prima usada en la producción de la bebida, la técnica de destilación empleada y el proceso de maduración juegan un papel especial en su formación.

La técnica de destilación tiene un gran efecto sobre el aroma de las bebidas, especialmente en su composición cuantitativa. La presencia de levadura en el proceso de destilación influye en el contenido de esterres de las bebidas alcohólicas.

La maduración o añejamiento, también afecta la composición del aroma. Algunos nuevos compuestos se forman, y otros se consumen en reacciones que ocurren durante este proceso. Pero, en general, el proceso de maduración hace una bebida más aceptable.

Por consiguiente, el aroma final de una bebida es la suma del aroma formado en cada una de las etapas de producción.

2.2.4.1 CONGÉNERES QUE AFECTAN EL SABOR DEL RON

En las últimas dos décadas se han desarrollado grandes investigaciones acerca del aroma de las bebidas alcohólicas, y de su composición. Aproximadamente 1300 componentes del aroma han sido identificados, y en particular, 273 componentes más o menos volátiles se encuentran en el ron. Muchos estudios han intentado dilucidar cuanto de un componente del aroma debe contener una bebida, y cómo es su formación. Suomalainen y Nykänen demostraron que la levadura tiene un papel central en la formación de los componentes del aroma de las bebidas. Además encontraron los mismos componentes del aroma en ron, whisky y cognac. La materia prima parece no ejercer un decisivo efecto en la formación del aroma.

3. METODOLOGÍA

3.1 DATOS ANALIZADOS

Se tomó para el análisis de los procesos; almacenamiento, predilución, alimentación, fermentación, recuperación de levadura y vino, destilación de alcohol tafias los datos entre el 14 de Agosto y el 22 de Septiembre de 2001; siendo el tamaño de la muestra $n= 39$. Para el alcohol rectificado se toman los datos entre el 5 de Noviembre y el 7 de Diciembre de 2001; $n=33$. Se eligió el conjunto de datos mencionados para el año 2001 ya que durante el año 2002 la empresa se dedicó a ensayar diferentes tipos de levaduras por lo cual el proceso fue muy inestable y los datos no son representativos.

Para el Aguardiente y Aperitivo Cristal los datos de los lotes del año 2001; $n=25$ y $n= 103$ respectivamente y para el Ron Viejo de Caldas los lotes del primer semestre del año 2002; $n=76$. En este caso no es importante el hecho del período escogido debido a que no se cambió en el período la formulación del Aguardiente y Aperitivo Cristal.

3.2 PLAN SEGUIDO PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se creó una matriz de datos para las variables de cada uno de los procesos en el programa Statgraphics 2.0¹¹, donde posteriormente fue analizada. Luego se elaboraron las cartas de control empleando el paquete estadístico. Para la Carta de promedios, el programa calcula la media de la característica analizada y su correspondiente desviación estándar. En la carta de rangos móviles calcula la media y la desviación estándar de la diferencia de mediciones sucesivas para estimar la variabilidad del proceso.

3.2.1 Selección de los límites de control

Inicialmente se seleccionaron los límites de control a una distancia de más o menos tres desviaciones estándar ($k = 3$, ecuaciones 1 a la 6) del promedio de la variable graficada sobre la carta tanto para promedios como para rangos, luego se observó si los datos caían dentro de estos límites, en caso contrario se alejaron los límites de control de la línea central hasta un máximo de 10 desviaciones estándar¹². Antes de esto fue necesario establecer claramente si los puntos fuera de los límites de control corresponden realmente a causas asignables o si obedecen a la variación normal del proceso, permitiendo en este caso la aceptabilidad de límites de control más amplios.

¹¹ Software estadístico que contiene un Modulo de Control de Calidad en el cual fueron realizadas las cartas de control , análisis de capacidad de proceso y pruebas de normalidad.

¹² Tomado del Manual Statgraphics

3.2.2 Análisis de las cartas de control

Se determinó el estado de control de los procesos observando si todos los puntos caían dentro de los límites establecidos y además se investigó la presencia de patrones o tendencias en las cartas (posibles causas asignables), en los casos que fueron detectadas se interpretó como evidencia de que el proceso se encontraba fuera de control, pero al buscar que situaciones provocan las mencionadas causas asignables se presentaron dificultades debido a que no existía reporte de lo sucedido en el transcurso del proceso, por lo cual se hizo dispendiosa la búsqueda y en algunos casos infructuosa de manera que se propusieron acciones correctivas solo en los casos en los que se identificó la causa asignable. Para ayudar a posteriores análisis se creó un espacio de observaciones en las bases de datos de manera que se encuentre documentado los cambios que sufre el proceso.

3.2.3 Establecimiento de variables críticas

En principio se estableció para los procesos almacenamiento, predilución, alimentación, fermentación recuperación de levadura y vino como variable crítica aquella que está fuera de control. Debido a que algunas de las variables se declararon fuera de control pero no causan problemas en el rendimiento, se redefinió este término como la variable que afecta el desempeño del proceso.

Para los alcoholes tafias y rectificado y los licores Aguardiente Cristal, Aperitivo Cristal y Ron viejo de caldas son críticas las variables que además de estar fuera de control presentan valores que tienden a las especificaciones internas y/o externas.

3.2.4 Análisis de capacidad de proceso

Al determinarse el estado bajo control del proceso se compararon los límites de especificación actuales (límites de norma interna e ICONTEC) y los propuestos mediante los análisis realizados con los límites de control obtenidos con el uso de las cartas, consiguiéndose de esta comparación un índice, el cual se confrontó con los índices reportados en el manual del software Statgraphics e iguales a los referenciados por el ICONTEC (incluidos en el marco teórico), basándose en esto y en las recomendaciones de los ingenieros del área de calidad se estableció la frecuencia de análisis para cada variable.

3.2.5 Implementación de las bases de datos finales

Para la implementación de las bases de datos se empleó el software Approach¹³. Inicialmente se propuso la creación de 14 bases de datos autónomas, pero luego se decidió agruparlas de la siguiente manera:

Control de fermentación, incluye los procesos Almacenamiento, predilución, alimentación, fermentación, recuperación de levadura y vino.

Control de destilación, incluye los alcoholes tafias y rectificado.

¹³ Programa diseñado por Lotus para elaborar bases de datos.

En el caso de los licores se crearon bases de datos independientes para cada uno debido a la diferencia de variables y especificaciones

De este modo quedo entonces implementado el sistema de manejo de información, de manera que el personal responsable de realizar los análisis, diariamente almacene la Información en la base de datos correspondiente, exporte los datos al Statgraphics y realice los procedimientos requeridos.

4. ALCANCE DE LOS OBJETIVOS

4.1 VARIABLES MEDIDAS COMO MÉTODO DE CONTROL

°Brix: medida empleada para determinar la riqueza en azúcar de un compuesto. En sentido estricto el °brix es la concentración en porcentaje en peso de los sólidos contenidos en una solución pura de sacarosa y agua.

En los procesos de recepción y almacenamiento se emplea para su medición un refractómetro digital que posee corrección de temperatura para compuestos con temperatura diferente a 20°C, en predilución, alimentación y fermentación se usa un aerómetro Brix calibrado a 20°C, en caso que la temperatura de la muestra sea diferente se dispone de tablas de corrección¹.

Acidez sulfúrica: medida requerida para controlar los valores normales de acidez debidos a la adición de H₂SO₄, sirve además para determinar si existe desviación de la fermentación alcohólica a acética.

Su medición se realiza en los siguientes procesos: recepción, almacenamiento, alimentación y vino. Se emplea un método volumétrico² para su determinación.

% Sólidos: variable que indica la cantidad de material suspendido en una muestra. Existen diferentes procedimientos para medir la cantidad de sólidos de una muestra, en el proceso de recepción y almacenamiento de miel se miden los sólidos sedimentables por centrifugación en base húmeda.

% ATR ó Azúcar: análisis que permite conocer la cantidad de azúcares invertidos en una muestra. Se mide en los procesos de recepción, almacenamiento empleando el método de Lane y Eynon. En las cubas de fermentación se mide con el método de Bertrand.

pH : indica el grado de acidez o basicidad de una muestra.

Esta medición se realiza en los procesos de predilución, alimentación, fermentación, recuperación de levadura y vino, empleando en todos los casos potenciómetro.

Contenido de alcohol: La medición con un alcoholímetro calibrado a 20°C, hace posible conocer la riqueza alcohólica de una solución hidroalcohólica a la temperatura de referencia (20°C) basado en los principios de aerometría ya que existen relaciones definidas entre la densidad de una mezcla hidroalcohólica y el contenido de alcohol en la misma. El contenido de alcohol o título volumétrico se expresa en % vol., según GUIDE PRACTIQUE D'ALCOOMETRIE (1983), elaborada con autorización de L'OFFICE INTERNATIONAL DE METROLOGIE LEGALE.

En los mostos y licores coloreados, añejados, adicionados de edulcorantes o extractos vegetales se aumenta la densidad de la muestra de tal manera que la lectura de contenido alcohólico es inferior a la que se obtendría si sólo existiera la mezcla agua – alcohol. Por tal razón en dichos productos la lectura directa se da en términos de contenido de alcohol aparente. La determinación del contenido de alcohol real del

¹ Tabla No. 21 Manual del azúcar de caña, Spencer – Meade

² Norma interna de Procedimientos de análisis

producto requiere haber realizado previamente una destilación de la muestra de tal manera que los componentes sean únicamente alcohol y agua.

Si la temperatura de la muestra se mantiene a 20°C la lectura obtenida en el alcoholímetro es directamente el contenido de alcohol en % Vol. de la muestra, en caso contrario se dispone de tablas de corrección¹.

Población, Reproducción y Células muertas: estas variables permiten conocer el comportamiento de la levadura durante la aclimatación y el transcurso del proceso, son medidas en cada una de las cubas de fermentación. La cuantificación de estas variables se realiza por observación microscópica.

Congéneres: cuantifica la cantidad de sustancias volátiles naturales diferentes de los alcoholes etílico y metílico, presentes en vinos, alcoholes y licores. Dentro de los congéneres se consideran sustancias tales como ácidos, aldehídos, furfural, esterres y alcoholes superiores.

La determinación de metanol y congéneres se realiza por cromatografía gaseosa, el método se basa en la separación diferencial de compuestos, se logra empleando una sustancia especial conocida como fase estacionaria dentro de una columna cromatográfica y su posterior localización en un Detector de ionización de llama. La identificación y cuantificación se realiza por software.

Acidez total: cuantifica la cantidad de los ácidos valorables presentes en el alcohol como producto de la fermentación. Se determinan por titulación hasta pH 7 con una solución valorada de hidróxido de sodio. En Colombia por disposiciones legales, la acidez total para los alcoholes y licores debe expresarse como miligramos de ácido acético por decímetro cúbico de alcohol anhidro.

Acidez volátil: está constituida por la porción de ácidos orgánicos arrastrables por el vapor de agua, ácidos que se encuentran en forma libre o combinada en las bebidas alcohólicas. Este análisis se realiza a los rones y debe expresarse como miligramos de ácido acético por decímetro cúbico de alcohol anhidro.

Tiempo de decoloración: esta variable permite evaluar la calidad del alcohol rectificado, cuantificando el tiempo que tarda el alcohol en decolorar una solución de permanganato de potasio, este tiempo disminuye al aumentar la cantidad de congéneres.

Cobre y hierro: variables que cuantifican el contenido de estos metales en los licores, de manera que se pueda verificar el cumplimiento de las especificaciones exigidas por las normas interna e lcontec, las cuales garantizan que estas cantidades no son perjudiciales para la salud.

Extracto seco: cuantifica el contenido total de sólidos en los licores. En los rones representa el contenido de pasas, algarroba y caramelo adicionados. En el Aguardiente y Aperitivo Cristal la cantidad de azúcar.

% Transmitancia: análisis que permite controlar la fabricación del licor con una intensidad de color constante y característica. Este análisis se realiza en rones y otros licores oscuros.

¹ Tabla VIIIb GUIDE PRACTIQUE D'ALCOOMETRIE

4.2 PROCESOS

4.2.1 ALMACENAMIENTO DE MIEL¹

Actualmente se utilizan tres tanques de 1000 toneladas, que se rotan cumpliendo las siguientes funciones: recepción de miel y almacenamiento durante su consumo. Estos tanques se llenan hasta un tercio de su volumen, para no tener problemas de prefermentación² y cristalización³ en el periodo de almacenamiento.

Control de proceso:

Diariamente el fermentador de turno toma una muestra de aproximadamente 1000 ml del tanque de consumo, en la entrada a predilución, la lleva al laboratorio y allí se realizan análisis a las variables que se muestran en la Tabla No 2.

Análisis	Especificaciones Norma de control de procesos ILC	
	LIE ⁴	LSE ⁵
% Sólidos		1
° Brix	67	73
% ATR	66	
Acidez <mg H ₂ SO ₄ /l>		5000

Tabla No. 2 Análisis realizados a la miel en el Tanque de consumo

Debido a que el control de este proceso se realiza en el tanque de consumo, estos fueron los datos que se tomaron para el estudio del proceso de almacenamiento. A continuación se presenta el análisis de cada una de las variables medidas en este proceso.

4.2.1.1 % SÓLIDOS

La cantidad de sólidos es uno de los requisitos que debe cumplir la miel para ser aceptada en el proceso de recepción teniendo como límite superior 1%⁶.

Actualmente se tiene el mismo límite superior para los procesos de recepción y almacenamiento y puesto que no se evidenciaron cambios significativos en el contenido de sólidos durante este último proceso⁷, no se considera una variable crítica en el. Además de esto el mayor valor presentado es 0.5%, por estas razones se propone la eliminación del análisis de esta variable en el proceso de almacenamiento de miel.

¹ Numeral 3 Diagrama general del proceso Anexo 5

² Glosario Anexo 1

³ Glosario Anexo 1

⁴ LIE (Límite inferior de especificación)

⁵ LSE (Límite superior de especificación)

⁶ Tomado de la norma de control de procesos ILC

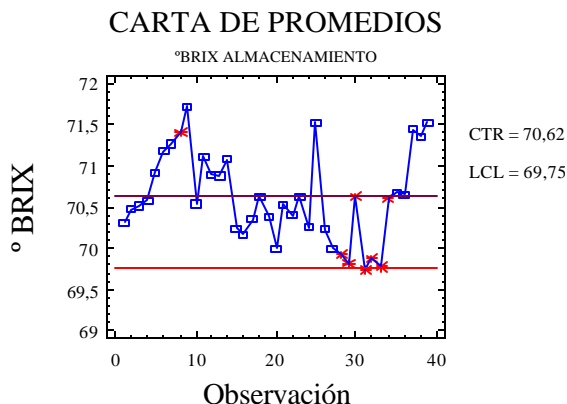
⁷ Tabla No. 3, Figuras No. 5 y No. 6 Anexo 2

4.2.1.2 GRADO BRIX¹

Número de observaciones = 39²
 Desviación estándar = 0.321482

LIMITES DE CONTROL < ° Brix >

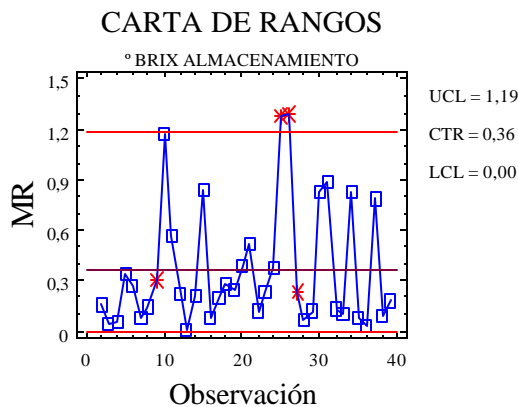
Figura No. 7



Límite central = 70.6192
 Límite inferior de control: -3.0 sigma = 69.7512

Una observación fuera de los límites

Figura No. 8



Límite superior de control: +3.0 sigma = 1.1853
 Línea central = 0.362632
 Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

Dos observaciones fuera de los límites de control

La variable °brix se encuentra fuera de control, se observa variación no aleatoria alrededor de la media y disminución con respecto a los valores de recepción de la miel los cuales están entre 70 – 73,5 siendo indeseable debido a que esta variable representa el porcentaje en peso de los sólidos contenidos en una solución de sacarosa pura y al presentarse disminución se afecta el rendimiento.

INTERPRETACION DE PATRONES O TENDENCIAS^{3,4}

En la carta de promedios se observa violaciones a las reglas B, C y D. La violación a la regla B se debe a las fallas de aleatoriedad que presenta la variable al aumentar y disminuir la media en repetidas ocasiones sin alcanzar un comportamiento estable. Las

¹ Los análisis para esta y las demás variables contenidas en la Tabla No. 1 corresponde al procedimiento descrito en el ítem 3.1.3 del Marco teórico y 4.2 de la metodología
² Tabla No. 4 Anexo 2
³ Las reglas consideradas en el análisis de patrones o tendencias se definen en el ítem 3.1.3.4 del Marco teórico.
⁴ Resumen de los patrones presentados por la variable, Anexo 3 ver CD

reglas C y D son violadas por los valores extremos tanto de aumento como de disminución de la media ya mencionados.

En la carta de rangos se viola la regla A, debido a la poca variabilidad presentada por las primeras observaciones como resultado de un aumento continuo, causando su ubicación debajo del promedio de desviación. La violación de la regla D se produjo por la misma razón presentada en los promedios.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Se propone aumentar el límite inferior de especificación para °Brix en el proceso de almacenamiento de miel a 68 debido a que esta variable es uno de los requisitos para la recepción, proceso en el cual se tiene como límites 70 - 73.5 y las diferencias no deben de ser significativas entre un proceso y otro. La propuesta en cuanto al límite superior es eliminarlo debido a que siempre es deseable un mayor valor de esta variable.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable °brix se considera crítica ya que es importante inspeccionar sus variaciones durante su permanencia en el tanque de consumo las cuales deben ser mínimas, además se encuentra estadísticamente fuera de control.

PLAN DE ANALISIS

Debido a que el °Brix es una variable crítica y además está fuera de control se recomienda seguimiento diario al tanque de consumo para tener un control riguroso de sus tendencias.

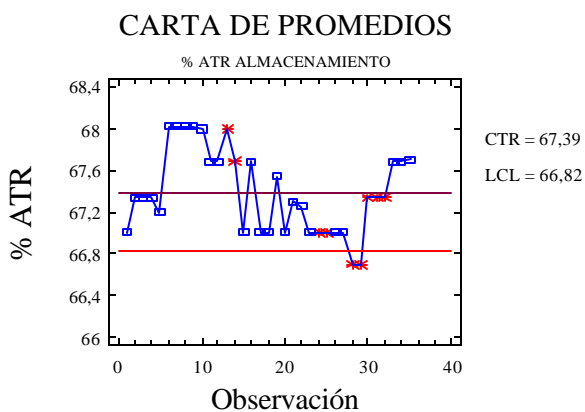
¹ Tabla No. 2

4.2.1.3 % A.T.R

Número de observaciones = 35¹
Desviación estándar = 0.190342

LIMITES DE CONTROL < % ATR >

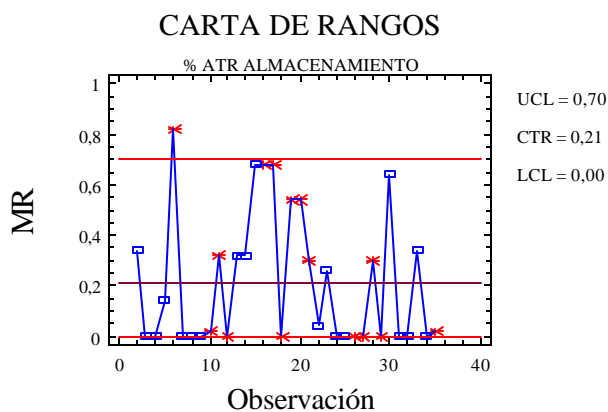
Figura No. 9



Límite superior de control: +3.0 sigma = 67.9596
Línea central (CTR) = 67.3886
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 66.8175

Dos observaciones fuera de los límites de control

Figura No. 10



Límite superior de control: +3.0 sigma = 0.70179
Línea central = 0.214706
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0.0

Una observación fuera de los límites de control

La variable está fuera de control, se observan tendencias no aleatorias que provocan que muchos datos no estén centrados alrededor de la media. Entre los datos 23 y 29 se tienen los menores valores registrados para esta variable en el período considerado. El valor mínimo observado fue 66,6 % ATR el cual cumple con las especificaciones, pero es deseable mantener estos valores en un rango más cercano al establecido como requisito de recepción, es decir, 67% ATR, debido a que esta variable representa la cantidad de azúcares fermentables que posteriormente se transformarán en alcohol y su disminución afecta directamente el rendimiento del proceso.

Se tiene conocimiento que el % ATR disminuye como consecuencia del incremento de la acidez, para corroborar esto se realizó una gráfica con estas dos variables² y se concluyó que a medida que aumenta la acidez el % de ATR disminuye.

¹ Tabla No. 4 Anexo 2

² Figura No. 11 Anexo 2

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En la carta de promedios se observa violaciones a todas las reglas mencionadas debido al comportamiento no estable de esta variable en la cual el valor de la media es influenciado por los valores extremos del proceso. Al comienzo se presentan valores constantes que tienden a aumentar, esta tendencia al aumento hace que los datos se ubiquen por encima de la línea central, luego se observa tendencias de estabilización, pero los datos tienden a disminuir progresivamente a valores ubicados debajo de esta línea, continuando posteriormente con un comportamiento no aleatorio. En la carta de rangos se violan las reglas C y D, debido a las grandes diferencias entre mediciones consecutivas que se presentan al cambiar las tendencias del proceso, lo cual implica que la variabilidad tampoco es homogénea.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable % ATR se considera crítica puesto que es importante controlar cuidadosamente sus cambios durante el almacenamiento, los cuales no deben ser significativos ya que se afecta el rendimiento del proceso.

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que el %ATR es una variable crítica y además está fuera de control se debe llevar a cabo este análisis diariamente en los tanques de almacenamiento.

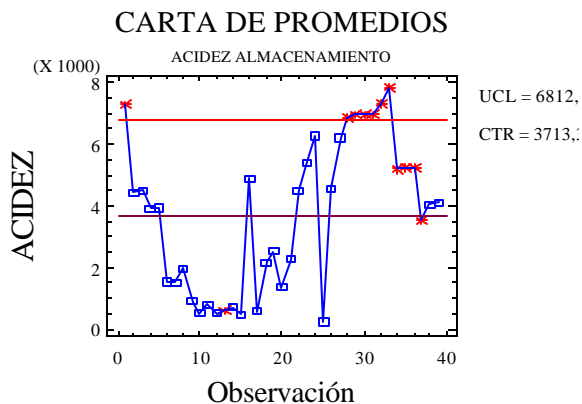
¹ Resumen de los patrones presentados por la variable, Anexo 3

4.2.1.4 ACIDEZ

Número de observaciones = 39¹
Desviación estándar = 1032.99

LIMITES DE CONTROL < mg H₂SO₄/l >

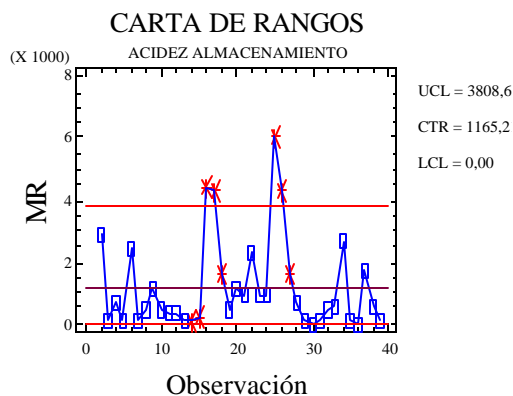
Figura No. 12



Límite superior de control: +3.0 sigma = 6812.35
Límite central (CTR) = 3713.38

Siete puntos fuera de los límites de control

Figura No. 13



Límite superior de control : +3.0 sigma = 3808.63
Línea central (CTR) = 1165.21
Límite inferior de control LCL: -3.0 sigma = 0.0

Cuatro observaciones fuera de los límites

La variable acidez se encuentra fuera de control, se observa un comportamiento inestable debido a la gran dispersión presente en el proceso por la presencia de valores extremos que hacen tender la media a un valor no representativo.

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS²

En la carta de promedios se observan violaciones a todas las reglas consideradas. La violación de estas reglas se debe a la presencia de valores muy altos que aumentan la dispersión del proceso obteniéndose un valor para la desviación estándar alto que hace que los límites de control a tres sigma sean tan amplios que incluyan observaciones fuera de las especificaciones actuales y hacen tender la media a un valor que no representa el comportamiento del proceso.

En la carta de rangos se presentan violaciones a las reglas A, C y D. La violación de la regla A se debe a que al igual que en la anterior carta se tiene un promedio afectado por los valores extremos presentes en el proceso. Las reglas C y D evidencian los problemas de dispersión, siendo esta carta insensible a variaciones importantes por la presencia de valores extremos que dan un valor muy alto al parámetro desviación estándar.

¹ Tabla No.4, Anexo 2

² Resumen de los patrones presentados por la variable, Anexo 3

Analizando los datos que sobrepasan el límite superior se tiene:

Fecha	Acidez	Tiempo de residencia en el tanque
14 Agosto 2001	7300	18 días
29 Agosto 2001	4900	5 días
6 Septiembre 2001	5386	8 días
7 Septiembre 2001	6280	9 días
10 Septiembre 2001	6198	10 días
11 Septiembre 2001	6860	11 días
12 Septiembre 2001	6958	12 días
13 Septiembre 2001	6960	13 días
14 Septiembre 2001	6980	14 días
15 Septiembre 2001	7350	15 días
16 Septiembre 2001	7840	16 días
17 Septiembre 2001	5214	11 días
18 Septiembre 2001	5248	12 días
19 Septiembre 2001	5250	13 días

Tabla No. 5 Días de mayor acidez en el tanque de consumo

Como ya se mencionó en el análisis de la variable % ATR su disminución se debe al incremento de la acidez, la cual a su vez aumenta durante el período de almacenamiento.

En el año 1997 se tenía como tiempo de residencia en los tanques tres días¹, actualmente² el tiempo de residencia máximo es diez días. Según los datos anteriores se tiene miel hasta con 18 días de recepción incumpléndose de esta manera la norma y obteniéndose una miel prefermentada debido a que ha aumentando considerablemente su acidez.

Conocidas las causas de la alta acidez en el tanque de consumo se procede a eliminar los datos anteriores obteniéndose las siguientes cartas de promedios y rangos:

¹ Proyecto Iberomedia

² Norma de Recepción y Almacenamiento de miel

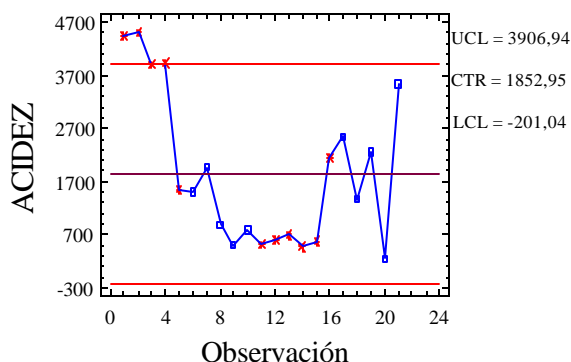
LIMITES DE CONTROL RECALCULADOS < mg H₂SO₄/l >

Número de observaciones = 21
Desviación estándar = 684.663

Figura No. 14

CARTA DE PROMEDIOS

Acidez almacenamiento exceptuando los días de mayor acidez



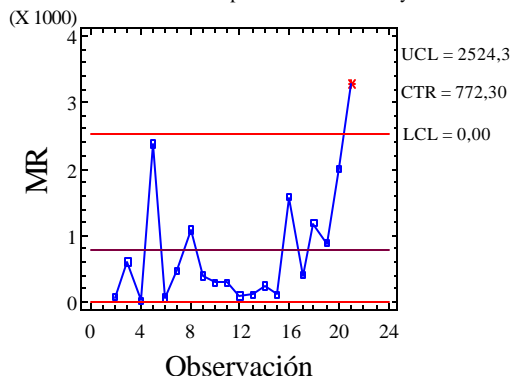
Límite superior de control: +3.0 sigma = 3906.94
Límite central = 1852.95
Límite inferior de control: -3.0 sigma = -201.037

Tres observaciones fuera de los límites de control

Figura No. 15

CARTA DE RANGOS

Acidez almacenamiento exceptuando los días de mayor acidez



Límite superior de control: +3.0 sigma = 2524.35
Línea central = 772.3
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

Una Observación fuera de los límites de control

El proceso continúa fuera de control a pesar que se han eliminado los datos correspondientes a causas asignables, se presentan observaciones por encima del límite superior y comportamiento no aleatorio debido a la inestabilidad de la variable.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Se recomienda disminuir el límite superior a 3500 con el fin de controlar más rigurosamente el proceso. Observando la tabla No. 5 se tiene para el segundo dato un tiempo de residencia de cinco días con un valor de acidez de 4900 mg H₂SO₄/l, por lo cual se recomienda disminuir el tiempo de residencia en los tanques nuevamente a tres días, programando de manera adecuada y según las necesidades el ingreso de los carrotanques con la miel. Por último se propone implementar los análisis realizados en el tanque de consumo a los tanques de almacenamiento.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable acidez es una variable crítica en el proceso de almacenamiento ya que de esta dependen las características de la miel a fermentar, además se encuentra fuera de control presentando valores muy altos que afectan el desarrollo del proceso.

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que la acidez es una variable crítica y además se encuentra fuera de control, requiere ser analizada diariamente en el tanque de consumo.

¹ Tabla No. 2

4.2.2 PREDILUCION ¹

La miel proveniente de los tanques de almacenamiento es bombeada al proceso de predilución, inicialmente es diluida en los mezcladores estáticos con agua caliente, luego es filtrada para retirar partículas gruesas.

Este proceso se realiza en un tanque de 22.000 Litros con agitación interior, en este tanque se recibe la miel virgen se le adiciona ácido sulfúrico diluido, agua potable y se inyecta vapor por medio de un serpentín interno, con esto se consigue transformar el alto contenido de azúcares que contiene la miel virgen a algunas de las formas de azúcar fermentable mediante una reacción de hidrólisis, llevando la miel a condiciones de densidad y floculación óptimas para ser clarificada mediante centrifugación. El líquido resultante de la hidrólisis se bombea a la etapa de clarificación.

Control de proceso

En el laboratorio se recibe diariamente la muestra tomada del sistema de recirculación por el fermentador de turno y allí se le realizan análisis de pH, y °brix.

En la siguiente Tabla se muestran las especificaciones actuales para estas variables.

Variable	Especificaciones Norma de control de procesos ILC	
	LIE	LSE
° Brix	40	45
pH	4	4,8

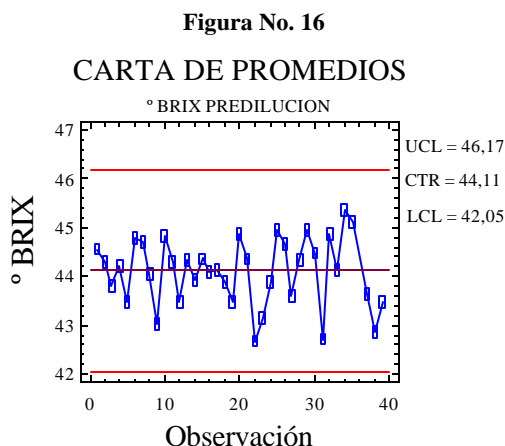
Tabla No. 6 Variables analizadas a la miel en el proceso de Predilución

¹ Numeral 4 Diagrama general del proceso Anexo 5

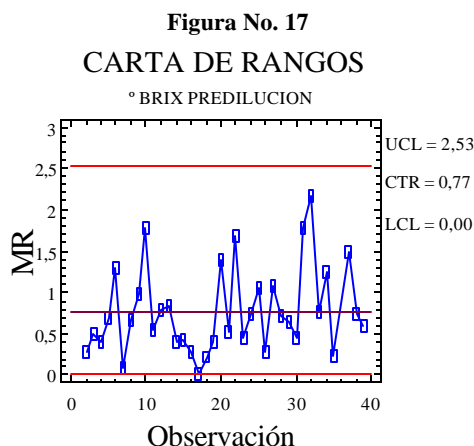
4.2.2.1 GRADO BRIX

Número de observaciones = 39¹
Desviación estándar = 0.68519

LIMITES DE CONTROL < ° Brix >



Límite superior de control: +3.0 sigma = 46.1684
Límite central = 44.1128
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 42.0572



Límite superior de control: +3.0 sigma = 2.5263
Línea central (CTR) = 0.772895
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

El proceso se encuentra bajo control se observa muy buena aleatoriedad y homogeneidad. De la Tabla No. 6 se tiene que la variación admisible para este parámetro es entre 40 – 45 °Brix. Al observar su comportamiento se tienen como valores extremos 42,7 y 45,35 o sea valores alejados del límite inferior de especificación y que en algunos casos sobrepasan el límite superior de especificación.

INTERPRETACION DE PATRONES O TENDENCIAS

No se observa tendencias en los datos, la variación del proceso es completamente aleatoria.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Los límites actuales de especificación para esta variable fueron establecidos con el fin de mantener un rango de variación estable en el proceso, en el cual se garantice las condiciones de densidad para conseguir la floculación de los sólidos para su posterior separación en el proceso de clarificación.

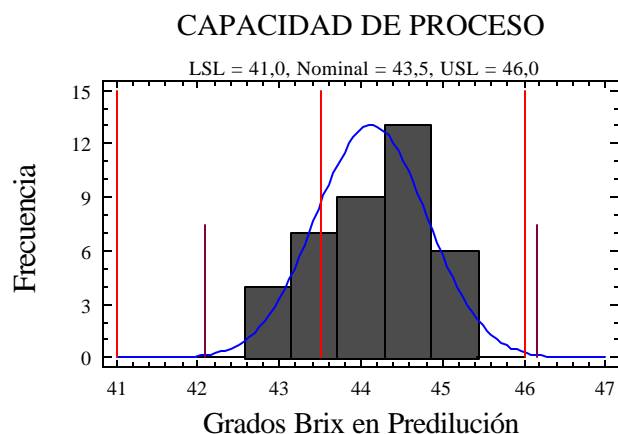
Debido a la tendencia de los datos hacia el límite superior de especificación se recomienda aumentar este a 46 y el inferior a 41 grados brix . Esta ampliación no causa inconvenientes debido a que no es una modificación significativa que afecte el comportamiento del proceso.

¹ Tabla No. 7, Anexo 2 ver CD

² Tabla No. 6

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 18



Especificaciones actuales

USL= 45 Nominal= 42.5 LSL=40

Cpk (upper) = 0,435
Cpk (lower) = 2,058

Especificaciones propuestas

USL= 46 Nominal= 43 LSL=41

Cpk (upper) = 0,933
Cpk (lower) = 1,559

Al realizar el análisis de capacidad de proceso para las especificaciones actuales se obtuvo capacidad de proceso $Cp_k < 1$, esto confirma que no es posible asegurar el cumplimiento del requisito.

Modificando los límites de especificación a 41 - 46 se obtuvo también una capacidad de proceso < 1 que no garantiza el cumplimiento del requisito.

Se analizaron los índices Cp_k debido a que los datos no están centrados alrededor de la media, el índice Cp_k (lower) calcula la capacidad que tiene la variable para cumplir el límite inferior, de manera análoga el límite Cp_k (upper) mide la capacidad hacia el límite superior, como era de esperarse este índice fue menor ya que los datos tienden hacia el.

Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad¹ los datos no presentan distribución normal con el 90% de confianza.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRÍTICAS

La variable °Brix no se considera crítica ya que se encuentra bajo control estadístico y presenta una variación muy estable.

PLANES DE ANÁLISIS

Puesto que la capacidad de proceso Cp_k obtenida fue < 1 , se debe realizar seguimiento permanente a la variable a pesar que se encuentra en control estadístico.

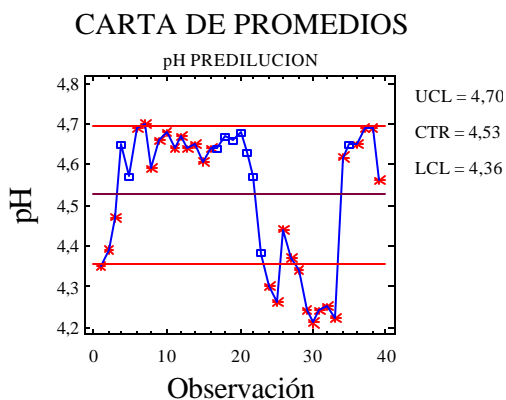
¹ Pruebas para determinar Distribución Normal, Anexo 4

4.2.2.2 pH

Número de observaciones = 39¹
Desviación estándar = 0.0571575

LIMITES DE CONTROL

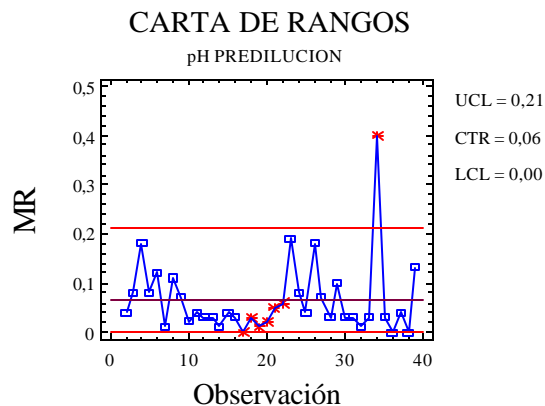
Figura No. 19



Límite superior de control : +3.0 sigma = 4.69865
Límite central = 4.52718
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 4.35571

Diez observaciones fuera de los límites

Figura No. 20



Límite superior de control : +3.0 sigma = 0.21074
Línea central = 0.0644737
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 0

Una observación fuera de los límites de control

Esta variable se encuentra fuera de control, presenta una gran tendencia a valores menores que el set point que indican un cambio fuerte de acidez en el proceso.

INTERPRETACION DE PATRONES O TENDENCIAS²

En la carta de promedios se observa incumplimiento a las reglas A, C y D. Estas reglas son quebrantadas por la presencia de valores bajos de pH, estos a su vez provocados por la alta acidez presentada en el tanque de consumo, estos valores hacen que la media no sea representativa o sea que los datos no presentan tendencia hacia ella y se ubiquen series de datos de ocho o más puntos por encima de la línea central incumpliendo así la regla A.

Se incumplen las reglas C y D ya que la desviación estándar se ve afectada por los cambios bruscos que sufre el proceso al bajar el pH, esto hace que los valores iniciales incumplan estas reglas.

¹ Tabla No. 7, Anexo 2

² Anexo 3

En la carta de rangos móviles se observa incumplimiento a la regla A, esto se debe a que la desviación estándar de los rangos se ve afectada por las tendencias mencionadas causando que los valores iniciales se ubiquen por debajo de la línea central.

Esta variable cumple con los límites actuales de especificación en todos los casos, pero al graficar se observa una gran caída del pH que coincide con los días de mayor acidez en el tanque de consumo.

Fecha	pH
14 Agosto 2001	4,35
15 Agosto 2001	4,39
16 Agosto 2001	4,47
29 Agosto 2001	4,39
6 Septiembre 2001	4,38
7 Septiembre 2001	4,3
10 Septiembre 2001	4,26
11 Septiembre 2001	4,37
12 Septiembre 2001	4,34
13 Septiembre 2001	4,24
14 Septiembre 2001	4,21
15 Septiembre 2001	4,24
16 Septiembre 2001	4,25
17 Septiembre 2001	4,22

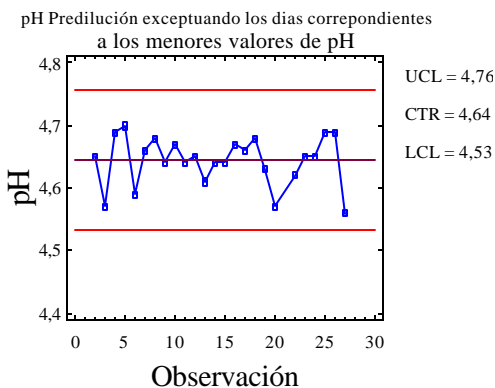
Tabla No. 8 Días correspondientes a los más bajos valores de pH en predilución

Eliminando estos datos de la gráfica se obtienen nuevos límites de control

Número de Observaciones: 25
Observaciones excluidas: 14
Desviación estándar: 0,0373079

Figura No. 21

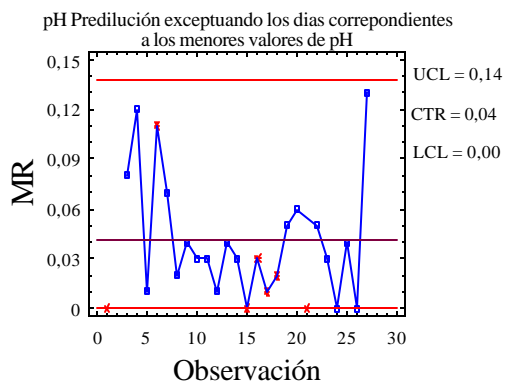
CARTA DE PROMEDIOS



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 4,75592$
Límite central = 4,644
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 4,53208$

Figura No. 22

CARTA DE RANGOS



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 0,137554$
Límite central = 0,0420833
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 0,0$

Luego de eliminar los datos correspondientes a causas asignables se obtuvo una variable bajo control, muy sensible a los cambios ya que la mayoría de los datos están concentrados en un rango muy estrecho 4,56 – 4,7.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Actualmente se tienen como límites de especificación para pH los valores dentro del rango 4 – 4.8, como se observa en las graficas de control este rango es demasiado amplio y no permite la detección de problemas por lo tanto es recomendable aumentar el límite inferior a 4,4 ya que valores menores a este demuestran la presencia no deseable de alta acidez en el proceso.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

El pH es una variable crítica en este proceso, ya que con esta se regula la adición de ácido necesario para llevar a cabo la hidrólisis ácida de la miel en la cual se transforma la sacarosa a glucosa y fructosa (azúcares fermentables). Actualmente se tiene un set point de 4,5 para este se propone un aumento a 4,6 (valor nominal para los límites propuestos).

PLAN DE ANALISIS

Debido a que el pH es una variable crítica es de vital importancia continuar el seguimiento diario.

¹ Tabla No. 6

4.2.3 ALIMENTACION¹

Luego se separar los sólidos en el proceso de clarificación, se esteriliza y enfría la miel, posteriormente se mezcla con agua, realizándose de esta forma la segunda dilución. Esta etapa esta controlada automáticamente, agregándose más o menos agua en función del °brix que presente la mezcla. Una vez diluida, la mezcla pasa a un intercambiador de placas, donde se rebaja la temperatura a 30°C para comenzar el proceso de fermentación.

Control de proceso:

Diariamente el fermentador de turno toma una muestra de aproximadamente 1000 ml , en la salida del intercambiador E-203, la lleva al laboratorio y allí se realizan análisis a las variables que se muestran en la Tabla 4.

Variable	Especificaciones Norma de control de procesos ILC	
	LIE	LSE
° Brix	7	19
pH	4	4,8
Acidez <mg H ₂ SO ₄ /l>	300	2000

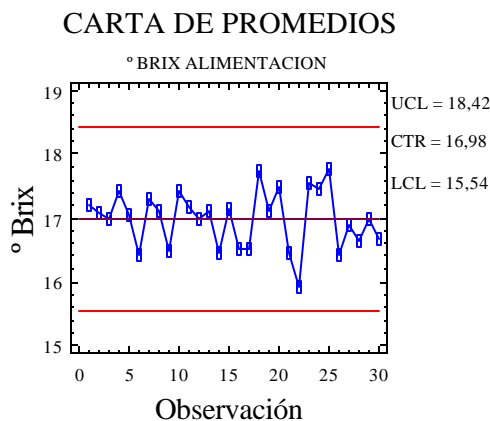
Tabla No. 9 Variables analizadas a la miel en el proceso de alimentación.

4.2.3.1 ° BRIX

Número de observaciones = 30²
Desviación estándar =0.478723

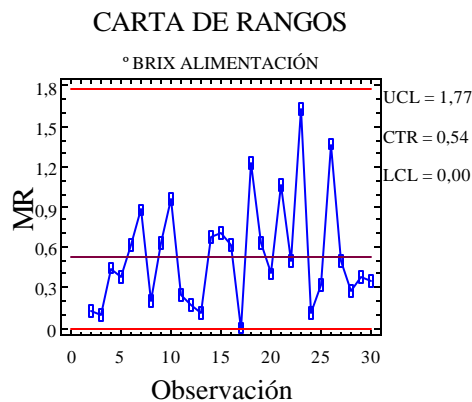
LIMITES DE CONTROL < ° Brix >

Figura No. 23



Límite superior de control: +3.0 sigma =18.4168
Límite central = 16.9807
Límite inferior de control: -3.0 sigma =15.5445

Figura No. 24



Límite superior de control: +3.0 sigma =1.76505
Línea central = 0.54
Límite inferior de control: -3.0 sigma =0

¹ Numeral 7 Diagrama gral. del proceso Anexo 5

² Tabla No. 7, Anexo 2

No se presentan puntos fuera de los límites de control tanto en la carta de rangos como en la de promedios, la variable se encuentra en control.

INTERPRETACION DE PATRONES O TENDENCIAS

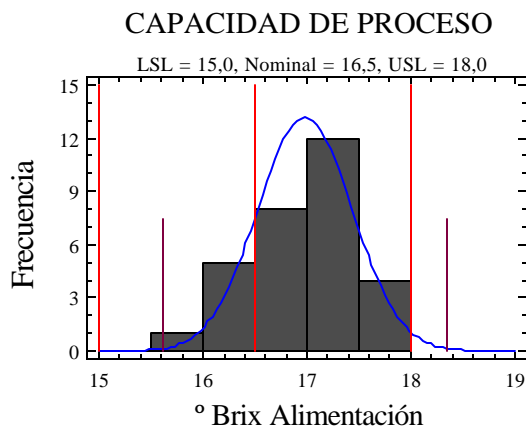
No se presenta violaciones a las reglas consideradas por lo cual se concluye que la variable además de estar en control presenta variación totalmente aleatoria y muy buena homogeneidad

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Luego de observar el rango de variación del °Brix en este proceso se propone restringir los límites de especificación a 15 -18 puesto que el rango actual es demasiado amplio ya que incluye las consideraciones tenidas en cuenta durante la siembra en la cual se alimenta miel desde 7 °Brix aproximadamente y se va aumentando a medida que el proceso se va estabilizando. Se aclara que para la siembra se tendrá un formato exclusivo en el que se consignaran los datos hasta que se establezca el proceso, a partir de este momento se continuarán tomando los datos en el formato de fermentación.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 25



ESPECIFICACIONES ACTUALES

USL = 19 NOMINAL = 13 LSL=7
Cpk = 1.406

ESPECIFICACIONES PROPUESTAS

USL = 18 NOMINAL=16,5 LSL=15
Cpk = 0.709758

¹ Tabla No. 9

Para las especificaciones actuales se obtuvo una capacidad de proceso $Cpk = 1.406$, que permite proponer la disminución en la frecuencia de los análisis garantizando el cumplimiento de las especificaciones.

Al disminuir el rango de especificación a 15-18 se obtuvo un $Cpk = 0.709758$, esto significa que la variable debe ser vigilada permanentemente ya que de su concentración depende la acción de la levadura.

Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad¹ los datos no presentan distribución normal con el 90% de confiabilidad.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

El grado brix no se considera una variable crítica debido a que se encuentra bajo control estadístico.

PLANES DE ANALISIS

Debido a que la capacidad de proceso obtenida Cpk es menor que 1 no es posible garantizar el cumplimiento de las especificaciones por lo tanto se recomienda continuar el seguimiento permanente.

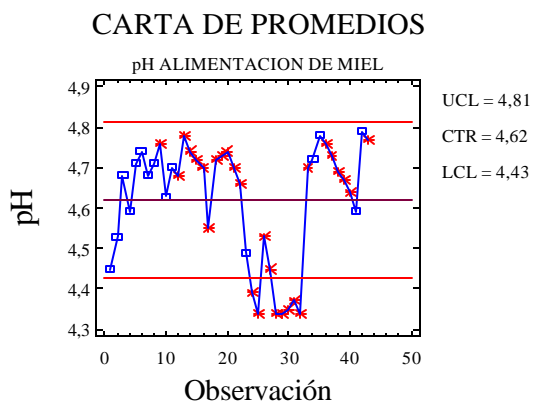
¹ Pruebas para determinar Distribución Normal, Anexo 4

4.2.3.2 pH

Número de observaciones: 43¹
Desviación estándar: 0,0641675

LIMITES DE CONTROL

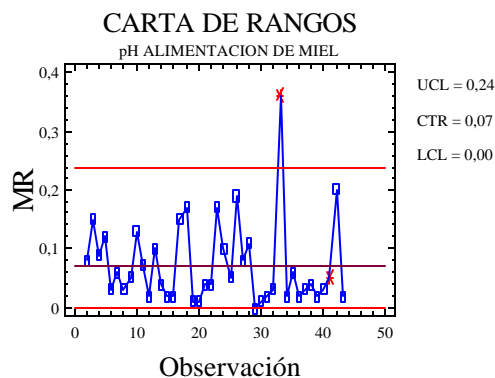
Figura No. 26



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 4,81297$
Límite central = 4,62047
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 4,42796$

Siete observaciones fuera de los límites

Figura No. 27



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 0,236586$
Límite central = 0,072381
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 0,0$

Una observación fuera de los límites

La variable pH se encuentra fuera de control, se observa variación no aleatoria presenta puntos fuera de los límites tanto en los promedios como en los rangos.

INTERPRETACION DE PATRONES O TENDENCIAS²

Se observa la misma tendencia presentada en el proceso de predilución (disminución de los valores de pH a causa de la alta acidez en el tanque de consumo) violándose así las mismas reglas A, C y D.

En la carta de rangos se observa un punto fuera de los límites este corresponde al cambio de un valor bajo de pH hacia un valor normal de la variable en el proceso.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN³

El rango actual de especificación 4,2 - 5,2 debe ser modificado debido a que no se presentan datos que tiendan a la especificación superior de hecho el mayor valor es 4,79. En cuanto a la especificación inferior se observa que los valores menores que 4,4 solo se

¹ Tabla No. 7 Anexo 2

² Anexo 3 ver CD

³ Tabla No. 9

presentan cuando hay problemas de acidez en el tanque de consumo, por estas razones se recomienda cambiar las especificaciones a 4,4 - 4,9

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable pH a pesar que está fuera de control no se considera crítica en este proceso debido a que no debe presentar variaciones significativas con respecto al proceso anterior (predilución).

PLAN DE ANÁLISIS

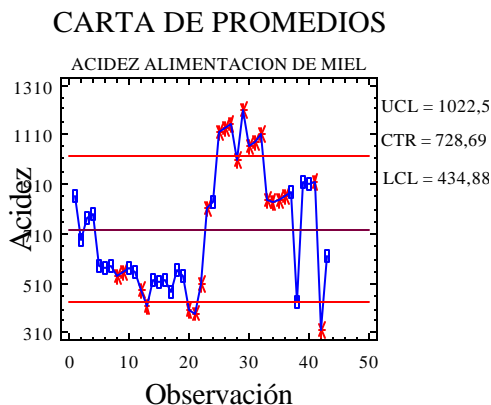
Debido a que la variable no presenta cambios significativos con respecto a los datos registrados en el proceso de predilución se recomienda realizar su seguimiento en este y eliminarlo del proceso de alimentación.

4.2.3.3 ACIDEZ

Número de observaciones = 43¹
Desviación estándar = 97,9357

LIMITES DE CONTROL <mg H₂SO₄/l>

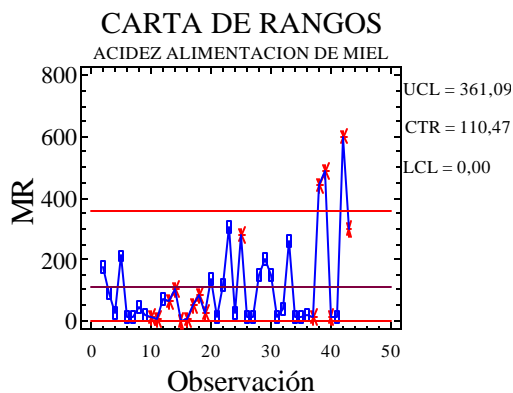
Figura No. 28



Límite superior de control: +3.0 sigma = 1022,5
Límite central = 728,691
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 434,884

Once observaciones fuera de los límites

Figura No. 29



Límite superior de control: +3.0 sigma = 361,089
Límite central = 110,471
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

Tres observaciones fuera de los límites

¹ Tabla No. 7 Anexo 2

La variable se encuentra fuera de control presenta puntos fuera de los límites en ambas cartas, variación no aleatoria y falta de homogeneidad

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS¹

Se observan violaciones a las reglas A, C y D, causadas por la variación no aleatoria que se presenta ya que los primeros datos muestran una disminución progresiva en la disminución de la media, observándose luego un aumento brusco cuya causa es la alta acidez alcanzada en el tanque de consumo.

En la carta de rangos se incumplen las mismas reglas que en la de promedios, esto se debe a que las grandes variaciones incumplen las reglas C y D y además causan el aumento de la desviación estándar haciendo que la media se desplace hacia el límite superior presentándose por ende muchos valores por debajo de la línea central.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Es recomendable disminuir el límite inferior de 500 a 300 ya que se presentan datos que tienden a este valor incumpliendo la especificación inferior cuando no se presentan problemas en el proceso. Se propone disminuir a 1000 el límite superior ya que el límite actual (2000 mg H₂SO₄/l) es tan alto que incluso durante los días de mayor acidez en el tanque de consumo no se observan tendencias hacia el y no permite por lo tanto percatarse del problema.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable acidez se considera crítica debido a que afecta la calidad de la miel a fermentar.

PLANES DE ANÁLISIS

Debido a que la variable está fuera de control y además presenta tendencias no aleatorias se recomienda seguimiento permanente en este proceso.

¹ Anexo 3 ver CD

² Tabla No. 9

4.2.4 FERMENTACIÓN³

Inicialmente se esterilizan los equipos a usar en la fermentación, este proceso requiere el lavado y esterilización con vapor vivo de las cubas de fermentación, intercambiadores de calor y centrifugas separadoras de levadura.

La fermentación se inicia en la cuba B-351 se prepara 6m³ de miel a la densidad de propagación y se recibe el 50% de la cuba madre, una vez baje el °brix a 1.5 se empieza la alimentación de miel subiéndolo en forma gradual hasta lograr el valor normal para el proceso estabilizado. La miel clarificada junto con la levadura y sales nutrientes es recibida en la primera cuba de fermentación de donde se pasa a la siguiente cuba y así sucesivamente, hasta llevar el tren de de fermentación al nivel deseado; a medida que el mosto fermentado pasa de la primera cuba a las siguientes el contenido de azúcar fermentable va disminuyendo y el grado alcohólico va aumentando hasta un 9% de alcohol/volumen.

En la cuba B-351 se fija un nivel del 80% con el controlador de nivel y se mantiene su densidad, al llegar al nivel establecido se hace un corte del 20% a la cuba B-352 donde se controla su densidad. La cuba B-352 se deja llenar hasta un 80% y luego se hace un corte continuo a la cuba B-353, se ajusta el nivel en la cuba B-353 al 80 % y finalmente se hace un corte continuo a la cuba B-354.

Se ajustan finalmente los niveles de las cuatros cubas al 80% donde se estabilizan antes de empezar la separación en la unidad 400 del mosto fermentado en vinos y crema de levadura.

Control de proceso:

Al laboratorio son llevadas diariamente las muestras tomadas por el fermentador de turno de cada cuba de fermentación. Las muestras de aproximadamente 1000 ml son analizadas por la bacterióloga de turno, esta reporta para cada cuba análisis de grado brix, pH, % Sólidos, Azúcar, % Alcohol/vol, población, % reproducción, y % de células muertas. En la siguientes tablas se muestran las actuales especificaciones para cada una de las variables mencionadas y posteriormente su análisis.

TABLA No. 10 Variables analizadas en el proceso de Fermentación

CUBA B -351

Variable	Unidades	Especificaciones Norma de control de procesos ILC	
		LIE	LSE
Brix	Grados	4	7
Ph		3.8	4.5
Sólidos	%	1	5
Azúcar	g/l	40	70
Alc/Vol	%		6
Población	mlines/cm ³	70	
Reproducc	%	5	30
Celulas muertas	%		4

³ Numerales 8 -12 Diagrama general del proceso Anexo 5

CUBA B -352

Variable	Unidades	Especificaciones Norma de control de procesos ILC	
		LIE	LSE
Brix	Grados	1	4
pH		3.8	4.5
Solidos	%	1	8
Azúcar	g/l	10	40
Alc/Vol	%	4	7
Poblacion	mllnes/cm ³	70	
Reprod.	%	5	30
Celulas muertas	%		4

CUBA B -353

Variable	Unidades	Especificaciones Norma de control de procesos ILC	
		LIE	LSE
Brix	Grados		1
pH		3.8	4.5
Sólidos	%	1	5
Azúcar	g/l		10
Alc/Vol	%	5	9
Población	mllnes/cm ³	70	
Reproducción	%	5	30
Células muertas	%		4

CUBA B -354

Variable	Unidades	Especificaciones Norma de control de procesos ILC	
		LIE	LSE
°Brix	Grados		0.5
pH		3.8	4.5
Solidos	%	1	5
Azúcar	g/l		1.5
Alc/Vol	%	6	9
Población	mllnes/cm ³	70	
Reprod.	%	5	30
Celulas muertas	%		4

4.2.4.1 °BRIX Y AZUCAR CUBA B-351

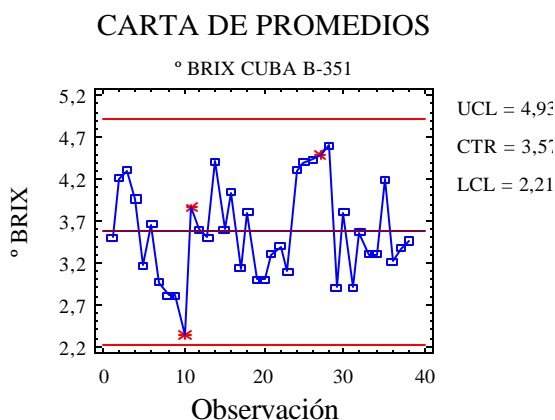
Debido a la relación entre el contenido de azúcar y el grado Brix de la miel, se comparará comportamiento de estas dos variables.

Grado Brix

Número de observaciones = 38¹
Desviación estándar = 0,453326

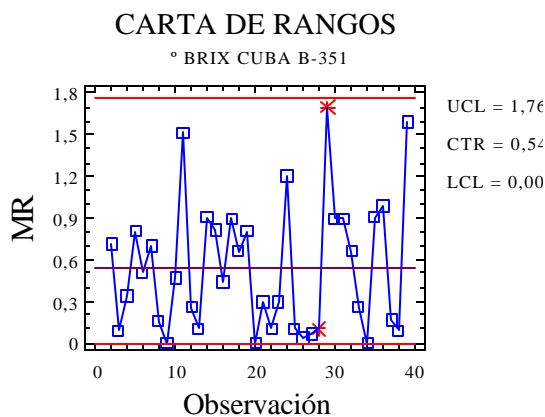
LIMITES DE CONTROL < °Brix >

Figura No. 30



Límite superior de control +3.0 sigma = 4,93103
Límite central (CTR) = 3,57105
Límite inferior de control -3.0 sigma = 2,21108

Figura No. 31



Límite superior de control +3.0 sigma = 1,76419
Límite central (CTR) = 0,539737
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

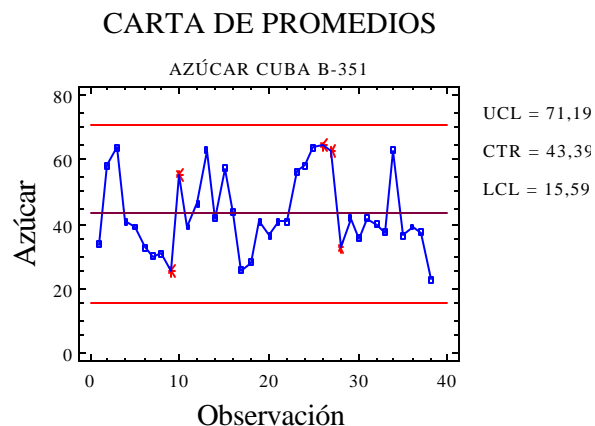
¹ Tabla No.11 Anexo 2

Azúcar

Número de observaciones = 38²
Desviación estándar = 9,26538

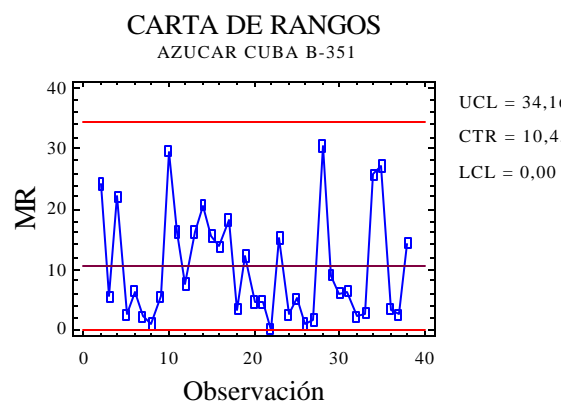
LIMITES DE CONTROL < g/l >

Figura No. 32



Límite superior de control +3.0 sigma = 71,1856
Límite central (CTR) = 43,3895
Límite inferior de control -3.0 sigma = 15,5933

Figura No. 33



Límite superior de control +3.0 sigma = 34,1615
Límite central (CTR) = 10,4514
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

² Tabla No.12 Anexo 2

Todos los puntos se encuentran dentro de los límites en ambas cartas, sin embargo se observan puntos marcados con asterisco por lo cual es necesario investigar las causas y así saber si el proceso se encuentra bajo control.

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS

Estas variables son la base para regular el flujo de alimentación de miel clarificada al proceso que a su vez depende de la acción de la levadura o sea que si la levadura esta consumiendo mucha miel se debe incrementar su flujo a la cuba, debido a esto los valores cambian bruscamente presentando violaciones a las reglas C y D, pero considerándolos normales en el comportamiento del proceso.

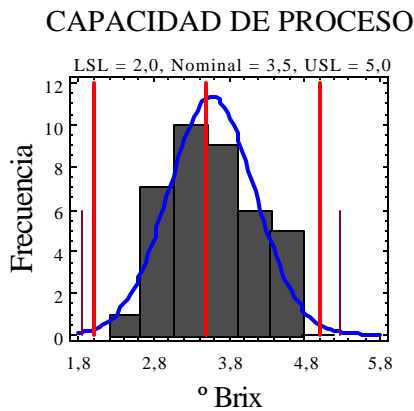
LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Actualmente se tiene como límites de especificación para el ° Brix el rango 4-7 el cual no es representativo ya que los datos se concentran en valores menores por lo cual se recomienda modificar este rango a 2 - 5. En cuanto a la variable azúcar se tiene como límites de especificación 40 -70, según lo observado en la carta de promedios los datos tienen como media un valor muy cercano al límite inferior de especificación y tienden a valores alrededor de 20, por lo tanto se recomienda modificar el rango de especificación a 20 – 70.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

° Brix

Figura No. 34



Limites actuales

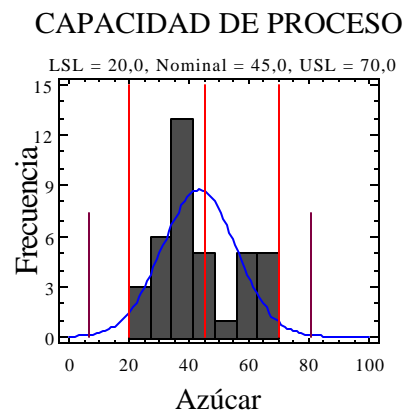
USL = 7 CTR = 5.5 LSL = 4
 $C_{pk} = -0,329205$

Limites propuestos

USL = 5 CTR = 4,3 LSL = 2.5
 $C_{pk} = 0,715749$

Azúcar

Figura No. 35



Limites actuales

USL = 70 CTR = 55 LSL = 40
 $C_{pk} = 0,1219$

Limites propuestos

USL = 70 CTR = 45 LSL = 20
 $C_{pk} = 0,841465$

¹ Tabla No. 10

Para los límites de especificación actuales se obtiene una capacidad de proceso negativa ya que las especificaciones no corresponden a la variación del proceso. Al modificar los límites de especificación al rango 2,5 - 5 se obtiene una capacidad de proceso C_{pk} menor que 1 que no permite asegurar el cumplimiento de las especificaciones. Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad los datos no presentan distribución normal con el 90% de confiabilidad.

Las especificaciones actuales no representan el comportamiento del proceso por lo tanto se propone como límites 20 – 70, rango entre el cual se encuentran todas las observaciones. La capacidad de proceso obtenida tanto para el rango actual como para el propuesto es menor que 1 por lo tanto no se garantiza que el proceso cumpla las especificaciones

Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad los datos no presentan distribución normal con el 99% de confiabilidad.

PLANES DE ANALISIS

Dado que la variable ° Brix no es una variable crítica en los análisis del laboratorio se propone realizar su medición regularmente en esta dependencia para corroborar los resultados obtenidos en la planta y así comprobar la veracidad de los resultados.

4.2.4.2 ° BRIX Y AZUCAR CUBAS B – 352, B – 353 Y B 354¹

Las tendencias observadas en las cartas de control² muestran que el seguimiento realizado en el laboratorio a estas variables (análisis una vez por día) no permite observar el comportamiento del proceso, estos análisis son útiles para corroborar la veracidad de una medición puntual y obtener un rango de variación.

LIMITES DE ESPECIFICACION³

Las especificaciones actuales no coinciden con los resultados obtenidos al analizar estas dos variables, luego de observar su variación se proponen las siguientes especificaciones:

CUBA	° BRIX		AZUCAR < g/l >	
	LIE	LSE	LIE	LSE
B - 352	0	1,5	0	25
B - 353	0	1	0	6
B - 354	0	0,7	0	3

Tabla No. 13 Especificaciones propuestas para ° Brix y Azúcar en las Cubas B- 352, 353 y 354 (Fermentación)

¹ Tablas No.11 y No. 12,

² Figuras Nros. 36–47, Anexo 2

³ Tablas No. 10

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

El ° Brix se mide en planta cada hora y en el laboratorio una vez al día por lo que se presentan variaciones apreciables que dependen del estado del proceso en el momento de toma de la muestra. Por esta razón la variable ° Brix no se considera crítica en el laboratorio mientras que en planta permite observar el progreso del proceso fermentativo. La variable azúcar se analiza únicamente en el laboratorio debido a la complejidad del procedimiento y al comprobarse que presenta la misma tendencia que el ° Brix no es considerada una variable crítica.

PLANES DE ANALISIS

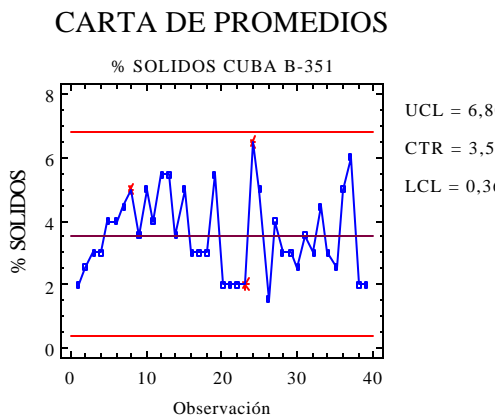
Se propone la realización de análisis ocasionales por parte del laboratorio en conjunto con la planta de fermentación con el fin de comparar los resultados y verificar la calibración de los instrumentos.

4.2.4.3 SÓLIDOS CUBA B-351

Numero de observaciones = 39¹
Desviación estándar = 1,07316

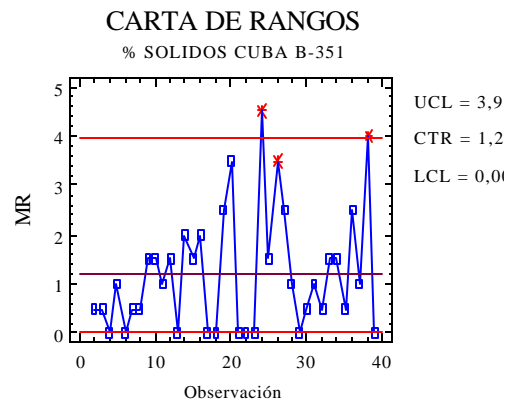
LIMITES DE CONTROL < % Sólidos >

Figura No. 48



Límite superior de control: +3.0 sigma = 6,79641
Límite central = 3,57692
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,357438

Figura No. 49



Límite superior de control: +3.0 sigma = 3,95675
Límite central = 1,21053
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

Dos observaciones fuera de los límites

¹ Tabla No. 14 Anexo 2

En la carta de promedios se observan todos los puntos dentro de los límites de control, en la de rangos se observan dos puntos fuera, por lo tanto el proceso se encuentra fuera de control.

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En la carta de promedios se incumplen las reglas B y C. El incumplimiento de la regla B se presenta en los primeros datos (período de estabilización), pero luego la variable muestra una tendencia aleatoria que se ve afectada por una serie de cuatro datos constantes, seguidos por un aumento súbito (dato correspondiente a un viernes, día de lavado de la separadora, es de esperarse que antes de su lavado aumente la cantidad de sólidos pero no en la magnitud en la que se registró), para luego tender a estabilizarse nuevamente.

En la carta de rangos se observa violación a la regla D debido a falta de homogeneidad producida por los cambios bruscos en la variación de algunas observaciones.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Como permite observar la carta de promedios el rango actual de especificación 1 - 5 no se ajusta a las tendencias de la variable. Se propone ampliar el rango de especificación a 1 – 8 debido a que se presenta tendencia hacia el límite superior.

¹ Anexo 3 ver CD

² Tabla No. 10

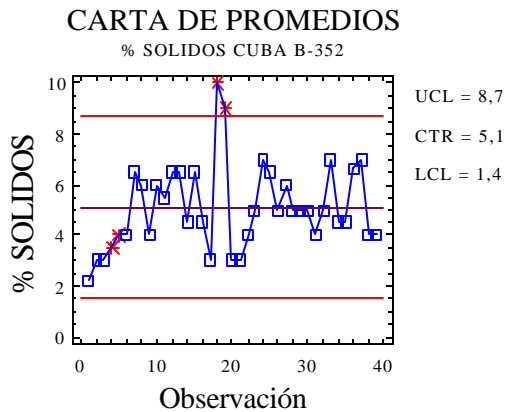
4.2.4.4 SÓLIDOS CUBA B-352

Numero de observaciones = 39¹

Desviación estándar = 1,20847

LIMITES DE CONTROL < % Sólidos >

Figura No. 50



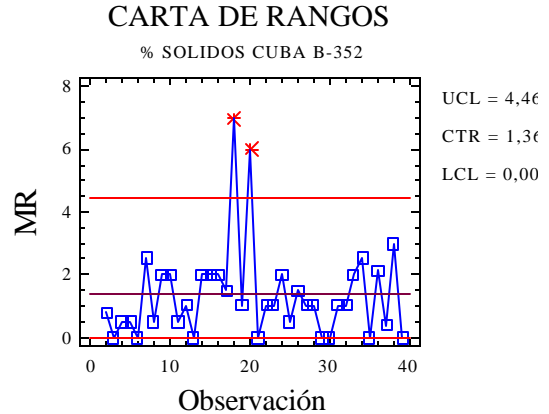
Límite superior de control: +3.0 sigma = 8,73568

Límite central (CTR) = 5,11026

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 1,48484

Dos observaciones fuera de los límites

Figura No. 51



Límite superior de control: +3.0 sigma = 4,45564

Límite central = 1,36316

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

Dos observaciones fuera de los límites

La variable se encuentra fuera de control, se presentan dos puntos fuera de los límites de control tanto en la carta de promedios como en la de rangos móviles.

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS²

Se observa un período de estabilización de la variable en el cual se incumple la regla C, luego se presenta una tendencia estable de variación que se ve afectada por un fuerte aumento que sobrepasa tanto el límite de control como las especificaciones actuales para después observarse una tendencia aleatoria.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN³

Se deben conservar las actuales especificaciones 1-8 debido a que la mayoría de las observaciones se encuentran entre ellos.

¹ Tabla No. 14 Anexo 2

² Anexo 3 ver CD

³ Tabla No. 10

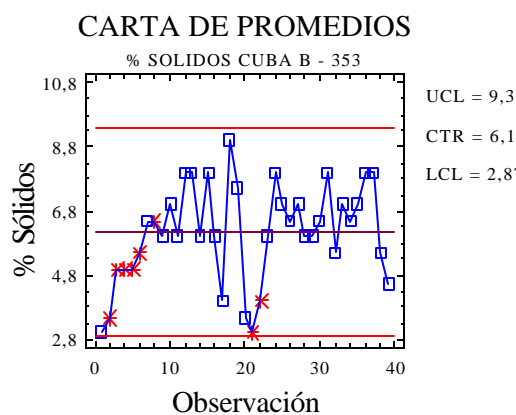
4.2.4.5 SÓLIDOS CUBA B-353

Numero de observaciones = 39¹

Desviación estándar = 1,08483

LIMITES DE CONTROL < % Sólidos >

Figura No. 52

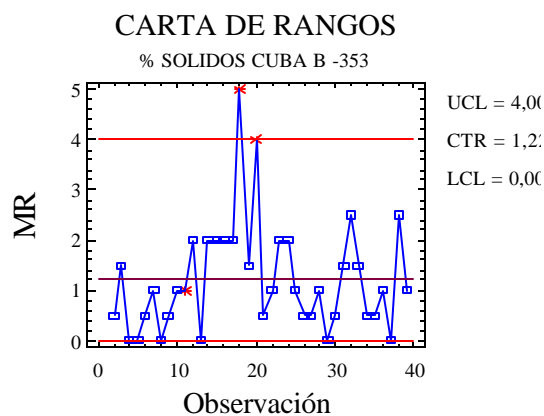


Límite superior de control: +3.0 sigma = 9,38268

Límite central = 6,12821

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 2,87373

Figura No. 53



Límite superior de control: +3.0 sigma = 3,99976

Límite central = 1,22368

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

Dos observaciones fuera de los límites

La variable % de sólidos se encuentra fuera de control, presentando dos puntos fuera de los límites en la carta de rangos móviles.

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS²

Se observa el mismo período de estabilización presentado en las cubas anteriores, razón por la cual se viola la regla B. El incumplimiento de las reglas C y D es consecuencia de los valores que tienden al límite inferior, siendo los valores típicos de esta variable los del rango 5-7.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN³

Se propone ampliar el límite superior de especificación debido a que la variable presenta valores altos que no se ajustan a los actuales, siendo el límite superior de especificación aun menor que el promedio de los datos.

¹ Tabla No. 14 Anexo 2

² Anexo 3 ver CD

³ Tabla No.10

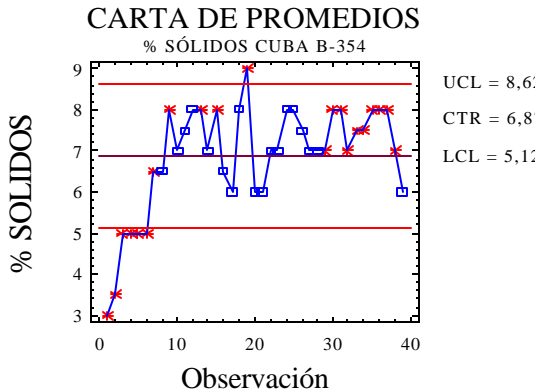
4.2.4.6 SÓLIDOS CUBA B-354

Numero de observaciones = 39¹

Desviación estándar = 0,58324

LIMITES DE CONTROL < % Sólidos >

Figura No. 54



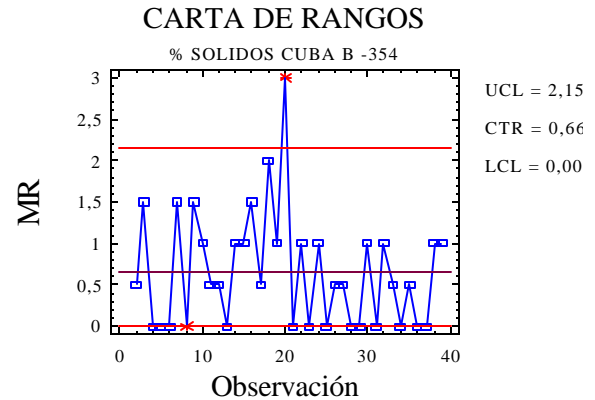
Límite superior de control: +3.0 sigma = 8,62151

Límite central = 6,87179

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 5,12207

Siete observaciones fuera de los límites

Figura No. 55



Límite superior de control: +3.0 sigma = 2,15041

Límite central = 0,657895

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

Una observación fuera de los límites

Se observan puntos más allá de los límites tanto en la carta de promedios como en la de rangos móviles, por lo tanto el proceso se encuentra fuera de control.

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS²

Se presenta al igual que en las cubas anteriores un período de estabilización correspondiente a los seis primeros datos en los que se incumple las reglas C y D, luego de esto la variable tiende a estabilizarse. Los valores iniciales hacen que la media disminuya y la mayoría de los datos se encuentren sobre ella provocando así el incumplimiento de las reglas A y B.

En la carta de rangos móviles se observa la falta de homogeneidad en las mediciones consecutivas, de las cuales se espera un comportamiento más homogéneo.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN³

El rango actual de especificación no se ajusta al comportamiento del proceso, se recomienda ampliarlo a 1-8. La ampliación del límite superior permite incluir en el rango de

¹ Tabla No. 14 Anexo 2

² Anexo 3 ver CD

³ Tabla No. 10

variación los valores típicos de esta variable, mientras que al conservar el límite inferior se cumple con las especificaciones en el período de estabilización.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRÍTICAS

La variable % Sólidos no se considera crítica a pesar de que se encuentra fuera de control, ya que hasta el momento se creía directa su relación con la población de levadura presente en el proceso fermentativo, esto fue rebatido por lo observado en la Figura No. 56¹ y por lo tanto se concluye que esta variable no proporciona información del comportamiento de la levadura en el proceso. El perfil² presentado por el % de sólidos en el transcurso del proceso de fermentación muestra que la cantidad de sólidos aumenta de cuba en cuba.

PLAN DE ANALISIS

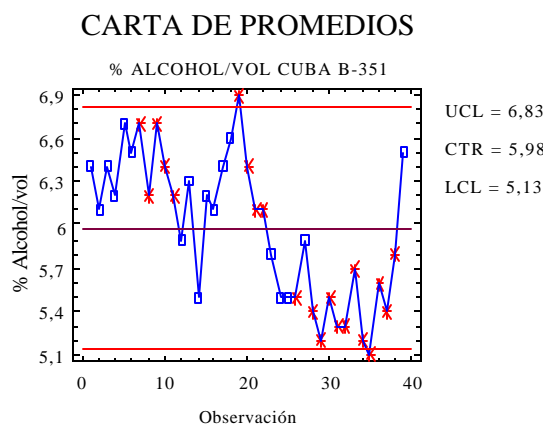
Puesto que la variable % sólidos no proporciona información importante del proceso fermentativo se recomienda eliminarla del plan diario.

4.2.4.7 CONTENIDO DE ALCOHOL CUBA B-351 (% Alc/Vol)

Número de observaciones = 39³

Desviación estándar = 0,282288

Figura No. 58



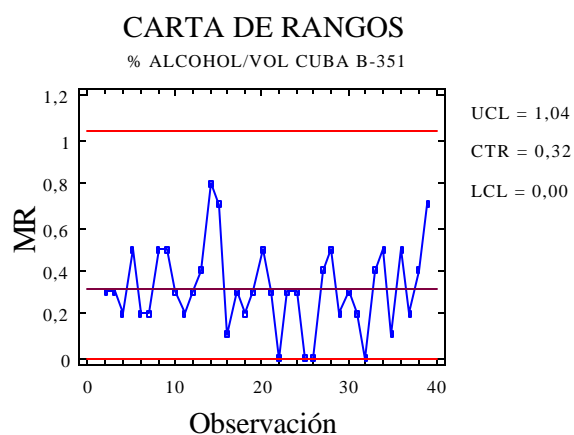
Límite superior de control: +3.0 sigma = 6,82635

Límite central = 5,97949

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 5,13262

Dos observaciones fuera de los límites

Figura No. 59



Límite superior de control: +3.0 sigma = 1,0408

Límite central = 0,318421

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

¹ Figura No. 56 Anexo 2

² Figura No. 57 Anexo 2

³ Tabla No. 15 Anexo 2

La variable se encuentra fuera de control, se observa tendencias y puntos fuera de los límites.

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS¹

Se presenta una disminución progresiva en la media de los datos haciendo que esta no sea representativa, ya que los las observaciones no tienden a este valor, esto hace que se incumplan las regias A y B. Se observan datos desde 5,1 hasta 6,9 que permiten observar la dispersión reflejada en la violación de las reglas C y D.

La carta de rangos móviles se encuentra en control debido a que la variación entre datos consecutivos es pequeña.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

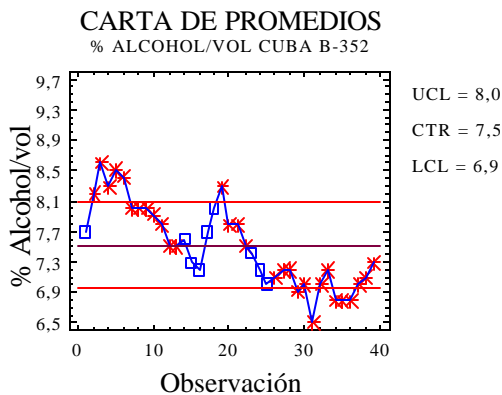
Se recomienda eliminar el límite superior actual máximo 6% alc/vol, puesto que es deseable un grado alcohólico alto, por esta razón se recomienda 5 como límite inferior y ningún valor que restrinja el limite superior.

4.2.4.8 CONTENIDO DE ALCOHOL CUBA B-352 (% Alc/Vol)

Número de observaciones = 39³

Desviación estándar = 0,186637

Figura No. 60



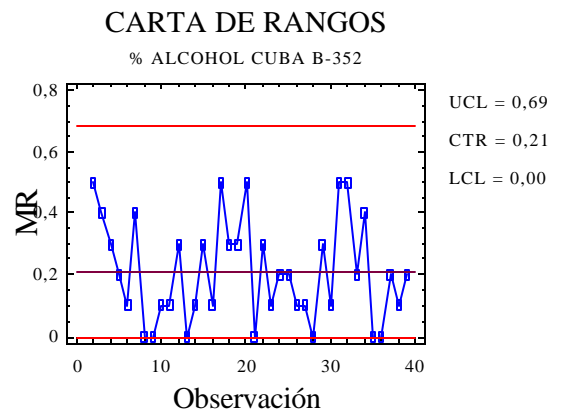
Límite superior de control: +3.0 sigma = 8,0753

Límite central = 7,51538

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 6,95547

Once observaciones fuera de los límites

Figura No. 61



Límite superior de control: +3.0 sigma = 0.68813

Límite central = 0.210526

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

¹ Anexo 3 ver CD

² Tabla No. 10

³ Tabla No. 15 Anexo 2

Se presentan puntos fuera de control y tendencias en la carta de promedios por lo cual se declara la variable fuera de control

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En la carta de promedios se observa que casi todos los puntos están marcados con asterisco lo que evidencia problemas en el comportamiento de la variable esto se confirma al incumplirse las cuatro reglas consideradas. Estas fallas son causadas por la disminución progresiva en la media de los datos (regla B), haciendo que los primeros valores se encuentren por encima de la línea central y los datos siguientes se ubiquen debajo de ella (regla A).

Las reglas C y D son incumplidas por los datos que tienden a los valores extremos, siendo indeseable la tendencia al límite inferior.

La carta de rangos se encuentra bajo control ya que la variación entre datos consecutivos es homogénea por lo cual no se observa la violación de ninguna de las reglas.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Esta variable tiene como especificaciones actuales 4-7 y presenta como valores extremos 6.5-8.6 siendo el rango actual inadecuado ya que no se ajusta a la variación del proceso. Se propone tomar como especificación inferior 6 dejando libre la especificación superior puesto que cuanto mayor sea el grado alcohólico mayor eficiencia tiene el proceso.

¹ Anexo 3 ver CD

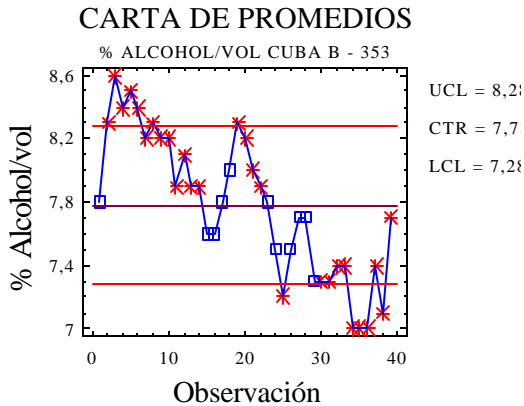
² Tabla No. 10

4.2.4.9 CONTENIDO DE ALCOHOL CUBAS B-353 Y B-354 (% Alc/Vol)

Cuba B-353

Número de observaciones = 39¹
 Desviación estándar = 0,16564

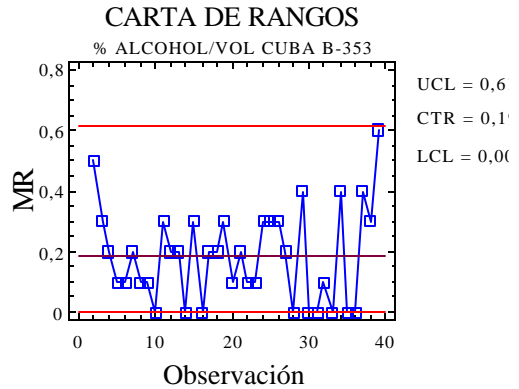
Figura No. 62



Límite superior de control +3.0 sigma = 8,27641
 Límite central (CTR) = 7,77949
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 7,28257

Doce puntos fuera de los límites

Figura No. 63

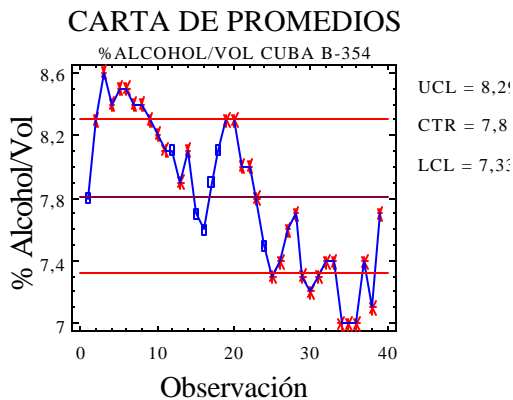


Límite superior de control +3.0 sigma = 0,610715
 Límite central (CTR) = 0,186842
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

Cuba B - 354

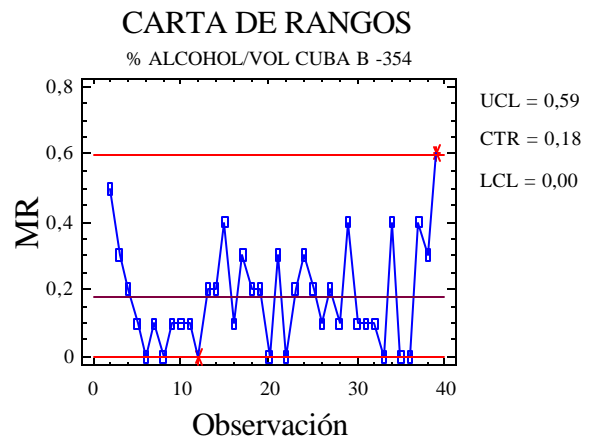
Número de observaciones = 39²
 Desviación estándar = 0,16564

Figura No. 64



Límite superior de control +3.0 sigma = 8,29318
 Límite central (CTR) = 7,81026
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 7,32733
 Dieciocho puntos fuera de los límites

Figura No. 65



Límite superior de control +3.0 sigma = 0,593512
 Límite central (CTR) = 0,181579
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0
 Un punto fuera de los límites

¹ Tabla No. 15 Anexo 2

² Tabla No. 15 Anexo 2

El siguiente análisis es válido para ambas cubas ya que en estas no existen diferencias significativas para esta variable.

En ambas cartas de promedios se presentan puntos fuera de los límites por lo tanto el proceso se encuentra fuera de control.

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS¹

Se observa la misma tendencia presentada por los datos en la cuba B -352 (disminución de la media a medida que pasa el tiempo).

La carta de rangos para los datos de la cuba 353 está bajo control observándose gran homogeneidad entre variaciones consecutivas. En la carta correspondiente a la cuba B-354 se presenta un punto fuera de los límites debido a que se presenta una variación un poco mayor a la de las demás diferencias graficadas, además de esto se viola la regla A debido a la gran homogeneidad presentada por los datos.

En general la tendencia observada fue la disminución de la cantidad de alcohol producida a medida que transcurre el proceso, al detectar este tipo de tendencia se debe investigar cuales son las causas por las cuales la levadura no esta cumpliendo su función (presencia de azúcares no fermentables, inhibición de la levadura, otros) en este caso se presentó una contaminación apreciable. Al hallar las causas se debe tratar de eliminarlas del proceso con el fin de cumplir las especificaciones propuestas e incrementar su rendimiento.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

En la cuba B-353 se tiene como límites de especificación 5-9 y en la B- 354 el rango 6-9 debido no existen diferencias significativas entre estas dos cubas se propone como límite inferior 7,0 para ambas, aumentando el nivel de exigencia del proceso.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

El porcentaje de alcohol en volumen es una variable crítica ya que permite conocer el rendimiento del proceso en cada cuba de fermentación.

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que el % de alcohol en volumen es una variable crítica y además se encuentra fuera de control se recomienda continuar con el seguimiento diario en este proceso.

¹ Anexo 3 ver CD

² Tabla No. 10

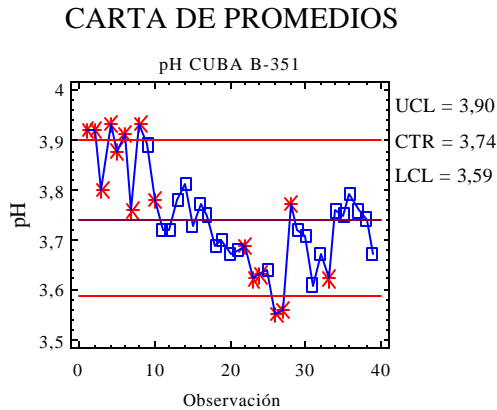
4.2.4.10 pH CUBAS B-351 Y B-352

LIMITES DE CONTROL

CUBA B-351

Numero de observaciones = 39¹
Desviación estándar = 0,0510918

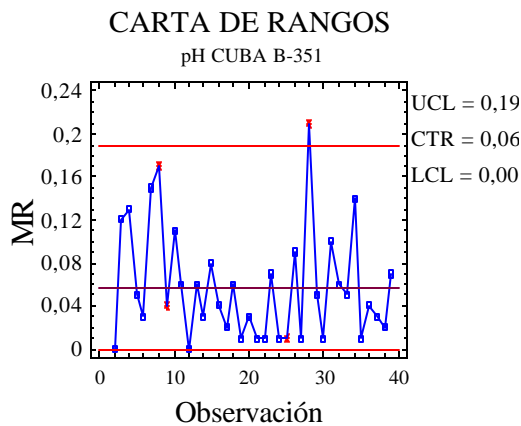
Figura No. 66



Límite superior de control +3.0 sigma = 3,89687
Límite central (CTR) = 3,74359
Límite inferior de control -3.0 sigma = 3,59031

Siete observaciones fuera de los límites

Figura No. 67



Límite superior de control +3.0 sigma = 0,188376
Límite central (CTR) = 0,0576316
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

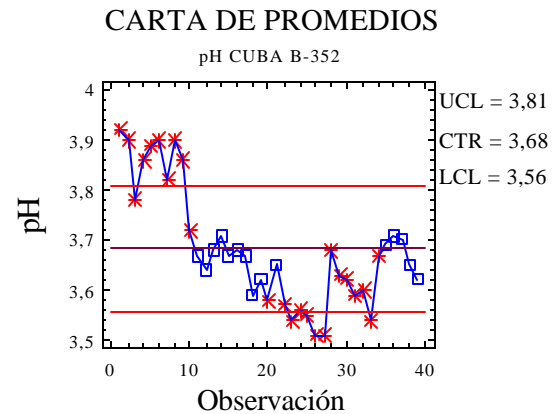
Una observación fuera de los límites

¹ Tabla No. 16 Anexo 2

CUBA B-352

Numero de observaciones = 39²
Desviación estándar = 0,0419933

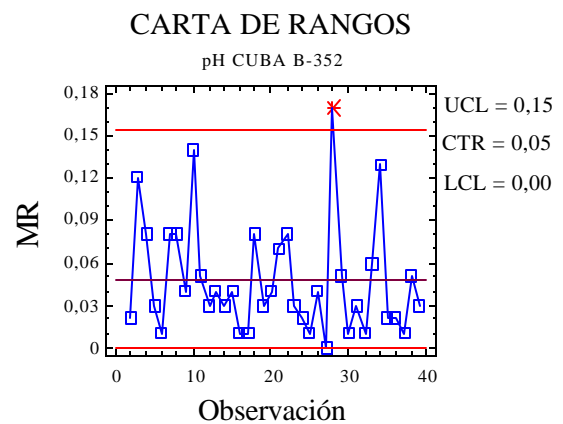
Figura No. 68



Límite superior de control +3.0 sigma = 3,80931
Límite central (CTR) = 3,68333
Límite inferior de control -3.0 sigma = 3,55735

Trece observaciones fuera de los límites

Figura No. 69



Límite superior de control +3.0 sigma = 0,154829
Límite central (CTR) = 0,0473684
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

Una observación fuera de los límites

² Tabla No. 16 Anexo 2

Debido a la similitud encontrada en las tendencias de las cartas de rangos y promedios para la variable pH en las cubas B -351 y B- 352 se analizarán en conjunto.

La variable no se en control por la presencia de observaciones fuera de los límites. En las cartas de rangos solo se presenta un punto fuera, correspondiente en ambos casos al dato luego que la variable registrara su menor valor en el período seleccionado.

ANALISIS DE PATRONES O TENDENCIAS¹

Se observa incumplimiento a la reglas A, C y D debido a la disminución constante en la media hasta el dato No. 27 haciendo del promedio un valor no representativo.

Se observa la presencia de ciclos en el proceso, el primero entre los datos 28 – 33 y el segundo entre 34 – 39, el comportamiento mostrado es un aumento brusco que luego tiende a disminuir progresivamente.

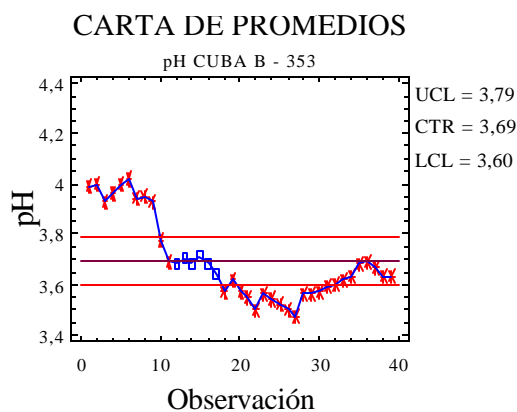
4.2.4.11 pH CUBAS B-353 Y B-354

LIMITES DE CONTROL

CUBA B -353

Numero de observaciones = 39²
Desviación estándar = 0,0312617

Figura No. 70

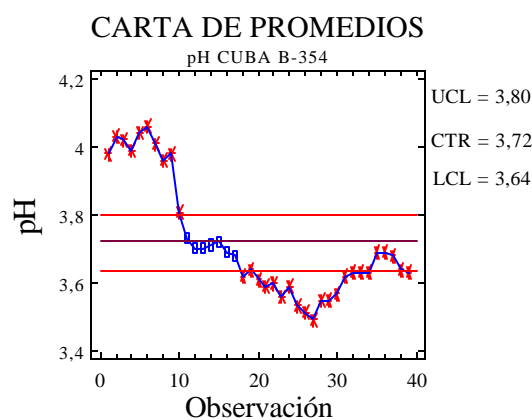


Límite superior de control +3.0 sigma = 3,78866
Límite central (CTR) = 3,69487
Límite inferior de control -3.0 sigma = 3,60109
Veintitrés observaciones fuera de los límites

CUBA B -354

Numero de observaciones = 39³
Desviación estándar = 0,0277622

Figura No. 71



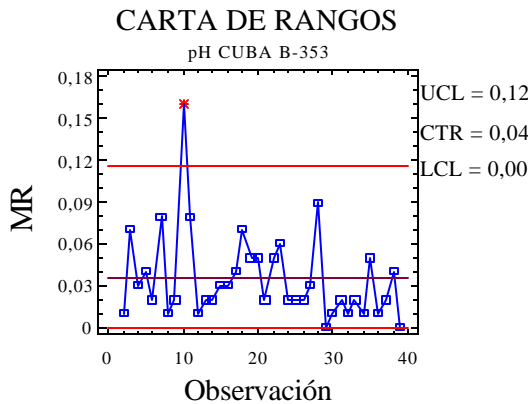
Límite superior de control +3.0 sigma = 3,80277
Límite central (CTR) = 3,71949
Límite inferior de control -3.0 sigma = 3,6362
Veintisiete observaciones fuera de los límites

¹ Anexo 3 ver CD

² Tabla No. 16 Anexo 2

³ Tabla No. 16 Anexo 2

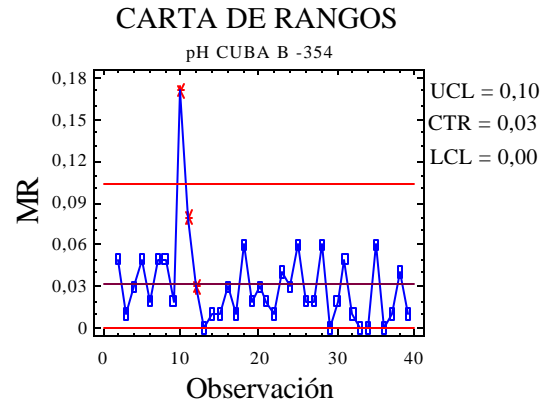
Figura No. 72



Límite superior de control +3.0 sigma = 0.115262
 Límite central (CTR) = 0.0352632
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 0.0

Una observación fuera de los límites

Figura No. 73



Límite superior de control +3.0 sigma = 0,102359
 Límite central (CTR) = 0,0313158
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 0.0

Una observación fuera de los límites

Las cartas de rangos y promedios para la variable pH en la tercera y cuarta cubas de fermentación presentan gran similitud, razón por la cual se realizará un análisis enlazado.

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS¹

Se observa violación a todas las reglas consideradas por la disminución brusca presentada luego del dato 9. A partir del dato 10 la variable continua disminuyendo en forma gradual registrando valores entre 3,47 – 3,71 hasta el dato 27. Como consecuencia del metabolismo de la levadura, el pH desciende durante los primeros días de fermentación².

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN³

Los límites actuales para el pH en fermentación (3,8 – 4,5) no se ajustan al comportamiento del proceso, de hecho en las cuatro cubas los valores máximos son respectivamente 3,93 – 3,92 – 4,02 – 4,06 valores muy alejados de la especificación superior.

La mayoría de los vinos presentan pH entorno a 3,2-3,8. Cuanto menor es el pH menos favorable es el medio para la fermentación a cargo de levaduras pero sin embargo el vino se encuentra mucho mas protegido frente a alteraciones bacterianas⁴.

¹ Anexo 3 ver CD

² Curso de Enología para aficionados

³ Tabla No. 10

⁴ Verema.com Artículo La Fermentación Alcohólica, Autor Quique Collado

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

El pH se considera una variable crítica debido a que afecta el desempeño de la levadura durante la fermentación y además se encuentra fuera de control.

PLAN DE ANÁLISIS

Se recomienda seguimiento diario del pH en el proceso de fermentación debido a que es una variable crítica.

4.2.4.12 POBLACIÓN Y REPRODUCCIÓN CUBA B – 351¹

Teniendo en cuenta que las variables población y reproducción presentan respectivamente la misma tendencia² y un rango de variación muy parejo en cada una de las cubas de fermentación, como se puede observar en la siguiente tabla.

CUBA	POBLACION <mlnes/cm³>	REPRODUCCION <%>
	Valores extremos	Valores extremos
B-351	102 – 520	8 - 70
B-352	109 – 580	8 - 75
B-353	110 – 552	7 - 80
B-354	102 – 516	7 - 75

Tabla No. 19 Valores extremos de población y reproducción en fermentación

Por estas razones fue posible analizar solo una de las cubas y aplicar los resultados obtenidos a las tres cubas restantes. A continuación se presenta el análisis realizado a la cuba B – 351.

¹ Tablas No. 17 y No. 18

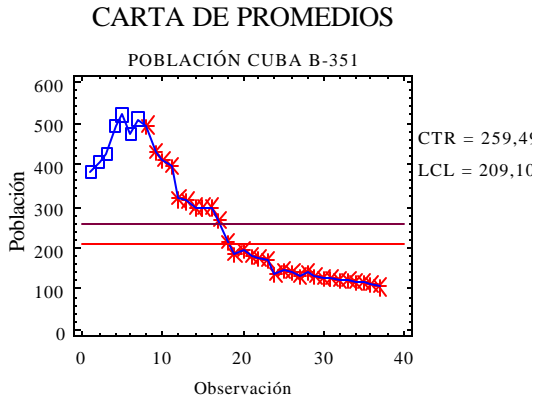
² Ver Figuras Nros. 74 - 77 Pág. 64 y No. 78-89 Anexo 2

Población

LIMITES DE CONTROL < millones/cm³ >

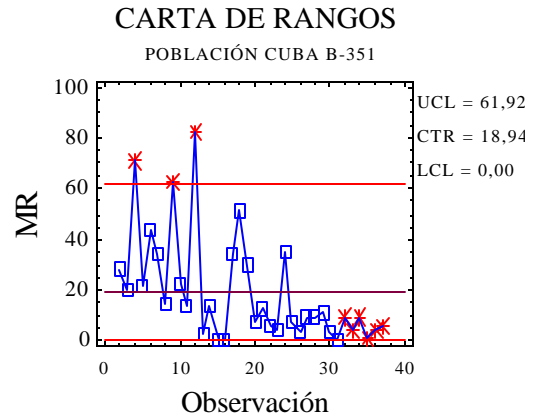
Número de observaciones: 37¹
 Desviación estándar: 16,7947

Figura No. 74



Límite central (CTR) = 259,486
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 209,102
 Treinta y dos observaciones fuera de los límites

Figura No. 75

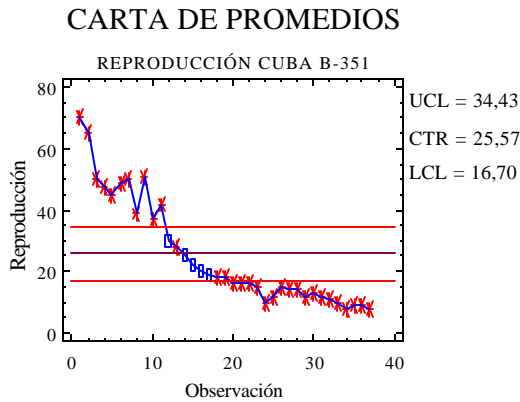


Límite superior +3.0 sigma = 61,9221
 Límite central (CTR) = 18,9444
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0
 Tres observaciones fuera de los límites²

Reproducción < % >

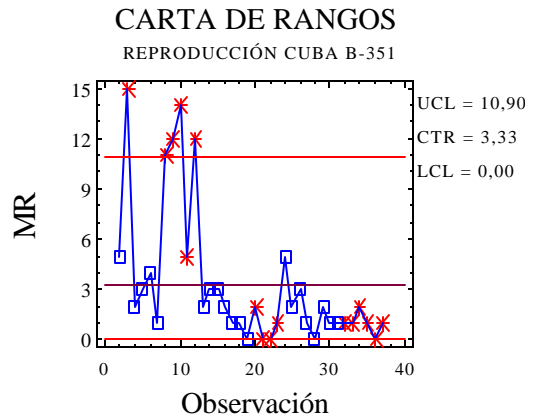
Número de observaciones: 37²
 Desviación estándar: 2,95508

Figura No. 76



Límite superior +3.0 sigma = 34,4328
 Límite central (CTR) = 25,5676
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 16,7023
 Veintinueve observaciones fuera de los límites

Figura No. 77



Límite superior +3.0 sigma = 10,8954
 Límite central (CTR) = 3,333
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0
 Cinco observaciones fuera de los límites

¹ Tabla No. 17, Anexo 2

² Tabla No. 18, Anexo 2

Ambas variables se encuentran fuera de control, se observa puntos fuera de los límites tanto en las cartas de promedios como en las de rangos.

ANALISIS DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En un principio, antes del inicio de la fermentación, el mosto contiene una gran cantidad y variedad de microorganismos como mohos, bacterias, levaduras e incluso protozoos. Sin embargo son las **levaduras** y las **bacterias** las que empiezan a sobrevivir y multiplicarse en este medio en detrimento del resto. Inicialmente el mosto posee un medio adecuado; poco a poco este medio se va haciendo más inhóspito debido a la formación de alcohol, la disminución de azúcares necesarios para su catabolismo y la reducción de los nutrientes necesarios para su anabolismo. Una vez superado un periodo inicial de adaptación, las poblaciones de levaduras y bacterias se incrementan rápidamente, pero estas últimas pierden la batalla de la supervivencia, permaneciendo durante gran parte del proceso fermentativo en un estado de **latencia**.

En la siguiente figura² se puede observar la evolución poblacional de levaduras y bacterias durante la fermentación.

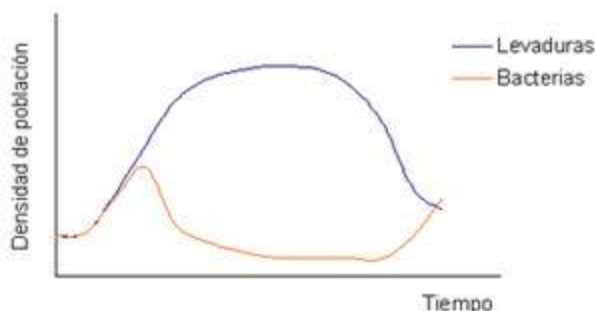


Figura No. 90 Evolución poblacional de levaduras y bacterias durante la fermentación

La velocidad del proceso fermentativo está totalmente ligada a la densidad de población de levaduras fermentativas: se aprecia una primera **etapa de adaptación**, seguida de una segunda etapa de **crecimiento exponencial** (fermentación tumultuosa, es decir muy viva y agresiva, con gran desprendimiento de CO₂) que va siendo cada vez menor hasta llegar a una etapa de crecimiento poblacional nulo, es decir nacimientos = defunciones. Tras esta etapa, la mortalidad comienza a ser mayor a la multiplicación, lo que corresponde a las últimas fases de la fermentación. En esta última etapa del proceso fermentativo, las bacterias lácticas empiezan a "ver la luz", aumentando su densidad de población.

Según el comportamiento observado luego del séptimo dato el proceso inició la etapa de mortalidad, debido a esto las cartas de promedios incumplieron las cuatro reglas consideradas al disminuir constantemente los valores de población y reproducción, como era de esperarse según lo mencionado en el párrafo anterior.

¹ Anexo 3 ver CD

² Verema.com Artículo Levaduras y la Fermentación alcohólica

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN

Es recomendable en ambas variables conservar las especificaciones actuales¹. En el caso de la variable población, se observó que incluso en la etapa de mortalidad las observaciones son superiores al límite de especificación $7 \cdot 10^7$ células/cm³. En cuanto a la variable reproducción se observó que alcanzó valores hasta de 80%, lo cual no es conveniente debido a que gran parte del azúcar que la levadura está consumiendo está siendo utilizado para reproducirse y no para formar alcohol, alejándose de esta manera del objetivo del proceso, siendo importante controlar esta variable de manera que se mantenga en el rango de especificación. Una de las formas de controlar la reproducción es regulando la cantidad de aire en la etapa previa a la fermentación.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRÍTICAS

Ambas variables se consideran críticas puesto que permiten conocer el desempeño de la levadura en el transcurso del proceso fermentativo.

PLAN DE ANALISIS

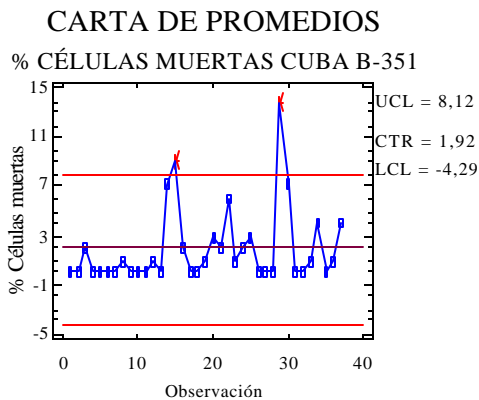
Dado que las variables población y reproducción son críticas es necesario controlarlas rigurosamente por lo cual se recomienda un plan de seguimiento permanente.

4.2.4.13 CELULAS MUERTAS CUBA B – 351 < % >

Número de observaciones: 37²

Desviación estándar: 2,06856

Figura No. 91



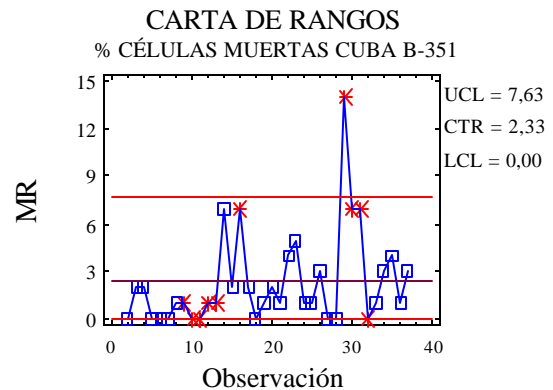
Límite superior de control +3.0 sigma = 8,12459

Límite central (CTR) = 1,91892

Límite inferior de control -3.0 sigma = -4,28675

Dos observaciones fuera de los límites

Figura No. 92



Límite superior de control +3.0 sigma = 7,62677

Límite central (CTR) = 2,33333

Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

Una observación fuera de los límites

¹ Tabla No. 10

² Tabla No. 20 Anexo 2

La variable se encuentra fuera de control, se observan puntos fuera de los límites en ambas cartas.

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS

Se presentaron violaciones a las reglas A y D debido a la presencia de los valores fuera de los límites de control que provocan un aumento en el valor de la media haciendo que la mayoría de los datos se encuentren por debajo de ella.

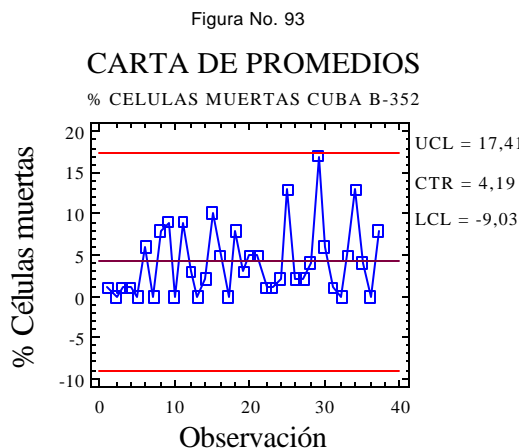
4.2.4.14 CELULAS MUERTAS CUBAS B-352, B-353 y B- 354

Debido a que la variable % Células muertas presentó la misma tendencia en las cubas B - 352 y B - 353 y B - 354 se realizó el análisis conjuntamente para dichas cubas.

LIMITES DE CONTROL < % >

CUBA B - 352

Número de observaciones: 37¹
Desviación estándar: 4,408



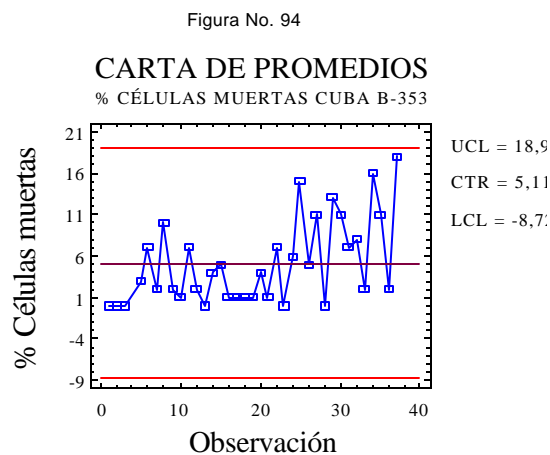
Límite superior de control +3.0 sigma = 17,4132
Límite central (CTR) = 4,18919
Límite inferior de control -3.0 sigma = -9,03481

¹ Anexo 3 ver CD

² Tabla No. 20 Anexo2

CUBA B-353

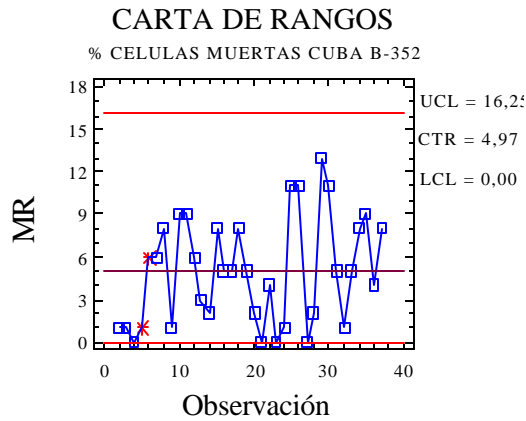
Número de observaciones: 37³
Desviación estándar: 4,60993



Límite superior de control +3.0 sigma = 18,9409
Límite central (CTR) = 5,11111
Límite inferior de control -3.0 sigma = -8,71868

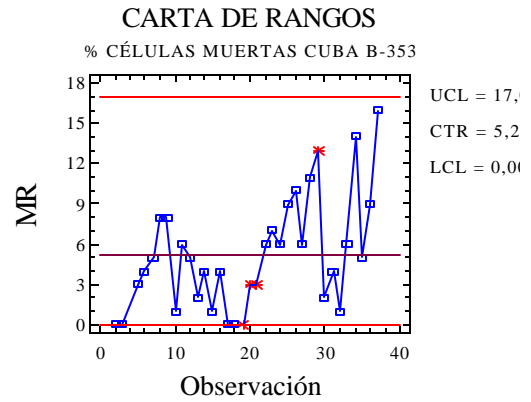
³ Tabla No. 20 Anexo 2

Figura No. 95



Límite superior de control +3.0 sigma = 16,2523
Límite central (CTR) = 4,97222
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

Figura No. 96



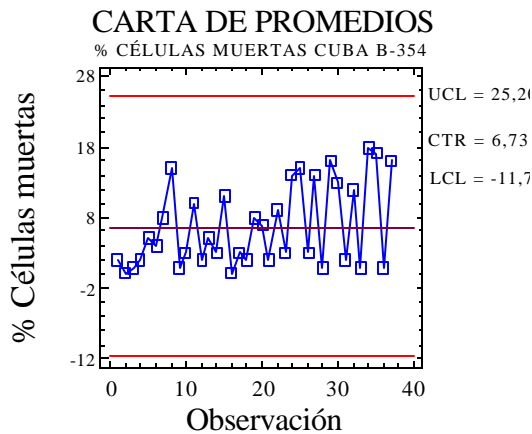
Límite superior de control +3.0 sigma = 16,9968
Límite central (CTR) = 5,2123
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

CUBA B-354

LIMITES DE CONTROL < % >

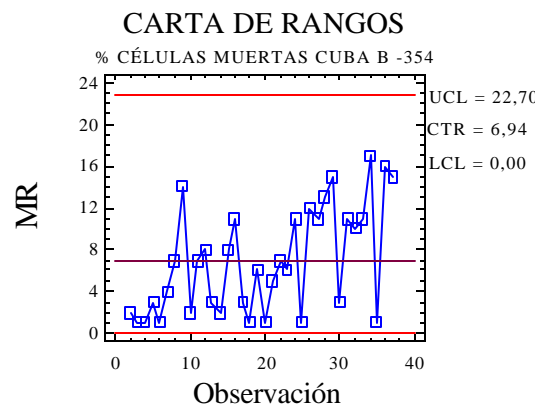
Número de observaciones: 37¹
Desviación estándar: 6,15642

Figura No. 97



Límite superior de control +3.0 sigma = 25,199
Límite central (CTR) = 6,72973
Límite inferior de control -3.0 sigma = -11,7395

Figura No. 98



Límite superior de control +3.0 sigma = 22,6987
Límite central (CTR) = 6,9444
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

¹ Tabla No. 20

La variable se encuentra estadísticamente bajo control, todas las observaciones están dentro de los límites y se observa muy buena aleatoriedad.

ANALISIS DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En las cartas de promedios no se viola ninguna de las reglas consideradas, el comportamiento de la variable es aleatorio. En las cartas de rangos se observaron violaciones a las reglas A, B y C en las cubas B-352 y B-353 de lo cual se concluye que hubo falta de homogeneidad en algunos datos.

LIMITES DE ESPECIFICACION²

Según los fundamentos teóricos mencionados en el análisis de las variables población y reproducción, la cantidad de células muertas va aumentando a medida que transcurre el proceso fermentativo. Por lo tanto el comportamiento de esta variable corresponde a un proceso se encuentra en la etapa de mortalidad, como se estableció anteriormente.

Teniendo en cuenta las diferentes etapas que experimenta el proceso, se recomienda como límites de especificación los siguientes:

CUBA	LSE
B -351	2
B -352	4
B -353	6
B -354	8

Tabla No. 21 Límites de especificación propuestos para el control del % Células muertas en el proceso de fermentación

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable células muertas se considera crítica ya que hace posible conocer el comportamiento de la levadura y su adaptabilidad al medio, permitiendo tomar decisiones como realizar refuerzos a la fermentación, si en medio del período fermentativo se presenta gran mortalidad de células.

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que el % células muertas es una variable crítica, se recomienda seguimiento permanente.

¹ Anexo 3 ver CD

² Tabla No. 10

4.2.5 RECUPERACION DE LEVADURA

El mosto fermentado es sometido a filtración. El filtrado llega a las maquinas separadoras de levadura S-402 A/B y S-406 A/B. La maquina separa la crema de levadura y el vino deslevadurizado. La crema de levadura separada en las centrifugas cae al tanque B-403 donde recibe agua para el lavado de las células controlando el porcentaje de sólidos, de aquí se bombea a las maquinas separadoras S-406 A/B donde nuevamente se separa en crema de levadura repasada y vinito. La crema cae al tanque B-405 donde se adiciona ácido sulfúrico diluido requerido para el tratamiento aséptico bajo control de pH, La levadura tratada en el B-405 es enviada a las cubas de fermentación B-351 y B-352 por bombeo. El vinito recuperado contiene alcohol que es enviado el tanque de vinos B-402.

Control de proceso:

Diariamente el fermentador de turno lleva al laboratorio una muestra de aproximadamente 1000 ml del tanque B-405, a la cual se le realizan análisis de pH y sólidos.

Análisis	Especificaciones Norma de control de procesos ILC	
	LIE	LSE
% Sólidos	15	25
Ph	2	4,5

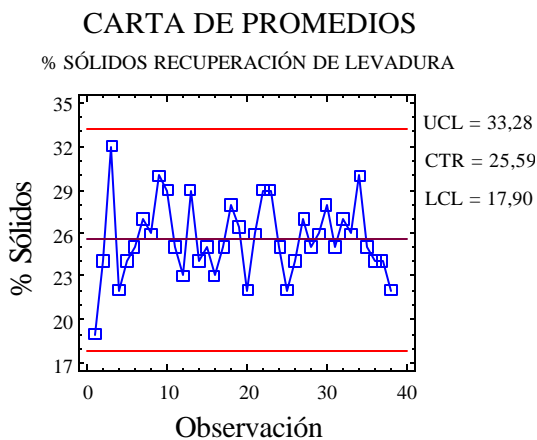
Tabla No. 22 Análisis realizados en el proceso recuperación de levadura

4.2.5.1 % SÓLIDOS

Número de observaciones: 38¹

Desviación estándar: 2.56373

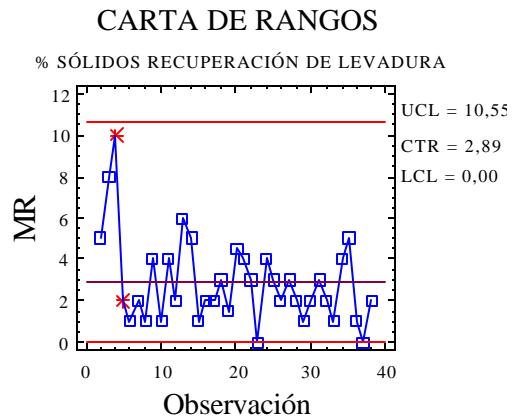
Figura No. 99



Límite superior de control +3.0 sigma = 33,2833
Límite central (CTR) = 25,5921

Límite inferior de control -3.0 sigma = 17,9009

Figura No. 100



Límite superior de control +3.0 sigma = 10,5459
Límite central (CTR) = 2,89189
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

¹ Tabla No. 23 Anexo 2

La variable % sólidos se encuentra bajo control, todos los datos caen dentro de los límites, se observa buena aleatoriedad.

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS¹

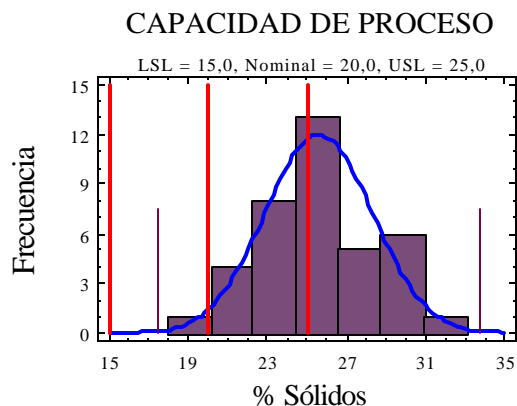
La carta de promedios exhibe un comportamiento totalmente aleatorio, por lo tanto no viola ninguna de las reglas consideradas. En la carta de rangos se observan dos violaciones a la regla D, estas se presentan entre el tercer y cuarto dato, siendo el tercero el mayor valor registrado para esta variable en el período analizado.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Según se observa en la carta de promedios la variable % de sólidos incumple las especificaciones que actualmente se tienen, de hecho el valor promedio obtenido 25,59 % de sólidos es mayor que el valor máximo admisible, esta situación no es crítica para la crema de levadura que posteriormente se recircula al proceso, se complica cuando aumenta el % de sólidos en el vino, por esta razón se recomienda conservar los actuales límites de especificación.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 101



ESPECIFICACIONES ACTUALES

USL = 25
Cpk = -0,07

NOMINAL = 20

LSL= 15

Para las especificaciones actuales se obtuvo una capacidad de proceso $Cp_k = -0.07$, el signo negativo se debe a que el valor nominal esperado es menor que el promedio de los

¹ Anexo 3 ver CD

² Tabla No. 22

datos. Debido que el índice de capacidad de proceso es < 1 no es posible asegurar que la variable cumpla los requisitos.

Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad los datos no presentan distribución normal con el 99% de confianza.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

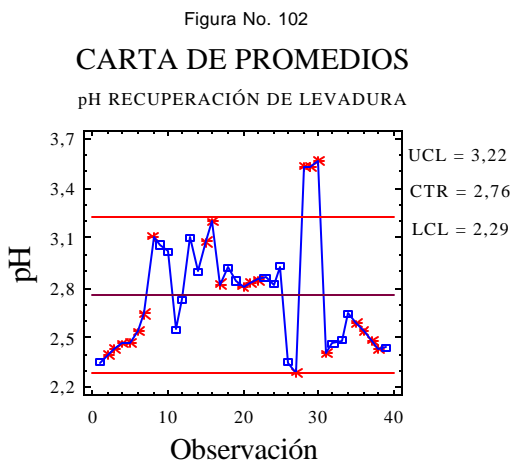
La variable % sólidos no se considera crítica en el proceso recuperación de levadura ya que es deseable obtener una mayor separación, los inconvenientes se presentan cuando por exceso de sólidos se obstruye el equipo y estos comienzan a pasar hacia el vino.

PLAN DE ANÁLISIS

Puesto que la variable % sólidos no es crítica en el proceso recuperación de levadura, no es necesario vigilar rigurosamente su comportamiento.

4.2.5.2 pH

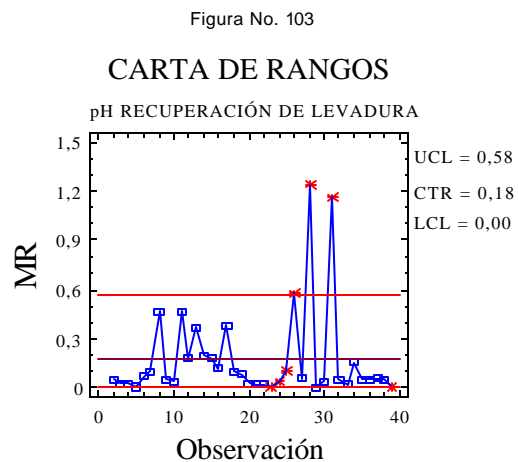
Número de observaciones: 39¹
Desviación estándar: 0,156075



Límite superior de control +3.0 sigma = 3,22361
Límite central (CTR) = 2,75538
Límite inferior de control -3.0 sigma = 2,28716

Tres observaciones fuera de los límites

La variable pH se encuentra fuera de control ambas cartas por esto se observa falta



Límite superior de control +3.0 sigma = 0,642015
Límite central (CTR) = 0,176053
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

Dos observaciones fuera de los límites

se presentan datos fuera de los límites en aleatoriedad y homogeneidad.

¹ Tabla No. 23 Anexo 2

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS¹

Se violan las reglas A, C y D debido a la presencia de valores extremos (días de mayor pH) de los cuales se presume fueron ocasionados por la necesidad de estabilizar la acidez, para lo cual se suspendió la adición de ácido.

LIMITES DE ESPECIFICACION²

Debido a que el límite superior de especificación está muy alejado de los valores característicos y extremos mostrados por el proceso, se recomienda modificar el límite superior a pH=4.0, además como se mencionó anteriormente menores valores de pH hacen que el mosto y la levadura a recircular se encuentre más protegido contra la contaminación.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable pH se considera crítica debido a que controla la adición de ácido necesaria para que la levadura recirculada al proceso de fermentación recobre las características requeridas por este.

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que el pH es una variable crítica se recomienda seguimiento permanente.

¹ Anexo 3 ver CD

² Tabla No.22

4.2.6 VINO DESLEVADURIZADO

El vino deslevadurizado retirado del mosto fermentado por las centrifugas separadoras cae al tanque de vino B-402 donde se le controla nivel y es transportado a destilación por medio de las bombas P-402A/B.

Control de proceso:

Diariamente el fermentador de turno toma una muestra de aproximadamente 1000ml, la lleva al laboratorio donde se le realizan análisis los análisis que se incluyen en la siguiente Tabla.

Análisis	Especificaciones Norma de control de procesos ILC	
	LIE	LSE
Acidez sulfúrica <mg H ₂ SO ₄ /l>	500	2600
Acidez acética <mg A. Acét/l alc 100%>	0	300
pH	3,5	5
Sólidos < % >		0,2
Contenido de alcohol <% alc/vol>		9
Azúcar <g/l>		1
Esteres <mg A. Acét/l alc 100%>	100	400
Aldehídos <mg A. Acét/l alc 100%>	50	200
Furfural <mg/l alc 100%>	0	50
Propanol <mg/l alc 100%>	300	700
Isopropanol <mg/l alc 100%>	-	-
Alcoholes superiores <mg/l alc 100%>	100	3000
Metanol <mg/l alc 100%>	10	100
Total congéneres <mg/l alc 100%>	1500	5000

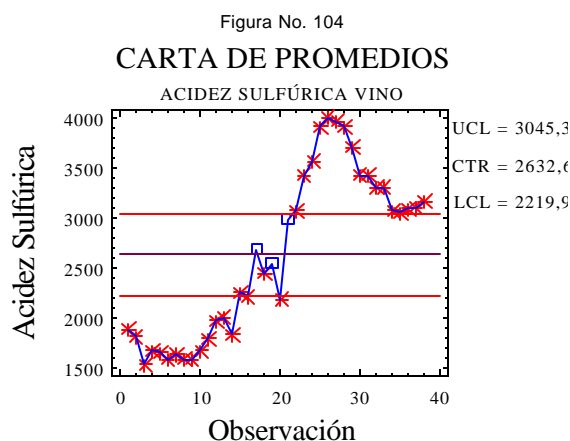
Tabla No. 24 Análisis realizados al vino

4.2.6.1 ACIDEZ SULFÚRICA Y ACETICA

Debido a que las variables acidez sulfúrica y acidez acética constituyen la acidez total del vino, se comparó su comportamiento para conocer la cantidad que cada una aporta.

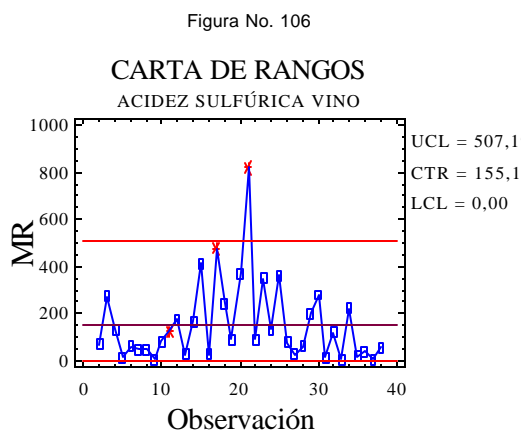
ACIDEZ SULFÚRICA

Número de observaciones = 38¹
Desviación estándar = 137,562



Límite superior de control +3.0 sigma = 3045,31
Límite central (CTR) = 2632,62
Límite inferior de control -3.0 sigma = 2219,94

Treinta y dos observaciones fuera de los límites

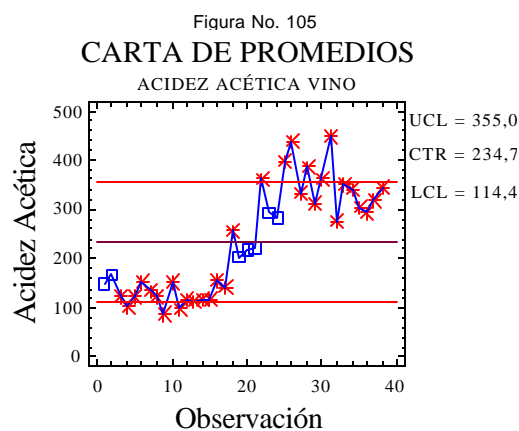


Límite superior de control +3.0 sigma = 507,192
Límite central (CTR) = 155,17
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0
Una observación fuera de los límites.

¹ Tabla No. 25, Anexo 2

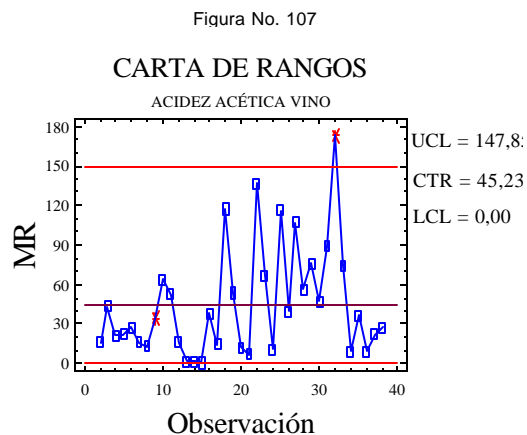
ACIDEZ ACETICA

Número de observaciones = 38²
Desviación estándar = 40,0997



Límite superior de control +3.0 sigma = 355,004
Límite central (CTR) = 234,705
Límite inferior de control -3.0 sigma = 114,406

Diez observaciones fuera de los límites.



Límite superior de control +3.0 sigma = 147,847
Límite central (CTR) = 45,2324
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0
Una observación fuera de los límites.

² Tabla No. 25, Anexo 2

Ambas variables se encuentran estadísticamente fuera de control.

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En ambas cartas de promedios se violan las reglas A, C y D debido a la inestabilidad en el comportamiento de las variables observándose un aumento progresivo en la media hasta aproximadamente el dato 30, para luego tender a disminuir. Se sobrepasaron tanto los límites de control como las especificaciones.

LIMITES DE ESPECIFICACION²

Se recomienda modificar las especificaciones actuales para ambas variables debido a que no se ajustan a la tendencia observada.

La acidez acética aparece tanto por la acción de las levaduras como de bacterias y no debe sobrepasar concentraciones por encima de 0,6 g/l, pues a partir de esta cantidad empiezan a ser perceptibles sensaciones avinagradas.³

Se proponen los siguientes límites de especificación:

Variable	Especificaciones Propuestas	
	LIP	LSP
Acidez sulfúrica <mg H ₂ SO ₄ /l>	1000	3500
Acidez acética <mg A. Acét/l alc 100%>	0	400

Tabla No. 26 Especificaciones propuestas para las variables acidez sulfúrica y acética en el vino.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRÍTICAS

Las variables acidez sulfúrica y acidez volátil se consideran críticas debido a que hacen parte de los elementos fundamentales que conforman las características del vino.

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que las variables acidez acética y sulfúrica son críticas se recomienda seguimiento permanente.

¹ Anexo 3 ver CD

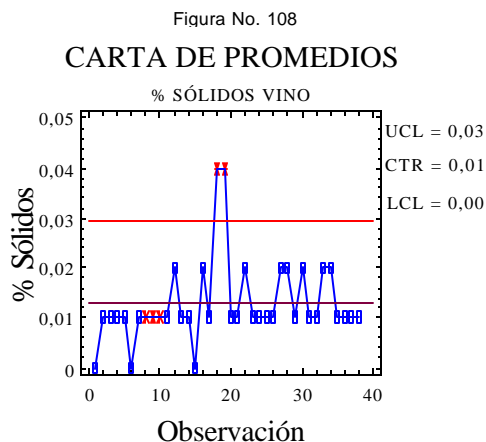
² Tabla No. 24

³ www.reserva y cata.com Artículo La importancia de los ácidos en el vino, Autor Ernesto de Serdio

4.2.6.2 SÓLIDOS

Número de observaciones = 38¹

Desviación estándar = 0,00551

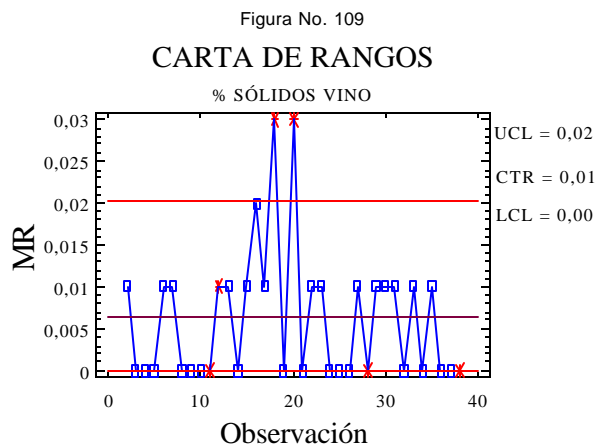


Límite superior de control: +3.0 sigma = 0,0294

Límite central (CTR) = 0,01289

Límite inferior de control: -3.0 sigma = -0,00363

Dos observaciones fuera de los límites de control



Límite superior de control: +3.0 sigma = 0,2031

Límite central (CTR) = 0,00621

Límite inferior de control LCL: -3.0 sigma = 0,0

Dos observaciones fuera de los límites de control

La variable se encuentra fuera de control, presenta observaciones fuera de los límites tanto en la carta de promedios como en la de rangos lo que indica fallas en la aleatoriedad y homogeneidad de los datos.

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS²

En la carta de promedios se observan violaciones a las reglas A y D. La regla A fue violada por los primeros datos, esto no causa dificultades puesto que es deseable mantener valores bajos para esta variable. La regla D es violada por los valores extremos del proceso que además de incumplir los límites de control incumplen los límites de especificación. A partir del dato veinte el proceso exhibe un comportamiento totalmente aleatorio.

En la carta de rangos se violan las reglas C y D, la primera no es significativa ya que al tenerse un rango de variación tan estrecho la desviación estándar es pequeña y variaciones consideradas como normales incumplen sin representar inconvenientes, por el contrario la regla D es violada por los datos que caen fuera de los límites de control causando problemas de homogeneidad y que el proceso se encuentre fuera de control.

¹ Tabla No. 25, Anexo 2

² Anexo 3 ver CD

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Se recomienda conservar las especificaciones actuales, ya que son las máximas admisibles en el proceso de destilación y corresponden al comportamiento de la variable.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable % sólidos es crítica en el vino puesto que es la materia prima en el proceso de destilación en el cual no es aceptable su presencia en valores superiores a las especificaciones, debido a que afecta las características del alcohol producido.

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que el % Sólidos es una variable crítica se recomienda seguimiento permanente.

4.2.6.3 CONTENIDO DE ALCOHOL² y pH³

Como era de esperarse no existieron diferencias estadísticamente significativas en el contenido alcohólico y pH de la cuba B-354 y el tanque de vinos, debido a que solo ha ocurrido un proceso físico de separación el cual no produce modificaciones en las variables. Por tanto el análisis realizado para ambas variables en la cuba B-354 es válido para el tanque de vinos.

¹ Tabla No. 24

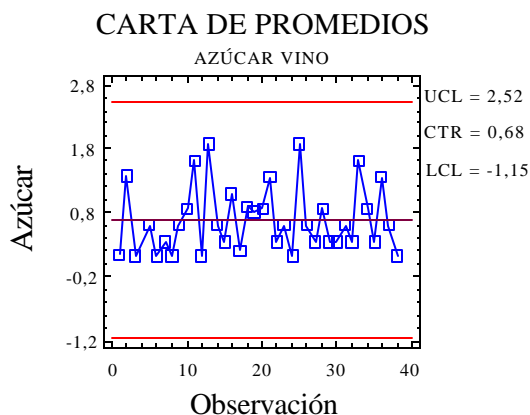
² Figuras Nros. 110 y 111, Anexo 2

³ Figuras Nros. 112 y 113, Anexo 2

4.2.6.4 AZUCAR

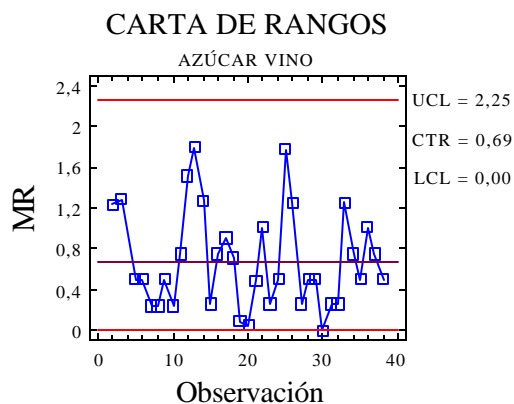
Número de observaciones = 37¹
Desviación estándar = 0,610963

Figura No. 114



Límite superior de control: +3.0 sigma = 2,51748
Límite central (CTR) = 0,684595
Límite inferior de control: -3.0 sigma = -1,1483

Figura No. 115



Límite superior de control: +3.0 sigma = 2,25262
Límite central (CTR) = 0,689107
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

La variable azúcar se encuentra estadísticamente bajo control, el comportamiento es totalmente aleatorio y homogéneo.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Se recomienda aumentar el límite de especificación a máximo 2,5 g/l, teniendo en cuenta que la miel contiene un porcentaje de fructosa el cual no se convierte en alcohol y constituye la mayor proporción de azúcar residual del proceso fermentativo.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Límites actuales

USL = 1
 $C_{pk} = 0,17$

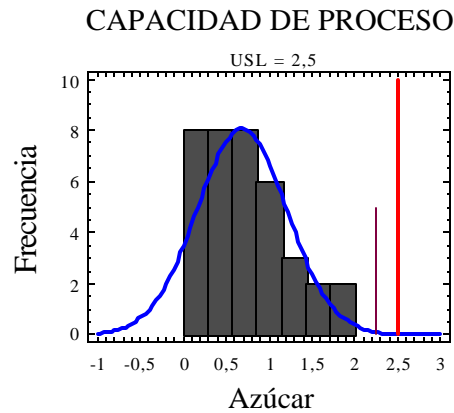
Límites propuestos

USL = 2,5
 $C_{pk} = 0,99 \cong 1$

¹ Tabla No. 25, Anexo 2

² Tabla No. 24

Figura No. 116



Al aumentar el límite superior de especificación se obtuvo una capacidad de proceso $C_{pk} \cong 1$, por lo tanto es posible disminuir la frecuencia de realización de análisis para la variable azúcar pero debido a que el índice obtenido es el mínimo requerido para garantizar el cumplimiento de las especificaciones no se recomienda disminuir la frecuencia de medición.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRÍTICAS

El contenido de azúcar se considera una variable crítica en los vinos debido a que representa directamente pérdidas económicas que hacen necesario tomar acciones correctivas en el proceso de fermentación (disminuir el flujo de miel, aumentar la alimentación de levadura, aumentar el tiempo de residencia, etc), con el fin de disminuir la cantidad de azúcar residual.

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que el contenido de azúcar en los vinos es una variable crítica, es necesario monitorear continuamente su comportamiento.

CONGENERES EN EL VINO

La fermentación es el principal productor de los componentes del aroma y sabor del vino¹, en particular de su intensidad, de su vinosidad y de sus notas frutales. Por tanto su determinación es un punto fundamental para abordar cualquier proyecto de mejora tecnológica de las mismas, como: selección de levaduras o mejora de los procesos de vinificación.

¹ www.acenología.com Artículo Cuantificación de los aromas más importantes del vino Autor: P. Aragues, C. Calderón, V. Ferreira, J. Caucho y C. Diaz

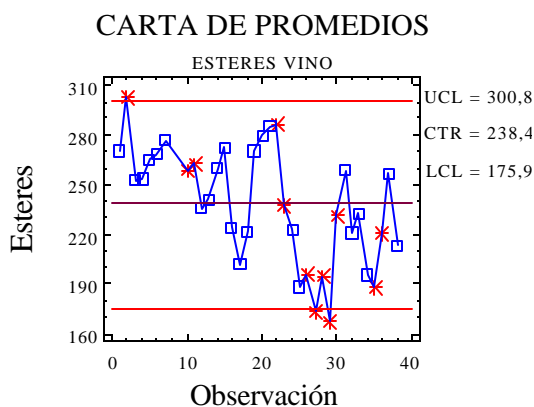
La técnica de destilación tiene un gran efecto especialmente en su composición cuantitativa, por esta razón la cantidad de cada uno de los congéneres no es una variable crítica en el vino, lo contrario ocurre en el alcohol destilado donde el contenido de congéneres define su calidad.

4.2.6.5 ESTERES

Número de observaciones = 36¹

Desviación estándar = 20,8105

Figura No. 117



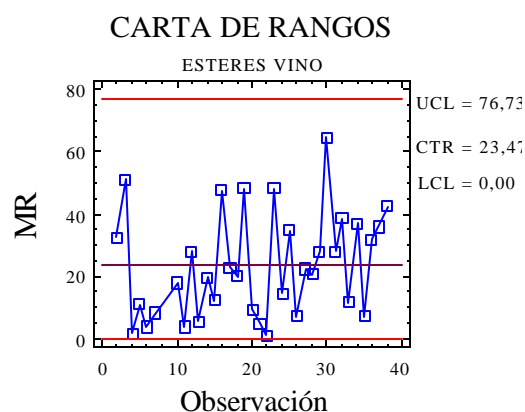
Límite superior de control: +3.0 sigma = 300,854

Límite central (CTR) = 238,422

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 175,991

Tres observaciones fuera de los límites de control

Figura No. 118



Límite superior de control: +3.0 sigma = 76,7284

Límite central (CTR) = 23,4743

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

La variable ésteres se encuentra fuera de control se observan puntos fuera de los límites de control y tendencias en la carta de promedios.

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS

En la carta de promedios se incumplen las reglas A, C y D debido a la disminución de la media. Los ésteres son esenciales en la configuración final del alcohol, otorgan sabores afrutados que al pasar el umbral de percepción pueden conferir sabores demasiado pronunciados e incluso impartir amargor seco. Mostos con concentraciones de azúcares

¹ Tabla No. 25, Anexo 2

² Curso de enología para aficionados

superiores al 12 por ciento producen una mayor cantidad de ésteres durante la fermentación².

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

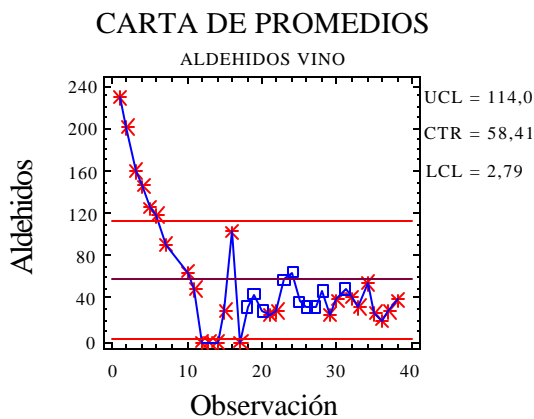
A pesar que el proceso se encuentra fuera de control todos los datos cumplen las especificaciones actuales, por lo tanto se recomienda conservarlas.

4.2.6.6 ALDEHIDOS

Número de observaciones = 36²

Desviación estándar = 18,5385

Figura No. 119



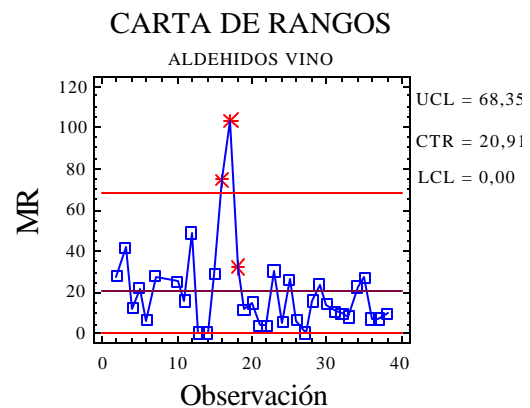
Límite superior de control: +3.0 sigma = 114,021

Límite central (CTR) = 58,4056

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 2,79005

Diez observaciones fuera de los límites de control

Figura No. 120



Límite superior de control: +3.0 sigma = 68,3515

Límite central (CTR) = 20,9114

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

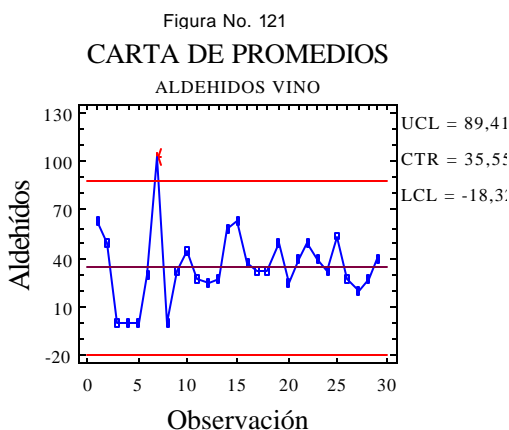
Dos observaciones fuera de los límites de control

La variable se encuentra fuera de control, se observa fuerte disminución en los primeros diez datos que corresponden al período de estabilización, al tener conocimiento de lo anterior se procedió a eliminar los datos mencionados y recalcular los límites de control.

¹ Tabla No. 24

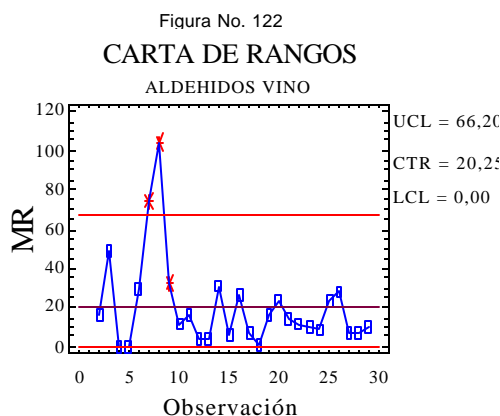
² Tabla No. 25, Anexo 2

Desviación estándar = 18,5385



Límite superior de control: +3.0 sigma = 89,4142
Límite central (CTR) = 35,5483
Límite inferior de control: -3.0 sigma = -18,3176

Una observación fuera de los límites de control



Límite superior de control: +3.0 sigma = 66,2012
Límite central (CTR) = 20,2536
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

Dos observaciones fuera de los límites de control

La variable se encuentra estadísticamente fuera de control debido a la presencia del dato No. 7 que cae fuera del límite superior de control en la carta de promedios y produce dos puntos fuera en la carta de rangos móviles.

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En la carta de promedios no se observan tendencias, la variación es totalmente aleatoria. En la carta de rangos se viola la regla D al afectarse la homogeneidad de la variable por la presencia del dato que quedó fuera de los límites de control.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

La mayoría de los datos incumplen la especificación inferior, de hecho la media es inferior a este límite, a pesar de esto se recomienda conservar las especificaciones actuales teniendo en cuenta que los aldehídos aportan características organolépticas a los alcoholes y licores que posteriormente se elaborarán.

4.2.6.7 FURFURAL³

El furfural o furaldehído es admisible en muy pequeñas cantidades en vinos, alcoholes y licores ya que causa notas desagradables en aroma y sabor. No fue necesario realizar cartas de control y rangos pues todos los datos recopilados fueron cero, lo que demuestra

¹ Anexo 3 ver CD

² Tabla No. 24

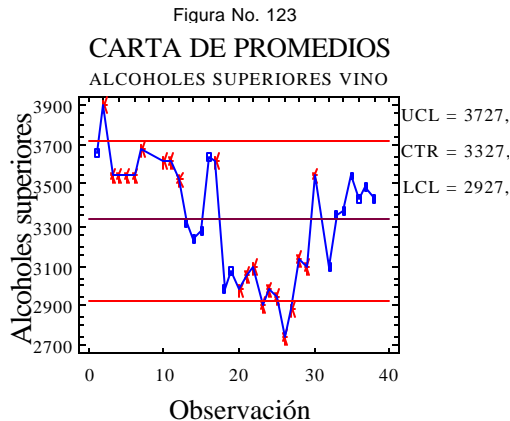
³ Tabla No. 25, Anexo 2

que el furfural no es una variable crítica ya que no presenta tendencia a incumplir las especificaciones poniendo en riesgo la calidad del producto.

4.2.6.8 ALCOHOLES SUPERIORES

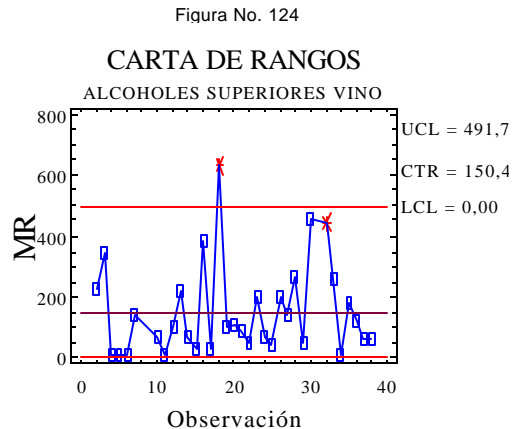
Número de observaciones = 36¹

Desviación estándar = 173.303



Límite superior de control: +3.0 sigma = 3727,75
Límite central (CTR) = 3327,61
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 2927,46

Cuatro observaciones fuera de los límites de control



Límite superior de control: +3.0 sigma = 491,773
Límite central (CTR) = 150,453
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

Una observación fuera de los límites de control

La variable alcoholes superiores se encuentra fuera de control, se observan puntos fuera de los límites de control, fallas de aleatoriedad y homogeneidad.

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS²

La tendencia de disminución de los datos provoca el incumplimiento de las reglas A, C y D en la carta de promedios.

En la carta de rangos se incumple la regla D, por el cambio brusco entre el dato 17 y 18 que afecta fuertemente la homogeneidad de la variable. Altas concentraciones de alcoholes superiores se producen cuando el mosto a fermentar ha sido aireado en exceso o cuando los mostos tienen concentraciones superiores al 13,5% de azúcares.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN³

¹ Tabla No. 25 Anexo 2

² Anexo 3 ver CD

³ Tabla No. 24

El rango de especificación actual para los alcoholes superiores 100 – 3000 <mg/l alc 100%>, es demasiado amplio y no se ajusta al comportamiento de la variable, según lo observado en la carta de promedios el rango actual de variación es 2700 – 3900 <mg/l alc 100%> razón por la cual se recomienda modificar las especificaciones. El rango de especificación propuesto es 1200 – 4000 <mg/l alc 100%>.

PLAN DE ANALISIS

Puesto que la cantidad de congéneres no es una variable crítica en el vino no es necesario vigilarla permanentemente, pero debido a lo sencillo y rápido del análisis cromatográfico se recomienda continuar realizando el seguimiento una vez al día.

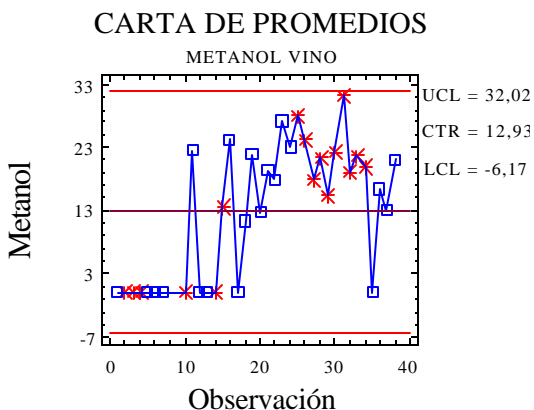
4.2.6.9 TOTAL CONGENERES

Se propone eliminar esta variable del formato de recolección de datos que posteriormente es analizado, ya que proporciona información general del contenido total de congéneres lo cual no es útil cuando se tiene la cuantificación y el comportamiento específico de cada uno de ellos.

4.2.6.10 METANOL

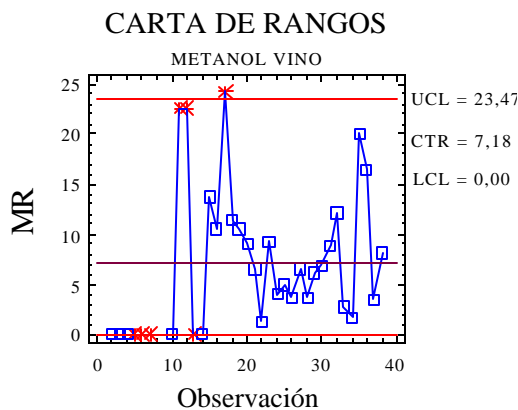
Número de observaciones = 36¹
 Desviación estándar = 6,36525

Figura No. 125



Límite superior de control: +3.0 sigma = 32,0207
 Límite central (CTR) = 12,925
 Límite inferior de control: -3.0 sigma = -6,17074

Figura No. 126



Límite superior de control: +3.0 sigma = 23,4687
 Límite central (CTR) = 7,18
 Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

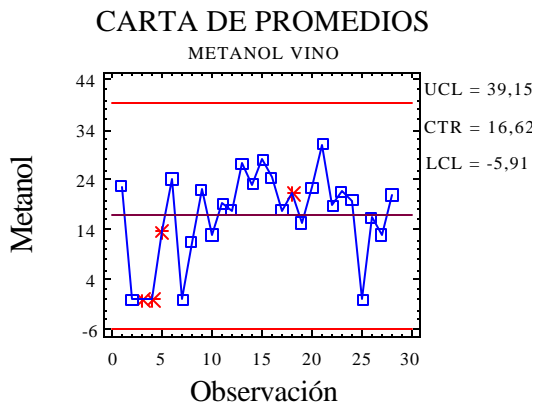
Una observación fuera de los límites de control

¹ Tabla No. 25, Anexo 2

Se observa un período de estabilización correspondiente a las nueve primeras observaciones, a continuación se presentan las cartas de control obtenidas luego de eliminar los puntos correspondientes a dicho período.

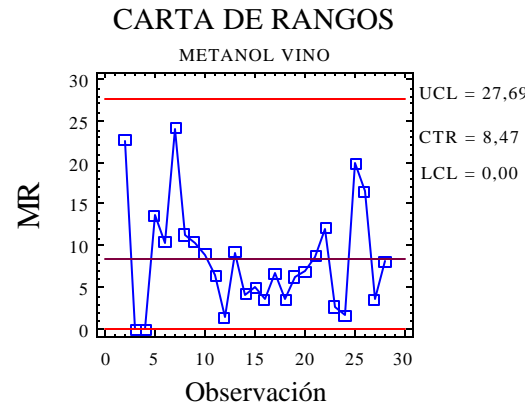
Desviación estándar = 7,50919

Figura No. 127



Límite superior de control: +3.0 sigma = 39,145
Límite central (CTR) = 16,6179
Límite inferior de control: -3.0 sigma = -5,909

Figura No. 128



Límite superior de control: +3.0 sigma = 27,686
Límite central (CTR) = 8,4703
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 0,0

Las cartas de control obtenidas luego de eliminar los datos correspondientes al período de estabilización, muestran que la variable metanol se encuentra estadísticamente bajo control.

ANÁLISIS DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En la carta de promedios se presentan violaciones a las reglas A y D. Esto se manifiesta porque la mayoría de los datos exhiben muy poca variación haciendo que se presenten fallas de aleatoriedad al mostrarse series de datos un poco dispersas y otras con valores muy cercanos entre sí, esto no representa riesgo mientras no haya tendencia a incumplir las especificaciones requeridas para la variable.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

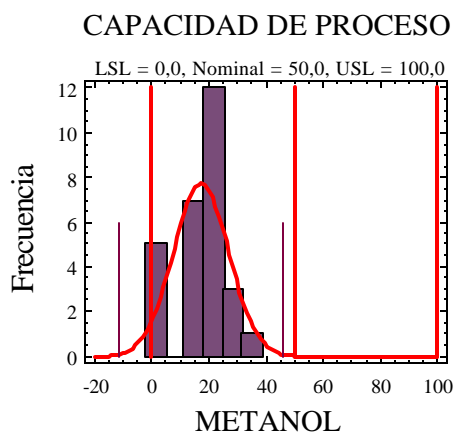
Se recomienda conservar los límites actuales a pesar que algunas de las observaciones incumplen la especificación inferior, esto no afecta la calidad del vino puesto que en concentraciones tan pequeñas como las aprobadas para la variable metanol no se modifica la calidad organoléptica del producto.

¹ Anexo 3 ver CD

² Tabla No. 24

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 129



Especificaciones actuales

USL = 100 NOMINAL = 50 LSL = 0,0

$C_p = 2,04925$

$C_{p_k} = 0,710359$

$C_{p_k} \text{ (upper)} = 3,38815$

$C_{p_k} \text{ (lower)} = 0,710359$

La capacidad de proceso obtenida $C_{p_k} \text{ (upper)} > 1,0$, permite proponer disminución de la frecuencia de realización de análisis garantizando el cumplimiento de la especificación superior.

Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad¹ los datos no presentan distribución normal con el 99% de confiabilidad.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable metanol no se considera crítica en el vino, pues no modifica sus características sensoriales y además los datos cumplen la especificación superior que en definitiva es la que se exige en alcoholes y licores donde constituye un requisito legal.

PLAN DE ANÁLISIS

La capacidad de proceso obtenida para el contenido de metanol en el vino, permite proponer la disminución en la frecuencia del análisis, pero en el análisis cromatográfico se determina esta variable adicional al contenido de congéneres por lo tanto se debe continuar realizando el seguimiento una vez al día.

¹ Pruebas para determinar Distribución Normal, Anexo 4

4.2.7 DESTILACIÓN DE ALCOHOL TAFIAS ¹

El vino deslevadurizado precalentado con los vapores de cabeza de la columna de alto grado es recibido en la columna destrozadora (C-510) que consta de 22 platos, esta produce unos vapores alcohólicos que pasan a la columna de alto grado, unos incondensables que van acompañados con vapores alcohólicos, los cuales son enfriados en un intercambiador en donde se condensan los líquidos hidroalcohólicos y regresan a la columna mientras que los incondensables siguen su camino a la atmósfera. El vino deslevadurizado despojado del alcohol fluye hacia abajo en la columna, hasta salir libre de alcohol por el fondo convirtiéndose en las vinazas.

Los vapores producidos en la columna anterior son recibidos por la columna de alto grado (C-520) que consta de 26 platos, esta columna concentra es decir, aumenta el grado alcohólico, hasta producir un alcohol impuro de 92-94% de alcohol. Cuenta con tres condensadores, el primero de los cuales sirve como calentavinos y los otros dos como condensadores propiamente. Las flemezcas que salen por el fondo de esta columna es un afluyente de carga orgánica baja y una fracción de los condensados sale como alcohol de mal gusto para uso industrial. Esta columna cuenta con una serie de válvulas para extraer alcoholes superiores durante la destilación de alcohol tafias empleado en la producción de rones.

Las extracciones de cabeza de la columna de alto grado son recibidas por la columna de concentración de cabezas que consta de 25 platos, produciendo un alcohol de mal gusto al 92%. Produce también un aceite fusel y unas flemezcas que no tienen carga orgánica. El alcohol mal gusto y el aceite fusel se venden para uso industrial.

Control de proceso

Cada cuatro horas el destilador de turno pasa una muestra al laboratorio del alcohol, para realizarle los análisis presentados en la siguiente tabla.

¹ Numeral 16-19 Diagrama general del proceso

REQUISITOS	Proyecto NTC 3442		Norma Interna ILC	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Contenido de alcohol expresado en grados alcoholimétricos a 20°C	70	94	90	94
Acidez total, expresada como ácido acético en mg/dm ³ de alcohol anhidro		150		100
Aldehídos, expresados como aldehído acético, en mg/dm ³ de alcohol anhidro, máximo		200	10	200
Ésteres, expresados como acetato de etilo, en mg/dm ³ de alcohol anhidro, máximo		1.000	200	500
Alcoholes superiores, expresados como alcohol amílico en mg/dm ³ de alcohol anhidro, máximo		3.000	800	1500
Total de congéneres (acidez, aldehídos, ésteres y alcoholes superiores) en mg/dm ³ de alcohol anhidro, mínimo	150		1000	3000
Metanol en mg/dm ³ de alcohol anhidro, máximo		100		100
Furfural en mg/dm ³ de alcohol anhidro		5	0	5

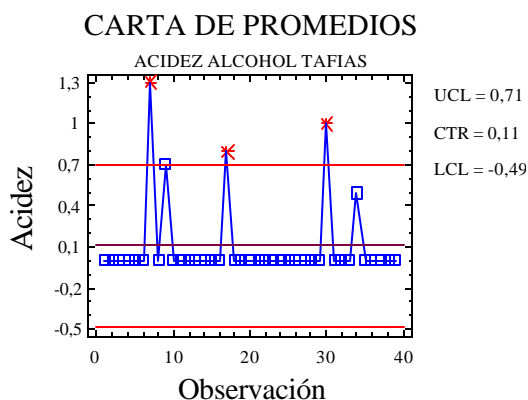
Tabla No. 27 Requisitos para el alcohol tafias según el proyecto NTC 3442 y la norma interna

4.2.7.1 ACIDEZ TOTAL

Número de observaciones = 39¹
Desviación estándar = 0.200635

LIMITES DE CONTROL < mg /dm³ >

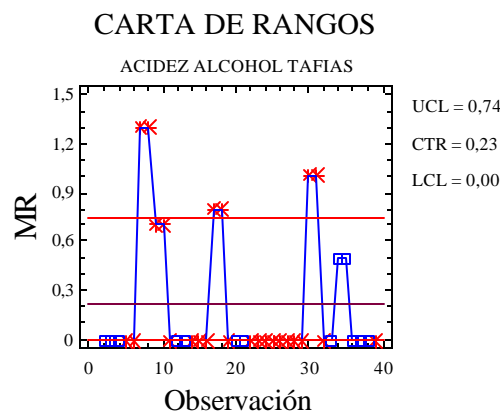
Figura No. 130



Límite superior de control: +3.0 sigma = 0.7121
Línea central (CTR) = 0.1102
Límite inferior de control : -3.0 sigma = -0.4916

Tres puntos fuera de los límites de control

Figura No. 131



Límite superior de control: +3.0 sigma = 0.739
Línea central (CTR) = 0.226316
Límite inferior de control LCL: -3.0 sigma = 0.0

Seis observaciones fuera de los límites de control

¹ Tabla No. 28, Anexo2

En la carta de promedios se observa que la mayoría de datos para esta variable son cero, por ende se presenta una desviación estándar muy pequeña que hace que los límites de control a tres sigma sean muy estrechos, debido a esto 3 de las 5 observaciones diferentes de cero quedan por fuera del límite superior de control, causando que el proceso se declare fuera de control a pesar que los valores extremos están muy alejados tanto de la Norma interna como del proyecto de norma técnica colombiana NTC 3442.

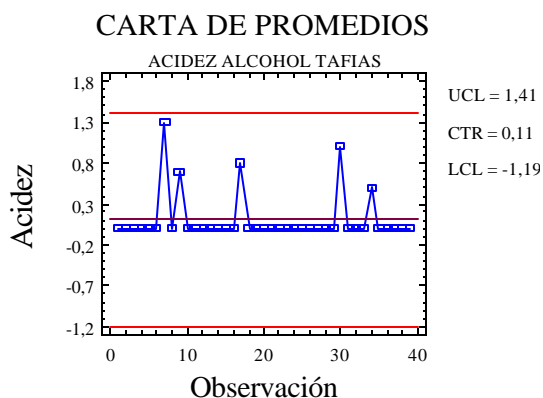
En la carta de rangos también se observan puntos fuera de control, debido a que la sensibilidad de estos aumenta al presentarse tan poca variabilidad.

AMPLIACIÓN DE LÍMITES DE CONTROL

Considerando que la norma interna permite como valor máximo para acidez 100 mg/dm³ y el proyecto de norma ICONTEC 3442 admite 150 mg/dm³, se amplia el rango de límites de control a 6.5 sigma con esta ampliación, se logra obtener un proceso en control estadístico asegurando que no se está cometiendo un error de tipo β, o sea que caigan puntos entre los límites de control cuando el proceso en realidad está fuera de control.

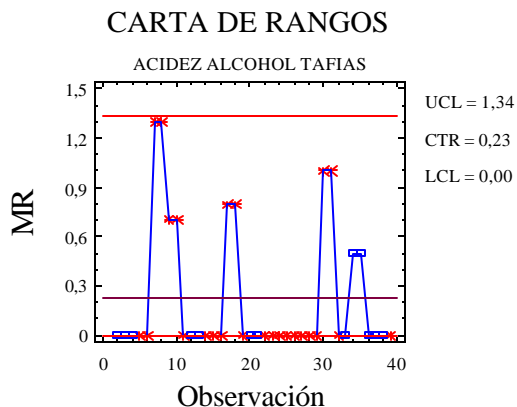
LÍMITES DE CONTROL 6,5 SIGMA

Figura No. 132



Límite superior de control: +6.5 sigma = 1.414
 Límite central (CTR) = 0.110256
 Límite inferior de control: -6.5 sigma = -1.193

Figura No. 133



Límite superior de control: +6.5 sigma = 1.3387
 Línea central (CTR) = 0.226316
 Límite inferior de control LCL: -6.5 sigma = 0,0

INTERPRETACION DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En la carta de promedios se observa violaciones a las reglas A, B y D. Las dos primeras indican falta de aleatoriedad en las observaciones lo cual es evidente ya que la variable es esencialmente constante. La violación de la regla D es consecuencia de la falta de aleatoriedad por lo que se tiene una desviación estándar muy pequeña que hace la gráfica muy sensible a pequeñas variaciones que realmente no son significativas.

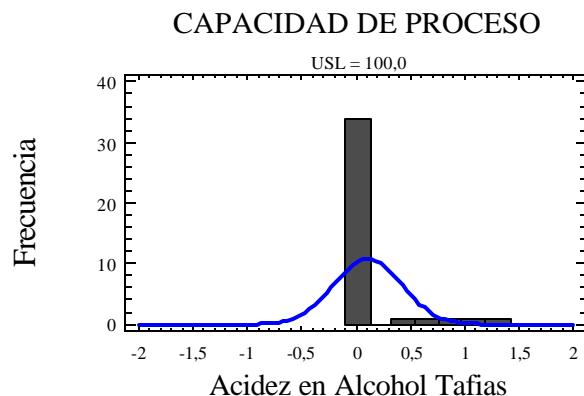
¹ Anexo 3

En la carta de rangos se observa violaciones a las cuatro reglas consideradas debido también a la falta de aleatoriedad que causa una desviación estándar para las diferencias de las observaciones muy pequeña y cualquier pequeña variación es interpretada como falla cuando en realidad no lo es.

En conclusión el patrón presentado por la variable no se considera un riesgo debido a que la tendencia normal de esta son valores muy pequeños que tienden a cero.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 134



Especificaciones actuales

USL = 100
 C_{pk} (Upper) = 76.5951

Especificaciones Proyecto NTC 3442

USL = 150
 C_{pk} (Upper) = 114.935

Índices hallados con 95% de confiabilidad.

Tanto para las especificaciones internas como para las del proyecto de norma ICONTEC se obtiene un índice de capacidad de proceso mucho mayor que uno, esto permite asegurar ampliamente el cumplimiento de las especificaciones. El índice reportado es el C_{pk} (Upper) puesto que esta calculado para el límite superior de especificación. Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad¹ los datos no presentan distribución normal con el 99% de confiabilidad.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN

Se recomienda conservar los límites de especificación actuales, debido a que es deseable obtener valores de acidez mayores por lo que no se considera necesario restringir el límite superior, además se obtiene una capacidad de proceso que permite asegurar ampliamente el cumplimiento del requisito.

¹ Pruebas para determinar Distribución Normal, Anexo 4

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable acidez se considera crítica para los límites 3 sigma, debido a que se presentan observaciones fuera de los límites de control y por lo tanto se declara el proceso fuera de control, cometiéndose un error tipo α (proceso fuera de control cuando no están presentes causas asignables de variación), por lo que se toma la decisión de ampliar los límites a 6.5 sigma, límites entre los cuales se concentran todas las observaciones, de esta manera se obtiene un proceso que no se puede considerar crítico ya que cumple ampliamente las especificaciones tanto para la norma interna como para el proyecto de norma técnica colombiana NTC 3442.

PLAN DE ANALISIS

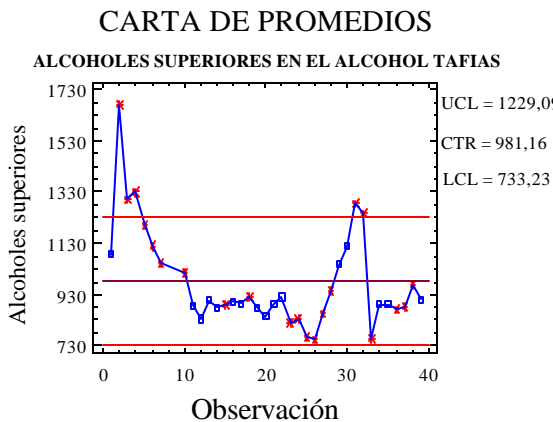
Dado que la capacidad de proceso para los límites actuales de esta variable al ampliar los límites de control a 6.5 sigma es mayor que 1, es posible realizar seguimiento de la variable espaciado en el tiempo, en la actualidad se realiza 2 veces por turno, se recomienda disminuir la frecuencia del análisis a una vez por turno.

4.2.7.2 ALCOHOLES SUPERIORES

Número de observaciones = 37¹
Desviación estándar = 82.6438

LIMITES DE CONTROL

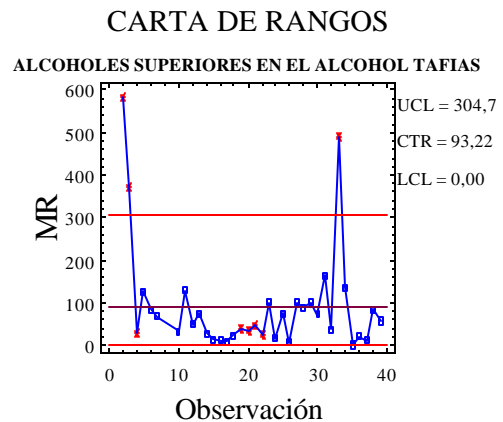
Figura No. 135



Límite superior de control: +3.0sigma = 1229.09
Línea central (CTR) = 981.16
Límite inferior de control: -3.0sigma = 733.23

Cinco observaciones fuera de los límites de control

Figura No. 136



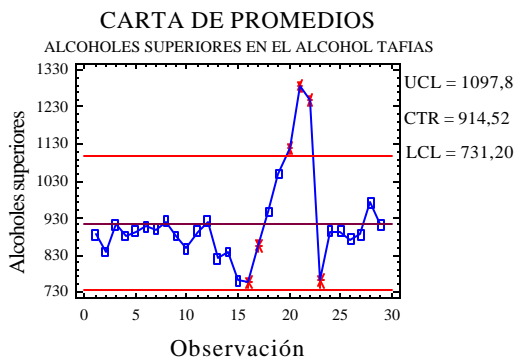
Límite superior de control: +3.0sigma = 304.708
Línea central (CTR) = 93.2222
Límite inferior de control LCL: -3.0 sigma = 0,0

Tres observaciones fuera de los límites de control

¹ Tabla No. 28, Anexo 2

El período inicial de estabilización de la variable correspondiente a las 10 primeras observaciones será eliminado de la carta obteniéndose los siguientes resultados:

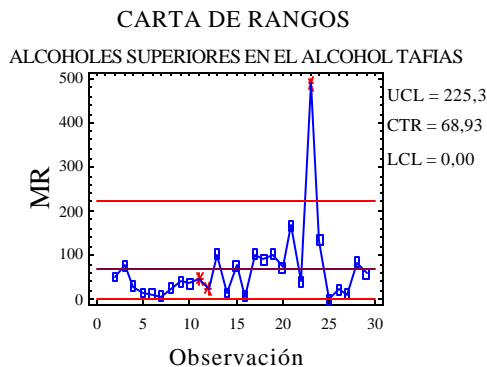
Figura No. 137



Límite superior de control: $+3.0 \sigma = 1097.84$
 Línea central(CTR) = 914.521
 Límite inferior de control: $-3.0 \sigma = 731.2$

Tres observaciones fuera de los límites de control

Figura No. 138



Límite superior de control: $+3.0 \sigma = 225.301$
 Línea central(CTR) = 68.932
 Límite inferior de control: $-3.0 \sigma = 0.0$

Una observación fuera de los límites de control

El proceso se encuentra fuera de control debido a la presencia de observaciones fuera de los límites en ambas cartas.

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En la carta de promedios se observa violaciones a las reglas C y D, este incumplimiento demuestra la falta de variabilidad aleatoria en el proceso e inestabilidad de la variable por lo tanto no es posible asegurar el cumplimiento de las especificaciones.

En la carta de rangos se viola la regla A, esta violación se debe a la presencia de valores altos, que hacen que se presente mayor dispersión (mayor valor de sigma) por lo que los límites de control son más amplios y estas observaciones están por debajo de la línea central.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Los datos 25, 26 y 33 se encuentran por debajo del límite que la empresa ha considerado para esta variable, estos son causa de altas extracciones de aceites bajos tales como propanol, isobutanol, butanol, isoamilicos denominados en general fusel. Se deben conservar los límites de especificación actuales y ajustar el proceso a estos ya que de allí depende el aroma y sabor característico del alcohol tafias empleado en la elaboración de los rones.

¹ Anexo 3

² Tabla No. 27

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable alcoholes superiores se considera crítica puesto que algunos de los datos incumplen las especificaciones afectando las características organolépticas del alcohol tafias.

PLAN DE ANALISIS

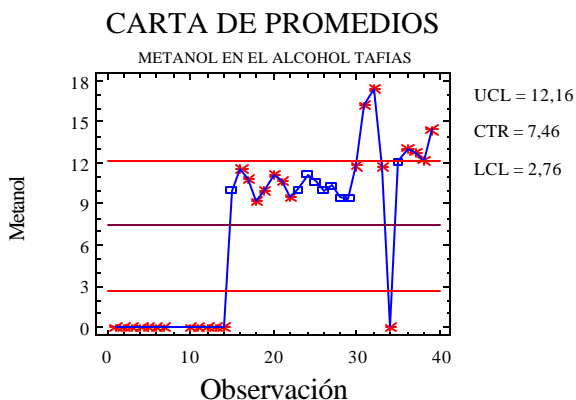
Debido a que la variable alcoholes superiores está fuera de control se recomienda continuar el seguimiento permanente para así verificar si se está cumpliendo el rango de especificación o es necesario llevar a cabo una acción correctiva para evitar que se afecten las características del producto.

4.2.7.3 METANOL

Numero de observaciones = 37¹
 Desviación estándar = 1.56619

LIMITES DE CONTROL

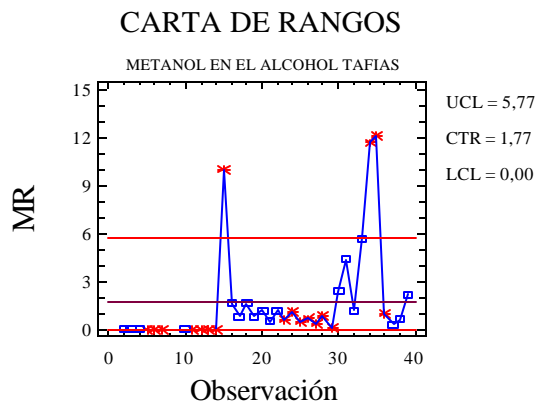
Figura No. 139



Límite superior de control: +3.0sigma = 12.158
 Línea central = 7.45946
 Límite inferior de control: -3.0 sigma = 2.7608

Diecinueve puntos fuera de los límites de control

Figura No. 140



Límite superior de control: +3.0 sigma = 5.774
 Línea central (CTR) = 1.76667
 Límite inferior de control : -3.0 sigma = 0.00

Tres puntos fuera de los límites de control

En la carta de promedios se observa que las primeras doce observaciones son cero, esto se debe al periodo de estabilización de la destilera, este comportamiento constante hace que se tenga una desviación estándar muy pequeña por lo que se tienen límites de control muy estrechos, causando que el proceso se declare fuera de control a pesar que los valores extremos están muy alejados tanto de la Norma interna como del proyecto de norma tecnica colombiana NTC 3442.

¹ Tabla No. 28, Anexo 2

En la carta de rangos también se observan puntos fuera de control, debido a que la sensibilidad de esta aumenta al presentarse datos constantes.

A continuación se recalculan los límites de control desechando los datos correspondientes al período de estabilización.

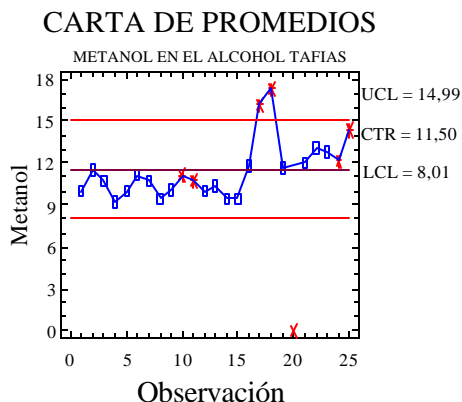
LIMITES DE CONTROL RECALCULADOS

Número de observaciones = 25

Observaciones excluidas = 12

Desviación estándar = 1.16405

Figura No. 141



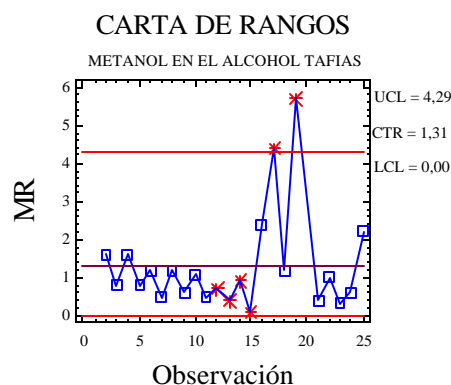
Límite superior de control: $+3.0 \sigma = 14.992$

Límite central (CTR) = 11.528

Límite inferior de control: $-3.0 \sigma = 8.0078$

Dos puntos fuera de los límites

Figura No. 142



Límite superior de control : $+6.0 \sigma = 4.29$

Línea central (CTR) = 1.311394

Límite inferior de control : $-6.0 \sigma = 0$

Dos puntos fuera de los límites

El proceso está fuera de control aunque cumple las especificaciones contempladas en la normas.

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En la carta de promedios se observa violaciones a las reglas A y D. El incumplimiento de estas reglas indica falta de aleatoriedad y homogeneidad en las observaciones, esto se debe a que los datos tienen muy poca variación y un pequeño cambio se interpreta como un problema cuando en realidad es un valor normal del proceso. Por las mismas razones se presentan en la carta de rangos violaciones a las mismas reglas.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Esta variable no determina la calidad del producto en términos de sabor, por lo que se recomienda conservar las especificaciones actuales.

¹ Anexo 3

² Tabla No. 27

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable metanol se considera crítica ya que se encuentra fuera de control, presenta observaciones alejadas de la especificación actual, pero es necesario garantizar el cumplimiento de las especificaciones tanto internas como ICONTEC que certifican la calidad del producto.

PLANES DE ANALISIS

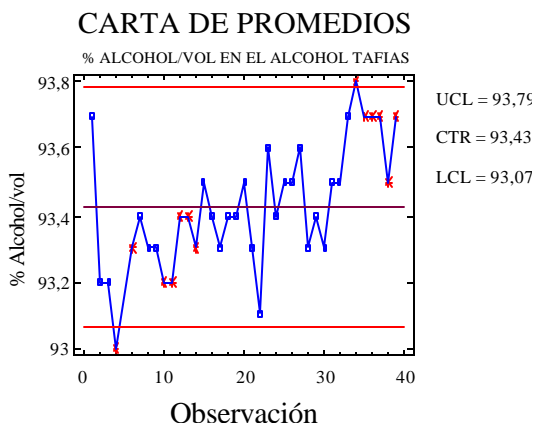
Debido a que el metanol es una variable crítica es necesario realizar seguimiento permanente.

4.2.7.4 CONTENIDO DE ALCOHOL

Numero de observaciones = 38¹
 Desviación estándar = 0.119801

LIMITES DE CONTROL < % alc/vol >

Figura No. 143

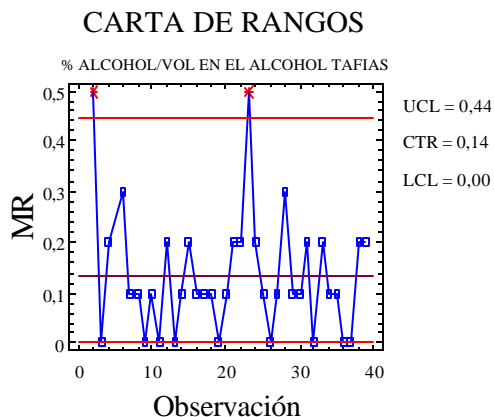


Límite superior de control: +3.0 sigma = 93.7857
 Línea central (CTR) = 93.4263
 Límite inferior de control: -3.0 sigma = 93.0669

Dos observaciones fuera de los límites de control

En la carta de promedios se observa aumento en la media de los datos, tendiendo a valores muy cercanos del límite superior de especificación.

Figura No. 144



Límite superior de control: +3.0 sigma = 0.441705
 Línea central (CTR) = 0.135135
 Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0

Dos observaciones fuera de los límites de control

En la carta de rangos se observan puntos fuera de control, debido a que el proceso no presenta una variabilidad entre datos consecutivos estable. Debido a las anteriores consideraciones se declara la variable fuera de control.

¹ Tabla No. 28

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS

En la carta de promedios se observa violaciones a las reglas A, C y D, esto es debido a la inestabilidad del proceso (tendencia al aumento de la media).

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN

Se deben conservar las especificaciones actuales y ajustar el proceso a ellas. Al considerar que esta variable admite un rango de variación limitado no es viable proponer la ampliación de los límites de control, ya que esto promueve el aumento de la variabilidad y por ende mayor tendencia a incumplir las especificaciones.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable contenido de alcohol se considera crítica debido a que está fuera de control y además presenta tendencia a alcanzar el límite superior, pudiendo llegar a incumplir tanto la norma interna como el proyecto de norma ICONTEC 3442.

PLANES DE ANALISIS

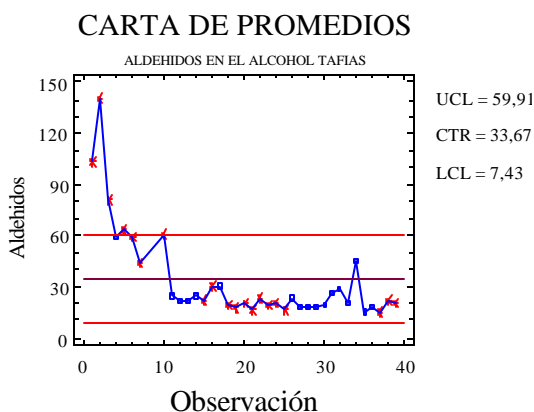
Al concluir que la variable contenido de alcohol es crítica se recomienda continuar el seguimiento permanente para garantizar así el cumplimiento de las especificaciones.

4.2.7.5 ALDEHIDOS

Número de observaciones = 37¹
Desviación estándar = 8.74951

LIMITES DE CONTROL

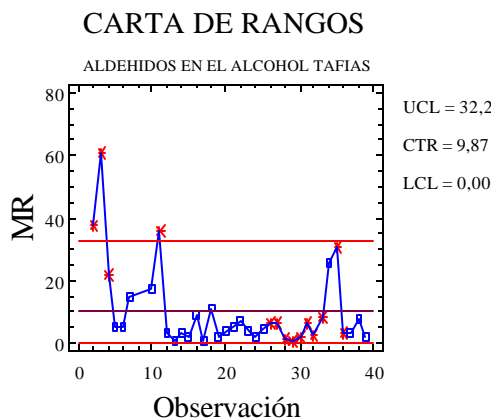
Figura No. 145



Límite superior de control : +3.0 sigma = 59.9161
Línea central (CTR) = 33.6676
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 7.42905

Cinco observaciones fuera de los límites de control

Figura No. 146



Límite superior de control: +3.0 sigma = 32.2594
Línea central (CTR) = 9.86944
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 0,0

Tres observaciones fuera de los límites de control

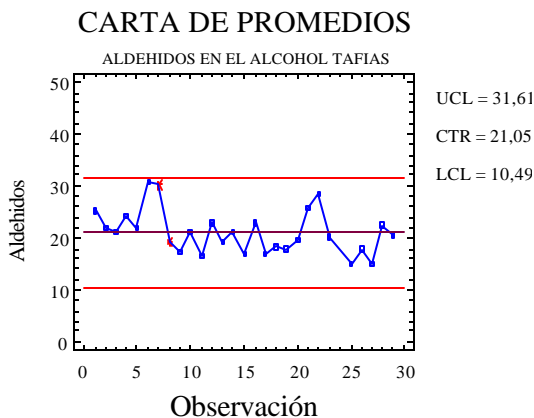
¹ Tabla No. 28, Anexo 2

En la carta de promedios se observa un periodo de estabilización del proceso correspondiente a los diez primeros datos, es necesario entonces excluir estos puntos y graficar nuevamente para observar el comportamiento real de la variable.

LIMITES DE CONTROL RECALCULADOS

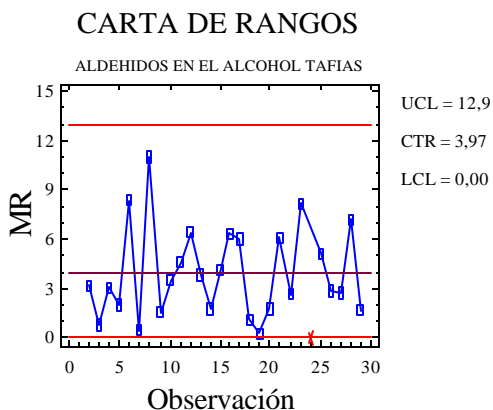
Numero de observaciones = 27¹
 10 observaciones excluidas

Figura No. 147



Límite superior de control : +3.0 sigma = 31.609
 Línea central (CTR) = 21.0514
 Límite inferior de control : -3.0 sigma = 10.4939

Figura No. 148



Límite superior de control : +3.0 sigma = 12,9752
 Línea central (CTR) = 3,96963
 Límite inferior de control : -3.0 sigma = 0,

Al eliminar los puntos iniciales del proceso, se obtuvo en la nueva carta un punto fuera de los límites correspondiente al dato 24 (45,7 mg/dm³) al investigarse en el cromatograma la procedencia de este punto se halló la causa, se cuantificó la suma del metanol y el acetaldehído, procediendo a eliminar este punto se obtuvo un proceso en estado de control.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

ESPECIFICACIONES

Limites actuales norma interna = Limites proyecto NTC 3442

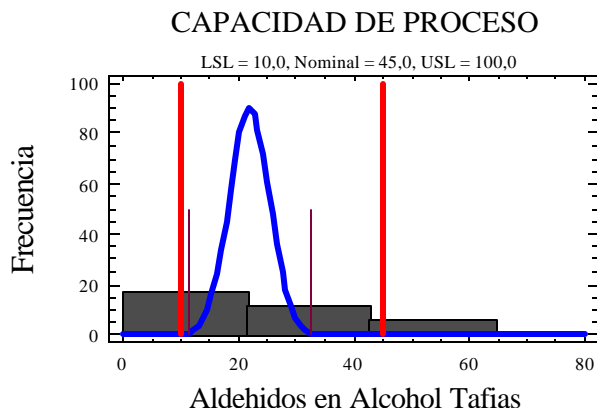
USL = 200 Nominal = 95 LSL = 10
 Cp_k (upper) = 16.95
 Cp_k (lower) = 1.05

ESPECIFICACIONES PROPUESTAS

USL = 100 Nominal = 45 LSL = 10
 Cp_k (upper) = 7,48
 Cp_k (lower) = 1.05

¹ Tabla No. 28, Anexo 2

Figura No. 149



Se obtuvo una capacidad de proceso Cp_k mayor que 1.00, tanto para las especificaciones actuales como para las propuestas, por lo que se garantiza el cumplimiento del requisito. Debido a que los datos no están centrados en la media en lugar de analizar el Cp se analizaron los índices Cp_k .

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Es posible recomendar la disminución del límite superior a 100mg/dm³ ya que los valores extremos presentados por la variable están muy alejados de los límites actuales y es consecuente con el límite establecido para el Ron Viejo de Caldas.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable contenido de aldehydos expresados como aldehído acético en mg/dm³ de alcohol anhidro, no se considera crítica ya que se encuentra bajo control y cumple ampliamente los límites de especificación.

PLANES DE ANÁLISIS

A pesar que la variable cumple ampliamente las especificaciones, se propone controlarla continuamente ya que se mide en conjunto con otros congéneres que se encuentran fuera de control y requieren seguimiento permanente.

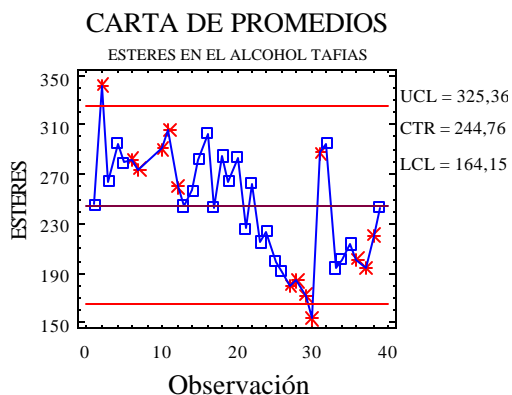
¹ Tabla No. 27, Anexo 2

4.2.7.6 ESTERES

Número de observaciones = 37¹
Desviación estándar = 26.8691

LIMITES DE CONTROL

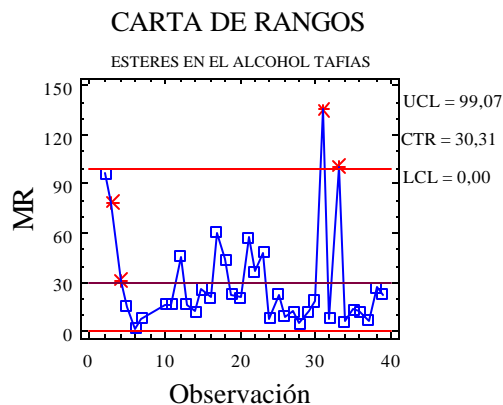
Figura No. 150



Límite superior de control : +3.0 sigma = 325.364
Línea central (CTR) = 244.757
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 164.149

Dos observaciones más allá de los límites de control

Figura No. 151



Límite superior de control : +3.0 sigma = 99.0663
Línea central (CTR) = 30.3083
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 0.0

Dos observaciones más allá de los límites de control

El proceso está fuera de control se observa una disminución progresiva en la media de los datos hasta llegar a valores menores al límite inferior de especificación, luego se presenta un cambio súbito a dos valores altos para nuevamente disminuir, este comportamiento evidencia la inestabilidad de la variable.

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS²

En la carta de promedios se observa el incumplimiento a las reglas A, C y D. Se incumple la regla A debido a la tendencia de los datos a la disminución de la media, esto hace que las primeras observaciones se ubiquen sobre la línea central descendiendo continuamente hasta tenerse solo observaciones debajo de esta línea. La regla D se incumple debido al cambio repentino de la variable entre los datos 30 y 32 donde se observa un incremento muy alto seguido de un decremento brusco, que se evidencia en la carta de rangos al incumplirse la regla D que significa falta de homogeneidad en las observaciones.

¹ Tabla No. 28, Anexo 2

² Anexo 3

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Se recomienda conservar los límites de especificación actuales, brindando especial atención a esta variable en la verificación del cumplimiento de los límites de especificación.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable esteres se considera crítica debido a que se encuentra fuera de control, y además incumple los límites internos de especificación.

PLANES DE ANÁLISIS

Se debe realizar seguimiento permanente de esta variable, puesto que se encuentra fuera de control y además algunas observaciones incumplen la especificación inferior, para esto es recomendable disminuir las extracciones de aceites bajos.

4.2.7.7 TOTAL CONGENERES²

Debido a que el contenido de congéneres es bajo³, se presenta tendencia de los datos al límite inferior, llegando en algunas ocasiones a estar por debajo de este. Se debe realizar seguimiento continuo a las variables que lo constituyen (ácidez, esteres, aldehidos y alcoholes superiores) para controlar las características del alcohol tafias.

¹ Tabla No. 27

² Ver análisis de congéneres en el vino

³ Figura Anexo 2

4.2.8 DESTILACIÓN DE ALCOHOL RECTIFICADO

El vino deslevadurizado precalentado con los vapores de cabeza de la columna de alto grado es recibido en la columna destrozadora (C-510) que consta de 22 platos, esta produce unos vapores alcohólicos que pasan a la columna de alto grado, unos incondensables que van acompañados con vapores alcohólicos, los cuales son enfriados en un intercambiador en donde se condensan los líquidos hidroalcohólicos y regresan a la columna mientras que los incondensables siguen su camino a la atmósfera. El vino deslevadurizado despojado del alcohol fluye hacia abajo en la columna, hasta salir libre de alcohol por el fondo convirtiéndose en las vinazas.

Los vapores producidos en la columna anterior son recibidos por la columna de alto grado (C-520) que consta de 26 platos, esta columna concentra es decir, aumenta el grado alcohólico, hasta producir un alcohol impuro de 93-94% de alcohol. Cuenta con tres condensadores, el primero de los cuales sirve como calentavinos y los otros dos como condensadores propiamente. Las flemazas que salen por el fondo de esta columna es un afluente de carga orgánica baja. Una fracción de los condensados sale como alcohol de mal gusto para uso industrial.

El alcohol impuro obtenido en la columna de alto grado entra a la columna hidroselectora (C-530) que consta de 50 platos, en esta columna se lava el alcohol con las flemas de la columna rectificadora y se hace una separación de alcoholes superiores por la parte superior mientras que el alcohol lavado y con menor cantidad de impurezas sale por el fondo a la columna rectificadora. El proceso de hidroselección consiste en lograr la transferencia de las impurezas orgánicas presentes en el alcohol de alto grado que se tornan solubles en agua a baja concentración alcohólica.

Los vapores alcohólicos producidos en esta columna sirven para calentar la columna depuradora mediante un rehervidor antes de condensarse en el intercambiador respectivo. Una fracción de este condensado es enviada a la columna de concentración cabezas. El calentamiento de esta columna se hace por inyección directa de vapor.

A continuación la columna de rectificación (C-540) que consta de 57 platos, recibe el alcohol del fondo de la hidroselectora a 9-10% de alcohol y lo concentra a 96.0%. Los vapores alcohólicos de esta columna sirven para calentar el fondo de la columna destrozadora mediante un rehervidor antes de condensarse. Una fracción de estos condensados regresa a la columna de hidroselección como reflujo. Esta columna cuenta con una serie de válvulas para extracción de aceites bajos que van a la columna destrozadora y válvulas de extracción de aceites altos los cuales van a la columna hidroselectora.

Las flemazas producidas por esta columna van a un tanque de expansión que produce vapor de baja presión para el calentamiento de la columna de alto grado (C-520) y la columna de concentración de cabezas (C-560). La flemaza líquida se usa para lavar el alcohol en la columna de hidroselección. El calentamiento de esta columna es suministrado por vapor directo a través del rehervidor (E- 540).

Luego la columna depuradora (C-550) que consta de 42 platos, recibe el alcohol rectificado de la columna rectificadora, a 96% de alcohol en volumen. Su objeto es eliminar del alcohol la mayor cantidad de impurezas volátiles tales como metanol y aldehídos muy livianos. Los vapores alcohólicos son condensados en intercambiadores y una fracción de ellos sale como alcohol de mal gusto para uso industrial.

El alcohol rectificado se recupera por la parte inferior de la columna y va a almacenamiento previo paso por el intercambiador de calor para su enfriamiento.

Las extracciones de cabeza de la columna depuradora son recibidas por la columna de concentración de cabezas que consta de 25 platos, esta columna, recibe además el alcohol de cabeza generado en la columna de hidroselección produciendo un alcohol de mal gusto al 93% el cual se une a las extracciones de cabeza de la columna de alto grado. Produce también un aceite fusel y unas flemas que no tienen carga orgánica. El alcohol mal gusto y el aceite fusel se venden para uso industrial.

Control de proceso

Cada cuatro horas el destilador de turno pasa una muestra al laboratorio del alcohol, para realizarle los análisis presentados en la siguiente tabla.

REQUISITOS	NTC 620		Norma Interna ILC	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Contenido de alcohol expresado en grados alcoholimétricos a 20°C	96		96	
Acidez total, expresada como ácido acético en mg/dm ³ de alcohol anhidro		10		5
Aldehídos, expresados como aldehído acético, en mg/dm ³ de alcohol anhidro, máximo		2		2
Ésteres, expresados como acetato de etilo, en mg/dm ³ de alcohol anhidro, máximo		25		10
Alcoholes superiores, expresados como alcohol amílico en mg/dm ³ de alcohol anhidro, máximo		5* 0**		5* 0**
Total de congéneres (acidez, aldehídos, ésteres y alcoholes superiores) en mg/dm ³ de alcohol anhidro, mínimo		35		15
Metanol en mg/dm ³ de alcohol anhidro, máximo		50		0
Tiempo de decoloración (prueba de barbet) en minutos	30		35	
Furfural en mg/dm ³ de alcohol anhidro	No detectable			0

* Debido a la presencia de n-propanol e iso-propanol.

** Debido a la presencia de alcoholes superiores de más de tres átomos de carbono

Tabla No. 29 REQUISITOS DE NORMA INTERNA E ICONTEC PARA EL ALCOHOL RECTIFICADO

4.2.8.1 ACIDEZ TOTAL, ESTERES Y FURFURAL ¹

En el período seleccionado para el análisis de estas variables todas las observaciones dieron como resultado cero, por lo tanto se concluye que se encuentran bajo control. La capacidad de proceso es infinita lo que garantiza que estas variables cumplen ampliamente las especificaciones.

¹ Tabla No. 30, Anexo 2 ver CD

PLAN DE ANÁLISIS

Puesto que las variables acidez total, ésteres y furfural se encuentran bajo control y tienen una capacidad de proceso que permite garantizar el cumplimiento de las especificaciones es posible recomendar la disminución de la frecuencia actual de realización de estos análisis, pero teniendo en cuenta el poco tiempo que requiere la realización de estos análisis se recomienda continuar haciéndolos dos veces por turno.

4.2.8.2 ALDEHIDOS, ALCOHOLES SUPERIORES Y TOTAL CONGÉNERES

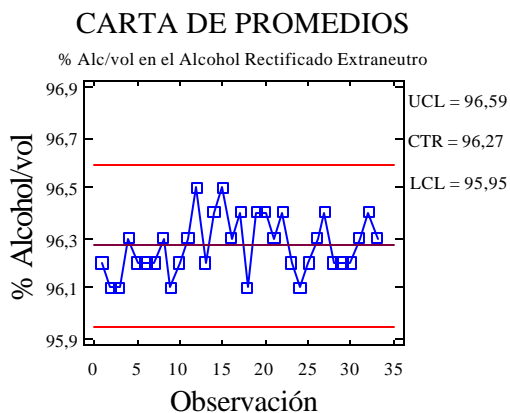
El control de las variables en el alcohol rectificado es muy estricto, razón por la cual se realizan análisis para verificar su calidad cada cuatro horas. Como resultado de este riguroso control se obtuvo que las variables aldehídos, alcoholes superiores y total congéneres cumplieron las especificaciones¹ establecidas tanto por el Icontec como por la empresa, por esta razón no se hicieron modificaciones en estas. A pesar de esto las variables se encontraron estadísticamente fuera de control, este estado se debe a que no presentan una variación aleatoria debido al pequeño rango de variación admisible y a las medidas correctivas tomadas en planta para disminuir la cantidad cuando se reporta el aumento de alguna de las variables.

4.2.8.3 CONTENIDO DE ALCOHOL

Número de observaciones = 34²
Desviación estándar = 0,06178

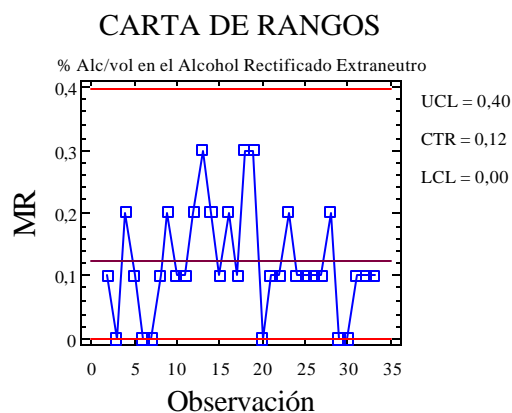
LIMITES DE CONTROL < % alc / vol >

Figura No. 158



Límite superior de control: +3.0sigma = 96,5925
Línea central (CTR) = 96,2734
Límite inferior de control: -3.0sigma = 95,9512

Figura No. 159



Límite superior de control: +3.0sigma = 0,4042
Línea central (CTR) = 0,1232
Límite inferior de control: -3.0sigma = 0,0

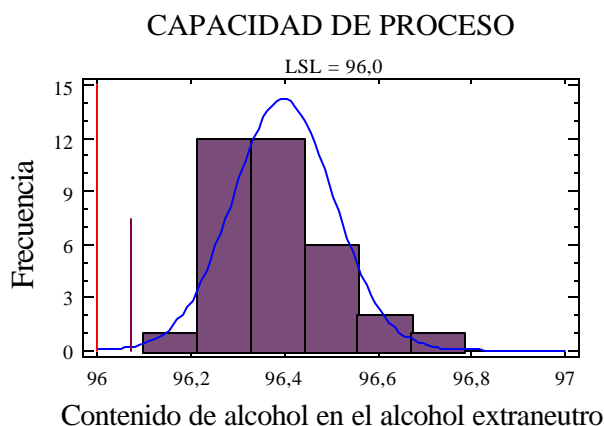
La variable se encuentra estadísticamente bajo control, presenta variación totalmente aleatoria y homogénea.

¹ Figuras Nros. 152 - 157 Anexo 2, ver CD

² Tabla No. 30, Anexo 2 ver CD

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 160



Especificaciones actuales

LSL = 96

C_{pk} (Lower) = 0,421875

Índices hallados con 95% de confiabilidad.

A pesar que la variable se encuentra bajo control, no es posible garantizar el cumplimiento de la especificación, puesto que el índice de capacidad de proceso obtenido fue menor que 1.

Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad² los datos no presentan distribución normal con el 90% de confiabilidad.

LIMITES DE ESPECIFICACION³

Los datos empleados en el análisis de esta variable muestran que se cumple con la especificación vigente en la norma interna, la cual está basada en la norma NTC 620 (Bebidas alcohólicas, alcohol etílico), pero del análisis de capacidad de proceso se concluye que hay una gran tendencia de los datos hacia el límite de especificación por lo tanto no es posible aumentar el valor de dicho límite.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable contenido de alcohol es una variable crítica, ya que es uno de los requisitos más importantes que debe cumplir el alcohol rectificado y además los datos presentan gran tendencia hacia el valor de la especificación.

² Pruebas para determinar Distribución Normal, Anexo 4

³ Tabla No. 29, Anexo 2 ver CD

PLAN DE ANALISIS

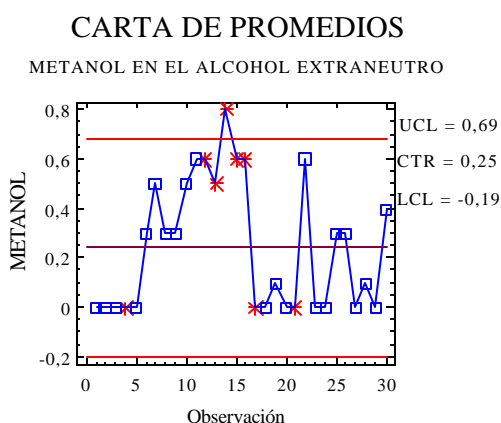
La variable contenido de alcohol es crítica en el control de este tipo de alcohol, y además el índice de capacidad de proceso obtenido no permite asegurar el cumplimiento del requisito, por lo tanto es necesario continuar realizando el análisis de esta variable dos veces por turno.

4.2.8.4 METANOL

Número de observaciones = 30¹
Desviación estándar = 0,06178

LIMITES DE CONTROL < mg/dm³ >

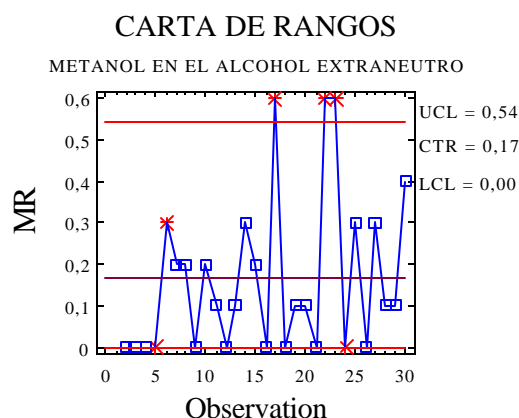
Figura No. 161



Límite superior de control: +3.0sigma = 0,686872
Línea central (CTR) = 0,246667
Límite inferior de control: -3.0sigma = -0,193539

Una observación fuera de los límites de control

Figura No. 162



Límite superior de control: +3.0sigma = 0,541012
Línea central (CTR) = 0,165517
Límite inferior de control: -3.0sigma = 0,0

Tres observaciones fuera de los límites de control

La variable se encuentra fuera de control, se observan puntos fuera de los límites en ambas cartas, además variación no aleatoria.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

En la carta de promedios se observa que gran cantidad de datos incumplen la especificación de norma interna. Estos valores no se consideran un riesgo puesto que están muy alejados de la especificación requerida por el Icontec, además estas concentraciones de metanol no afectan las características organolépticas del alcohol rectificado. Teniendo en cuenta las anteriores razones se propone como límite de especificación para la variable metanol máximo 1 mg/dm³.

¹ Tabla de datos No. 30, Anexo 2 ver CD

² Tabla No. 29

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable metanol se considera crítica ya que incumple la especificación actual de la norma interna y además se encuentra estadísticamente fuera de control.

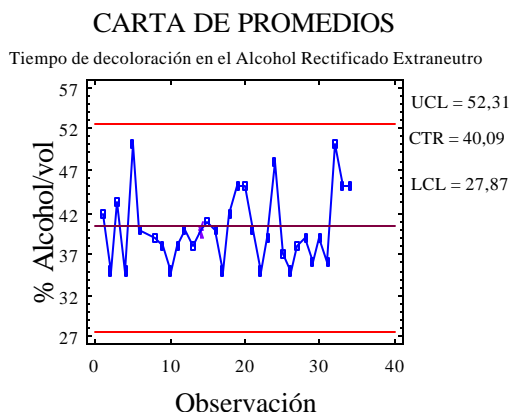
PLAN DE ANALISIS

Debido a que la variable metanol es crítica se debe continuar realizando su seguimiento dos veces por turno.

4.2.8.5 TIEMPO DE DECOLORACION

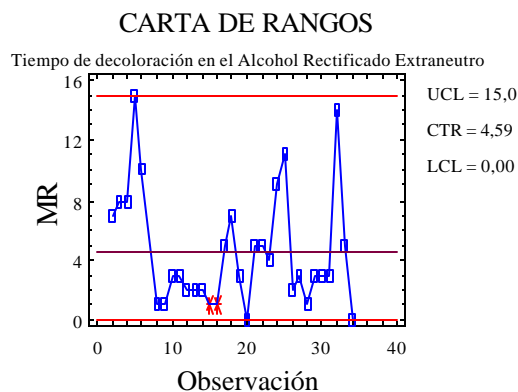
Número de observaciones = 33¹
Desviación estándar = 4,07247

Figura No. 163



Límite superior de control: +3.0sigma = 52,3083
Línea central (CTR) = 40,0909
Límite inferior de control: -3.0sigma = 27,8735

Figura No. 164



Límite superior de control: +3.0sigma = 15,0152
Línea central (CTR) = 4,59375
Límite inferior de control: -3.0sigma = 0,0

No se presentan no presenta datos fuera de los límites de control, por lo tanto se establece que la variable se encuentra bajo control.

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS²

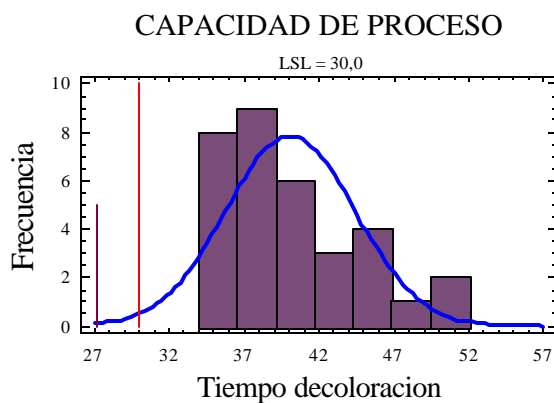
La carta de promedios no se incumple ninguna de las reglas consideradas, por lo que se considera que la variación es aleatoria. En la carta de rangos se incumple la regla A debido a las pequeñas diferencias entre los datos 6 al 14.

¹ Tabla No. 30, Anexo 2

² Anexo 3

ANALISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 165



ESPECIFICACIONES NTC 620

LSL= 30
Cpk = 0,825944

ESPECIFICACIONES ILC

LSL=35
Cpk=0,416693

Tanto para las especificaciones requeridas por el Icontec como para las de la norma interna se obtuvo una capacidad de proceso menor que 1, por lo tanto no es posible disminuir la frecuencia de realización del análisis garantizan el cumplimiento del requisito. Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad¹ los datos no presentan distribución normal con el 99% de confiabilidad.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Actualmente la empresa tiene establecido como tiempo mínimo 35 minutos, y según se observa en la carta de promedios todos los datos lo cumplen. Se presenta gran tendencia hacia el teniendo datos exactamente en el límite, por esta razón se recomienda conservar la especificación actual.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

El tiempo de decoloración es una variable crítica ya que es una de las más importantes en el control de calidad del alcohol rectificado, y además los datos del proceso se encuentran muy cercanos de los requisitos de ambas normas.

PLAN DE ANALISIS

Debido a que el tiempo de decoloración es una variable crítica se recomienda continuar con el plan actual de análisis, dos veces por turno.

¹ Pruebas para determinar Distribución Normal, Anexo 4

² Tabla No. 29

4.2.9 RON VIEJO DE CALDAS¹

El proceso de producción de ron es similar al del aguardiente, aunque aquí existe un proceso de añejamiento que no existe en el anterior. El proceso comienza con la cocción de los aditivos que lleva el ron, estos son Algarrobas y uvas pasas, ambos componentes se introducen dentro de unas marmitas de cocción donde se produce la extracción, la cocción dura entre 4 ½ y 5 horas.

Para preparar el ron mezcla se agrega alcohol rectificado y agua suavizada al anterior extracto, se almacenan en tinas de roble con capacidad de 10000 litros en las bodegas 3 o 4 por un espacio entre 3 y 4 meses. Para la elaboración del ron se mezcla la preparación anterior, tafias con tres años de añejamiento, agua suavizada y caramelo. Se hace un trasvase a alguna de las tinas de las bodegas 2, 5 ó 6. De esta área se envía el producto a elaboración de licores pasando el ron mezcla por el filtro de arena, la mezcla se realiza en tanques de acero inoxidable (en el momento se cuenta con seis tanques de 50000 litros y uno de 100000 litros). Finalmente se analiza al igual que en el proceso producción de Aguardiente el grado alcohólico aparente para el cual también se tienen rangos establecidos.

Control de proceso

Finalizada la preparación del lote del producto se toman dos muestras para ser analizadas en el laboratorio, allí se le realizan los análisis que se presentan en la Tabla No. 31 Y además el análisis sensorial. Una vez aprobado por esta dependencia el licor se envía a la planta de envasados para su empaque y posterior distribución.

Tabla No. 31 Especificaciones de Norma interna e ICONTEC para el RVC

REQUISITOS	Límites NTC 278		Límites Norma Interna	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Contenido de alcohol expresado en grados alcoholimétricos a 20°C	35	35.5	35.1	35.5
Extracto seco total, expresado en g/l a 100°C - 105°C		20	2.5	5.0
Acidez total, expresada como ácido acético en mg/dm ³ de alcohol anhidro		1.000	150	500
Acidez volátil, expresada como ácido acético en mg/dm ³ de alcohol anhidro, máximo		1.000	70	400
Aldehídos, expresados como aldehído acético, en mg/dm ³ de alcohol anhidro, máximo		400	10	100
Ésteres, expresados como acetato de etilo, en mg/dm ³ de alcohol anhidro, máximo		10.000	150	500
Alcoholes superiores, expresados como alcohol amílico en mg/dm ³ de alcohol anhidro, máximo		3.000	500	1200
Total de congéneres (acidez volátil aldehídos, ésteres y alcoholes superiores) en mg/dm ³ de alcohol anhidro, mínimo	250			
Metanol en mg/dm ³ de alcohol anhidro, máximo		300	0	100
Furfural en mg/dm ³ de alcohol anhidro		10	0	10
Cobre, expresado como Cu en mg/dm ³ , máximo		1	0	1
Hierro, expresado como Fe en mg/dm ³ , máximo		8	0	8

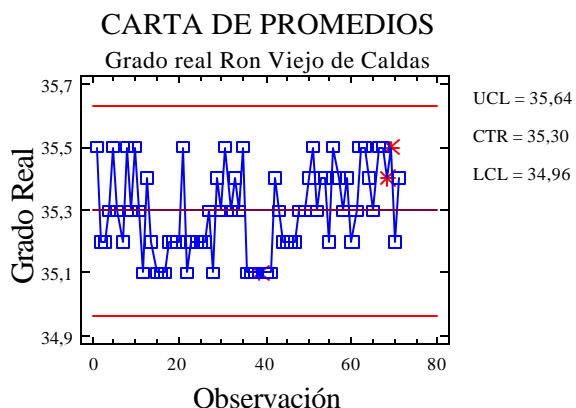
¹ Diagrama A, Anexo 5

4.2.9.1 CONTENIDO REAL DE ALCOHOL (Grado real)

Numero de observaciones = 71¹
Desviación estándar = 0.115248

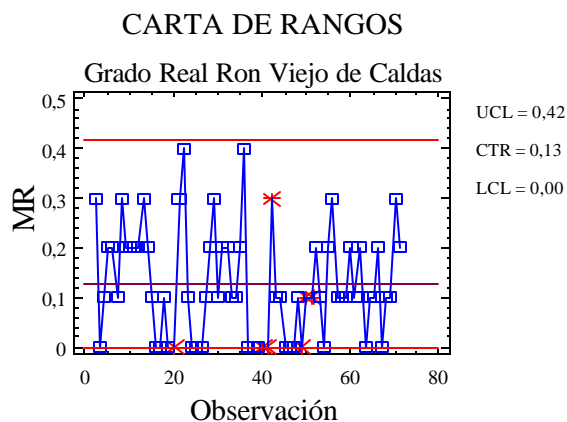
LIMITES DE CONTROL < % alc/vol >

Figura No. 166



Límite superior de control: +3.0 sigma = 35.6415
Límite central (CTR) = 35.2958
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 34.95

Figura No. 167



Límite superior de control : +3.0 sigma =0.42492
Línea central(CTR) = 0.13
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 0.0

El proceso está en control estadístico, y ninguna de las observaciones sobrepasa los límites de especificación.

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS²

En la carta de promedios se observa violaciones a las reglas A, B y C. Las dos primeras se presentan por una serie de datos con valores mayores a la media pero que en ningún caso caen fuera de las especificaciones por lo que se considera una tendencia común al tenerse un rango de variación tan estrecho. La regla C es violada por la misma razón teniéndose una serie de datos constantes en el límite inferior de especificación o sea más allá de una desviación estándar o sigma.

En la carta de rangos se observa violaciones a las reglas A y C debido también al limitado rango de variación considerado en la norma interna (35,1 -35,5), por lo que en los casos que se incumple la regla A se tienen series con datos sin variación y cuando se infringe la regla C se presentan diferencias más altas entre datos consecutivos que no son problema si cumplen las especificaciones internas.

¹ Tabla No. 32, Anexo 2

² Anexo 3, CD

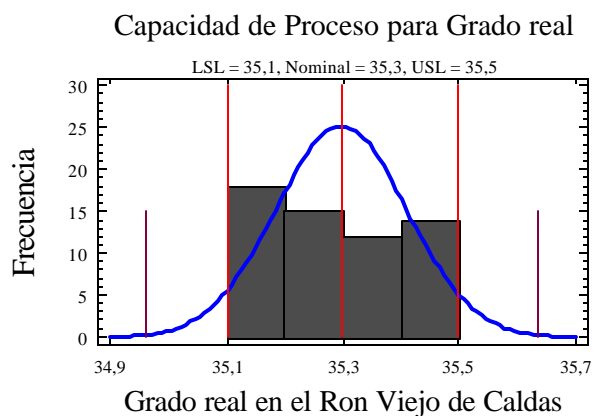
LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Se recomienda conservar los límites de especificación actuales por las siguientes consideraciones:

- Al disminuir el límite inferior a 35 (Valor mínimo exigido por la norma NTC 278) se corre el riesgo que el producto pierda alcohol por evaporación durante su permanencia en el mercado y por lo tanto no cumpla con este requerimiento, poniendo en riesgo la calidad del producto.
- No es posible aumentar el límite superior más de 35.5 grados alcoholimétricos ya que la norma NTC 278 permite una tolerancia de (+/-) 0.5 grados siempre que el índice final no sea inferior al límite mínimo fijado para este producto (35 grados alcoholimétricos), por lo cual no es válida la tolerancia inferior.

ANALISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 168



ESPECIFICACIONES ACTUALES

USL = 35.5 Nominal = 35.3 LSL = 35.1
 $C_{pk} \text{ (lower)} = 0.583132$
 $C_{pk} \text{ (upper)} = 0,599791$

ESPECIFICACIONES NTC 278

USL = 35.5 Nominal = 35.3 LSL = 35.0
 $C_{pk} \text{ (lower)} = 0.878861$
 $C_{pk} \text{ (upper)} = 0,599791$

La capacidad de proceso ($C_{pk} < 1$) obtenida tanto para las especificaciones actuales (norma interna) como para las especificaciones de la Norma ICONTEC, no permite asegurar el cumplimiento del requisito.

Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad² los datos no presentan distribución normal con el 99% de confiabilidad.

¹ Tabla No. 31

² Test de normalidad, Anexo 4

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

El grado real es una variable crítica, debido a que:

- El límite exigido en la norma NTC 278 y las especificaciones internas de la empresa son muy cercanos a bs valores extremos del proceso, por lo tanto es necesario asegurar su cumplimiento.
- Garantiza la calidad del producto

PLAN DE ANÁLISIS

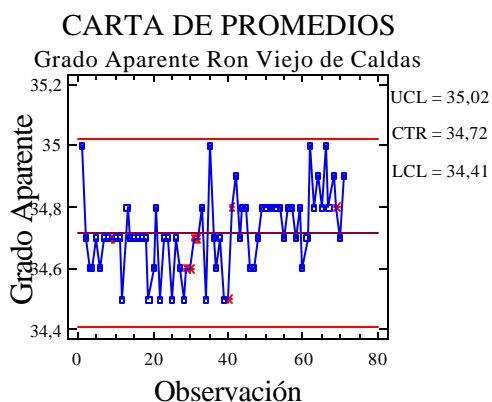
Debido a que la capacidad de proceso obtenida para las especificaciones actuales de esta variable es menor que 1 se recomienda realizar seguimiento a cada lote, para garantizar el cumplimiento de la norma NTC 278 mínimo 35 grados alcoholimétricos.

4.2.9.2 CONTENIDO APARENTE DE ALCOHOL (Grado Aparente)

Número de observaciones = 71¹
Desviación estándar = 0.098931

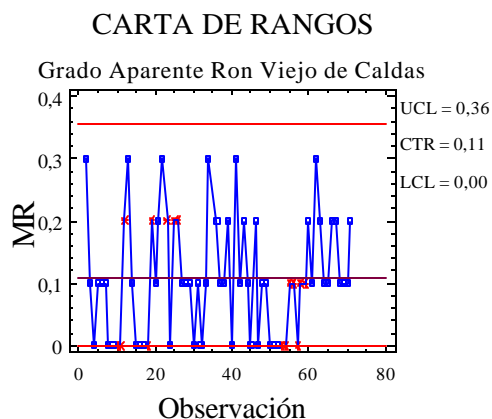
LIMITES DE CONTROL < % alc/vol >

Figura No. 169



Límite superior de control: +3.0 sigma = 35.0208
Línea central (CTR) = 34.7155
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 34.409

Figura No. 170



Límite superior de control: +3.0 sigma = 0.364759
Línea central = 0.111594
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0.0

¹ Tabla No.32, Anexo 2

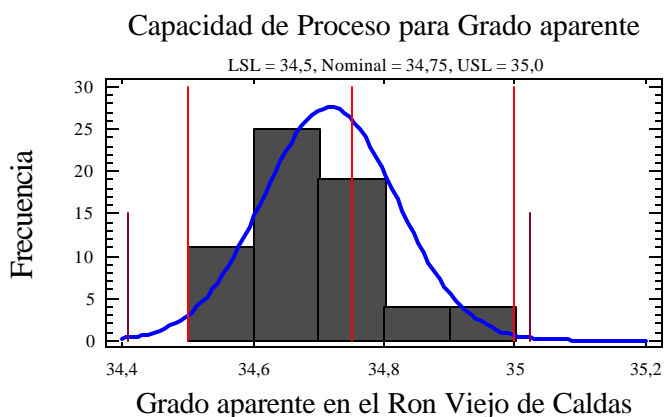
La variable está bajo control no es necesario realizar análisis de tendencias debido a que la variable a controlar es el grado real.

LIMITES DE ESPECIFICACION

Se propone tomar como límites de especificación para grado aparente (34.5 - 35) y como valor nominal (34.7), ya que para estos se obtiene límites de especificación de grado real en el rango 35.1-35.5

ANALISIS CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 171



ESPECIFICACIONES PROPUESTAS

USL= 35 NOMINAL= 34,75 LSL= 34,5

C_{pk} (lower) = 0.704793

C_{pk} (upper)= 0,919896

Dado que la capacidad de proceso C_{pk} es menor que 1, no es posible garantizar el cumplimiento del rango propuesto.

Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad¹ los datos no presentan distribución normal con el 99% de confiabilidad.

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que la capacidad de proceso obtenida para esta variable es menor que 1 se debe hacer seguimiento permanente.

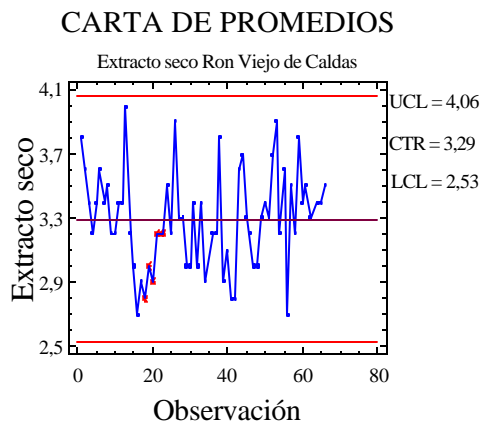
¹ Test de normalidad, Anexo 4

4.2.9.3 EXTRACTO SECO

Número de observaciones = 67¹
Desviación estándar = 0.265957

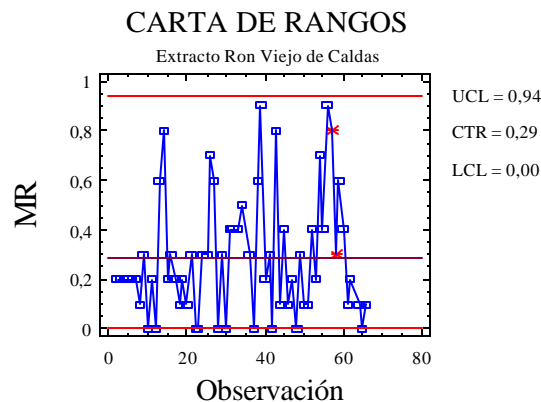
LIMITES DE CONTROL

Figura No. 172



Límite superior de control : +3.0 sigma = 4.05907
Línea central = 3.26119
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 2.46332

Figura No. 173



Límite superior de control : +3.0 sigma = 0.980585
Línea central = 0.3
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0.0

La variable esta en control estadístico, se observa falta de aleatoriedad.

INTERPRETACIÓN DE PATRONES O TENDENCIAS²

En la carta de promedios se observa violación de las reglas A, y C como causa de una tendencia a disminuir, al ser superada incumple las reglas mencionadas, siguiendo luego un patrón aleatorio normal.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN³

La norma NTC 278 posee como límite superior para extracto seco 20 g/dm³, este valor es muy alto comparado con el valor máximo presentado por la variable 4 g/dm³, por lo cual se recomienda conservar el rango de especificación actual 2.5 – 5.

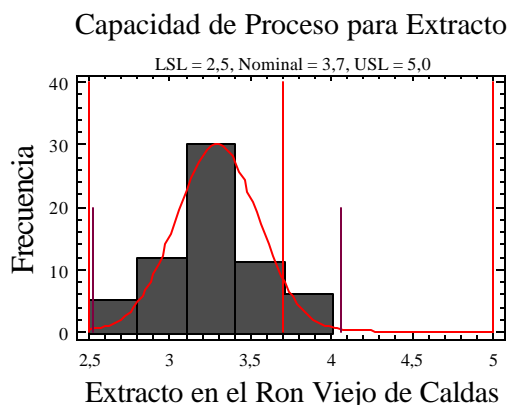
¹ Tabla No. 32, Anexo 2

² Anexo 3

³ Tabla No. 31

ANALISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 174



ESPECIFICACIONES ACTUALES

USL = 5 Nominal = 3.7 LSL = 2.5
 $C_{pk} \text{ (lower)} = 1.038$
 $C_{pk} \text{ (upper)} = 2,233$

ESPECIFICACIONES LIMITES NTC 278

USL = 20 Nominal = 10 LSL = 0
 $C_{pk} \text{ (lower)} = 4.3106$
 $C_{pk} \text{ (upper)} = 21,864$

Se obtuvo una capacidad de proceso mayor que 1, tanto para los límites de la norma NTC 278, como para las especificaciones actuales, lo cual garantiza que la variable cumple las especificaciones.

Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad¹ los datos no presentan distribución normal con el 99% de confiabilidad.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable extracto seco no se considera crítica, debido a que los límites exigidos por la norma NTC 278 para el Ron Viejo de Caldas son muy amplios comparados con las especificaciones de la norma interna y los valores extremos del proceso, teniéndose una capacidad de proceso que asegura el cumplimiento de las especificaciones.

PLAN DE ANÁLISIS

La capacidad de proceso obtenida para los límites actuales de la variable extracto seco, permite recomendar la realización de análisis espaciados, pero debido a que este es un análisis intermedio en la determinación de la acidez volátil su frecuencia dependerá de la recomendada para esta variable.

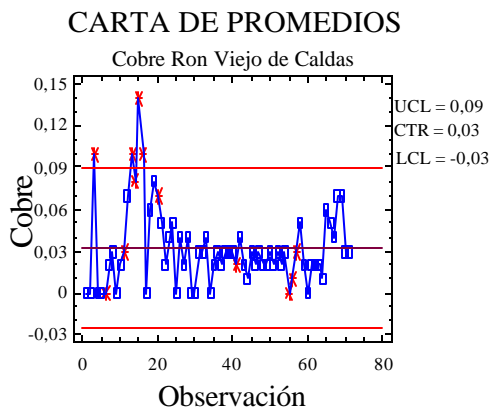
¹ Test de normalidad Anexo 4

4.2.9.4 COBRE

Número de observaciones = 70¹
Desviación estándar = 0.0183729

LIMITES DE CONTROL

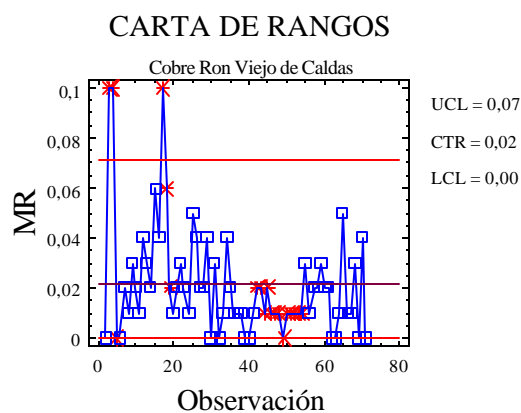
Figura No. 175



Límite superior de control: +3.0 sigma = 0.0896243
Línea central = 0.0322535
Límite inferior de control : -3.0 sigma = -0.0251173

Cuatro puntos fuera de los límites

Figura No. 176

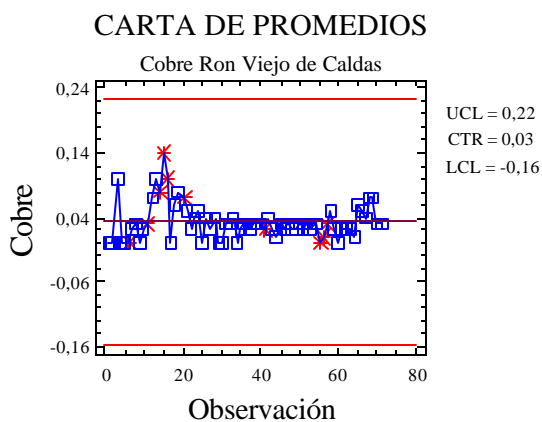


Límite superior de control: +3.0 sigma = 0.0705087
Línea central = 0.0215714
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 0

Tres puntos fuera de los límites de control

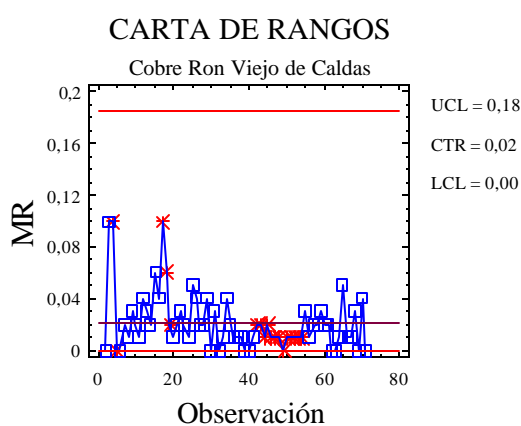
La variable está fuera de control para los límites 3 sigma pero ya que los datos del proceso se encuentran tan alejados del límite exigido por las normas es posible ampliar los límites de control.

Figura No. 177



Límite superior de control : +10.0 sigma = 0.22349
Línea central = 0.0322535
Límite inferior de control: -10.0 sigma = -0.158983

Figura No. 178



Límite superior de control: +10.0 sigma = 0.184696
Línea central(CTR) = 0.0215714
Límite inferior de control LCL: -10.0 sigma = 0.0

¹ Tabla No. 32, Anexo 2

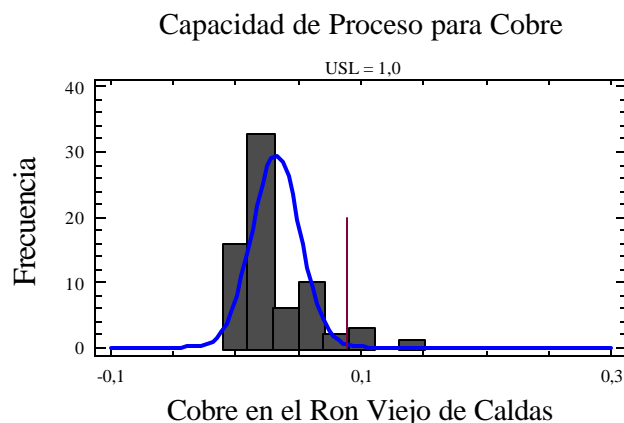
Al ampliar los límites de especificación a 10 sigma se obtiene una variable bajo control con límites de control muy alejados de las especificaciones.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Los datos correspondientes a la variable cobre cumplen con los límites establecidos en las normas interna e ICONTEC, por lo tanto no se harán modificaciones en ellos.

ANALISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 179



ESPECIFICACIONES

LIMITES ACTUALES = LIMITES DE NTC 278

USL = 1

C_{pk} (upper) = 16.87

Las especificaciones actuales de la norma interna (máximo 1 mg/dm³) son iguales a los requisitos de norma la norma NTC 278, para estas se obtuvo una capacidad de proceso C_{pk} = 16.87, que permite asegurar el cumplimiento del requisito. Se obtiene solo un índice denominado C_{pk} upper o superior debido a que solo se tiene este límite de especificación.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable cobre no se considera crítica, debido a que los límites exigidos por la norma son muy amplios y los valores extremos del proceso están muy alejados de estos.

Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad² los datos no presentan distribución normal con el 99% de confiabilidad.

PLAN DE ANÁLISIS

La capacidad de proceso obtenida para los límites actuales de esta variable, permite recomendar la realización de mediciones preventivas espaciadas ya que la variable cumple ampliamente las especificaciones, se propone cada cinco lotes.

¹ Tabla No. 31

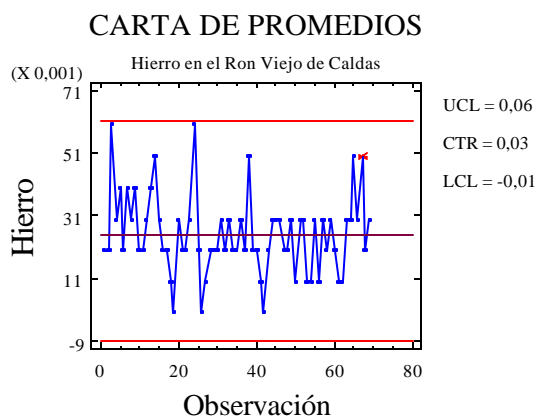
² Test de normalidad, Anexo 4

4.2.9.5 HIERRO

Número de observaciones = 71¹
Desviación estándar = 0.0114349

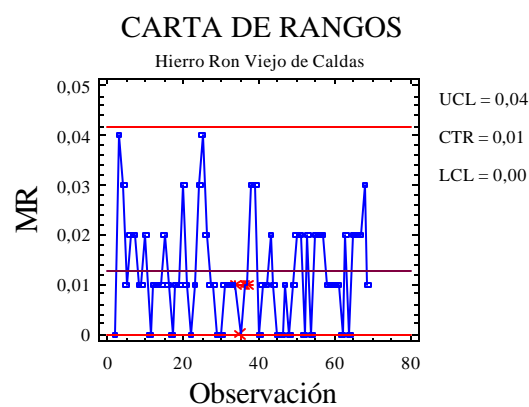
LIMITES DE CONTROL

Figura No. 180



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 0.064736$
Línea central = 0.0247143
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = -0.0095903$

Figura No. 181

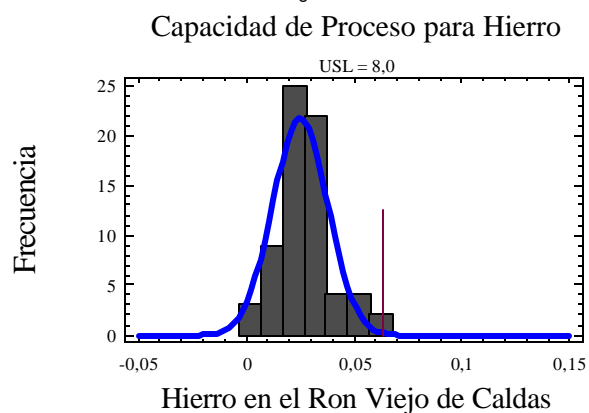


Límite superior de control : $+3.0 \text{ sigma} = 0.04216$
Línea central = 0.0128986
Límite inferior de control : $-3.0 \text{ sigma} = 0.0$

El proceso está en control estadístico, se observa muy buena aleatoriedad y homogeneidad.

ANALISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 182



¹ Tabla No. 32, Anexo 2

ESPECIFICACIONES
LIMITES ACTUALES = LIMITES DE NTC 278

$$\begin{aligned} \text{USL} &= 8 \\ C_{pk} &= 234,37 \end{aligned}$$

Las especificaciones actuales de la norma interna son iguales a los requisitos de norma la norma NTC 278, para estas se obtuvo una capacidad de proceso $C_{pk} = 234,37$ que permite asegurar ampliamente el cumplimiento del requisito. Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad¹ los datos no presentan distribución normal con el 99% de confiabilidad.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Para los límites actuales de especificación de la norma interna (máximo 8 mg/dm³) se obtiene un proceso capaz de cumplir las especificaciones ampliamente, por lo tanto no se harán modificaciones en ellos.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable hierro no se considera crítica, debido a que los límites exigidos por la norma son muy amplios y los valores extremos del proceso están muy alejados de estos.

PLAN DE ANÁLISIS

La capacidad de proceso obtenida para los límites actuales de esta variable, permite recomendar la realización de mediciones preventivas espaciadas, ya que la variable cumple ampliamente las especificaciones.

¹ Test de normalidad Anexo 4

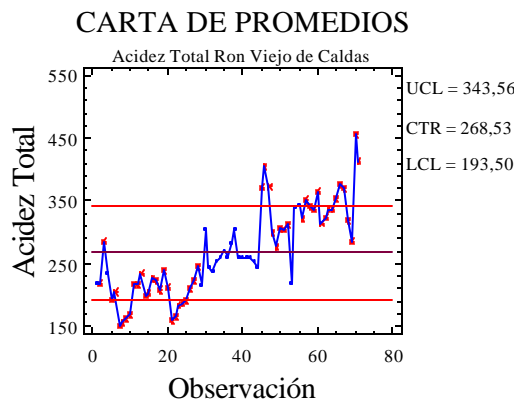
² Tabla No. 31

4.2.9.6 ACIDEZ TOTAL

Número de observaciones = 71¹
Desviación estándar = 25.0101

LIMITES DE CONTROL

Figura No. 183

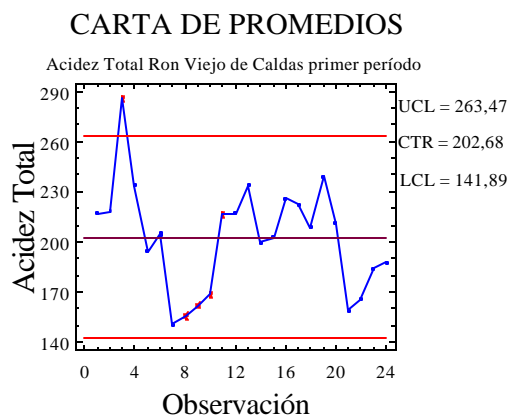


Límite superior de control : +3.0 sigma = 343.56
Línea central (CTR) = 268.531
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 193.5

Diecinueve puntos fuera de los límites

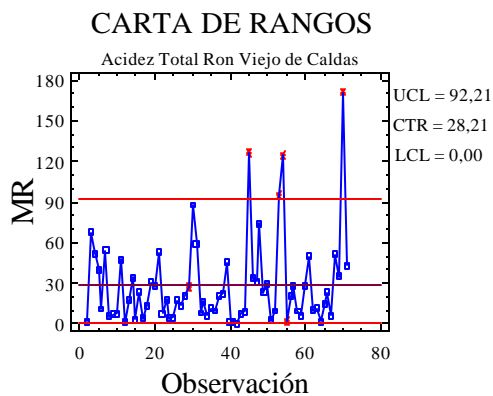
La variable esta fuera de control, pero cumple las especificaciones internas y legales. Se observa falta de homogeneidad y aleatoriedad. Se distinguen tres períodos los cuales se analizan a continuación:

Primer período: Figura No. 185



Límite superior de control : +3.0 sigma = 263.472
Línea central (CTR) = 202.683
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 141.895
Un punto fuera de los límites

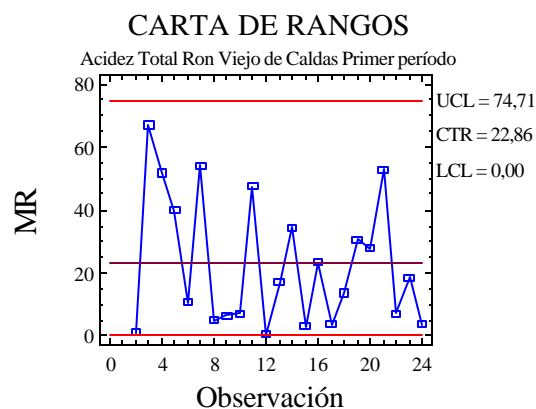
Figura No. 184



Límite superior de control : +3.0 sigma = 92.212
Línea central = 28.214
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 0,0

Cuatro puntos fuera de los límites

Figura No. 186



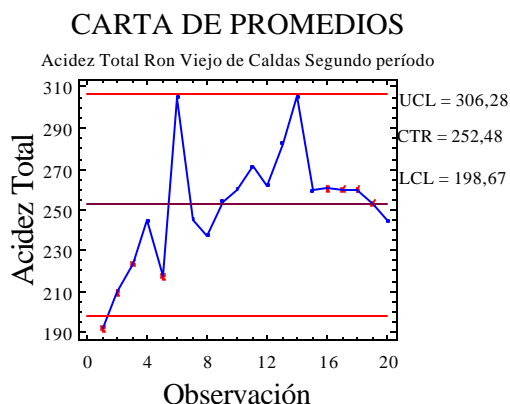
Límite superior de control : +3.0 sigma = 74.7092
Línea central = 22.8565
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 0,0

¹ Tabla No. 32, Anexo 2

Se incluyen en este gráfico los datos de los lotes 1 al 24 del año 2002, se observa en este período valores de acidez tan bajos que tienden al límite inferior como resultado de su añejamiento en barriles viejos de cuarto y quinto uso.

Segundo período:

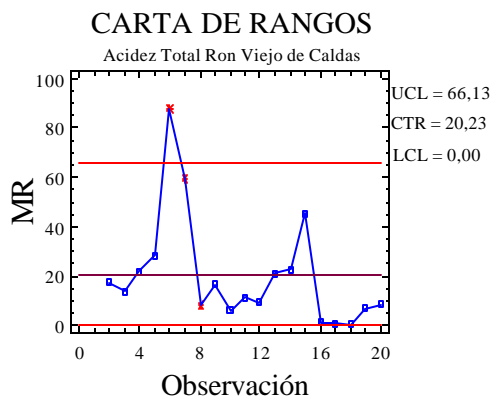
Figura No. 187



Límite superior de control : $+3.0 \text{ sigma} = 306.282$
Línea central = 252.475
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 198.668$

Un punto fuera de los límites

Figura No. 188



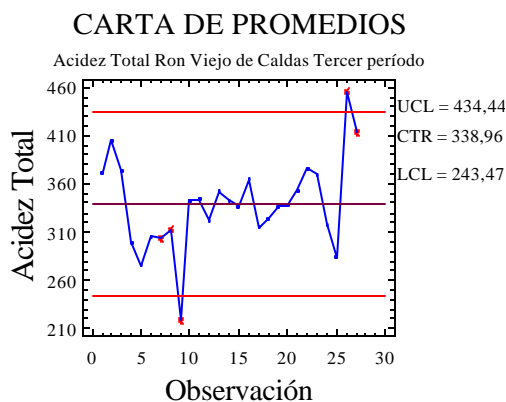
Límite superior de control : $+3.0 \text{ sigma} = 66.1293$
Línea central = 20.2316
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 0$

Un punto fuera de los límites

El segundo período está comprendido por los datos de los lotes 25 al 45 en los que se presenta un aumento en la media finalizando con una leve disminución, estos lotes fueron añejados en barriles Trinidad de tercer uso y nuevos con los cuales no se consigue aún la acidez esperada.

Tercer período

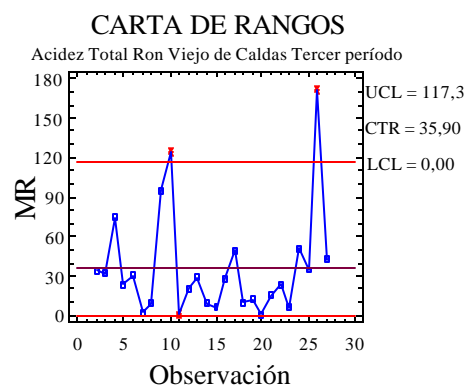
Figura No. 189



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 434.445$
Línea central = 338.956
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 243.467$

Dos puntos fuera de los límites

Figura No. 190



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 117.356$
Línea central = 35.9038
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 0$

Dos puntos fuera de los límites

En este período se encuentran los datos de los lotes 45 al 71, se puede observar el aumento en la acidez con respecto a los períodos anteriores puesto que en la elaboración de estos lotes de ron se utilizaron tafias añejas en barriles nuevos y Trinidad segundo uso, se recomienda continuar añejando en estos barriles debido a que en este período se observa una gran mejora de la variable aunque aún se encuentra fuera de control por la presencia de algunos datos de acidez baja.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Se deben conservar los límites de especificación actuales, pero es necesario realizar un seguimiento permanente ya que el proceso se encuentra fuera de control.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable acidez total se considera crítica, debido a que los valores extremos del proceso son muy cercanos a los límites exigidos por la norma interna y estos fueron definidos con base en los requisitos del cliente por lo cual se debe brindar especial atención al ser esta variable una de las más importantes en la calidad de los rones.

El ácido acético ocupa entre el 75% y el 85% del total de ácidos en las bebidas alcohólicas, el contenido de otros ácidos grasos, excluyendo el ácido acético, es prácticamente invariable. La diferencia más significativa entre el ron y otras bebidas es la presencia del ácido 2-etil-3-metil-butanoico, exclusivo de sus aroma. Su origen se cree derivado de la materia prima usada en su elaboración.²

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que el proceso esta fuera de control no es posible garantizar el cumplimiento de este requisito, por lo tanto se recomienda realizar seguimiento permanente de esta variable en cada lote.

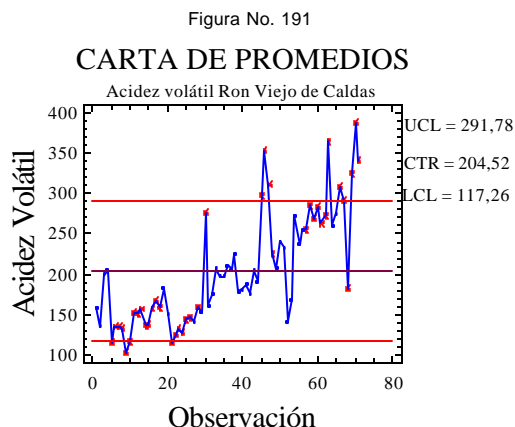
¹ Tabla No. 31

² Tomado de la Tesis “Determinación por reactivo de Schiff del contenido de aldehídos en el alcohol etílico y licores de la Industria Licorera de Caldas”.

4.2.9.7 ACIDEZ VOLÁTIL

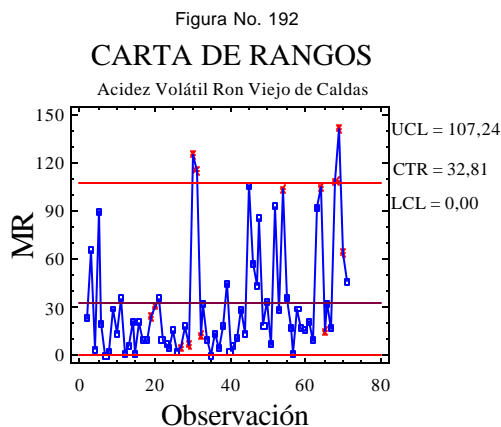
Número de observaciones = 71¹
Desviación estándar = 29.0869

LIMITES DE CONTROL



Límite superior de control : $+3.0 \text{ sigma} = 291.782$
Línea central = 204.521
Límite inferior de control : $-3.0 \text{ sigma} = 117.26$

Doce observaciones fuera de los límites de control



Límite superior de control : $+3.0 \text{ sigma} = 107.243$
Línea central = 32.81
Límite inferior de control : $-3.0 \text{ sigma} = 0.0$

Cuatro observaciones fuera de los límites de control

El proceso está fuera de control, se presenta el mismo comportamiento observado en la variable acidez total obedeciendo a las mismas causas razón por la cual no se realizará el análisis considerando los tres periodos estudiados para la variable anterior.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Se deben conservar los límites de especificación actuales, pero es necesario realizar un seguimiento permanente para garantizar su cumplimiento.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRÍTICAS

La variable acidez volátil se considera crítica, debido a que los límites exigidos por la norma y los valores extremos del proceso son muy cercanos, además el proceso está fuera de control.

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que el proceso está fuera de control no es posible garantizar el cumplimiento de este requisito, por lo tanto se recomienda realizar seguimiento permanente de esta variable ya que muchas observaciones tienden a los valores extremos.

¹ Tabla No. 32, Anexo 2

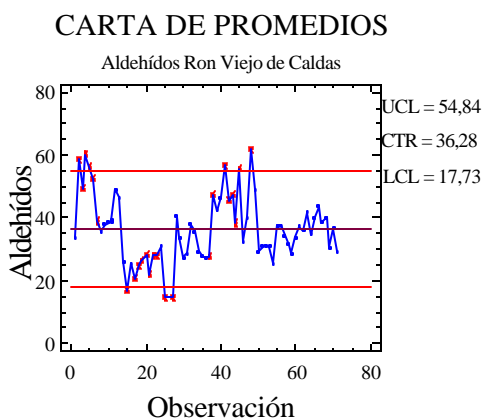
² Tabla No. 31

4.2.9.8 ALDEHÍDOS

Número de observaciones: 70¹
Desviación estándar = 6.18512

LIMITES DE CONTROL

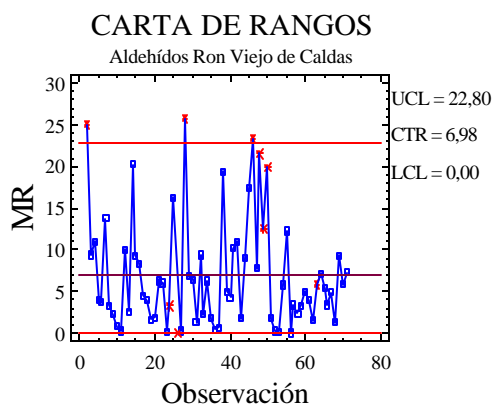
Figura No. 193



Límite superior de control: +3.0 sigma = 54.7687
Línea central = 36.2814
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 17.7261

Nueve observaciones fuera de los límites de control

Figura No. 194



Límite superior de control: +3.0 sigma = 22.8045
Línea central = 6.97681
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0.0

Tres observaciones fuera de los límites de control

La variable está fuera de control pero cumple con las especificaciones de las normas interna e ICONTEC, se observa falta de homogeneidad y aleatoriedad.

INTERPRETACION DE PATRONES O TENDENCIAS²

En la carta de promedios se observan violaciones a las reglas A, C y D. La violación de estas reglas es debido a la falta de homogeneidad de las observaciones que no hace de la media un valor representativo al verse influenciado por cambios bruscos en las series de datos de valores altos a bajos y viceversa.

En la carta de Rangos se infringen las mismas reglas que en la de promedios por la falta de homogeneidad en los datos viéndose reflejada en la alta dispersión mostrada por las reglas C y D, y provocando que los datos homogéneos se encuentren por debajo de la media incumpliendo la regla A.

¹ Tabla No. 32, Anexo 2

² Anexo 3

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Se deben conservar los límites de especificación actuales, pero es necesario realizar un seguimiento permanente para garantizar su cumplimiento, debido a que el proceso está fuera de control.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable aldehído se considera crítica, debido a que está fuera de control, además es un compuesto de especial importancia en los matices del aroma, siendo uno de los productos secundarios de la fermentación alcohólica que en mayor cantidad se produce. Entre los componentes volátiles encontrados en las bebidas alcohólicas destiladas los carbonilos alifáticos aportan gran calidad al sabor y olor de una bebida, particularmente si están presentes en grandes cantidades, generalmente el acetaldehído es el componente más abundante dentro del grupo carbonilo.²

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que la variable esta fuera de control no es posible garantizar el cumplimiento de este requisito, a pesar que la capacidad de proceso obtenida para los limites actuales es mayor que 1.33, por lo tanto se recomienda realizar seguimiento permanente de esta variable.

¹ Tabla No. 31, Pág. 109

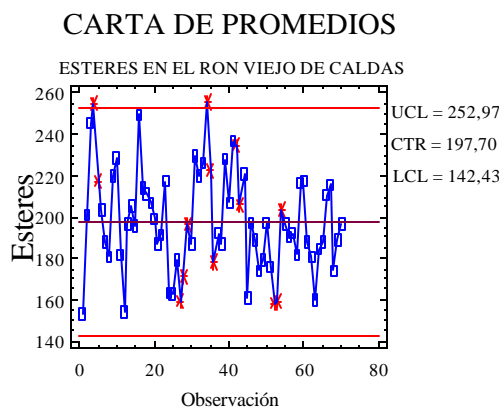
² Tomado de la Tesis “Determinación por reactivo de Schiff del contenido de aldehídos en el alcohol etílico y licores de la Industria Licorera de Caldas”.

4.2.9.9 ESTERES

Número de observaciones = 71¹
Desviación estándar = 20.8802

LIMITES DE CONTROL

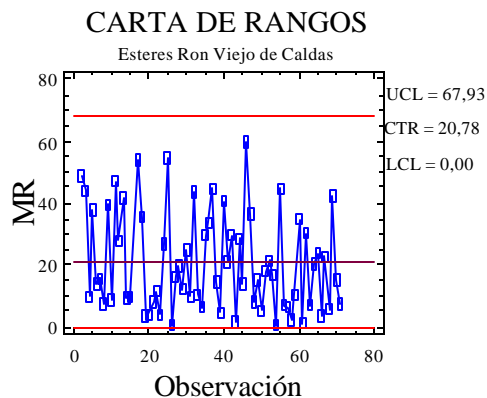
Figura No. 195



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 252.97$
Línea central = 197.701
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 142.432$

Dos observaciones fuera de los límites de control

Figura No. 196



Límite superior de control : $+3.0 \text{ sigma} = 67.9257$
Línea central = 20.7812
Límite inferior de control : $-3.0 \text{ sigma} = 0.0$

La variable esta fuera de control para los límites propuestos por el estudio, pero cumple ampliamente con las especificaciones de las normas interna e ICONTEC, se observa falta de homogeneidad y aleatoriedad.

INTERPRETACION DE PATRONES O TENDENCIAS²

En la carta de promedios se observan violaciones a las reglas A, C y D, esto se debe a la inestabilidad de la variable la cual depende de muchos factores difícilmente controlables en el proceso como son el barril, las tafias empleadas en la elaboración del ron, el tiempo de añejamiento.

En cuanto a la carta de rangos no se observa el incumplimiento de ninguna de las reglas consideradas o sea que las diferencias entre mediciones consecutivas varían siguiendo un patrón totalmente aleatorio.

¹ Tabla No. 32, Anexo 2

² Anexo 3

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Se deben conservar los límites de especificación actuales, pero es necesario realizar un seguimiento permanente para garantizar su cumplimiento, debido a que el proceso está fuera de control.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRÍTICAS

La variable éster se considera crítica, debido a que el proceso está fuera de control y en conjunto con los alcoholes superiores y los ácidos grasos conforma cuantitativa y cualitativamente los mayores grupos de la fracción aromática volátil de este licor razón por la cual se debe garantizar el cumplimiento de las especificaciones.

El contenido total de ésteres en diferentes rones varía ampliamente, este contenido es utilizado como un criterio de calidad. El acetato de etilo es generalmente el componente de mayor cantidad entre los ésteres volátiles.

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que el proceso está fuera de control no es posible garantizar el cumplimiento de este requisito, por lo tanto se recomienda realizar seguimiento permanente de esta variable.

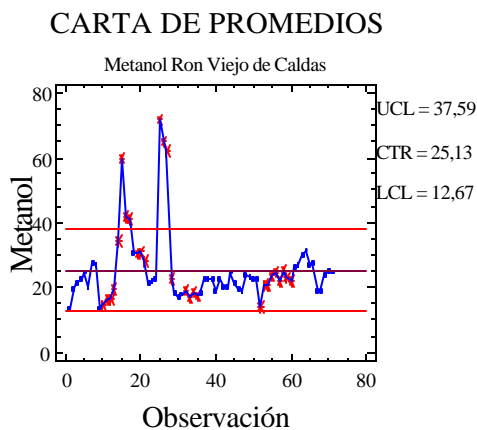
4.2.9.10 METANOL

Número de observaciones = 71

Desviación estándar = 4.16413

LIMITES DE CONTROL

Figura No. 197



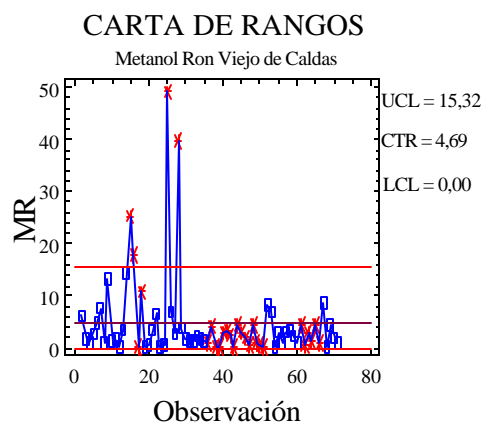
Límite superior de control : +3.0 sigma = 37.593

Línea central (CTR) = 25.131

Límite inferior de control : -3.0 sigma = 12.669

Seis observaciones fuera de los límites

Figura No. 198



Límite superior de control: +3.0 sigma = 15.3158

Línea central = 4.68571

Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0.0

Cuatro observaciones fuera de los límites de control

¹ Tabla No. 31

La variable esta fuera de control, se observa falta de homogeneidad y aleatoriedad.

INTERPRETACION DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En ambas cartas se violan las reglas A, C y D, como consecuencia de los valores extremos presentes que además de incumplir las reglas C y D debido a su alta dispersión hacen que la media sea un valor mayor y muchos de los datos normales del proceso queden por debajo de ella infringiendo así la regla A.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Se deben conservar los límites de especificación actuales, pero es necesario realizar un seguimiento permanente para garantizar su cumplimiento.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRÍTICAS

La variable metanol se considera crítica, debido a que los límites exigidos y los valores extremos del proceso son muy cercanos y es necesario garantizar el cumplimiento de las especificaciones tanto internas como ICONTEC que certifican la calidad del producto, además el proceso está fuera de control.

PLAN DE ANÁLISIS

Debido a que la variable esta fuera de control no es posible garantizar el cumplimiento de este requisito, por lo tanto se recomienda realizar seguimiento permanente, ya que muchas observaciones tienden a los valores extremos.

¹ Anexo 3

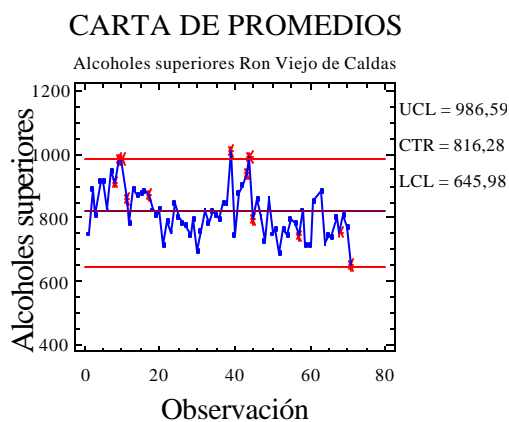
² Tabla No. 31

4.2.9.11 ALCOHOLES SUPERIORES

Número de observaciones = 70¹
Desviación estándar = 56.7684

LIMITES DE CONTROL

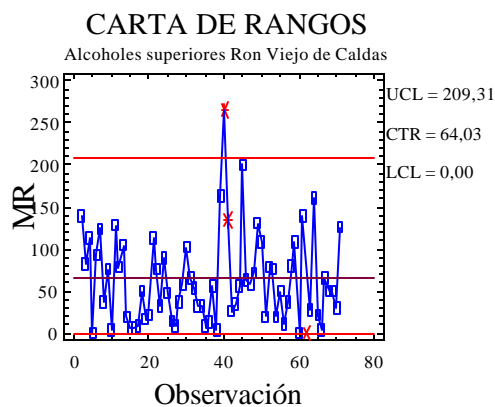
Figura No. 199



Límite superior de control : +3.0 sigma = 986.59
Línea central = 816,284
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 645,978

Tres observaciones fuera de los límites de control

Figura No. 200



Límite superior de control : +3.0 sigma = 209.305
Línea central = 64.0348
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 0.0

Una observación fuera de los límites

El proceso está fuera de control, pero cumple las especificaciones.

INTERPRETACION DE PATRONES O TENDENCIAS²

En la carta de promedios se presentan violaciones a las reglas A, C y D, esto se debe a la leve tendencia que muestran los datos a disminuir, haciendo que las observaciones altas incumplan las reglas C y D y que las primeras observaciones incumplan la regla A por encima de la media y posteriormente al continuar la disminución en el valor de los datos se viole esta misma regla por debajo de la media.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN

Se deben conservar los límites de especificación actuales, pero es necesario realizar un seguimiento permanente para garantizar su cumplimiento.

¹ Tabla No. 32, Anexo 2

² Anexo 3

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable alcoholes superiores se considera crítica, debido a que está fuera de control y es fundamental conocer su contribución al contenido de congéneres ya que forman cuantitativamente el grupo más grande responsable del aroma de las bebidas alcohólicas. Los alcoholes alifáticos de fuerte aroma como 1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol y 3-metil-1-butanol, así como un alcohol aromático 1-fenil-etanol, se forman en un proceso anabólico en el cual, a partir de los azúcares, los aminoácidos son sintetizados. Una abundancia de nitrógeno asimilable parece tener una tendencia a suprimir la formación de alcoholes superiores¹.

PLAN DE ANÁLISIS

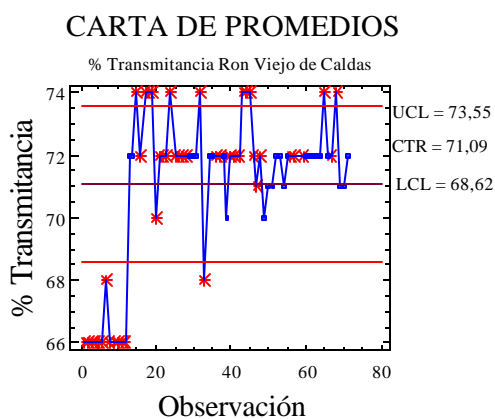
Debido a que la variable está fuera de control no es posible garantizar el cumplimiento de este requisito, por lo tanto se recomienda realizar seguimiento a cada lote de producto terminado.

4.2.9.12 TRANSMITANCIA

Número de observaciones = 70
Desviación estándar = 0.822284

LIMITES DE CONTROL

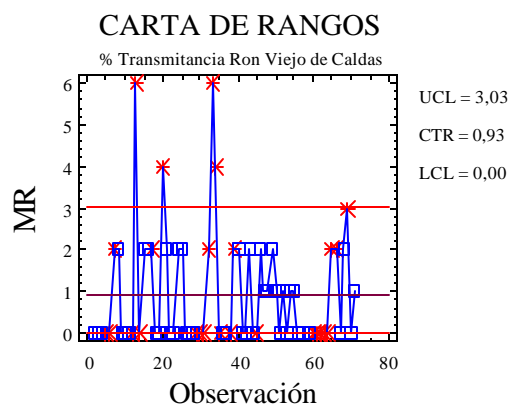
Figura No. 201



Límite superior de control : +3.0 sigma = 73.5526
Línea central (CTR) = 71.0857
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 68.6189

Veinticuatro observaciones fuera de los límites

Figura No. 202



Límite superior de control : +3.0 sigma = 3.03176
Línea central = 0.927536
Límite inferior de control : -3.0 sigma = 0.0

Cuatro observaciones fuera de los límites de control

¹ Tomado de la Tesis "Determinación por reactivo de Schiff del contenido de aldehídos en el alcohol etílico y licores de la Industria Licorera de Caldas".

En ambas cartas se puede observar que la variable esta fuera de control, presenta variabilidad no aleatoriedad y falta de homogeneidad.

El método actual para cuantificar el % de transmitancia no es confiable debido a que consiste en comparar visualmente el color de la muestra de Ron Viejo de Caldas con una serie de patrones que no han sido calibrados regularmente debido a que el equipo se encuentra fuera de servicio.

PLAN DE ANÁLISIS

Se recomienda eliminar el método actual para medir el % de transmitancia en los rones y desarrollar un nuevo método empleando el espectroquán o el espectrofotómetro según sea más conveniente, para obtener datos confiables que representen el comportamiento de la variable y dependiendo de este se fije la frecuencia de realización del análisis.

4.2.10 AGUARDIENTE CRISTAL ¹

El proceso de producción² del aguardiente comienza con el envío del alcohol rectificado almacenado en el parque de alcoholes a la zona de elaboración de licores. Allí se recibe en un tanque de preparación donde se adiciona agua, esencia y jarabe y son mezclados los ingredientes.

El jarabe que se añade al licor se prepara en la propia fábrica, empleando un tanque agitado, y la cantidad de azúcar necesaria para conseguir la consistencia requerida por este. En esta zona se realiza análisis de grado aparente, este debe ser cercano a los valores del grado real requerido por las normas interna e ICONTEC.

Finalizada la preparación del licor, se filtra mediante un filtro prensa, extrayéndose un líquido limpio y brillante que se bombea al tanque pulmón de la zona de envasado.

REQUISITOS	Límites NTC 411		Límites Norma Interna	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Contenido de alcohol expresado en grados alcoholimétricos a 20°C	29		29.2	29.8
Azúcares totales expresados como sacarosa, en g/dm ³				
Seco		0		
Semiseco	0.1	50		
Dulce	50.1	150	4	6
Total de congéneres, expresado en mg/dm ³ de alcohol anhidro		80		15
Furfural en mg/dm ³ de alcohol anhidro	No detectable		No detectable	
Metanol en mg/dm ³ de alcohol anhidro		100	0	20
Cobre, expresado como Cu en mg/dm ³		1	0	1
Hierro, expresado como Fe en mg/dm ³		8	0	8

Tabla No. 33 REQUISITOS DEL ANIS O ANISADO (Aguardiente)

¹ Diagrama B, Proceso de Elaboración de Aguardiente, Anexo 5

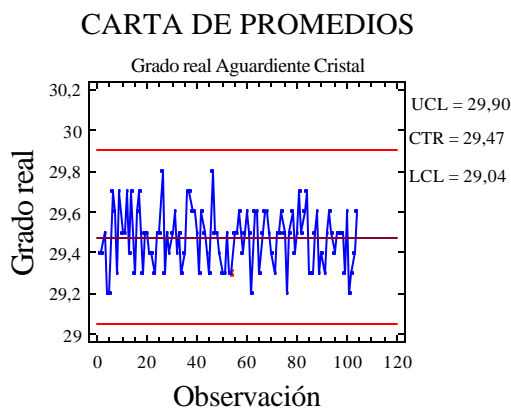
² Proyecto Iberomedia, Inventario global realizado en la I.L.C

4.2.10.1 GRADO REAL

Número de observaciones = 104
Desviación estándar = 0.142539

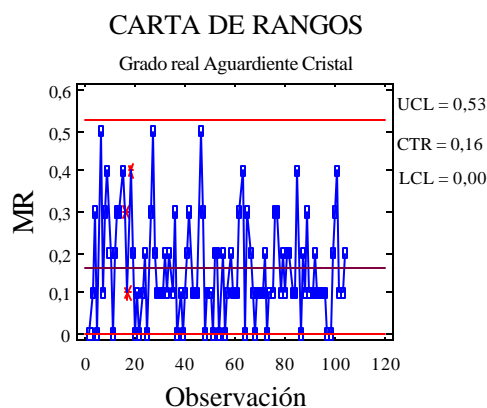
LIMITES DE CONTROL

Figura No. 203



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 29.901$
Límite central: 29.4765
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 29.0423$

Figura No. 204



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 0.525542$
Línea central = 0.160784
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 0.0$

El proceso está en control estadístico, se observa buena aleatoriedad y homogeneidad

Todos los datos correspondientes a la variable grado real (contenido de alcohol real) cumplen las especificaciones requeridas por la normas interna e icontec, presentándose algunas observaciones que caen exactamente en el límite inferior o en el superior, con el objeto de establecer si es posible ampliar el rango de especificación a continuación se analiza la capacidad del proceso.

ANALISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

ESPECIFICACIONES ACTUALES

USL = 29.8 Nominal = 29.5 LSL = 29.2

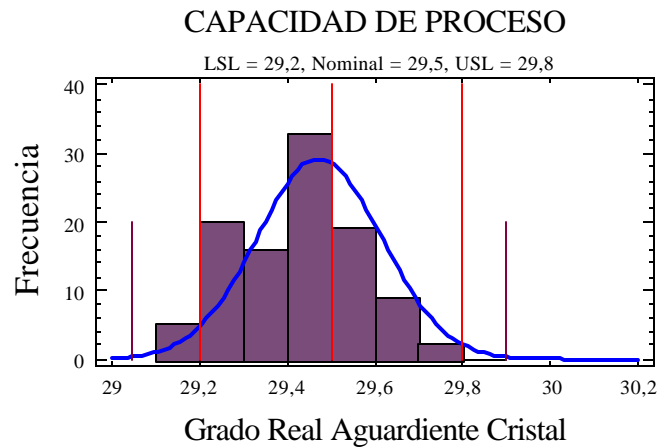
C_{pk} (upper) = 0.762715
C_{pk} (lower) = 0.637092

ESPECIFICACIONES PROPUESTAS

USL = 30 Nominal = 29.5 LSL = 29

C_{pk} (upper) = 1,22932
C_{pk} (lower) = 1,10369

Figura No. 205



Se obtuvo una capacidad de proceso menor que 1 para las especificaciones actuales, mientras que al ampliar el rango a 29 – 30, ambos índices fueron mayores que 1 por lo cual se garantiza que el producto cumpla los requerimientos de la norma interna tanto para el límite superior como inferior propuestos.

Con respecto a la distribución de la variable según el test de normalidad¹ los datos no presentan distribución normal con el 99% de confiabilidad.

La determinación de ampliar o no las especificaciones del producto, se analiza en el siguiente ítem.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Se recomienda conservar los límites de especificación actuales por las siguientes consideraciones:

- Al disminuir el límite inferior a 29 (Valor mínimo exigido por la norma NTC 411) se corre el riesgo que el producto pierda alcohol por evaporación durante su permanencia en el mercado y por lo tanto no cumpla con este requerimiento, poniendo en riesgo la calidad que ha distinguido tradicionalmente al Aguardiente Cristal, provocando la pérdida de posición en el mercado nacional.
- Al aumentar el límite superior a 30 se obtienen menos ingresos, ya que se necesita mayor cantidad de alcohol para aumentar el grado alcohólico.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

El grado real es una variable crítica, debido a que el límite exigido en la norma NTC 411 y las especificaciones internas de la empresa son muy cercanos a los valores extremos del proceso y como se mencionó anteriormente es necesario garantizar el cumplimiento de

¹ Pruebas para determinar Distribución Normal, Anexo 4

² Tabla No. 33

este requisito ya que es uno de los más importantes en la evaluación de la calidad del producto.

PLAN DE ANALISIS

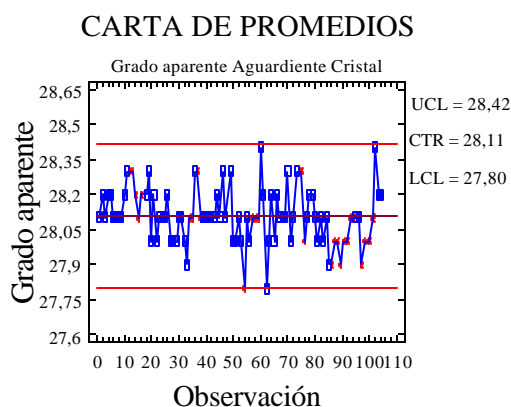
Dado que la capacidad de proceso para esta variable es menor que 1 se recomienda hacer seguimiento permanente de cada lote, para garantizar el cumplimiento de la norma NTC 411 mínimo 29 grados alcoholimétricos.

4.2.10.2 GRADO APARENTE

Número de observaciones = 102¹
Media desviaciones = 0.0972595

LIMITES DE CONTROL

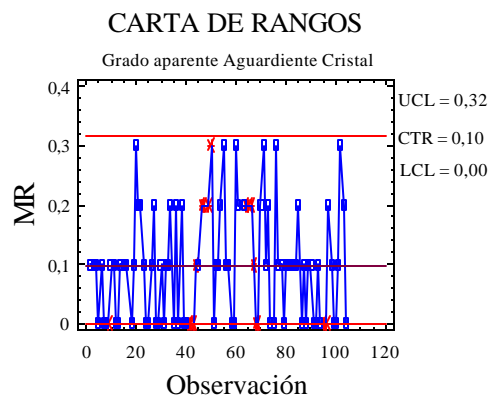
Figura No. 206



Límite superior de control: $+3.0 \sigma = 28.415$
Línea central = 28.109
Límite inferior de control: $-3.0 \sigma = 27.783$

La variable se encuentra bajo control.

Figura No. 207



Límite superior de control: $+3.0 \sigma = 0.3201$
Línea central = 0.102709
Límite inferior de control: $-3.0 \sigma = 0.0$

ANALISIS CAPACIDAD DE PROCESO

ESPECIFICACIONES PROPUESTAS

USL= 28.4 NOMINAL=28.1 LSL=27.8

C_{pk} (upper) = 0,974397

C_{pk} (lower) = 1,01912

¹ Tabla No. 34, Anexo 2

Los índices de capacidad obtenidos permiten garantizar solo el cumplimiento del límite inferior, ya que para la especificación superior el índice hallado fue menor que 1.

LIMITES DE ESPECIFICACION

Se propone tomar como límites de especificación para grado aparente (27,8 - 28,4) y como valor nominal (28.1), ya que se obtienen los límites de especificación de grado real 29,2 - 29,8.

PLAN DE ANALISIS

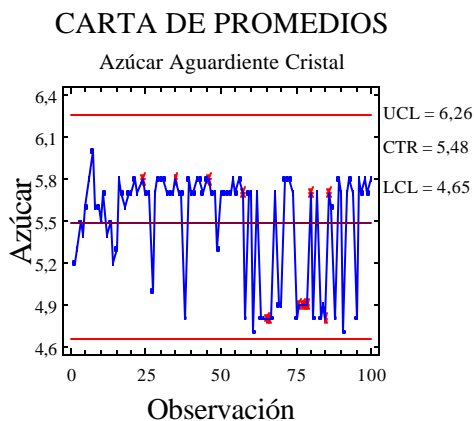
Debido a que el índice que garantiza el cumplimiento de la especificación inferior es solo un poco mayor que 1, y el índice para el límite superior es menor que 1 se recomienda realizar seguimiento permanente a cada lote.

4.2.10.3 AZUCAR

Número de observaciones = 104
Desviación estándar = 0.259813

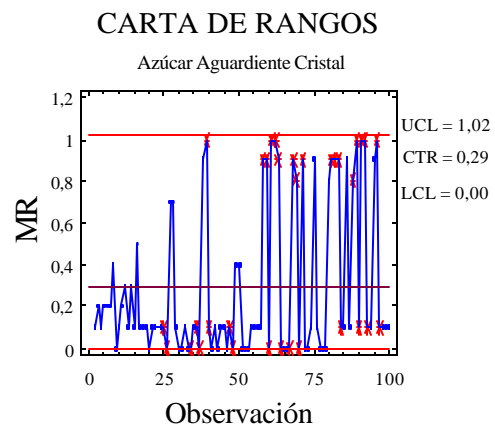
LIMITES DE CONTROL

Figura No. 208



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 6.26$
Línea central = 5.48
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 4.65$

Figura No. 209



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 1.02442$
Línea central = 0.293069
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 0.0$

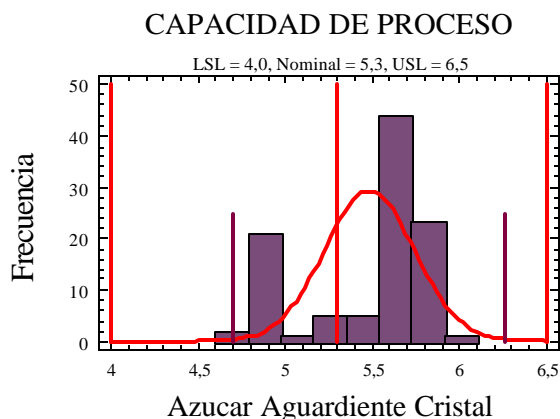
El proceso está en control estadístico, se observa falta de aleatoriedad y homogeneidad.

ANALISIS DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En la carta de promedios se presenta violación a las reglas A, C y D, esto demuestra la falta de variabilidad aleatoria que tiene la variable, se incumple la regla A cuando las series de datos presentan muy poca variabilidad, mientras que las reglas C y D son violadas cuando los datos consecutivos se alejan casi al extremo de las actuales especificaciones.

ANALISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 210



Especificaciones Actuales

USL = 6, Nominal = 5, LSL = 4

Cpk (upper) = 0,664127

Cpk (lower) = 1,90182

Especificaciones NTC 411

USL=50, Nominal=25, LSL= 0.1

Cpk (upper) = 57,1149

Cpk (lower) = 6,90541

Especificaciones Actuales

USL= 6.5, Nominal= 5.3, LSL= 4

Cpk (upper) = 1,30561

Cpk (lower) = 1,90182

Se obtuvo una capacidad de proceso menor que 1 para las especificaciones actuales, pero la norma NTC 411 es muy amplia en este requisito del Aguardiente Cristal por lo cual al ampliar los límites de especificación al rango 4 - 6.5 se obtiene una capacidad de proceso mayor que 1 para ambos límites de especificación garantizando que el proceso cumple con las especificaciones.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Se recomienda modificar el rango de especificaciones a 4 - 6.5 ya que la norma NTC 411 lo permite y con este se obtiene un proceso capaz de cumplir las especificaciones, sin afectar la calidad del producto.

¹ Anexo 3

² Tabla No. 33

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable azúcar no se considera crítica, debido a que los límites exigidos por la norma NTC 411 para el Aguardiente Cristal son muy amplios comparados con las especificaciones de la norma interna.

PLAN DE ANALISIS

La capacidad de proceso obtenida al ampliar el límite superior de esta variable a 6.5, permite recomendar la realización de mediciones preventivas cada 10 lotes.

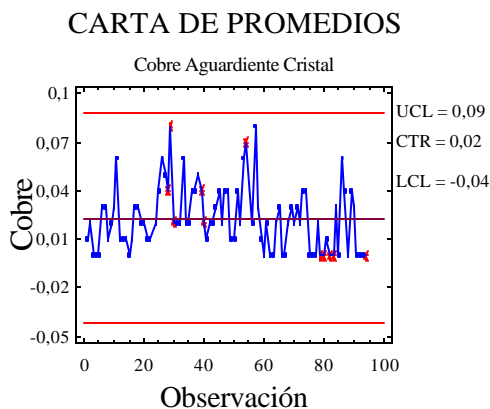
4.2.10.4 COBRE

Número de observaciones = 98¹
Desviación estándar = 0.0145156

Al realizar las cartas de control para la variable cobre se encontraron puntos fuera de los límites de control. Al no existir evidencia de que causas asignables hayan afectado el comportamiento de la variable y teniendo en cuenta además que el rango de variación se encuentra muy alejado de las especificaciones de normas interna e Icontec, se decidió ampliar los límites de control.

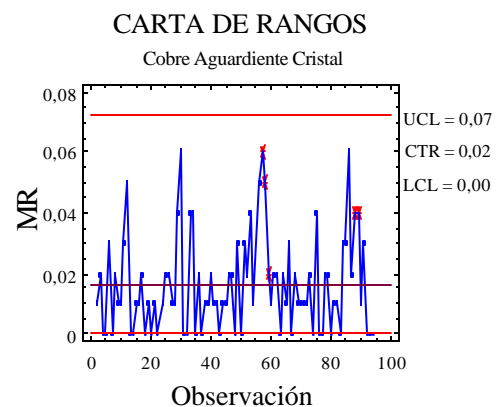
LIMITES DE CONTROL AMPLIADOS

Figura No. 211



Límite superior de control: +4.5 sigma = 0.0850426
Línea central = 0.0221978
Límite inferior de control: -4.5 sigma = -0.040647

Figura No. 212



Límite superior de control: +4.5 sigma = 0.06807
Línea central = 0.016111
Límite inferior de control: -4.5 sigma = 0.0

El proceso cumple ampliamente las especificaciones internas y legales. Se observa falta de homogeneidad y aleatoriedad.

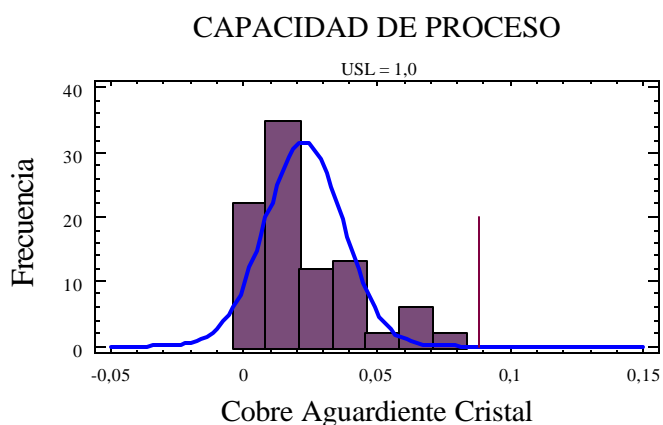
¹ Tabla No.34, Anexo 2

ANALISIS DE PATRONES O TENDENCIAS¹

En la carta de promedios se observan violaciones a las reglas A, C y D, estas se presentan como resultado de la poca variabilidad de los datos esto hace que series de datos muy homogéneos violen la regla A, mientras que otros que se encuentran un poco más dispersos incumplan las reglas C y D. Ninguna de estas tendencias hace que el proceso sea declarado fuera de control, pues corresponden al comportamiento natural de la variable.

ANALISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 213



ESPECIFICACIONES

LIMITES ACTUALES = LIMITES DE NTC 411

USL = 1

$C_{pk} = 14,9631$

Las especificaciones actuales de la norma interna (máximo 1 mg/dm³) son iguales a los requisitos de norma la norma NTC 411, para estas se obtuvo una capacidad de proceso mayor que 1, que permite asegurar el cumplimiento del requisito.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN²

Los límites actuales de especificación de la norma interna, son iguales a los de la norma NTC 411 y con estos se obtiene un proceso capaz de cumplir las especificaciones, por lo tanto no se harán modificaciones en ellos.

¹ Anexo 3

² Tabla No. 33

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable cobre no se considera crítica, debido a que los límites exigidos por la norma son muy amplios y los valores extremos del proceso están muy alejados de estos.

PLAN DE ANALISIS

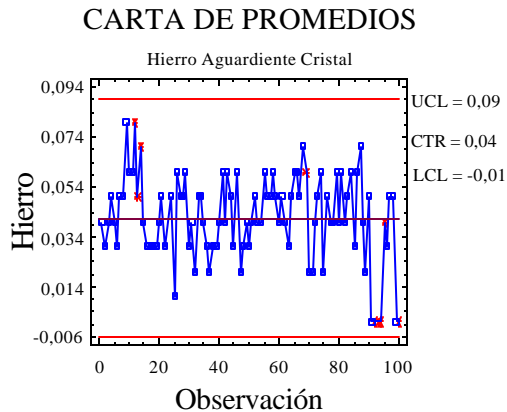
La capacidad de proceso obtenida para los límites actuales de esta variable, permite recomendar la realización de mediciones preventivas cada 10 lotes, ya que el proceso cumple ampliamente las especificaciones.

4.2.10.5 HIERRO

Número de observaciones = 104¹
Desviación estándar = 0.0132979

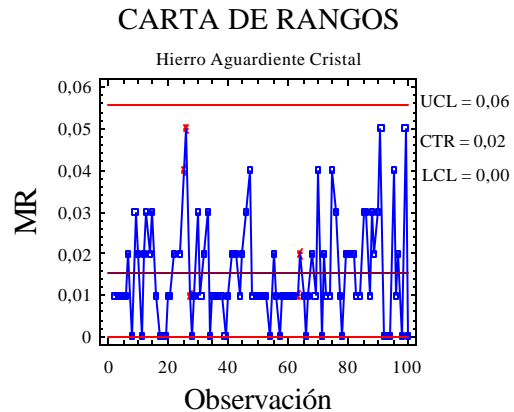
LIMITES DE CONTROL

Figura No. 214



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 0.089123$
Línea central = 0.0425806
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = -0.009619$

Figura No. 215



Límite superior de control: $+3.0 \text{ sigma} = 0.058432$
Línea central = 0.01854
Límite inferior de control: $-3.0 \text{ sigma} = 0.0$

El proceso está bajo control estadístico.

ANALISIS DE PATRONES O TENDENCIAS²

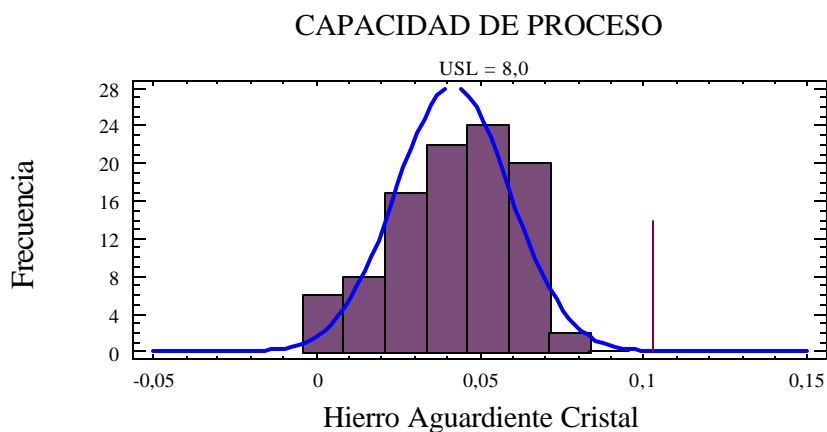
En la carta de promedios se incumplen las reglas A, C y D, estas se presentan por las mismas razones que se incumplen en la variable cobre.

¹ Tabla No. 34 , Anexo 2

² Anexo 3

ANALISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 216



ESPECIFICACIONES ACTUALES = LIMITES DE NTC 411

USL = 8

Cpk (upper) = 167,569

Las especificaciones actuales de la norma interna son iguales a los requisitos de norma la norma NTC 411, para estas se obtuvo una capacidad de proceso que permite asegurar ampliamente el cumplimiento del requisito.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Los límites actuales de especificación de la norma interna, son iguales a los de la norma NTC 411 (máximo 8 mg/dm³) y con estos se obtiene un proceso capaz de cumplir las especificaciones ampliamente, por lo tanto no se harán modificaciones en ellos.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable hierro no se considera crítica, debido a que los límites exigidos por la norma son muy amplios y los valores extremos del proceso están muy alejados de estos.

PLAN DE ANALISIS

La capacidad de proceso obtenida para los límites actuales de esta variable, permite recomendar la realización de mediciones preventivas cada 10 lotes, ya que el proceso cumple ampliamente las especificaciones.

¹ Tabla No. 33

4.2.10.6 VARIABLES QUE NO DEPENDEN DEL PROCESO DE ELABORACION DEL AGUARDIENTE CRISTAL

VARIABLE	CAPACIDAD DE PROCESO
Acidez total	Infinita
Esteres	Infinita
Aldehídos	Cpk = 5.14
Furfural	Infinita
Alcoholes superiores	Cpk = 4.916
Metanol	Cpk = 77.1986

Tabla No. 35 Variables que no dependen del proceso de elaboración del aguardiente cristal

Las variables acidez total, esterres, Aldehídos, furfural, alcoholes superiores, metanol no dependen del proceso de elaboración del Aguardiente Cristal son características del alcohol rectificado empleado en su elaboración, además la capacidad de proceso obtenida para estas variables garantiza que el proceso cumple las especificaciones ampliamente, por lo tanto su seguimiento se debe hacer en este tipo de alcohol y como método preventivo de control es aconsejable realizarlo cada 10 lotes en el Aguardiente.

4.2.11 APERITIVO CRISTAL

El proceso de producción¹ del aperitivo comienza con el envío del alcohol rectificado almacenado en el parque de alcoholes a la zona de elaboración de licores. Allí se recibe en un tanque de preparación donde se adiciona agua, esencia y jarabe y son mezclados los ingredientes.

El jarabe que se añade al licor se prepara en la propia fábrica, empleando un tanque agitado, y la cantidad de azúcar necesaria para conseguir la consistencia requerida por este. En esta zona se realiza análisis de grado aparente, este debe ser cercano a los valores del grado real requerido por las normas interna e ICONTEC.

Finalizada la preparación del licor, se filtra mediante un filtro prensa, extrayéndose un líquido limpio y brillante que se bombea al tanque pulmón de la zona de envasado.

REQUISITOS	Límites NTC 1245		Límites Norma Interna	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Contenido de alcohol expresado en grados alcoholimétricos a 20°C		20	19,3	19,9
Azucar en g/l			4	6
Total de congéneres, expresado en mg/dm ³ de alcohol anhidro		80		15
Furfural en mg/dm ³ de alcohol anhidro	No detectable		No detectable	
Metanol en mg/dm ³ de alcohol anhidro		100	0	20
Cobre, expresado como Cu en mg/dm ³		1	0	1
Hierro, expresado como Fe en mg/dm ³		8	0	8

Tabla No. 36 Especificaciones de Norma Interna e Icontec para Aperitivos

¹ Proyecto Iberomedia, Inventario global realizado en la I.L.C

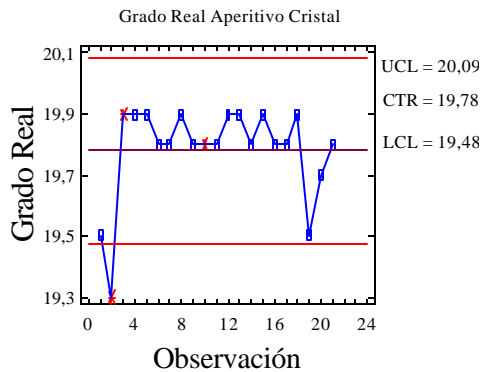
4.2.11.1 GRADO REAL

Número de observaciones = 21¹
Desviación estándar = 0.10195

LIMITES DE CONTROL <%alc/vol>

Figura No. 217

CARTA DE PROMEDIOS

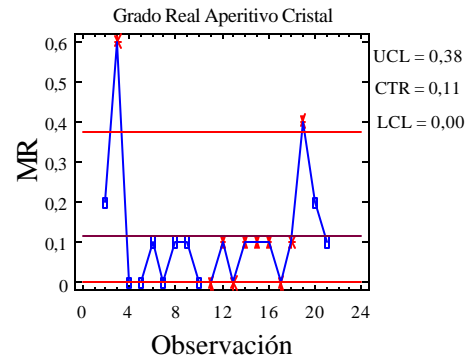


Límite superior de control: +3.0 sigma = 20.093
Límite central = 19.7833
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 19.4822

Dos observaciones fuera de los límites de control

Figura No. 218

CARTA DE RANGOS



Límite superior de control: +3.0 sigma = 0.32686
Línea central = 0.1012
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0.0

Una observación fuera de los límites de control

Los límites de control obtenidos para esta variable son muy restringidos, debido a la concentración de la mayoría de las observaciones dentro del rango 19.8 - 19.9.

Esta variable está fuera de control para los límites de control calculados en este análisis pero cumple con las especificaciones de las normas interna e ICONTEC.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN

Se recomienda conservar los límites de especificación actuales por las siguientes consideraciones:

- Al disminuir el límite inferior se corre el riesgo que el producto pierda alcohol por evaporación durante su permanencia en el mercado y por lo tanto se ponga en riesgo la calidad, provocando la pérdida de posición en el mercado nacional.
- Aumentando el límite superior de especificación a 20 se corre el riesgo que el grado sobrepase el límite superior incumpliendo la norma ICONTEC para aperitivos máximo 20 grados alcoholimétricos.

¹ Tabla No. 37 , Anexo 2

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

El grado real es una variable crítica, debido a que:

- Se debe garantizar el cumplimiento de los requerimientos legales del producto, ya que el límite superior de la norma interna (19.9 grados alcoholimétricos) es muy cercano al valor máximo de la norma ICONTEC 1245 (20 grados alcoholimétricos) y se corre el riesgo de sobrepasarlo.

PLAN DE ANALISIS

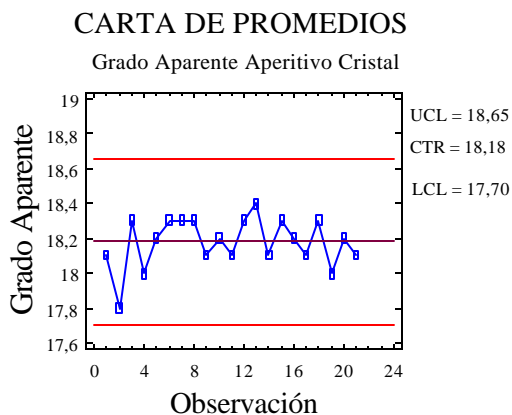
Debido a que no es posible garantizar el cumplimiento de las especificaciones, se recomienda hacer seguimiento permanente de cada lote, para asegurar el cumplimiento del rango de la norma interna 19.3 -19.9 grados alcoholimétricos.

4.2.11.2 GRADO APARENTE

Número de observaciones = 21¹
Desviación estándar = 0.159574

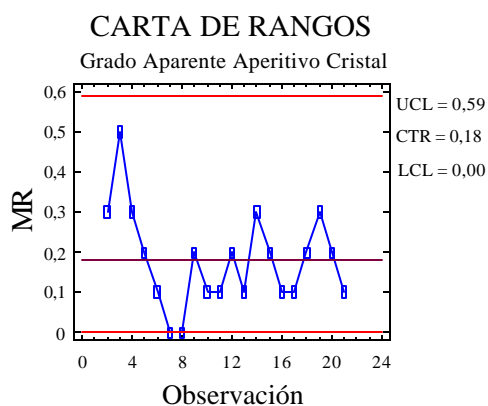
LIMITES DE CONTROL

Figura No. 219



Límite superior de control: +3.0 sigma = 18,6549
Línea central = 18,1762
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 17,6975

Figura No. 220



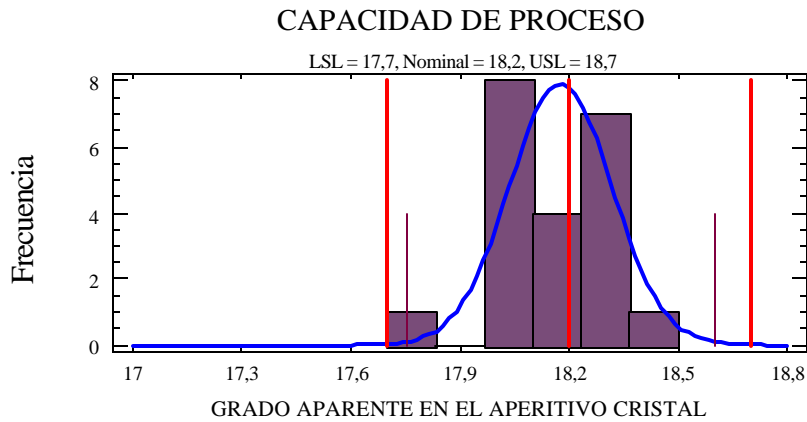
Límite superior de control: +3.0 sigma = 0.588351
Línea central = 0.18
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0.0

La variable se encuentra bajo control, no se presentan patrones no aleatorios.

¹ Tabla No. 37, Anexo 2

ANÁLISIS CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 221



ESPECIFICACIONES PROPUESTAS

USL= 18.7

NOMINAL= 18.2

LSL=17.7

C_{pk} (upper) = 1,09418C_{pk} (lower) = 0,994709

Los índices de capacidad obtenidos permiten garantizar solo el cumplimiento del límite inferior, ya que para la especificación superior el índice hallado fue menor que 1.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Se propone tomar como límites de especificación para grado aparente (17.7 - 18,7) y como valor nominal (18.2), ya que para estos se obtiene límites de especificación de grado real en el rango 19,3 - 19,9.

PLAN DE ANALISIS

Debido a que el índice que garantiza el cumplimiento de la especificación inferior es solo un poco mayor que 1, y el índice para el límite superior es menor que 1 se recomienda realizar seguimiento permanente a cada lote.

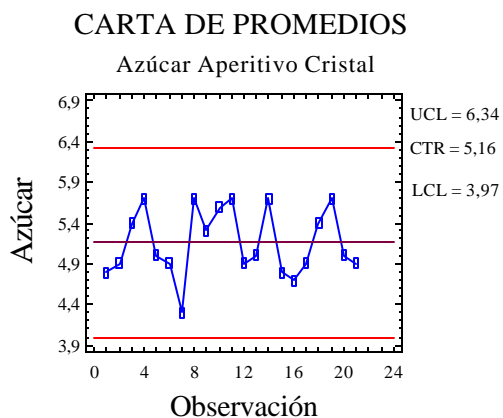
¹ Tabla No. 36

4.2.11.3 AZÚCAR

Número de observaciones = 21¹
 Desviación estándar = 0.394504

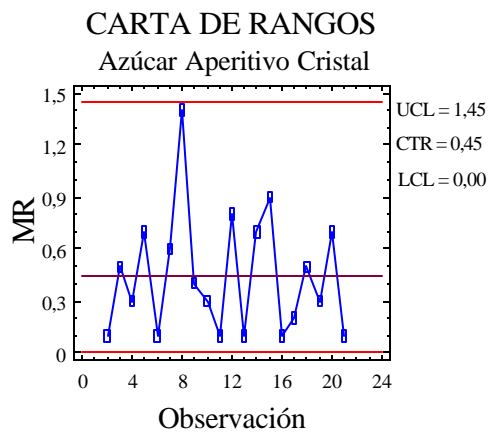
LIMITES DE CONTROL

Figura No. 222



Límite superior de control: +3.0 sigma = 6,34065
 Línea central = 5.15717
 Límite inferior de control: -3.0 sigma = 3,97363

Figura No. 223

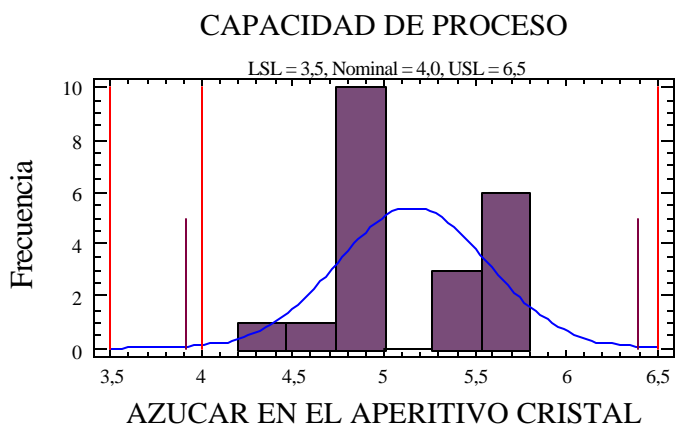


Límite superior de control: +3.0 sigma = 1,45453
 Línea central : 0,445
 Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0.0

El proceso está en control estadístico, se presenta buena aleatoriedad y homogeneidad.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Figura No. 224



¹ Tabla No. 37 , Anexo 2

<i>Especificaciones actuales</i>	<i>Especificaciones Propuestas</i>	<i>Especificaciones Propuestas</i>
USL=6, Nominal = 5, LSL= 4	USL= 6.5, Nominal= 5.3, LSL =4	USL= 6.5, Nominal= 4, LSL =3.5
Cpk (upper) = 0,712167 Cpk (lower) = 0,977721	Cpk (upper) = 1.13464 Cpk (lower) = 0,977721	Cpk (upper) = 1.13464 Cpk (lower) = 1.40019

Se obtuvo una capacidad de proceso menor que 1 para las especificaciones actuales, pero ya que la norma Colombiana ICONTEC 1245 no contiene este requisito es posible ampliar los límites de especificación al rango 3.5- 6.5 obteniéndose una capacidad de proceso mayor que permite garantizar el cumplimiento de esta variable tanto para el límite inferior como para el superior.

LIMITES DE ESPECIFICACIÓN¹

Se recomienda ampliar el rango de especificaciones a 3.5 – 6,5, debido a que en la norma ICONTEC 1245 no se encuentra requisitos para esta variable y con este nuevo rango se obtiene un proceso capaz de cumplir ambas especificaciones sin afectar la calidad del producto.

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CRITICAS

La variable azúcar no se considera crítica, debido a que no hay exigencias de legales para esta.

PLAN DE ANALISIS

La capacidad de proceso obtenida al ampliar el rango de esta variable permite recomendar la realización de mediciones preventivas cada 5 lotes.

4.2.11.4 COBRE Y HIERRO

La presencia de estos metales en los licores se debe a los equipos en los cuales han sido procesados, dado que el Aperitivo y el Aguardiente Cristal son elaborados empleando los mismos equipos, el análisis realizado a estas variables en el aguardiente es representativo para el aperitivo.

PLAN DE ANALISIS

La capacidad de proceso obtenida, permite disminuir la frecuencia de realización de análisis a una vez cada cinco lotes de producto terminado. La diferencia en la frecuencia de análisis entre el Aperitivo y el Aguardiente Cristal radica en que el primero se produce en menor cantidad.

¹ Tabla No. 36

4.2.11.5 VARIABLES QUE NO DEPENDEN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL APERITIVO CRISTAL

VARIABLE	CAPACIDAD DE PROCESO
Acidez total	Infinita
Ésteres	Infinita
Aldehídos	Infinita
Furfural	Infinita
Alcoholes superiores	Cpk = 5.08853
Metanol	Infinita

Tabla No. 38 variables que no dependen del proceso de elaboración del Aperitivo Cristal

Las variables acidez total, esterres, Aldehídos, furfural, alcoholes superiores, metanol no dependen del proceso de elaboración de Aperitivo Cristal son características del alcohol rectificado empleado en su elaboración, además la capacidad de proceso obtenida para estas variables garantiza que el proceso cumple las especificaciones ampliamente, por lo tanto su seguimiento se debe hacer en este tipo de alcohol y como método preventivo de control es aconsejable realizarlo cada cinco lotes en el Aperitivo.

5. ALTERNATIVAS TÉCNICAS PROPUESTAS PARA ELIMINAR EL FLUJO DE VAPOR PERDIDO EN EL TANQUE DE MIEL CLARIFICADA

El último objetivo de este trabajo propone buscar alternativas que permitan solucionar el problema de pérdidas de vapor en el tanque de miel clarificada. A continuación se describe el proceso de clarificación y los inconvenientes presentados.

El proceso de clarificación¹ se realiza en dos etapas en serie, la primera por medio de un hidrociclón y la segunda por medio de una clarificadora (centrífuga). En la primera etapa se eliminan todas aquellas partículas finas que arrastra el líquido y que no han sido decantadas en la etapa de predilución. La suspensión de miel prediluida de los hidrociclones pasa por un tanque intermedio o tanque pulmón que posee control de nivel por rebose al recipiente de predilución. Al salir de este tanque la miel pasa por gravedad a una batería de centrífugas clarificadoras, en esta fase se eliminan totalmente los sólidos. De este proceso se obtienen dos corrientes: miel clarificada y lodos los cuales se desechan.

La miel clarificada obtenida en el ciclo anterior se almacena en el tanque B-204², luego es enviada al proceso de esterilización al cual se le ha incrementado la temperatura de operación de 90°C a 115°C, debido a que la temperatura anteriormente manejada no garantizaba la eliminación de los microorganismos perjudiciales al proceso fermentativo. El mayor flujo de vapor necesario para alcanzar esta temperatura ocasionó que durante el ciclo de enjuague de la clarificadora, la entrada de solo vapor al esterilizador produjera un golpe de ariete causando el rompimiento de los sellos y empaques en este equipo con mucha frecuencia, para su mejor conservación y durabilidad, por medio de una manguera se enviaba miel garantizando un flujo continuo. Pero se presentó un nuevo obstáculo, la obstrucción de dicha manguera. En búsqueda de una solución se implementó una tubería de recirculación a la salida del esterilizador con destino al tanque de miel clarificada, esta recirculación está generando pérdidas de vapor en el tanque y por ende pérdidas económicas debido al desperdicio de energía, además de esto crea un ambiente molesto en el área de trabajo debido a los depósitos de condensado azucarado sobre pisos, equipos y la presencia de humedad en el ambiente.

¹ Numeral 5 Diagrama general del proceso, Anexo 5

² Figura No. 225, página siguiente

SITUACIÓN ACTUAL

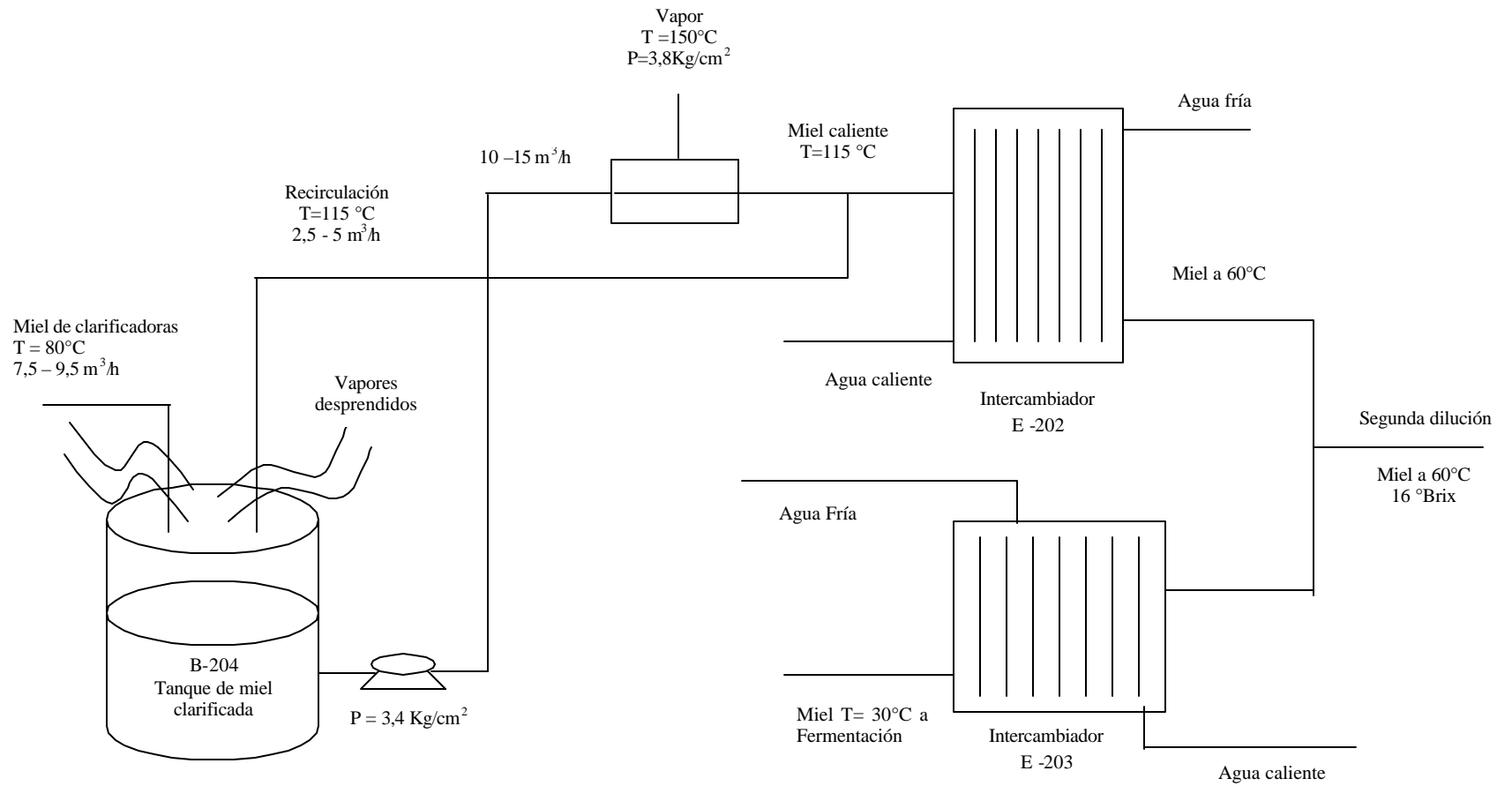


Fig. 225 Pérdida de vapor en el tanque de miel clarificada

5.1 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente el tanque de miel clarificada B-204 es alimentado por dos corrientes, la primera proveniente de las centrifugas clarificadoras a una temperatura de 80°C y presión atmosférica, y la segunda (corriente de recirculación) a una temperatura de 115°C y presión de 3 Kg/cm², esta corriente garantiza la conservación del 60% del nivel en el tanque con lo cual se mantiene el flujo continuo de miel al proceso de esterilización, evitando así el mencionado deterioro del equipo. La recirculación de esta corriente genera pérdida de vapor por la parte superior del tanque causando además un ambiente de trabajo molesto.

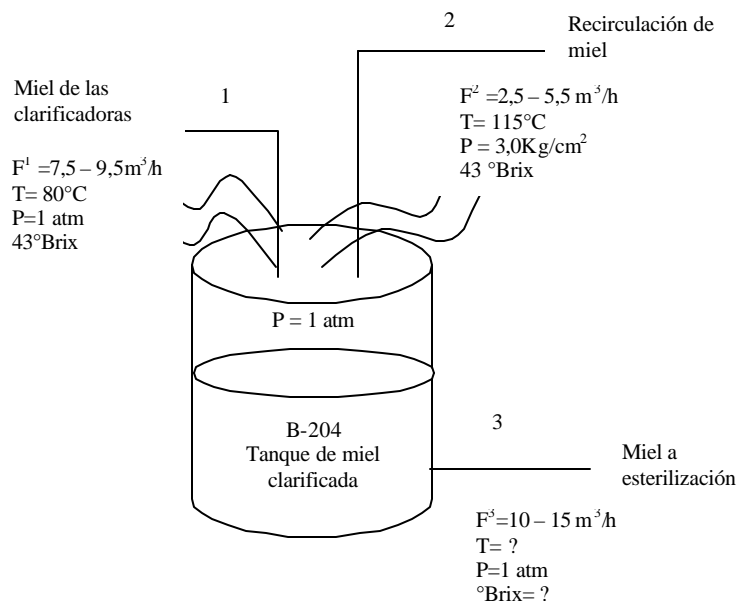


Fig. 226 Condiciones de las Corrientes del Tanque de miel clarificada

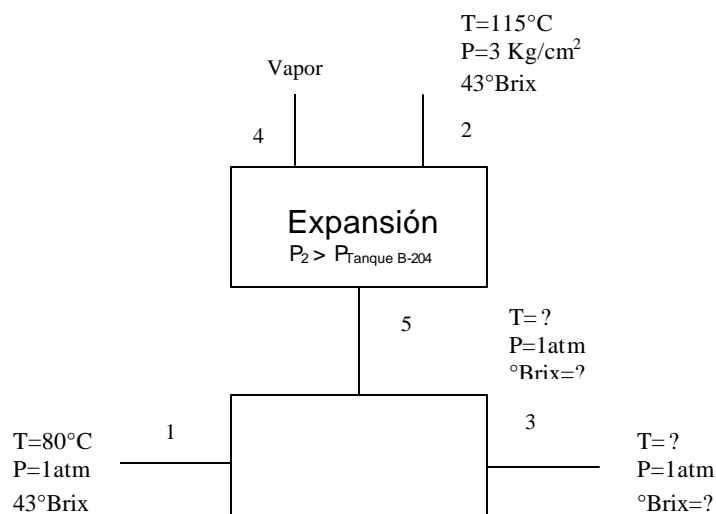


Fig. 227 Diagrama de cuerpo libre

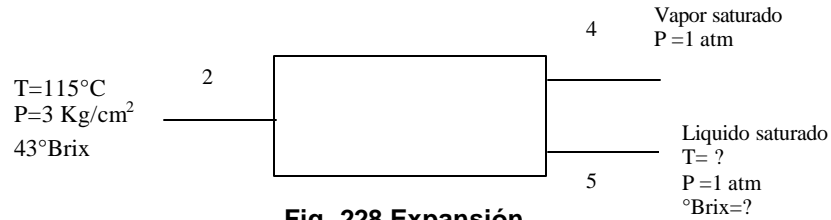


Fig. 228 Expansión

Balance de energía para el agua en la figura. No. 228

$$\sum F_e H_e - \sum F_s H_s = \dot{Q}_{perdido} \quad (1)$$

Asumiendo $\dot{Q} = 0$

$$F_{liq\ sat}^2 \hat{H}_2 = F_{vapor}^4 \hat{H}_4 + F_{liq\ sat}^5 \hat{H}_5 \quad (2)$$

$$\hat{H}_{2 \text{ liquidosaturado}} \Big|_{115^\circ C} = 486,7 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\hat{H}_{4 \text{ vapor saturado}} \Big|_{1 \text{ atm}} = 2676 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\hat{H}_{5 \text{ liquidosaturado}} \Big|_{1 \text{ atm}} = 419,1 \frac{KJ}{Kg}$$

Entalpias tomadas de la tabla C.1 Propiedades del agua saturada. Introducción a la termodinámica en Ingeniería Química

Balance de materia

$$F_{liq\ sat}^2 = F_{vapor}^4 + F_{liq\ sat}^5 \quad (3)$$

$$F_{liq\ sat}^2 = F_{volumetrico}^2 * a * r_m \quad (4)$$

$$r_m = a r_a + s r_s \quad (5)$$

$$r_a = 997,18 + 0,0031439T - 0,0037574T^2 \quad \text{Válida entre } -40 \text{ a } 150^\circ C \quad (6)$$

$$r_s = 1559,1 - 0,31046T \quad \text{Válida entre } -40 \text{ a } 150^\circ C \quad (7)$$

Donde a = fracción de agua = 0,43
 s = fracción de sacarosa = 0,57
 r_a = densidad del agua
 r_s = densidad de la sacarosa
 r_m = densidad de la mezcla

$$r_m = 1238,8056 - 0,131705777T - 2,141718 \cdot 10^{-3} T^2$$

$$r_m |_{115^\circ C} = 1195,3352 \frac{Kg}{m^3}$$

$$F_{liq\ sat}^2 = 1703,35266 \frac{Kg}{h}$$

Reemplazando en 2 y 3

$$1703,35266 \frac{Kg}{h} * 486,7 \frac{Kj}{h} = F_{vapor}^4 * 2676 \frac{KJ}{Kg} + F_{liq\ sat}^5 * 419,1 \frac{KJ}{Kg} \quad (8)$$

$$1703,35266 \frac{Kg}{h} = F_{vapor}^4 + F_{liq\ sat}^5 \quad (9)$$

Resolviendo simultaneamente 8 y 9 se obtiene:

$$F_{vapor}^4 = 51,01982 \frac{Kg}{h}$$

$$F_{liq\ sat}^5 = 1652,33284 \frac{Kg}{h}$$

°Brix de la corriente 5

$$°Brix = \frac{F_{Solido}^5}{F^5}$$

$$°Brix = \frac{0,43 * 2,2955826 * 1279,55236}{0,43 * 2,2955826 * 1279,55236 + 1652,33284}$$

$$°Brix = 43,323579$$

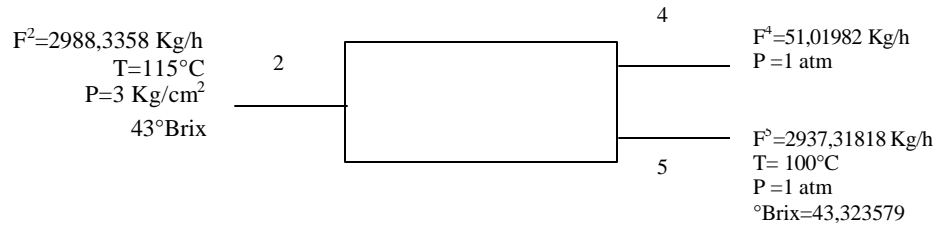


Fig. 229 Condiciones de las Corrientes luego de la expansión

Obtenidos los datos de la corriente 5, se calcula la corriente de salida del tanque B-204

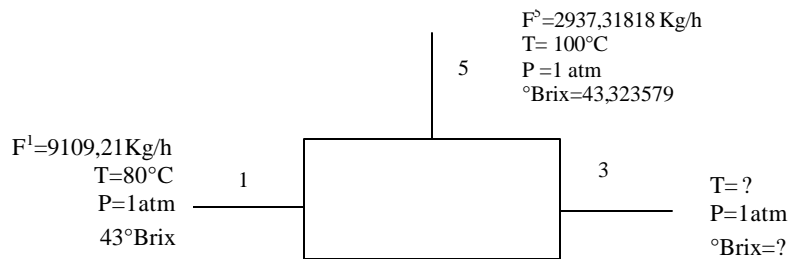


Fig. 230 Condiciones de las Corrientes de miel en el Tanque de miel clarificada

°Brix de la corriente 3 (salida del tanque B-204)

$$^{\circ}Brix = \frac{F^1_{Sacarosa} + F^5_{Sacarosa}}{F^1 + F^5} \quad (10)$$

$$^{\circ}Brix = 43,07887$$

Balance de energía para la figura No. 230

$$F^1 \hat{H}_1 + F^5 \hat{H}_5 = F^3 \hat{H}_3 \quad \text{Asumimos } \dot{Q} = 0 \quad (11)$$

$$\hat{H}_i = \int_{T_R}^T C_{p_m} dT \quad (12)$$

$$C_{p_m} = aC_a + sC_s \quad (13)$$

$$C_a = 4,1762 - 9,0864 * 10^{-5} T + 5,4731 * 10^{-6} T^2 \quad \text{Válida}^1 \text{ entre } -40 \text{ a } 150^\circ\text{C} \quad (14)$$

$$C_s = 1,5488 + 1,9625 * 10^{-3} T - 5,9399 * 10^{-6} T^2 \quad \text{Válida entre } -40 \text{ a } 150^\circ\text{C} \quad (15)$$

Donde C_a = Capacidad calorífica del agua
 C_s = Capacidad calorífica de la sacarosa

Corriente 1

$$a = 0.57 \quad ; \quad s = 0.43$$

Reemplazando en 13

$$C_{p_m} = 3,046418 + 7,9208252 * 10^{-4} T + 5,6551 * 10^{-7} T^2 \quad (16)$$

Integrando

$$\hat{H}_i = \left[3,046418T + 3,9604126 * 10^{-4} T^2 + 1,8850333 * 10^{-7} T^3 \right]_{T_R}^T \quad (17)$$

T_R = temperatura de referencia = 25°C

$$\hat{H}_1 \Big|_{180^\circ\text{C}} = 169,933696 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

Corriente 3

$$a = 0.56922 \quad ; \quad s = 0.43078$$

Reemplazando en 13

$$C_{p_m} = 3,04434576 + 7,93702 * 10^{-4} T + 5,5650 * 10^{-7} T^2 \quad (16)$$

Integrando

$$\hat{H}_i = \left[3,04434576T + 3,96851 * 10^{-4} T^2 + 1,855028 * 10^{-7} T^3 \right]_{T_R}^T \quad (17)$$

¹ Tomado de CHOI, Y. OIKOS; m. Effects of teemperature and composition on the termal properties of foods, in food Engineering and process application.

Corriente 5

$$\hat{H}_5 = a * \hat{H}_{5 \text{ liq sat}} \Big|_{100^\circ\text{C}} + s * \hat{H}_{5 \text{ sacarosa}} \Big|_{100^\circ\text{C}}$$

$$\hat{H}_{5 \text{ liq sat}} \Big|_{100^\circ\text{C}} = 419,1 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$\hat{H}_{5 \text{ SACAROSA}} \Big|_{100^\circ\text{C}} = 53,4656 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$\hat{H}_5 = 261,59201 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

Conversión de flujos volumétricos a máxicos

$$\text{Flujo máxico} = \text{Flujo volumétrico} * \mathbf{r}_m \quad (18)$$

$$\mathbf{r}_m = a\mathbf{r}_a + s\mathbf{r}_s \quad (19)$$

\mathbf{r}_a y \mathbf{r}_s ecuaciones definidas en la página 4

Reemplazando en 11

$$F^1 * \mathbf{r}_m^1 * \hat{H}_1 + F^5 * \mathbf{r}_m^5 * \hat{H}_5 = F^3 * \mathbf{r}_m^3 * \hat{H}_3 \quad (20)$$

Para la corriente 1

a = fracción de agua = 0,43

s = fracción de sacarosa = 0,57

$$\mathbf{r}_m = 1238,8056 - 0,131705777T - 2,141718 * 10^{-3} T^2 \quad (21)$$

$$\mathbf{r}_m \Big|_{80^\circ\text{C}} = 1214,5621 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Para la corriente 5

$a = 0.566765$; $s = 0.433235$

$$\mathbf{r}_m = 1313,316192 - 0,1732897T - 1,6434867 * 10^{-3} T^2 \quad (22)$$

$$r_m|_{100^\circ C} = 1279,55236 \frac{Kg}{m^3}$$

Para la corriente 3

$$a = 0.56922 \quad ; \quad s = 0.43078$$

$$r_m = 1239,2487863 - 0,13195311T - 2,13875 * 10^{-3} T^2 \quad (23)$$

Reemplazando en (20)

$$\begin{aligned} & 7,5 \frac{m^3}{h} * 1214,5621 \frac{Kg}{m^3} * 169,933696 \frac{KJ}{Kg} + 2,29558 \frac{m^3}{h} * 1279,55236 \frac{Kg}{m^3} * 279,45148 \frac{KJ}{Kg} \\ & = 9,795582 \frac{m^3}{h} * r_{mT} * \hat{H} \Big|_{25}^T \end{aligned}$$

$$r_{mT} * (\hat{H}(T) - 76,41092) = 236198,819 \quad (21)$$

Reemplazando en 21

$$\begin{aligned} & (1239,2487863 - 0,13195311T - 0,00213875T^2) * \\ & (3,04434576T + 3,96851 * 10^{-4} T^2 + 1,855028 * 10^{-7} T^3 - 76,41092) = 236198,819 \quad (22) \end{aligned}$$

Obteniéndose la siguiente ecuación de quinto grado en T:

$$-cf * T^5 - (bf + ce) * T^4 + (af - cd - be) * T^3 + (ae - bd + cg) * T^2 + (ad + bg) * T - ag = h$$

donde:

$$\begin{array}{lll} a = 1239,2487863 & b = 0,13195311 & c = 2,13875 * 10^{-3} \\ d = 3,04434576 & e = 3,96851 * 10^{-4} & f = 1,855028 * 10^{-7} \\ g = 76,2937 & h = 241823,2699 & \end{array}$$

Resolviendo la ecuación 22 en la calculadora HP48GX se obtiene

$$T^3 = 88,1124^\circ C$$

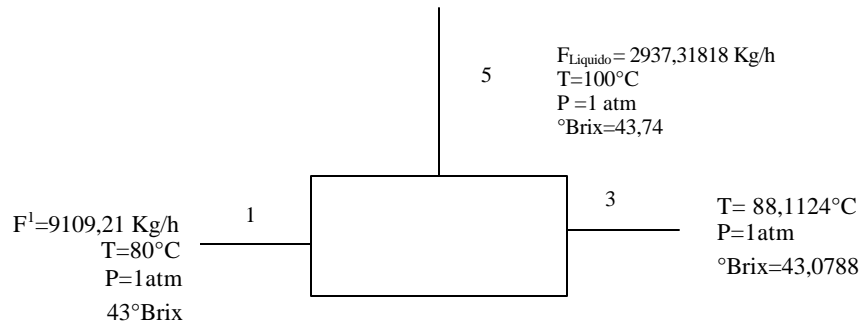


Fig. 231 Condiciones de la corriente de salida del tanque de miel clarificada luego de la instalación de la corriente de recirculación

A continuación se presenta una tabla con los resultados obtenidos para otros flujos de entrada de miel proveniente de la clarificadora y recirculada al tanque B-204.

F¹ Miel proveniente de las clarificadoras	F² Miel recirculada	° Brix corriente de salida del tanque de miel clarificada	Temperatura corriente de salida del tanque de miel clarificada
7,5	2,5	0,430788	88,1124
8,5	4,0	0,431098	91,0270
9,5	5,5	0,431883	92,02748

Tabla No. 39 Condiciones de la corriente de salida del tanque de miel clarificada después de la instalación de la corriente de recirculación

La ubicación actual de la corriente de recirculación, produce una expansión en el momento en el cual la corriente ingresa al tanque de miel clarificada ya que este tanque se encuentra a presión atmosférica, liberándose según el flujo manejado entre 51,01982Kg/h y 112,243611 Kg/h de vapor y modificando las condiciones de la corriente de salida en temperatura y concentración. La temperatura se incrementa en un rango de 8 – 12 °C. El cambio de concentración en la corriente no es significativa.

5.2 ALTERNATIVAS PARA ELIMINAR EL VAPOR PERDIDO EN EL TANQUE DE MIEL CLARIFICADA

Inicialmente se pensó en dimensionar un evaporador que use el flujo de vapor perdido, permitiendo así alcanzar la temperatura requerida en el proceso de esterilización sin provocar pérdidas energéticas. En el evaporador se obtendrían dos corrientes la miel clarificada despojada de los microorganismos perjudiciales en el proceso fermentativo y un vapor con un contenido de impurezas, del cual se pensaba retirar el calor y ser empleado en un uso posterior, para conseguir esto se dimensionaría un intercambiador de calor en el cual se condense la corriente de vapor y el aumento de temperatura ganado por el agua de enfriamiento fuese utilizado para suplir total o parcialmente un proceso que requiera este servicio. Esta alternativa no se llevó a cabo ya que no elimina la generación del vapor. Los resultados obtenidos al evaluar la disposición actual de la corriente de recirculación en el tanque de miel clarificada muestran las grandes desventajas que esta causa, con el propósito de eliminar la pérdida de vapor en este tanque y su vez mejorar el ambiente del área de trabajo, permitiendo mantener las condiciones del proceso como fueron diseñadas se proponen dos alternativas las cuales se evalúan a continuación:

5.2.1 PRIMERA ALTERNATIVA :

Ingresar la tubería de recirculación por la parte lateral del tanque en un punto inferior al nivel del líquido

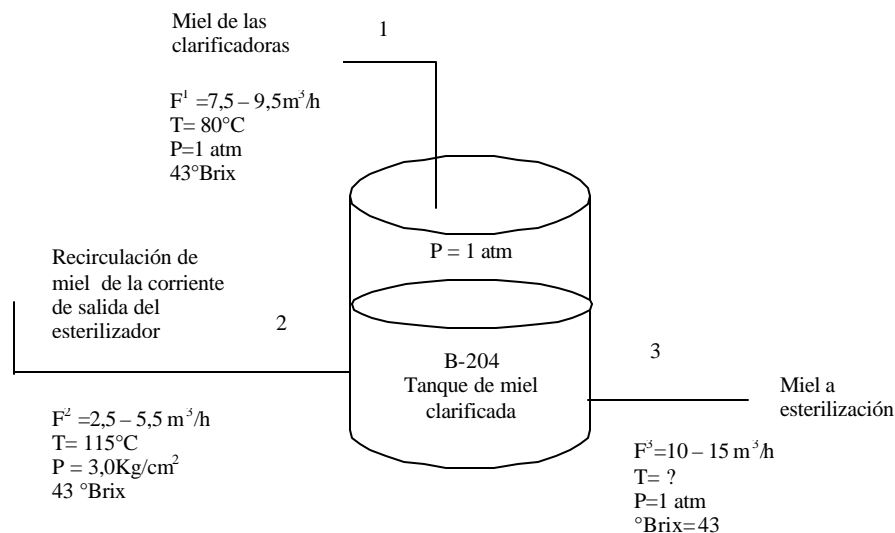


Fig. 232 Primera alternativa

Balance de energía

$$\sum F_e H_e - \sum F_s H_s = \dot{Q}_{perdido} \quad (1)$$

Asumiendo $\dot{Q} = 0$

$$F^1 \hat{H}_1 + F^2 \hat{H}_2 = F^3 \hat{H}_3 \quad (23)$$

$$\hat{H}_i = \left[3,046418T + 3,9604126 * 10^{-4} T^2 + 1,8850333 * 10^{-7} T^3 \right]_{T_r}^T \quad \text{Calculado en la pág. 156}$$

$$\hat{H}_1 \Big|_{80^\circ C} = 169,933696 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\hat{H}_2 \Big|_{115^\circ C} = 279,45148 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\hat{H}_3 \Big|_T = 3,046418T + 3,9604126 * 10^{-4} T^2 + 1,8850333 * 10^{-7} T^3 - 76,41092$$

Balance de materia global

$$F_1 + F_2 = F_3$$

$$F_1 = 7,5m^3 \quad ; \quad F_2 = 2,5m^3 \quad ; \quad F_3 = 10m^3$$

Conversión de flujos volumétricos a másicos

$$\text{Flujo másico} = \text{Flujo volumétrico} * r_m \quad (18)$$

$$r_m = a r_a + s r_s \quad (19)$$

$$a = 0.57 \quad ; \quad s = 0.43$$

r_a y r_s ecuaciones definidas en la página 4

$$r_m = 1238,8056 - 0,131705777 T - 2,141718 * 10^{-3} T^2 \quad \text{calculado en la pág. 154}$$

$$r_m \Big|_{80^\circ C} = 1214,5621 \frac{Kg}{m^3}$$

$$r_m \Big|_{115^\circ C} = 1195,3352 \frac{Kg}{m^3}$$

Reemplazando en la ecuación 23

$$7,5 \frac{m^3}{h} * 1214,5621 \frac{Kg}{m^3} * 169,933696 \frac{KJ}{Kg} + 2,5 \frac{m^3}{h} * 1195,3352 \frac{Kg}{m^3} * 279,45148 \frac{KJ}{Kg}$$

$$= 10 \frac{m^3}{h} * \mathbf{r}_{m_r} * \hat{H} \Big|_{25}^T$$

$$\mathbf{r}_{m_T} * (\hat{H}(T) - 76,41092) = 238305,823124 \quad (24)$$

Reemplazando en la ecuación 24

$$(1238,8056 - 0,131705777 T - 2,141718 * 10^{-3} T^2) * (3,046418T + 3,9604126 * 10^{-4} T^2 + 1,8850333 * 10^{-7} T^3 - 76,41092) = 238305,823124 \quad (25)$$

Obteniéndose la siguiente ecuación de quinto grado en T:

$$-cf * T^5 - (bf + ce) * T^4 + (af - cd - be) * T^3 + (ae - bd + cg) * T^2 + (ad + bg) * T - ag = h$$

donde:

$$\begin{array}{lll} a = 1238,8056 & b = 0,131705777 & c = 2,141718 * 10^{-3} \\ d = 3,046418 & e = 3,960413 * 10^{-4} & f = 1,8850333 * 10^{-7} \\ g = 76,41092 & h = 238305,823124 & \end{array}$$

Resolviendo la ecuación 25 en la calculadora HP48GX se obtiene

$$T^3 = 88,6502^\circ C$$

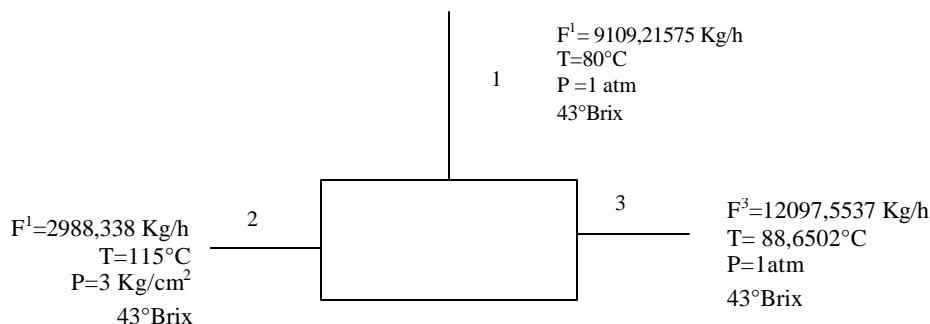


Fig. 233 Condiciones de las corrientes en el tanque de miel clarificada para la primera alternativa

A continuación se presenta una tabla con los resultados obtenidos para otros flujos de entrada de miel proveniente de la clarificadora y recirculada al tanque B-204.

F^1 Miel proveniente de las clarificadoras	F^2 Miel recirculada	$^{\circ}$ Brix corriente de salida del tanque de miel clarificada	Temperatura corriente de salida del tanque de miel clarificada
7,5	2,5	43	88,6502
8,5	4,0	43	91,08275
9,5	5,5	43	92,707183

Tabla No. 40 Condiciones de salida de la corriente del tanque de miel clarificada obtenidas al evaluar la primera alternativa

El ingresar la corriente de recirculación por la parte inferior del tanque de miel clarificada hace posible que no ocurra la vaporización instantánea, ya que la presión que esta corriente lleva es la necesaria para ingresar al tanque por un punto donde el líquido interno está ejerciendo presión. A pesar de lo anterior, no es posible garantizar la no generación de vapor dentro del tanque, debido a que la temperatura de la corriente de salida de este es muy cercana a la temperatura de ebullición del agua en Manizales.

La temperatura se incrementa en un rango de $8,65^{\circ}\text{C}$ a $12,7^{\circ}\text{C}$ en la corriente de salida del tanque de miel clarificada, afectando las condiciones de diseño del proceso $T_{sa}|=80^{\circ}\text{C}$.

5.2.2 SEGUNDA ALTERNATIVA :

Mezclar el flujo proveniente de la corriente de recirculación actual ($T=115^{\circ}\text{C}$) y una fracción de la corriente de salida del intercambiador¹ E-202 (60°C), de manera que la temperatura de salida sea 80°C y luego ingresar la tubería de recirculación por la parte lateral del tanque en un punto inferior al nivel del líquido

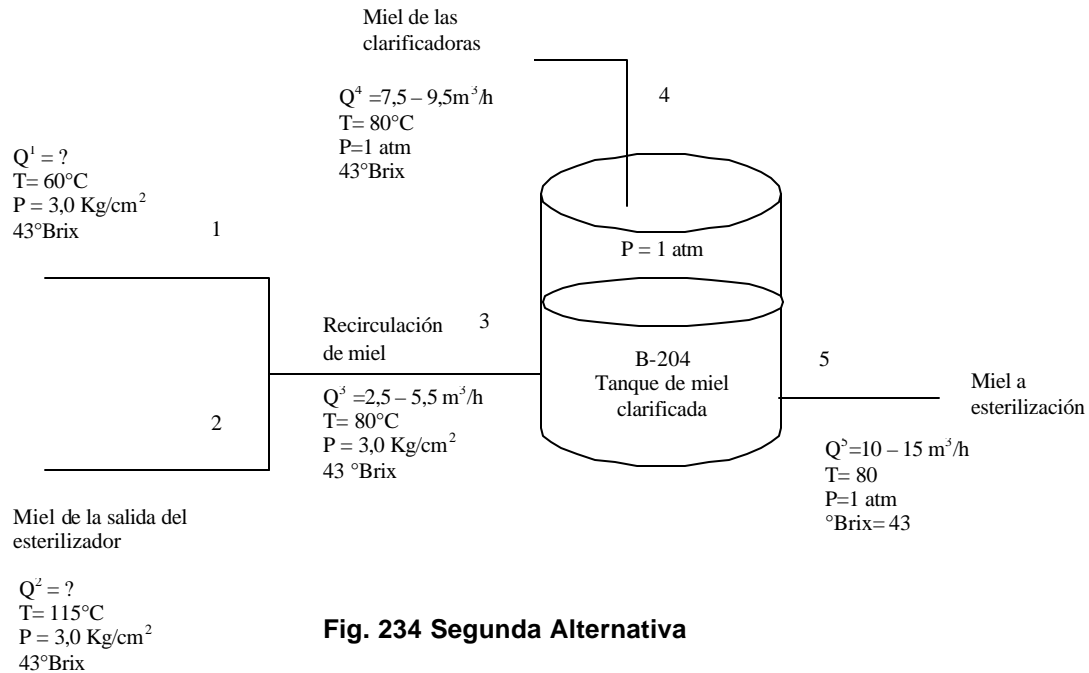


Fig. 234 Segunda Alternativa

¹ Fig 225 pág 151

Balance de energía

$$\sum F_e H_e - \sum F_s H_s = \dot{Q}_{perdido} \quad (1)$$

$$F^1 \hat{H}_1 + F^2 \hat{H}_2 = F^3 \hat{H}_3 \quad (23)$$

$$\hat{H}_i = \left[3,046418T + 3,9604126 * 10^{-4} T^2 + 1,8850333 * 10^{-7} T^3 \right]_{T_R}^T \quad \text{Calculado en la pág. 156}$$

$$\hat{H}_1 \Big|_{60^\circ C} = 107,840624 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\hat{H}_2 \Big|_{115^\circ C} = 279,45148 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\hat{H}_3 \Big|_{80^\circ C} = 169,933696 \frac{KJ}{Kg}$$

Conversión de flujos volumétricos a máxicos

$$\text{Flujo máxico} = \text{Flujo volumétrico} * r_m \quad (18)$$

$$r_m = a r_a + s r_s \quad (19)$$

$$a = 0.57 \quad ; \quad s = 0.43$$

r_a y r_s ecuaciones definidas en la página 4

$$r_m = 1238,8056 - 0,131705777 T - 2,141718 * 10^{-3} T^2 \quad \text{Calculado en la pág. 154}$$

$$r_m \Big|_{60^\circ C} = 1223,193069 \frac{Kg}{m^3}$$

$$r_m \Big|_{115^\circ C} = 1195,3352 \frac{Kg}{m^3}$$

$$r_m \Big|_{80^\circ C} = 1214,5621 \frac{Kg}{m^3}$$

Balance de materia global

$$F_1 + F_2 = F_3 \quad (26)$$

Reemplando en 23 y 26

$$F^1 * 107,840624 + F^2 * 279,45148 F^3 * 2,5 \frac{m^3}{h} * 1214,5621 \frac{Kg}{m^3} * 169,933696 \frac{KJ}{Kg} \quad (27)$$

$$F_1 + F_2 = 2,5 \frac{m^3}{h} * 1214,5621 \frac{Kg}{m^3} \quad (28)$$

Resolviendo simultáneamente las ecuaciones 27 y 28, se obtiene:

$$F^1 = 1937,75838 \frac{Kg}{h}$$

$$F^2 = 1098,64687 \frac{Kg}{h}$$

Cálculo de los flujos volumétricos

$$Q^1 = \frac{1937,75838 \frac{Kg}{h}}{1223,193069 \frac{Kg}{m^3}} = 1,5841 \frac{m^3}{h}$$

$$Q^2 = \frac{1098,64687 \frac{Kg}{h}}{1195,3352 \frac{Kg}{m^3}} = 0,919112 \frac{m^3}{h}$$

$$Q^1 = 1,6 \frac{m^3}{h} \quad ; \quad Q^2 = 0,9 \frac{m^3}{h}$$

A continuación se presenta una tabla con los resultados obtenidos para otros flujos de recirculación al tanque de miel clarificada B-204.

F³ Flujos de recirculación	F¹ Miel proveniente de la salida del intercambiador E-202 < m ³ /h >	F² Miel proveniente de la salida del esterilizador < m ³ /h >	° Brix corriente de salida del tanque de miel clarificada	Temperatura corriente de salida del tanque de miel clarificada
2,5	1,6	0,9	43	80°C
4,0	2,5	1,5	43	80°C
5,5	3,5	2	43	80°C

Tabla No. 41 Flujos de las corrientes de salida del esterilizador e intercambiador E-202, que permiten obtener una temperatura en la corriente de recirculación de 80°C y eliminar la generación de vapor

Esta alternativa impide la generación de vapor dentro del tanque de miel clarificada, puesto que al ingresar la corriente de recirculación por un punto inferior al nivel del líquido no se produce expansión, además con la mezcla de las corrientes provenientes de las salidas del esterilizador e intercambiador en las proporciones necesarias se obtiene una corriente de recirculación a las mismas condiciones de temperatura y concentración de la corriente de alimentación principal al tanque, y no se modifican las condiciones en este, razón por la cual se considera la mejor alternativa.

6. CONCLUSIONES

La realización de este trabajo permitió:

- Agilizar el manejo de la información con la implementación de las bases de datos, de manera que se pueda realizar análisis estadísticos a los datos generados por el proceso, dando cumplimiento a la norma ISO 9000 versión 1994, certificación vigente en la empresa.
- Mejorar el control sobre los procesos de fermentación, destilación y elaboración de licores, al hacer confiables los datos en los cuales se basa la toma de decisiones, como resultado de la implementación del control estadístico y el análisis realizado a las variables de cada uno de los procesos estudiados, el cual a su vez hizo necesario modificar especificaciones en los procesos, planes de análisis y por ende las normas internas de control¹.
- Eliminar del control de proceso análisis tales como, % sólidos en almacenamiento de miel, °Brix, azúcar y % sólidos en fermentación. El primer análisis se eliminó debido a que no se presentan modificaciones significativas en el comportamiento de esta variable durante el período almacenamiento. En cuanto al °Brix y Azúcar se concluyó que no aportan información importante, ya que son evaluadas solo una vez al día, mientras que en planta se realiza este procedimiento cada hora, razón por la cual los datos del laboratorio no son representativos debido a que dependen de las condiciones del proceso en el momento de la toma de la muestra. Con respecto al % de sólidos en fermentación, según lo hallado al estudiar la relación entre la cantidad de población de células de levadura y esta variable, no existe correlación, de manera que no se cumple el principal objetivo para cuantificar esta variable, el cual es conocer la tendencia de la población de levadura en fermentación.
- El cambio de parámetros de control se realizó para el método de análisis de la variable % Transmitancia, ya que se determinó que el método empleado actualmente no es confiable. Se propuso emplear un equipo existente en el laboratorio el cual tiene incluido en el software un método para realizar este análisis.
- La evaluación del problema de pérdidas de vapor que actualmente se presenta en el tanque de miel clarificada, dio como resultado la necesidad de plantear alternativas que hagan posible la eliminación de este vapor debido a que luego de condensarse se deposita sobre equipos y pisos provocando un ambiente molesto en el área de trabajo. Para solucionar este problema se propusieron dos

¹ Resumen de las modificaciones realizadas a la norma de control de procesos, ver anexo 6

alternativas, siendo más viable la segunda, la cual consiste en mezclar una proporción del flujo actual de la corriente de recirculación con otro proveniente de la salida del esterilizador E-202 de manera que se obtiene una corriente con una temperatura igual a 80°C que ingresa como recirculación por una parte inferior a la altura del líquido en el tanque B-204, lográndose conservar las condiciones para las cuales el proceso fue diseñado.

7. RECOMENDACIONES

- Ingresar los resultados obtenidos al realizar los análisis de cada proceso, a las diferentes bases de datos tan pronto como sea posible, de manera que estén disponibles para ser analizados en el momento requerido.
- Al momento de llenar los formatos de control de cada proceso tener en cuenta la casilla de observaciones para comentar cualquier situación extraordinaria que se haya presentado, como cambios hechos al proceso, fallas de algún equipo, corte de fluido eléctrico, cambio de materia prima, arranque de proceso, etc. De manera que al momento de analizar la información se puedan detectar fácilmente las causas asignables que ponen el proceso fuera de control y llevar a cabo la acción correctiva necesaria para solucionar el problema.
- Organizar un plan de análisis que incluya cartas de control y capacidad de proceso con el fin de detectar rápidamente cambios en los procesos que pueden llevar al incumplimiento de las especificaciones.
- El plan de análisis propuesto deberá revelar los cambios necesarios para ajustar el proceso dentro de especificaciones cuando se efectúen cambios en las condiciones de operación fijadas, estos pueden ser por ejemplo, variación en la composición de la materia prima.
- Poner en marcha la implementación de la segunda alternativa descrita en las conclusiones con el fin de eliminar la generación de vapor en el tanque de miel clarificada evitando así un ambiente molesto en el área de trabajo.
- Reducir el tiempo de residencia máximo en los tanques de almacenamiento de miel a tres días, debido a que luego de este período se incrementa considerablemente la acidez de la miel.

8. BIBLIOGRAFIA

MONTGOMERY, Douglas. RUNGER, George. Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería. Ed. Mc GRAW - HILL, Interamericana Editores, S.A. de C.V. México, 1996.

PRAT, Albert. Métodos estadísticos, Control y mejora de la calidad

PALACIO, Hernán. Fabricación de alcohol

MESA, Julio. Manual de procedimiento y operación de la obtención del alcohol extraneutro según normas ISO 9000. Tesis de Ingeniería Química, 1996.

GUTIERREZ, Luis Felipe. Determinación por reactivo de schiff del contenido de aldehidos en el alcohol etílico y licores de la industria licorera de caldas.

Proyecto Iberomedia, Inventario global realizado en la I.L.C, 1996

MESONES, Boris. Manual practico del cervecero, fermentación del mosto

CHOI, Y. OIKOS; m. effects of temperature and composition on the thermal properties of foods, in food engineering and process application, vol 1, Londres 1986.

www. Reserva y cata.com. Artículo del mes “protagonistas: las levaduras, estrella invitada: el hombre”

Curso de enología para aficionados

Manual Statgraphics.

Norma interna de procedimientos de análisis y control de procesos de la industria licorera de caldas.

www.verema.com Artículo: La fermentación alcohólica, Quique Collado

[www.reserva y cata .com](http://www.reserva.ycata.com). Artículo: La importancia de los ácidos en el vino, Ernesto de Serdio.

www.acenologia.com. Artículo: Cuantificación de los aromas más importantes del vino, P Aragues, C. Calderon, V. Ferreira, J. Caucho y C. Diaz.

Normas icontec NTC 620, 411, 1245, 278 y proyecto 3442.

ANEXOS

GLOSARIO

Control Estadístico de Procesos (CEP):

Es la serie de actividades que se realizan para supervisar y eliminar variaciones con el fin de mantener el proceso en un estado de control estadístico. Un punto importante para el CEP es el uso de una gráfica de control.

Cartas de control:

Es una herramienta importante para la mejora del proceso que describe de manera exacta lo que se entiende por control estadístico. Permite identificar la presencia de causas asignables, reducir la variabilidad del proceso y estabilizar el desempeño de este.

Causas aleatorias:

Son variaciones naturales inherentes (ruido de fondo) debidas al diseño del proceso, por lo general son de naturaleza probabilística y se puede eliminar solo cambiando el proceso. Un proceso que solo opera con causas aleatorias se dice que está bajo control estadístico

Causas asignables:

Son fluctuaciones en la variación debidas a sucesos o acciones que no son parte del proceso diseñado, por lo general este tipo de variación es grande cuando se le compara con el ruido de fondo, se puede eliminar o reducir sin modificar el proceso, no es de naturaleza aleatoria, y representa un nivel inaceptable del rendimiento del proceso. Un proceso que opera en presencia de causas asignables se dice que esta fuera de control. Esta variabilidad usualmente proviene de tres fuentes :

- Máquinas mal ajustadas
- Errores del operador
- Materias primas defectuosas

Grado alcohólico ó alcoholimétrico:

Es el porcentaje en volumen de alcohol etílico a 20 °C presente en la mezcla.

Congéneres:

Sustancias volátiles naturales, diferentes de los alcoholes etílico y metílico, las cuales provienen de las materias primas empleadas o que se han originado durante el proceso de elaboración de una bebida alcohólica. Dentro de los congéneres se consideran sustancias tales como ácidos, aldehidos, furfural, ésteres, y alcoholes superiores.

Alcohol tafias:

Es el alcohol de caña que no ha sido sometido a operaciones de rectificación o aunque lo haya sido tiene un contenido total de congéneres de alcohol etílico mayor de 150 mg/dm³ de alcohol anhidro y cuya destilación se efectúa entre 70 y 94 grados alcoholimétricos.

Alcohol puro extraneutro:

Es aquel que ha sido sometido a una operación de rectificación hasta obtener un producto de 96° alcoholimétricos como mínimo y cuyo contenido total de congéneres es inferior o igual a 35 mg/dm³ de alcohol anhidro.

Alcohol rectificado neutro:

Es aquel que ha sido sometido a una operación de rectificación, hasta obtener un producto de 95° alcoholimétricos como mínimo y cuyo contenido total de congéneres es inferior o igual a 80 mg/dm³ de alcohol anhidro.

Licor:

Es la bebida alcohólica con una graduación mayor de 20 grados alcoholimétricos que se obtiene por destilación de bebidas fermentadas o por mezcla de alcohol rectificado neutro o aguardiente con sustancias de origen vegetal, o con extractos obtenidos con infusiones, por precolaciones o maceraciones de los citados productos, solo podrá edulcorarse con sacarosa, glucosa, fructosa, miel o sus mezclas y colorearse con los colorantes permitidos por el Ministerio de Salud.

Aguardiente

Es el producto proveniente de la destilación especial de mostos fermentados, tales como vinos, sidra o bién de zumos de frutas, árabes, jugos o caldos de granos o de otros productos vegetales previamente fermentados. Se caracteriza por conservar un aroma y un gusto particulares inherentes a las sustancias sometidas a fermentación y destilación. En Colombia se da la denominación de Aguardiente al licor anisado con graduación alcohólica entre 29 y 30 % vol. que se obtiene de una mezcla de alcohol rectificado neutro o extraneutro con agentes aromáticos y agua suavizada. Se pueden adicionar edulcorantes (endulzantes).

Ron:

Es el aguardiente obtenido por destilación especial de mostos fermentados del zumo de la caña de azúcar sus derivados o subproductos añejados por un tiempo adecuado de acuerdo con su clasificación en recipientes de roble en tal forma que al final posea el gusto y el aroma que le son característicos. También puede obtenerse por mezcla de rones entre sí.

Es una bebida con características de sabor y aroma especiales, producto del proceso de añejamiento, con una graduación alcohólica entre 35 y 40% en volumen.

Aperitivo:

Es la bebida alcohólica con un porcentaje de alcohol máximo de 20% vol. obtenida a partir de alcohol extraneutro. Puede ser edulcorado con sacarosa, glucosa, fructosa.

UFC:

Unidad de medida empleada en los análisis microbiológicos, sus siglas significan formadora de colonia, usualmente se mide en 10g de muestra.

Deslevadurizado:

Se refiere al vino depojado de levadura luego del proceso de separación.

Miel Prefermentada:

Miel a la cual se le ha incrementado considerablemente su acidez, generalmente por causa de un largo período de almacenamiento y la presencia de microorganismos indeseables que alteran sus características. Se identifica por el sabor ácido y la presencia de espuma en la superficie

Miel Cristalizada:

Miel que contiene cristales de azúcar (sacarosa sólida)

Anexo 2, Tablas de datos y Figuras

% SÓLIDOS	
Recepción	Almacenamiento
0,4	0,5
0,5	0,5
	0,5
0,4	0,5
	0,4
	0,4
	0,4
0,3	0,4
0,4	0,3
0,3	
0,3	0,3
	0,3
	0,3
0,41	0,3
0,4	0,4
0,32	0,4
0,5	0,3
0,35	0,3
	0,4
	0,3
0,4	0,3
0,4	0,3
0,3	0,3
0,4	0,3
0,3	0,2
	0,2
	0,3
	0,3
0,4	0,3
0,2	0,2
0,2	0,2
0,2	0,2
	0,2
	0,3
	0,3
	0,3
	0,2
	0,2
	0,2

Tabla No. 3 % Sólidos de la miel en Recepción y Almacenamiento

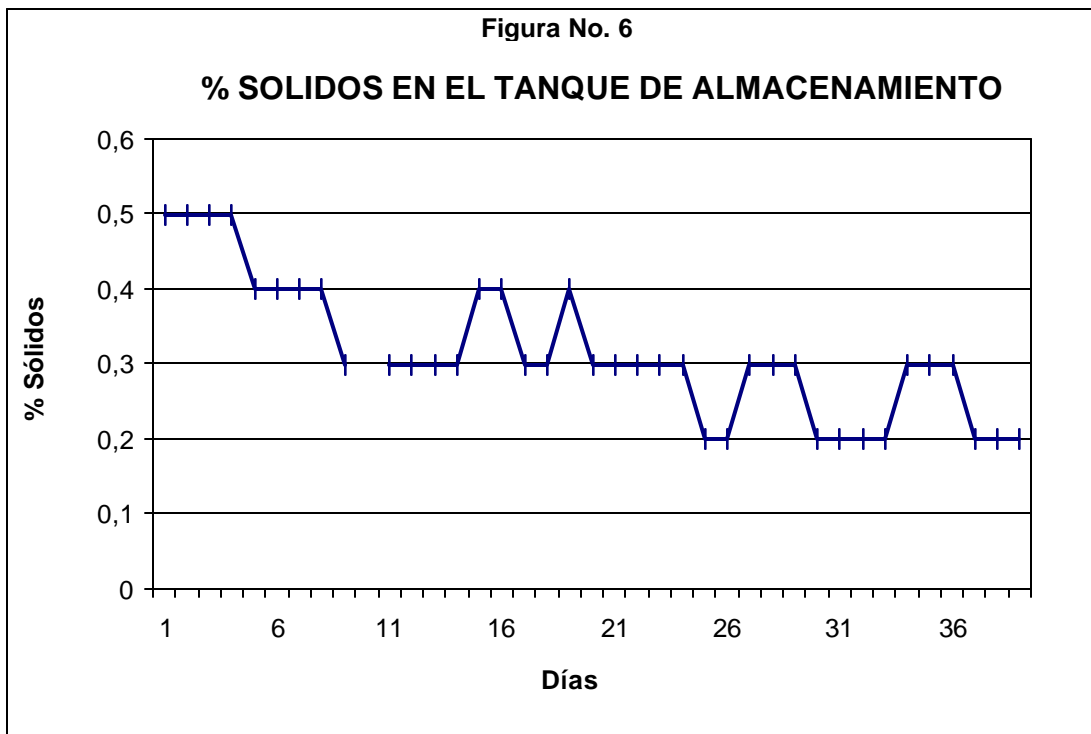
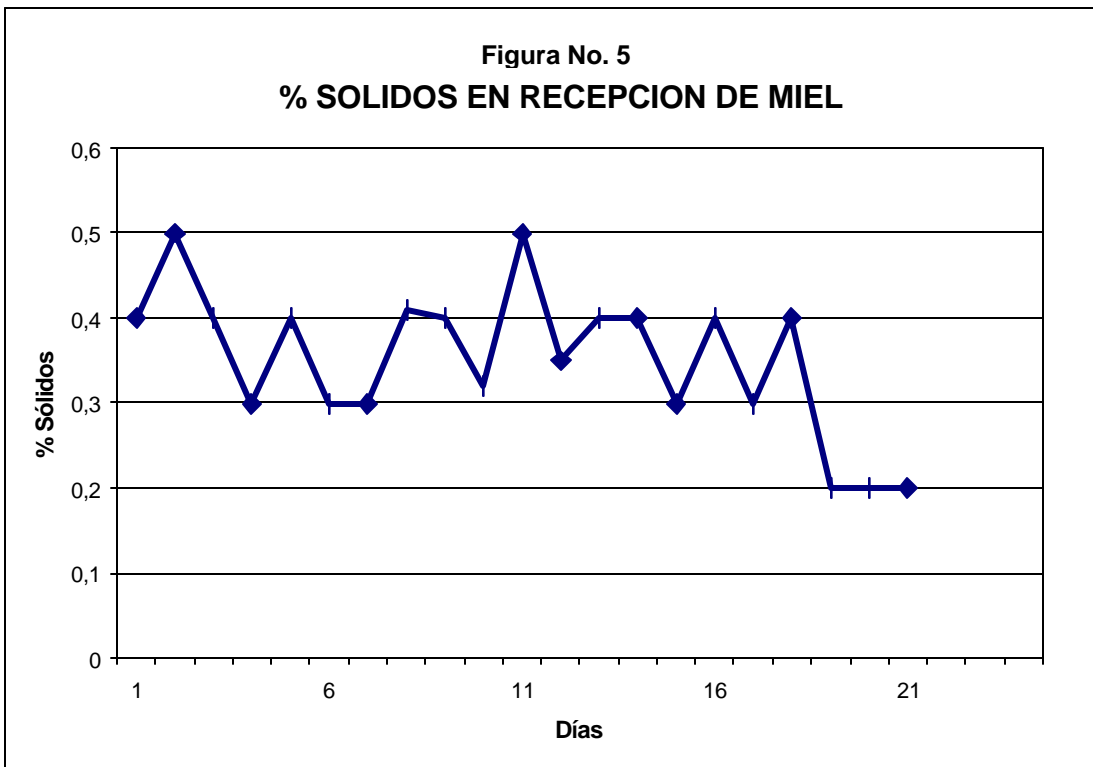
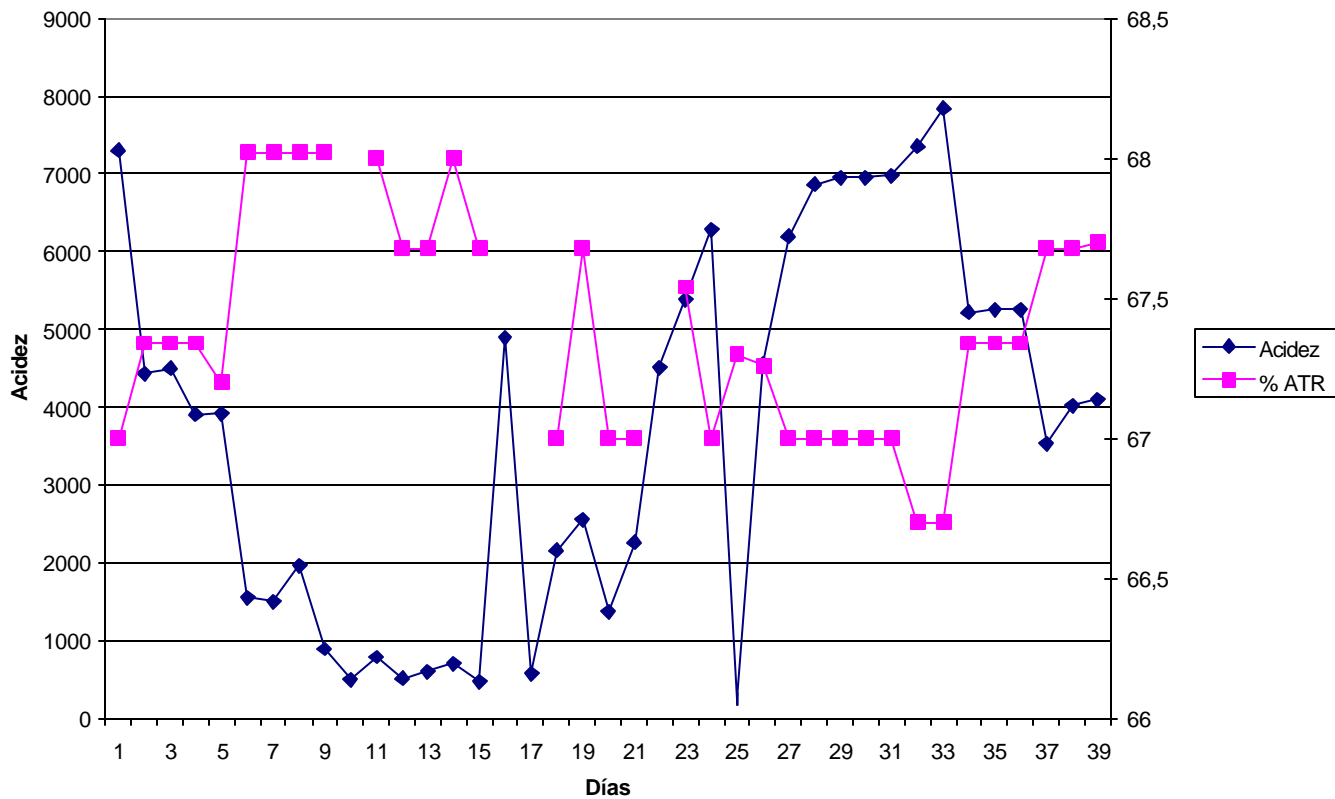


Figura No. 11

Relación entre el % ATR y la Acidez en el Tanque de consumo



ALMACENAMIENTO			
Solidos < % >	Brix < Grados >	ATR < % >	Acidez < mg H ₂ SO ₄ /l >
0,5	70,31	67	7300
0,5	70,47	67,34	4436
0,5	70,51	67,34	4500
0,5	70,57	67,34	3900
0,4	70,91	67,2	3920
0,4	71,18	68,02	1551
0,4	71,26	68,02	1500
0,4	71,4	68,02	1960
0,3	71,71	68,02	888
	70,54		500
0,3	71,11	68	790
0,3	70,89	67,68	513
0,3	70,88	67,68	600
0,3	71,08	68	705
0,4	70,24	67,68	470
0,4	70,16		4900
0,3	70,35		576
0,3	70,63	67	2156
0,4	70,39	67,68	2548
0,3	70	67	1372
0,3	70,52	67	2254
0,3	70,4		4508
0,3	70,63	67,54	5386
0,3	70,25	67	6280
0,2	71,53	67,3	245
0,2	70,23	67,26	4559,9
0,3	70	67	6198
0,3	69,93	67	6860
0,3	69,81	67	6958
0,2	70,63	67	6960
0,2	69,74	67	6980
0,2	69,87	66,7	7350
0,2	69,77	66,7	7840
0,3	70,6	67,34	5214
0,3	70,68	67,34	5248
0,3	70,65	67,34	5250
0,2	71,44	67,68	3528
0,2	71,35	67,68	4018
0,2	71,53	67,7	4100

Tabla No. 4 Datos Almacenamiento de miel

Anexo 2, Tablas de datos y Figuras

PREDILUCION		ALIMENTACION		
Brix < grados >	pH	Brix < grados >	pH	Acidez <mgH ₂ SO ₄ /l>
44,58	4,35	17,2	4,45	858,5
44,3	4,39	17,07	4,53	683,1
43,8	4,47	16,97	4,68	770,3
44,2	4,65	17,42	4,59	792,8
43,5	4,57	17,04	4,71	582,1
44,8	4,69	16,42	4,74	572,3
44,72	4,7	17,3	4,68	582,1
44,04	4,59	17,1	4,71	539
43,06	4,66	16,46	4,76	557,6
44,84	4,68	17,42	4,63	570,4
44,3	4,64	17,17	4,7	561,5
43,5	4,67	17	4,68	488
44,34	4,64	17,12	4,78	423,4
43,94	4,65	16,44	4,74	524,3
44,38	4,61	17,14	4,72	521,4
44,1	4,64	16,52	4,7	527,2
44,11	4,64	16,52	4,55	478,2
43,9	4,67	17,74	4,72	564
43,5	4,66	17,1	4,73	539
44,9	4,68	17,51	4,74	402
44,38	4,63	16,44	4,7	392
42,7	4,57	15,94	4,66	508,6
43,16	4,38	17,57	4,49	815,4
43,9	4,3	17,46	4,39	838,8
44,96	4,26	17,77	4,34	1120,2
44,68	4,44	16,4	4,53	1134,8
43,6	4,37	16,9	4,45	1150,5
44,32	4,34	16,62	4,34	1002,5
44,96	4,24	17	4,34	1203,4
44,5	4,21	16,66	4,35	1058,4
42,72	4,24		4,37	1074,1
44,88	4,25		4,34	1109,4
44,11	4,22		4,7	846,7
45,35	4,62		4,72	834,9
45,12	4,65		4,78	845,7
44,8	4,65		4,76	863,4
43,64	4,69		4,73	878,1
42,9	4,69		4,69	434,9
43,5	4,56		4,67	921,2
			4,64	906,5
			4,59	920,2
			4,79	316,5
			4,77	620,3

Tabla No. 7 Datos Predilución y Alimentación de miel

BRIX EN FERMENTACIÓN			
< grados >			
Cuba B - 351	Cuba B - 352	Cuba B - 353	Cuba B - 354
3,5	0	0	0
4,21	0	0	0
4,3	0	0	0
3,96	0	0	0
3,16	0	0	0
3,66	0,16	0	0
2,96	0,36	0,16	0
2,81	0,21	0	0
2,81	0	0	0
2,34	0	0	0
3,86	0	0	0
3,6	0	0	0
3,5	1,34	0,6	0,2
4,41	0,5	0	0
3,6	0,54	0,24	0
4,04	0,4	0,2	0
3,14	0	0	0
3,8	0	0	0,2
3	0	0	0,1
3	0	0	0
3,3	0,1	0	0
3,4	0,4	0	0
3,1	0,6	0,2	0,1
4,3	0,34	0,2	0
4,4	1,4	0,7	0,4
4,44	0,9	0,2	0
4,5	1,2	0,2	0
4,6	1,3	0,4	0,1
2,9	0	0	0
3,8	0,74	0,54	0
2,9	1	0,6	0,3
3,56	1,1	0,3	0,2
3,3	0,9	0,6	0,4
3,3	1,1	0,7	0,3
4,2	1	0,6	0,4
3,21	0,91	0,3	0,3
3,37	1,1	0,3	0
3,46	0,6	0,1	0
1,87	0,27	0	0

Tabla No. 11 Datos ° Brix en el proceso de Fermentación

AZÚCAR EN FERMENTACIÓN			
< g/l >			
Cuba B -351	Cuba B -352	Cuba B -353	Cuba B -354
33,8	2,3	0,39	0,15
57,9	3,6	2,38	2,13
63,3	3,7	0,86	0,1
41,2	6,38	1,11	0,61
38,8	7,1	0,61	0,1
32,5	6,38	0,61	0,35
30,3	3,6	0,35	0,1
31,3	4,6	1,11	0,61
25,8	3,1	1,15	0,86
55,3	24,7	0,61	2,88
39,2	2,5	6,42	0,1
46,8	15,9	1,11	3,67
62,8	6,7	0,61	0,61
42,1	7,49	1,36	0,35
57,5	5,2	0,61	1,1
43,6	2,7	2	0,19
25,3	8,2	1,6	1,1
28,6	8	1,61	1
41	3	2,37	1,11
36,4	4,2	1,87	1,36
41	3,7	1,87	0,35
40,9	2,4	0,61	1,36
56,1	3,9	8,45	0,1
58,5	17,6	0,86	
63,7	13,6	1,87	0,61
64,8	17,4	1,36	0,35
63,2	15,8	1,11	0,86
32,7	4,9	1,61	0,35
41,7	3	1,36	0,86
35,7	11,6	1,36	0,61
42,1	3,6	4,65	0,35
40	11,3	2,12	1,87
37,3	12,5	0,86	0,86
63,1	13,4	3,9	0,35
35,9	14,3	1,11	1,36
39,2	17	1,61	0,61
36,9	8,4	1,14	0,35
22,5	3,9		0,1

Tabla No. 12 Datos Azúcar en el proceso de Fermentación

SÓLIDOS EN FERMENTACION			
< % >			
Cuba B -351	Cuba B -352	Cuba B -353	Cuba B -354
2	2,2	3	3
2,5	3	3,5	3,5
3	3	5	5
3	3,5	5	5
4	4	5	5
4	4	5,5	5
4,5	6,5	6,5	6,5
5	6	6,5	6,5
3,5	4	6	8
5	6	7	7
4	5,5	6	7,5
5,5	6,5	8	8
5,5	6,5	8	8
3,5	4,5	6	7
5	6,5	8	8
3	4,5	6	6,5
3	3	4	6
3	10	9	8
5,5	9	7,5	0
2	3	3,5	6
2	3	3	6
2	4	4	7
2	5	6	7
6,5	7	8	8
5	6,5	7	8
1,5	5	6,5	7,5
4	6	7	7
3	5	6	7
3	5	6	7
2,5	5	6,5	8
3,5	4	8	8
3	5	5,5	7
4,5	7	7	7,5
3	4,5	6,5	7,5
2,5	4,5	7	8
5	6,6	8	8
6	7	8	8
2	4	5,5	7
2	4	4,5	6

Tabla No. 14 Datos % Sólidos en el proceso de Fermentación

CONTENIDO DE ALCOHOL EN FERMENTACION			
< % alc/vol >			
Cuba B -351	Cuba B -352	Cuba B -353	Cuba B -354
6,4	7,7	7,8	7,8
6,1	8,2	8,3	8,3
6,4	8,6	8,6	8,6
6,2	8,3	8,4	8,4
6,7	8,5	8,5	8,5
6,5	8,4	8,4	8,5
6,7	8	8,2	8,4
6,2	8	8,3	8,4
6,7	8	8,2	8,3
6,4	7,9	8,2	8,2
6,2	7,8	7,9	8,1
5,9	7,5	8,1	8,1
6,3	7,5	7,9	7,9
5,5	7,6	7,9	8,1
6,2	7,3	7,6	7,7
6,1	7,2	7,6	7,6
6,4	7,7	7,8	7,9
6,6	8	8	8,1
6,9	8,3	8,3	8,3
6,4	7,8	8,2	8,3
6,1	7,8	8	8
6,1	7,5	7,9	8
5,8	7,4	7,8	7,8
5,5	7,2	7,5	7,5
5,5	7	7,2	7,3
5,5	7,1	7,5	7,4
5,9	7,2	7,7	7,6
5,4	7,2	7,7	7,7
5,2	6,9	7,3	7,3
5,5	7	7,3	7,2
5,3	6,5	7,3	7,3
5,3	7	7,4	7,4
5,7	7,2	7,4	7,4
5,2	6,8	7	7
5,1	6,8	7	7
5,6	6,8	7	7
5,4	7	7,4	7,4
5,8	7,1	7,1	7,1
6,5	7,3	7,7	7,7

Tabla No. 15 Datos Contenido de Alcohol en el proceso de Fermentación

pH EN FERMENTACION			
Cuba B -351	Cuba B -352	Cuba B -353	Cuba B -354
3,92	3,9	4	4,03
3,8	3,78	3,93	4,02
3,93	3,86	3,96	3,99
3,88	3,89	4	4,04
3,91	3,9	4,02	4,06
3,76	3,82	3,94	4,01
3,93	3,9	3,95	3,96
3,89	3,86	3,93	3,98
3,78	3,72	3,77	3,81
3,72	3,67	3,69	3,73
3,72	3,64	3,68	3,7
3,78	3,68	3,7	3,7
3,81	3,71	3,68	3,71
3,73	3,67	3,71	3,72
3,77	3,68	3,68	3,69
3,75	3,67	3,64	3,68
3,69	3,59	3,57	3,62
3,7	3,62	3,62	3,64
3,67	3,58	3,57	3,61
3,68	3,65	3,55	3,59
3,69	3,57	3,5	3,6
3,62	3,54	3,56	3,56
3,63	3,56	3,54	3,59
3,64	3,55	3,52	3,53
3,55	3,51	3,5	3,51
3,56	3,51	3,47	3,49
3,77	3,68	3,56	3,55
3,72	3,63	3,56	3,55
3,71	3,62	3,57	3,57
3,61	3,59	3,59	3,62
3,67	3,6	3,6	3,63
3,62	3,54	3,62	3,63
3,76	3,67	3,63	3,63
3,75	3,69	3,68	3,69
3,79	3,71	3,69	3,69
3,76	3,7	3,67	3,68
3,74	3,65	3,63	3,64
3,67	3,62	3,63	3,63

Tabla No. 16 Datos pH en el proceso de Fermentación

POBLACION DE LEVADURA EN FERMENTACIÓN <millones/cm ³ >			
Cuba B -351	Cuba B -352	Cuba B -353	Cuba B -354
380	360	440	400
408	420	420	468
428	480	400	444
499	484	498	488
520	580	552	516
476	488	504	472
510	491	518	506
496	440	436	424
433	452	438	502
411	416	408	421
398	376	401	399
315	343	354	318
313	306	331	302
300	306	309	311
300	354	301	314
300	322	317	319
266	277	255	299
215	222	206	242
185	200	209	220
192	201	197	200
180	182	187	148
174	185	177	181
170	177	180	183
135	156	155	159
142	148	150	147
139	146	149	151
130	139	141	136
139	142	149	137
128	133	140	137
125	132	135	139
125	129	130	126
116	118	125	128
120	124	132	128
111	116	125	129
112	117	110	119
108	118	115	102
102	109	115	111

Tabla No. 17 Datos Población de levadura en el proceso de Fermentación

REPRODUCCION DE LEVADURA EN FERMENTACIÓN			
< % >			
Cuba B -351	Cuba B -352	Cuba B -353	Cuba B -354
70	75	80	75
65	60	70	65
50	65	45	50
48	48	50	52
45	42	45	43
49	46	48	42
50	40	43	41
39	40	39	38
51	46	41	49
37	38	34	37
42	40	38	35
30	29	31	28
28	30	27	27
25	23	23	21
22	20	21	21
20	21	19	21
19	20	19	19
18	18	19	18
18	17	17	17
16	16	18	18
16	15	17	17
16	15	15	16
15	11	16	15
10	14	9	11
12	14	11	10
15	14	14	15
14	15	16	16
14	13	14	14
12	14	13	12
13	12	13	13
12	11	11	12
11	11	12	12
10	9	11	11
8	8	10	8
9	9	8	8
9	8	8	9
8		7	7

Tabla No. 18 Datos % Reproducción de levadura en el proceso de Fermentación

CELULAS MUERTAS DE LEVADURA EN FERMENTACIÓN			
< % >			
Cuba B -351	Cuba B -352	Cuba B -353	Cuba B -354
0	1	0	2
0	0	0	0
2	1	0	1
0	1	0	2
0	0	3	5
0	6	7	4
0	0	2	8
1	8	10	15
0	9	2	1
0	0	1	3
0	9	7	10
1	3	2	2
0	0	0	5
7	2	4	3
9	10	5	11
2	5	1	0
0	0	1	3
0	8	1	2
1	3	1	8
3	5	4	7
2	5	1	2
6	1	7	9
1	1	0	3
2	2	6	14
3	13	15	15
0	2	5	3
0	2	11	14
0	4	0	1
14	17	13	16
7	6	11	13
0	1	7	2
0	0	8	12
1	5	2	1
4	13	16	18
0	4	11	17
1	0	2	1
4	8	18	16

Tabla No. 20 Datos % Células muertas de levadura en el proceso de Fermentación

RECUPERACIÓN DE LEVADURA	
Sólidos < % >	pH
19	2,35
24	2,4
32	2,43
22	2,46
24	2,47
25	2,54
27	2,64
26	3,11
30	3,06
29	3,02
25	2,55
23	2,73
29	3,1
24	2,9
25	3,08
23	3,2
25	2,82
28	2,92
26,5	2,84
16	2,81
22	2,83
26	2,85
29	2,86
29	2,82
25	2,93
22	2,35
24	2,29
27	3,53
25	3,53
26	3,57
28	2,41
25	2,46
27	2,48
26	2,64
30	2,59
25	2,54
24	2,48
24	2,43
22	2,44

Tabla No. 23 Datos Recuperación de levadura

Anexo 2, Tablas de datos y Figuras

VINO											
Acidez sulfúrica	pH	% Sólidos	Alcohol	Azúcar	Acidez Acética	Esteres	Aldehídos	Furfural	Alcoholes superiores	Metanol	Total Congéneres
1874,7		0	7,7	0,15	149,3	270	229,7	0	3662	0	4161,7
1806,1	4,03	0,01	8,3	1,39	165,7	302,6	201,6	0	3890,3	0	4394,5
1532,7	4,07	0,01	8,8	0,1	122,8	251,9	159,4	0	3542,7	0	3954,1
1666,3	3,97	0,01	8,6		102,1	253,3	146,9	0	3548,1	0	3948,3
1654,2	4,04	0,01	8,7	0,61	124,4	264,5	125,1	0	3552,9	0	3942,5
1590,5	4,06	0	8,5	0,1	152,4	268,5	118,6	0	3549,5	0	3936,6
1638,6	4,02	0,01	8,5	0,35	135,8	277	90,4	0	3688,1	0	4055,5
1589,6	3,93	0,01	8,5	0,1	122,2						
1584,7	3,96	0,01	8,4	0,61	88,2						
1668,9	3,81	0,01	8,2	0,86	152,8	259,1	64,9	0	3623,4	0	3987,4
1796,3	3,72	0,01	8,3	1,61	99,8	263,2	49,1	0	3620,4	22,6	3932,7
1972,7	3,69	0,02	8,1	0,1	115,8	235,1	0	0	3520,9	0	3486
2002,1	3,69	0,01	8	1,88	114,2	240,4	0	0	3306,9	0	3547,3
1834,6	3,7	0,01	8,01	0,61	116,4	259,9	0	0	3241,4	0	3501,3
2246,2	3,71	0	7,9	0,35	117,2	271,9	29,1	0	3266,8	33,7	3567,8
2221,7	3,68	0,02	7,7	1,1	155,2	224,3	103,6	0	3648,1	24,2	3976
2696,1	3,67	0,01	7,9	0,19	140,8	201,6	0	0	3623,9	0	3465,5
2450	3,58	0,04	8,3	0,9	257,4	221,6	32	0	2987,5	11,4	3241,1
2542	3,63	0,04	8,4	0,8	203,8	270	43,4	0	3085,7	21,9	3395,3
2173,6	3,57	0,01	8,3	0,86	216	279,5	28	0	2976,6	12,8	3284,1
2992,9	3,57	0,01	8	1,36	223	284,5	24,4	0	3059,4	19,3	3368,3
3080,1	3,59	0,02	8	0,35	360	285,7	28,2	0	3108,4	17,9	3422,3
3427,1	3,55	0,01	7,8	0,61	293,5	237,8	58,5	0	2912,7	27,1	2209
3558,4	3,58	0,01	7,6	0,1	283	223,3	64,5	0	2980,4	23	3279,2
3920	3,54	0,01	7,3	1,87	398,9	188,8	37,9	0	2938,7	28	3165,4
3997,4	3,52	0,01	7,5	0,61	438,5	196	31,4	0	2741	24,4	2968,5
3969	3,49	0,02	7,7	0,35	331,9	173,8	32,2	0	2878,5	17,8	3084,5
3910,2	3,52	0,02	7,8	0,86	388,2	194,5	48,2	0	3147,3	21,4	3369,9
3708,3	3,51	0,01	7,3	0,35	312,4	166,8	24,3	0	3095,5	15,2	3286,7
3428	3,56	0,02	7,3	0,35	360,2	231,1	38,9	0	3546,9	22,2	3816,9
3416,3	3,63	0,01	7,3	0,61	448,9	259,1	49,9	0		31,1	4719,2
3294,8	3,64	0,01	7,4	0,35	275,6	220,7	40,4	0	3100,4	19	3361,1
3303,6	3,61	0,02	7,3	1,61	350,6	232,6	32,1	0	3356,3	21,7	3621,1
3078,2	3,61	0,02	7,2	0,86	340,9	195,5	55,1	0	3367,8	20	3618,4
3054,7	3,69	0,01	7,2	0,35	303,8	188,4	27,7	0	3545,7	0	3761,8
3098,8	3,71	0,01	7,3	1,36	294,7	220,4	20,6	0	3432,4	16,5	3673,4
3103,7	3,69	0,01	7,4	0,61	317,5	256,2	28,1	0	3489,6	13	3773,8
3156,6	3,63	0,01	7,6	0,1	344,9	213,6	38,4	0	3430	21,1	3685

Tabla No. 25 Datos Vino

ALCOHOL TAFIAS							
Acidez	Esteres	Aldehidos	Furfural	Alcoholes superiores	Metanol	Total congénere s	Contenido de alcohol
0	246,1	103,7	0	1089,1	0	1438,8	93,7
0	342,2	140,9	0	1673,3	0	2160,4	93,2
0	264,1	80,6	0	1302,3	0	1647	93,2
0	295,3	58,8	0	1329,9	0	1684	93
0	280	63,7	0	1203,1	0	1546,8	
0	281,9	58,7	0	1118,3	0	1458,9	93,3
1,3	274	43,5	0	1050	0	1367,5	93,4
0							93,3
0,7							93,3
0	290,7	60,6	0	1015,7	0	1366,9	93,2
0	306,7	25,1	0	886,7	0	1218,4	93,2
0	260,5	21,9	0	835,3	0	1117,7	93,4
0	244,6	21,1	0	909,7	0	1175,5	93,4
0	256,5	24,2	0	880,3	0	1160,9	93,3
0	282,2	22,2	0	893,4	10	1197,9	93,5
0	302,8	30,6	0	904,4	11,6	1237,8	93,4
0,8	242,3	30,1	0	896,2	10,8	1168,6	93,3
0	285,8	19,1	0	920,8	9,2	1225,8	93,4
0	263,4	17,5	0	880,6	10	1161,5	93,4
0	284,4	21	0	845,6	11,2	1150,9	93,5
0	226,5	16,4	0	893	10,7	1136,5	93,3
0	263,3	22,9	0	920,4	9,5	1306,6	93,1
0	215,2	19,1	0	819,4	10,1	1053,8	93,6
0	222,7	20,9	0	835	11,2	1078,6	93,4
0	199,7	16,7	0	760,6	10,7	977	93,5
0	191	23	0	754,3	10	968,3	93,5
0	179	17	0	855,3	10,4	1051,3	93,6
0	183,4	18,1	0	944,5	9,5	1146	93,3
0	170,8	17,8	0	1047,5	9,4	1236	93,4
1	152,3	19,6	0	1120,2	11,8	1292	93,3
0	287,3	25,7	0	1286	16,2	1599	93,5
0	294,8	28,34	0	1247,5	17,4	1570,7	93,5
0	194,1	20,2	0	757,5	11,7	971,7	93,7
0,5	200,2	45,7	0	893	0	1138,9	93,8
0	213,3	15	0	894,4	12,1	1122,7	93,7
0	201	17,9	0	873,8	13,1	1092,7	93,7
0	194,1	15,1	0	884,5	12,8	1093,7	93,7
0	220,6	22,3	0	969,3	12,2	1212,2	93,5
0	243,2	20,6	0	911,9	14,4	1175,7	93,7

Tabla No. 28 Datos Alcohol Tafias

ALCOHOL RECTIFICADO							
Acidez	Esteres	Aldehídos	Furfural	Alcoholes superiores	Metanol	Total congéneres	Tiempo decoloración
0	0	0	0	0	0	0	42
0	0	0	0	0	0	0	35
0	0	0	0	0	0	0	43
0	0	0	0	0,5	0	0,5	35
0,8	0	0	0	0,8	0	0,8	50
0	0	0,3	0	1,6	0,3	1,9	40
0	0	0,6	0	1,3	0,5	1,9	
0	0	0,4	0	1,6	0,3	2,1	39
0	0	0	0	1,3	0,3	1,3	38
0	0	0	0	2,1	0,5	2,1	35
0	0	0,5	0	3,1	0,6	3,6	38
0	0	0,7	0	2,5	0,6	3,2	40
0	0	0,5	0	2,2	0,5	2,7	38
0	0	0,7	0	2,1	0,8	2,8	40
0	0	0,6	0	1,5	0,6	2,1	41
0	0	0	0	2	0,6	2	40
0	0	0	0	1,7	0	1,7	35
0	0	0,1	0	1,8	0	1,9	42
0	0	0,1	0	1,1	0,1	1,2	45
0	0	0	0	0,7	0	0,7	45
0	0	0	0	1,1	0	1,1	40
0	0	0,3	0	2,1	0,6	2,4	35
0	0	0,2	0	2,2	0	2,4	39
0	0	0,1	0	2	0	2,1	48
0	0	0,1	0	1,5	0,3	1,6	37
0	0	0,1	0	2	0,3	2,1	35
0	0	0,1	0	1,9	0	2	38
0	0	0	0	1,8	0,1	1,8	39
0	0	0,1	0	0,4	0	0,5	36
0	0	0,1	0	1,8	0,4	1,9	39
0							36
0							50
0							45
0							45

Tabla No. 30 Datos Alcohol Rectificado

GRADO BRIX Y AZÚCAR CUBAS B-352, B-353 Y B-354

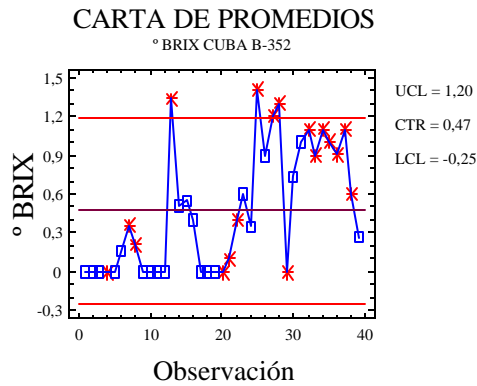
Cuba B - 352

° Brix

Número de observaciones = 39^a

Desviación estándar = 0,240528

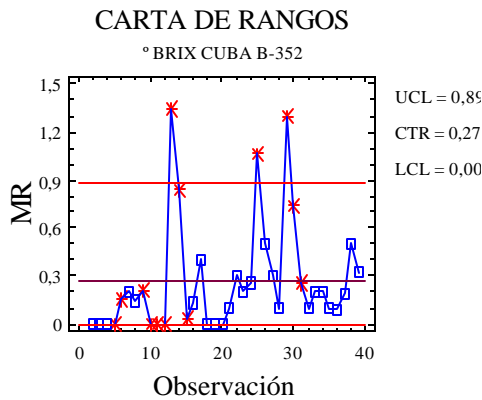
Figura No. 36



Límite superior de control +3.0 sigma = 1,19517
Límite central (CTR) = 0,47359
Límite inferior de control -3.0 sigma = -0,247995

Cuatro puntos fuera de los límites

Figura No. 37



Límite superior de control +3.0 sigma = 0,886827
Límite central (CTR) = 0,271316
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

Tres puntos fuera de los límites

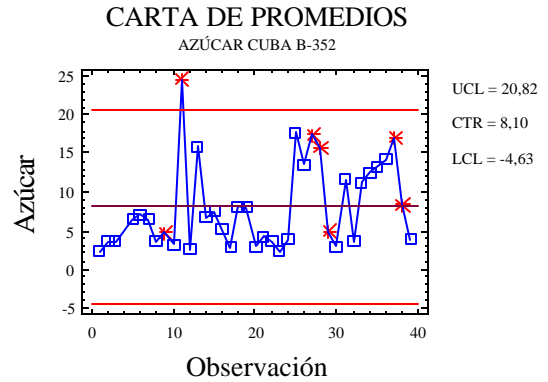
^a Tabla 11 Anexo 2

Azúcar

Número de observaciones = 38^b

Desviación estándar = 4,24046

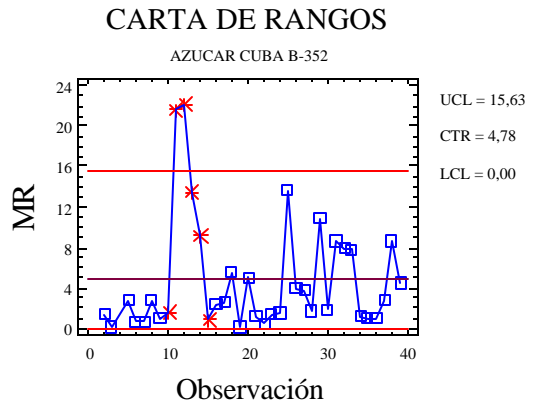
Figura No. 38



Límite superior de control +3.0 sigma = 20,8174
Límite central (CTR) = 8,09605
Límite inferior de control -3.0 sigma = -4,62534

Un punto fuera de los límites

Figura No. 39



Límite superior de control +3.0 sigma = 15,6346
Límite central (CTR) = 4,78324
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

Dos puntos fuera de los límites

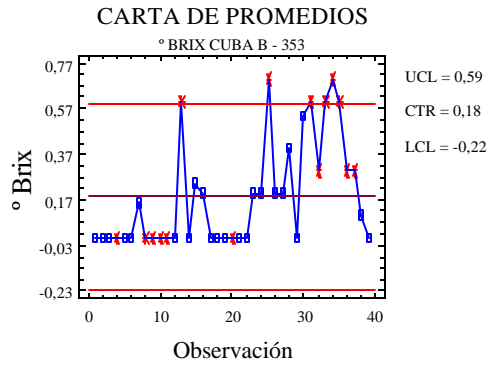
^b Tabla 12 Anexo 2

Cuba B - 353

° Brix

Número de observaciones = 39^c
 Desviación estándar = 0,135312

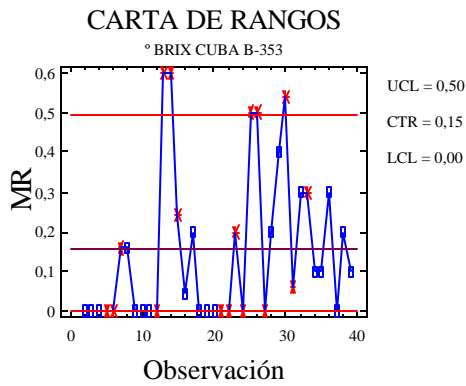
Figura No. 40



Límite superior de control +3.0 sigma = 0,589012
 Límite central (CTR) = 0,183077
 Límite inferior de control -3.0 sigma = -0,222858

Seis puntos fuera de los límites

Figura No. 41



Límite superior de control +3.0 sigma = 0,498894
 Límite central (CTR) = 0,152632
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

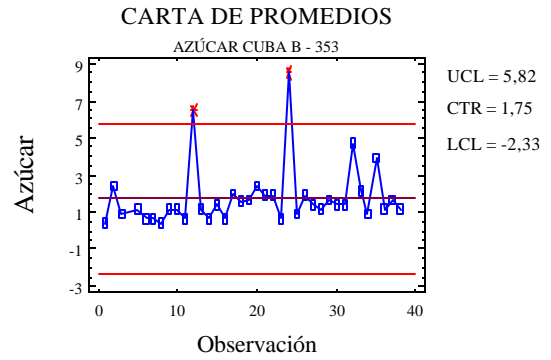
Cinco puntos fuera de los límites

^c Tabla 11 Anexo 2

Azúcar

Número de observaciones = 37^d
 Desviación estándar = 1,35761

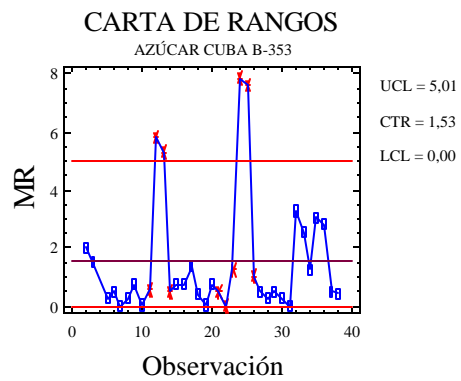
Figura No. 42



Límite superior de control +3.0 sigma = 5,81852
 Límite central (CTR) = 1,74568
 Límite inferior de control -3.0 sigma = -2,32717

Dos puntos fuera de los límites

Figura No. 43



Límite superior de control +3.0 sigma = 5,00552
 Límite central (CTR) = 1,53139
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

Cuatro puntos fuera de los límites

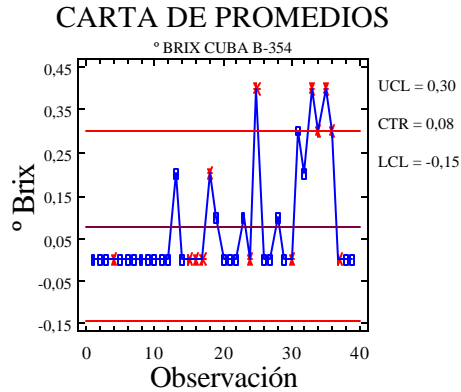
^d Tabla 12 Anexo 2

Cuba B - 354

° Brix

Número de observaciones = 39^e
 Desviación estándar = 0,0746547

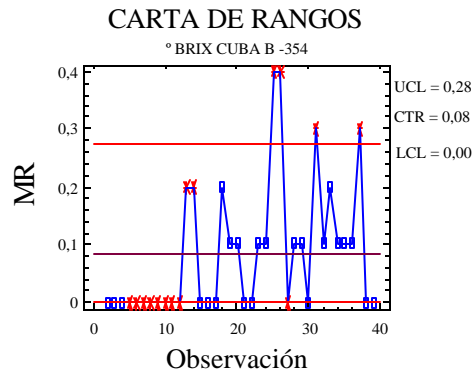
Figura No. 44



Límite superior de control +3.0 sigma = 0,300887
 Límite central (CTR) = 0,0769231
 Límite inferior de control -3.0 sigma = -0,147041

Tres puntos fuera de los límites

Figura No. 45



Límite superior de control +3.0 sigma = 0,275252
 Límite central (CTR) = 0,0842105
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

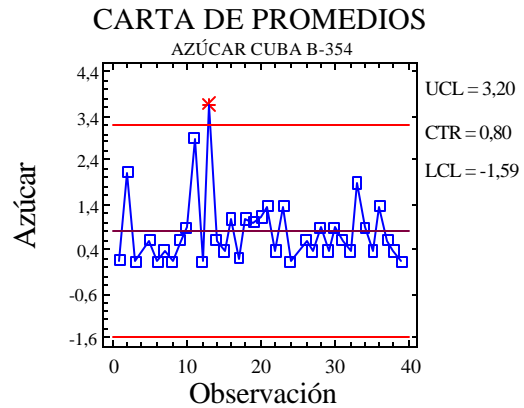
Cuatro puntos fuera de los límites

^e Tabla 11 Anexo 2

Azúcar

Número de observaciones = 39^f
 Desviación estándar = 0,0746547

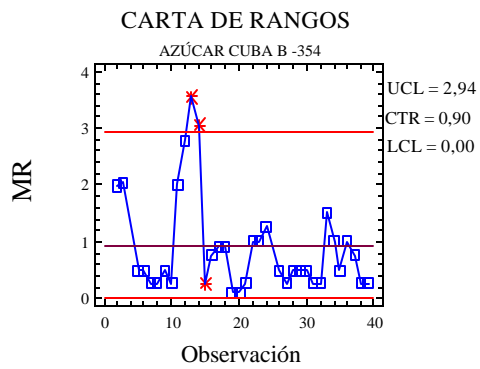
Figura No. 46



Límite superior de control +3.0 sigma = 3,19922
 Límite central (CTR) = 0,804865
 Límite inferior de control -3.0 sigma = -1,58949

Un punto fuera de los límites

Figura No. 47



Límite superior de control +3.0 sigma = 2,94266
 Límite central (CTR) = 0,900278
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

Dos puntos fuera de los límites

^f Tabla 12 Anexo 2

Figura No. 56

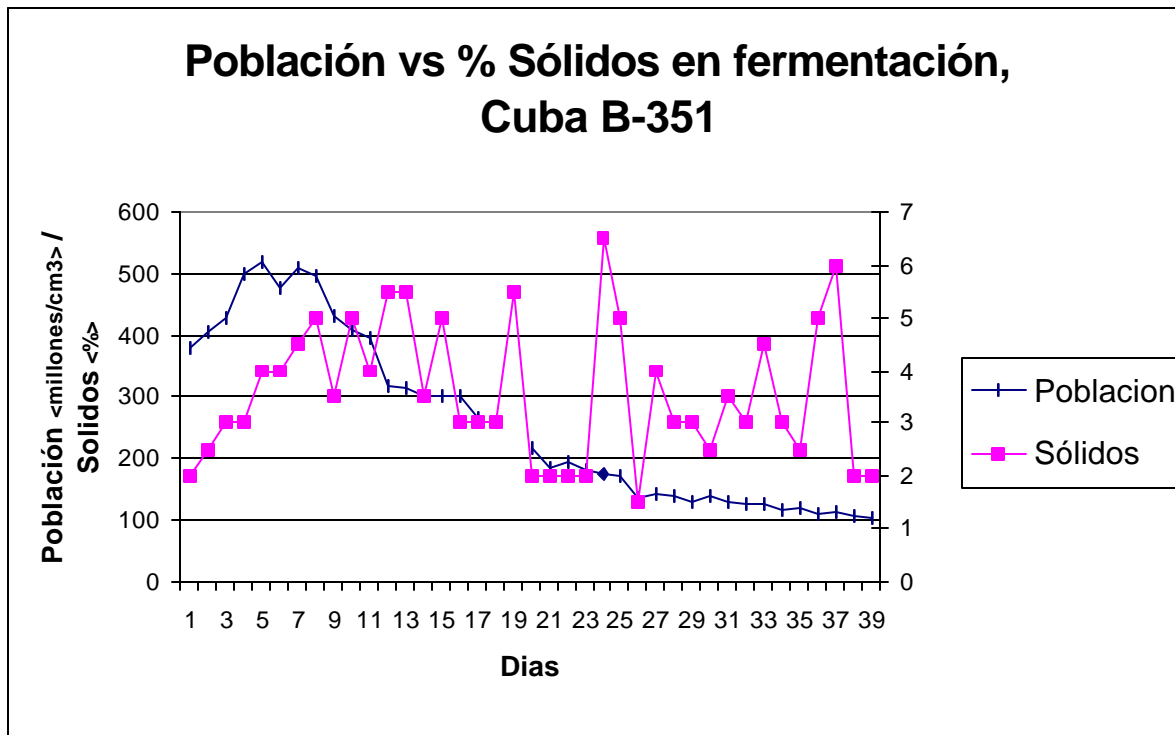
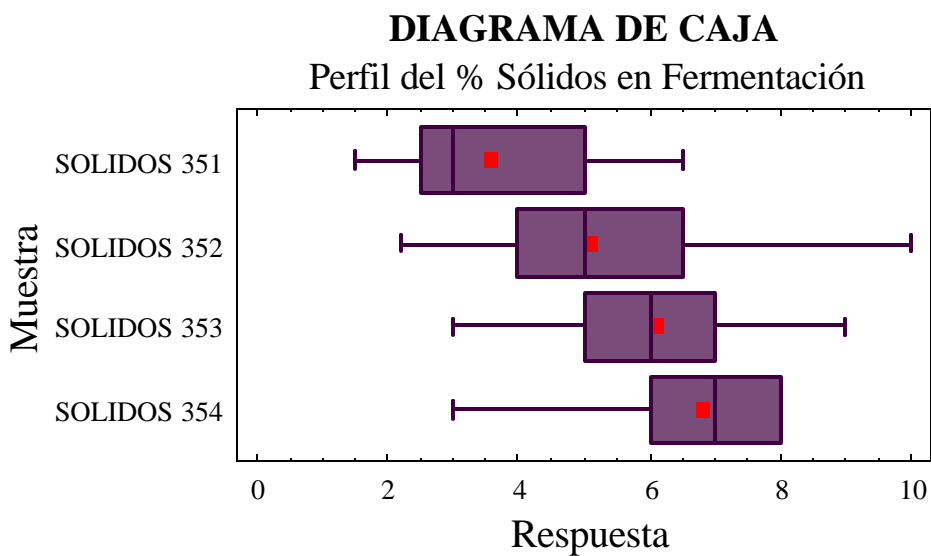


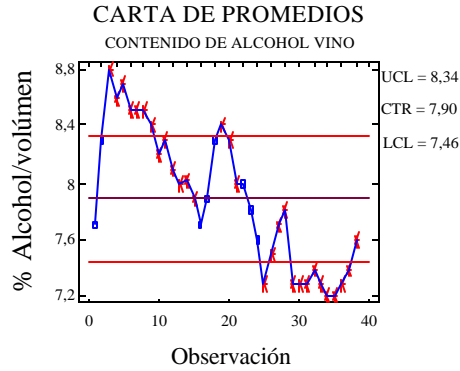
Figura No. 57



CONTENIDO DE ALCOHOL EN EL VINO

Número de observaciones = 39^a
 Desviación estándar = 0,146636

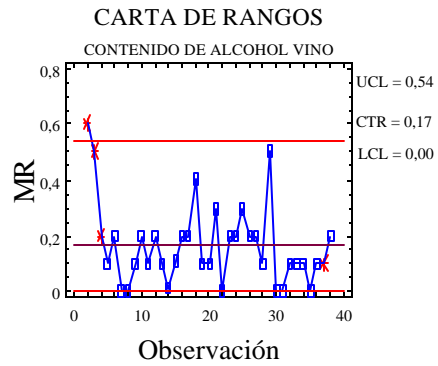
Figura No. 110



Límite superior de control +3.0 sigma = 8,3375
 Límite central (CTR) = 7,89763
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 7,45772

Dieciocho puntos fuera de los límites

Figura No. 111



Límite superior de control +3.0 sigma = 0,54064
 Límite central (CTR) = 0,1654
 Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

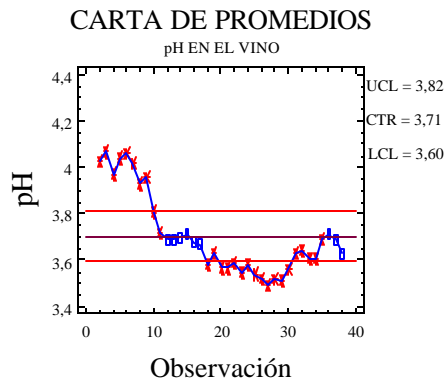
Un punto fuera de los límites

pH EN EL VINO

Número de observaciones = 37^b
 Desviación estándar = 0,119222

LIMITES DE CONTROL < mg /dm³ >

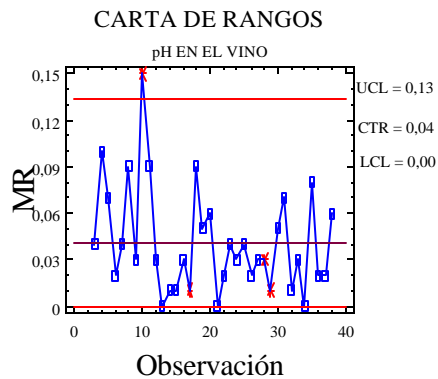
Figura No. 112



Límite superior de control: +3.0 sigma = 3,81664
 Línea central (CTR) = 3,7073
 Límite inferior de control: -3.0 sigma = 3,59796

Veinte puntos fuera de los límites de control

Figura No. 113



Límite superior de control: +3.0 sigma = 0,13437
 Línea central (CTR) = 0,041111
 Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

Un punto fuera de los límites de control

^a Tabla No. 25, Anexo 2

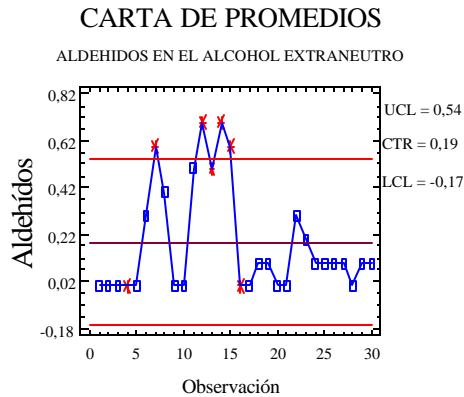
^b Tabla No. 25, Anexo 2

ALDEHIDOS EN EL ALCOHOL RECTIFICADO

Número de observaciones = 30
Desviación estándar = 0,119222

LIMITES DE CONTROL < mg /dm³ >

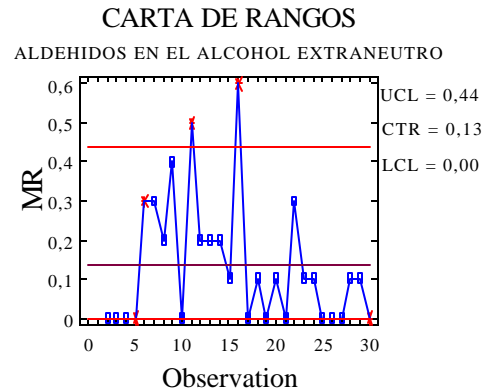
Figura No. 152



Límite superior de control: +3.0 sigma = 0,54433
Línea central (CTR) = 0,186667
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,171

Cuatro puntos fuera de los límites de control

Figura No. 153



Límite superior de control: +3.0 sigma = 0,43957
Línea central (CTR) = 0,134483
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

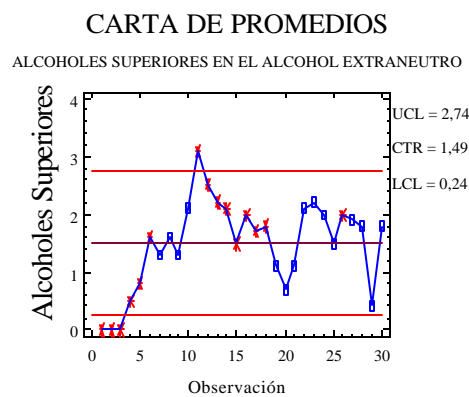
Dos puntos fuera de los límites de control

ALCOHOLES SUPERIORES EN EL ALCOHOL RECTIFICADO

Número de observaciones = 30
Desviación estándar = 0,41575

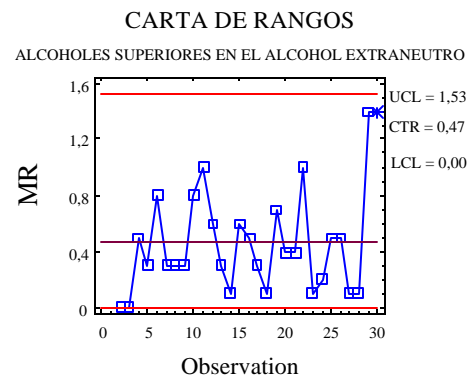
LIMITES DE CONTROL < mg /dm³ >

Figura No. 154



Límite superior de control: +3.0 sigma = 2,73725
Línea central (CTR) = 1,49
Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,242751
Cuatro observaciones fuera de los límites

Figura No. 155



Límite superior de control +3.0 sigma = 1,53287
Límite central (CTR) = 0,468966
Límite inferior de control -3.0 sigma = 0,0

TOTAL CONGÉNERES EN EL ALCOHOL RECTIFICADO

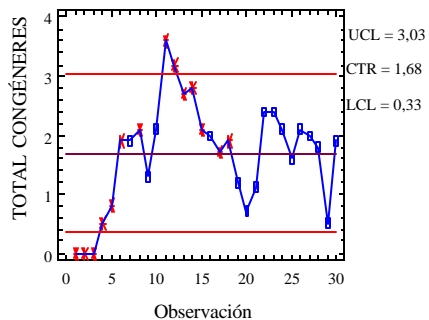
Número de observaciones = 30
 Desviación estándar = 0,449376

LIMITES DE CONTROL < mg /dm³ >

Figura No. 156

CARTA DE PROMEDIOS

TOTAL CONGÉNERES EN EL ALCOHOL EXTRANEUTRO



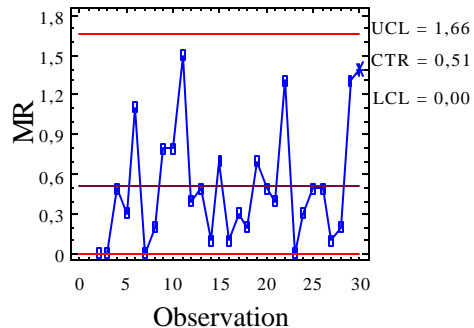
Límite superior de control: +3.0 sigma = 3,02813
 Línea central (CTR) = 1,68
 Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,331871

Cinco observaciones fuera de los límites

Figura No. 157

CARTA DE RANGOS

TOTAL CONGÉNERES EN EL ALCOHOL EXTRANEUTRO



Límite superior de control: +3.0 sigma = 1,65685
 Línea central (CTR) = 0,506897
 Límite inferior de control: -3.0 sigma = 0,0

RON VIEJO DE CALDAS

Grado real	Grado aparente	Acidez Total	Acidez Volátil	Esteres	Aldehidos	Furfural	Alcoholes superiores	Metanol	Cobre	Hierro	Extracto	Transmitancia
35,5	35	217,4	158,2	152,7	33,7	0	750,1	13,3	0	0,02	3,8	66
35,2	34,7	218,5	135	201,2	58,7	0	888,8	19,5	0	0,02	3,6	66
35,2	34,6	285,5	200,5	245,4	49,3	0	805,5	21,2	0,1	0,06	3,4	66
35,3	34,6	233,9	204,7	255,2	60,3	0	917,4	22,2	0	0,03	3,2	66
35,5	34,7	194,1	115	217,7	56,4	0	916,8	24,8	0	0,04	3,4	66
35,3	34,6	204,7	135,2	203,8	52,7	0	822,9	20,1	0	0,02	3,6	66
35,2	34,7	150,6	134,7	188,2	39	0	945,9	27,8	0,02	0,04	3,4	68
35,5	34,7	155,6	132	180,7	35,7	0	909,2	26,8	0,03	0,03	3,5	66
35,3	34,7	162	102,7	220,3	38	0	985,5	13,4	0	0,04	3,2	66
35,5	34,7	169	116,3	228,7	38,7	0	989	14,6	0,02	0,02	3,2	66
35,3	34,7	216,6	152,5	181,8	38,9	0	861,6	16,4	0,03	0,02	3,4	66
35,1	34,5	217	151	154,2	48,9	0	783,6	16,2	0,07	0,03	3,4	66
35,4	34,8	234,1	157,6	196,1	46,3	0	888,2	19,7	0,1	0,04	4	72
35,2	34,7	199,7	136,3	205,2	26,1	0	869,6	34,2	0,08	0,05	3,2	72
35,1	34,7	202,7	137,8	195,5	16,9	0	876,1	59,5	0,14	0,03	3	74
35,1	34,7	225,9	158,2	249,5	25,3	0	881,9	41,5	0,1	0,02	2,7	72
35,1	34,7	222,2	168	214,2	20,8	0	873,2	41,1	0	0,02	2,9	74
35,2	34,7	208,6	158,2	211	24,7	0	823,6	30,4	0,06	0,01	2,8	74
35,2	34,5	239,1	182,6	207,2	26,3	0	807,4	30,5	0,08	0	3	74
35,2	34,6	211,2	151,3	198,9	28,2	0	828,2	31,2	0,07	0,03	2,9	70
35,5	34,8	158,6	115,5	187,1	22	0	714,9	27,9	0,05	0,02	3,2	72
35,1	34,5	165,6	124,7	191,3	28	0	790,1	21,4	0,02	0,02	3,2	72
35,2	34,7	184,1	132	217,7	27,9	0	757,1	21,8	0,04	0,03	3,2	72
35,2	34,7	187,7	127,7	163	31,1	0	846	22,5	0,05	0,06	3,5	74
35,2	34,5	192,3	143,6	162,7	14,8	0	799,2	71,5	0	0,02	3,2	72
35,2	34,7	209,7	146,6	179,1	0	0	784,4	64,6	0,04	0	3,9	72
35,3	34,6	223,5	141,1	159,2	14,6	0	777	62	0,02	0,01	3,3	72
35,1	34,5	244,9	159	171,6	40,3	0	740,6	22,5	0,04	0,02	3,3	72
35,4	34,6	217	152,1	196,3	33,6	0	798,4	18,6	0	0,02	3	72
35,3	34,6	305	277	186,6	27,2	0	697,3	16,8	0	0,02	3	72
35,5	34,7	245,5	162,5	229,9	28,5	0	762,5	18,1	0,03	0,03	3,4	72
35,3	34,7	237,5	175,1	219,7	37,9	0	817,3	19,3	0,03	0,02	3	74
35,4	34,8	254,1	207,5	226,2	35,6	0	784,3	16,8	0,04	0,03	3,4	68
35,3	34,5	260,1	197,6	256	29,3	0	816,5	18,5	0	0,02	2,9	72
35,5	35	271,5	197,4	222,5	27,6	0	808,3	17,3	0,02	0,02		72

35,1	34,7	262,1	210,9	177,8	27,2	0	795,4	18,4	0,03	0,03	3,2	72
35,1	34,6	282,7	206,4	192,1	27,8	0	850,7	22,5	0,02	0,02	3,2	72
35,1	34,7	305,1	224,4	187,3	47,2	0	847,4	22,3	0,03	0,05	3,8	72
35,1	34,5	259,8	179,4	227,9	42,2	0	1009,7	22,5	0,03	0,02	2,9	70
35,1	34,5	260,6	181,9	207,2	46,4	0	743,9	19,3	0,03	0,02	3,1	72
35,1	34,8	260,1	187,9	236,6	56,5	0	878,7	22,7	0,02	0,01	2,8	72
35,4	34,9	260,1	177	234,9	45,5	0	903,9	20,4	0,04	0	2,8	72
35,3	34,7	253,2	205,3	206,5	47,3	0	938,3	20,2	0,02	0,02	3,6	74
35,2	34,8	244,7	191,5	220,6	38,3	0	995,7	24,5	0,01	0,03	3,7	74
35,2	34,8	371,3	297	160,6	55,7	0	795	21,6	0,03	0,03	3,3	74
35,2	34,6	405	354,4	197,1	32,3	0	858,8	19,7	0,02	0,03	3,2	72
35,2	34,6	373,4	310,6	188,9	40,1	0	799,5	19,1	0,03	0,02	3	71
35,3	34,7	299,5	225,5	173,8	61,6	0	726,8	23,6	0,02	0,02	3	72
35,3	34,8	276	207	179	49,1	0	856,9	22,8	0,02	0,03	3,3	70
35,4	34,8	306,2	240,8	197,2	29,2	0	747,3	22,3	0,03	0,01	3,4	71
35,5	34,8	303,9	233,9	175,5	30,9	0	767,6	22,2	0,02	0,03	3,3	71
35,3	34,8	313	141,5	158,6	31,2	0	688,7	13,7	0,03	0,03	3,7	72
35,4	34,8	218,1	169,5	159	31,1	0	764,3	20,6	0,02	0,01	3,9	72
35,4	34,8	342,3	272,7	203,4	25,3	0	744,1	20,9	0,03	0,01	3,2	71
35,2	34,7	343,4	236,9	196,4	37,6	0	793,3	23,8	0	0,03	3,6	72
35,5	34,8	322,9	254,3	190,2	37,6	0	783,1	24,9	0,01	0,01	2,7	72
35,4	34,8	351,5	255,9	192,2	34,2	0	745,5	21,7	0,03	0,03	3,5	72
35,3	34,7	342,4	285,2	181,7	31,8	0	825,3	25,1	0,05	0,02	3,2	
35,4	34,8	336,4	268,5	216,4	28,5	0	715,6	22,9	0,02	0,03	3,8	72
35,2	34,6	364,5	284,3	217,7	33,5	0	714,9	21,8	0	0,02	3,4	72
35,3	34,7	314,7	263,3	187,6	37,4	0	854,7	26,3	0,02	0,01	3,5	72
35,5	35	324,6	272,7	180,5	35,9	0	71,4	26,9	0,02	0,01	3,3	72
35,5	34,8	336,3	364,4	160	41,8	0	882,9	29,9	0,02	0,03		72
35,4	34,9	337,3	260,1	184	34,7	0	721,9	31,3	0,01	0,03	3,4	72
35,3	34,8	352,5	275,1	187,5	40,1	0	744,2	26,7	0,06	0,05	3,4	74
35,5	35	375,6	307,9	210,3	43,5	0	739,9	27,7	0,05	0,03	3,5	72
35,5	34,8	369,8	291,1	215,8	38,6	0	804,4	19,1	0,04	0,05		72
35,4	34,9	318,8	182,9	173,6	39,9	0	753,9	19,2	0,07	0,02		74
35,5	34,8	284	324	188,6	30,6	0	804,6	23,5	0,07	0,03		71
35,2	34,7	455,6	388,1	196,2	36,5	0	775,1	25,5	0,03			71
35,4	34,9	412,8	341,5		29,3	0	649,5	24,7	0,03			72

Tabla No. 32 Datos Ron Viejo de Caldas

AGUARDIENTE CRISTAL

Grado real	Grado aparente	Acidez Total	Esteres	Aldehídos	Furfural	Alcoholes superiores	Metanol	Azúcar	Cobre	Hierro
29,4	28,1	0	0	0	0	0	0	5,2	0,01	0,04
29,4	28,2	0	0	0	0	0	0	5,3	0,02	0,03
29,5	28,1	0	0	0	0	0	0	5,5	0	0,04
29,2	28,2	0	0	0	0	0	0	5,4	0	0,05
29,2	28,2	0	0	0	0	0	0	5,6	0	0,04
29,7	28,1	0	0	0	0	0	0	5,8	0,03	0,03
29,6	28,1	0	0	0	0	0	0	6	0,03	0,05
29,3	28,1	0	0	0	0	0	0	5,6	0,01	0,05
29,7	28,1	0	0	0	0	0	0	5,6	0,02	0,08
29,5	28,2	0	0	0	0	0	0	5,5	0,03	0,06
29,5	28,3	0	0	0	0	0	0	5,7	0,06	0,06
29,7	28,3	0	0	0	0	0	0	5,4	0,01	0,08
29,4	28,3	0	0	0	0	0	0	5,5	0,01	0,05
29,7	28,2	0	0	0	0	0	0	5,2	0,01	0,07
29,3	28,1	0	0	0	0	0	0	5,3	0	0,04
29,6	28,2	0	0	0	0	0	0	5,8	0,01	0,03
29,7	28,7	0	0	0	0	0	0	5,7	0,03	0,03
29,3	28,2	0	0	0	0	0	0	5,6	0,03	0,03
29,5	28,3	0	0	0	0	0	0	5,7	0,02	0,03
29,5	28	0	0	0	0	0	0	5,7	0,02	0,04
29,4	28,2	0	0	0	0	0	0	5,8	0,01	0,05
29,4	28	0	0	0	0	0	0	5,7	0,01	0,03
29,3	28,1									
29,5	28,1	0	0	0	0	0	0	5,8	0,02	0,05
29,5	28,1	0	0	0	0	0	0	5,7	0,04	0,01
29,8	28,2	0	0	0	0	0	0	5,7	0,06	0,06
29,3	28	0	0	0	0	0	0	5	0,05	0,05
29,5	28	0	0	0	0	0	0	5,7	0,04	0,05
29,4	28	0	0	0	0	0	0	5,8	0,08	0,06
29,5	28,1	0	0	0	0	0	0	5,8	0,02	0,03
29,6	28,1	0	0	0	0	0	0	5,8	0,02	0,04
29,4	28	0	0	0	0	0	0	5,7	0,02	0,02

29,5	27,9	0	0	0	0	0	0	5,7	0,06	0,05
29,3	28,1	0	0	0	0	0	0	5,7	0,02	0,05
29,4	28,1	0	0	0	0	0	0	5,8	0,02	0,04
29,7	28,3	0	0	0	0	0	0	5,7	0,04	0,03
29,7	28,3	0	0	0	0	0	0	5,7	0,04	0,02
29,6	28,1	0	0	0	0	0	0	4,8	0,05	0,03
29,6	28,1	0	0	0	0	0	0	5,8	0,04	0,03
29,5	28,1	0	0	0	0	0	0	5,7	0,02	0,04
29,3	28,1	0	0	0	0	0	0	5,7	0,01	0,06
29,6	28,1	0	0	0	0	0	0	5,8	0,02	0,04
29,5	28,1	0	0	0	0	0	0	5,8	0,02	0,06
29,4	28,2	0	0	0	0	0	0	5,7	0,03	0,05
29,3	28,1	0	0	0	0	0	0	5,8	0,04	0,03
29,8	28,3	0	0	0	0	0	0	5,8	0,02	0,06
29,5	28,1	0	0	0	0	0	0	5,7	0,04	0,02
29,5	27,5	0	0	0	0	0	0	5,7	0,04	0,03
29,4	28,3	0	0	0	0	0	0	5,3	0,01	0,04
29,3	28	0	0	0	0	0	0	5,7	0,01	0,03
29,3	28	0	0	0	0	0	0	5,7	0,04	0,04
29,5	28,1	0	0	0	0	0	0	5,7	0,02	0,05
29,3	28	0	0	0	0	0	0	5,7	0,06	0,04
29,3	27,8	0	0	1,5	0	0,2	0	5,8	0,07	0,04
29,5	28,1	0	0	0	0	0,4	0	5,7	0,09	0,06
29,5	28	0	0	1,6	0	0	0	5,8	0,02	0,05
29,6	28,1	0	0	0	0	0,9	0,6	5,7	0,08	0,05
29,4	28,1	0	0	0,8	0	0	0,5	4,8	0,03	0,06
29,5	28,1	0	0	0	0	0,6	0	5,7	0,01	0,05
29,6	28,4	0	0	0,2	0	0,8	0	5,7	0	0,04
29,5	28,2	0	0	0	0	0	0	4,7	0,02	0,05
29,2	27,8	0	0	0	0	0	0	5,7	0	0,04
29,6	28	0	0	0	0	2,5	0	4,8	0	0,03
29,6	28,2	0	0	0	0	0	0	4,8	0,02	0,05
29,3	28	0	0	0	0	2	0	4,8	0,03	0,06
29,5	28,2	0	0	0	0	0	0	4,8	0	0,06
29,6	28,1	0	0	0	0	1,2	0	4,8	0	0,05
29,6	28,1	0	0,2	0	0	0	0	5,7	0,02	0,07
29,5	28,1	0	0	0	0	3,2	0	4,9	0,03	0,06
29,4	28,3	0	0	0	0	2,3	0	4,9	0,02	0,02
29,3	28	0	0	0	0	2,2	0	5,8	0,03	0,02
29,5	28,1	0	0	0	0	1,2	0	5,8	0,02	0,04
29,5	28,3	0	0	0	0	0	0	5,8	0,04	0,05

29,6	28,3	0	0	0	0	1,3	0,05	5,7	0,04	0,06
29,5	28,3	0	0	0	0	0	0	4,8	0	0,02
29,2	28	0	0	0	0	2,5	0	4,9	0	0,05
29,5	28,1	0	0	0	0	1,5	0,7	4,9	0	0,04
29,6	28,2	0	0	2,5	0	0	2,9	4,9	0,02	0,04
29,4	28,2	0	0	0	0	0	0	4,9	0	0,06
29,5	28,1	0	0	0	0	1,6	0	5,7	0	0,04
29,7	28	0	0	0	0	0	1,3	4,8	0,01	0,06
29,5	28,1	0	0	0	0	0	1,4	5,7	0	0,04
29,6	28	0	0	0,6	0	2,1	0	4,8	0	0,05
29,7	28,1	0	0	0	0	0	0	4,9	0,03	0,06
29,3	27,9	0	0	0	0	0	0	4,8	0	0,03
29,3	27,9	0	0	0	0	0	0	5,7	0,06	0,06
29,5	28	0	0	0	0	0	0	5,6	0,04	0,07
29,6	28	0	0	0	0	0	0	4,8	0	0,04
29,3	27,9	0	0	0	0	0	0	5,8	0,04	0,02
29,4	28	0	0	0	0	0	0	5,7	0,03	0,05
29,3	28	0	0	0	0	0	0	4,7	0,2	0,2
29,5	28	0	0	0	0	0	0	5,7	0,2	0,2
29,6	28,1	0	0	0	0	0	0	5,8	0,2	0,2
29,5	28,1	0	0	0	0	0	0	5,7	0,2	0,2
29,4	28,1	0	0	0	0	0	0	4,8	0,2	0,2
29,5	28,1	0	0	0	0	0	0	5,8	0,2	0,2
29,5	27,9	0	0	0	0	0	0	5,7	0,2	0,2
29,5	28	0	0	0	0	0	0	5,8	0	0
29,3	28	0	0	0	0	0	0	5,7	0	0
29,6	28	0	0	0	0	0	0	5,8	0	0
29,2	28,1	0	0	0	0	0	0	5,7	0	0
29,3	28,4	0	0	0	0	0	0	5,7	0,3	0,2
29,4	28,2	0	0	0	0	0	0	4,8	0,2	0,2
29,6	28,2	0	0	0	0	0	0		0,2	0,2

Tabla No. 34 Datos Aguardiente Cristal

APERITIVO CRISTAL

Grado real	Grado aparente	Acidez Total	Esteres	Aldehidos	Furfural	Alcoholes superiores	Metanol	Azúcar	Cobre	Hierro
19,5	18,1	0	0	0	0	0	0	4,8	0,05	0,03
19,3	17,8	0	0	0	0	0	0	4,9	0,04	0,02
19,9	18,3	0	0	0	0	0	0	5,4	0,01	0,07
19,9	18	0	0	0	0	0	0	5,7	0,03	0,05
19,9	18,2	0	0	0	0	0	0	5	0,03	0,07
19,8	18,3	0	0	0	0	0	0	4,9	0,05	0,07
19,8	18,3	0	0	0	0	0	0	4,3	0	0,07
19,9	18,3	0	0	0	0	0	0	5,7	0	0,05
19,8	18,1	0	0	0	0	0	0	5,3	0,02	0,07
19,8	18,2	0	0	0	0	0	0	5,6	0,05	0,04
19,8	18,1	0	0	0	0	0	0	5,7	0,06	0,05
19,9	18,3	0	0	0	0	2,5	0	4,9	0,1	0,06
19,9	18,4	0	0	0	0	0	0	5	0,08	0,2
19,8	18,1	0	0	0	0	0	0	5,7	0,06	0,2
19,9	18,3	0	0	0	0	0	0	4,8	0,04	0,2
19,8	18,2	0	0	0	0	0	0	4,7	0,05	0,03
19,8	18,1	0	0	0	0	0	0	4,9	0,04	0,02
19,9	18,3	0	0	0	0	0	0	5,4	0,01	0,07
19,5	18	0	0	0	0	0	0	5,7	0,03	0,05
19,7	18,2	0	0	0	0	0	0	5	0,03	0,07
19,8	18,1	0	0	0	0	0	0	4,9	0,05	0,07

Tabla No. 36 Datos Aperitivo Cristal

PATRONES O TENDENCIAS EN LAS CARTAS DE CONTROL

ALMACENAMIENTO

%Brix

Violaciones

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
8	B	
9	BCD	A
10	CD	
11	C	
26		D
27		D
28	C	
29	CD	
30	CD	
31	CD	
32	CD	
33	CD	
34	D	
38	D	
39	D	

% ATR

Violaciones

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
10		C
11		C
12		C
13	A	
14	A	
16		D
17	D	D
18	D	D
19	D	CD
20	D	CD
21		D
24	D	
25	D	
26	CD	C
27	ACD	C
28	ABCD	C
29	ABCD	C
30	ACD	
31	A	
32	A	
35	B	C

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

Acidez

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
13	A	
14	A	A
15	A	AC
16		C
17		D
18		D
26		D
27		D
28	D	
29	D	
30	CD	
31	CD	
32	BCD	
33	ABCD	
34	ACD	
35	AC	
36	AC	
37	C	

PREDILUCION

pH

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	
6	D	
7	D	
8	CD	
9	CD	
10	CD	
11	ACD	
12	ACD	
13	AC	
14	ACD	
15	AC	
16	AC	
17	AC	A
18	AC	A
19	ACD	A
20	ACD	A
21	ACD	A
22	AC	A
24	D	
25	D	
26	CD	
27	CD	
28	CD	
29	CD	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	
33	ACD	
34	CD	
36	D	
37	CD	
38	CD	
39	CD	

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

ALIMENTACIÓN

pH

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
9	C	
12	A	
13	A	
14	A	
15	AC	
16	AC	
17	C	
18	C	
19	C	
20	C	
21	C	
22	C	
24	D	
25	D	
26	CD	
27	CD	
28	CD	
29	CD	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	
33	CD	
36	CD	
37	CD	
38	C	
39	C	
40	A	
41		A
43	D	

Acidez

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
8	C	
9	C	
10	C	C
11	C	C
12	AC	
13	ACD	A
14	ACD	A
15	ACD	A
16	ACD	A
17	ACD	A
18	ACD	A
19	AC	A
20	AC	
21	ACD	
22	ACD	
23	CD	
25		D
26	D	
27	CD	
28	CD	
29	CD	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	
33	ACD	
34	AC	
35	AC	
36	AC	
37	AC	C
38	C	C
39	C	D
40	C	D
41	C	
43		D

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

FERMENTACIÓN (CUBA B –351)

Azúcar

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
10	C	
11	C	
27	CD	
28	CD	
29	CD	

°Brix

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
10	C	
11	C	
27	C	
28	CD	C
29	CD	C

pH

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	
4	CD	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	ACD	D
9	ACD	D
10	AD	
22	C	
23	C	
24	CD	
25	ACD	C
26	ACD	
27	ACD	
28	CD	
33	D	

% Alcohol/vol

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
7	CD	
8	A	
9	ACD	
10	AC	
11	A	
19	D	
20	CD	
21	C	
22	A	
26	B	
28	C	
29	CD	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	
33	ACD	
34	ACD	
35	ACD	
36	ACD	
37	ACD	
38	AC	

% Sólidos

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
8	B	
23	C	
24	C	
26		D

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

Población

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
8	A	
9	A	
10	A	
11	A	
12	A	
13	A	
14	AB	
15	AB	
16	AB	
17	AB	
18	B	
19	BD	
20	D	
21	CD	
22	CD	
23	CD	
24	CD	
25	ACD	
26	ACD	
27	ACD	
28	ACD	
29	ACD	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	A
33	ACD	A
34	ACD	A
35	ACD	A
36	ACD	A
37	ACD	A

Reproducción

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	
4	CD	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	ACD	
9	ACD	D
10	ACD	D
11	ACD	D
12	ACD	CD
13	AC	
18	BCD	
19	BCD	
20	BCD	A
21	ABCD	A
22	ABCD	A
23	ABCD	A
24	ABCD	
25	ACD	
26	ACD	
27	ACD	
28	ACD	
29	ACD	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	A
33	ACD	A
34	ACD	A
35	ACD	A
36	ACD	A
37	ACD	A

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

% Células muertas

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
9		A
10		A
11	A	A
12	A	A
13	A	A
15	D	
16	D	D
30	D	D
31	D	D
32		D

FERMENTACIÓN (CUBA B –352)

Azúcar

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
9	A	
10	A	A
12		D
13		D
14		CD
15		C
27	D	
28	C	
29	C	
37	C	
38	C	

pH

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2		D
3		D
4		CD
5		CD
6		CD
7		CD
8		ACD
9		ACD
10		ACD
20		D
22		ACD
23		ACD
24		ACD
25		ACD
26		ACD
27		ACD
28		ACD
29		AC
30		AC
31		AC
32		AC
33		ACD
34		AC

% Sólidos

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
4		C
5		C
19		D
20		D
		D

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

% Alcohol/vol

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
3	D	
4	D	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	ACD	
9	ACD	
10	ACD	
11	ACD	
12	BC	
13	B	
19	D	
20	D	
21	C	
22	C	
26	D	
27	CD	
28	C	
29	AC	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	
33	ACD	
34	ACD	
35	ACD	
36	ACD	
37	ACD	
38	ACD	
39	ACD	

Población

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
3		D
4		D
5		D
6		CD
7		D
8	A	
9	A	
10	A	
11	A	
12	A	
13	A	
14	A	
15	A	
16	A	
17	A	
19	D	
20	D	
21	CD	
22	CD	
23	CD	
24	CD	
25	ACD	
26	ACD	A
27	ACD	A
28	ACD	A
29	ACD	A
30	ACD	A
31	ACD	A
32	ACD	A
33	ACD	A
34	ACD	A
35	ACD	A
36	ACD	A
37	ACD	A

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

FERMENTACIÓN (CUBA B –353)

% Reproducción

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	
4	CD	D
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	ACD	
9	ACD	
10	ACD	
11	ACD	
12	ACD	
13	AC	
14	C	
18	C	
19	CD	
20	CD	
21	ACD	
22	ACD	A
23	ABCD	
24	ACD	
25	ACD	
26	ACD	
27	ACD	
28	ACD	
29	ACD	
30	ACD	
31	ACD	A
32	ACD	A
33	ACD	A
34	ACD	A
35	ACD	A
36	ACD	A

pH

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	
4	CD	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	ACD	
9	ACD	
10	ACD	
11	CD	
19	D	
20	CD	
21	CD	
22	CD	
23	ACD	
24	ACD	
25	ACD	
26	ACD	
27	ACD	
28	ACD	
29	ACD	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	
33	ACD	
34	ABCD	
35	ABCD	
36	AB	
37	A	
38	A	
39	AD	

% Células muertas

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
5		C
6		C

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

% Alcohol/vol

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
3	D	
4	D	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	ACD	
9	ACD	
10	ACD	
11	ACD	
12	AC	
13	A	
14	A	
20	D	
21	CD	
22	C	
30	D	
31	AD	
32	ACD	
33	ACD	
34	ACD	
35	ACD	
36	ACD	
37	ACD	
38	ACD	
39	ACD	

% Sólidos

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	
4	C	
5	C	
6	C	
8	B	
11		A
20		D
21	D	
22	D	

Población

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
5		D
6		D
8	A	C
9	A	
10	A	
11	A	
12	A	
13	A	
14	A	
15	A	
16	A	
19	D	
20	D	
21	CD	
22	CD	
23	CD	
24	ACD	
25	ACD	
26	ACD	
27	ACD	
28	ACD	
29	ACD	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	A
33	ACD	A
34	ACD	A
35	ACD	A
36	ACD	A
37	ACD	A

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

Reproducción

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	D
4	CD	D
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	ACD	
9	ACD	
10	ACD	
11	ACD	
12	ACD	
13	AC	
17	D	
18	BCD	
19	BCD	
20	CD	
21	ACD	
22	ACD	A
23	ACD	A
24	ACD	
25	ACD	
26	ACD	
27	ACD	
28	ACD	
29	ACD	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	A
33	ACD	A
34	ACD	A
35	ACD	A
36	ACD	A
37	ACD	A

% Células muertas

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
9		B
19		AC
20		A
21		A
29		AC

FERMENTACIÓN (CUBA B –354)

pH

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	
4	CD	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	ACD	
9	ACD	
10	ACD	
11	ACD	D
12		D
19	CD	
20	CD	
21	CD	
22	CD	
23	ACD	
24	ACD	
25	ACD	
26	ACD	
27	ACD	
28	ACD	
29	ACD	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	
33	ACD	
34	ABCD	
35	ABCD	
36	ABC	
37	AC	
38	AC	
39	ACD	

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

% Alcohol/vol

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
3	D	
4	D	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	CD	
9	ACD	
10	ACD	
11	ACD	
12	ABC	A
13	ABC	
14	AC	
20	D	
21	CD	
22	C	
23	C	
26	D	
27	CD	
28	C	
29	C	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	
33	ACD	
34	ACD	
35	ACD	
36	ACD	
37	ACD	
38	ACD	
39	ACD	

% Sólidos

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	
4	CD	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	AB	C
9	B	
13	C	
15	C	
20		D
29	A	
30	A	
31	A	
32	A	
33	A	
34	AC	
35	AC	
36	AC	
37	AC	
38	AC	

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

Población

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	
4	CD	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	ACD	
9	ACD	D
10	ACD	D
11	ACD	D
12	ACD	CD
13	ACD	
14	AC	
15	AC	
16	AC	
17	AC	
18	C	
20	D	
21	CD	
22	CD	
23	CD	
24	CD	
25	ACD	
26	ACD	
27	ACD	
28	ACD	
29	ACD	
30	ACD	AC
31	ACD	A
32	ACD	AC
33	ACD	AC
34	ACD	AC
35	ACD	A
36	ACD	A
37	ACD	A

% Reproducción

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	D
4	CD	D
5	CD	D
6	CD	
7	CD	
8	ACD	
9	ACD	
10	ACD	D
11	ACD	D
12	ACD	
13	AC	
16	B	
17	BC	
18	BCD	
19	BCD	
20	CD	
21	ACD	
22	ACD	A
23	ACD	A
24	ACD	
25	ACD	
26	ACD	
27	ACD	
28	ACD	
29	ACD	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	
33	ACD	
34	ACD	A
35	ACD	A
36	ACD	A
37	ACD	A

RECUPERACIÓN DE LEVADURA

% Sólidos

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
4		D
5		D

pH

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	
4	CD	
5	C	
6	C	
7	C	
8	B	
15	D	
16	D	
17	D	
20	A	
21	A	
22	A	
23	A	C
24	A	C
25	A	AC
27	D	
28	D	D
29	D	
30	D	
31	D	
35	C	
36	C	
37	C	
38	AC	
39	ACD	A

VINO

Acidez sulfúrica

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	
4	CD	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	ACD	
9	ACD	
10	ACD	
11	ACD	A
12	ACD	
13	ACD	
14	ACD	
15	ACD	
16	ACD	
17	CD	D
18	C	
22	D	
23	D	
24	CD	
25	CD	
26	CD	
27	CD	
28	ACD	
29	ACD	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	
33	ACD	
34	ACD	
35	ACD	
36	ACD	
37	ACD	
38	ACD	

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

Acidez Acética

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
3	D	
4	CD	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	ACD	
9	ACD	A
10	ACD	
11	ACD	
12	ACD	
13	ACD	
14	ACD	
15	ACD	
16	ACD	
17	ACD	
18	C	
25	C	
26	CD	
27	CD	
28	CD	
29	ACD	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	
33	ACD	
34	ACD	
35	ACD	
36	AC	
37	AC	
38	ACD	

% Sólidos

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
8	A	
9	A	
10	A	
11	A	C
12		C
18		D
19	D	
20	D	D
28		C
38		C

Contenido de alcohol (% alc/vol)

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
3	D	D
4	D	D
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	CD	
9	ACD	
10	ACD	
11	ACD	
12	ACD	
13	AC	
14	A	
15	A	
19	D	
20	D	
21	D	
25	D	
26	D	
27	CD	
28	C	
29	C	
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	
33	ACD	
34	ACD	
35	ACD	
36	ACD	
37	ACD	A
38	ACD	

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

pH

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
3	D	
4	D	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
8	CD	
9	ACD	
10	ACD	
11	ACD	
17		C
19	D	
20	CD	
21	CD	
22	CD	
23	ACD	
24	ACD	
25	ACD	
26	ACD	
27	ACD	
28	ACD	A
29	ACD	A
30	ACD	
31	ACD	
32	ACD	
33	ACD	
34	ACD	
35	ACD	

Aldehídos

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	
4	CD	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
10	AB	
11	B	
12	B	
13	BD	
14	BD	
15	CD	
16	C	
17	C	D
18	C	D
21	C	
22	C	
29	C	
30	C	
32	A	
33	A	
34	A	
35	A	
36	A	
37	AC	
38	AC	

Esteres

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
10	A	
11	A	
22	CD	
23	CD	
26	D	
27	D	
28	CD	
29	CD	
30	ACD	
35	D	
36	D	

Metanol

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
3	D	
4	D	
5	D	
18	A	

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

ALCOHOL TAFIAS

Alcoholes superiores

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
4	C	
5	C	
6	C	
7	C	
10	A	
11	A	
12	A	
20	D	
21	C	
22	C	
23	C	
24	CD	
25	ACD	
26	ACD	
27	ACD	
28	ACD	
29	AC	
30	C	
32		D
33		D

Acidez

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
5		C
6		C
7		C
8		D
9	D	D
10		CD
11		CD
14		BC
15		BC
16	B	BC
17	B	C
18		BD
19		D
22		C
23		C
24	B	BC
25	AB	BC
26	AB	ABC
27	AB	ABC
28	AB	ABC
29	AB	ABC
30	B	BC
31		BD
32		D
39		C

Alcoholes superiores

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
11		A
12		A
16	CD	
17	CD	
20	D	
21	D	
22	CD	
23	CD	

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

Metanol

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
10	A	
11	A	
12	A	A
13	A	A
14	A	A
15	A	A
18	D	
19	D	D
24	A	
25	A	

% Alcohol/vol

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
6	C	
10	AC	
11	AC	
12	AC	
13	A	
14	A	
34	D	
35	D	
36	CD	
37	CD	
38	ACD	
39	ACD	

Aldehídos

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
7	D	
8	D	

Esteres

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
3		D
4		D
6	C	
7	C	
10	A	
11	A	
12	A	
27	CD	
28	CD	
29	CD	
30	ACD	
31	CD	
33		D
36	C	
37	C	
38	C	

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

ALCOHOL RECTIFICADO

Aldehídos

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
4	C	
5	C	C
6	C	C
11		D
12	D	
13	D	
14	CD	
15	CD	
16	CD	
30		A

Alcoholes superiores

2	D	
3	D	
4	CD	
5	CD	
6	C	
12	D	
13	CD	
14	C	
15	C	
16	C	
17	A	
18	A	
26	C	
30		D

Total congéneres

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
2	D	
3	D	
4	CD	
5	CD	
6	C	
8	B	
12	D	
13	D	
14	CD	
15	CD	
17	A	
18	A	
30		D

Metanol

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
4	C	
5	C	C
6	C	C
12	D	
13	ACD	
14	ACD	
15	ACD	
16	ACD	
17	CD	
21	C	
23		D
24	C	D

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

RON VIEJO DE CALDAS

Grado real

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
20		C
39	C	
40	C	C
41	C	C
42	C	C
49		C
50		A
51	B	A
68	A	
69	A	

Extracto seco

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
18	C	
19	C	
20	C	
21	AC	
22	A	
23	A	
57		D
58		D

Aldehídos

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
3	D	
4	D	
5	CD	
6	CD	
7	CD	
17	CD	
18	C	
19	C	
20	C	
21	AC	
22	AC	
23	AC	
24	AC	A
25	AC	
27	AD	
37	C	
38	C	
42	C	
43	C	
44	C	
45	AC	
48		D
49	D	C
50	D	CD
63		A

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

Esteres

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
4	D	
5	D	
27	C	
28	C	
29	C	
34	C	
35	C	
36	C	
42	D	
43	D	
52	AC	
53	ACD	
54	D	

15	D	D
16	D	D
17	CD	D
18	CD	C
19	C	
20	C	
21	AC	
26	D	
27	D	
28	D	
32	C	
33	C	
34	C	
35	AC	
36	AC	A
37	AC	A
38	A	A
39	A	A
40	A	A
41	A	A
42	A	A
43	A	A
44	A	A
45	A	A
46	A	A
47	A	A
48	A	A
49	A	A
50	A	A
51	A	AC
52	A	
53	A	
54	A	
55	A	
56	A	
57	A	
58	A	
59	A	
60	A	
61		A
62		A
63		A
64		A
65		A
66		A

Alcoholes superiores

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
8	C	
9	C	
10	CD	
11	ACD	
17		C
18		C
19		C
20	A	C
38		A
57	A	
58		A
63		D
64		D
71	A	

Metanol

Observación	Carta de Promedios	Carta de Rangos
10	D	
11	D	
12	CD	
13	CD	
14	C	

Anexo 3, Patrones o tendencias en las cartas de control

AGUARDIENTE CRISTAL

Azúcar

Observación Carta de Promedios Carta de Rangos

24	A	
25	A	A
26	A	A
34		C
35	A	
36	A	A
37	A	A
39		D
40		D
46	AC	
47	A	A
48	A	A
57	A	
58		B
59		BD
60		D
61		D
62		CD
63	D	CD
64	D	D
65	CD	
66	CD	
67	CD	C
68	CD	C
69	CD	D
70	CD	D
71	D	D
76	D	
77	D	
78	CD	
79	CD	
80	CD	
81	CD	D
82		D
83	D	CD
84	D	CD
85	CD	
86	D	
88		D
89		D

90	D
91	D
92	CD
93	D
96	D
97	D

Cobre

Observación Carta de Promedios Carta de Rangos

28	C	
29	C	
30	C	
39	C	
40	C	
54	D	
57		D
58		D
59		D
79	C	
80	C	
82	A	
83	AC	
88		C
89		C
94	C	

Hierro

Observación Carta de Promedios Carta de Rangos

12	C	
13	C	
14	ACD	
25		B
26		BD
27		D
63		A
64		B
69	C	
92	D	
93	CD	
94	CD	
95	CD	
100	D	

PRUEBAS PARA DETERMINAR DISTRIBUCIÓN NORMAL

➤ Grados brix en predilución

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 23,3333
P-Value = 0,0550574

Shapiro-Wilks W statistic = 0,960632
P-Value = 0,256973

Z score for skewness = 0,780407
P-Value = 0,435149

Z score for kurtosis = -0,704214
P-Value = 0,481297

The lowest P-value amongst the tests performed equals 0,0550574. Because the P-value for this test is less than 0.10, we can reject the idea that Grados Brix comes from a normal distribution with 90% confidence.

➤ Grados brix en alimentación

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 16,0
P-Value = 0,191236

Shapiro-Wilks W statistic = 0,959951
P-Value = 0,351173

Z score for skewness = 0,420614
P-Value = 0,674033

Z score for kurtosis = -0,578747
P-Value = 0,562757

The lowest P-value amongst the tests performed equals 0,191236. Because the P-value for this test is greater than or equal to 0.10, we can not reject the idea that Grado BRIX comes from a normal distribution with 90% or higher confidence.

➤ Grados brix en fermentación cuba B-351

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 10,8421
P-Value = 0,624043

Shapiro-Wilks W statistic = 0,959199
P-Value = 0,241651

Z score for skewness = 0,258953
P-Value = 0,795668

Anexo 4, Pruebas para determinar Distribución Normal

Z score for kurtosis = -1,38126
P-Value = 0,167198

The lowest P-value amongst the tests performed equals 0,167198. Because the P-value for this test is greater than or equal to 0.10, we can not reject the idea that grados brix comes from a normal distribution with 90% or higher confidence.

➤ **Azúcar en fermentación cuba B-351**

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 21,7895
P-Value = 0,0587108

Shapiro-Wilks W statistic = 0,906196
P-Value = 0,00377625

Z score for skewness = 0,82762
P-Value = 0,407884

Z score for kurtosis = -1,71489
P-Value = 0,0863655

The lowest P-value amongst the tests performed equals 0,00377625. Because the P-value for this test is less than 0.01, we can reject the idea that azucar comes from a normal distribution with 99% confidence.

➤ **% Solidos en recuperación de levadura**

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 37,2821
P-Value = 0,000668563

Shapiro-Wilks W statistic = 0,96451
P-Value = 0,337168

Z score for skewness = 0,936554
P-Value = 0,348986

Z score for kurtosis = 1,63355
P-Value = 0,102354

The lowest P-value amongst the tests performed equals 0,000668563. Because the P-value for this test is less than 0.01, we can reject the idea that Porc solidos comes from a normal distribution with 99%confidence.

➤ **Metanol en el vino**

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0,892903
P-Value = 0,00773825

Z score for skewness = 1,13915
P-Value = 0,254639

Anexo 4, Pruebas para determinar Distribución Normal

Z score for kurtosis = -0,0549267
P-Value = 0,956191

The lowest P-value amongst the tests performed equals 0,00773825. Because the P-value for this test is less than 0.01, we can reject the idea that Metanol comes from a normal distribution with 99% confidence.

➤ **Acidez en el Alcohol Tafias**

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 472,308
P-Value = 0,0

Shapiro-Wilks W statistic = 0,41778
P-Value = 1,33227E-15

Z score for skewness = 3,59822
P-Value = 0,000320476

Z score for kurtosis = 3,81162
P-Value = 0,000138103

The lowest P-value amongst the tests performed equals 0,0. Because the P-value for this test is less than 0.01, we can reject the idea that Acidez comes from a normal distribution with 99% confidence.

➤ **Tiempo de decoloración en el alcohol rectificado**

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 29,5455
P-Value = 0,00547345

Shapiro-Wilks W statistic = 0,902759
P-Value = 0,00650566

Z score for skewness = 1,39044
P-Value = 0,164395

Z score for kurtosis = 0,269133
P-Value = 0,787823

The lowest P-value amongst the tests performed equals 0,00547345. Because the P-value for this test is less than 0.01, we can reject the idea that Tiempo decoloracion comes from a normal distribution with 99% confidence.

➤ **Grado Real Ron Viejo De Caldas**

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 234,535
P-Value = 0,0

Shapiro-Wilks W statistic = 0,870688
P-Value = 3,38257E-8

Anexo 4, Pruebas para determinar Distribución Normal

Z score for skewness = 0,305451
P-Value = 0,760019

Z score for kurtosis = -4,54017
P-Value = 0,00000562626

The lowest P-value amongst the tests performed equals 0,0. Because the P-value for this test is less than 0.01, we can reject the idea that Grado real comes from a normal distribution with 99% confidence.

➤ **Grado Aparente Ron Viejo De Caldas**

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 284,817
P-Value = 0,0

Shapiro-Wilks W statistic = 0,910476
P-Value = 0,0000263615

Z score for skewness = 0,501753
P-Value = 0,615838

Z score for kurtosis = 0,122653
P-Value = 0,902377

The lowest P-value amongst the tests performed equals 0,0. Because the P-value for this test is less than 0.01, we can reject the idea that Grado aparente comes from a normal distribution with 99% confidence.

➤ **Extracto Ron Viejo De Caldas**

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 95,375
P-Value = 6,35048E-13

Shapiro-Wilks W statistic = 0,965287
P-Value = 0,168126

Z score for skewness = 0,388773
P-Value = 0,69744

Z score for kurtosis = -0,483418
P-Value = 0,628796

The lowest P-value amongst the tests performed equals 6,35048E-13. Because the P-value for this test is less than 0.01, we can reject the idea that Extracto comes from a normal distribution with 99% confidence.

Anexo 4, Pruebas para determinar Distribución Normal

➤ **Hierro Ron Viejo de Caldas**

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 311,739
P-Value = 0,0

Shapiro-Wilks W statistic = 0,904996
P-Value = 0,0000152936

Z score for skewness = 1,46478
P-Value = 0,142981

Z score for kurtosis = 1,41481
P-Value = 0,157124

The lowest P-value amongst the tests performed equals 0,0. Because the P-value for this test is less than 0.01, we can reject the idea that Hierro comes from a normal distribution with 99% confidence.

➤ **Cobre Ron Viejo de Caldas**

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 174,789
P-Value = 0,0

Shapiro-Wilks W statistic = 0,862889
P-Value = 9,27548E-9

Z score for skewness = 2,91463
P-Value = 0,00356128

Z score for kurtosis = 2,74256
P-Value = 0,00609633

The lowest P-value amongst the tests performed equals 0,0. Because the P-value for this test is less than 0.01, we can reject the idea that Cobre comes from a normal distribution with 99% confidence.

➤ **Grado Real Aguardiente Cristal**

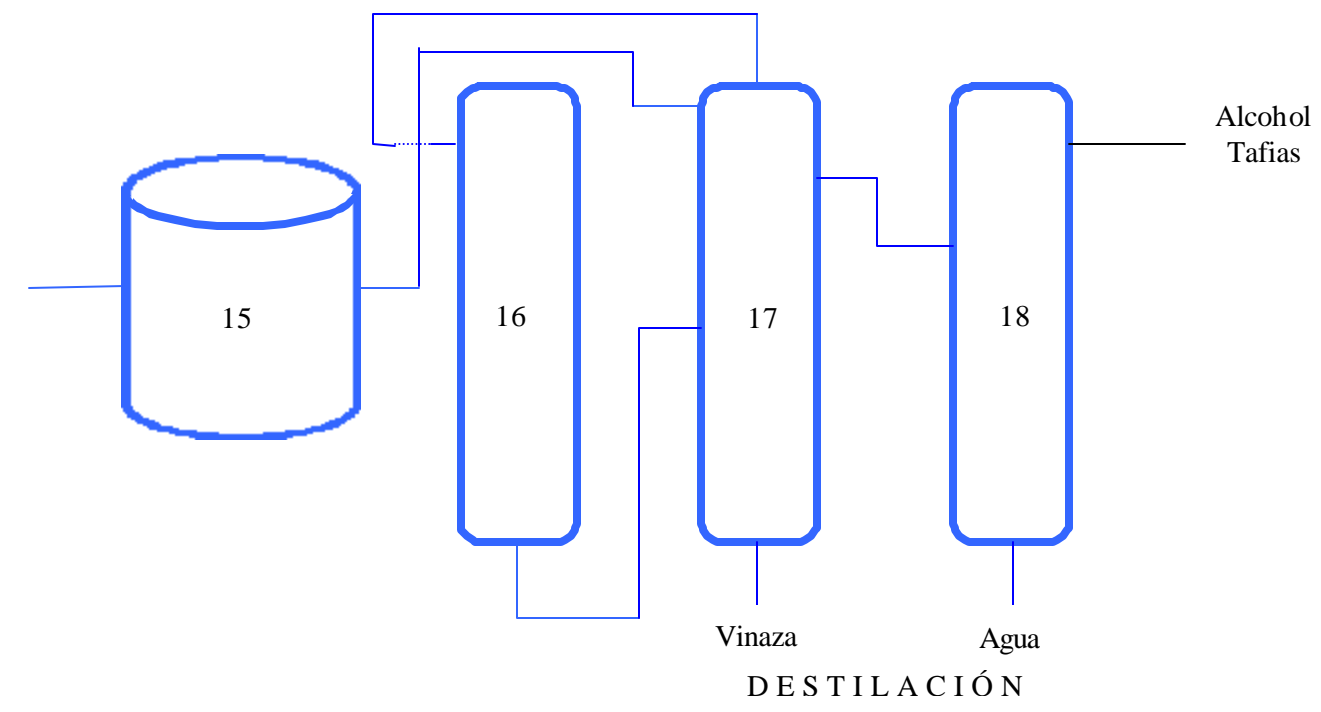
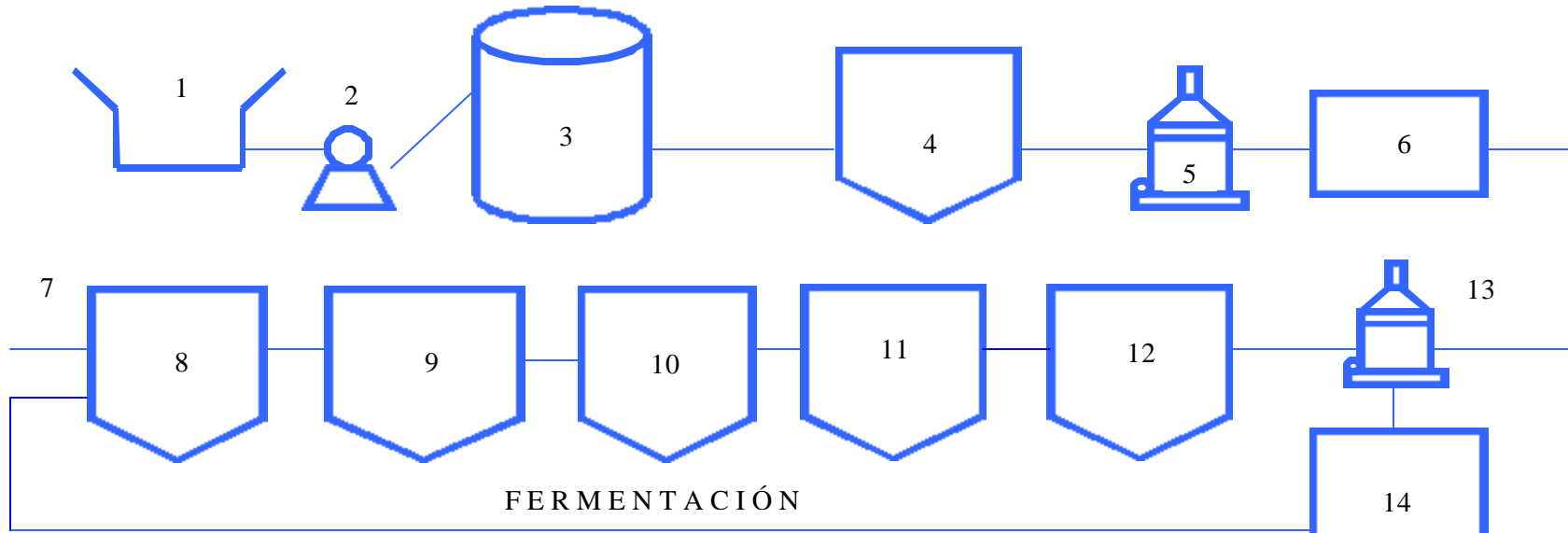
Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 428,692
P-Value = 0,0

Shapiro-Wilks W statistic = 0,927353
P-Value = 0,00000593372

Z score for skewness = 0,029959
P-Value = 0,976094

Z score for kurtosis = -1,54745
P-Value = 0,121755

The lowest P-value amongst the tests performed equals 0,0. Because the P-value for this test is less than 0.01, we can reject the idea that Grado Real comes from a normal distribution with 99% confidence.



- 1- Descarga de Miel.
- 2- Bomba 101A/B.
- 3- Tanque de almacenamiento de miel. TK101 A/B/C.
- 4- Predilución
- 5- Clarificación de miel.
- 6- Intercambiador de calor E-202
- 7- Segunda dilución.
- 8- Cuba madre B-301.
- 9- Cuba B-351.
- 10- Cuba B-352.
- 11- Cuba B-353.
- 12- Cuba B-354.
- 13- Separadora S-402 A/B.
- 14- Tanque de tratamiento de levadura.
- 15- Tanque de vinos.
- 16- Columna C-501.
- 17- Columna C-510.
- 18- Columna C-520.

**MODIFICACIONES REALIZADAS A LA NORMA DE
CONTROL DE PROCESOS
(FERMENTACIÓN)**

Nomenclatura:

E.I.A	=	Especificación inferior anterior
E.S.A	=	Especificación superior anterior
E.I.P	=	Especificación inferior propuesta
E.S.P	=	Limite superior propuesta
P.A.A	=	Plan de análisis anterior
P.A.P	=	Plan de análisis propuesto

Almacenamiento de mieles (tanque de consumo)

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
A.T.R.	%	66.0		67.0		1 vez/día	1 vez/día
Brix	Grados	67.0	73.0	69.0		1 vez/día	1 vez/día
Acidez	mg H ₂ SO ₄ /l		5,000.0		3500.0	1 vez/día	1 vez/día
Sólidos	%		1.0			1 vez/día	Eliminado

Predilución

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
Brix	Grados	40,0	45,0	41,0	46,0	1 vez/día	1 vez/día
pH		4.0	4,8	4,4	4,8	1 vez/día	1 vez/día

Alimentación

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
Brix	Grados	7,0	19,0	15,0	18,0	1 vez/día	1 vez/día
pH		4,2	5,2			1 vez/día	Eliminado
Acidez	mg H ₂ SO ₄ /l	500,0	2000,0	300	2000	1 vez/día	1 vez/día

Fermentación Cuba B-351

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
Brix	Grados	4	7	2	5	1 vez/día	1 vez/día
pH		3.8	4.5	3.5		1 vez/día	1 vez/día
Solidos	%	1	5	1	8	1 vez/día	Eliminado
Azúcar	g/l	40	70			1 vez/día	Eliminado
Alc/Vol	%		6	5		1 vez/día	1 vez/día
Poblacion	mlines/cm ³	70		70		1 vez/día	1 vez/día
Reprod.	%	5	30	5	30	1 vez/día	1 vez/día
Celulas muertas	%		4		2	1 vez/día	1 vez/día

Fermentación Cuba B-352

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
Brix	Grados	1	4	0	1.5	1 vez/día	1 vez/día
pH		3.8	4.5	3,5		1 vez/día	1 vez/día
Solidos	%	1	8	1	8	1 vez/día	Eliminado
Azúcar	g/l	10	40			1 vez/día	Eliminado
Alc/Vol	%	4	7	6		1 vez/día	1 vez/día
Poblacion	mlnes/cm ³	70		70		1 vez/día	1 vez/día
Reprod.	%	5	30	5	30	1 vez/día	1 vez/día
Celulas muertas	%		4		4	1 vez/día	1 vez/día

Fermentación Cuba B-353

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
Brix	Grados		1	0	1	1 vez/día	1 vez/día
pH		3.8	4.5	3,5		1 vez/día	1 vez/día
Solidos	%	1	5	1	8	1 vez/día	Eliminado
Azúcar	g/l		10			1 vez/día	Eliminado
Alc/Vol	%	5	9	7		1 vez/día	1 vez/día
Poblacion	mlnes/cm ³	70		70		1 vez/día	1 vez/día
Reprod.	%	5	30	5	30	1 vez/día	1 vez/día
Celulas muertas	%		4		6	1 vez/día	1 vez/día

Fermentación Cuba B-354

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
°Brix	Grados		0.5	0	0,7	1 vez/día	1 vez/día
pH		3.8	4.5	3,5		1 vez/día	1 vez/día
Solidos	%	1	5	1	8	1 vez/día	Eliminado
Azúcar	g/l		1.5			1 vez/día	Eliminado
Alc/Vol	%	6	9	7		1 vez/día	1 vez/día
Población	mlnes/cm ³	70		70		1 vez/día	1 vez/día
Reprod.	%	5	30	5	30	1 vez/día	1 vez/día
Celulas muertas	%		4		8	1 vez/día	1 vez/día

Recuperación de levadura B-405

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
pH		2	4,5	2	4	1 vez/día	1 vez/día
Sólidos	%	15	25			1 vez/día	Eliminado

Vino

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
Ac. sulfúrica	mg H ₂ SO ₄ /l	500	2.600	1000	3500	1 vez/día	1 vez/día
pH		3,5	5			1 vez/día	Eliminado
Sólidos	%		0,2		0,2	1 vez/día	1 vez/día
alc/vol	%		9	7		1 vez/día	1 vez/día
azúcar	g/l		1		2,5	1 vez/día	1 vez/día
Ac. acetica	mg A. acético/l alc 100%	0	300	0	400	1 vez/día	1 vez/día
Esteres	mg Acetato etilo/l alc 100%	100	400	100	400	1 vez/día	1 vez/día
Aldehídos	mg acetaldehido / l alc 100%	50	200	50	200	1 vez/día	1 vez/día
Furfural	mg/l alc 100%	0	50	0	50	1 vez/día	1 vez/día
Alcoholes sup	mg/l alc 100%	100	3.000	1200	4000	1 vez/día	1 vez/día
Metanol	mg/l alc 100%	10	100	10	100	1 vez/día	1 vez/día
Total congéneres	mg/l alc 100%	1.500	5.000	1500	-	1 vez/día	1 vez/día

**MODIFICACIONES REALIZADAS A LA NORMA DE
CONTROL DE PROCESOS
(DESTILACIÓN)**

Alcohol rectificado

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
Acidez	mg A. acético/l alc 100%		5		5	2 veces/turno	2 veces/turno
Esteres	mg Acetato etilo/l alc 100%		10		10	2 veces/turno	2 veces/turno
Aldehidos	mg acetaldehido / l alc 100%		2		2	2 veces/turno	2 veces/turno
Furfural	mg/l alc 100%		0		0	2 veces/turno	2 veces/turno
Alcoholes superiores	mg/l alc 100%		5		5	2 veces/turno	2 veces/turno
Metanol	mg/l alc 100%		0		0	2 veces/turno	2 veces/turno
alcohol/vol	%	96		96		2 veces/turno	2 veces/turno
Total congéneres	mg/l alc 100%		15		15	2 veces/turno	2 veces/turno

Alcohol Tafias

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
Acidez	mg A. acético/l alc 100%		100		100	2 veces/turno	1 vez/lote
Esteres	mg Acetato etilo/l alc 100%	200	500	200	500	2 veces/turno	2 veces/turno
Aldehidos	mg acetaldehido / l alc 100%	10	200	10	100	2 veces/turno	2 veces/turno
Furfural	mg/l alc 100%	0	5	0	5	2 veces/turno	2 veces/turno
Alcoholes superiores	mg/l alc 100%	800	1.500	800	1.500	2 veces/turno	2 veces/turno
Metanol	mg/l alc 100%		100		100	2 veces/turno	2 veces/turno
alcohol/vol	%	90	94	90	94	2 veces/turno	2 veces/turno
Total congénere		1.000	3.000			2 veces/turno	Eliminado

**MODIFICACIONES REALIZADAS A LA NORMA DE
CONTROL DE CALIDAD DE LICORES**

Aguardiente Cristal

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
Acidez	mg A. acético/l alc 100%	0	5	0	5	Cada lote	Cada lote
Esteres	mg Acetato etilo/l alc 100%	0	5	0	5	Cada lote	Cada 10 lotes
Aldehídos	mg acetaldehído / l alc 100%	0	2	0	2	Cada lote	Cada 10 lotes
Furfural	mg/l alc 100%	No detectable		No detectable		Cada lote	Cada 10 lotes
Alcoholes superiores	mg/l alc 100%	0	5	0	5	Cada lote	Cada 10 lotes
Metanol	mg/l alc 100%	0	20	0	20	Cada lote	Cada 10 lotes
alcohol/vol	%	29,2	29,8	29,2	29,8	Cada lote	Cada lote
Azúcar	g/l	4	6	4	6,5	Cada lote	Cada 10 lotes
Cobre	mg/dm ³ alc 100%	0	1	0	1	Cada lote	Cada 10 lotes
Hierro	mg/dm ³ alc 100%	0	8	0	8	Cada lote	Cada 10 lotes
Total congéneres			80		80	Cada lote	Cada 10 lotes

Aperitivo Cristal

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
Acidez	mg A. acético/l alc 100%	0	5	0	5	Cada lote	Cada lote
Esteres	mg Acetato etilo/l alc 100%	0	5	0	5	Cada lote	Cada 5 lotes
Aldehídos	mg acetaldehído / l alc 100%	0	2	0	2	Cada lote	Cada 5 lotes
Furfural	mg/l alc 100%	No detectable		No detectable		Cada lote	Cada 5 lotes
Alcoholes superiores	mg/l alc 100%	0	5	0	5	Cada lote	Cada 5 lotes
Metanol	mg/l alc 100%	0	20	0	20	Cada lote	Cada 5 lotes
alcohol/vol	%	19,3	19,9	19,3	19,9	Cada lote	Cada lote
Azúcar	g/l	4	6	3,5	6,5	Cada lote	Cada 5 lotes
Cobre	mg/dm ³ alc 100%	0	1	0	1	Cada lote	Cada 5 lotes
Hierro	mg/dm ³ alc 100%	0	8	0	8	Cada lote	Cada 5 lotes
Total congéneres			80		80	Cada lote	Cada 5 lotes

Ron Viejo de Caldas

Variable	Unidades	E.I.A	E.S.A	E.I.P	E.S.P	P. A. A	P.A.P
Acidez Total	mg A. acético/l alc 100%	150	500	150	500	Cada lote	Cada lote
Acidez Volátil	mg Acetato etilo/l alc 100%	70	400	70	400	Cada lote	Cada lote
Esteres	mg acetaldehido / l alc 100%	150	500	150	500	Cada lote	Cada lote
Aldehídos	mg/l alc 100%	10	100	10	100	Cada lote	Cada lote
Furfural	mg/l alc 100%	0	10	0	10	Cada lote	Cada lote
Alcoholes superiores	mg/l alc 100%	500	1.200	500	1.200	Cada lote	Cada lote
Metanol	%	0	100	0	100	Cada lote	Cada lote
alcohol/vol	g/l	35,1	35,5	35,1	35,5	Cada lote	Cada lote
Total congéneres		250					Eliminado
Extracto seco	g/dm ³ alc 100%	0	20	0	20	Cada lote	Cada lote
Cobre	mg/dm ³ alc 100%	0	1	0	1	Cada lote	Cada 10 lotes
Hierro	mg/dm ³ alc 100%	0	8	0	8	Cada lote	Cada 10 lotes
Transmitancia	%	68	74			Cada lote	Cambio de método