

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**“EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DEL MALTEADO
DE QUINUA(*Chenopodium quinoa*) EN LA CALIDAD DE UNA
CERVEZA ARTESANAL RED ALÉCOMPLEMENTADO CON
MALTA BASE PILSEN Y MALTA CARAMELO”**

PRESENTADO POR:

Bach. LÓPEZ RODRIGUEZ WILLIAM EDUARDO

Bach. RAMIREZ GUTIERREZ JHOSELYN LISETH

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Nuevo Chimbote - Perú

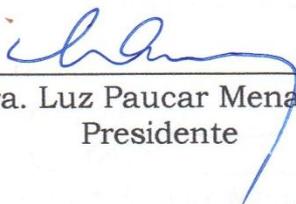
2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

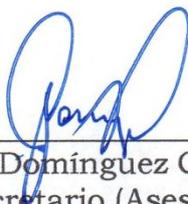


HOJA DEL AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado “EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DEL MALTEADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) EN LA CALIDAD DE UNA CERVEZA ARTESANAL RED ALE COMPLEMENTADO CON MALTA BASE PILSEN Y MALTA CAMELO”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por Bach. LÓPEZ RODRIGUEZ WILLIAM EDUARDO y Bach. RAMIREZ GUTIERREZ JHOSELYN LISETH, que tienen como asesor al docente Ms. Jorge Domínguez Castañeda designado por resolución Decanatural N°1035-2015-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 22 de junio del 2018 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante resolución N°185-2018-UNS-CFI.



Dra. Luz Paucar Menacho
Presidente



Ms. Jorge Domínguez Castañeda
Secretario (Asesor)



Ing. Rogger Romero Usquiano
Integrante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Siendo las 11:00 am del 22 de Junio del dos mil dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial el Jurado Evaluador, designado mediante Resolución N°185-2018-UNS-CFI, integrado por los docentes:

- **Dra. Luz Paucar Menacho** (Presidente)
- **Ms. Jorge Domínguez Castañeda** (Secretario)
- **Ing. Rogger Romero Usquiano** (Integrante); para dar inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DEL MALTEADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) EN LA CALIDAD DE UNA CERVEZA ARTESANAL RED ALE, COMPLEMENTADO CON MALTA BASE PILSEN Y MALTA CAMELO”, elaborada por el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial:

- **Lopez Rodriguez William Eduardo**

Asimismo, tiene como Asesor al docente: **Ms. Jorge Domínguez Castañeda**. Finalizada la sustentación, el tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre los aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
Lopez Rodriguez William Eduardo	18	BUENO

Siendo las 11:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 22 de Junio del 2018

Dra. Luz Paucar Menacho
Presidente

Ms. Jorge Domínguez Castañeda
Secretario

Ing. Rogger Romero Usquiano
Integrante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Siendo las 11:00 am del 22 de Junio del dos mil dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial el Jurado Evaluador, designado mediante Resolución N°185-2018-UNS-CFI, integrado por los docentes:

- **Dra. Luz Paucar Menacho** (Presidente)
- **Ms. Jorge Domínguez Castañeda** (Secretario)
- **Ing. Rogger Romero Usquiano** (Integrante); para dar inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DEL MALTEADO DE QUINUA (Chenopodium quinoa) EN LA CALIDAD DE UNA CERVEZA ARTESANAL RED ALE, COMPLEMENTADO CON MALTA BASE PILSEN Y MALTA CAMELO”, elaborada por el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial:

- **Ramírez Gutierrez Jhoselyn Liseth**

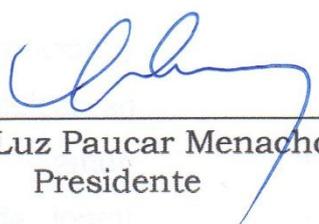
Asimismo, tiene como Asesor al docente: **Ms. Jorge Domínguez Castañeda**. Finalizada la sustentación, el tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre los aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
Ramírez Gutierrez Jhoselyn Liseth	18	BUENO

Siendo las 11:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 22 de Junio del 2018


Dra. Luz Paucar Menacho
Presidente


Ms. Jorge Domínguez Castañeda
Secretario


Ing. Rogger Romero Usquiano
Integrante

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios, por ser mi guía
y por ayudarme en cada momento.
Todo lo que he conseguido es para él.

A mis padres María y Marco por su total
apoyo y de haber confiado en cada momento
de mi vida. Por haberme criado conforme
Dios lo mandó.

A mis hermanos Marco y Jairo y a mi sobrina
Luz Marina a la que espero verla pronto y
poder abrazarla. Y en especial a Milagros
Isabel Paria Caballero (“DMSCJAUF”).

A mis Familiares, tíos, tías, primos, primas, a
mis abuelos fallecidos paternos Alejandro y
Margarita. Y especialmente a mi abuela
Celia Rosales Alza. A la que siempre tendré
en mis recuerdos.

A mis maestros, amigos de promoción y
compañeros quienes supieron inculcar en
mí el sentimiento de amor, Responsabilidad,
trabajo y pueda lograr con éxito lo
propuesto en mi vida.

William López

A Dios por guiar mis pasos día a día, por darme la oportunidad de llegar hasta este día tanpreciado con bienestar y sobre todo por haber puesto en mi camino a personas tanpreciadas que han sido mi soporte y compañía durante todo el proceso de desarrollo de la investigación.

A mis Padres Nelson y Gladys por su apoyo incondicional, por sus consejos, sus valores, su motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien hoy en día y por haberme dado una carrera para mi futuro. Todo se lo debo a ustedes.

A ArbelJimenez, artífice de esta idea, por motivarme a cotejar este proyecto, pero sobre todo por creer en mi trabajo y en mi persona en todo momento.

Jhoselyn Ramírez

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento especial para el Ing. John, Ing. Lenin, Ing. Pedro, señorita Silvia, Elizabeth y Yulissa que nos facilitaron cada uno de los ambientes e instrumentos necesarios para el desarrollo del proyecto de tesis.

Agradecemos también a nuestro Asesor de Tesis el Ms. Jorge Domínguez Castañeda por guiarnos en el proceso de la investigación y por su paciencia en nuestro desarrollo profesional.

Para finalizar agradecemos a cada uno de nuestros compañeros y amigos que nos han apoyado moralmente tanto en el periodo universitario así como para la culminación de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xviii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	21
1.1. INTRODUCCIÓN.....	21
1.2. OBJETIVOS.....	22
1.2.1. Objetivo General.....	22
1.2.2. Objetivos Específicos.....	22
1.3. VARIABLES INDEPENDIENTES.....	22
1.4. VARIABLES DEPENDIENTES.....	23
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO.....	24
2.1. CERVEZA.....	24
2.1.1. Definición.....	24
2.1.2. Historia.....	25
2.1.3. Composición química.....	26
2.1.4. Clasificación.....	28
2.1.5. Tipos de Fermentaciones.....	29
2.1.6. Calidad de la cerveza tipo Alé.....	30
2.1.7. Grado Alcohólico.....	31
2.1.8. Capacidad y Estabilidad Espumante.....	32

	Pág.
2.1.9. Amargor.....	33
2.1.10. Turbidez.....	35
2.1.11. Densidad	35
2.1.12. pH.....	35
2.1.13. Color.....	36
2.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS PARA LA CERVEZA.....	36
2.2.1. MATERIA PRIMA	36
2.2.2. INSUMOS.....	49
2.2.3. FERMENTACIÓN ALCOHOLICA.....	55
2.3. GENERALIDADES DEL MALTEADO	56
2.3.1. MALTEADO.....	57
2.3.2. PROCESO TECNOLÓGICO DEL MALTEADO.....	57
2.3.3. LA MALTA Y LOS EXTRACTOS DE MALTA EN INDUSTRIAS DISTINTAS DE LA ELABORACION DE CERVEZA.	59
2.3.4. PROPIEDADES NUTRITIVAS DE LA MALTA COMO BEBIDA ...	60
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	60
3-1. LUGAR DE EJECUCIÓN	60
3-2. MATERIALES, EQUIPOS E INSTRUMENTOS	61
3.2.1. MATERIA PRIMA:	61
3.2.2. INSUMOS:.....	61
3.2.3. REACTIVOS:.....	62
3.2.4. MATERIALES E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO:	62
3.2.5. EQUIPOS:	63
3-3. METODOLOGÍA	63
3.3.1. ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA.	63
3.3.2. CONTROL DE HUMEDAD EN LAS TRES ETAPAS DEL MALTEADO DE LA QUINUA	64

	Pág.
3.3.3. EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN.....	65
3.3.4. ANÁLISIS DE LOS AZÚCARES REDUCTORES UTILIZANDO EL ESPECTROFOTÓMETRO UV EN EL MALTEADO DE LA QUINUA:	67
3.3.5. PROCESO GENERAL DEL MALTEADO DE LA QUINUA.....	67
3.3.6. ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA CERVEZA ARTESANAL RED ALÉ.	71
3.3.7. ANÁLISIS SENSORIAL DE LA CERVEZA ARTESANAL.....	76
3.3.8. PROCESO GENERAL DE LA CERVEZA ARTESANAL RED ALÉ.	78
3.3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL	84
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	90
4.1. ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA.....	90
4.1.1. Determinación del grado de calidad del grano de Quinua:	90
4.1.2. Determinación de Humedad del grano de Quinua:.....	92
4.2. CONTROL DE HUMEDAD EN LAS TRES ETAPAS DEL MALTEADO	93
4.2.1. Humedad de la Quinua durante el REMOJO:.....	93
4.2.2. Estabilidad de la Humedad y tiempo de Germinación de la Quinua durante el GERMINADO:	99
4.2.3. Humedad de la Quinua durante el SECADO:.....	105
4.3. EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN:	111
4.3.1. Determinación del Porcentaje de crecimiento de la radícula:	111
4.3.2. Determinación del poder germinativo de la Quinua:	112
4.4. ANÁLISIS DE LOS AZÚCARES REDUCTORES UTILIZANDO EL ESPECTROFOTÓMETRO UV EN EL MALTEADO DE LA QUINUA:	113
4.4.1. Determinación de Azúcares Reductores de la Quinua durante el GERMINADO:	113
4.5. ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA CERVEZA ARTESANAL RED ALE.	117

	Pág.
4.5.1. Determinación del Grado Alcohólico	117
4.5.2. Determinación del Nivel de Amargor.....	121
4.5.3. Determinación del Color.....	124
4.5.4. Determinación de la Capacidad de Espuma	127
4.5.5. Determinación de la Estabilidad de la Espuma	130
4.5.6. Determinación del pH.....	134
4.6. ANÁLISIS SENSORIAL DE LA CERVEZA ARTESANAL	137
4.6.1. Para el COLOR:.....	137
4.6.2. Para el AROMA:.....	138
4.6.3. Para el SABOR:	140
4.6.4. Para la ESPUMA:.....	141
4.6.5. Para la ACEPTABILIDAD GENERAL:.....	143
4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO:	145
4.7.1. PROCESO DEL MALTEADO DE LA QUINUA:	145
4.7.2. PROCESO DE LA CERVEZA ARTESANAL.....	148
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	169
5.1. General	169
5.2. Para el Mateado de Quinoa	169
5.3. Para la Cerveza Artesanal	170
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	172
CAPÍTULO VII: REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	173
CAPÍTULO VIII: ANEXOS	178
8.1. NTP 205.036 (1982). Quinoa y Cañihua	178
8.2. Método DNS para determinación de Azúcares reductores por Espectrofotometría UV.	183
8.3. Pruebas Iniciales de la Elaboración de Cerveza Artesanal Red Alé utilizando solo Malta base y Malta caramelo.	185

	Pág.
8.4. Levadura US-05 Safale:.....	191
8.5. Variedad de Quinua – ILLPA INIA procedente de Puno:	192
8.6. Empresa proveedora “R&R Cerveceros” de los Insumos para la elaboración de la Cerveza Artesanal Red Ale.	195
8.7. Empresa proveedora “Cerveceros Artesanales” de los Instrumentos para la elaboración de la Cerveza Artesanal Red Ale.	197
8.8. Proceso del Malteado de la Quinua, variedad ILLPA INIA – Puno....	199
8.9. Proceso de la elaboración de la cerveza artesanal Red Ale de Quinua.	200
8.10. Datos para el análisis estadístico de Azúcares Reductores en el proceso del Malteado de la Quinua.	203
8.11. Datos para el análisis estadístico del GRADO ALCOHÓLICO en el proceso de la elaboración de cerveza Artesanal Red Ale.	204
8.12. Datos para el análisis estadístico del AMARGOR en el proceso de la elaboración de cerveza Artesanal Red Ale.....	205
8.13. Datos para el análisis estadístico del COLOR en el proceso de la elaboración de cerveza Artesanal Red Ale.....	206
8.14. Datos para el análisis estadístico de la CAPACIDAD DE ESPUMA en el proceso de la elaboración de cerveza Artesanal Red Ale.....	207
8.15. Datos para el análisis estadístico de la ESTABILIDAD DE ESPUMA en el proceso de la elaboración de cerveza Artesanal Red Ale.....	208
8.16. Datos para el análisis estadístico del PH en el proceso de la elaboración de cerveza Artesanal Red Ale.....	209
8.17. Flujograma del proceso y los parámetros óptimos para la obtención quinua malteada y cerveza artesanal.	210

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Composición química proximal de la cerveza.....	27
Cuadro 2: Composición de la cerveza con otras bebidas.....	27
Cuadro 3: Características de una cerveza Red tipo Alé de calidad.....	30
Cuadro 4: Calculo del % de Alfa Ácidos requerido según el tiempo de Hervor del Lupulado.....	34
Cuadro 5: Composición química proximal de la cebada de dos carreras (<i>Hordeum vulgare var. distichum</i>)	38
Cuadro 6: Composición química de la Malta	39
Cuadro 7: Composición química proximal de la Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>).	40
Cuadro 8: Cultivares de Quinoa a nivel nacional.....	43
Cuadro 9: Composición química de la Quinoa comparado con el huevo, queso y leche.....	45
Cuadro 10: Composición química de la Quinoa comparado con otros granos.	45
Cuadro 11: Composición de Carbohidratos en tres variedades de Quinoa.....	46
Cuadro 12: Contenido de minerales y vitaminas en el grano quinoa comparada con otros cereales (mg/100g de M.S).....	46
Cuadro 13: Composición del agua para fabricar cerveza.....	50
Cuadro 14: Análisis de agua cervecera en mg/l.	50
Cuadro 15: Composición química del Lúpulo	52
Cuadro 16: Operación y control del malteado de quinoa.	70
Cuadro 17: Calculo del % de Alfa Ácidos requerido según el tiempo de Hervor del Lupulado.....	73
Cuadro 18: Características de una cerveza tipo Alé de calidad.	75
Cuadro 19: Puntaje y grado de aceptación	76
Cuadro 20: Clasificación de la aceptabilidad.....	76
Cuadro 21: Porcentaje y cantidad de insumos para la elaboración de cerveza artesanal.....	79
Cuadro 22: Kit de Formulaciones de una cerveza artesanal Red Alé de 20 LITROS de capacidad	79
Cuadro 23: Operación y control de la elaboración de cerveza artesanal Red Alé.....	83

	Pág.
Cuadro 24: Tratamientos para la evaluación del Malteado de Quinua y de la cerveza artesanal Red Alé.	88
Cuadro 25: ANOVA. Evaluación del Malteado de Quinua y de la cerveza.....	89
Cuadro 26: Características de calidad del grano de Quinua	90
Cuadro 27: Humedad del grano de Quinua Natural – variedad ILLPA INIA-PUNO antes del Malteado.....	92
Cuadro 28: Comparación de la humedad inicial de la Quinua natural con otros autores (gr/100gr).....	92
Cuadro 29: Ganancia de Humedad de la Quinua alcanzado durante el REMOJO a 16°C.....	93
Cuadro 30: Ganancia de Humedad de la Quinua alcanzado durante el REMOJO a 25°C.....	96
Cuadro 31: Estabilidad de Humedad y tiempo de la Quinua durante el GERMINADO a 16°C.	99
Cuadro 32: Resumen de la Estabilidad de Humedad y tiempo de la Quinua durante el GERMINADO a 25°C.	101
Cuadro 33: Pérdida de Humedad de la Quinua durante el SECADO a 50°C.	105
Cuadro 34: Pérdida de Humedad de la Quinua durante el SECADO a 60°C.	107
Cuadro 35: Comparación de la humedad final de la Malta de Quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con otros autores (gr/100gr).....	110
Cuadro 36: Tamaño de la Radícula de la Quinua Germinada.....	111
Cuadro 37: Poder Germinativo de la Quinua.....	112
Cuadro 38: Porcentaje (%) de azúcares reductores de la Quinua durante el GERMINADO a 16°C.	113
Cuadro 39: % de azúcares reductores de la Quinua durante el GERMINADO a 25°C (T° Ambiente).	114
Cuadro 40: Valores obtenidos del grado Alcohólico a los 15 días después del envasado.....	117
Cuadro 41: Características de los tipos más importantes de Cerveza.....	118
Cuadro 42: Valores obtenidos del nivel de Amargor finalizada las operaciones de Cocción / Enfriado.	121
Cuadro 43: Rango de Amargor (°IBUs) en distintos tipos de cerveza.	122

	Pág.
Cuadro 44: Valores obtenidos del Color finalizada las operaciones de Fermentación / Maduración.....	124
Cuadro 45: Valores obtenidos de la Capacidad Espumante a los 15 días después de haber sido envasadas.....	127
Cuadro 46: Valores obtenidos de la estabilidad espumante a los 15 días después de haber sido envasadas.....	130
Cuadro 47: Valores obtenidos del pH a los 15 días después de haber sido envasados.....	134
Cuadro 48: Clasificación de la aceptabilidad.....	137
Cuadro 49: Atributo sensorial evaluado: COLOR.....	137
Cuadro 50: Atributo sensorial evaluado: AROMA	138
Cuadro 51: Atributo sensorial evaluado: SABOR	140
Cuadro 52: Atributo sensorial evaluado: ESPUMA	141
Cuadro 53: Atributo sensorial evaluado: ACEPTABILIDAD	143
Cuadro 54: ANOVA de la variable % de azúcares reductores.	145
Cuadro 55: Prueba de Tukey al 5% para los Azúcares Reductores del malteado de quinua.....	146
Cuadro 56: ANOVA de la variable Grado Alcohólico.....	148
Cuadro 57 Prueba Tukey al 5% para el grado alcohólico de la cerveza artesanal.....	149
Cuadro 58 ANOVA de la variable Amargor.	151
Cuadro 59: Prueba Tukey al 5% para el Amargor de la cerveza artesanal. ...	152
Cuadro 60: ANOVA de la variable Color.	154
Cuadro 61: Prueba Tukey al 5% para el Color de la cerveza artesanal.	155
Cuadro 62: ANOVA de la variable Capacidad Espumante.....	157
Cuadro 63: Prueba de Tukey al 5% para la capacidad espumante de la cerveza artesanal.....	158
Cuadro 64: ANOVA de la variable Estabilidad Espumante.	160
Cuadro 65: Prueba Tukey al 5% para la Estabilidad Espumante de la cerveza artesanal.....	161
Cuadro 66: ANOVA de la variable, pH.	163
Cuadro 67: Prueba Tukey al 5% para el pH de la cerveza artesanal.	164
Cuadro 68: ANOVA de la Aceptabilidad General.	166

Cuadro 69: Prueba Tukey al 5% para la aceptabilidad general en el análisis sensorial de la cerveza artesanal.	167
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Cerveza Egipcia.	25
Figura 2: Grano de cebada.....	37
Figura 3: Partes de la cebada.	37
Figura 4: Grano de quinua (Chenopodium quinoa)	39
Figura 5: Partes de la Quinua.....	43
Figura 6: Levadura <i>saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Safale</i> US-05.	51
Figura 7: Lúpulo Simcoe 13.5% aa USA.	52
Figura 8: Malta Base Pilsener - 3 Best Malz.....	54
Figura 9: Malta Caramelo – 32 Best Malz, Red X.	55
Figura 10: Maltas Horneadas para cervezas Rubias, Rojas y Negras.	55
Figura 11: Quinua de la variedad ILLPA INIA – Puno.	61
Figura 12: Escala de Colores SRM	75
Figura 13: Escala de colores EBC.....	75
Figura 14: Cartilla para la evaluación de la aceptabilidad general de una cerveza tipo Alé.....	77
Figura 15: Esquema experimental del malteado de quinua en sus tres etapas y su evaluación en la elaboración de una Cerveza Artesanal Red Ale.	86
Figura 16: Ganancia de Humedad del grano de Quinua durante el Remojo a 16°C.	95
Figura 17: Ganancia deHumedad del grano de Quinua durante el Remojo a 25°C.	97
Figura 18: Resumen de la Ganancia de Humedad del grano de Quinua durante el Remojo a 16°C y 25°C.	98
Figura 19: Estabilidad de Humedad del grano de Quinua durante el Germinado a 16°C.	100
Figura 20: Estabilidad de Humedad del grano de Quinua durante el Germinado a 25°C.	102
Figura 21: Resumen de la Estabilidad de Humedad del grano de Quinua durante el Germinado a 16°C y 25°C.....	103

	Pág.
Figura 22: Pérdida de Humedad del grano de Quinua durante el Secado a 50°C.	106
Figura 23: Pérdida de Humedad del grano de Quinua durante el Secado a 60°C.	108
Figura 24: Resumen de la Pérdida de Humedad del grano de Quinua durante el Secado a 50°C y 60°C	109
Figura 25: Resumen de Azúcares Reductores del grano de Quinua durante el Germinado a 16°C y 25°C	115
Figura 26: Alcohol en función del tiempo y temperatura del malteado de la quinua a los 15 días después de haber sido envasados.	119
Figura 27: Amargor en función del tiempo y temperatura del malteado de la quinua finalizado la operación de Cocción / Enfriado.	123
Figura 28: Color en función del tiempo y temperatura del malteado de la quinua finalizado la operación de Fermentación / Maduración.	126
Figura 29: Capacidad espumante en función del tiempo y temperatura del malteado de la quinua a los 15 días después de haber sido envasados.	128
Figura 30: Estabilidad espumante en función del tiempo y temperatura del malteado de la quinua a los 15 días después de haber sido envasados.	131
Figura 31: pH en función del tiempo y temperatura del malteado de la quinua a los 15 días después de haber sido envasados.	136
Figura 32: Atributo sensorial del Color	138
Figura 33: Atributo sensorial del Aroma	139
Figura 34: Atributo sensorial del Sabor	141
Figura 35: Atributo sensorial de la Espuma	142
Figura 36: Aceptabilidad general	144
Figura 37: Comportamiento de las medias para los Azúcares Reductores.	146
Figura 38: Comportamiento de las medias para el grado Alcohólico.	150
Figura 39: Comportamiento de las medias para el Amargor.	152
Figura 40: Comportamiento de las medias para el Color.	155
Figura 41: Comportamiento de las medias para la Capacidad Espumante.	158
Figura 42: Comportamiento de las medias para la Estabilidad Espumante. ..	161
Figura 43: Comportamiento de las medias para el pH	164

Figura 44: Comportamiento de las medias para la aceptabilidad general de la cerveza artesanal.....	167
--	-----

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Requisitos que deben cumplir la Quinoa y Cañihua	90

RESUMEN

Se evaluó el efecto del tiempo y la temperatura del malteado de quinua (*Chenopodium quinoa*) para las tres etapas del Malteado: Remojo, Germinado y Secado; en la calidad de una cerveza artesanal Red Ale complementada con Malta Base Pilsen y Malta caramelo.

Para el análisis estadístico se empleó un diseño Factorial 2^K completamente aleatorizado AxBxC para el malteado de quinua y la cerveza obteniendo 8 tratamientos en total, donde se analizó las variables Grado alcohólico, Amargor, Color, capacidad y estabilidad espumante, pH final y aceptabilidad general. La determinación de la significación estadística se realizó con la prueba de TUKEY con un 5% de nivel de confianza, determinándose así que los tratamientos T8: con $25^{\circ}\text{C} - 4 \text{ h de Remojo}$, $25^{\circ}\text{C} - 35 \text{ h de Germinado}$ y $60^{\circ}\text{C} - 8 \text{ h de Secado}$ resultó ser el mejor respecto al malteado obteniendo un mejor porcentaje en azúcares reductores de 4.5% así como el T4: con $16^{\circ}\text{C} - 7 \text{ h de Remojo}$, $25^{\circ}\text{C} - 23 \text{ h de Germinado}$ y $60^{\circ}\text{C} - 8 \text{ h de Secado}$, que fue el mejor estadísticamente en las características fisicoquímicas de la Cerveza Artesanal obteniendo un buen grado alcohólico de 4.4%, Amargor de 35 IBUs, Color de 24.9 °EBC, Capacidad espumante de 64%, estabilidad espumante de 288 segundos y un pH final de 4.4.

Los 8 tratamientos también fueron evaluados organolépticamente por puntajes del 1 – 9 (en color, Aroma, sabor y Espuma), por un grupo de panelistas entrenados donde se determinó que el tratamiento T4 tuvo la mejor aceptabilidad para la cerveza en cuanto al Color (8), Aroma (7), Sabor (6), Espuma (8) y aceptabilidad general (8).

ABSTRACT

In this research, the effect of time and temperature of quinoa (*Chenopodium quinoa*) malting was evaluated on its three stages (Soaking, Germination and Drying) in the quality of a Red Ale craft beer complemented with Best Pilsen Malt and Best Caramel Malt.

For the statistical analysis, a completely randomized 2^K Factorial design AxBxC was used for the malting of quinoa and the beer. Thus, we obtained 8 treatments in total, where the variables Alcoholic degree, Bitterness, Color, Capacity and Foaming stability, final pH and general acceptability. The determination of statistical significance was estimated with the TUKEY test with a 5% confidence level for treatments, determining the best treatments T8 (25 ° C - 4 h of Soak + 25 ° C - 35 h of Germinated + 60 ° C - 8 h of drying) obtaining for malting a better percentage in reducing sugars (4.5%) and T4 (16 ° C - 7 h of soaking + 25 ° C - 23 h of Germinated + 60 ° C - 8 h of Drying), for the physical-chemical characteristics of the craft beer obtaining a good alcohol content (4.4%), Bitterness (35 IBUs), Color (24.9 ° EBC), Foaming capacity (64%), Foaming stability (288 seconds) and a pH final (4.4).

The 8 treatments were also evaluated organoleptically by an scale of 1 - 9 (in color, aroma, flavor and foam), by a group of trained panelists where it was determined that the T4 treatment had the best acceptability for beer in color (8), Aroma (7), Flavor (6), Foam (8) and general acceptability (8).

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

La cerveza es una bebida alcohólica muy antigua. Su elaboración es conocida como un arte, a menudo los expertos en cervezas deben elegir entre las docenas de estilos de malta y lúpulo, de centenares de tipos de levadura, e incluso de diversas clases de agua, ya que dependiendo de qué tan bien los elija y de cómo los utilicen determinará el estilo y el gusto de la cerveza. La temperatura, el tiempo, el equipo e incluso el ambiente son algunos de los factores que también influyen en las características finales de la cerveza. (Rodríguez, 2015)

En la elaboración de la cerveza se ha utilizado una enorme variedad de granos alimenticios como la cebada, el arroz y el trigo; sin embargo, en el Perú también se cultivan otras materias primas en cuya composición resalta el almidón, tal es el caso de los cereales andinos como la quinua, cañihua, Kiwicha y amaranto, los cuales son exportados gracias a su contenido nutricional que ha sido reconocido a nivel mundial, en donde resaltan el contenido en aminoácidos esenciales como lisina y metionina, minerales como el hierro, magnesio y fósforo, vitaminas como el ácido fólico y además son importante fuente de energía gracias a su contenido en carbohidratos (Mujica et al, 2006)

Por todo lo anterior, la creación de productos procesados orgánicos, así como lo es la cerveza artesanal, resulta una muy buena alternativa. Por ello, en el presente trabajo de investigación se propuso el desarrollo de una cerveza artesanal Red Alé a base de una cierta concentración de malta de quinua (*Chenopodium quinoa*), con lo cual se pretende dar un mayor valor agregado a un grano andino de origen peruano, elaborándose de esta manera un producto innovador en el mercado; y así, evitar que esta materia prima sea aprovechada en el extranjero, a donde actualmente se la exporta sin ningún valor agregado.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

- ✓ Evaluar la influencia del tiempo y temperatura del malteado de Quinua (*Chenopodium quinoa*) Variedad ILLPA INIA en la calidad de una cerveza artesanal Red Ale, complementada con Malta base Pilsen y Malta caramelo.

1.2.2. Objetivos Específicos

Para el Proceso del Malteado de Quinua:

- ✓ Evaluar la calidad física de la quinua antes (en grano) del Malteado.
- ✓ Determinar el Tiempo y la Temperatura adecuada para cada una de las tres etapas del Malteado de la quinua: Remojo, Germinado y Secado.
- ✓ Determinar Azúcares Reductores mediante Espectrofotometría UV una vez culminado el proceso de Germinación de la Quinua.

Para la Elaboración de la Cerveza Artesanal:

- ✓ Evaluar la calidad de la Cerveza Artesanal Red Ale mediante °GL, pH, Color, Amargor y Nivel de espuma.
- ✓ Determinar la Aceptabilidad de la Cerveza Artesanal de quinua Red Ale mediante un Análisis Sensorial con catadores entrenados.

1.3. VARIABLES INDEPENDIENTES

PARA EL PROCESO DEL MALTEADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Variedad ILLPA INIA.

*** REMOJO (1^{ra} Etapa):**

- ✓ Temperatura (16°C y 25°C).
- ✓ Tiempo (Evaluación cada 1 hr).

* GERMINADO (2^{da} Etapa):

- ✓ Temperatura (16°C y 25°C).
- ✓ Tiempo (Evaluación cada 6 hr).

* SECADO (3^{ra} Etapa):

- ✓ Temperatura (50°C y 60°C).
- ✓ Tiempo (Evaluación Cada 1 hr).

1.4. VARIABLES DEPENDIENTES

PARA EL PROCESO DE MALTEADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*)

- ✓ Azúcares reductores (%).

PARA LA ELABORACION DE CERVEZA ARTESANAL

- ✓ Grado alcohólico (GL° - Grados Lovivond)
- ✓ Amargor (IBUs° - International Bittering Unit)
- ✓ Color (°EBC–European Brewing Convention)
- ✓ Capacidad Espumante (%)
- ✓ Estabilidad Espumante (segundos)
- ✓ pH
- ✓ Aceptabilidad general (Análisis sensorial)

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1. CERVEZA

2.1.1. Definición

La cerveza se define como “una bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta de cebada sólo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares y aromatizado con lúpulo” (Tello et al., 2013).

La cerveza artesanal es considerada una bebida nutritiva y con cuerpo que se compone de materias primas nobles y sin filtrar, además de que no contiene ningún producto químico dentro de su formulación, se procesa de forma natural y bajo la supervisión de un maestro cervecero. (Rodríguez, 2015)

Hay una serie de rasgos propios de las bebidas alcohólicas y de sus procesos de fabricación que, históricamente, las diferencian de la mayoría de otros alimentos y bebidas, y que las han hecho inocuas desde el punto de vista de la salud del consumidor. (Rodríguez, 2015)

Se debe resaltar que la primera etapa del proceso de elaboración de la cerveza, fase de producción del mosto, concluye con una ebullición prolongada. Este hecho conlleva numerosas consecuencias físico-químicas y microbiológicas favorables inherentes a la cocción. (Rodríguez, 2015)

En la etapa posterior, la fermentación produce la aparición de alcohol que, en sí mismo, tiene un efecto inhibitor para los microorganismos. A este beneficioso efecto del alcohol hay que añadir las propiedades antisépticas naturales del lúpulo, la virtual ausencia de oxígeno, la presencia de anhídrido carbónico, la naturaleza ácida y la escasez de nutrientes, características que impiden el desarrollo de microorganismos patógenos. (Tello et al., 2013)

2.1.2. Historia

La cerveza es una de las bebidas más antiguas del mundo, junto con el vino. Desde hace miles de años el ser humano viene disfrutando de cervezas de todo tipo, sabores y colores. No existen datos sobre quienes inventaron la cerveza, pero los registros más antiguos sobre este sabroso producto, nos remontan a 6000 años atrás, en la zona de la Mesopotamia, específicamente en Sudan, incluso dejaron registros escritos sobre la elaboración de este producto. (Valenzuela, 2007)

Los sumerios preparaban cerveza de la siguiente manera, tomaban pan hecho con harina de trigo, lo cortaban en pedazos y metían esos pedazos en vasijas a las cuales les agregaban agua, dejando esas vasijas al sol durante varios días. El calor del sol hacía fermentar la harina de trigo y gracias a este proceso obtenían una bebida alcohólica que luego filtraban y bebían. Ellos llamaron a esa cerveza *Siraku* según el antiguo Egipto que remonta a 4.000 años A. C. (Tello et al., 2013)



Figura 1: Cerveza Egipcia.

Fuente: Alvarez, 2003.

En Egipto los arqueólogos que estudian las pirámides, durante años han sabido que la cantidad de obreros utilizados en la construcción de las mismas sobrepasaba las 20.000 personas, pero la gran duda que tenían era, en dónde vivían esas personas, dónde descansaban, dónde se alimentaban. (Tello et al., 2013)

Durante años buscaron ese campamento hasta que finalmente lo hallaron y grandefue su sorpresa al descubrir que en este lugar, además de albergues, habíapanaderías y fábricas de cerveza. Así los egipcios daban a sus obreros pan ycerveza, para alimentarlos y que tuvieran la energía suficiente para poder moverlos enormes bloques de piedra que conforman las pirámides. (Tello, et al 2013)

En la antigüedad era común que existieran pueblos que traspasaban sus fronteras e invadían a otros pueblos y los conquistaban, llevando consigo su cultura, suscostumbres, religión y gastronomíaacasionando de esta manera la difusión de la fabricación y consumo de cerveza deun país o de una región a otra.Sin embargo fueron los alemanes los que le dieron mayor impulso a la fabricaciónde esta bebida.(Valenzuela, 2007)

Ya por la edad media, existían en Alemania, gran cantidad de fábricas de cerveza, e incluso ya se comenzaba a realizar mezcla de cereales para obtener productosdiferentes. A finales del siglo XV se promulga la primeracerveza alemana, la cual indica que la cerveza 100% pura, debe elaborarseexclusivamente con tres ingredientes: agua, malta de cebada y lúpulo. (Valenzuela, 2007)

La ley no menciona la levadura, la cual fue descubierta en 1880 por Luis Pasteur. (“Tecnología de Fermentación”). Antes de conocer el mecanismo de la fermentación, los cerveceros usualmentetomaban el sedimento de una fermentación previa y lo agregaban a una nueva.

2.1.3. Composición química

Obregón (2010) afirma que:“la cerveza se fabrica con agua, cebada y lúpulo, añadiendo posteriormente otros aditivos. Sus componentes finales son agua (90%), carbohidratos no fermentados (dextrinas), minerales, vitaminas, ácidos, fenoles, alcohol etílico y dióxido de carbono”. En el Cuadro 1 se detalla la composición química proximal de la cerveza.

Cuadro 1: Composición química proximal de la cerveza

Componente	Cantidad (gr/100ml de porción bebible)
Agua	90
Proteína	0.3
Lípidos	0.0
Carbohidratos	5.1
Alcohol Etílico	4.5

Fuente: Collazos et al., 2009

Desde muy antiguo se sabe que la cerveza puede ser un importante contribuyente a la dieta. Para los hombres primitivos, la elaboración estaba estrechamente relacionada con la del pan, pues ambos se elaboran con cereales, agua y levadura y ambos tenían un valor nutritivo similar. (Baxter y Hughes, 2001)

En el cuadro 2 se aprecian los principales componentes de la cerveza, comparada con la leche y el vino.

Cuadro 2: Composición de la cerveza con otras bebidas

Componente	Cantidad (gr/100 ml de porción bebible)		
	Cerveza	Vino	Leche
Agua	92 – 95	85 – 91	88 – 90
Alcohol	2.5 – 3.5	9 – 14	0
Carbohidratos	1.5 – 3	0.1 – 0.6	5
Proteínas	0.2 – 0.6	0.02	3
Lípidos	Despreciable	Despreciable	3 – 4
Minerales	0.2 – 0.3	0.1 – 0.3	0.2 – 0.5
Vitaminas	0.002	0.0003	0.002
Fibra	0.3 – 1	Despreciable	Despreciable
Polifenoles	0.002 – 0.06	0.03 – 0.074	0

Fuente: Baxter y Hughes, 2001.

Se observa que la cerveza contiene cantidades significativamente mayores de los principales nutrientes (proteínas carbohidratos, fibra y vitaminas) que el vino. Su contenido en vitaminas es tan adecuado como el de la leche, en tanto que el contenido en grasa es muy inferior. Sin embargo, la leche en proteínas es superior al de la cerveza. (Baxter y Hughes, 2001)

2.1.4. Clasificación

Las cervezas se denominan de acuerdo a las siguientes características:

➤ *Según la "Especie de levadura"*

- 1) Cervezas de baja fermentación es elaborada usando levaduras cultivadas de la especie *Saccharomyces Uvarum*, las cuales tienden a sedimentar al concluir el proceso de fermentación.
- 2) Cerveza de alta fermentaciones elaborada usando levaduras cultivadas de la especie *Saccharomyces Cerevisiae*, las cuales tienden a flotar sobre la superficie del producto.

Rodriguez (2003) dice que la fermentación es una etapa clave en el proceso productivo, en ella el mosto se transforma en alcohol gracias a la intervención de levaduras especiales. Dependiendo de la clase de levadura usada, las cervezas son clasificadas internacionalmente en dos categorías básicas: cervezas de alta fermentación o Ale, y cervezas de baja fermentación o Lager.

➤ *Según el "Grado Alcohólico"*

- 1) Cervezas sin alcohol, es la que tiene un contenido alcohólico inferior o igual a 0,5% en volumen.
- 2) Cervezas con alcohol, es la que tiene un contenido alcohólico superior a 0.5% en volumen.

➤ *Según la “proporción de materias primas”*

Cerveza de “...” (Seguido del nombre del o de los cereales mayoritarios) Cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original proviene mayoritariamente de adjuntos cerveceros. Podrá tener hasta un máximo de 80% en peso de la totalidad de las materias primas adicionadas. (Rodríguez, 2003)

2.1.5. Tipos de Fermentaciones

Existen dos tipos de levaduras que se utilizan en la elaboración de cerveza, levadura ALE y levadura LAGER, la diferencia es que ALE fermentan a temperaturas que oscilan entre 14°C y 25°C, mientras que LAGER fermenta a temperaturas más bajas, alrededor de 6 a 10 °C, otorgando sabores diferentes a las cervezas. (Tello et al., 2013)

➤ **Fermentación baja o cervezas lager**

La palabra Lager deriva del vocablo alemán “lagern” que significa guarda o permanencia en bodega y se refiere al largo periodo de reposo de la cerveza para una lenta fermentación. Este proceso se realiza a bajas temperaturas (entre 10 a 12°C), y en él la levadura se mantiene en el fondo del estanque permitiendo que el lúpulo y la malta de cebada dominen el aroma y sabor del producto. (Valenzuela, 2007).

S. carlsbergensis es una levadura de fondo que no suele formar esporas, se adapta bien a la fermentación lenta a bajas temperaturas y es la preferida para elaborar cerveza tipo Lager. La levadura de *S. cerevisiae* produce una fuerte fermentación a temperatura elevada y tiende a flotar en la superficie. Es preferida

para la elaboración de cerveza tipo Pilsener o Ale. (Valenzuela, 2007)

➤ **Fermentación alta o cervezas Ale**

Estetipo de cerveza es, por tradición, el producto de la fermentación de las cepas “de superficie”, de *Saccharomyces cerevisiae*, denominada así ya que una cierta, por decir poca, parte de la levadura sube hasta formar una densa “cabeza de levaduras” en la superficie del fermentador. (Tello et al., 2013)

La fermentación de la cerveza Ale ocurre de manera más rápida y a temperaturas de 20° C aproximadamente, actuando la levadura en la superficie del mosto. Además, tienen un elevado porcentaje de alcohol y son muy aromáticas. (Tello et al., 2013)

2.1.6. Calidad de la cerveza tipo Ale

La calidad de todo tipo o estilo de cerveza depende de varios factores que tienen relación con las materias primas utilizadas, con el proceso de elaboración y principalmente con el mercado consumidor que evalúa la calidad. Los factores más importantes en la evaluación de la calidad de la cerveza son el sabor, la presencia, la espuma, el color y el grado alcohólico. En el Cuadro N° 3 se presentan las características más importantes de una cerveza tipo Ale. (González y Muñoz, 2000)

Cuadro 3: Características de una cerveza Red tipo Ale de calidad

Características	Parámetro
-----------------	-----------

Alcohol (% v/v)	2.5 – 9
pH final	3 – 4.8
Densidad (g/ml) a 20°C	0.998 – 1.018
Sabor a lúpulo	
Unidad de Amargor (°IBU)	Media – alta 2 – 100
Color (SRM)	25 – 25
Vida útil (meses)	6

Fuente: Gonzales y Muñoz, 2000.

2.1.7. Grado Alcohólico

El C₂H₅OH se forma durante la etapa de fermentación del mosto, en el cual la levadura convierte la glucosa en etanol y dióxido de carbono según la siguiente ecuación estequiométrica:



Dantur (2006) afirma que: “El grado alcohólico varía, depende del tipo de cerveza, su lugar de elaboración, los ingredientes que aportan los azúcares fermentables y la levadura a utilizar. El grado alcohólico de una cerveza tipo Ale oscila en el rango de 4 – 5 %.”

El grado alcohólico se determina aplicando el método del densímetro en el cual se registraran las densidades luego de la cocción del mosto (D1) y la posterior a la fermentación primaria del mismo (D2). La densidad D1 se mide previo a la fermentación primaria, dejando que el densímetro flote libremente en una probeta a la cual se le ha agregado 100 mL de mosto a 20 °C, tomando tanto la lectura de la densidad específica como la del equivalente en la escala de Alcohol potencial (Alcohol por atenuación %v/v). La misma metodología se sigue para la densidad D2, realizándose la medición al concluir la fermentación primaria. Finalmente, el grado alcohólico es calculado restando la lectura inicial y final la cual, multiplicándole por 131 nos da el grado alcohólico obtenido. (Rodríguez, 2015)

2.1.8. Capacidad y Estabilidad Espumante

La espuma se puede definir como una dispersión de burbujas de gas suspendidas en el seno de un líquido viscoso o de un semisólido, y se forman por una adsorción de moléculas reactivas en la interface gas-líquido. (Rodríguez, 2003)

La formación de espuma es uno de los factores más importantes en la evaluación de calidad que realizan los consumidores, ya que transmite la primera impresión del producto tan pronto es servido. La espuma se forma principalmente por el CO₂ disuelto en el líquido y debido al contenido proteico de la cerveza. (Wallin, 2010)

Se le denomina capacidad espumante (E) a la habilidad para la incorporación en solución de CO₂ en forma de una distribución fina de burbujas, las cuales persisten en la superficie del líquido sin coalescencia de una con la otra y sin ruptura en el espacio de vapor; es decir, este parámetro indica la capacidad de formación y expansión de la espuma (Romero, 2013). Los elementos que participan positivamente de la formación de espuma son las proteínas derivadas de la malta. Las maltas demasiado modificadas tienden a caracterizar a cervezas con capacidades espumantes deficientes. Cabe resaltar que cuanto menor sea la relación de malta y lúpulo, más pobre será la espuma (Rodríguez, 2003). La capacidad espumante de una cerveza industrial se encuentra en el rango de 50 – 70 %. (Wallin, 2010)

La capacidad espumante se determina mediante el método Constant en el cual se toma 40 mL de muestra de cerveza (V_I), sometiéndose a agitación, haciendo uso de un agitador magnético, durante diez minutos a una velocidad de 2000 rpm. Tras la agitación, se realiza la medición del volumen del líquido (V_L), el volumen total (V_T) y el volumen de espuma (V_E). Finalmente, la capacidad espumante (E) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{V_T - V_L}{V_I} = \frac{V_E}{V_I}$$

Barrientos (2011) dice que: “La estabilidad espumante tiene que ver directamente con la capacidad de retención de espuma que posee una cerveza desde el momento en que es servida”

2.1.9. Amargor

Rodríguez (2003) señala que: “El sabor amargo característico de la cerveza proviene de la adición del lúpulo, el cual contiene dos compuestos clasificados como resinas; las humulonas o ácidos alfa lupulínico y las lupulonas o ácidos beta lupulínico”.

El amargor de la cerveza se mide a través del índice de amargor (°IBU, International Bitterness Units), el cual resulta de calcular la proporción de ácidos alfa y beta por unidad de peso de lúpulo contenido en un mosto. Rodríguez (2003) indica que: “Según el tipo de cerveza y el lugar de fabricación el °IBUs varía de 10 a 60”.

La Asociación Internacional de Cerveceros (2014) menciona: “los índices de amargor (°IBUs) característicos de los principales estilos de cervezas Ale comercializadas en el mundo”.

- 15-20 °IBU Cream Ale
- 15-28 °IBU Blonde Ale
- 17-28 °IBU Irish Red Ale
- 20-35 °IBU American Pale Ale
- 20-40 °IBU American Brown Ale

- 20-30 °IBU Belgian Pale Ale
- 20-35 °IBU Belgian Golden Strong Ale
- 30-60 °IBU Old Ale

En la determinación del índice de amargor (°IBU) la fórmula matemática descrita por Rodríguez(2003) considera: “La utilización de un solo tipo de lúpulo por el método de Rager:

$$^{\circ}\text{IBU} = \frac{W_h \times \%AA \times \%U_{aa}}{V_w \times 10}$$

Dónde:

°IBUs: Unidades Internacionales de amargor (International Bitterness Units).

Wh: Peso del lúpulo utilizado, en gramos

%AA: porcentaje de alfaácidos del lúpulo (especificado según tipo de lúpulo).

%Uaa: Porcentaje de alfaácidos que se utiliza realmente en el proceso de ebullición.

Vw: Volumen del mosto, en litros.

En el cuadro de abajo podemos encontrar los distintos porcentajes de utilización ya sea para pellets o si adicionamos el lúpulo como flores.

Cuadro 4: Calculo del % de Alfa Ácidos requerido según el tiempo de Hervor del Lupulado.

Tiempo de hervor en minutos	Porcentaje de utilización	
	Flor	Pellets
0 a 9	5	6
10 a 19	12	15
20 a 29	15	19
30 a 44	19	24
45 a 59	22	27
60 a 74	24	30
más de 75	27	34

Fuente: Rodríguez, 2003

2.1.10. Turbidez

Puesto que la cerveza es rica en polifenoles y polipéptidos. Con excepción de dos tipos de cervezas de ciertos nichos, como la cerveza de trigo o la cerveza fermentada en botellas agitadas, la turbidez, es generalmente inaceptable para el consumidor y, además, una preocupación para el cervecero. (Valenzuela,2007)18

La pérdida de brillo, el descenso de la transparencia, el grado de enturbiamiento, incluso la floculación, precipitación y sedimentación, son las sucesivas manifestaciones visuales de la falta de estabilidad o inestabilidad de la cerveza. Así, la turbidez u opacidad de la cerveza se puede deber a las siguientes causas: biológica, coloidal y una química, ésta última debido a diversos agentes como el oxalato de calcio (Valenzuela, 2007).

2.1.11. Densidad

Rodriguez (2015) menciona que el rango de densidades finales en cervecería oscila entre 0.997 – 1.040 g/mL dependiendo del tipo de material amiláceo utilizado. Además, la densidad está estrictamente vinculada con la cantidad de alcohol producida en la cerveza (mientras se va transformando los azúcares en alcohol se hace más ligera) e indica si la fermentación ha tenido lugar de forma satisfactoria.

2.1.12. pH

El pH final de las cervezas fluctúa entre 3.0 - 4.8. Las cervezas elaboradas con una mayor relación de malta y otros cereales adjuntos poseen un mayor pH que las cervezas elaboradas solamente con malta. El pH final también depende del pH inicial regulado generalmente en el

proceso de maceración, el cual a su vez depende del tipo de agua utilizada. (Rodríguez, 2003)

2.1.13. Color

El color del mosto se intensifica durante la ebullición, si la ebullición es prolongada, en especial a presión, se produce un marcado oscurecimiento. El pH elevado y el oxígeno, también favorecen la coloración intensa.

Los dos principales fenómenos que intensifican el color son: la oxidación de polifenoles y la interacción de carbohidratos y compuestos nitrogenados (Hornsey, 1999). En su determinación se usa el STANDARD REFERENCE METHOD (SRM), un sistema adoptado en 1958 por la American Society of Brewing Chemists (ASBC) para medir el color de una cerveza. (Rodríguez, 2003)

En un laboratorio el SRM es determinado midiendo la reducción de intensidad que sufre un haz de luz monocromática de longitud de onda de 430nm (azul), al atravesar ½ pulgada de cerveza. Podemos definir al SRM como la absorbancia multiplicada por 10. Métodos y tecnologías modernas emplean 1cm de cerveza y multiplican la absorbancia por 12.7 aplicando la ley de Lambert–Bouguer-Beer.

$$\text{SRM} = 12.7 \times A_{430}$$

2.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS PARA LA CERVEZA

2.2.1. MATERIA PRIMA

Las materias primas para la fabricación de la cerveza son los cereales, los cuales aportan el almidón y en consecuencia los azúcares que se transforman en alcohol y dióxido de carbono a lo largo del proceso fermentativo.

- Cebada:



Figura 2: Grano de cebada.

La cebada es un cereal perteneciente al grupo de los cereales de invierno, es de forma ahusada, más grueso en el centro que en sus extremos, su cáscara (13% del peso del grano) la protege contra los depredadores y es de utilidad en los procesos de malteado y cervecería. (Tello et al., 2013)

En la siguiente figura pueden observarse las brácteas, la primera se prolonga en una barba. En su base se encuentra la antigua unión de la flor a la planta madre, y, próxima a ella, una región llamada micrópilo a través del cual puede permear el aire y el agua a la planta embrionaria. El embrión se halla situado principalmente en la parte redondeada o dorsal del grano; su vaina radicular se encuentra próxima al micrópilo, de manera que pueda fácilmente atravesar esta región cuando se inicie la germinación.

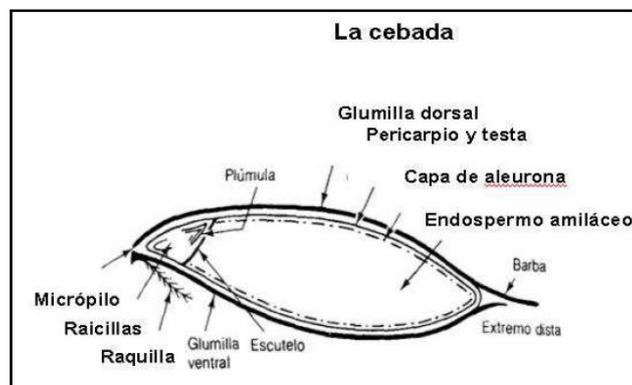


Figura 3: Partes de la cebada.

Fuente: Tello H. 2013

La cebada (*Hordeum vulgare*) descende de la cebada silvestre (*Hordeum spontaneum*). Ambas especies son diploides. A partir de la cebada cultivada, se cultivaron dos especies, las cuales se emplean a nivel industrial, la cebada de dos carreras (*Hordeum distichum*) para la elaboración de la cerveza y la cebada de seis carreras (*Hordeum hexastichum*) para forraje. (Rodríguez, 2015)

En el Cuadro 5 se muestra la composición química proximal de la cebada de dos carreras (*Hordeum vulgare* var. *distichum*).

Cuadro 5: Composición química proximal de la cebada de dos carreras (*Hordeum vulgare* var. *distichum*)

Componente	Cantidad (gr/100 gr de porción comestible)
Agua	12.1
Proteína	6.9
Lípidos	1.8
Carbohidratos	76.6
Ceniza	2.6

Fuente: Collazos y otros, 2009.

➤ Cebada Malteada:

En el transcurso de los años, se ha ido imponiendo, prácticamente en todo el mundo, el aroma de las cervezas elaboradas a partir de cebada malteada. Además, la cebada utilizada para la elaboración de malta destinada a la producción de cerveza es más rica en almidón, que es la sustancia que da origen al extracto fermentable. (Hough, 2002)

También contiene proteínas, generalmente en cantidades más que suficientes para proporcionar los aminoácidos necesarios para el crecimiento de la levadura, y las sustancias nitrogenadas que desarrollan un papel importante en la formación de espuma. (Hough, 2002)

Cuadro 6: Composición química de la Malta

GRUPO	AZUCARES
Porción comestible	1.00
Agua (ml)	8
Energía (Kcal)	300
Carbohidratos (gr)	84.80
Proteínas (gr)	5.20
Lípidos (gr)	0.10
Potasio (mg)	20
Riboflavina (B2) (mg)	0.18

Fuente: Collazos y otros, 2009.

➤ **Quinua:**



Figura 4: Grano de quinua (*Chenopodium quinoa*)
Fuente: Tello H. 2013

Casas et al., (2016) afirma: “La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal de la región andina cultivada en el Perú, con un alto contenido de vitaminas, minerales y proteínas (13,81 – 21,9%) con una buena digestibilidad y un perfil equilibrado de aminoácidos”.

La quinua es uno de los pocos alimentos de origen vegetal que es nutricionalmente completo. El valor proteico de un alimento se mide con base en dos factores: el balance de los aminoácidos y el contenido de los llamados aminoácidos esenciales.

“La quinua sobresale en estos dos factores, pues contiene 16 de los 24 aminoácidos existentes” (Villacrés et al., 2011). Es por esta razón que los investigadores se han interesado en transformar el grano de quinua en múltiples productos para la industria alimentaria con el fin de aprovechar sus bondades nutricionales y permitir a los consumidores una alimentación sana. (Casaset al., 2016)

**Cuadro 7: Composición química proximal de la Quinua
(*Chenopodium quinoa*).**

Componente	Cantidad (g/100 g de porción comestible)
------------	--

Agua	10.0
Proteína	11.6
Lípidos	2.3
Carbohidratos	73.1
Ceniza	3.0
	Cantidad (mg/100 g de porción comestible)
Fósforo	226
Calcio	115
Hierro	5.3
Vitamina B1	0.73
Vitamina B2	0.21
Vitamina B3	1.09
Energía (KJ)	1506.24

Fuente: Alvarez, 2012.

➤ Descripción botánica

- Raíz

La raíz es pivotante con muchas ramificaciones y alcanza una profundidad hasta los 60 cm.

- Tallo

La quinua es una planta herbácea de 80 cm a 3 m de alto, con tallo erecto, generalmente poco ramificado, cilíndrico a la altura del cuello, poliédrico, glabro, y según su tipo de ramificaciones pueden presentarse con un tallo principal y varias ramas laterales cortas características de la zona de altiplano o de ramas de igual tamaño, característico en los ecotipos que se cultivan en los valles interandinos. (Tello, 2013)

-Hojas

Las hojas son alternas, simples; los bordes, dentados, según las variedades de 1,4 mm de diámetro, blancas púrpuras o rojas. A veces, las hojas son brillantes y carentes de papilas. La coloración, en general, varía de verde claro a verde oscuro, las que a su vez se van transformando en amarillas, rojas o púrpuras según su estado de maduración (Mujica y Jacobsen, 2000).

- Grano

El fruto es un aquenio cubierto por el perigonio. Las semillas están adheridas al pericarpio del fruto. Los granos, cuyo color también varía (blanco, gris, rosado) tienen tamaño entre 1.8-2.6 mm. y se clasifican según su tamaño en grandes (2.2-2.6 mm) medianas (1.8-2.1 mm) y pequeñas (menores de 1.8 mm). La capa externa que la cubre es de superficie rugosa y seca que se desprende con agua caliente o ser hervida, en esta capa, pericarpio, se almacena la sustancia amarga denominada saponina, cuyo grado de amargor varía según los tipos de Quinoa. (Alvarez, 2003).

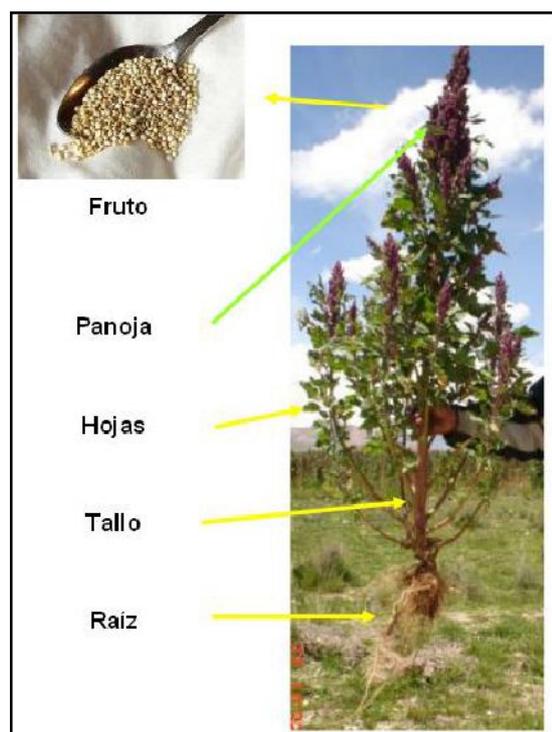


Figura 5: Partes de la Quinua
Fuente: Tello, 2017

➤ Características del cultivo

Su cultivo se realiza periódicamente entre los 3000 m.s.n.m. - 4000 m.s.n.m., es decir, en los valles de piso intermedio y pisos altos. No se siembra como cultivo principal, sino que se incluye en la rotación de los cultivos (maíz, habas, papa, etc.). La planta es cosechada a los 5 meses después de la siembra. (Tello, 2017)

➤ Cosecha

La quinua debe ser cosechada cuando la planta pierda sus hojas y tome un color café amarillento y cuando el grano se ponga duro y harinoso. La cosecha puede ser manual o mecánica y la trilla se puede hacer en eras, golpeando las panojas con garrotes o trilladoras estacionarias. También se puede hacer el corte y la trilla al mismo tiempo utilizando las cosechadoras combinadas de cereales. (Tello, 2017)

Cuadro 8: Cultivares de Quinua a nivel nacional.

Cultivar	Sabor de grano	Color de grano	Tamaño de grano	Regiones de producción
----------	----------------	----------------	-----------------	------------------------

Amarilla Marangani	Amargo	Naranja	Grande	Cusco, Apurímac, Ayacucho.
Blanca de Junín	Semidulce	Blanco	Mediano	Cajamarca, Huancavelica
Rosa Junín	Dulce	Crema	Pequeño	Cajamarca, Junín
Ayacuchana INIA	Semidulce	Crema	Mediano	Ayacucho, Apurímac,
Quillahuaman INIA	Semidulce	Crema	Mediano	Cusco
Huacariz	Semidulce	Blanco	Mediano	Junín
Hualhuas	Dulce	Blanco	Mediano	Junín
Mantaro	Dulce	Blanco	Mediano	Ancash, Cajamarca.
Salcedo INIA	Dulce	Blanco	Grande	Puno, Arequipa,
Illpa INIA	Dulce	Blanco	Grande	Puno, Cusco,
Blanca de Juli	Semidulce	Blanco	Pequeño	Puno, Arequipa.
Kancolla	Semidulce	Blanco	Mediano	Puno, Arequipa, Cusco.
Cheweca	Semidulce	Blanco	Mediano	Puno, Arequipa, Cusco.
INIA 415 Pasancalla	Dulce	Rojo	Mediano	Puno, Arequipa.

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2015.

➤ Propiedades nutricionales de la Quinua

Las bondades peculiares del cultivo de la quinua están dadas por su alto valor nutricional. El contenido de proteína de la quinua varía entre 13,81 y 21,9% dependiendo de la variedad.

Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los

aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO. Al respecto Insuasti y Carbajal (2010) acotaque: “El balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche”. Su composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con la carne, el huevo, el queso y la leche se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 9: Composición química de la Quinua comparado con el huevo, queso y leche.

Componentes (%)	Quinua	Carne	Huevo	Queso	Leche vacuna	Leche humana
Proteínas	13	30	14	18	3.50	1.80
Grasas	6.10	50	3.20	-	3.50	3.50
Hidratos de carbono	71	-	-	-	-	-
Azúcar	-	-	-	-	4.70	7.50
Hierro	5.20	2.20	3.20		2.50	-
Calorías 100g	350	431	200	24	60	80

Fuente: collazos et al., 2009.

Una característica fundamental de la quinua es que el grano, las hojas y las inflorescencias son fuentes de proteínas de muy buena calidad. La calidad nutricional del grano es importante por su contenido y calidad proteínica, siendo rico en los aminoácidos lisina y azufrados, mientras que por ejemplo las proteínas de los cereales son deficientes en estos aminoácidos. (Insuasti y Carbajal, 2010). En el Cuadro N° 10 se aprecia la composición química del grano de quinua con el de estos cereales.

Cuadro 10: Composición química de la Quinua comparado con otros granos.

Componente	Quinoa (%)	Trigo (%)	Avena (%)	Maíz morado (%)
Proteína	12.10	9.20	10.60	8.40
Lípidos	6.10	1.50	10.20	0.30
Carbohidratos	68.30	71.60	68.50	72.90
Fibra	6.80	3.00	2.70	3.80
Ceniza	2.70	1.10	6.00	1.20
Humedad	10.80	16.50	9.30	17.20

Fuente: Collazos et al., 2009.

Cuadro 11: Composición de Carbohidratos en tres variedades de Quinoa.

Componente	Roja	Amarilla	Blanca
Almidón	59.20	58.10	64.20
Monosacáridos	2	2.10	1.80
Disacáridos	2.60	2.20	2.60

Fuente: Alvarez, 2012.

Cuadro 12: Contenido de minerales y vitaminas en el grano quinoa comparada con otros cereales (mg/100g de M.S).

Componentes	Quinoa	Trigo	Maíz Amarillo	Avena
Calcio	107	36	6	100
Fósforo	302	224	267	321
Tiamina (B1)	1.46	0.20	0.30	-
Riboflavina (B2)	0.30	0.08	0.16	0.04
Niacina (B3)	1.17	2.85	3.25	-

Fuente: Alvarez, 2012.

➤ **Factores Anti nutricionales de la Quinoa**

a) Saponinas:

Las saponinas son compuestos tóxicos, cuya toxicidad depende del tipo de saponina, el organismo receptor y su sensibilidad y el método de absorción. La dosis letal por ingestión oral puede ser 3 a 1.000 veces más alta que por inyección intravenosa. (Alvarez, 2012)

b) Saponinas de la Quinua:

La quinua presenta factores antinutricionales que pueden afectar la biodisponibilidad de ciertos nutrientes esenciales, como proteínas y minerales. (Alvarez, 2012)

Las saponinas presentan un problema doble en el uso alimenticio de la quinua: el sabor amargo es un factor limitante para su aceptación y el de la posible toxicidad.

Los dos problemas relacionados con el contenido de saponinas, han hecho que investiguen diversos métodos de lavado o de fricción, para su eliminación ya que las saponinas están concentradas en la cáscara del grano. Según el método tradicional, se eliminan las saponinas lavando la quinua con agua en la proporción de 1:8 (quinua: agua) para las variedades amargas y de 1:5 para las semidulces. Aunque este método sirve bien para el ama de casa, a nivel de consumo familiar; para la producción industrial, es poco aplicable por el consumo de agua, y la contaminación ambiental. (Alvarez, 2012)

Además, hay la necesidad de secar la quinua lavada para evitar tanto su germinación como el crecimiento de mohos y la consiguiente producción potencial de micotoxinas.

c) Niveles de saponina en la quinua:

Existen dos tipos de quinua: 1) Quinuas amargas con alto contenido de saponinas en el episperma del grano, como en las variedades Real y Amarilla de Maranganí y; 2) Quinuas dulces con bajo contenido de saponinas, estas, solo requieren de un simple lavado antes de su uso, como la Cheweca de Puno, Blanca de Junín, Samaja, Blanca de Juli y Nariño (Alvarez, 2012).

El grano se puede clasificar según su contenido de saponina en:

- Quinoa libre (lavada - perlada): con 0,00 % de saponina
- Quinoa dulce: < 0,06 % de saponina
- Quinoa amarga: >0,16 % de saponina

d) Técnicas de saponificación de la quinua:

La quinua tiene entre 2 y 4% B.S. de saponinas que naturalmente le confieren un sabor amargo, por lo que se requiere un procesamiento adicional para poder consumirlo. Insuasti y Carbajal (2010) dice que: “Existen básicamente dos procesos industriales de procesamiento”.

Vía seca: Este proceso consiste en un tratamiento seco al producto, con previa limpieza, por un sistema abrasivo de paletas, que separa la saponina que se encuentra en la superficie del grano. Los equipos empleados tienen tamices que permiten superar las fracciones finas (saponinas) y los granos. Es un proceso conveniente y de bajo costo. (Insuasti y Carbajal, 2010)

Sus limitaciones se refieren a la eficiencia, ya que sólo separa el 80% de las saponinas, conservando aún un residuo detectable de amargor. Este nivel de eficiencia se

refiere a un equipo continuo de tres cilindros paralelos, que es el mejor equipo diseñado de todos los disponibles para vía seca. (Insuasti y Carbajal, 2010)

Vía húmeda: Este procesamiento consiste en un remojo previo de los granos y luego en un lavado en un tanque con agitación de paletas, pues precisa trabajar en un régimen turbulento. La descarga se realiza en el fondo del tanque y luego se pasa a un secador en túnel de aire caliente de circulación forzada. (Insuasti y Carbajal, 2010)

- ✓ Ventaja: La gran ventaja de este proceso es que se obtiene grados altos de extracción de saponinas, sin pérdidas en sólidos, ya que sólo se extraen los solubles.
- ✓ Desventajas: El tiempo de residencia puede llegar a 30 min - 40 min; lo que determina una absorción de agua por el grano, lo que dificulta enormemente el secado, con el grave peligro de ocasionar germinación, ya que la quinua requiere 15 h para germinar y bajos contenidos de humedad.

2.2.2. INSUMOS

➤ Agua cervecera

Para la elaboración de la cerveza, el agua tiene que ser pura, potable, estéril y libre de sabores y de olores extraños. De forma natural, el agua contiene una serie de minerales (NaCl, CaCO₃, CaCl₂, CaSO₄ y MgSO₄) que condicionan la calidad de la cerveza. La influencia del contenido mineral del agua sobre el pH es importante durante la fabricación ya que el pH influye en las

reacciones bioquímicas que se desarrollan durante el proceso. (Rodríguez, 2015).

Se llega a decir que el éxito de la cerveza depende del empleo adecuado del agua ya que constituye el 95% del contenido de la cerveza por lo que es un ingrediente fundamental y del cual interesa esencialmente su contenido de dureza. Como norma general se recomienda utilizar aguas blandas con poco contenido en sales (Tello, 2017).

Cuadro 13: Composición del agua para fabricar cerveza.

Componentes	Cerveza fuerte (g/hl)	Cerveza ligera (g/hl)
Dureza total	14.8	1.57
Dureza no carbonatada	0.6	0.3
Dureza de carbonatos	14.2	1.27
CaO	10.6	0.98
MgO	3	0.12
CO ₂	11.75	1

Fuente: Tello, 2017.

Cuadro 14: Análisis de agua cervecera en mg/l.

Componentes	Burton	Dortmund	Múnich	Pilsen
Sodio	14.8	69	10	32
Magnesio	0.6	23	19	8
Calcio	14.2	260	80	7
Cloro	16	106	1	5

Fuente: Tello, 2017.

➤ **Levadura**



Figura 6: Levaduras *saccharomyces cerevisiae*, Safale US-05.

Las levaduras son organismos vivos unicelulares que pertenecen al reino de los hongos. Se alimentan de los azúcares provenientes de la malta, transformándolos en alcohol y CO₂ (gas) durante un proceso llamado fermentación que se realiza en ausencia de oxígeno. (Tello, 2013)

Existen dos tipos de levaduras que se utilizan en la elaboración de cerveza, levadura ALE y levadura LAGER, la diferencia es que ALE fermentan a temperaturas que oscilan entre 14 y 25°C, mientras que LAGER fermenta a temperaturas más bajas, alrededor de 6 a 10 °C, otorgando sabores diferentes a las cervezas. Normalmente las cervezas industriales se elaboran con levaduras LAGER, y las artesanales utilizan en su gran mayoría levaduras ALE, debido a que es fácil mantener un fermentador Sparkling a temperatura de 14 a 25°C, que mantenerlo a 6 a 10 °C. (Alvarez, 2012)

Las levaduras que se usan en la fabricación de cerveza se pueden clasificar como *saccharomyces*: o *saccharomyces cerevisiae* o *saccharomyces uvarum*. Siendo los de fermentación alta las pertenecientes a la *cerevisiae* y a la de fermentación baja a la *uvarum*. (Tello, 2013)

La Levadura Safale US-05 es una cepa inglesa comercial del tipo ale muy conocida, seleccionada por su rápida velocidad de fermentación y la capacidad de formar un sedimento en el fondo de

los fermentadores. Esta cepa es recomendada para elaborar una amplia variedad de cervezas tipo ale y está especialmente adaptada para utilizarse en cervezas tipo ale acondicionadas en barricas o producidas en fermentadores cilíndrico – cónicos. Sedimentación: alta. Peso específico final: medio.(Tello, 2013)

➤ **Lúpulo**



Figura 7: Lúpulo Simcoe 13.5% aa USA.

Insuasti y Carvajal (2010) señala que el lúpulo es utilizado en cervecerías por su poder de amargor. En el lúpulo se encuentra la lupulina (gránulos de color amarillo que se encuentran en la flor hembra sin fecundar), la cual posee a su vez las humulonas y lupulonas que son ácidos cristalizables responsables del amargor. Estos ácidos amargos se oxidan y polimerizan fácilmente perdiendo su poder de amargor; fenómenos que son acelerados por el oxígeno, temperatura y humedad. Por ello, es de suma importancia que para la conservación del lúpulo, se coloque en lugares a 0 °C y humedad relativa de 70 – 75%.

Cuadro 15: Composición química del Lúpulo

Componentes Químicos	Porcentaje
----------------------	------------

Materias nitrogenadas	17.5%
Materias no nitrogenadas	27.5%
Celulosa Bruta	13.3%
Aceites esenciales	0.4%
Taninos	3%
Extracto al Éter (Resinas)	1.3%
Agua	1.5%
Cenizas	7.5%

Fuente: Insuasti y Carvajal (2010)

Antiguamente se usaban las hojas del lúpulo para agregar a la cerveza, hoy en día se puede comprar los llamados “PELLETS”, que son hojas molidas y deshidratadas que vienen en unos cilindros de 1cm. aproximadamente por 4 mm de ancho.

➤ **Malta**

Básicamente se trata de un grano de cereal modificado para que actúen las enzimas y transformen el almidón en azúcares. Estos azúcares ya son fermentables y los usaremos para la elaboración de la cerveza. Normalmente es de cebada aunque pueden añadirse de otros tipos como de trigo, quinua, maíz, arroz, centeno. Pero nosotros usaremos de cebada. Maltas de cebada hay varios tipos en función del perfil de cerveza que estemos buscando y del método de elaboración, lo más habitual suele ser, en el caso de las cervezas Ale, una proporción mayoritaria de pale ale a la cual se le añaden otro tipo de maltas en cantidades menores que le aportan color, según estén más tostadas o menos, o sabor, ahumadas y otros tipos. (Alvarez, 2012)

❖ **Malta Base**

Son las maltas más claras de todas. Esto se debe a que los granos son horneados a temperaturas más bajas y durante un menor tiempo que el resto de maltas. En este proceso la actividad enzimática no se ve afectada, por lo que cuentan con el mayor poder diastásico de todas. Las maltas base pueden provenir del trigo o la cebada. (Insuasti y Carvajal, 2010)

❖ **Malta Base Pilsener**

Procede de granos de cebada y pertenece al grupo de las llamadas maltas base debido a su alta actividad enzimática, con lo que es ideal para la producción de cerveza. Son las más claras de todas por su corto proceso de horneado y las bajas temperaturas a las que son secadas.



Figura 8: Malta Base Pilsener - 3 Best Malz.

Es la que más se utiliza en todo el mundo para elaboración de cerveza, debido a que su color es muy claro y su sabor suave, dándonos como resultado cervezas rubias.

❖ **Maltas Especiales (Malta caramelo)**

Son maltas que aportan colores, sabores y olores especiales a los diferentes tipos de cervezas.



Figura 9: Malta Caramelo – 32 Best Malz, Red X.

Se denominan maltas especiales ya que se usan en combinación con maltas base debido a su baja actividad enzimática, para dar lugar a cervezas con un color más oscuro y con un sabor más dulce.

Primero se calientan los granos a temperaturas entre el 65°C y el 70°C para activar las enzimas que ayudarán al almidón convertirse en azúcar. Posteriormente, los granos se mantienen dentro del tambor con vapor entre 150°C y 180°C para que el interior del grano se caramelicé. La malta más oscura es la Malta Negra o Malta Chocolate que se utiliza para elaborar la cerveza negra. (Hough, 2002)



Figura 10: Maltas Horneadas para cervezas Rubias, Rojas y Negras.
Fuente: Hough, 2002.

2.3. FERMENTACIÓN ALCOHOLICA

La fermentación alcohólica (denominada también como fermentación del etanol o incluso fermentación etílica) es un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de aire (oxígeno - O₂), originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (por regla general azúcares: como pueden ser por ejemplo la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón, etc.) para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol, dióxido de carbono (CO₂) en forma de gas y unas moléculas de ATP (adenosin trifosfato), que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico. (Alvarez, 2012)

El etanol resultante se emplea en la elaboración de algunas bebidas alcohólicas, tales como el vino, la cerveza, la sidra, el cava, etc. Aunque en la actualidad se empieza a sintetizar también etanol mediante la fermentación a nivel industrial a gran escala para ser empleado como biocombustible. La fermentación alcohólica tiene como finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno para ello disocian las moléculas de glucosa y obtienen la energía necesaria para sobrevivir, produciendo el alcohol y CO₂ como desechos consecuencia de la fermentación. Las levaduras y bacterias causantes de este fenómeno son microorganismos muy habituales en las frutas y cereales y contribuyen en gran medida al sabor de los productos fermentados. (Hough, 2002)

Una de las principales características de estos microorganismos es que viven en ambientes completamente carentes de oxígeno (O₂), máxime durante la reacción química, por esta razón se dice que la fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico. (Aparicio, 2004). Es evidente que durante el proceso de el líquido sufre una serie de cambios, entre los que más se evidencian está el cambio en su composición, pasando de un líquido en el que predominan los azúcares (agua +azúcar) a uno en el que predomina el etanol. (Suarez, 2013)

2.4. GENERALIDADES DEL MALTEADO

2.4.1. MALTEADO

Casas (2016) afirma: “El malteado consiste en remojar y germinar los granos para luego someterlos a un tratamiento térmico con el fin de finalizar los procesos metabólicos y desarrollar aromas y sabores”.

El malteo es un proceso físico- químico controlado durante el cual los granos desarrollan y activan sus sistemas enzimáticos y modifican suficientemente sus reservas alimenticias. Su finalidad es la obtención de la malta, lo que se puede hacer a partir de cualquier grano que se someta a una germinación controlada, lo cual se suspende con una etapa adecuada de secado (Tello, 2013).

2.4.2. PROCESO TECNOLÓGICO DEL MALTEADO

➤ Limpieza:

La limpieza del grano se puede dar por tamización o por arrastre neumático para luego ser almacenado, ya limpio, durante un tiempo no inferior a ocho semanas.

➤ Remojo:

El grano seleccionado y limpio es sumergido en agua. El objetivo es introducir agua dentro del grano hasta alcanzar una humedad de 40% - 45% bajo condiciones aeróbicas que propicien la generación de hormonas giberelinas, las cuales inducen a la formación de enzimas. La uniformidad del grado de remojo depende que el cereal tenga un tamaño de grano uniforme. (Alvarez Y. 2012)

El tiempo requerido para alcanzar la incorporación de agua durante el remojo es inversamente proporcional a la temperatura del agua.

Temperaturas muy altas pueden dañar el embrión además de favorecer el crecimiento de microorganismos. Por esta razón la temperatura de remojo debe estar en el rango de 10 °C a 22 °C. La absorción del agua se hace más rápida al comienzo y luego más lenta. Factores como las condiciones en que haya crecido el cereal y de la variedad también influyen en la rehumidificación del grano. (Alvarez Y. 2012)

➤ Germinado:

El objetivo de la germinación es lograr el desdoblamiento de nutrientes como almidón, proteínas y grasas mediante enzimas y obtener de esta manera un alimento más digerible. Estas enzimas requeridas son aportadas por harina de granos malteados; granos que durante su germinación, activan y forman un complejo enzimático que puede ser conservado con un proceso adecuado de secado antes de la molienda (Espitia, 2009).

El proceso de germinación termina cuando la plúmula alcanza 2/3 de la longitud del grano y la raíz debe crecer de 1 - 2 veces el tamaño del grano (Alvarez, 2012). Terminado

➤ Secado:

Cuando el brote ha alcanzado 2-3 mm de longitud, el grano se seca o tuesta a 45-50° C, hasta una humedad del 5 – 7 %, con lo cual se detienen las reacciones enzimáticas sin destruir las enzimas. El objetivo de esta operación es detener la acción de las enzimas en la malta. La humedad inicial (45% aprox.) debe ser reducida a un nivel menor del 5%, por lo que es necesario trabajar con temperaturas altas, pero no lo demasiado que puedan causar la destrucción de las enzimas (Alvarez, 2012). Los propósitos del secado se resumen en:

- Fijar en el grano aquellas propiedades deseables adquiridas durante la germinación.

- Poder conservar la malta sin problemas de deterioro.
- Darle al grano la friabilidad necesaria para facilitar la molienda.
- Modificar la composición química y reducir el contenido enzimático.
- Remover el sabor a malta verde e impedir ciertos sabores, colores y aromas.

➤ Limpieza y Enfriado:

Después del secado, se enfría rápidamente la malta hasta 20 °C para prevenir posteriormente destrucciones enzimáticas, formación de color y deterioro del sabor. Es necesario también eliminar las raicillas, pues modifican el color de la malta además de contener sustancias amargas. (Alvarez, 2012)

➤ Molienda:

Una vez seco el grano pasaremos a molerlo obteniendo harina refinada. De esta manera en el proceso de Maceración los azúcares fermentables será extraídos con mayor facilidad.

2.4.3. LA MALTA Y LOS EXTRACTOS DE MALTA EN INDUSTRIAS DISTINTAS DE LA ELABORACION DE CERVEZA.

En la Gran Bretaña se producen anualmente unas 50 000 toneladas de extracto de malta. Se obtiene por molturación y amasado idénticos a los utilizados en una fábrica de cerveza, pero el mosto se concentra hasta un contenido en sólidos superior al 80%. Los extractos diastásicos de malta son ricos en las enzimas de malta o diastas; por eso se secan en un evaporador de simple efecto, en un proceso que comienza con temperaturas de 35 °C y en el que se llegan a alcanzarse 45 °C.

Estos extractos se utilizan para la elaboración de jarabes de cereales y, en una extensión limitada, para la de alimentos tales como productos de repostería. Los extractos no diastásicos son más ampliamente utilizados y

son más baratos porque para su concentración se emplea un evaporador de triple efecto con un ahorro considerable de energía; las temperaturas de obtención de estos extractos se elevan de 80 °C - 85 °C; estos extractos se emplean en ciertas bebidas lacteadas, panadería, elaboración de productos de repostería, fabricación doméstica de cerveza y producción de enzimas industriales. También se emplean como transportadores de aroma en una amplia variedad de alimentos, como los cereales para el desayuno. (Alvarez, 2012)

2.4.4. PROPIEDADES NUTRITIVAS DE LA MALTA COMO BEBIDA

La malta además de agua y azúcar contiene aminoácidos, que son punto de partida para la construcción de las proteínas, las cuales participan en la formación de los tejidos orgánicos, en la transformación de las fuentes de energía (carbohidratos) y en múltiples procesos enzimáticos. (Alvarez, 2012)

Aproximadamente 90% de los sólidos de la malta son carbohidratos, la fuente más importante de la energía que nuestro organismo requiere. Contiene azúcares simples, de fácil absorción, tales como glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, maltotriosa y polisacáridos. (Rodriguez, 2003)

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3-1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Los laboratorios de la Universidad Nacional del Santa donde se llevaron a cabo las operaciones, controles y análisis del Malteado de Quinua y la elaboración de Cerveza Artesanal fueron:

- Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial – IITA.
- Laboratorio de Análisis y Composición de productos Agroindustriales.
- Laboratorio de Operaciones Unitarias.
- Planta Piloto Agroindustrial – PPA.

3-2. MATERIALES, EQUIPOS E INSTRUMENTOS

3.2.1. MATERIA PRIMA:

Quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad “ILLPA INIA” proveniente de la región de Puno de la Asociación Nacional de productores ecológicos localizado en la provincia de Melgar – Puno.

Se utilizó esta variedad por su tradicional uso en bebidas y su aporte a la Agroindustria. Así como también por poseer un porcentaje bajo en saponina (0.02%). (Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú, INIA y FAO, 2013).



Figura 11: Quinua de la variedad ILLPA INIA, Puno.

3.2.2. INSUMOS:

- Malta base Pilsen (*3 Best Malz*)

- Malta caramelo RED X(32 *Best Malz*)
- Lúpulo en pellets(*Simcoe 13.5% aa USA*)
- Levadura – *Saccharomyces cerevisiae (Sobre US-05 Safale ale Fermentis)*
- Agua (*Potable y Mineral San Mateo*)
- Sacarosa (*Azúcar de mesa*)

3.2.3. REACTIVOS:

- Buffer fosfato pH 4.0 y 7.0
- Solución de yodo 0.2 N
- Agua destilada
- Reactivo DNS
- Tartrato de Sodio y Potasio
- Hidróxido de Sodio
- Metabisulfito de Sodio

3.2.4. MATERIALES E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO:

Para el malteado de Quinoa

- Vasos de precipitados de 50, 100, 250 y 500 ml
- Molino manual
- Pipetas graduadas de 1, 5 y 10 ml
- Placas Petri
- Espátulas
- Papel aluminio
- Bandejas plásticas y de aluminio
- Tapers de plástico
- Tubos de ensayo
- Pinzas
- Crisoles

Para la cerveza

- Fermentador - Damajuanade vidrio 4 Lt
- Ollas de acero inoxidable de 5 Lt

- Auto sifón simple
- Air lock
- Botellas Brown de 330 ml
- Chapas corona plateadas
- Taponadora o enchapadora de plástico
- Probetas graduadas de 50 y 100 ml
- Densímetro
- Termómetro
- Malla o bolsa de nylon (filtrar malta)
- Gaza
- Alcohol
- Cucharas y cucharones
- Escurridor
- Colador
- Baldes medianos
- Bandejas de plástico y de aluminio

3.2.5. EQUIPOS:

- Refrigeradora (Fiocetti – Italia, modelo LABOR 500)
- Cocina a gas de 2 hornillas
- Autoclave de Esterilización (Elettronica Veneta – Italia, modelo AVS/EV)
- Espectrofotómetro UV (EE.UU – Único, modelo 2800 UV/VIS)
- Estufa (POL. EKO – Polonia, modelo SLW115 TOP+)
- Balanza analítica (Suiza – Precisa, modelo XB 320M)
- pH metro (Termo científico – EE.UU, modelo PPI - 13124)
- Refractómetro (ATAGO – EE.UU, modelo HSR-500)
- Termo balanza (Suiza – Precisa, modelo XM50)

3-3. METODOLOGÍA

3.3.1. ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA.

- **Determinación del grado de calidad del grano de Quinoa:** Este ensayo se realizó por triplicado, tomando como referencia la NTP 205.029. Según lo seguido por Alvarez Y. (2012) se tomó una muestra representativa de 100 g de quinua, la cual fue sometida a una inspección visual con el fin de determinar la presencia y/o ausencia de granos infestados, granos partidos y chupados, materias extrañas, granos dañados, granos infectados y/o variedades contrastantes.

- **Determinación del contenido de humedad:** Este ensayo se realizó por triplicado, siguiendo el método de la Estufa y tomando como referenciala NTP 205.002 que consistió en determinar la pérdida de masa experimentada por una determinada cantidad de muestra, cuando es sometida a la acción de 105 °C de temperatura.

El contenido de humedad fue determinado mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{P1 - P2}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Donde:

P1: Peso de la placa + muestra inicial.

P2: Peso de la placa + muestra final.

3.3.2. CONTROL DE HUMEDAD EN LAS TRES ETAPAS DEL MALTEADO DE LA QUINUA

- **Humedad de la Quinoa durante el REMOJO:** Este ensayo se realizó por triplicado siguiendo el método de la Estufa.

Esta etapa de Malteado consistió en someter a la quinoa a dos temperaturas de 16 y 25°C. El control se hizo cada hora sacando 5 gr de muestra y llevándola a la estufa con el fin de llegar a un rango ideal de humedad de 40 – 45% determinando a su vez el tiempo de remojo.

- **Estabilidad de Humedad y tiempo de Germinación de la Quinoa durante el GERMINADO:** Este ensayo se realizó por triplicado siguiendo el método de la estufa.

En esta etapa del malteado la quinoa fue sometida a dos temperaturas de 16 y 25°C, donde se controló el tamaño del grano y la longitud de la radícula (o raíz) manteniendo la humedad entre 40 – 45% determinando a su vez el tiempo de germinación. El control se realizó cada 6 horas sacando 5 gr de muestra y llevándolo a la estufa.

- **Humedad de la Quinoa durante el SECADO:** Este ensayo se realizó por triplicado siguiendo el método de la estufa.

Esta última etapa del malteado consistió en secar la quinoa a dos temperaturas de 50°C y 60°C. En esta etapa se controló que el grano llegue a un rango de humedad óptima de 4 – 4.5% y para ello se fue extrayendo cada hora 5 gr de muestra hasta que el grano esté dentro del rango establecido.

3.3.3. EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN

- **Determinación del Porcentaje de crecimiento de raíz:** Este ensayo se realizó por triplicado y consistió en medir el tamaño de raicillas. Para ello se seleccionaron 10 granos germinados al azar de las muestras seleccionadas en el porcentaje de germinación (se hizo también por cuadruplicado).

Posteriormente se midió el tamaño de la raíz en cada grano. Finalmente el tamaño de raíz se expresa en relación al tamaño del grano de quínoa, como se muestra a continuación. Valenzuela R. (2007).

$$\text{Tamaño de raicillas} = \frac{T1}{T2}$$

T1 = Tamaño de la raicilla (mm)

T2 = Tamaño del grano (mm)

- **Determinación del Porcentaje de germinación:** Este ensayo se hizo por cuadruplicado y consistió en dividir de forma homogénea en cuatro partes 100 gr de granos utilizados en la experiencia de germinación de los 8 tratamientos. Es decir cada repetición tuvo 25 gr de Quinoa.

Posteriormente se cuantificaron los granos germinados y se determinó el porcentaje de germinación mediante la siguiente fórmula según Valenzuela R. (2007).

$$\text{Porcentaje de germinación(\%)} = \frac{\text{Granos totales} - \text{Granos no germinados}}{\text{Granos totales}} \times 100$$

3.3.4. ANÁLISIS DE LOS AZÚCARES REDUCTORES UTILIZANDO EL ESPECTROFOTÓMETRO UV EN EL MALTEADO DE LA QUINUA:

Este ensayo se realizó por triplicado siguiendo el Método DNS.

Se basa en que los azúcares reductores reaccionan con el 3,5 ácido dinitrosalicílico en solución alcalina. La prueba positiva de un color rojo – marrón. (Ver anexo 7.2).

La coloración se mide con un espectrofotómetro para mediciones cuantitativas a 540 nm. Esta prueba funciona para la glucosa y otros azúcares reductores, en este caso nos concentramos en la glucosa.

El contenido de azúcares reductores fue determinado mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Azúcares reductores mg. /ml.} = (\text{ABS de la muestra} / \text{pendiente}) \times \text{dil.}$$

Fuente: Laboratorio de Análisis y Composición de productos Agroindustriales – UNS (2017).

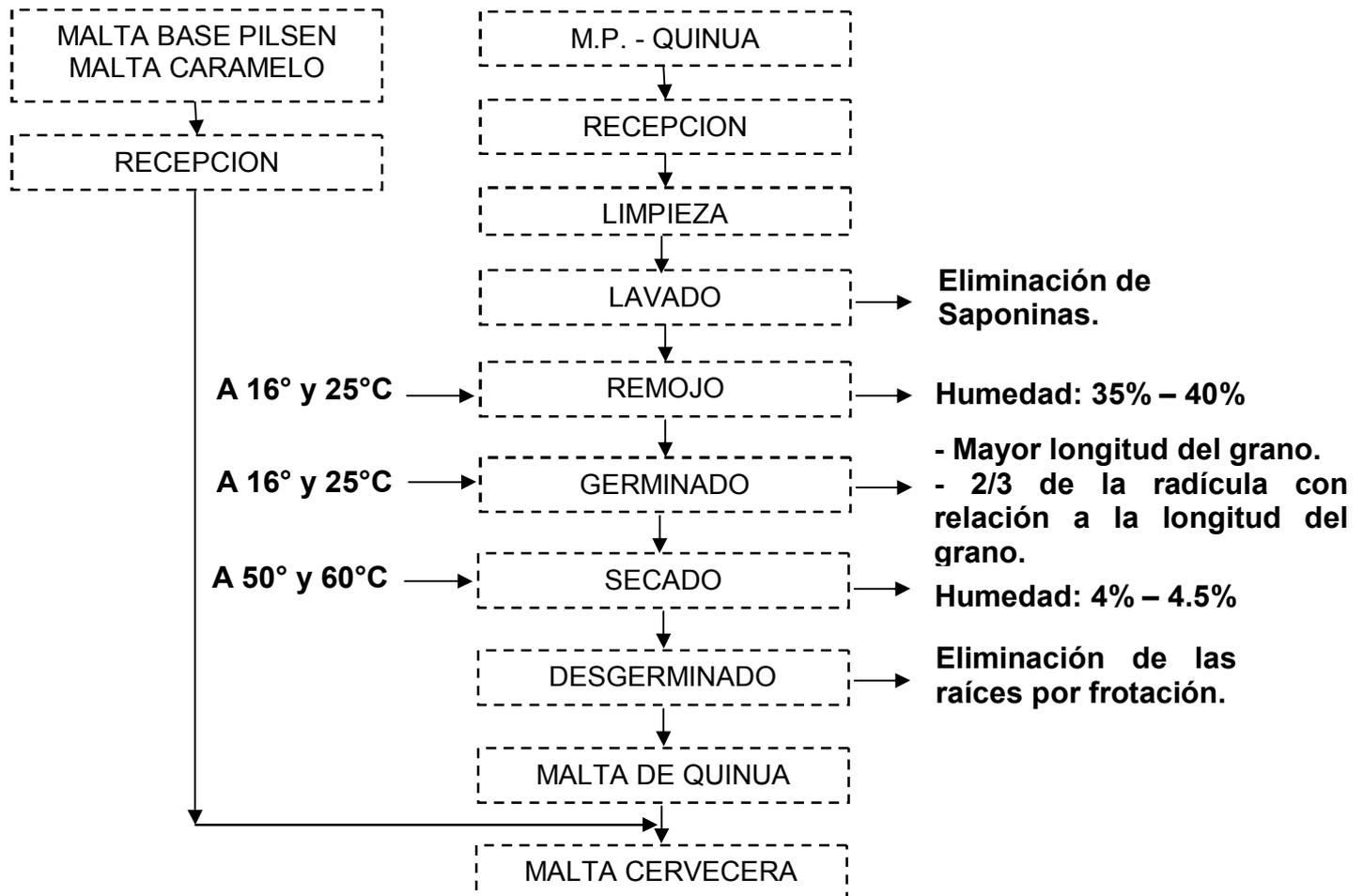
3.3.5. PROCESO GENERAL DEL MALTEADO DE LA QUINUA

Se reconoce como malteado del grano a la etapa que comprende 4 procesos: Remojo, Germinación, Secado/Tostado y Desgerminado.

El objetivo del malteado fue preparar y transformar las reservas nutritivas del grano a sustratos apropiados para macerar. Por ello la materia prima luego de ser recepcionada, fue limpiada y seleccionada para determinar su calidad mediante un control y análisis proximal y físico de acuerdo a los métodos de ensayo descritos anteriormente en el ítem 3.3.1 y 3.3.2. Se cuidó a lo largo de todo el proceso llevar a cabo buenas prácticas de manufactura asegurando un producto inocuo tanto para la obtención de la Malta de Quinua como de la Cerveza Artesanal.

Posteriormente se efectuó el proceso del malteado de la Quinoa aplicándose un diseño experimental factorial 2^k a fin de encontrar el mejor o los mejores tratamientos en base a su porcentaje de azúcares reductores. El diseño experimental se mostrará más adelante.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE LA MALTA DE QUINUA



Fuente: Rodriguez, 2015.

A continuación se describe el diagrama de flujo de la elaboración de la Malta de Quinoa. Para dar inicio al Malteado se utilizó 500gr de Quinoa.

a) Limpieza y selección: Se retiró de forma manual todas aquellas impurezas que pudieran tener los granos de Quinoa, tales como pajillas, piedrecillas, granos partidos o negros, seleccionándose sólo los que se encontraron en buen estado.

- b) Lavado:** Los granos de Quinoa se lavaron de forma manual con abundante agua, extrayéndose la tierra u otro tipo de suciedad restante del grano pero en especial para poder extraer la mayor cantidad de saponina (sustancia amarga).
- c) Remojo:** En esta operación los granos de quinoa fueron colocados en recipientes de plástico, suministrándoles previamente una cantidad de agua alcanzando una humedad óptima comprendida entre 40% - 45%. Para el proceso se emplearon 2 Temperaturas de 16°C y 25°C; con una cantidad de agua de 1:1.5 en relación grano: agua. El tiempo de remojo se determinó de acuerdo al control y al rango de humedad establecido y a la Temperatura de trabajo. Es decir, que en cada hora se fue retirando 5gr de muestra para ver el incremento o ganancia de humedad hasta llegar a su punto de control ideal para el germinado. (Ver cuadro N° 18).
- d) Germinado:** Una vez finalizado el remojo y alcanzada la humedad ideal, se retiró el agua de los recipientes y se colocó los granos de Quinoa en bandejas plásticas dando inicio al germinado. El proceso se llevó también mediante 2 temperaturas de 16°C y 25 °C manteniendo la humedad entre 40 - 45%. Para el tiempo de germinado se controló que el tamaño del grano sea el doble y que el crecimiento de la plúmula sea 2/3 de su longitud. (ver cuadro N° 18). Una vez finalizado el proceso de Germinado se tomaron muestras para determinar el poder germinativo y el tamaño de la radícula descrito en el ítem 3.3.2.3.
- e) Secado:** La Quinoa germinada fue llevada a la estufa para ser secada. Se emplearon los siguientes parámetros de trabajo: Humedad de la malta comprendido entre 4% – 4.5% y temperaturas de 50 °C y 60 °C. Con estos parámetros de control se determinó también el tiempo de secado. (Ver cuadro N° 19).

- f) **Desgerminado:** Después del secado, la malta fue enfriada a temperatura ambiente (25 °C) y posteriormente fueron removidas las raicillas mediante frotación con las manos.

Cuadro 16: Operación y control del malteado de quinua.

OPERACIÓN	CONTROL
	✓ Sin presencia de gorgojos ni coloraciones atípicas.
RECEPCIÓN DE LA QUINUA	✓ Uso de los granos más grandes.
	✓ Humedad: 11% - 13% (<14%).
LAVADO	✓ Extracción de Saponina.
REMOJO	
T° ₁ = 16°C -----> tiempo	✓ Humedad del grano: 40% - 45%.
T° ₂ = 25°C -----> tiempo	
GERMINADO	
T° ₁ = 16°C -----> tiempo	✓ Mayor longitud de la radícula.
T° ₂ = 25°C -----> tiempo	✓ La longitud de la plúmula es 2/3 del tamaño del grano.
SECADO	
T° ₁ = 50°C -----> tiempo	✓ Humedad: 4% – 4.5%.
T° ₂ = 60°C -----> tiempo	
MOLIENDA	✓ Harina

3.3.6. ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA CERVEZA ARTESANAL RED ALÉ.

Según Posada (1995), la calidad de la cerveza depende de varios factores que tienen relación con las materias primas utilizadas y con el proceso de elaboración. Entre los parámetros más importantes de evaluación de calidad están el sabor, la presencia y permanencia de espuma, color, grado alcohólico y Amargor. A continuación se nombran algunos parámetros físico-químicos usados comúnmente para describir una cerveza, y que pueden ser medidos convenientemente en la tarea de asegurar la calidad.

- **Determinación del Grado alcohólico:** El grado alcohólico se determinó aplicando el método del densímetro en el cual se registraron las densidades luego de la cocción y enfriado del mosto. La densidad D1 se midió previo a la fermentación primaria, dejando que el densímetro flote libremente en una probeta a la cual se le ha agregado 100 mL de mosto a 20 °C, tomando tanto la lectura de la densidad específica. La misma metodología se siguió para la densidad D2, realizándose la medición al concluir la fermentación primaria. Finalmente, el grado alcohólico se calculó restando la lectura inicial y final la cual, multiplicándole por 131 nos da el grado alcohólico obtenido. (Rodríguez, 2015).
- **Determinación de la capacidad espumante:** La capacidad espumante se determinó mediante el método *Constant* (Romero y otros, 2013 citado por Rodríguez W, 2015), en el cual se tomará 40 mL de muestra de cerveza (V_i), la cual se sometió a agitación manual. Tras la agitación, se realizó la medición del volumen del líquido (V_L), el volumen total (V_T) y el volumen de espuma (V_E).

Finalmente, la capacidad espumante (E) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{V_T - V_L}{V_I} = \frac{V_E}{V_I}$$

Además se tuvo en cuenta que se debe partir con un volumen inicial de espuma de 40 mL (Romero et al., 2013).

- **Determinación de pH:** Para la determinación de la concentración de iones hidrógeno, se siguió la metodología descrita por Rodríguez(2015). Dicha metodología inició con la calibración del pHmetro a utilizar haciendo uso de soluciones tampón de 7.0 y 4.0. Luego verteremos 50 mL de cerveza, de una botella previamente destapada, a un matraz Erlenmeyer, a medio llenar, y se colocará la muestra en un agitador magnético a 2000 rpm por 10 minutos. A continuación se trasladará la muestra, retirando la espuma, a un vaso de precipitación y se introdujo el electrodo dentro de la cerveza.
- **Determinación del nivel de amargor:** Para la determinación del índice de amargor (°IBUs) se tomó la siguiente fórmula matemática descrita por Rodríguez (2015),y que considera la utilización de un solo tipo de lúpulo por el método de Rager:

$$^{\circ} \text{IBU} = \frac{W_h \times \%AA \times \%U_{aa}}{V_w \times 10}$$

Dónde:

- °IBUs: Unidades Internacionales de amargor (International Bitterness Units).
- Wh: Peso del lúpulo utilizado, en gramos
- %AA: porcentaje de alfaácidos del lúpulo (especificado según tipo de lúpulo).

- %Uaa: Porcentaje de alfaácidos que se utiliza realmente en el proceso de ebullición.
- Vw: Volumen del mosto, en litros.

El método de Rager, es el que aplicamos en las recetas y las tablas de cálculo de IBUs de Revista Mash. Este se basa en aplicar un porcentaje de utilización según el tiempo que está expuesto el lúpulo al hervor, más la división por un factor de corrección para densidades mayores a 1.050, en el caso que se igual o menor que esta, este factor será 1. El factor de corrección se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Fc = 1 + \{[(DO / 1000) - 1,05] / 0,2\}$$

Esta fórmula está adaptada a la forma con que realizamos la lectura nosotros, tomando la densidad sin comas. Donde Fc es el factor de corrección que luego aplicaremos en la fórmula y DO es la densidad original que poseerá nuestro mosto (luego del hervor). En la tabla de abajo podemos encontrar los distintos porcentajes de utilización ya sea para pellets o si adicionamos el lúpulo como flores.

Cuadro 17: Calculo del % de Alfa Ácidos requerido según el tiempo de Hervor del Lupulado.

TIEMPO DE HERVOR EN MINUTOS	PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN	
	FLOR	PELLETS
0 a 9	5	6
10 a 19	12	15
20 a 29	15	19
30 a 44	19	24
45 a 59	22	27
60 a 74	24	30
más de 75	27	34

Fuente: Rodríguez, 2003.

- **Determinación del color (SRM): STANDARD REFERENCE METHOD (SRM):** Es el sistema adoptado en 1958 por la American Society of Brewing Chemists (ASBC) para medir el color de una cerveza.

El SRM se determinó midiendo la reducción de intensidad que sufre un haz de luz monocromática de longitud de onda de 430nm (azul), al atravesar ½ pulgada de cerveza. Podemos definir al SRM como la absorbancia (logaritmo de la pérdida de luz) multiplicada por 10. Métodos y tecnologías modernas emplean 1cm de cerveza y multiplican la absorbancia por 12.7 aplicando la ley de Lambert-Bouguer-Beer.

$$\text{SRM} = 12.7 \times A_{430} \text{ y } \text{EBC} = 25 \times A_{430}$$

Los valores medidos en SRM y los grados Lovibond son aproximadamente iguales y en la práctica se pueden usar alternativamente para evaluar la intensidad del color de una cerveza.

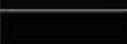
SRM/Lovibond	Example	Beer color	EBC
2	Pale lager		4
3	German Pilsener		6
4	Pilsner Urquell		8
6			12
8	Weissbier		16
10	Bass pale ale		20
13			26
17	Dark lager		33
20			39
24			47
29	Porter		57
35	Stout		69
40			79
70	Imperial stout		138

Figura 12: Escala de Colores SRM
Fuente: Meback, 2012.

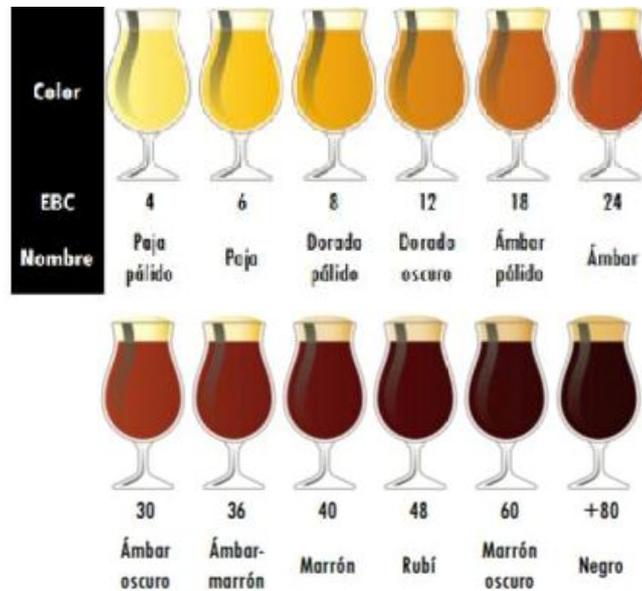


Figura 13: Escala de colores EBC

Fuente: Mosher, 2015.

- **Determinación de la Densidad:** La densidad inicial y final de la cerveza se determinó utilizando el densímetro Stevenson triple escala. Se procedió a destapar las botellas y a tomar una muestra de 100 mL en una probeta. (Villegas, 2013)

Cuadro 18: Características de una cerveza tipo Ale de calidad.

Característica	Parámetro
Alcohol	2.5 – 9.0
pH final	3.0 – 4.8
Densidad (g/ml) a 20°C	0.998 – 1.018
Sabor a lúpulo	Media – alta
Unidad de amargor (IBU)	2 – 100

Aroma a lúpulo	Bajo – medio
Color (EBC)	15 – 25
Vida útil (meses)	6

Fuente: González y Muñoz (2000).

3.3.7. ANÁLISIS SENSORIAL DE LA CERVEZA ARTESANAL

- **Determinación de la aceptabilidad:** Se evaluó la aceptabilidad de las cervezas obtenidas mediante una escala Hedónica con puntajes del 1 al 9 donde a mayor puntaje mejor aceptabilidad. Esta prueba afectiva mide el grado de agrado o desagrado que experimenta el consumidor frente a un producto. La referida escala permite, mediante el puntaje numérico conocer el grado de satisfacción del consumidor frente al consumo del producto.

Cuadro 19: Puntaje y grado de aceptación

Puntaje	Grado de aceptación
1	me disgusta muchísimo
2	me disgusta mucho
3	me disgusta bastante
4	me disgusta ligeramente
5	ni me gusta ni me disgusta
6	me gusta ligeramente
7	me gusta bastante
8	me gusta mucho
9	me gusta muchísimo

Fuente: Sernac (2002).

Para la interpretación de los datos, se utilizó la escala del cuadro N° 20 que se muestra a continuación.

Cuadro 20: Clasificación de la aceptabilidad

Puntajes	Clasificación
1,00 – 4,44	Zona de rechazo
4,45 - 5,44	Zona de indiferencia
5,45 – 9,00	Zona de aceptación

Fuente: Sernac (2002).

NOMBRE DEL JUEZ:.....FECHA:.....

MUESTRA EVALUADA: Cerveza

Instrucciones: Pruebe las muestras que se le presentan e indique, según la escala, su opinión sobre ellas. Marque con una (X) en las líneas punteadas según su agrado o desagrado.

ESCALA	MUESTRAS			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta muchísimo
Me gusta mucho
Me gusta bastante
Me gusta ligeramente
Ni me gusta ni me disgusta
Me disgusta ligeramente
Me disgusta bastante
Me disgusta mucho
Me disgusta muchísimo

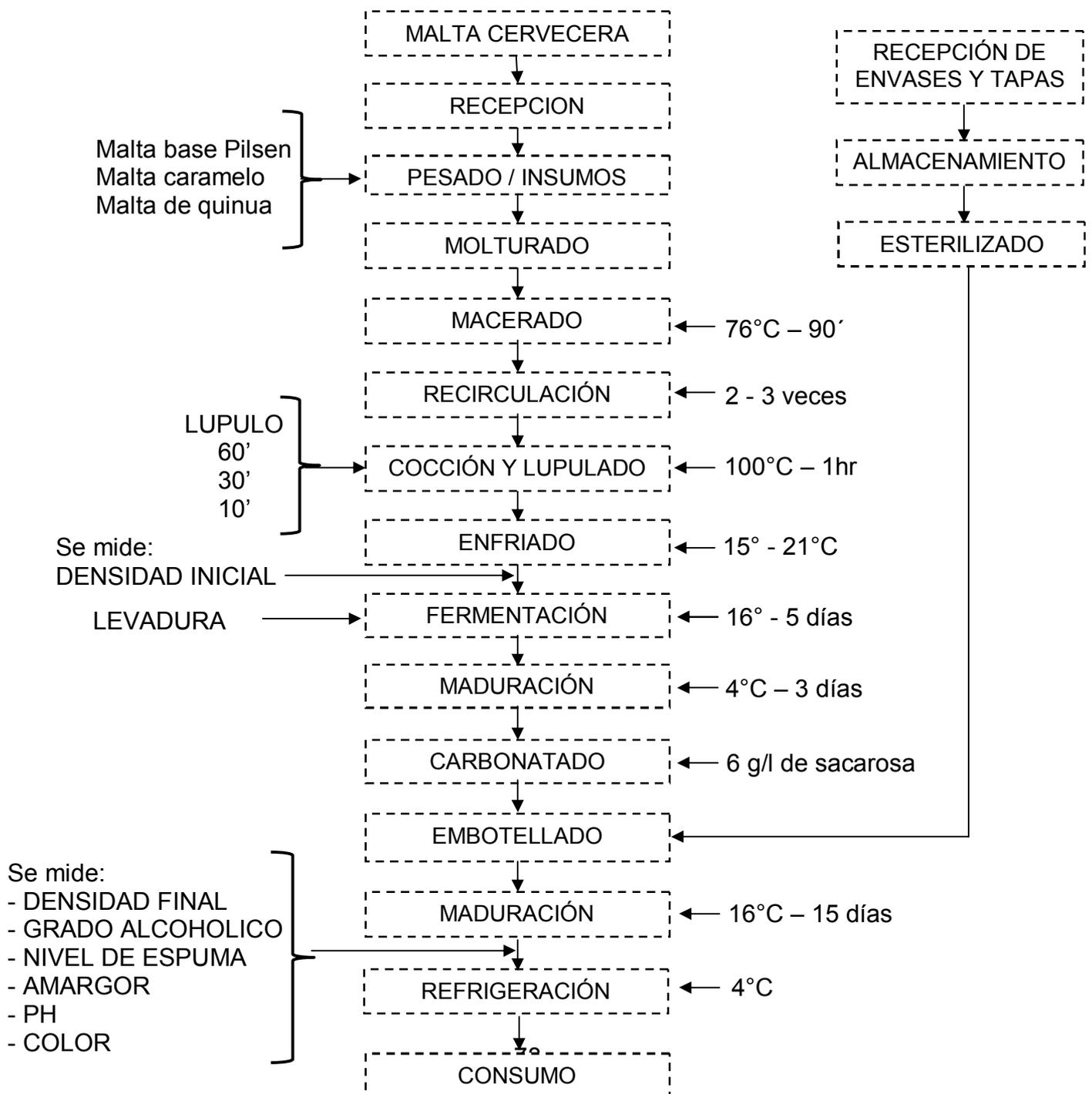
Comentarios:.....

Figura 14: Cartilla para la evaluación de la aceptabilidad general de una cerveza tipo Alé.

Fuente: Rodríguez, 2015.

3.3.8. PROCESO GENERAL DE LA CERVEZA ARTESANAL RED ALÉ.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL DE QUINUA RED ALÉ



Fuente: Minicerveceria Perú, 2016.

a) Pesado - Insumos:Una vez obtenido las maltas, lúpulo y levadura se procedió a pesarlos en una balanza de precisión.Cabe destacar que para la elaboración de la cerveza se realizó una sola formulación para los 8 tratamientos en base a 3Lt. Los pesos de las maltas, lúpulo y levadura para el trabajo se basaron en un KIT cervecero de 20Lt de volumen(ver cuadro N° 24) perteneciente a la empresa “cerveceros artesanales del Perú” y estos datos se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 21: Porcentaje y cantidad de insumos para la elaboración de cerveza artesanal.

INSUMO	PORCENTAJE	CANTIDAD
Agua	-----	4.1 Lt
Malta base Pilsen	56%	450 gr
Malta caramelo	14%	175 gr
Malta de Quinoa	30%	240 gr
Lúpulo	-----	10.5 gr (7.35, 2.1 y 1.05)
Levadura	-----	1.725 gr

Cuadro 22: Kit de Formulaciones de una cerveza artesanal Red Alé de 20 LITROS de capacidad

RED ALÉ - QUINUA ESTÁNDAR - PROCEDIMIENTO 1					
Litros Cerveza	20	10	50	100	3
agua total L	27.6	13.80	69	138	4.1

<i>Agua macerado</i>	16.0	97.74	490.0	79.8	2.73	56.42%
malta base Pilsen kg	3.00	1.50	7.50	15.00	0.450	13.48%
malta caramelo 100L kg	0.72	0.36	2.25	3.58	0.175	30.09%
Quinoa malteada kg	1.60	30.72	153.60	8.00	0.240	
lúpulo Simcoe AA 13% g	70	35.00	175.00	350.00	10.5	
60'	49	24.5	122.5	245	7.35	
30'	14	7	35	70	2.10	
0'	7	3.5	17.5	35	1.05	
Levadura US-05 g	11.50	5.75	28.75	57.50		

Fuente: Minicerveceria Perú, 2016.

b) Preparación y limpieza:Una vez estandarizados los insumos se preparó y sedesinfectó todo equipo y material de vidrio o plástico sumergiéndolo en agua y añadiéndole un poco de lejía, aproximadamente un 5% (5ml por cada litro de agua).

c) Molturado:La molienda de la malta base y caramelo no se hizo de forma muy grosera, tan solo se procedió a romper el grano intentando que la cáscara quede lo más entera posible utilizando un molino manual. En cambio, para la malta de Quinoa sí se realizó un molido brusco para obtener harina.

d) Macerado:En una olla de acero inoxidable de 5 litros de capacidad se agregó 4.1 litros de agua y se calentó hasta llevarlo a 76°C. Utilizando una bolsa de nilón se sumergieron los granos en la olla con el objetivo de extraer todos los azúcares fermentables. Al realizar dicha acción la temperatura disminuyó a unos 66°C y se mantuvo así durante 90 minutos en un rango de 65 – 68°C. Culminado dicho tiempo se realizó la prueba del Almidón que consistió en retirar una cantidad de mosto agregándole unas cuantas gotas del indicador Yodo. Al hacerlo el mosto se tiñó de rojo mostrando que los azúcares fueron extraídos exitosamente y finalizando de esta manera el Macerado.

e) Recirculación:En este punto se separó el grano del mosto para ello se utilizó un escurridor, una bolsa de tela nylon y otra olla para realizar el

trasvase. Primerose colocólabolsadetela enelescurridor, cubriéndolocompletamente, yeste a su vez encima de la segunda olla. Conmuchocuidadose traspasótodoel contenido dela primera olla (grano y líquido) al escurridor.

Acontinuación se realizó larecirculación, queconsistió en volver a hacer pasarel mosto por el grano para que este filtre las pequeñas partículas que habían pasado al mosto repitiéndose un par de veces ya que de esta manera el grano limpiaría el mosto y al final de la elaboración se obtendría una cerveza mucho más cristalina.

Para poder terminar de extraer todos los azúcares del grano se realizó la aspersion que consistió en agregar agua a 77°C la maldel colador hasta llegar a obtener en total unos 4.5 litros de mosto en la olla.

f) Cocción y Lupulado: La cocción se realizó por 1 hora a una temperatura constante de 100°C permitiendo extraer el amargor del lúpulo. De acuerdo a los cuadros N° 21 y 22 la cantidad de lúpulo fue de 10.5gr. La adición del lúpulo se realizó de la siguiente manera:

- El mosto al llegar a 100°C se le agregó 7.35 gr (70%) de Lúpulo para el Amargor.
- Al cumplirse 30 minutos se realizó la segunda adición de 2.1 gr (20%) de lúpulo para el Sabor.
- Faltando 10 minutos para finalizar la cocción se realizó la tercera adición de 1.05 gr (10%) de lúpulo para el Aroma. Se tuvo en cuenta no retirar los dos primeros lúpulos que se agregó inicialmente hasta que la cocción terminara. Al cumplirse los 60 minutos se obtuvo un aproximado de 3 litros de mosto.

g) Enfriado: Terminado la cocción se sumergió la olla en una tina de plástico lleno de agua con hielo (o un contenedor grande que pueda servir) realizando el shock térmico hasta llegar a una temperatura entre

20°C - 25°C. Al finalizar la operación de enfriado se midió la densidad inicial, debiendo estar entre el rango de 1.044 - 1.052. Luego se pasó a transferir el mosto a un fermentador – tipo Damajuana.

h) Primera Fermentación: Una vez que el mosto estuvo dentro del fermentador se procedió a pesar la levadura US-05 (ver cuadro N° 23 y 24) y se roció cuidadosamente dentro de ella (Damajuana). Una vez hecho esto se agitó el fermentador para que la levadura se mezcle bien. Luego se cerró la boquilla colocando una trampa de aire. Esto se realizó usando un envase de vidrio y llenándolo a la vez con líquido sanitizante hasta la mitad (lejía).

Una vez acondicionado, el fermentador se sometió a refrigeración. Las condiciones de trabajo fueron: Temperatura a 16°C por un tiempo de 5 días, fuera del alcance de la luz solar.

i) Maduración: Terminado los 5 días de fermentación, el fermentador fue sometido a una temperatura más baja de 4°C por un tiempo de 3 días. Cuando llegó a los 3 días se tomó una muestra de densidad final terminando dentro de un rango óptimo de 1.010 – 1.015.

j) Carbonatación: Para este proceso se realizó antes un cambio de fermentador. Esto se llevó a cabo mediante un sifón y una tela filtrante impidiendo la entrada excesiva de levadura.

Para la obtención de la solución azucarada se colocó 90 ml (5ml / gr de azúcar) de agua a hervir y se diluyó 18gr (6gr / Litro de cerveza) de azúcar. La dilución se dejó hervir por 5 minutos. Al completar el tiempo se dejó enfriar. Por último la dilución una vez fría se agregó al nuevo fermentador y se agitó para un correcto mezclado.

k) Embotellado: Se procedió a llenar las botellas hasta 3 cm por debajo del tope usando el sifón para luego ser sellados mediante una taponadora cangrejo de plástico color amarillo.

l) Segunda fermentación:El proceso tomó 12 días (1 semana y media)manteniéndolo a una temperatura de 16°C.

m) Enfriado:Terminado la segunda fermentación se pasó a refrigerar la cerveza a una temperatura constante de 4°C.

**Cuadro 23: Operación y control de la elaboración de cerveza artesanal
Red Ale.**

OPERACIÓN	CONTROL
-----------	---------

PESADO DE INSUMOS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Malta base Pilsen: 56% ✓ Malta caramelo: 14% ✓ Malta de quinua: 30%
MOLTURADO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rompimiento del grano de malta base y malta caramelo. ✓ Refinación de la Quinua malteada.
MACERADO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ T° = 64 - 68°C por 90´
RECIRCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Separación de partículas sólidas de los granos del Mosto.
COCCIÓN Y LUPULADO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ T° = 100°C x 1 hora.
ENFRIADO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ T° = 15°C – 21°C ✓ Densidad inicial: 1.044 – 1.052
FERMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ T° = 16°C – 5 días.
MADURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ T° = 4°C – 3 días. ✓ Densidad final: 1.010 – 1.015
CARBONATADO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sacarosa: 6g/L. ✓ Sellado correcto.
EMBOTELLADO	
MADURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ T° = 16°C – 15 días.
REFRIGERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ T° = 4°C.

3.3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico aplicado correspondió a un diseño trifactorial o factorial 2^K (T° de Remojo, T° de germinado y T° de Secado), $2 \times 2 \times 2$, con 3 repeticiones (24 unidades experimentales) aplicado a 10 panelistas entrenados, consumidores habituales de cerveza y con experiencia (18 - 50 años de edad), en donde a cada panelista se le brindó una botella de 330 ml y un vaso especial transparente acorde a la degustación y al análisis sensorial de la cerveza como el color, olor y el sabor para la aceptabilidad general. (Rodriguez, 2015).

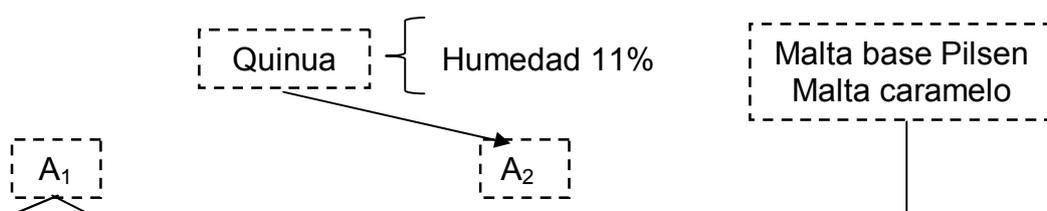
Para el caso del malteado de la Quinua se realizó un solo análisis que corresponde a la determinación de azúcares reductores. Posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y al observarse diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey (Tratamientos) la cual comparó los resultados. (Rodriguez, 2015)

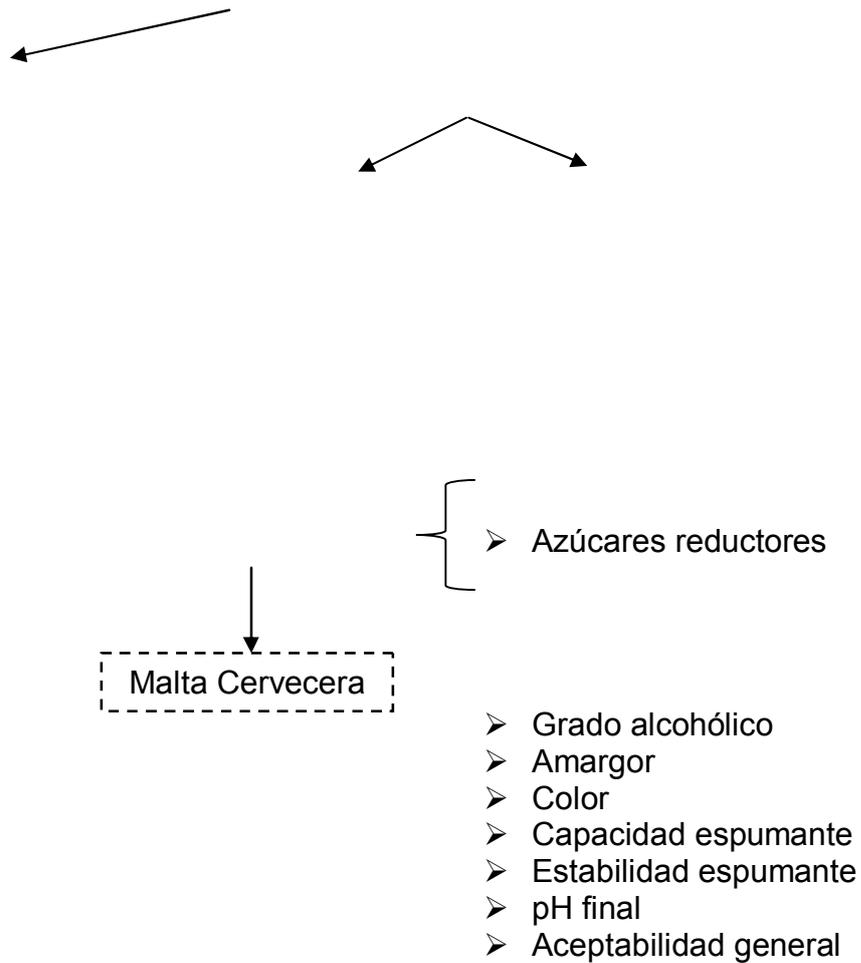
El mismo procedimiento se siguió para la elaboración de la cerveza donde se realizaron varios análisis como el grado alcohólico, Amargor, pH, capacidad espumante, estabilidad espumante y color; para después realizar un análisis de varianza (ANVA) donde se aplicó también lo dicho por Rodriguez W, 2015.

Y por último, para el caso del análisis sensorial (aceptabilidad general) de la cerveza se aplicó el mismo diseño evaluándose el color, aroma, sabor y espuma. Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza de 95% y de 99%.

Para el procesamiento de los datos, para la construcción de los diagramas y figuras ilustrativas se utilizó el software estadístico STAPHGRAFICK

El esquema experimental se muestra en la Figura N° 15.





Leyenda:

A₁: Temperatura de remojo a 16°C

A₂: Temperatura de remojo a 25°C

B₁: Temperatura de germinado a 16°C

B₂: Temperatura de germinado a 25°C

C₁: Temperatura de secado a 50°C

C₂: Temperatura de secado a 60°C

Figura 15: Esquema experimental del malteado de quinua en sus tres etapas y su evaluación en la elaboración de una Cerveza Artesanal Red Ale.

➤ **Formulación de la Hipótesis:**

$H_0: t_1 = t_2 = t_3 = \dots = t_n$

Todos los tratamientos son iguales entre si.

$H_1: t_1 \neq t_2 \neq t_3 \neq \dots \neq t_n$

Al menos un efecto de un tratamiento es diferente de los demás.

➤ **Factores en estudio:**

Para el Malteado de Quinoa

PRIMERA ETAPA – REMOJO

✓ Factor A (Nivel de Temperatura):

A₁ 16°C

A₂ 25°C

SEGUNDA ETAPA – GERMINADO

✓ Factor B (Nivel de Temperatura):

B₁ 16°C

B₂ 25°C

TERCERA ETAPA – SECADO

✓ Factor C (Nivel de Temperatura):

C₁ 50°C

C₂ 60°C

❖ **MODELO ESTADÍSTICO:**

$$Y_{ij} = U + A_i + B_j + C_k + (A_i B_j) + (A_i C_k) + (B_j C_k) + (A_i B_j C_k) + E_{ijk}$$

Y_{ijk} =Resultado de los parámetros óptimos del Malteado de Quinoa.

U =Media poblacional.

A_i =Efecto de la i-esima condición de la Temperatura de Remojo.

B_j =Efecto de la j-esima condición de temperatura de Germinado.

C_k =Efecto de la k-esima condición de Temperatura de Secado.

$(A_i B_j)$ =Efecto de la interacción de la i-esima condición de Temperatura de Remojo con la j-esima condición de temperatura de Germinado.

$(A_i C_k)$ =Efecto de la interacción de la i-esima condición de Temperatura de Remojo con la k-esima condición de temperatura de Secado.

$(B_j C_k)$ =Efecto de la interacción de la j-esima condición de Temperatura de Germinado con la k-esima condición de temperatura de Secado.

$(A_i B_j C_k)$ =Efecto de la interacción de la i-esima condición de Temperatura de Remojo con la j-esima condición de temperatura de Germinado y la k-esima condición de Temperatura de Secado.

E_{ij} =Error experimental del i-esimo y j-esima observación.

Cuadro 24: Tratamientos para la evaluación del Malteado de Quinua y de la cerveza artesanal Red Ale.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Factor C	Combinaciones
	(Nivel de T° de Remojo)	(Nivel de T° de Germinado)	(Nivel de T° de Secado)	
T ₁	A ₁	B ₁	C ₁	A ₁ B ₁ C ₁
T ₂	A ₁	B ₁	C ₂	A ₁ B ₁ C ₂
T ₃	A ₁	B ₂	C ₁	A ₁ B ₂ C ₁
T ₄	A ₁	B ₂	C ₂	A ₁ B ₂ C ₂
T ₅	A ₂	B ₁	C ₁	A ₂ B ₁ C ₁
T ₆	A ₂	B ₁	C ₂	A ₂ B ₁ C ₂
T ₇	A ₂	B ₂	C ₁	A ₂ B ₂ C ₁
T ₈	A ₂	B ₂	C ₂	A ₂ B ₂ C ₂

➤ **Análisis Estadístico.**

El esquema de análisis de la varianza es el siguiente para el Malteado de Quinua y la cerveza:

Cuadro 25: ANOVA. Evaluación del Malteado de Quinua y de la cerveza.

F.V	G.L	SC	CM	F _o
Factor A	(A – 1)	SC _A	SC _A /(A – 1)	CM _A /CMe
Factor B	(B – 1)	SC _B	SC _B /(B – 1)	CM _B /CMe
Factor C	(C – 1)	SC _C	SC _C /(C – 1)	CM _C /CMe
Int. AxB	(A – 1)(B – 1)	SC _{AB}	SC _{AB} /(A – 1)(B – 1)	CM _{AB} /CMe
Int. AxC	(A – 1)(C – 1)	SC _{AC}	SC _{AC} /(A – 1)(C – 1)	CM _{AC} /CMe
Int. BxC	(B – 1)(C – 1)	SC _{BC}	SC _{BC} /(B – 1)(C – 1)	CM _{BC} /CMe
Int. AxBxC	(A – 1)(B – 1)(C – 1)	SC _{ABC}	SC _{ABC} /(A – 1)(B – 1)(C – 1)	CM _{ABC} /CMe
Error	ABC(r – 1)	SC _E	SC _E /ABC(r – 1)	
Total	ABCr – 1	SC _T		

Se calculó el Coeficiente de Variación (CV), prueba de Tukey al 5% para tratamientos y para factores e interacciones la prueba de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA.

4.1.1. Determinación del grado de calidad del grano de Quinoa:

Los resultados fueron evaluados con la tabla de requisitos de calidad establecidos en la NTP 205.036 (1982) (ver Anexo 7.1).

Cuadro 26: Características de calidad del grano de Quinoa

CARACTERÍSTICAS	% (*)
Granos enteros y sanos	96.75 ± 0.35
Granos infestados	0
Granos partidos	0.57 ± 0.07
Granos dañados	0.93 ± 0.11
Materias extrañas	1.75 ± 0.52
Granos infectados	0

(*): Promedio de las 3 muestras de Quinoa de 100 gr cada uno.

Como se puede observar en el cuadro 26 se determinó que el 96.75% representó a los granos enteros y sanos mientras que el 0.57%al de los granos partidos. También se observa que la muestra no presentó granos infestados o infectados. Con respecto a los granos dañados estos mostraron un valor de 0.93%.

Tabla 1: Requisitos que deben cumplir la Quinoa y Cañihua

Grado	Porcentajes máximos en masa			
	Variedades contrastantes	Granos dañados		Materias extrañas
		Total	Dañados por calor	
1	3%	2,0%	0,2%	1,5%
2	5%	4,0%	0,4%	3,0%
3	8%	6,0%	0,8%	4,5%

Fuente: Norma técnica Nacional N° 205.036.

Según la TABLA N° 01 DE REQUISITOS DE CALIDAD DE LA QUINUA ITINTEC, Norma Técnica Nacional N° 205.036, se consideró al grano de quinua variedad ILLPA INIA como grado 1 por obtener un porcentaje de granos dañados del 0.93% siendo menor al 2% mostrado en la tabla. Lo mismo aconteció con las materias extrañas que presentaron un valor del 1.75% y que según la tabla se clasificó a la muestra como grado 2 por presentar un porcentaje de materias extrañas superior al 1.5%. Por lo tanto su designación resulta como: Quinua dulce Grado 2.

4.1.2. Caracterización de la quinua (*Chenipodium quinoa*) ILLPA INIA. Análisis Fisicoquímico (g/100g, de muestra).

Componente	Valor
Humedad (%)	8.42
Proteínas (%)	16.14
Fibra (%)	1.66
Cenizas (%)	1.99
Grasa (%)	4.88
Energía (Kcal/100g)	372.56
Saponina (%)	0.02
pH de suelo	5.5 – 8.8
Poder germinativo	>80%

Fuente: Instituto nacional de innovación agraria, 2017.

4.1.3. Poder germinativo en otras tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) a 25°C.

Componente	Valor (%)
Salcedo INIA	90%
Pasankalla	95%
Negra Collana	93%

Fuente: Instituto nacional de innovación agraria, 2017.

4.1.4. Determinación de Humedad del grano de Quinua:

Cuadro 27: Humedad del grano de Quinua Natural – variedad ILLPA INIA- PUNO antes del Malteado.

Tiempo (Horas)	1	2	3	Promedio
Humedad (% b.h.)	11.31	11.34	11.39	11.35 ± 0.04

Como se puede observar en el cuadro N° 27 el porcentaje de humedad del grano de Quinua previo a su proceso de Malteado fue de un 11.35 ± 0.04 %. A continuación compararemos la humedad con otros proyectos de investigación de diferentes autores mostrado en el cuadro N° 28.

Cuadro 28: Comparación de la humedad inicial de la Quinua natural con otros autores (gr/100gr).

Componente	Quinua (%)			
	Experimental (*)	Collazos, 2009	Alvarez, (2012). (+)	Reyes et al., 2009. (+)
Humedad (% b.h)	11.35 ± 0.04	10.80	13.49	11.10

(*) Quinua de la variedad ILLPA INIA de Puno.

(+) Quinua de la variedad Blanca de Junín.

Como se observa en el cuadro N° 28, en cuanto a la composición proximal del grano de Quinua; Collazos, 1996; Alvarez Y, 2012 y Reyes et al., 2009 reportaron un contenido de humedad comprendido entre 10,80%, 13.49% y 11,10% respectivamente.

En tanto nuestro valor experimental fue de $11,35 \pm 0.04$ %. Según LA NTP205.036(ver Anexo 8.1), el contenido de humedad del grano no debe exceder del 14,5%; por lo que el valor obtenido se encuentra por debajo del límite permitido, lo que garantiza una adecuada conservación de la calidad del grano durante su almacenamiento y procesamiento (Malteado y cerveza).

4.2. CONTROL DE HUMEDAD EN LAS TRES ETAPAS DEL MALTEADO

4.2.1. Humedad de la Quinoa durante el REMOJO:

Cuadro 29: Ganancia de Humedad de la Quinoa alcanzado durante el REMOJO a 16°C.

Tiempo (Horas)	% de Humedad			
	N° de Tratamientos			
	T ₁ 16°C	T ₂ 16°C	T ₃ 16°C	T ₄ 16°C
0	11.34 ± 0.03	11.76 ± 0.11	11.53 ± 0.05	11.20 ± 0.09
1	31.74 ± 0.18	31.55 ± 0.30	30.21 ± 0.21	30.44 ± 0.23
2	33.43 ± 0.21	36.98 ± 0.17	32.67 ± 0.17	34.59 ± 0.24
3	35.09 ± 0.28	36.52 ± 0.21	34.81 ± 0.15	35.89 ± 0.19
4	37.45 ± 0.23	37.38 ± 0.08	38.99 ± 0.29	36.96 ± 0.25
5	38.42 ± 0.23	38.66 ± 0.21	38.04 ± 0.26	38.02 ± 0.22
6	40.06 ± 0.18	40.16 ± 0.06	39.16 ± 0.24	39.06 ± 0.20
7	40.64 ± 0.13		40.24 ± 0.22	40.15 ± 0.21

Como se observa en el cuadro 29 los 4 tratamientos iniciales fueron evaluados cada hora a una temperatura de 16°C hasta que estos alcanzaron un porcentaje de humedad ideal de 40 – 45%. Según Eblinger (2009) citado por Zambrano N, (2016) se debe alcanzar una humedad de aproximadamente el 40% para que inicien los procesos germinativos y que la temperatura del agua debe estar entre 12 – 18°C rompiendode esta manera el estado de dormancia o latencia del grano.

Según (Othón, 2004) el objetivo más importante de que el grano esté dentro de un rango de 40% - 48% es que bajo condiciones aeróbicas, estos propicien la generación de hormonas giberelinas, las cuales inducen a la formación de enzimas.

Para entonces es probable que el grano haya empezado a germinar. Es decir, el embrión se vuelve activo y consume el oxígeno del agua para su respiración, esto concuerda con lo expresado por Velasco, (2007) “la humedad ideal para la germinación es de 40-45 % de los cereales. Etapa en la cual se permite que el grano se hidrate y pueda entonces germinar”.

En nuestra investigación, como se muestra en el cuadro 29, una de las temperaturas que se utilizó para el Remojo fue de 16°C. Según Eblinger (2009) un problema común en la fase de Remojo es el apareamiento de microorganismos indeseados como el *Fusarium* spp., causantes del envenenamiento del germen por micotoxinas y provocadores de la fermentación del grano, por ello para evitar ese problema se utilizaron temperaturas bajas entre 12 – 18°C así como Hough (2002) quien dice que la temperatura de remojo debe estar en un rango también de 10 °C a 22 °C ya que temperaturas muy altas pueden dañar el embrión.

En líneas anteriores se mencionó que durante el Remojo se tomaron muestras cada hora y también se realizó una aireación del grano. Según Zambrano N, (2012) el uso de una temperatura baja entre 12 – 18°C y de una aireación adecuada incrementa significativamente el porcentaje de germinación y aumenta la velocidad de Remojo (Imbibición) tal como sucedió con el tratamiento T2 que tuvo una absorción más rápida que los otros tratamientos. Pero también ayuda a evitar que dicho proceso produzca gran cantidad de CO₂ y etanol que se acumulan y puedan dañar el grano. (Hough, 2002).

Por ello, en el cuadro 29 se observa también que los tratamientos T1, T3 y T4 llegaron al rango con un tiempo de 7 horas mientras que el tratamiento T2 en 6 horas.

La diferencia entre tiempos de imbibición (Remojo) de las dos 2 temperaturas de trabajo de investigación podría deberse al tamaño y composición de las semillas. Una semilla pequeña como la de la quinua posee mayor relación de superficie de contacto respecto al peso, por lo que la transferencia másica se da con mayor rapidez; además, como por ejemplo el maíz que tiene mayor proporción de componentes oleaginoso, por lo cual es menos hidratable respecto a la quinua. (Courtis y Morassi, 2013)

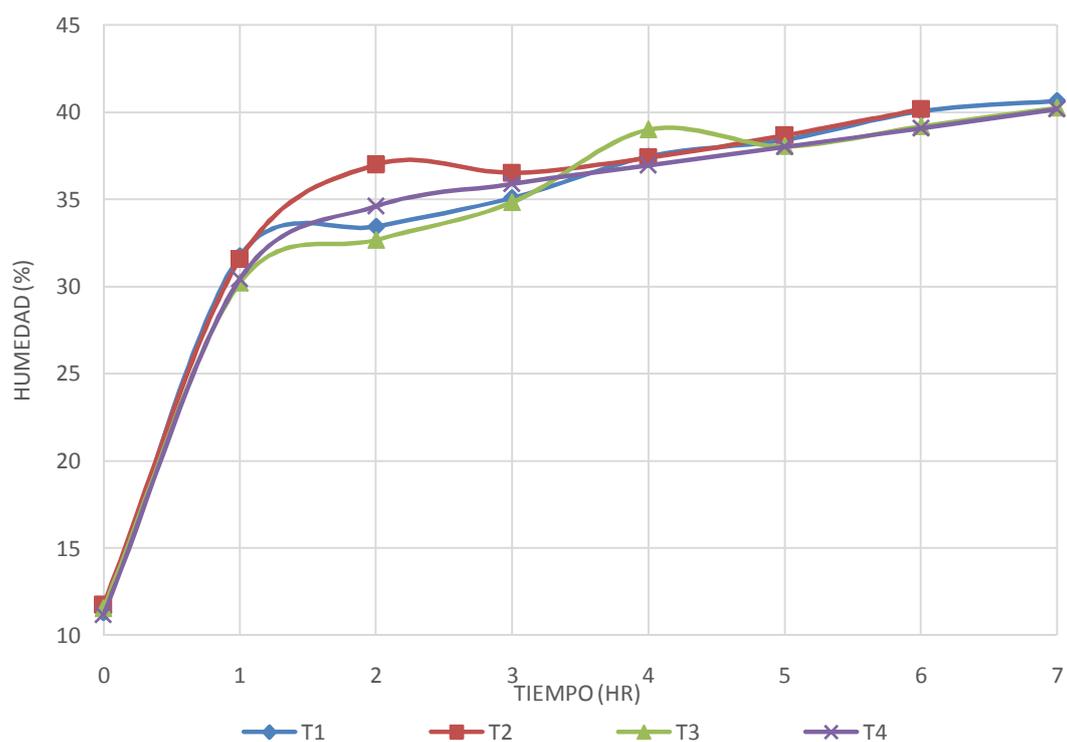


Figura 16: Ganancia de Humedad del grano de Quinua durante el Remojo a 16°C.

En la figura 16 se observa claramente que los 4 tratamientos presentaron un mayor porcentaje de humedad en las 2 primeras horas de Remojo para luego mantener una velocidad menor de absorción de agua hasta llegar a un valor mayor al 40%. El T2 presentó el valor más alto por encima de los otros desde un 11.35% a 36.98% seguido del T4 con 34.59%. Según Alvarez Y, (2012) esto se debió a que el agua fue la adecuada (1:1.5 en relación grano: agua).

De otros investigadores peruanos y extranjeros se pudo averiguar que: según Valenzuela(2007) reportó un tiempo de 6 a 8 h de remojo a 16°C para llegar a una Humedad ideal de 35 - 40%.

Cuadro 30: Ganancia de Humedad de la Quinua alcanzado durante el REMOJO a 25°C.

Tiempo (Horas)	% de Humedad			
	T ₅ 25°C	T ₆ 25°C	T ₇ 25°C	T ₈ 25°C
0	11.25 ± 0.15	10.95 ± 0.04	11.32 ± 0.05	11.41 ± 0.12
1	34.45 ± 0.39	33.77 ± 0.41	31.01 ± 0.15	34.49 ± 0.29
2	36.95 ± 0.12	36.10 ± 0.23	36.52 ± 0.26	36.84 ± 0.15
3	38.93 ± 0.07	38.96 ± 0.19	38.62 ± 0.23	39.53 ± 0.20
4	42.31 ± 0.28	41.87 ± 0.28	41.40 ± 0.31	40.87 ± 0.30

Como se observa en el cuadro N° 30 los tratamientos T5, T6, T7 y T8 fueron evaluados cada hora pero esta vez a una temperatura de 25°C. Cuando los granos de quinua alcanzaron una humedad entre el 40% - 45% el proceso se detuvo ya que según Eblinger, (2009) un excesivo contenido de agua en la semilla acelera las reacciones de síntesis de las enzimas, produce que el ciclo de desarrollo enzimático sea más corto, con lo que se dificulta el control del malteado.

Todos los tratamientos llegaron al rango con un tiempo de 4 horas. Según Alvarez Y. (2012) reportó 4 horas de Remojo a una temperatura de 25°C para llegar a un rango de 42 - 48%. Solo el tratamiento T5 llegó a una humedad superior a ese rango con un valor de 42.31%.

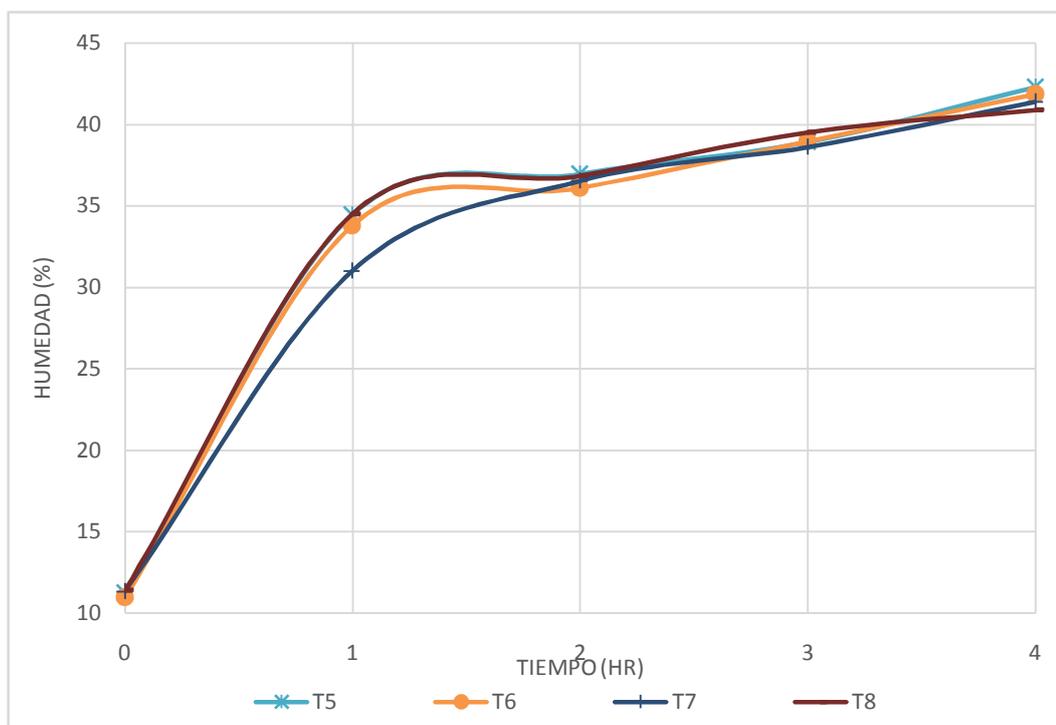


Figura 17: Ganancia de Humedad del grano de Quinoa durante el Remojo a 25°C.

En la figura 17 se observa que el grano de Quinoa en los tratamientos T5, T6 y T8 presentaron un mayor porcentaje de humedad en la primera hora de Remojo obteniendo un valor mayor del 10% al 33.5% mientras que el tratamiento T7 en cambio presentó una humedad del 31.01% en su primera hora, hasta que el proceso se detuvo cuando todos llegaron a una humedad mayor al 40%.

Por otro lado el tiempo que se requirió para alcanzar más del 40% de humedad en la quinua está a 1 hora debajo de las 5 horas empleadas por Makinen et al., (2013) a una temperatura de 15°C. Esto quiere decir que mientras menor sea la temperatura de Remojo, mayor será el tiempo de absorción de agua al inicio del proceso.

Resumen de la Ganancia de Humedad de la Quinua durante el REMOJO a 16°C y 25°C.

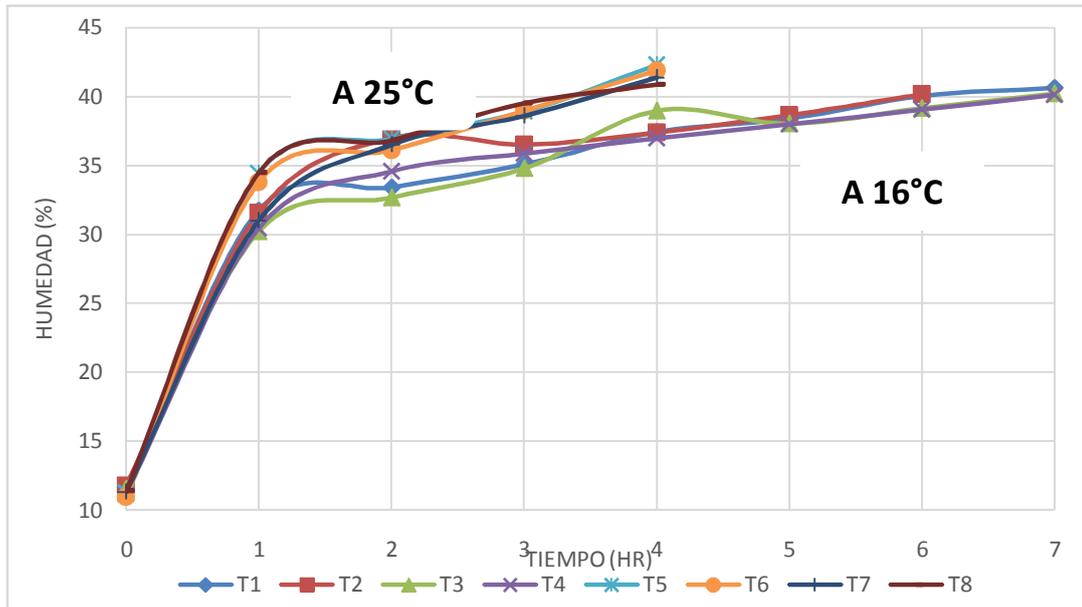


Figura 18: Resumen de la Ganancia de Humedad del grano de Quinua durante el Remojo a 16°C y 25°C.

En la figura 18 podemos observar que el grano de quinua a una Temperatura ambiente de 25°C tuvo una mayor absorción de agua en la primera hora de iniciado el Remojo. El tratamiento que alcanzó un mayor porcentaje fue el T8 con un valor de 34.49% mientras que para una temperatura de refrigeración a 16°C la mayor absorción del agua se realizó aun en las 2 primeras horas. El tratamiento T2 obtuvo el valor más alto con 36.98%.

Según Eblinger, (2009) la absorción rápida del agua depende del aumento o disminución de la temperatura de Remojo puesto que para Azul (2013) un aumento en la temperatura de Humectación puede duplicar la tasa de absorción al inicio del proceso. Es decir que mientras más bajo sea la temperatura de Remojo (menor a 25°C) el grano absorberá menor cantidad de agua pero evitará presencias de microorganismos que puedan dañarlo.

Dicho esto se escoge como mejor temperatura de Remojo el valor de 16°C ya que según Castillo (2002), es importante realizar correctamente esta etapa pues es en el remojo donde el grano absorbe suficiente cantidad de agua para permeabilizar el almidón y activar las enzimas, y lograr la migración a través del complejo multicelular del endospermo.

Otro motivo es que según Courtis y Morassi (2013), la temperatura del agua durante el remojo no debe exceder los 22°C debido a que se estaría dando una excesiva proliferación de microorganismos que dejarían sin oxígeno al embrión para su desarrollo. En la investigación se utilizó agua a una temperatura de 16°C para evitar dicho deterioro

4.2.2. Estabilidad de la Humedad y tiempo de Germinación de la Quinoa durante el GERMINADO:

Cuadro 31: Estabilidad de Humedad y tiempo de la Quinoa durante el GERMINADO a 16°C.

Tiempo (Horas)	% de Humedad			
	T ₁ 16°C	T ₂ 16°C	T ₅ 16°C	T ₆ 16°C
0	40.64 ± 0.13	40.16 ± 0.06	42.31 ± 0.28	41.87 ± 0.28
6	40.23 ± 0.23	40.31 ± 0.08	41.29 ± 0.29	42.57 ± 0.13
12	41.52 ± 0.39	41.23 ± 0.16	42.55 ± 0.36	41.56 ± 0.46
18	41.96 ± 0.09	41.66 ± 0.06	42.47 ± 0.62	42.31 ± 0.28
24	42.37 ± 0.19	41.71 ± 0.25	43.25 ± 0.28	42.38 ± 0.52
30	42.40 ± 0.29	42.35 ± 0.40	43.47 ± 0.11	44.19 ± 0.32
42	42.46 ± 0.42	42.38 ± 0.42	44.59 ± 0.28	44.44 ± 0.58
48	43.26 ± 0.52	42.47 ± 0.34	44.39 ± 0.51	44.15 ± 0.16
54	43.47 ± 0.33	43.46 ± 0.06	44.46 ± 0.54	44.51 ± 0.36
66			45.11 ± 0.30	44.72 ± 0.42

En el cuadro N° 31 los tratamientos fueron evaluados cada 6 horas. Para los tratamientos T1 y T2 que tuvieron un Remojo a 16°C el tiempo de germinación fue de 54 horas mientras que para los tratamientos T5 y T6 el tiempo fue de 66 horas. Según Valenzuela (2007): “En la etapa de germinado a una temperatura de refrigeración de 16°C reportó como condición óptima un tiempo de 48 hr”.

Según Gómez (2013); Sanwo y Garcia (2010) tanto la actividad enzimática como la proteína soluble en la quinua alcanzan un valor máximo en un determinado periodo de tiempo, luego del cual decaen; mientras que, el almidón solo disminuye hasta llegar a un valor constante permaneciendo a una humedad entre un rango de 40 – 45%.

Según el cuadro 31 muestra que el tratamiento T5 inició el germinado con una humedad mayor que los demás con un valor de 42.31%. Eblinger (2009) afirma: “El contenido de humedad alcanzado en el remojo influye sobre la velocidad de modificación de las macromoléculas; mientras mayor es el agua almacenada en el grano, más rápido se dan las reacciones y el desarrollo enzimático”.

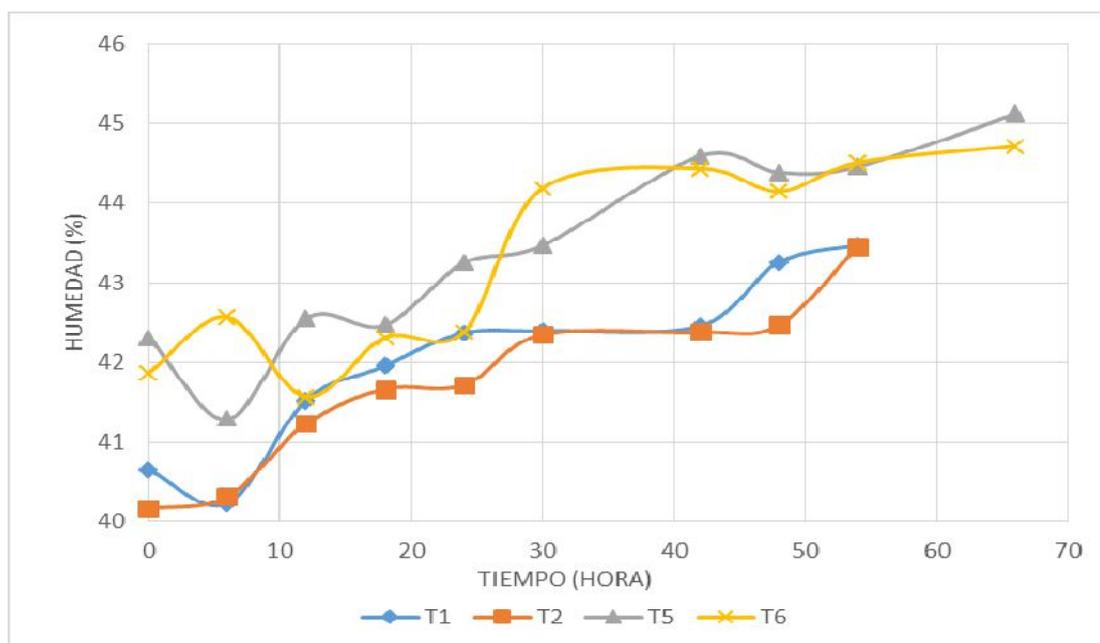


Figura 19: Estabilidad de Humedad del grano de Quinua durante el Germinado a 16°C.

En la figura 19 se observa que la humedad del grano una vez finalizado el germinado en los tratamientos T1 y T2 se mantuvo hasta un 43.5% mientras que en los tratamientos T5 y T6 entre el 44.5% – 45%.

Según Zambrano (2016) para que se produzca la germinación la humedad del grano debe estar entre un rango constante de humedad de 40 – 45% siendo ahí donde la semilla humedecida aumenta su actividad respiratoria y se activa su síntesis proteica, y por lo tanto, la formación de enzimas en la capa aleurona que cubre al endospermo. Este último es el comportamiento de la semilla que contiene el almidón y las proteínas que van a hacer hidrolizados por las enzimas. Por lo tanto, el control de la hidrólisis del almidón tiene una especial importancia en la elaboración de cerveza.

Cuadro 32: Resumen de la Estabilidad de Humedad y tiempo de la Quinoa durante el GERMINADO a 25°C.

Tiempo (Horas)	% de Humedad N° de Tratamientos			
	T ₃ 25°C	T ₄ 25°C	T ₇ 25°C	T ₈ 25°C
0	40.24 ± 0.22	40.15 ± 0.21	41.40 ± 0.31	40.87 ± 0.30
6	43.93 ± 0.81	42.44 ± 0.08	43.40 ± 0.79	42.23 ± 0.12
12	43.36 ± 0.22	43.75 ± 0.26	43.55 ± 0.32	42.56 ± 0.34
18	44.26 ± 0.09	44.80 ± 0.11	44.04 ± 0.34	42.31 ± 0.28
21	44.37 ± 0.19	-----	-----	-----
23		45.05 ± 0.10	-----	-----
24			44.67 ± 0.56	42.38 ± 0.52
30			44.47 ± 0.32	43.33 ± 0.67
34			-----	45.13 ± 0.05
35			44.99 ± 0.07	

Como se observa en el cuadro N° 32 los tratamientos también fueron evaluados cada 6 horas.

Para los tratamientos T3 y T4 el tiempo de germinación fue de 21 y 23 horas respectivamente presentando una velocidad alta de poder germinativo mientras que para los tratamientos T7 y T8, su tiempo de germinación fueron de 35 y 34 horas solo 12 horas más que los tratamientos T3 y T4.

Según Zambrano (2016) esto podría deberse a que la quinua está atravesando por cambios metabólicos más acelerados al empezar a consumir las últimas reservas del endospermo, para generar hojas y tallos. “En general, las condiciones extremas de frío o calor no favorecen la germinación” (colcha, 2013). Por lo tanto esto explica el por qué el germinado a 25°C se detuvo en tiempos menores de 24 y 35 horas que a los de 16°C que duraron más de 60 horas.

Comparando, Espinoza (2016) reportó: “Un tiempo de 33 horas a 25°C y con un previo Remojo también a 25°C para una máxima actividad enzimática”.

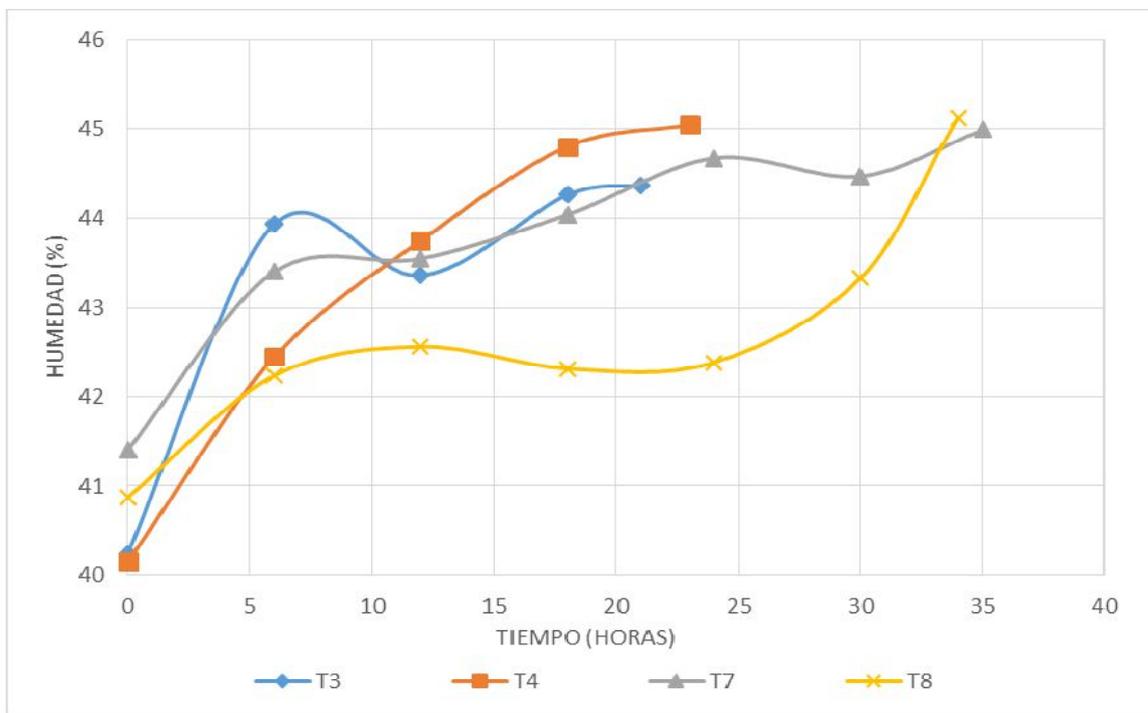


Figura 20: Estabilidad de Humedad del grano de Quinua durante el Germinado a 25°C.

En la figura 20 se observa que la humedad del grano en los tratamientos T3 y T7 se mantuvo en el rango de 40 – 45% mientras que en los tratamientos T4 y T8 pasaron ligeramente del 45%.

Según Zambrano (2016) cuando el grano de quinua terminado la fase de Remojo haya llegado a una humedad de más del 40% es deshumedecido y llevado a unos germinadores especiales donde cada 8 horas con ayuda de unos aspersores es bañado en agua manteniendo una humedad de 40 – 45% para que la hidrolisis no sufra ningún deterioro. En la gráfica se observa que el tratamiento T8 fue el único donde la humedad se mantuvo constante pasada las 30 horas con una humedad de 43.33%.

Resumen de la Estabilidad de Humedad de la Quinua durante el GERMINADO a 16°C y 25°C.

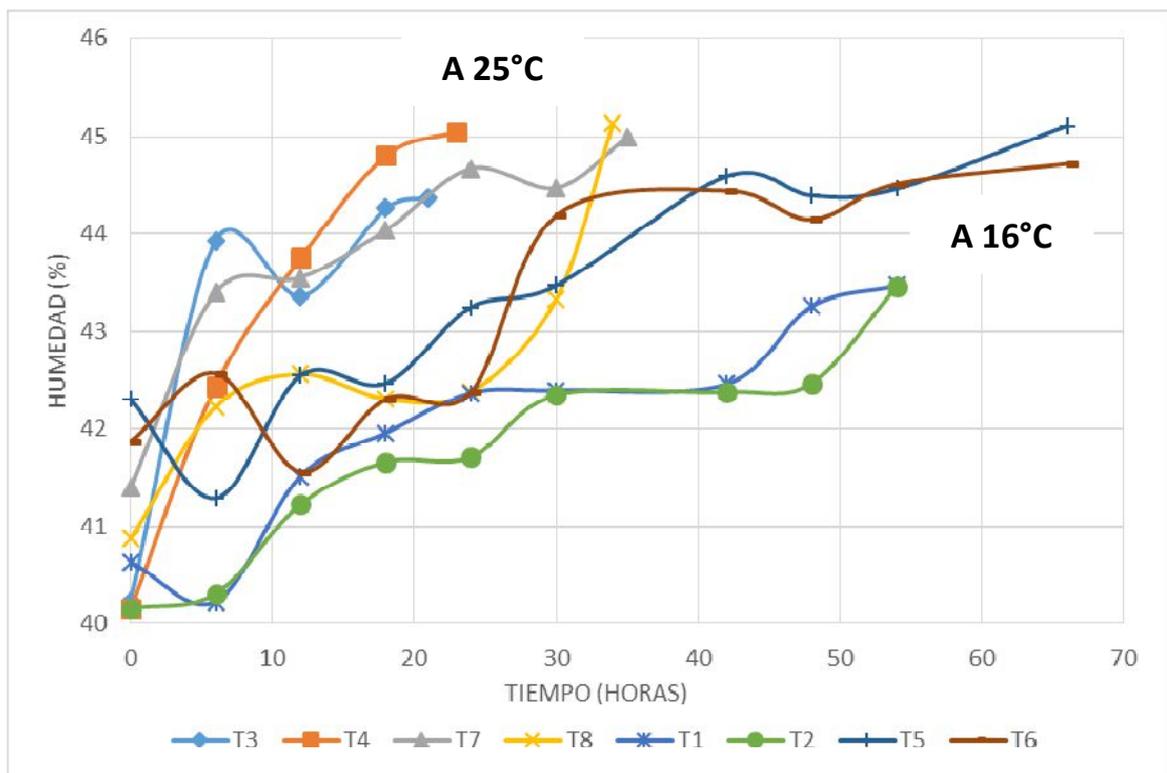


Figura 21: Resumen de la Estabilidad de Humedad del grano de Quinua durante el Germinado a 16°C y 25°C

Como se observa en la figura 21 todos los tratamientos estuvieron en un rango establecido de humedad de 40 – 45% con excepción del tiempo de germinación que fue diferente para cada temperatura de trabajo. Según Makinen et al., (2013) en el sentido que “la humedad ideal para la germinación es de 40-45 % de los cereales. Etapa en la cual se permite que el grano se hidrate y pueda entonces germinar a una temperatura adecuada”.

Según Eblinger (2009) temperaturas más bajas de germinación favorecen la producción de las enzimas; mientras que, las altas benefician el rompimiento de las paredes celulares. Sin embargo, las altas temperaturas también producen pérdidas en el rendimiento de la malta debido a que provocan un aumento en la tasa de respiración de la semilla y, por ende, un mayor consumo de las reservas de nutrientes.

Dicho esto, la temperatura que se seleccionó para la germinación fue de 25 °C por emplear tiempos menores (menor a 35 h) ya que al someter a 16 °C el grano tardó más tiempo en germinar (mayor a 60 h), elevando el gasto energético; y también porque ayudó a romper las paredes celulares del grano dando inicio al crecimiento de la radícula. Según Velasco (2007): “La temperatura óptima para la germinación del grano de quinua es de 25 °C, a este nivel la germinación se efectúa en un tiempo promedio de 48 horas (2 días), en el cual se logra un crecimiento de acróspiro alrededor de 0,9mm”.

Mencionado y discutido esto elegimos que la temperatura adecuada para la germinación es de 25°C.

4.2.3. Humedad de la Quinua durante el SECADO:

Cuadro 33: Pérdida de Humedad de la Quinua durante el SECADO a 50°C.

Tiempo (Horas)	% de Humedad N° de Tratamientos			
	T ₁ 50°C	T ₃ 50°C	T ₅ 50°C	T ₇ 50°C
0	43.47 ± 0.33	44.37 ± 0.19	45.11 ± 0.30	44.99 ± 0.07
1	41.45 ± 0.17	39.66 ± 0.42	41.21 ± 0.15	42.67 ± 0.17
2	38.93 ± 0.13	35.19 ± 0.25	38.35 ± 0.25	37.98 ± 0.11
3	34.34 ± 0.25	32.98 ± 0.21	35.24 ± 0.31	34.56 ± 0.23
4	30.65 ± 0.08	24.76 ± 0.39	31.98 ± 0.19	28.45 ± 0.30
5	24.23 ± 0.12	19.79 ± 0.56	26.33 ± 0.12	23.56 ± 0.07
6	19.67 ± 0.15	13.55 ± 0.42	23.54 ± 0.35	17.44 ± 0.13
7	14.55 ± 0.06	9.32 ± 0.35	19.72 ± 0.17	11.66 ± 0.19
8	10.44 ± 0.43	6.52 ± 0.29	13.87 ± 0.10	6.62 ± 0.09
9	8.77 ± 0.09	3.9 ± 0.56	8.65 ± 0.09	3.5 ± 0.06
10	6.2 ± 0.58		4.5 ± 0.05	
11	4.2 ± 0.08			

Como se puede observar en el gráfico N° 33 los tratamientos T1 y T5 presentaron un tiempo mayor de 11 y 10 horas respectivamente mientras que los tratamientos T3 y T7 lo hicieron en un tiempo de 9 horas en llegar entre un rango de humedad ideal de 4 – 4.5% a una temperatura de 50°C.

Según Alvarez (2012) el secado adecuado es el de 50°C por un tiempo de 11 horas. Un tiempo que se ajusta únicamente con el T1. La variación del tiempo según Espinoza (2016) se debe mucho a la temperatura con el que termina la germinación. Los tratamientos T1 y T5 terminaron la germinación a 16°C mientras que los tratamientos T3 y T7 a 25°C. Mientras menor sea la temperatura mayor será el tiempo de Secado.

La utilización de una de lastemperaturas a 50°C para el secado de la quinua se eligió porque según Colcha (2013) una temperatura mayor produce en el grano un color oscuro y a la vez la caramelización afectando las características del producto final que según Barreiro y Sandoval (2006) “La caramelización es un tipo de oscurecimiento, que se produce por efecto del calor cuando los azúcares son calentados por encima de su punto de fusión. Este proceso está asociado con cambios en el sabor y aroma”.

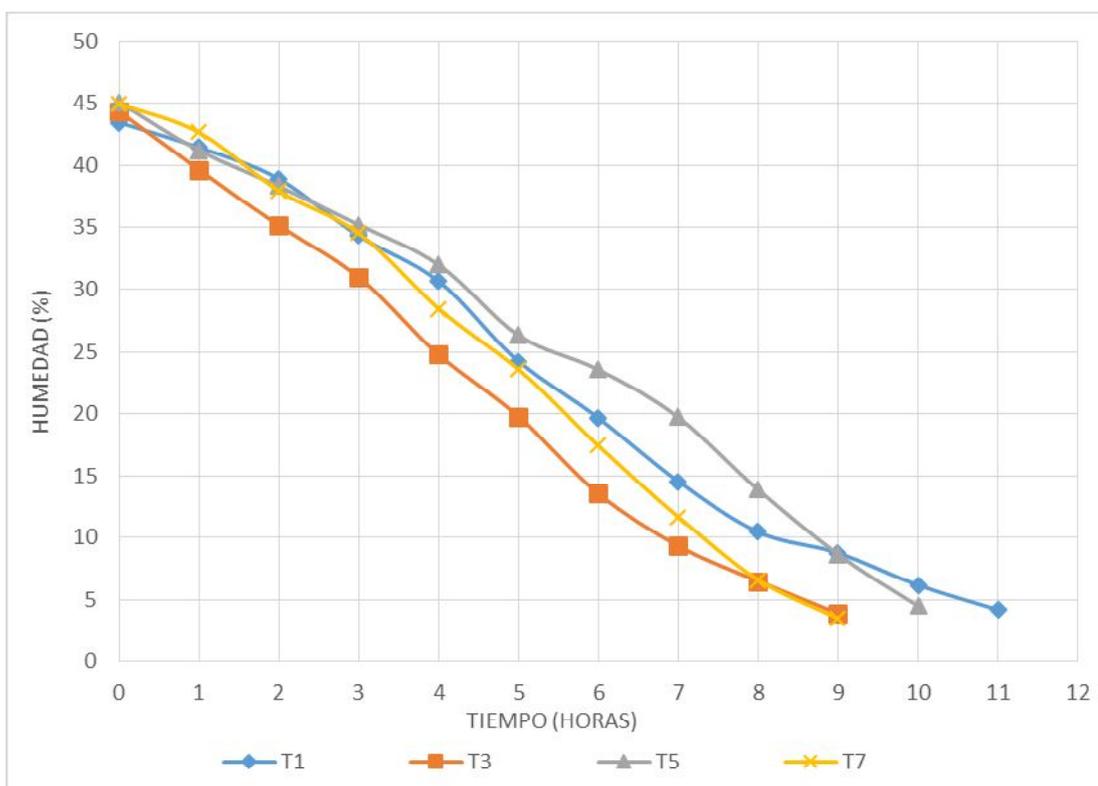


Figura 22: Pérdida de Humedad del grano de Quinua durante el Secado a 50°C.

En la figura 22 se puede observar que los tratamientos T1 y T5 llegaron al rango ideal de 4 – 4.5% con tiempos de 11 y 10 horas mientras que los tratamientos T3 y T7 demoraron 9 horasobteniendo un valor por debajo del 4% debido a un mal control. Sin embargo según Hough (2002) una humedad menor al 4% determina una buena calidad en la malta mientras que una humedad demasiado alta hace que la malta pierda aroma y presente dificultades en la molienda.

Alvarez (2012) dice también que cuando el brote ha alcanzado 2-3 mm de longitud, el grano se seca o tuesta a 45-50° C, hasta una humedad del 4– 6 %, con lo cual se detienen las reacciones enzimáticas sin destruir las enzimas y se detiene el crecimiento de la radícula. En la práctica experimental los granos fueron secados a 50°C entre 9 - 11 horas, alcanzando al final una humedad de 3.5 – 4.5%. Este rango último es cercano a lo indicado por el autor.

Cuadro 34: Pérdida de Humedad de la Quinoa durante el SECADO a 60°C.

Tiempo (Horas)	% de Humedad N° de Tratamientos			
	T ₂ 60°C	T ₄ 60°C	T ₆ 60°C	T ₈ 60°C
0	43.46 ± 0.06	45.05 ± 0.10	44.77 ± 0.42	45.13 ± 0.05
1	39.38 ± 0.09	41.52 ± 0.17	40.12 ± 0.11	41.76 ± 0.10
2	35.43 ± 0.29	34.02 ± 0.05	35.53 ± 0.19	36.89 ± 0.09
3	30.23 ± 0.15	29.19 ± 0.12	30.42 ± 0.22	31.45 ± 0.13
4	25.19 ± 0.06	23.67 ± 0.45	26.89 ± 0.02	25.56 ± 0.21
5	19.23 ± 0.13	16.33 ± 0.26	21.55 ± 0.21	19.73 ± 0.09
6	15.10 ± 0.11	12.66 ± 0.23	18.45 ± 0.17	13.88 ± 0.18
7	12.99 ± 0.08	8.23 ± 0.12	13.92 ± 0.07	9.11 ± 0.19
8	9.11 ± 0.29	3.1 ± 0.14	8.33 ± 0.13	4.0 ± 0.11
9	6.09 ± 0.11		4.0 ± 0.22	
10	4.6 ± 0.07			

Como se puede observar en el cuadro N° 34 los tratamientos T6 y T8 fueron los únicos que llegaron al rango de humedad ideal (4 – 4.5%) con un valor del 4% cada uno a una temperatura de 60°C y demorando 9 y 8 horas respectivamente. Según Espinoza (2016) durante el horneado de la quinoa se encontró que el mayor porcentaje de enzimas se conserva también en las primeras 3 horas a 60°C mientras que Alvarez (2012) otro secado adecuado es el de 60°C por un tiempo de 8 horas.

La utilización de otra temperatura baja de 60°C para el secado de la quinua fue porque según Koolman y Röhm (2003) “Cuando la temperatura es mucho mayor se observa una aceleración inicial de la reacción debido al aumento del calor generado por el movimiento de las moléculas. A determinada temperatura la enzima se torna inestable y luego de un corto intervalo a esa temperatura su actividad empieza a decrecer por desnaturalización y la pérdida de la actividad enzimática”.

También, según Colcha (2013) la intensidad del tostado influye en el color y sabor del producto. En efecto la acción de las enzimas puede inhibirse por agentes físicos debido a la aplicación de una la elevada temperatura.

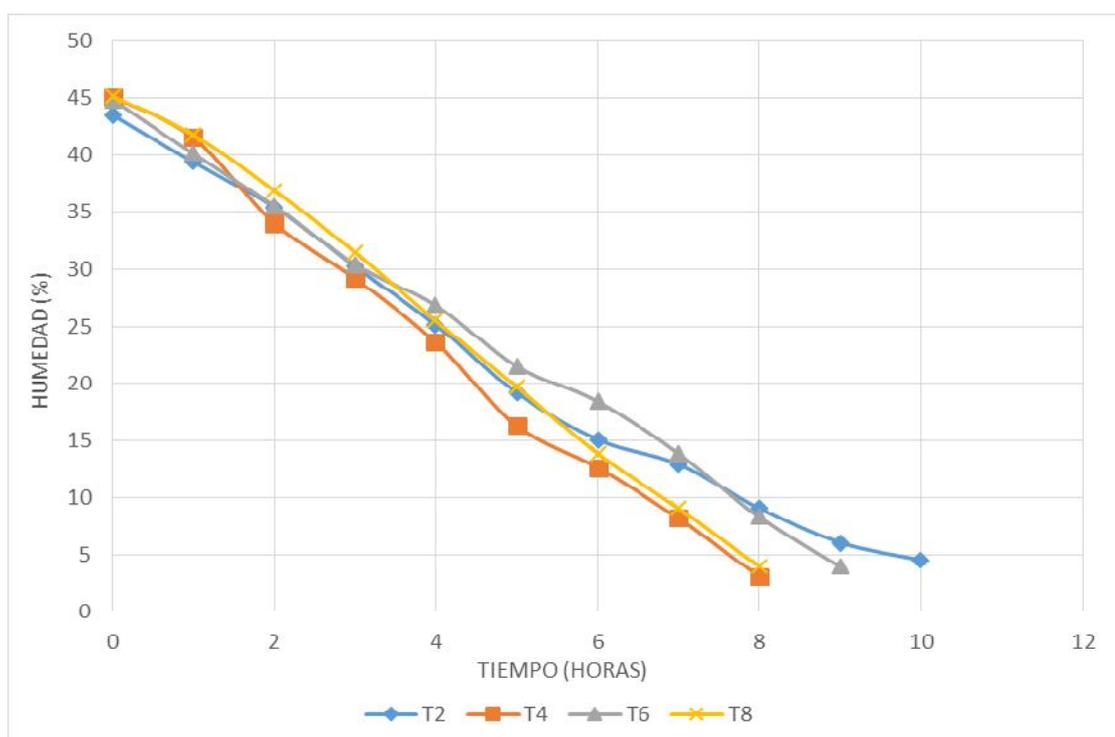


Figura 23: Pérdida de Humedad del grano de Quinua durante el Secado a 60°C.

En la figura 23 se observa la pérdida de humedad que tiene el grano de quinua en los tratamientos T2, T4, T6 y T8 a una temperatura de secado de 60°C. Los tratamientos obtuvieron un valor menor al 4.5%.

Se observa también que el tratamiento T2 no llegó al rango dando un valor de 4.6% con un tiempo de 10 horas mientras que el tratamiento T4 con un tiempo de 8 horas de secado obtuvo un valor de 3.1% de humedad, un valor por debajo del rango aunque reiterando lo mencionado por Hough (2001) una humedad menor al 4% determina también una buena calidad en la malta ya que no hubo dificultades durante la molienda.

Según Newhouse (2013) es necesario determinar un ciclo de secado que permita alcanzar la humedad recomendada para el almacenamiento de las maltas, entre 4.0 y 4.5%. Este ciclo de secado se propuso siguiendo las recomendaciones de Olusanjo (2006), las cuales buscan disminuir la temperatura y alargar el tiempo de proceso con la finalidad de conservar la actividad enzimática. Dicho esto los tratamientos que se asemejan a lo mencionado es el T4 y el T8, ambos llegando al rango de humedad ideal en 8 horas con humedades de 3.1% y 4.0% respectivamente.

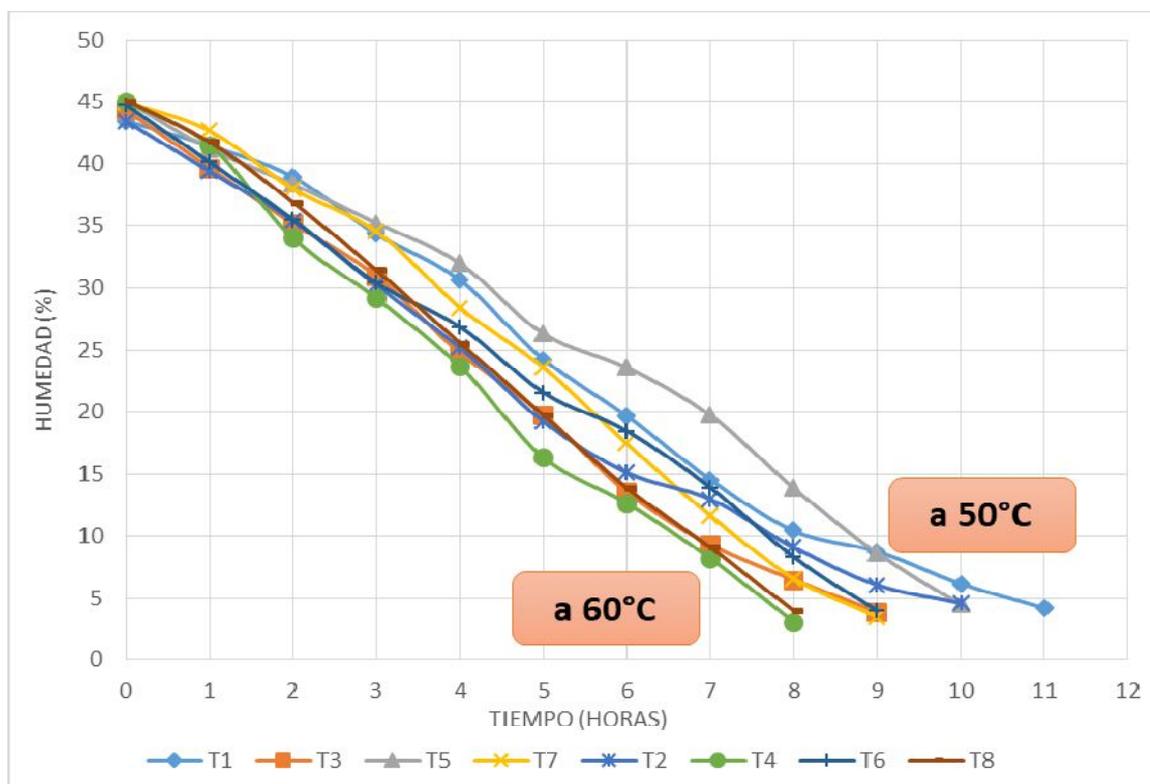


Figura 24: Resumen de la Pérdida de Humedad del grano de Quinua durante el Secado a 50°C y 60°C

Como se observa en la figura 24 los tratamientos T1, T5, T2, T6 y T8 estuvieron en un rango establecido de humedad ideal de 4 – 4.5% con excepción de los tratamientos T3, T4 y T7 quienes mostraron un valor de 3.9%, 3.1% y 3.5%.

Según Egwim y Oloyede (2006), el mayor contenido de alfa amilasa formado durante la actividad enzimática en cereales y que ayuda a la degradación del almidón se genera de las 24 a las 72 horas de germinación con una temperatura de secado óptimo de 60°C mientras que para el desarrollo óptimo de la beta amilasa necesita temperaturas de Secado de entre 60°C y 65°C.

Mencionado lo anterior se define a la temperatura de 60°C como la mejor temperatura de Secado en la quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad ILLPA INIA.

Cuadro 35: Comparación de la humedad final de la Malta de Quinua (*Chenopodium quinoa*) con otros autores (gr/100gr).

Componente	Experimental (*)	Quinua		
		Alvarez, 2012.	Valenzuela, 2007.	Alvarez, 2003
Humedad	3.1 – 4.6	7.02	3	3.64

(*) Quinua de la variedad ILLPA INIA de Puno.

(+) Quinua de la variedad Samaja.

(-) Quinua de la variedad Blanca de Junín.

En cuanto a la composición proximal de la Malta de Quinua, se observa que el contenido de humedad en los tratamientos experimentales (excepto los tratamientos T2, T3, T4 y T7) estuvieron entre el rango establecido de 4 - 4.5% (ver cuadros N° 33 y 34) valores que excedieron a lo reportado por Alvarez (2003) y Valenzuela (2007) quienes obtuvieron 3,64% y 3%

respectivamente; pero que no exceden a lo reportado por Alvarez (2012) quien obtuvo un 7.02%.

4.3. EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN:

4.3.1. Determinación del Porcentaje de crecimiento de la radícula:

Cuadro 36: Tamaño de la Radícula de la Quinoa Germinada sometida a tiempos y temperaturas de Remojo y Germinado.

N° de Tratamientos	Tamaño de radícula (tamaño raíz/tamaño grano) (*)	Temperatura y tiempo (Remojo y Germinado)
1	0.59 ± 0.006	16°C y 7h / 16°C y 54h
2	0.60 ± 0.003	16°C y 6h / 16°C y 54h
3	0.72 ± 0.008	16°C y 7h / 25°C y 21h
4	0.67 ± 0.004	16°C y 7h / 25°C y 23h
5	0.64 ± 0.011	25°C y 4h / 16°C y 66h
6	0.62 ± 0.005	25°C y 4h / 16°C y 66h
7	0.69 ± 0.004	25°C y 4h / 25°C y 35h
8	0.72 ± 0.005	25°C y 4h / 25°C y 34h

(*) Medición de 3 repeticiones ±D.S

Durante la germinación, la humedad favoreció la acción de las enzimas hidrolíticas que convierten el almidón en azúcar y las proteínas en aminoácidos, esto concuerda con lo manifestado por Sierra (2005), de que “Las enzimas dilatan las cubiertas de la semilla y permiten que se desarrolle la radícula del embrión”.

La temperatura que se seleccionó para la germinación fue de 25 °C por emplear un tiempo menor ya que al someter a 16 °C el grano tardó más tiempo en germinar (>60 h), elevando el gasto energético. En las condiciones óptimas fijadas (25°C), el grano de quinua en los tratamientos T3, T4, T7 y T8 logró un crecimiento de la radícula alrededor de 0,67 - 0,72 mm que concuerda con lo expresado por Velasco (2007): “La temperatura óptima para la germinación del grano

de quinua es de 25 °C, a este nivel la germinación se efectúa en un tiempo promedio de 30 horas, en el cual se logra un crecimiento de radícula alrededor del 0,70 mm”.

4.3.2. Determinación del poder germinativo de la Quinua:

Cuadro 37: Poder Germinativo de la Quinua sometida a tiempos y temperaturas de Remojo y Germinado.

N° de Tratamientos	Porcentaje de Germinación (%) (*)	Temperatura y tiempo (Remojo y Germinado)
1	79 ± 0.04	16°C y 7h / 16°C y 54h
2	81 ± 0.15	16°C y 6h / 16°C y 54h
3	88 ± 0.07	16°C y 7h / 25°C y 21h
4	92 ± 0.12	16°C y 7h / 25°C y 23h
5	83 ± 0.02	25°C y 4h / 16°C y 66h
6	87 ± 0.19	25°C y 4h / 16°C y 66h
7	94 ± 0.28	25°C y 4h / 25°C y 35h
8	95 ± 0.23	25°C y 4h / 25°C y 34h

(*) Medición de 3 repeticiones ± D.S

Según el cuadro N° 37 el poder germinativo de los granos de quinua en los 8 tratamientos estuvo dentro de un rango de 78% - 96%. Desde el primer día de germinación, la radícula comenzó a dar señales de crecimiento tal fue el caso de los tratamientos T7 y T8 que al finalizar su tiempo de germinación (21 y 23 h) a una T° de 25°C obtuvieron un porcentaje de 94% y 95% respectivamente.

Quienes presentaron también un mayor porcentaje de germinación a 25°C según el cuadro fueron los tratamientos T3 y T4 con un 88% y 92% respectivamente; mientras que el tratamiento T6 con un valor de 87 % culminó a una temperatura de 16°C.

Según Alvarez (2012) la rapidez de la germinación de la quinua se debe a la ausencia de cáscara gruesa, lo que facilita el ingreso del agua. Por otro lado, Hough (2002) señala que, para que se desarrolle un potencial

enzimático adecuado, se requiere un porcentaje de germinación superior al 85%. De acuerdo a lo mencionado por Hough (2002) los únicos tratamientos que cumplieron con esto son el T3, T4, T6, T7 y T8.

Sin embargo, Giaconi y Escaff (2004), sobre que en los “Ensayos de germinación: los porcentajes no deben bajar de 70 % de poder germinativo para las semillas de baja germinación y de 90 % para las de elevado coeficiente”.

4.4. ANÁLISIS DE LOS AZÚCARES REDUCTORES UTILIZANDO EL ESPECTROFOTÓMETRO UV EN EL MALTEADO DE LA QUINUA:

4.4.1. Determinación de Azúcares Reductores de la Quinua durante el GERMINADO:

Cuadro 38: Porcentaje (%) de azúcares reductores de la Quinua durante el GERMINADO a 16°C.

Tiempo (Horas)	% de Azúcares reductores N° de Tratamientos			
	T ₁ 16°C	T ₂ 16°C	T ₅ 16°C	T ₆ 16°C
0	1.4	1.4	1.4	1.5
6	1.5	1.5	1.5	1.5
12	1.6	1.7	1.5	1.6
18	1.7	1.9	1.5	1.6
24	2.0	2.0	1.5	2.1
30	2.1	2.1	1.6	2.1
42	2.2	2.3	1.8	2.4
48	2.9	2.6	2.3	3.0
54	3.3	3.1	2.6	3.2
66			2.7	3.7

Como se puede observar en el cuadro 38 existe una variación en el contenido de azúcares reductores durante las horas de germinación a una temperatura de 16°C. El mayor % de azúcares reductores fue

alcanzado por el tratamiento T6 con un valor de 3.7% en 66 horas de germinación mientras que el menor valor lo llevo el tratamiento T5 con 2.7%.

En comparación con otras investigaciones, según Valenzuela (2007) en los 2 días (48 horas) de germinación de la quinua, a una temperatura de 16°C, el porcentaje de azúcares reductores que reportó fue de 3.5% mientras que en su poder germinativo resaltó un valor mayor del 85.5%. En nuestra investigación el tratamiento T6 fue el mejor y el valor más cercano obteniendo un 3% en las primeras 48 horas y 3.7% finalizado las 66 horas así como un valor alto de germinación del 87%, un valor por encima del 85% según lo mencionado por Hough (2002).

Cuadro 39: % de azúcares reductores de la Quinua durante el GERMINADO a 25°C (T° Ambiente).

Tiempo (Horas)	% de Azúcares Reductores N° de Tratamientos			
	T ₃ 25°C	T ₄ 25°C	T ₇ 25°C	T ₈ 25°C
0	1.5	1.4	1.6	1.6
6	2.0	1.6	1.6	1.7
12	2.5	1.8	1.7	2.4
18	3.0	2.4	2.7	2.7
21	3.6	-----	-----	-----
23		3.4	-----	-----
24			3.2	3.2
30			3.6	3.5
34			-----	4.5
35			4.2	

Como se observa en el cuadro N° 39 el tratamiento T8 presentó el mayor porcentaje de azúcares reductores con un valor de 4.5%, con un tiempo de 34 horas y con un poder germinativo del 95% seguido del tratamiento

T7 con un 4.2% de azúcares y 94% de poder germinativo en un tiempo de 35 horas.

En el caso de los tratamientos T3 y T4 estos reportaron un valor de 3.6% y 3.4% de azúcares con tiempos menores de 21 y 23 horas respectivamente, mostrando así una alta velocidad de germinación. El poder germinativo que ambos tratamientos obtuvieron fue de 88% y 92% sobrepasando el 85% dicho por Hough (2002).

En comparación con otras investigaciones, Alvarez (2012) el proceso de germinación reportó un tiempo de 2 días a temperatura de 25°C, indicando además que las mayores variaciones en las cantidades de glucosa y maltosa se dan dentro de las primeras 24 horas de germinación hasta las 33 horas, provenientes de la degradación de los carbohidratos en la semilla tal es el caso de los tratamientos T3 y T4 que por esta información fueron consideradas los mejores tratamientos.

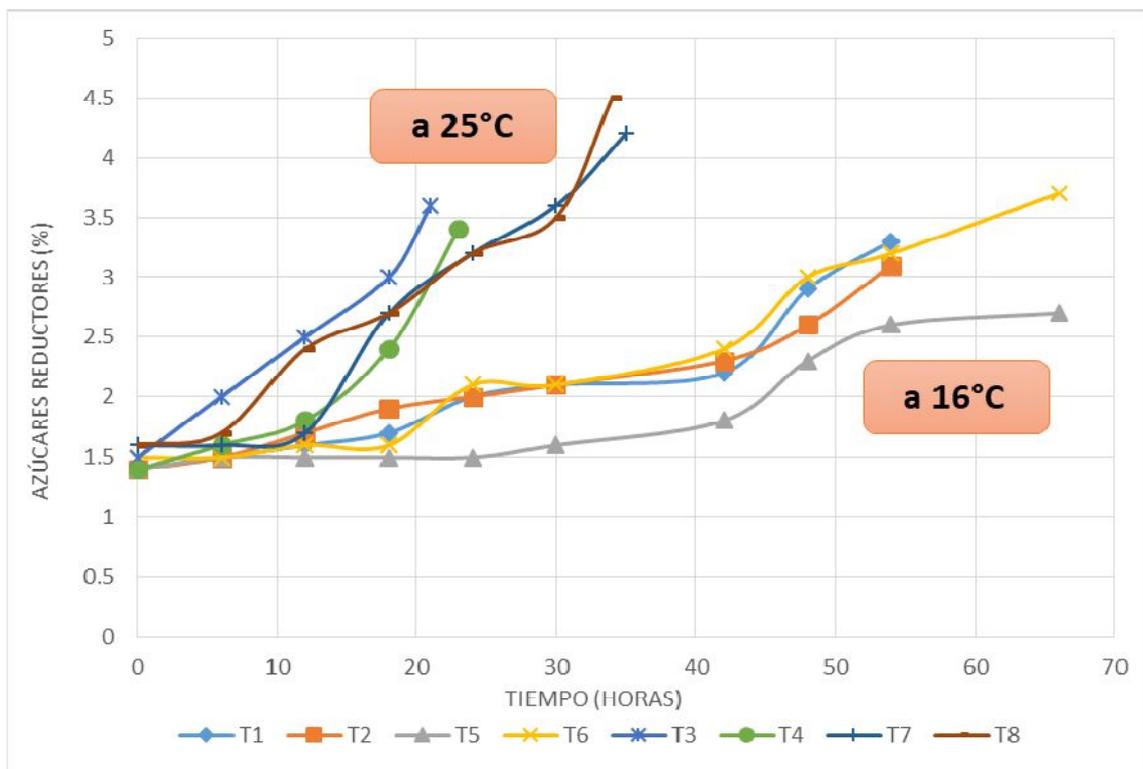


Figura 25: Resumen de Azúcares Reductores del grano de Quinoa durante el Germinado a 16°C y 25°C

Como se observó en los cuadros 38 y 39, de todas las unidades experimentales analizadas, los tratamientos T3, T4, T6, T7 y T8 presentaron un alto grado de germinación con respecto a sus azúcares reductores.

En el figura 25 se observa que existe una variación en el contenido de azúcares reductores durante las horas de germinación a temperaturas de 16 y 25°C; los valores oscilaron entre 2,7% y 4,5%. El máximo contenido de azúcares reductores a 16°C (3.7%) fue alcanzado por el tratamiento T6 a las 66 h de germinación así como el máximo contenido a 25°C (4.5% y 4.2%) lo fue para los tratamientos T8 y T7 con 35 h y 34 h respectivamente, es de estimar, que en estas condiciones exista una mayor actividad de las enzimas α y β amilasa que actúan directamente sobre los granos de almidón alterado o roto durante el proceso de germinación. Según Mujica y Jacobsen (2000): “el proceso de germinación disminuye el contenido de almidón de la semilla debido a su transformación en azúcares, pero estos no se acumulan, son utilizados en gran parte durante la respiración para la producción de energía y en la síntesis de otras moléculas”.

Además se debe recordar que se eligió como mejor temperatura de germinado la de 25°C por lo que los tratamientos T3 y T4 presentaron también (ver cuadro 41) un buen porcentaje de azúcares en un corto tiempo menor a 24 horas. Según Mujica y Jacobsen (2000), reportó un tiempo de 2 días, indicando además que las mayores variaciones en las cantidades de glucosa y maltosa se dan dentro de las primeras 24 h de germinación, provenientes de la degradación de los carbohidratos en la semilla; Alvarez (2003), reportó un tiempo de 5 días, indicando un incremento de azúcares reductores del 2,98% al 11,29%. Estas diferencias son atribuibles a las condiciones del malteo, sus parámetros

y a los factores que se tomaron en cuenta para determinar el tiempo adecuado de germinación.

En conclusión el mejor tratamiento fue el T8 con 4.5% de A.R°.

4.5. ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA CERVEZA ARTESANAL RED ALE.

4.5.1. Determinación del Grado Alcohólico

Cuadro 40: Valores obtenidos del grado Alcohólico a los 15 días después del envasado.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones (%v/v)			Media	S.D
		I	II	III		
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	3.3	3.1	3.3	3.2	± 0.08
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	3.8	3.8	3.7	3.8	± 0.06
T ₃	A ₁ B ₂ C ₁	3.5	3.5	3.4	3.5	± 0.08
T ₄	A ₁ B ₂ C ₂	4.5	4.3	4.3	4.4	± 0.08
T ₅	A ₂ B ₂ C ₁	3.9	3.8	3.7	3.8	± 0.13
T ₆	A ₂ B ₁ C ₂	3.4	3.4	3.5	3.4	± 0.05
T ₇	A ₂ B ₂ C ₁	4.6	4.6	4.5	4.5	± 0.08
T ₈	A ₂ B ₂ C ₂	4.2	4.2	4.1	4.1	± 0.08

Como se observa, en el cuadro 40 se muestran los grados alcohólicos de los 8 tipos de cervezas que se elaboraron a partir del malteado de la quinua a diferentes tiempos y temperaturas, siendo el tratamiento T1 el que presentó el valor más bajo con un 3.2 °GLy el tratamiento T7 el más alto con 4.5 °GL. Según González y Muñoz (2000), el rango de alcohol de una cerveza Red tipo Alé debe estar entre 2.5 – 9. Por lo que todos los tratamientos están dentro del rango establecido.

Sin embargo, en comparación con Normas técnicas de otros países en relación al rango del alcohol, tenemos que la:

- NT colombiana 3854 muestra que el grado alcohólico de una cerveza artesanal debe estar entre 2.5 – 12.

- NT ecuatoriana INEN 2 322 un rango de 2 – 5.
- NT Nicaragüense 03 038 un rango de 2.54 – 9.

Esto confirma que los valores obtenidos en la investigación están dentro de los rangos establecidos según la fuente en los tres países. A continuación se muestran los diferentes tipos de cervezas artesanales en relación al contenido de alcohol.

Cuadro 41: Características de los tipos más importantes de Cerveza.

Tipo de cerveza	Contenido de alcohol en % de volumen
Pilsen	3.6
Dortmund	4.2
Marzen	4.6
Bock	4.5
Lager	4 – 4.5
Munich	3.4 – 4.3

Fuente: Gonzales y Muñoz, 2000.

En el Cuadro 41 se observa que el tipo de cerveza Märzen presenta el porcentaje de alcohol más alto. Las cervezas Bock y Lager se encuentran dentro de un mismo rango, y finalmente la cerveza Munich posee el rango más bajo de contenido de alcohol en volumen. Según Kunze (2006), el contenido de alcohol para cerveza Ale debe estar entre un rango de 3.5 – 4,4 %v/v, rango en el cual se encuentra el valor mostrado en el cuadro anterior y que representa al tipo de cerveza Pilsen cuyo valor es de 3.6%.

En los resultados de la investigación el tratamiento que se asemeja o se acerca a este valor mostrado en el cuadro 41 es el tratamiento T3 con un valor próximo de 3.5% aunque si se habla de un buen porcentaje de grado de alcohol los tratamientos T4 y T8 con valores de 4.4% y 4.1% se consideran también como mejores tratamientos además que están dentro del rango establecido por Knze (2006).

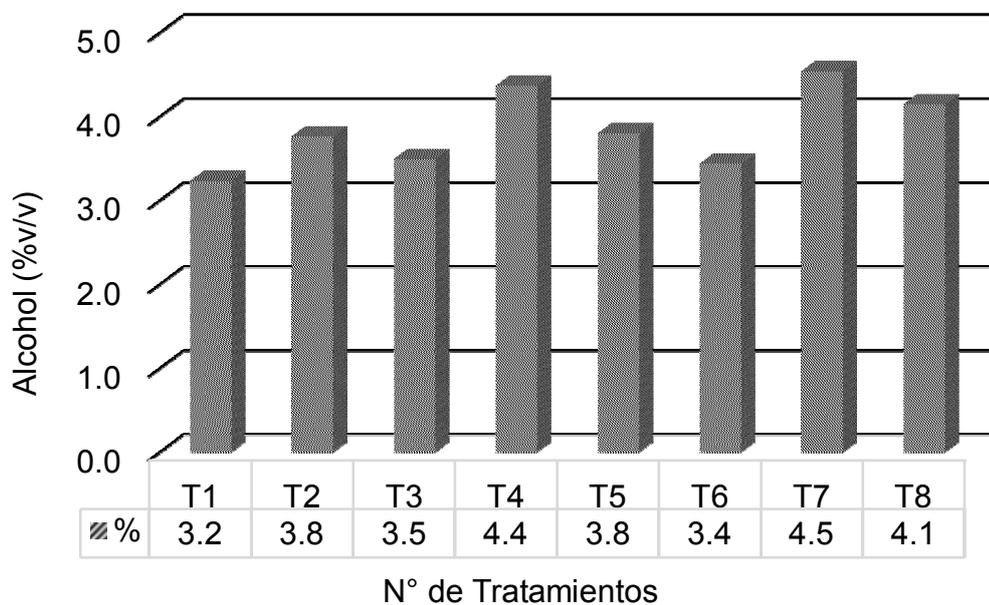


Figura 26: Alcohol en función del tiempo y temperatura del malteado de la quinua a los 15 días después de haber sido envasados.

La variación del porcentaje de alcohol a través del periodo de estudio presentada en la figura 26, muestra que para la primera elaboración (T1) el valor obtenido fue de 3.2 %, inferior al 3.6% dicho por Gerhard y J-Wolfgang (1991), aumentando en la cuarta elaboración (T4) donde alcanza un valor de 4.4% para luego alcanzar en la séptima elaboración (T7) su valor más alto con un 4,5%.

La cantidad y actividad de levadura inoculada en la etapa de fermentación, la cantidad de oxígeno en el mosto enfriado y el porcentaje de atenuación, son parámetros que pueden influir en el porcentaje de alcohol (Kunze, 2006) así como también los azúcares reductores obtenidos del grano de quinua a diferentes tiempos y temperaturas. Según Briggs (2005) afirma: "el porcentaje de azúcares fermentables en el extracto total determina el límite de atenuación, que

establece el alcohol que contendrá la cerveza final. Y en el mosto el 60% de las sustancias sonfermentables (maltosa, glucosa...) que serán utilizadas por la levadura para producir el alcohol y el CO₂ durante la fermentación”.

El mayor porcentaje de alcohol encontrado en las elaboraciones N° 4 (T4) y N° 7 (T7), se pudo originar debido a que en la etapa previa de fermentación se obtuvo una buena extracción de azúcares del malteado de quinua en el mosto realizando una adecuada manipulación sin contaminación de la cepa así como una buena aireación manual que pudo haber influido en la cantidad de alcohol, ya que según la cantidad de oxígeno disuelto en el mosto, la multiplicación de las células de levadura será mayor o menor antes que comience la etapa de fermentación. Aunque Suarez (2013) mencionan que demasiado oxígeno puede provocar una producción elevada y temprana de alcohol, y una baja de oxígeno retarda el desarrollo de la levadura y la producción de alcohol. Tal fue el caso de los tratamientos T1, T3 y T6.

Respecto al porcentaje de atenuación, un factor que influye en el alcohol, se refiere al porcentaje de azúcares convertidos en alcohol. Según Kunze (2006), el porcentaje de atenuación es la medida de eficiencia de la fermentación. Un mayor porcentaje de atenuación, sería producto de una alta concentración de azúcares fermentables de un buen malteado de la quinua (con tiempos y temperaturas óptimos) y de la cebada (glucosa, maltosa y maltotriosa), provenientes de la etapa de maceración, para el proceso fermentativo, lo que se reflejaría en un alto contenido de alcohol como el T4 y T8.

Cabe señalar también que, según Kunze (2006), el tiempo de maceración se realiza durante 2 horas a una temperatura constante de 65°C, temperatura donde se consigue la mayor cantidad de azúcares fermentables, que tras la etapa de fermentación producen mayor cantidad de alcohol. En el caso del presente estudio, el tiempo y temperatura de maceración, fluctuó entre 60 y 90 minutos con un rango de 65 - 68°C, lo que podría estar generando una alta concentración

deazúcares fermentables para el proceso de fermentación y por ende una buena producción de alcohol.

4.5.2. Determinación del Nivel de Amargor

Cuadro 42: Valores obtenidos del nivel de Amargor finalizadas las operaciones de Cocción / Enfriado.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones (°IBUs)			Media	S.D
		I	II	III		
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	35	37	34	35	± 1.53
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	39	38	38	38	± 0.58
T ₃	A ₁ B ₂ C ₁	32	32	30	31	± 1.15
T ₄	A ₁ B ₂ C ₂	33	35	35	35	± 1.00
T ₅	A ₂ B ₂ C ₁	35	34	35	35	± 0.58
T ₆	A ₂ B ₁ C ₂	36	36	36	36	± 0.00
T ₇	A ₂ B ₂ C ₁	37	38	38	38	± 0.58
T ₈	A ₂ B ₂ C ₂	37	35	36	36	± 1.00

Como se observa, en el cuadro 42 se muestran los niveles de amargor de los 8 tipos de cervezas que se elaboraron a partir del malteado de la quinua a diferentes tiempos y temperaturas, siendo el tratamiento T3 el que presentó el valor más bajo con 31 °IBUs y los tratamientos T2 y T7 los más altos con 38 °IBUs cada uno. Según González y Muñoz (2000), el rango de amargor de una cerveza tipo Alé debe estar entre 2 – 100 °IBUs. Por lo que todos los tratamientos están dentro del rango establecido.

Sin embargo, en comparación con Normas técnicas de otros países en relación al rango del alcohol, tenemos que la:

- NT Nicaragüense 03 038 muestra que el mínimo nivel de amargor de una cerveza artesanal es 2 °IBUs.

Esto confirma que los valores obtenidos en la investigación están dentro de los rangos establecidos.

Según Cerdan(2000) en la determinación del amargor, se mide la cantidad de ácidos alfa extraídos del lúpulo y convertidos en sustancias amargas solubles durante la ebullición del mosto dentro del estanque de cocción. A continuación se muestra los niveles típicos de °IBUs de diferentes tipos de cerveza.

Cuadro 43: Rango de Amargor (°IBUs) en distintos tipos de cerveza.

Cerveza	Rango de °IBUs
Pale Ale Inglesa	20 – 40
Pale Ale Americana	20 – 40
Bitter Inglesa	20 – 35
Bock	20 – 30
Pilsener Alemana	35 – 45
Viena	22 – 28
Trigo	10 – 15

Fuente: Cerdan, 2000.

En el Cuadro 43 se observa que el tipo de cerveza Pilsener presenta el rango más alto de IBUs mientras que las cervezas Pale Ale Inglesa y Pale Ale Americana se encuentran dentro de un mismo rango, y finalmente la cerveza Trigo posee el rango más bajo de nivel de Amargor. Según Cerveceros Artesanales del Perú (2017), el contenido de Amargor para cerveza Ale debe estar entre un rango de 30 – 45 °IBUs, rango en el cual se encuentra el valor mostrado en el cuadro anterior y que representa al tipo de cerveza Pilsener.

En la investigación los tratamientos que se encontraron dentro del rango 35 – 45 IBUs fueron todos con valores mayores del 3.5 IBUs por lo que este parámetro se encontraba bajo control, a excepción del tratamiento

T3 que mostró un valor bajo de 31 IBUs. Esto se debería a que en las cervezas almacenadas con un alto contenido de oxígeno, se produce pérdida de amargor. (Alvarez, 2003).

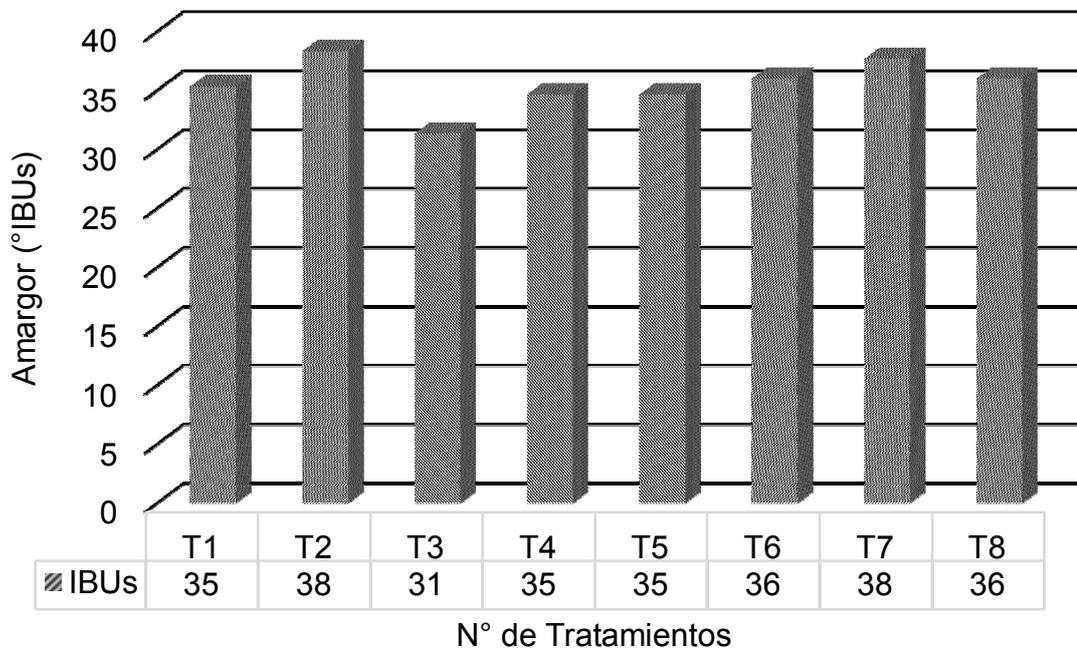


Figura 27: Amargor en función del tiempo y temperatura del malteado de la quinua finalizado la operación de Cocción / Enfriado.

La variación del nivel de amargor a través del periodo de estudio presentada en la figura 27, muestra que para la primera elaboración (T1) el valor obtenido fue de 35 °IBUs, el valor mínimo dicho por Cerdan (2000), aumentando en la octava elaboración (T8) donde alcanza un valor de 36 °IBUs para luego alcanzar en la segunda séptima elaboración (T2 y T7) su valor más alto con un 38 °IBUs.

Aun así el menor valor de amargor encontrado en el estudio, en comparación con lo que indican otras investigaciones, en especial de la tercera elaboración (T3), se deberían al contenido de alfa ácidos del lúpulo agregado en la etapa de cocción. Al respecto hay que señalar que según Grant (2001): “El porcentaje de alfa ácidos es determinante en la contribución del amargor en la cerveza”.

De igual forma Alvarez (2003), indica que las unidades de amargor (°IBUs) están directamente relacionadas con el porcentaje de alfa ácidos y la cantidad de lúpulo a agregar.

De acuerdo con los protocolos de elaboración, independiente del contenido de alfa ácidos del lúpulo, siempre se agregó la misma cantidad de éste en tres etapas (7.35 gr, 2.10 gr y 1.05 gr) a cada una de las 8 elaboraciones (3 Litros).

4.5.3. Determinación del Color

Cuadro 44: Valores obtenidos del Color finalizada las operaciones de Fermentación / Maduración.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones (°EBC)				
		I	II	III	Media	S.D
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	14.1	13.9	14.2	14.1	± 0.12
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	14.8	15	14.9	14.9	± 0.10
T ₃	A ₁ B ₂ C ₁	22.2	22	22	22.1	± 0.10
T ₄	A ₁ B ₂ C ₂	25	24.9	24.9	24.9	± 0.04
T ₅	A ₂ B ₂ C ₁	16.9	16.7	16.8	16.8	± 0.10
T ₆	A ₂ B ₁ C ₂	18.6	18.8	18.7	18.7	± 0.09
T ₇	A ₂ B ₂ C ₁	24.1	24.3	24.3	24.2	± 0.08
T ₈	A ₂ B ₂ C ₂	25.1	25	25.2	25.1	± 0.10

Como se observa, en el cuadro 44 se muestran los colores en unidades EBC de los 8 tipos de cervezas que se elaboraron a partir del malteado de la quinua a diferentes tiempos y temperaturas, siendo el tratamiento T1 el que presentó el valor más bajo con un 14.1 °EBC y el tratamiento T8 el más alto con 25.1 °EBC. Según González y Muñoz (2000), el rango del color de una cerveza Red tipo Alé debe estar entre 15 – 25 °EBC. Por lo que todos los tratamientos excepto los tratamientos T1 y T2, que presentaron un valor por debajo de 15 °EBC, están dentro del rango.

El motivo de obtener un color deseado y no deseado como se dio en los tratamientos T1 y T2, se da por muchos factores cuyo origen abarca desde la compra o la obtención del grano malteado.

Según Alfaro (2015) el color de la cerveza, depende principalmente, del tipo o tipos de maltas que se utilizan durante su elaboración. En el proceso de malteado del cereal (quinua y cebada) y debido a un conjunto muy complejo de reacciones químicas (reacción Maillard), se lleva a cabo la producción de melanoidinas coloreadas que le darán a la cerveza tonalidades que van desde el amarillo claro hasta el café muy oscuro e incluso negro. En el proyecto de investigación para obtener especialmente el color rojo se utilizó malta caramelo RED X 32 Best Malz aunque no todos los tratamientos obtuvieron un color rojo deseable. El motivo quizás haya sido el tipo o variedad del grano comprado o incluso el efecto que tuvieron los tiempos y temperaturas del malteado de la quinua especialmente en el secado.

Aunque también, según Alfaro (2015) otros motivos hayan sido el color de la malta (no era tan caramelo u oscuro), duración del contacto del mosto con el grano, duración de la ebullición en la olla de cocción y tiempo de permanencia en la olla del mosto caliente.

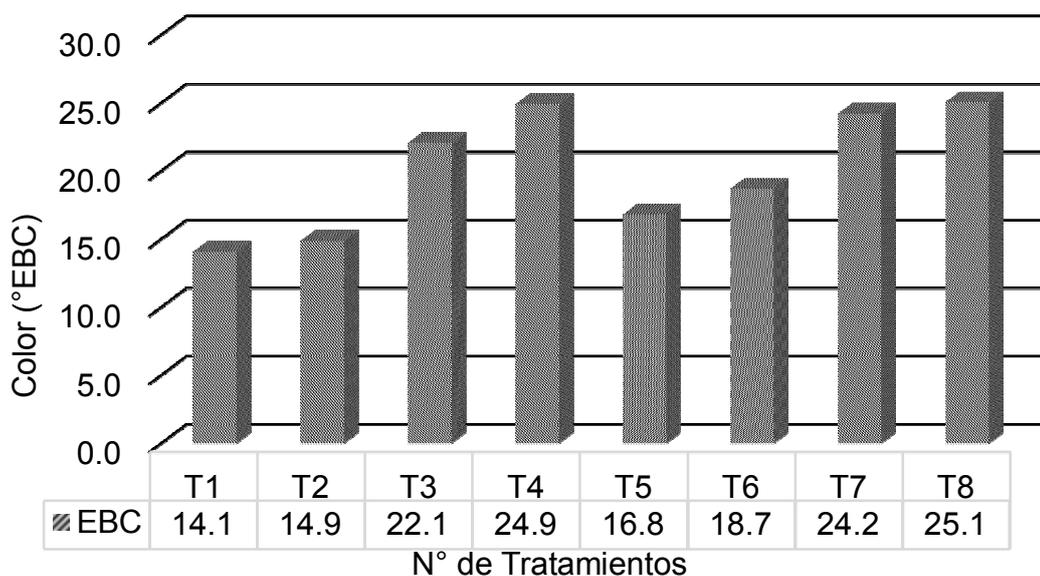


Figura 28: Color en función del tiempo y temperatura del malteado de la quinua finalizado la operación de Fermentación / Maduración.

Como se observa en la figura 28 los tratamientos que obtuvieron valores altos por encima de 20 °EBC y que según lo dicho por Mosher, 2015 se consideran cervezas rojas, son los tratamientos T3, T4, T7 y T8. Según European Brewery Convention (EBC), la cerveza tipo A/definida como Ámbar, roja y marrón; es aquella cuyo color es superior a 20 unidades (°EBC), aproximadamente entre 24 y 40 °EBC. Aunque la principal razón por la cual se haya obtenido valores altos de color es por la formación de melanoidinas. Según Suarez (2013) cuanto más concentrada es la fuente de calor que hierve el mosto, más melanoidinas se producirán en el punto de máxima concentración y por lo tanto, el color aumentará.

Los valores más bajos para el color se registraron en las dos primeras elaboraciones (T1 y T2) seguido de T5 y T6. Al respecto Wallin, (2010) señala que si el pH aumenta en la etapa de cocción ayuda a disminuir el color, lo que indica que existiría una relación inversa entre ambas variables.

4.5.4. Determinación de la Capacidad de Espuma

Cuadro 45: Valores obtenidos de la CapacidadEspumantea los 15 días después de haber sido envasadas.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones (%)			Media	S.D
		I	II	III		
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	25	30	28	28	±2.5
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	50	55	53	53	±2.9
T ₃	A ₁ B ₂ C ₁	38	40	38	38	±1.4
T ₄	A ₁ B ₂ C ₂	63	68	63	64	±2.5
T ₅	A ₂ B ₂ C ₁	43	38	40	40	±2.5
T ₆	A ₂ B ₁ C ₂	58	58	63	59	± 2.9
T ₇	A ₂ B ₂ C ₁	50	48	45	48	± 2.5
T ₈	A ₂ B ₂ C ₂	53	50	50	51	± 1.4

Como se observa, en el cuadro 45 se muestran las capacidades espumantes de los 8 tipos de cervezas que se elaboraron a partir del malteado de la quinua a diferentes tiempos y temperaturas, siendo el tratamiento T1 el que presentó el valor más bajo con un 28% de capacidad y el tratamiento T4 el más alto con 64%.

Ahora bien, según Wallin (2010) señalan que la capacidad espumante de una cerveza industrial se encuentra en el rango de 50 – 70%. De acuerdo a ello, se induce que los tratamientos T1, T3, T5, y T7 no tuvieron capacidades espumantes aceptables en comparación con los tratamientos T2, T4, T6 y T8; sin embargo, este rango ha sido establecido para cervezas comerciales siendo diferentes a las cervezas artesanales elaboradas en la investigación.

Según Rodriguez (2015) obtuvo las mejores capacidades espumantes con sustituciones de 25% y 50% de cebada por quinua con valores de 63.33% y 67.76% respectivamente. En el proyecto se usó solo una sustitución del 25% de cebada por quinua para los 8 tratamientos pero con diferentes tiempos y temperaturas de malteado (Remojo, Germinado y Secado) siendo los tratamientos T4 y T6 los que presentaron una mejor capacidad espumante con 64% y 59%. Aun así se deduce que la sustitución de cebada por quinua mejora la capacidad espumante de la cerveza.

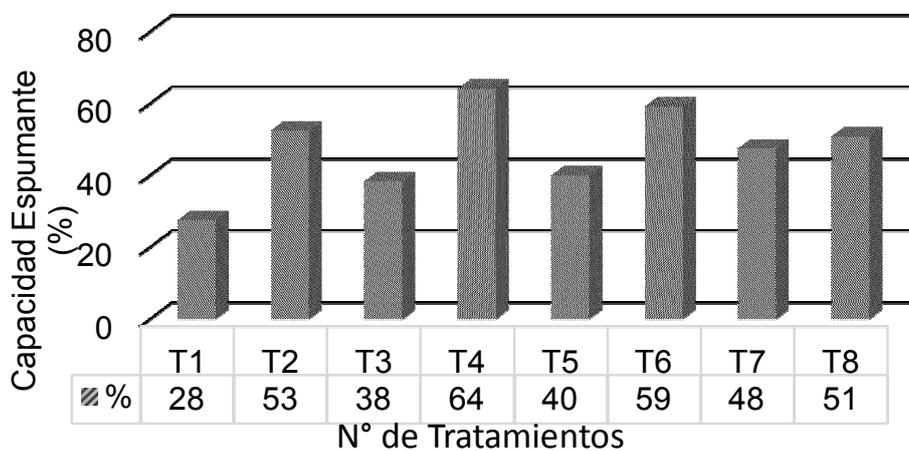


Figura 29: Capacidad espumante en función del tiempo y temperatura del malteado de la quinua a los 15 días después de haber sido envasados.

La variación del porcentaje de capacidad espumante a través del periodo de estudio presentada en la figura 29, muestra que para la primera elaboración (T1) el valor obtenido fue de 28%, inferior a lo dicho por Wallin y otros (2010), aumentando en la sexta elaboración (T6) donde alcanza un valor de 59% para luego alcanzar en la cuarta elaboración (T4) su valor más alto con un 64% de capacidad espumante.

Según Rodríguez (2003), los elementos que participan positivamente de la formación de espuma son las proteínas de alto peso molecular derivadas de la malta (quinua y cebada) y las iso-humulonas provenientes del lúpulo. Las maltas demasiado modificadas o poco desecadas tienden a caracterizar cervezas con capacidades espumantes deficientes y pobres. Barrientos (2011) añade: "cuanto menor sea la relación de malta y lúpulo, más pobre será la espuma".

De Mesones (2005) indica que el exceso de proteínas en la malta ayudará a que las cervezas presenten mejores capacidades espumantes, cuerpo y la cremosidad en espuma, que las diferenciará de las cervezas industriales. Wallin y otros (2010) añaden que no sólo el tipo de malta garantizará una buena formación de espuma, sino que también influirá el funcionamiento de las β -amilasas, que lleva consigo a la buena elección de los parámetros de temperatura y tiempo del malteado de la quinua.

4.5.5. Determinación de la Estabilidad de la Espuma

Cuadro 46: Valores obtenidos de la estabilidad espumante a los 15 días después de haber sido envasadas.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones (Seg)			Media	S.D
		I	II	III		
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	130	130	140	133	± 5.77
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	160	155	165	160	±5.00
T ₃	A ₁ B ₂ C ₁	200	210	205	205	± 5.00
T ₄	A ₁ B ₂ C ₂	290	285	290	288	± 2.89
T ₅	A ₂ B ₂ C ₁	190	195	205	197	± 7.64
T ₆	A ₂ B ₁ C ₂	250	260	255	255	± 5.00
T ₇	A ₂ B ₂ C ₁	195	195	200	197	± 2.89
T ₈	A ₂ B ₂ C ₂	210	205	200	205	± 5.00

Como se observa, en el cuadro 46 se muestra la estabilidad espumante de los 8 tipos de cervezas que se elaboraron a partir del malteado de la quinua a diferentes tiempos y temperaturas, siendo el tratamiento T1 el que presentó el valor más bajo con 133 Seg y el tratamiento T4 el más alto con 288 Seg. Según Rodríguez (2003), el rango de estabilidad espumante de una cerveza tipo Alé debe estar entre 214 – 266 Seg. Por lo que no todos los tratamientos están dentro del rango establecido.

Sin embargo, en comparación con otras investigaciones de otros países en relación al rango de estabilidad espumante, tenemos que:

- Alfaro S, (2015) en una cerveza tipo ale Pilsener muestra un rango de 210 – 280 segundos.

De acuerdo a ello, se induce que solo los tratamientos T4, y T6 tuvieron una mejor estabilidad espumante establecida para cervezas tipo ale.

Según Barrientos (2011) señala que la velocidad de decaimiento o disminución del volumen de la espuma puede ser influenciada por la temperatura y la edad, ya que dependiendo del estilo, una segunda fermentación puede seguramente ocurrir en la botella cambiando la gravedad específica y la tensión superficial de la cerveza conforme envejece. Tal fue el caso de los demás tratamientos.

Según Rodríguez (2015) obtuvo la mejor estabilidad espumante con sustitución de 50% de cebada por quinua donde la caída de la espuma fue más lenta. Mientras que Barrientos (2011) evaluaron la caída de la espuma de cervezas comerciales con estabilizante, cervezas comerciales sin estabilizante y cervezas artesanales en el tiempo, reportando mejores resultados con la cervezas comerciales con agregado de alginato de propilenglicol, cuyo comportamiento es similar al nuestro aun con la sustitución de 25% de cebada por quinua pero a diferentes tiempos y temperaturas de malteado (Remojo, Germinado y Secado) siendo los tratamientos T4 y T6 los que presentaron una mejor estabilidad espumante.

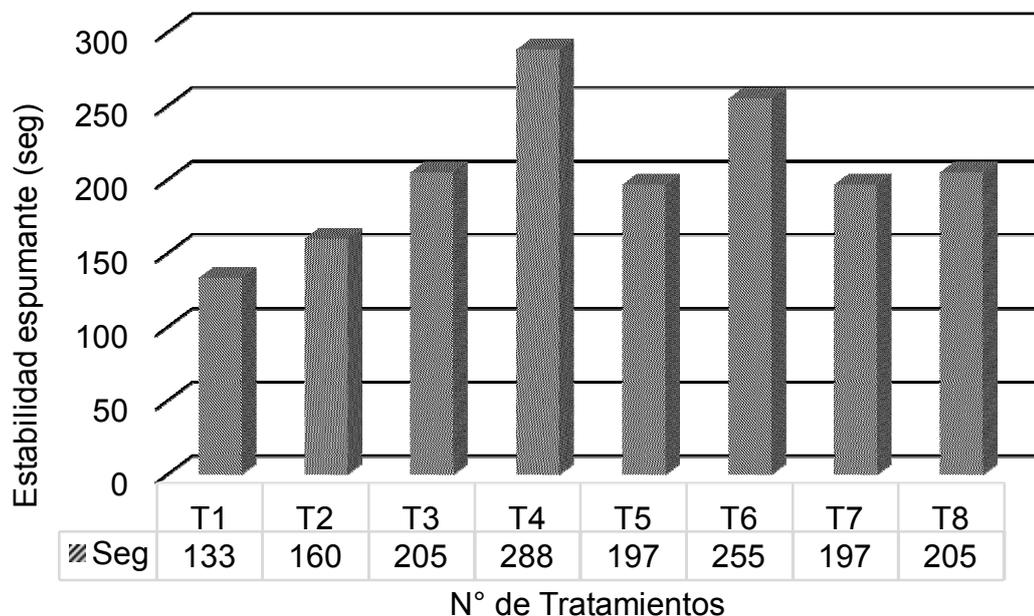


Figura 30: Estabilidad espumante en función del tiempo y temperatura del malteado de la quinua a los 15 días después de haber sido envasados.

La variación del tiempo en la estabilidad espumante a través del periodo de estudio presentada en la figura 30, muestra que para la primera elaboración (T1) el valor obtenido fue de 133 Seg, inferior a lo dicho por Rodríguez H, (2003), aumentando en la sexta elaboración (T6) donde alcanza un valor de 255 Seg para luego alcanzar en la cuarta elaboración (T4) su valor más alto con un 288 Seg de estabilidad espumante.

El hecho de que solo los tratamientos T4 y T6 hayan alcanzado un tiempo mayor de espuma según la figura 30 se debe especialmente al tipo de malteado (tiempo y temperatura) que tuvo la quinua al inicio del proyecto además de obtener buenos porcentajes en azúcares reductores y de que las proteínas, luego de este proceso, aumentaran de por sí. Según De Mesones (2005) señala que maltas ricas en contenido proteico ayudan a que la cerveza final disponga de cuerpo y espuma estable, sobre todo manteniéndola en el tiempo con sus mismas características de untuosidad y cremosidad. Wallin (2010) añade: “los ingredientes con alto nivel proteico mejorarán la espuma al aumentar la viscosidad de la cerveza, pues al ser un líquido más pesado fluye lentamente alrededor de las burbujas, favoreciendo la permanencia de las mismas y evitando que el dióxido de carbono se escape”.

Otro hecho del porque solo en esos tratamientos se obtuvo una mayor estabilidad espumante es que según Casas (2016) el aumento de espuma pudo ser producto de la mayor cantidad de alfa ácidos que contenía el lúpulo empleado. El lúpulo interacciona con las proteínas de la cebada y de la quinua provocando un aumento de la estabilidad de la espuma. Cabe recordar que el porcentaje de alfa ácidos que contenía el lúpulo agregado a las elaboraciones mencionadas anteriormente fue de 13.5% lo que probablemente provocó una mayor isomerización (isohumulonas).

Por otro lado, Rodríguez (2003) la medición de la estabilidad de la espuma de cerveza por el método “NIBEM”, el que fue utilizado en

el presente estudio, se juzga de acuerdo a valores referenciales dado por los fabricantes de equipo, los que serían de:

Entre 180 – 200 segundos Mala estabilidad

Entre 201 – 220 segundos Estabilidad satisfactoria

Mayor a 221 segundos Estabilidad excelente

Teniendo en consideración estos valores referenciales, se puede señalar que para la espuma los tratamientos T4 y T6 con valores de 288 y 255 Segundos se clasifican como Excelentes mientras que los tratamientos T3 y T8 ambos con valores de 205 Segundos son satisfactorias mientras que los demás obtuvieron una mala estabilidad esto debido a que la carbonatación realizada en botella fue insuficiente. (Mash, 2006)

La poca estabilidad de la espuma pudo deberse a la formación de la misma durante el proceso de fermentación, que da como resultado la adsorción de los ácidos del lúpulo a la espuma de la levadura. También pudo deberse a la presencia de sustancias surfactantes que son enormemente dañinas para la estabilidad final de la espuma de la cerveza. (Baxter y Hughes, 2001)

4.5.6. Determinación del pH

Cuadro 47: Valores obtenidos del pH a los 15 días después de haber sido envasados.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones			Media	S.D
		I	II	III		
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	4.01	4.03	4.00	4.0	± 0.015
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	3.80	3.84	3.81	3.8	± 0.021
T ₃	A ₁ B ₂ C ₁	4.24	4.21	4.23	4.2	± 0.015
T ₄	A ₁ B ₂ C ₂	4.45	4.55	4.51	4.4	± 0.050
T ₅	A ₂ B ₂ C ₁	3.90	3.85	3.89	3.9	0.026
T ₆	A ₂ B ₁ C ₂	4.38	4.50	4.45	4.3	0.060
T ₇	A ₂ B ₂ C ₁	4.21	4.23	4.25	4.2	0.020
T ₈	A ₂ B ₂ C ₂	4.33	4.41	4.39	3.8	0.042

Como se observa, en el cuadro 47 se muestra el pH de los 8 tipos de cervezas que se elaboraron a partir del malteado de la quinua a diferentes tiempos y temperaturas, siendo el tratamiento T2 el que presentó el valor más bajo con un 3.8 y el tratamiento T4 el más alto con 4.3. Según González y Muñoz (2000), el rango de pH de una cerveza tipo Alé debe estar entre 3 – 4.8. Por lo que todos los tratamientos están dentro del rango establecido.

Sin embargo, en comparación con Normas técnicas de otros países en relación al rango del alcohol, tenemos que la:

- NT ecuatoriana INEN 2 322 muestra que el pH de una cerveza artesanal debe estar entre 3.5 – 5
- NT Nicaragüense 03 038 un rango de 3 – 4.8

Esto confirma que los valores obtenidos en la investigación están dentro de los rangos en los dos países según sus normas técnicas establecidas.

Aun así, el rango encontrado en la presente investigación es distinto al señalado por Kunze (2006), el cual indica que el pH se sitúa entre 4,2 y 4,4. Valores un tanto más bajo fueron encontrados por Briggs (2005), quien registró un promedio de $4,1 \pm 0,2$.

Por lo tanto, de acuerdo a ello y según el cuadro 47, se induce que solo los tratamientos T3, T4, T6 y T7 con valores 4.2, 4.4, 4.3 y 4.2 tuvieron un mejor pH para cervezas tipo ale. Según Rodríguez (2003), las cervezas elaboradas con una mayor relación de malta y otros cereales adjuntos poseen un mayor pH que las cervezas elaboradas solamente con malta. El pH de la cerveza también depende del pH inicial regulado generalmente en el proceso de maceración, el cual a su vez, depende del tipo de agua utilizada y el tratamiento de la misma con ácidos y/o sales de calcio.

Suárez (2013) señala que para que el pH de la cerveza se sitúe en los valores óptimos (4.1 y 4.5) es necesario que se realicen los procesos previos adecuadamente, teniendo en cuenta la utilización de agua que no sea demasiado alcalina o pesada. De Mesones (2005) añade que la composición de sales del agua tiene influencia indirecta en su acción en la regulación del pH del mosto y de la cerveza, y un rango adecuado está entre 5.0 y 6.0.

Aunque Millaray (2004) indica que un pH muy elevado es desfavorable para reacciones importantes como la sacarificación ya que provoca un trabajo deficiente de las enzimas generándose menos azúcares, la coagulación de proteínas durante la ebullición es menos intensa, el amargor es más astringente (polifenoles) y se pone en riesgo la calidad microbiológica de la cerveza. Asimismo, un pH muy bajo conduce a la inactivación de las enzimas y a una posible contaminación por la presencia de bacterias lácticas.

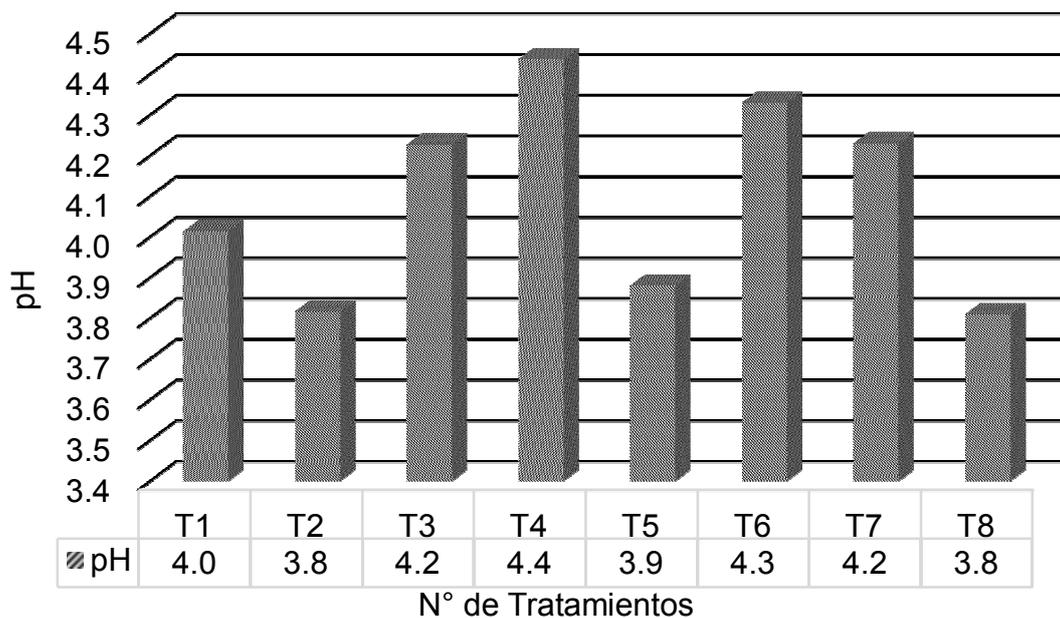


Figura 31: pH en función del tiempo y temperatura del malteado de la quinua a los 15 días después de haber sido envasados.

La variación del pH a través del periodo de estudio presentada en la figura 31, muestra que para la segunda elaboración (T2) el valor obtenido fue de 3.8, inferior a lo dicho por Kunze (2006) y Suárez (2013), aumentando en la sexta elaboración (T6) donde alcanza un valor de 4.3 para luego alcanzar en la cuarta elaboración (T4) su valor más alto con un 4.4.

El hecho de que solo los tratamientos T3, T4, T6 y T7 hayan alcanzado un valor mayor de 4.1 y que los otros un valor menor a 4.1 es que según Alfaro (2015) la cerveza debió ser mezclada con otras materias primas o materiales. Las cervezas hechas con una mayor relación de malta y adjuntos tienen un mayor pH que las cervezas hechas con un menor porcentaje de malta. El pH también puede ser influido por el tipo de agua o sales de calcio. El valor más bajo se registró en la segunda elaboración (T2).

4.6. ANÁLISIS SENSORIAL DE LA CERVEZA ARTESANAL

Para el análisis organoléptico se hizo referencia a los siguientes atributos más importantes de la cerveza: Color, Aroma, Sabor y Espuma; que se encuentran descritos en la Hoja de Evaluación Sensorial (Ver figura 14). La clasificación de la aceptabilidad se definirá según el cuadro N° 48 mostrado a continuación:

Cuadro 48: Clasificación de la aceptabilidad

Puntajes	Clasificación
1,00 – 4,44	Zona de rechazo
4,45 - 5,44	Zona de indiferencia
5,45 – 9,00	Zona de aceptación

Fuente: Sernac, 2002.

4.6.1. Para el COLOR:

Cuadro 49:Atributo sensorial evaluado: COLOR

Tratamiento	Panelistas / Puntajes					Media
	P1	P2	P3	P4	P5	
T ₁	6	4	2	3	2	3
T ₂	7	4	2	4	3	4
T ₃	8	7	6	7	7	7
T ₄	8	8	7	9	8	8
T ₅	6	6	5	3	4	5
T ₆	5	6	5	6	7	6
T ₇	9	7	6	6	7	7
T ₈	7	6	6	5	7	6

Como se observa en el cuadro 49 y siguiendo lo establecido por Sernac (2002), los tratamientos T3, T4, T6, T7, y T8 se encuentran dentro del rango de aceptación con respecto al Color; mientras que los

tratamientos T1 y T2 se encuentran en la zona de rechazo y por último el tratamiento T5 en zona de indiferencia.

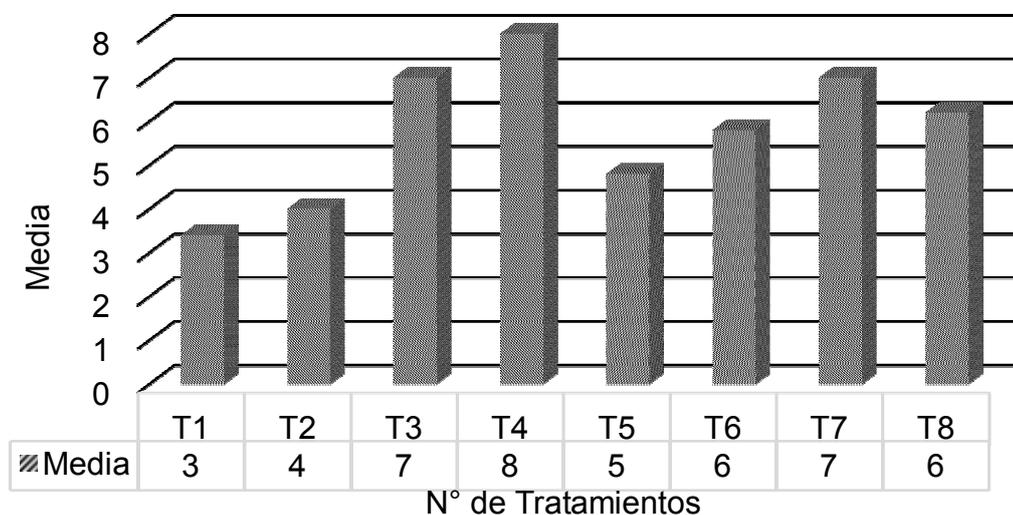


Figura 32: Atributo sensorial del Color

Como se puede observar en la figura 32 la media más alta la tiene el tratamiento T4 (con 16°C y 7 h Remojo + 25°C y 23 h Germinado + 60°C y 8 h Secado) siendo considerada como la mejor en cuanto a la variable del color en esta investigación seguido de los tratamientos T3 y T7.

4.6.2. Para el AROMA:

Cuadro 50: Atributo sensorial evaluado: AROMA

Tratamiento	Panelistas / Puntajes					Media
	P1	P2	P3	P4	P5	
T ₁	6	7	6	5	6	6
T ₂	7	5	7	5	5	6
T ₃	7	7	7	4	7	6
T ₄	8	5	8	6	7	7
T ₅	5	5	5	3	4	4
T ₆	5	6	5	3	6	5
T ₇	7	7	5	6	6	6

T ₈	7	7	4	3	5	5
----------------	---	---	---	---	---	---

Como se observa en el cuadro 50 y siguiendo lo establecido por Sernac (2002), los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T7 se encuentran dentro del rango de aceptación con respecto al Aroma; mientras que el tratamiento T5 en zona de rechazo y los tratamientos T6 y T8 en zona de indiferencia.

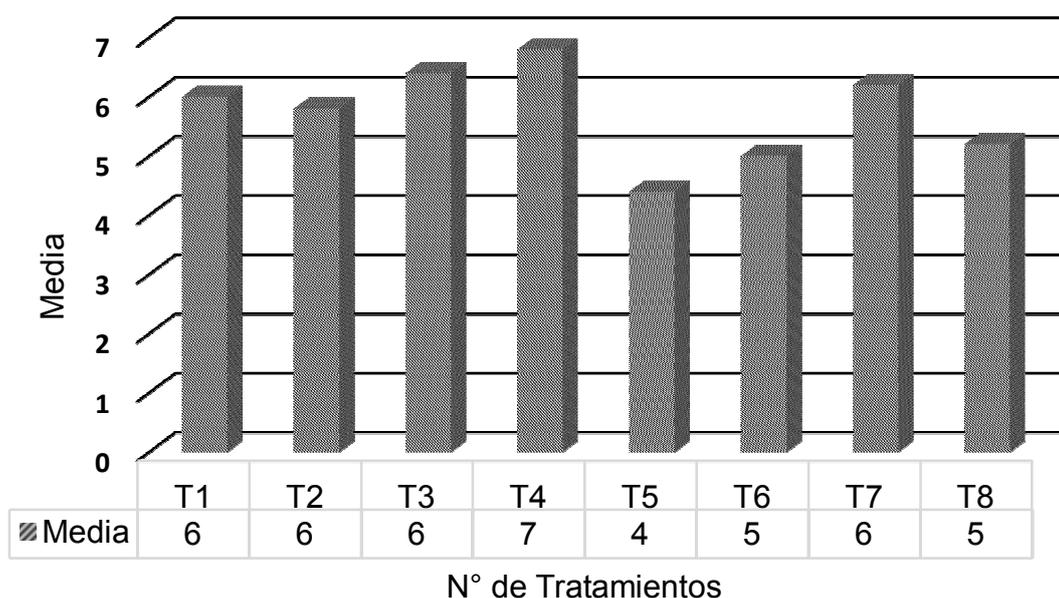


Figura 33: Atributo sensorial del Aroma

Como se puede observar en la figura 33 la media más alta la tiene el tratamiento T4 (con 16°C y 7 h Remojo + 25°C y 23 h Germinado + 60°C y 8 h Secado) siendo considerada como la mejor en cuanto a la variable del Aroma en esta investigación seguido del tratamiento T3 quien también presentó un buen puntaje, con los mismos parámetros de tiempo y temperatura en la etapa de Remojo excepto en el Germinado con 25°C y 21 h y en el Secado con un tiempo de 9 h y 50°C.

4.6.3. Para el SABOR:

Cuadro 51: Atributo sensorial evaluado: SABOR

Tratamiento	Panelistas / Puntajes					Media
	P1	P2	P3	P4	P5	
T ₁	5	6	7	6	5	6
T ₂	6	4	7	4	3	5
T ₃	6	5	7	5	3	5
T ₄	7	6	8	7	4	6
T ₅	5	5	4	3	4	4
T ₆	6	6	5	4	6	5
T ₇	5	4	5	5	5	5
T ₈	4	3	5	5	5	4

Como se observa en el cuadro 51 y siguiendo lo establecido por Sernac (2002), los tratamientos T1 y T4 son los únicos que se encuentran dentro del rango de aceptación con respecto al Sabor; mientras que los tratamientos T5 y T8 se encuentran en la zona de rechazo y los T2, T3, T6 y T7 en zona de indiferencia.

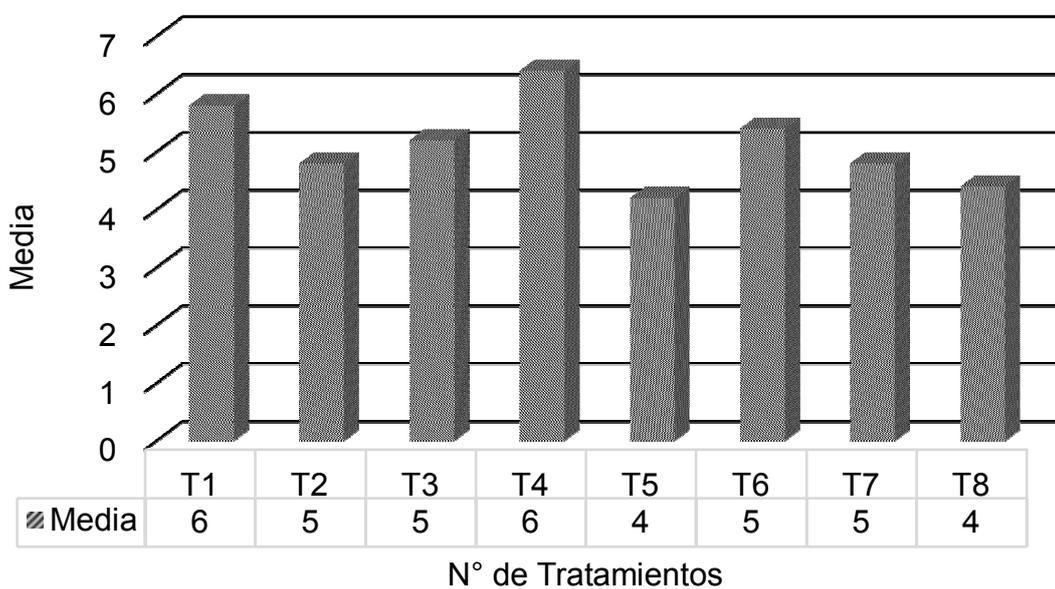


Figura 34: Atributo sensorial del Sabor

Como se puede observar en la figura 34 la media más alta la tiene el tratamiento T4 (con 16°C y 7 h Remojo + 25°C y 23 h Germinado + 60°C y 8 h Secado) siendo considerada como lamejor en cuanto a la variable del Sabor en esta investigación seguido del tratamiento T1 quien presentó también un buen puntaje (con 16°C y 7 h Remojo + 16°C y 54 h Germinado + 50°C y 11 h Secado).

4.6.4. Para la ESPUMA:

Cuadro 52: Atributo sensorial evaluado: ESPUMA

Tratamiento	Panelistas					Media
	P1	P2	P3	P4	P5	
T ₁	1	2	3	3	3	2
T ₂	3	2	6	6	5	4
T ₃	7	7	8	3	8	7
T ₄	8	8	9	7	8	8
T ₅	4	3	7	3	4	4
T ₆	3	3	7	5	7	5
T ₇	9	8	7	9	7	8
T ₈	8	8	6	9	8	8

Como se observa en el cuadro 52 y siguiendo lo establecido por Sernac (2002), los tratamientos T3, T4, T7 y T8 se encuentran dentro del rango de aceptación con respecto a la Espuma; mientras que los tratamientos T1, T2 y T5 se encuentran en la zona de rechazo y el T6 en zona de indiferencia.

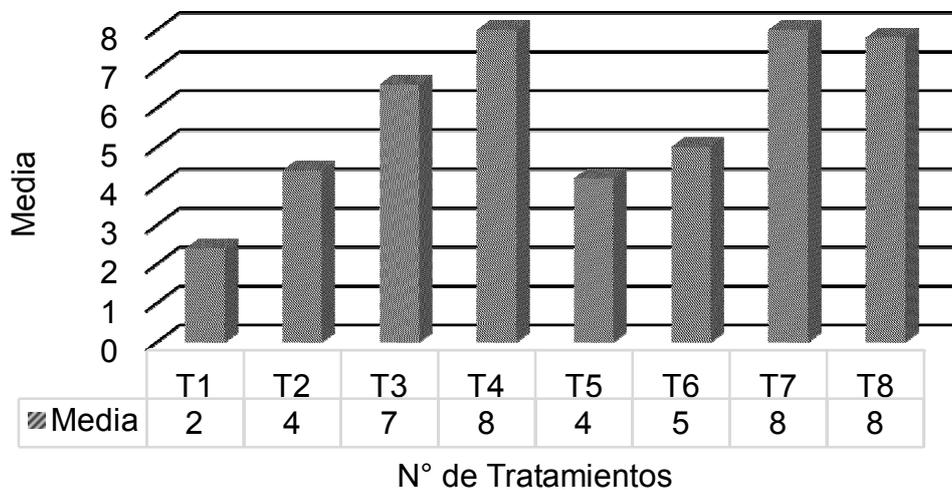


Figura 35: Atributo sensorial de la Espuma

Como se puede observar en la figura 35 la media más alta la tiene el tratamiento T4 (con 16°C y 7 h Remojo + 25°C y 23 h Germinado + 60°C y 8 h Secado) siendo considerada como la mejor en cuanto a la variable Espuma teniendo una mejor capacidad y estabilidad espumante en esta investigación.

Seguido del mejor los tratamientos T7 Y T8 presentaron también un buen puntaje de aceptación ambos con 25°C y 4 h de Remojo; con la misma temperatura de germinado de 25°C pero con tiempos diferentes de 35 h y 34 h mientras que para el secado el tratamiento T7 fue secado a 50°C con 9 h y el tratamiento T8 con 60°C pero con 8 h.

4.6.5. Para la ACEPTABILIDAD GENERAL:

Cuadro 53: Atributo sensorial evaluado: ACEPTABILIDAD

Tratamiento	Panelistas					Media
	P1	P2	P3	P4	P5	
T ₁	5	5	3	6	5	5
T ₂	6	3	7	5	6	5
T ₃	8	5	6	5	7	6
T ₄	7	8	7	7	9	8
T ₅	5	3	4	4	4	4
T ₆	6	6	7	7	7	7
T ₇	3	3	4	5	3	4
T ₈	4	5	5	5	5	5

Como se observa en el cuadro 53 y siguiendo lo establecido por Sernac (2002), los tratamientos T3, T4 y T6 se encuentran dentro del rango de aceptación con respecto a la Aceptabilidad general y con los atributos de Color, Aroma, Sabor y Espuma en mejor puntaje; y por ende son considerados como los mejores tratamientos de cerveza artesanal con tiempos y temperaturas optimas del malteado de la quinua.

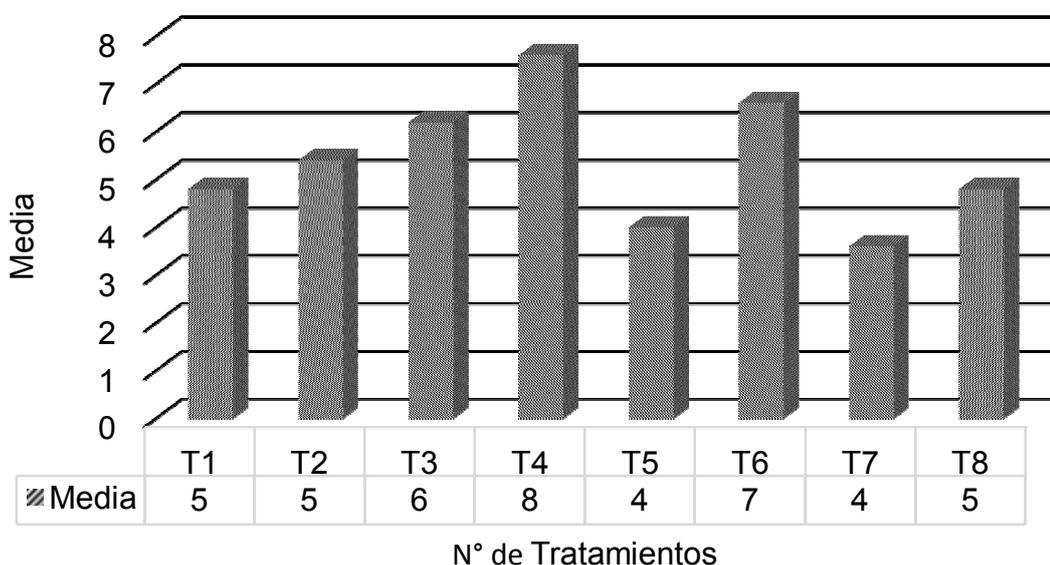


Figura 36: Aceptabilidad general

Pero aun así, en la figura 36 se presenta las medias obtenidas en la evaluación de la aceptabilidad general de la cerveza RED de quinua tipo Ale en función del tiempo y temperatura del malteado, en donde se observa que los tratamientos de mayor aceptabilidad sensorial fueron los tratamientos T3, T4 y T6 siendo de las tres el tratamiento T4 el que presentó la media más alta (con 16°C y 7 h de Remojo + 25°C y 23 h de Germinado + 60°C y 8 h de Secado) y siendo considerada como el mejor tratamiento.

4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

4.7.1. PROCESO DEL MALTEADO DE LA QUINUA:

➤ Efecto del Tiempo y Temperatura del malteado de Quinua en los AZÚCARES REDUCTORES.

Para esta variable se tomó datos una vez finalizado la etapa del Germinado. A continuación se presentan los valores de los porcentajes de azúcares reductores del malteado de quinua resumidos en un análisis de varianza (ANOVA).

Cuadro 54: ANOVA de la variable % de azúcares reductores.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.	F tab. (5%)	F tab. (1%)
Tratamiento	7	7.11	1.0160	304.8**	2.66	4.03
Factor A	1	1.215	1.2150	364.5**	4.49	8.53
Factor B	1	2.940	2.9400	882**	4.49	8.53
Factor C	1	0.375	0.3750	112.5**	4.49	8.53
Int. AxB	1	0.960	0.9600	288.0**	4.49	8.53
Int. AxC	1	1.215	1.2150	364.5**	4.49	8.53
Int. BxC	1	0.240	0.2400	72*	4.49	8.53
Int. AxBxC	1	0.167	0.1667	50*	4.49	8.53
Error	16	0.053	0.0033			
Total	23	7.16				

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

En el cuadro 54 del ANOVA se determinó que existe alta significación estadística al 5% y al 1% (por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1) para los tratamientos, factor A (T° remojo), factor B (T° Germinado) y factor C (T° Secado), y las interacciones AxB, BxC, AxC y AxBxC sobre los azúcares reductores del malteado de la quinua. Por lo tanto se

procedió a realizar Tuckey para determinar que tratamientos difieren entre si y quiénes no a un 5% del nivel de confianza.

Cuadro 55: Prueba de Tukey al 5% para los Azúcares Reductores del malteado de quinua.

Tratamientos	Medias	Rangos
T8	4.47	A
T7	4.13	B
T6	3.73	C
T3	3.57	D
T4	3.33	E
T1	3.23	F
T2	3.07	G
T5	2.67	H

En el cuadros 55 se puede observar que los tratamientos T4 (16°C Remojo + 25°C Germinado + 60°C Secado) y T1 (16°C Remojo + 16°C germinado + 50°C Secado) son los únicos que no difieren significativamente entre si y que con medias de 3.33 y 3.23 respectivamente son los que más se ajustan a los valores de azúcares reductores requeridos para esta investigación según Valenzuela, (2007); Alvarez Y, (2012) y Alvarez (2003) el porcentaje de azúcares reductores en la quinua finalizado el proceso del malteado es de 3 – 3.5%.

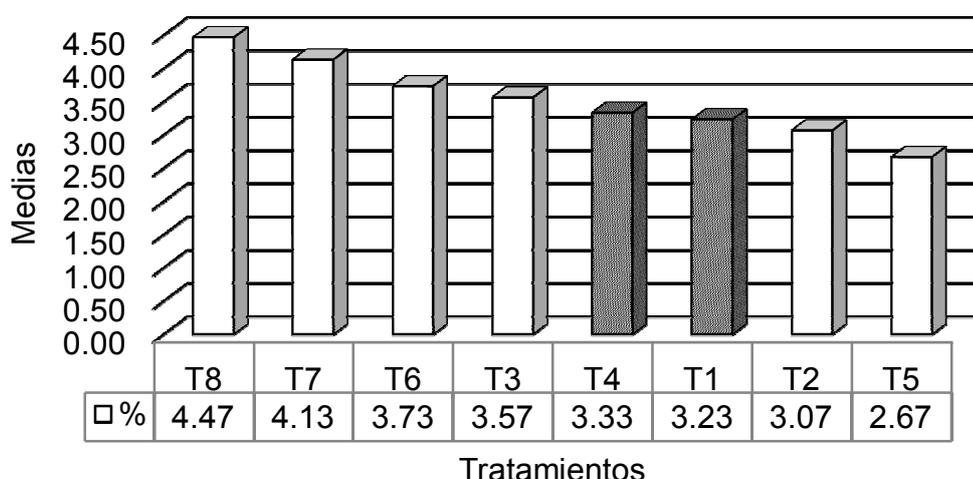


Figura 37: Comportamiento de las medias para los Azúcares Reductores.

En la Figura N° 37 se puede observar que los tratamientos T1 y T4 son los que mejor se comportaron en la investigación para la variable estudiada (Azúcares Reductores). Siendo los dos considerados como los mejores con tiempos y temperaturas diferentes en cada etapa del malteado de la quinua que se muestran a continuación:

- ✓ El T1 con una temperatura de 16°C y 7h en la fase de REMOJO. Con una temperatura de 16°C y un tiempo de 54h en la fase de GERMINADO y por último con una temperatura de 50°C y un tiempo de 11h en la fase de SECADO.

- ✓ El T4 con una temperatura de 16°C y 7h en la fase de REMOJO. Con una temperatura de 25°C y 23h en la fase de GERMINADO y por último con una temperatura de 60°C y un tiempo de 8 h en la fase de SECADO.

4.7.2. PROCESO DE LA CERVEZA ARTESANAL

➤ **Efecto del Tiempo y Temperatura del malteado de Quinua en el GRADO ALCOHÓLICO.**

Para esta variable se tomó datos a los 15 días después de haber sido envasada la cerveza. A continuación se presentan los valores en %v/v del grado alcohólico resumidos en un análisis de varianza (ANOVA).

Cuadro 56: ANOVA de la variable Grado Alcohólico.

F.V	G.L	SC	CM	F _o	Ft (5%)	Ft (1%)
Tratamiento	7	4.85	0.6924	118.7**	2.66	4.03
Factor A	1	0.427	0.4267	73.1*	4.49	8.53
Factor B	1	2.042	2.0417	350**	4.49	8.53
Factor C	1	0.167	0.1667	28.6*	4.49	8.53
Int. AxB	1	0.202	0.2017	34.6*	4.49	8.53
Int. AxC	1	1.927	1.9267	330.3**	4.49	8.53
Int. BxC	1	0.042	0.0417	7.1*	4.49	8.53 ^{NS}
Int. AxBxC	1	0.042	0.0417	7.1*	4.49	8.53 ^{NS}
Error	16	0.093	0.0058			
Total	23	4.94				

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

En el cuadro 56 del ANOVA se determinó que existe alta significación estadística al 5% (por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1) para los tratamientos, factor A (T° remojo), factor B (T° Germinado) y factor C (T° Secado), y las interacciones AxB, BxC, AxC y AxBxC sobre los grados alcohólicos de la cerveza. Aunque para el 1% del nivel de confianza no hubo diferencia significativa para las interacciones BxC y AxBxC. Por lo

tanto se procedió a realizar Tuckey para determinar que tratamientos difieren entre si y quiénes no al 5% del nivel de confianza.

Cuadro 57: Prueba Tukey al 5% para el grado alcohólico de la cerveza artesanal.

Tratamientos	Medias	Rangos
T7	4.57	A
T4	4.37	A
T8	4.17	B
T5	3.80	C
T2	3.77	D
T3	3.47	E
T6	3.43	E
T1	3.23	F

En el cuadro 57, se puede observar que los tratamientos T4, T7, T8, T3 y T6 son los únicos que no difieren significativamente entre si aunque según KUNZE (1996), el contenido de alcohol para cerveza artesanal del tipo Ale debe estar entre un rango de 3.5 – 4,4 %v/v por lo que solo los tratamientos T4 (16°C Remojo + 25°C Germinado + 60°C Secado) y el T8 (25°C Remojo + 25°C germinado + 60°C Secado)son los únicos que con medias de 4.37 y 4.17 respectivamente son los que más se ajustan a los valores de grado alcohólico requeridos para esta investigación.

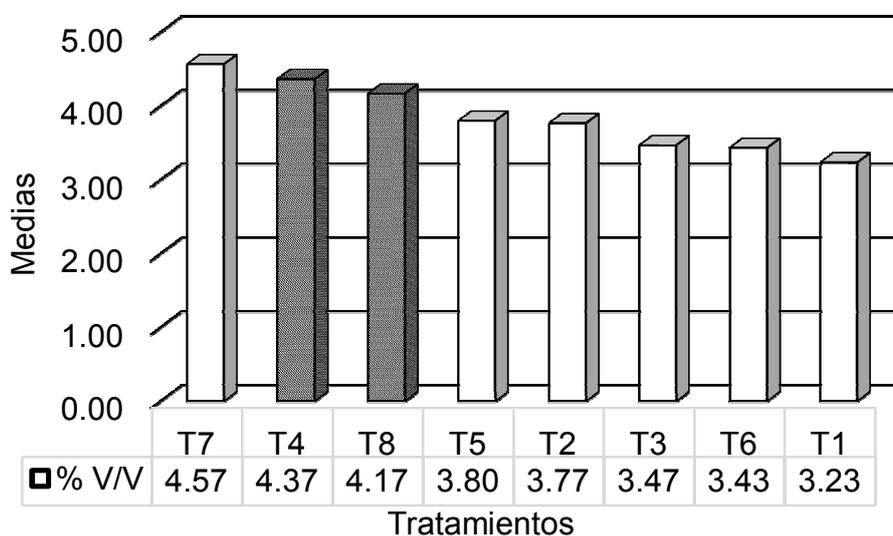


Figura 38: Comportamiento de las medias para el grado Alcohólico.

En la Figura N° 38 se puede observar que los tratamientos T4 y T8 son los que mejor se comportaron en la investigación para la variable estudiada (Grado Alcohólico). Siendo los dos considerados como los mejores con tiempos y temperaturas diferentes en cada etapa del malteado de la quinua que se muestran a continuación:

- ✓ El T4 con una temperatura de 16°C y 7 h en la fase de REMOJO. Con 25°C y 23 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 8 h en la fase de SECADO.
- ✓ El T8 con una temperatura de 25°C y 4 h en la fase de REMOJO. Con 25°C y 34 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 8 h en la fase de SECADO.

➤ **Efecto del Tiempo y Temperatura del malteado de Quinua en el AMARGOR.**

Para esta variable se tomó datos una vez finalizado las operaciones de cocción y enfriado. A continuación se presentan los valores en IBUs del Amargor resumidos en un análisis de varianza (ANOVA).

Cuadro 58: ANOVA de la variable Amargor.

F.V	G.L	SC	CM	F _o	Ft (5%)	Ft (1%)
Tratamiento	7	96.00	13.7143	18.3*	2.66	4.03
Factor A	1	8.167	8.1667	10.9*	4.49	8.53
Factor B	1	8.167	8.1667	10.9*	4.49	8.53
Factor C	1	13.500	13.5000	18.0*	4.49	8.53
Int. AxB	1	42.667	42.6667	56.9*	4.49	8.53
Int. AxC	1	16.667	16.6667	22.2*	4.49	8.53
Int. BxC	1	2.667	2.6667	3.6 ^{NS}	4.49	8.53
Int. AxBxC	1	4.167	4.1667	5.6*	4.49	8.53 ^{NS}
Error	16	12.000	0.7500			
Total	23	108.00				

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

En el cuadro 58 del ANOVA se determinó que existe poca significación estadística al 5% (por lo que se rechaza la H₀ y se acepta la H₁) para los tratamientos, factor A (T° remojo), factor B (T° Germinado) y factor C (T° Secado), y las interacciones AxB, AxC y AxBxC sobre el amargor de la cerveza. Aunque para el 1% del nivel de confianza no hubo diferencia significativa para la interacciónAxBxC. Por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para determinar que tratamientos difieren entre si y quiénes no a un 5% del nivel de confianza.

Cuadro 59: Prueba Tukey al 5% para el Amargor de la cerveza artesanal.

Tratamientos	Medias	Rangos
T2	38.33	A
T7	37.67	A
T8	36.00	A
T6	36.00	A
T1	35.33	A
T5	34.67	A
T4	34.67	B
T3	31.33	C

En el cuadro 59, se demuestra que con un Tukey al 5% los tratamientos T2, T7, T8, T6, T1, T5 y T4 a excepción del T3 son estadísticamente iguales sin embargo solo el tratamiento T4 (16°C Remojo + 25°C Germinado + 60°C Secado) y el T5 (25°C Remojo + 16°C Germinado + 50°C Secado) ambos con medias de 34.67 son los que más se ajustaron al valor requerido para esta investigación, basados en estudios realizados por Cerveceros Artesanales del Perú, 2017 (CAP) y Meback (2012) quienes dicen que el rango de amargor de una cerveza Artesanal tipo Pilsener debe estar entre un rango de 32 - 35 IBUs.

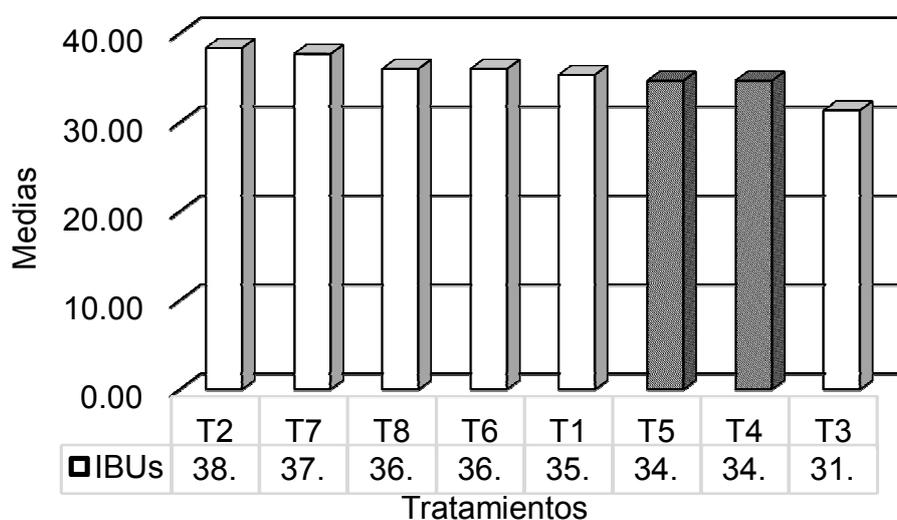


Figura 39: Comportamiento de las medias para el Amargor.

En la Figura N° 39 se puede observar los tratamientos T4 y T5 son los que mejor se comportaron en la investigación para la variable estudiada (Amargor). Siendo los dos considerados como los mejores con tiempos y temperaturas diferentes en cada etapa del malteado de la quinua que se muestran a continuación:

- ✓ El T4 con una temperatura de 16°C y 7 h en la fase de REMOJO. Con 25°C y 23 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 8 h en la fase de SECADO.

- ✓ El T5 con una temperatura de 25°C y 4 h en la fase de REMOJO. Con 16°C y 66 h en la fase de GERMINADO y por último con 50°C y un tiempo de 10 h en la fase de SECADO.

➤ **Efecto del Tiempo y Temperatura del malteado de Quinoa en el COLOR.**

Para esta variable se tomó datos una vez finalizado las operaciones de fermentación y maduración. A continuación se presentan los valores en °EBC del Color resumidos en un análisis de varianza (ANOVA).

Cuadro 60: ANOVA de la variable Color.

F.V	G.L	SC	CM	F _o	Ft (5%)	Ft (1%)
Tratamiento	7	442.74	63.2490	1668.1**	2.66	4.03
Factor A	1	31.054	31.0537	819.0**	4.49	8.53
Factor B	1	386.404	386.4037	10190.9**	4.49	8.53
Factor C	1	14.570	14.5704	384.3**	4.49	8.53
Int. AxB	1	5.900	5.9004	155.6**	4.49	8.53
Int. AxC	1	0.510	0.5104	13.5*	4.49	8.53
Int. BxC	1	0.220	0.2204	5.8*	4.49	8.53 ^{NS}
Int. AxBxC	1	4.084	4.0837	107.7**	4.49	8.53
Error	16	0.607	0.0379			
Total	23	443.35				

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

En el cuadro 60 del ANOVA se determinó que existe alta significación estadística al 5% (por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1) para los tratamientos, factor A (T° remojo), factor B (T° Germinado) y factor C (T° Secado), y las interacciones AxB, AxC, BxC y AxBxC sobre el color de la cerveza. Aunque para el 1% del nivel de confianza no hubo diferencia significativa para la interacción BxC. Por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para determinar que tratamientos difieren entre si y quiénes no al 5% del nivel de confianza.

Cuadro 61: Prueba Tukey al 5% para el Color de la cerveza artesanal.

Tratamientos	Medias	Rangos
T8	25.10	A
T4	24.93	A
T7	24.47	B
T3	22.07	C
T6	18.70	D
T5	16.80	E
T2	14.90	F
T1	14.07	G

En el cuadro 61, se demuestra que con un Tukey al 5% los tratamientos T8, T4 y T7 son estadísticamente iguales y diferentes a las demás y que con medias de 25.10, 24.93 y 24.47 se ajustan al valor requerido para esta investigación siendo considerados los tres como los mejores tratamientos, basados en estudios realizados por Mosher (2015) quien dice que para que una cerveza artesanal se considere Roja o RED esta debe estar entre un rango de 24 – 30 °EBC. Al tiempo que considera que colores por debajo de 24 °EBC son catalogadas como cervezas doradas o rubias.

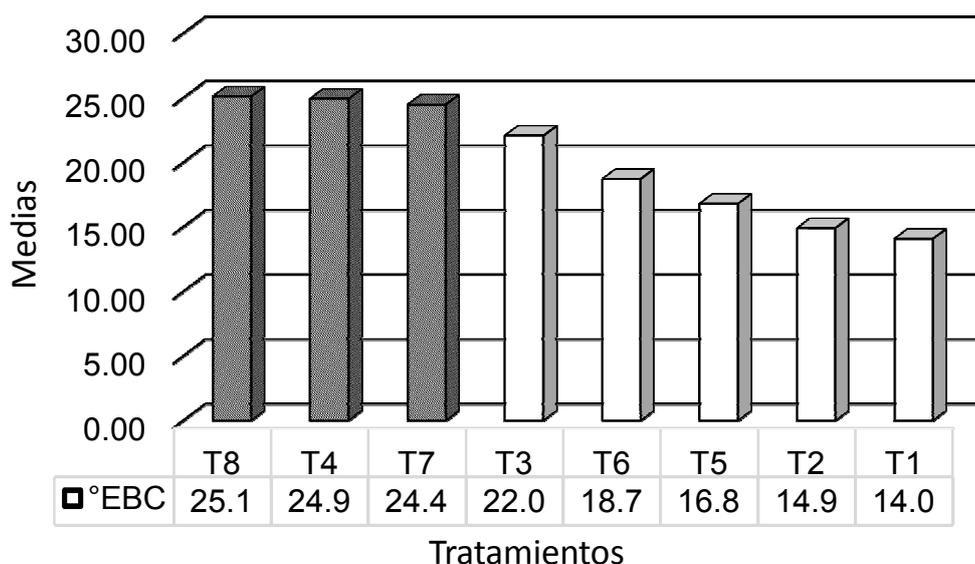


Figura 40: Comportamiento de las medias para el Color.

En la Figura N° 40 se puede observar que los tratamientos T8, T4 y T7 son los que mejor se comportaron en la investigación para la variable estudiada (Color). Siendo los tres considerados como los mejores con tiempos y temperaturas diferentes en cada etapa del malteado de la quinua que se muestran a continuación:

- ✓ El T8 con una temperatura de 25°C y 4 h en la fase de REMOJO. Con 25°C y 34 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 8 h en la fase de SECADO.

- ✓ El T4 con una temperatura de 16°C y 7 h en la fase de REMOJO. Con 25°C y 23 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 8 h en la fase de SECADO.

- ✓ El T7 con una temperatura de 25°C y 4 h en la fase de REMOJO. Con 25°C y 35 h en la fase de GERMINADO y por último con 50°C y 9 h en la fase de SECADO.

➤ **Efecto del Tiempo y Temperatura del malteado de Quinua en la CAPACIDADESPUMANTE.**

Para esta variable se tomó datos a los 15 días después de haber sido envasada la cerveza. A continuación se presentan los valores en % de la capacidadde espuma resumidos en un análisis de varianza (ANOVA).

Cuadro 62: ANOVA de la variable Capacidad Espumante.

F.V	G.L	SC	CM	F _o	Ft (5%)	Ft (1%)
Tratamiento	7	3011.29	430.1845	74.3**	2.66	4.03
Factor A	1	84.375	84.3750	14.6*	4.49	8.53
Factor B	1	176.042	176.0417	30.4*	4.49	8.53
Factor C	1	2035.042	2035.0417	351.4**	4.49	8.53
Int. AxB	1	222.042	222.0417	38.3*	4.49	8.53
Int. AxC	1	301.042	301.0417	52.0*	4.49	8.53
Int. BxC	1	84.375	84.3750	14.6*	4.49	8.53
Int. AxBxC	1	108.375	108.3750	18.7*	4.49	8.53
Error	16	92.667	5.7917			
Total	23	3103.96				

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

En el cuadro 62 del ANOVA se determinó que existe poca significación estadística al 5% y al 1% (por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 concluyendo que hay tratamientos que difieren entre ellos) para los tratamientos, factor A (T° remojo), factor B (T° Germinado) y factor C (T° Secado), y las interacciones AxB, AxC, BxC y AxBxC sobre la capacidad espumante de la cerveza. Por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para determinar que tratamientos difieren entre si y quiénes no al 5% del nivel de confianza.

Cuadro 63: Prueba de Tukey al 5% para la capacidad espumante de la cerveza artesanal.

Tratamientos	Medias	Rangos
T4	64.67	A
T6	59.67	B
T2	52.67	C
T8	51.00	C
T7	47.67	D
T5	40.33	E
T3	38.67	F
T1	27.67	G

En el cuadro 63, se demuestra que con un Tukey al 5% los tratamientos T4, T6, T2 y T8 son estadísticamente iguales y diferentes a las demás con medias de 64.67, 59.67, 52.67 y 51. Aunque según estudios realizados por Wallin y otros (2010) dice que la capacidad espumante de una cerveza debe estar entre un rango de 55 – 75%. Dicho esto solo los tratamientos T6 (25°C Remojo + 16°C Germinado + 60°C Secado) y el T4 (16°C Remojo + 25°C Germinado + 60°C) son considerados como los mejores tratamientos.

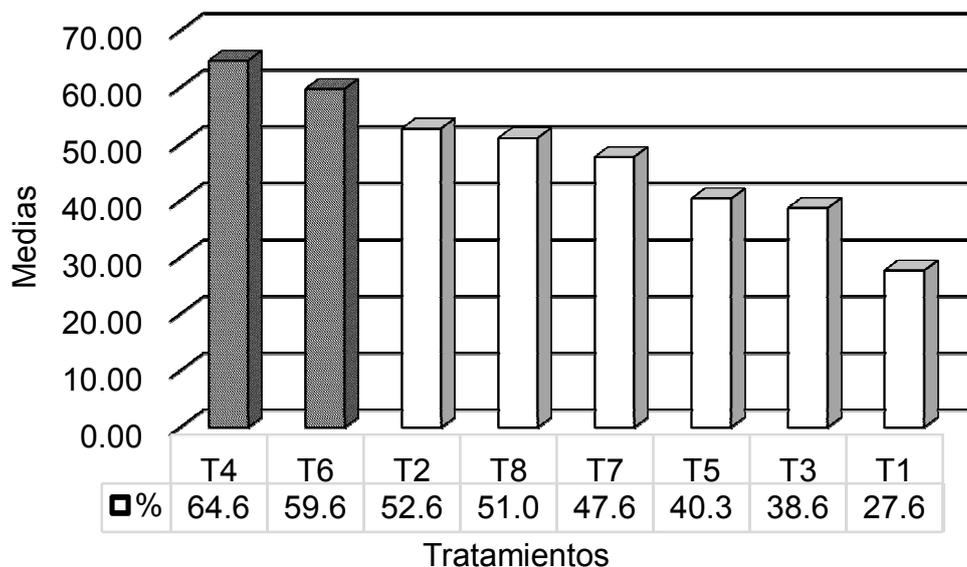


Figura 41: Comportamiento de las medias para la Capacidad Espumante.

En la Figura N° 41 se puede observar que los tratamientos T4 y T6 son los que mejor se comportaron en la investigación para la variable estudiada (Capacidad Espumante). Siendo los dos considerados como los mejores con tiempos y temperaturas diferentes en cada etapa del malteado de la quinua que se muestran a continuación:

- ✓ El T4 con una temperatura de 16°C y 7 h en la fase de REMOJO. Con 25°C y 23 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 8 h en la fase de SECADO.

- ✓ El T6 con una temperatura de 25°C y 4 h en la fase de REMOJO. Con 16°C y 66 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 9 h en la fase de SECADO.

➤ **Efecto del Tiempo y Temperatura del malteado de Quinua en la ESTABILIDAD ESPUMANTE.**

Para esta variable se tomó datos una vez finalizado las operaciones de fermentación y maduración. A continuación se presentan los valores en segundos (s) de la estabilidad espumante resumidos en un análisis de varianza (ANOVA).

Cuadro 64: ANOVA de la variable Estabilidad Espumante.

F.V	G.L	SC	CM	F _o	Ft (5%)	Ft (1%)
Tratamiento	7	50233.33	7176.1905	275.6**	2.66	4.03
Factor A	1	1666.667	1666.6667	64.0**	4.49	8.53
Factor B	1	8437.500	8437.5000	324.0**	4.49	8.53
Factor C	1	11704.167	11704.1667	449.4**	4.49	8.53
Int. AxB	1	23437.500	23437.5000	900.0**	4.49	8.53
Int. AxC	1	704.167	704.1667	27.0*	4.49	8.53
Int. BxC	1	16.667	16.6667	0.6 ^{NS}	4.49	8.53
Int. AxBxC	1	4266.667	4266.6667	163.8**	4.49	8.53
Error	16	416.667	26.0417			
Total	23	50650.00				

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

En el cuadro 64 del ANOVA se determinó que existe alta significación estadística al 5% y al 1% (por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1) para los tratamientos, factor A (T° remojo), factor B (T° Germinado) y factor C (T° Secado), y las interacciones AxB, AxC y AxBxC sobre la estabilidad espumante de la cerveza, excepto para la interacción BxC que representan a la T° de Germinado y T° de Secado en donde no existe diferencia significativa. Por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para determinar que tratamientos difieren entre si y quiénes no al 5% del nivel de confianza.

Cuadro 65: Prueba Tukey al 5% para la Estabilidad Espumante de la cerveza artesanal.

Tratamientos	Medias	Rangos
T4	288.33	A
T6	255.00	B
T8	205.00	C
T3	205.00	C
T7	196.67	C
T5	196.67	D
T2	160.00	E
T1	133.33	F

En el cuadro 65, se demuestra que con un Tukey al 5% los tratamientos T4 y T6 son estadísticamente iguales y diferentes a las demás y que con medias de 288.33 y 255 presentaron un mayor tiempo de estabilidad espumante sin embargo según lo dicho por Alfaro S, (2015) el tiempo de espuma de una buena cerveza de calidad debe estar entre un rango de 210 – 280 segundos. Dicho esto solo el tratamiento T4 es considerada la mejor de ambos tratamientos por tener uno de los mayores tiempos y otro por estar dentro del rango establecido por Alfaro S (2015).

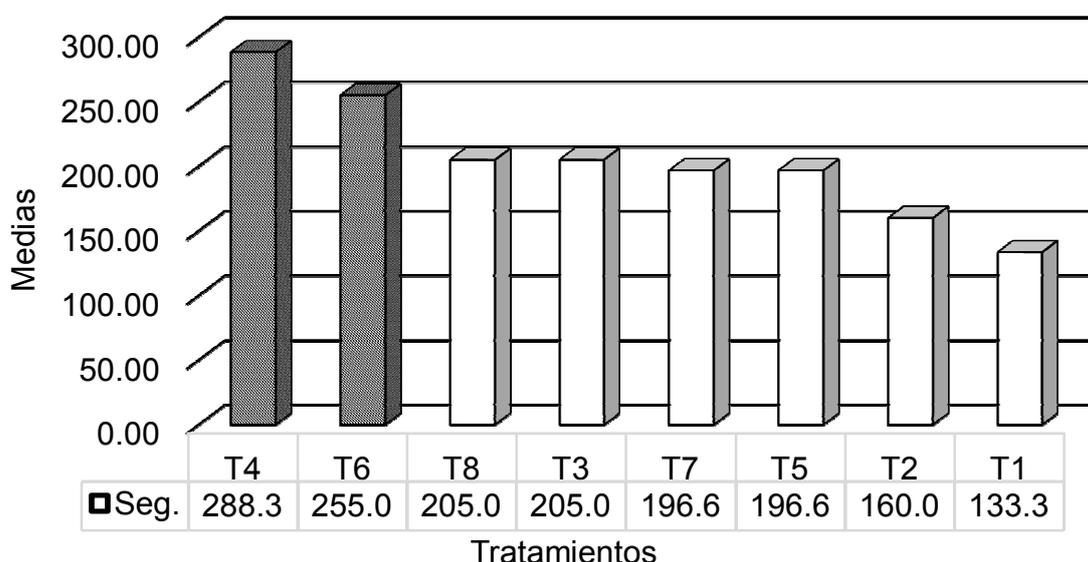


Figura 42: Comportamiento de las medias para la Estabilidad Espumante.

En la Figura N° 42 se puede observar que los tratamientos T4 y T6 son los que mejor se comportaron en la investigación para la variable estudiada (Estabilidad Espumante). Siendo solo el T4 considerado como el mejor con tiempos y temperaturas diferentes en cada etapa del malteado de la quinua que se muestran a continuación:

- ✓ El T4 con una temperatura de 16°C y 7 h en la fase de REMOJO. Con 25°C y 23 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 8 h en la fase de SECADO.

- ✓ El T6 con una temperatura de 25°C y 4 h en la fase de REMOJO. Con 16°C y 66 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 9 h en la fase de SECADO.

➤ **Efecto del Tiempo y Temperatura del malteado de Quinua en el pH final.**

Para esta variable se tomó datos a los 15 después de haberse envasado la cerveza. A continuación se presentan los valores de pH resumidos en un análisis de varianza (ANOVA).

Cuadro 66: ANOVA de la variable, pH.

F.V	G.L	SC	CM	F _o	Ft (5%)	Ft (1%)
Tratamiento	7	1.26	0.1796	153.9**	2.66	4.03
Factor A	1	0.022	0.0222	19.0*	4.49	8.53
Factor B	1	0.165	0.1650	141.4**	4.49	8.53
Factor C	1	0.001	0.0007	0.6 ^{NS}	4.49	8.53
Int. AxB	1	0.378	0.3775	323.6**	4.49	8.53
Int. AxC	1	0.000	0.0001	0.1 ^{NS}	4.49	8.53
Int. BxC	1	0.081	0.0805	69.0**	4.49	8.53
Int. AxBxC	1	0.611	0.6112	523.9**	4.49	8.53
Error	16	0.019	0.0012			
Total	23	1.28				

**· Altamente significativo

*· Significativo

NS: No significativo

En el cuadro 66 del ANOVA se determinó que existe alta significación estadística al 5% y al 1% (por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1) para los tratamientos, factor A (T° remojo) y factor B (T° Germinado) y las interacciones AxB, BxC y AxBxC sobre el pH de la cerveza, excepto para el factor C (T° de Secado) y la interacción AxC que representa a la T° de Remojo y T° de Secado en donde no existen diferencias significativas. Por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para determinar que tratamientos difieren entre si y quiénes no al 5% del nivel de confianza.

Cuadro 67: Prueba Tukey al 5% para el pH de la cerveza artesanal.

Tratamientos	Medias	Rangos
T4	4.44	A
T6	4.33	B
T7	4.23	C
T3	4.23	D
T1	4.01	E
T5	3.88	F
T2	3.82	F
T8	3.81	G

En el cuadro 67, se demuestra que con un Tukey al 5% los tratamientos T4, T6, T5 y T2 son estadísticamente iguales y diferentes a las demás cuyas medias son de 4.44, 4.33, 3.88 y 3.82. De todas estas medias los tratamientos T4 y T6 son las que más se ajustan al valor requerido para esta investigación según lo dicho por Kunze (1996) quien dice que el pH de una cerveza artesanal Ale de buena calidad debe estar entre un rango de 4.2 – 4.4. Dicho esto se consideran los tratamientos T4 y T6 como los mejores por haber obtenido los valores más altos y por encontrarse dentro del rango establecido por el mencionado autor.

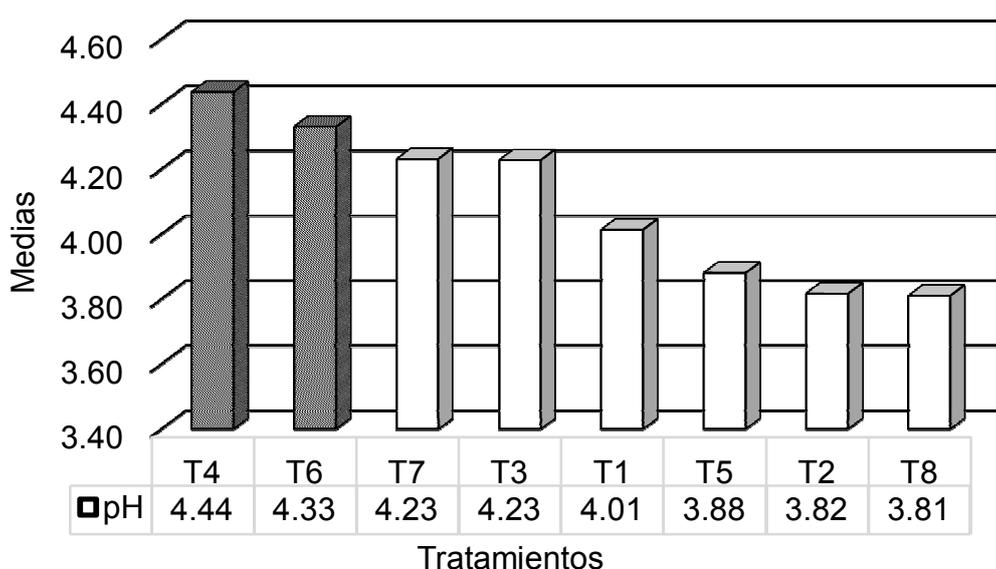


Figura 43: Comportamiento de las medias para el pH

En la Figura N° 43 se puede observar que los tratamientos T4 y T6 son los que mejor se comportaron en la investigación para la variable estudiada (pH). Siendo los dos considerados como los mejores con tiempos y temperaturas diferentes en cada etapa del malteado de la quinua que se muestran a continuación:

- ✓ T4 con una temperatura de 16°C y 7 h en la fase de REMOJO. Con 25°C y 23 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 8 h en la fase de SECADO.

- ✓ El T6 con una temperatura de 25°C y 4 h en la fase de REMOJO. Con 16°C y 66 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 9 h en la fase de SECADO.

➤ **Efecto del Tiempo y Temperatura del malteado de Quinoa en la ACEPTABILIDAD GENERAL de la Cerveza.**

Para este atributo se tomó datos una vez finalizado la elaboración de cerveza y la respectiva catación con personas entrenadas y especialistas en el conocimiento de la Cerveza. A continuación se presentan los valores del puntaje de aceptabilidad de la cerveza resumidos en un análisis de varianza (ANOVA).

Cuadro 68: ANOVA de la Aceptabilidad General.

F.V	G.L	SC	CM	F _o	Ft (5%)	Ft (1%)
Tratamiento	7	64.18	9.1679	9.4*	2.66	4.03
Factor A	1	15.625	15.6250	16.0*	4.49	8.53
Factor B	1	1.225	1.2250	1.3 ^{NS}	4.49	8.53
Factor C	1	21.025	21.0250	21.6*	4.49	8.53
Int. AxB	1	21.025	21.0250	21.6*	4.49	8.53
Int. AxC	1	2.025	2.0250	2.1 ^{NS}	4.49	8.53
Int. BxC	1	0.225	0.2250	0.2 ^{NS}	4.49	8.53
Int. AxBxC	1	3.025	3.0250	3.1 ^{NS}	4.49	8.53
Error	32	31.200	0.9750			
Total	39	95.38				

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

En el cuadro 68 del ANOVA se determinó que existe significación estadística al 5% y al 1% (por lo que se rechaza la H₀ y se acepta la H₁) solo para el caso de los tratamientos, factor A (T° Remojo), factor C (T° Secado) y la interacción AxB sobre la aceptabilidad general en el análisis sensorial de la cerveza. Por lo tanto los factores B (T° de Germinado) y las interacciones BxC, AxC y AxBxCes en donde no existen diferencias significativas y por lo tanto se acepta la H₀ se rechaza la H₁. Por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para determinar que tratamientos difieren entre si y quiénes no al 5% del nivel de confianza.

Cuadro 69: Prueba Tukey al 5% para la aceptabilidad general en el análisis sensorial de la cerveza artesanal.

Tratamientos	Medias	Rangos
T4	7.60	A
T6	6.60	A
T3	6.20	A
T2	5.40	A
T8	4.80	A
T1	4.80	A
T5	4.00	A
T7	3.60	A

En el cuadro 69, se demuestra que con un Tukey al 5% todos los tratamientos son estadísticamente iguales. Aunque según Sernac (2002) en su cuadro de aceptabilidad los tratamientos T4, T6 y T3 son las que más se ajustan al valor requerido para esta investigación ya que sus medias se encuentran por encima del puntaje 5.45 entrando de esta manera en la zona de aceptación correspondiente a la aceptabilidad general de la cerveza.

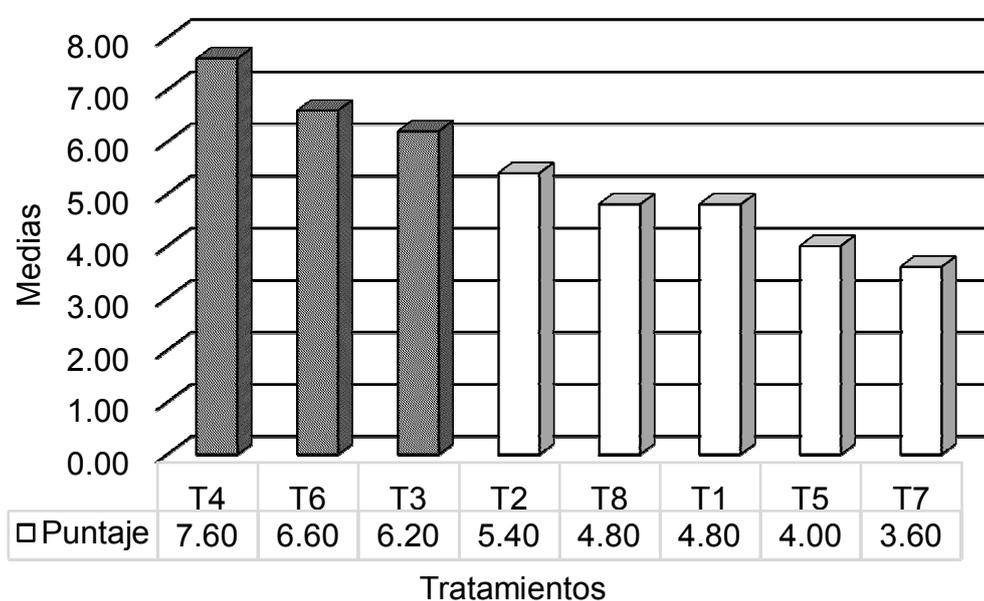


Figura 44: Comportamiento de las medias para la aceptabilidad general de la cerveza artesanal.

En la Figura N° 44 se puede observar que los tratamientos T4, T6 y T3 son los que mejor se comportaron en la investigación para la variable estudiada (Aceptabilidad general). Aunque el tratamiento T4 es considerado como el mejor por obtener la media más alta con un valor de 7.6 y con tiempos y temperaturas diferentes en cada etapa del malteado de la quinua que se muestran a continuación:

- ✓ El T4 con una temperatura de 16°C y 7 h en la fase de REMOJO. Con 25°C y 23 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 8 h en la fase de SECADO.

- ✓ El T6 con una temperatura de 25°C y 4 h en la fase de REMOJO. Con 16°C y 66 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 9 h en la fase de SECADO.

- ✓ El T3 con una temperatura de 16°C y 7 h en la fase de REMOJO. Con 25°C y 21 h en la fase de GERMINADO y por último con 60°C y un tiempo de 9 h en la fase de SECADO.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

5.1. General

- ✓ La elaboración de la cerveza artesanal, a partir de la influencia de granos de quinua orgánica con un previo malteado a temperaturas de 16°C y 25°C con tiempos diferentes para cada etapa (remojo, germinado y secado), sí es posible. Sin embargo para ello deben tenerse en cuenta una serie de consideraciones, tales como, la calidad y el tamaño de grano, % de saponinas, % de Humedad, cantidad de agua en el Remojo, tamaño de la radícula y la levadura utilizada en la fermentación, esta última, determina los parámetros fisicoquímicos y el grado de aceptabilidad general de la cerveza, el cual fue de 7,6 estando dentro de la zona de aceptación.

5.2. Para el Mateado de Quinua

- ✓ Respecto a la calidad física de la quinua se obtuvo un 96.75% de granos enteros sin presencia de infestados e infectados, un 0.93% de granos dañados considerándose de grado 1 y un 1.75% de materias extrañas por lo que al grano de quinua se consideró como quinua dulce de grado 2 con una humedad inicial adecuada para el malteado de $11.35\% \pm 0.35$.
- ✓ Las condiciones óptimas de tiempo y temperatura (niveles) para un buen malteado de quinua en la etapa de Remojo es de A₁-16°C y 7 h, para el Germinado B₂-25°C y 35 h y por último para el Secado una temperatura de C₂-60°C con 8 h.
- ✓ El mayor porcentaje de azúcares reductores (4.5%), finalizado el proceso de germinación, con un tamaño de radícula del 0.72 ± 0.005 y un poder germinativo del $95\% \pm 0.23$ lo obtuvo el tratamiento T8 (a B₂-25°C y 34 h de Germinado).

5.3. Para la Cerveza Artesanal

- ✓ El grado alcohólico presentó diferencias significativas en casi todos los tratamientos excepto en los tratamientos T4 y T8 quienes resultaron ser estadísticamente iguales y óptimos. Aunque la cerveza elaborada con el tratamiento T4; *con 16°C - 7 h de Remojo, 25°C - 23 h de Germinado y 60°C - 8h de Secado en el malteado de la quinua*; resultó ser el que mayor porcentaje de grado alcohólico presentó (°GL = 4.4 %v/v).
- ✓ Respecto al Amargor todos los tratamientos a excepción del T3 fueron óptimas en la elaboración de cerveza, siendo estadísticamente iguales. Sin embargo el tratamiento T4; *con 16°C - 7 h de Remojo, 25°C - 23 h de Germinado, 60°C - 8h de Secado*; y el tratamiento T5; *con 25°C - 4 h de Remojo, 25°C - 66 h de Germinado, 50°C - 10 h de Secado*; presentaron el amargor más óptimo (34.67 IBUs).
- ✓ Para el Color solo los tratamientos T8, T4 y T7 resultaron estadísticamente iguales. Siendo el tratamiento T8; *con 25°C - 4 h de Remojo, 25°C - 35 h de Germinado y 60°C - 8h de Secado del malteado de quinua*; quien presentó una mayor y óptima tonalidad de color rojo (RED) complementado con malta caramelo acorde al proyecto de investigación (Color = 25.10 °EBC).
- ✓ Se evaluó que los tratamientos T4 y T6 son estadísticamente iguales respecto a la capacidad y estabilidad espumante de la cerveza. Siendo de los dos el tratamiento T4; *con 16°C - 7 h de Remojo, 25°C - 23 h de Germinado, 60°C - 8h de Secado*; el más óptimo y adecuado presentando la mayor capacidad (65%) y estabilidad espumante (288 segundos) de la Cerveza Artesanal.
- ✓ El pH final fue óptimo solo para los tratamientos T4 y T6. La cerveza elaborada con el T4; *con 16°C - 7 h de Remojo, 25°C - 23 h de Germinado y 60°C - 8h de Secado en el malteado de la quinua*; resultó tener la mejor acidez (pH final = 4.44).

- ✓ La mayor aceptabilidad general se obtuvo del tratamiento T4; con 16°C - 7 h de Remojo, 25°C - 23 h de Germinado y 60°C - 8h de Secado en el malteado de la quinua; con 7.6 de puntaje (zona de aceptación) por parte de catadores entrenados quienes evaluaron que este tratamiento presentó un buen Color (8.0), Sabor (6.4), Aroma (6.8) y Espuma (8.0), las 4 características sensoriales principales y más importantes de una cerveza.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda utilizar el mejor tratamiento T8 (con una temperatura de A2-25°C y 4 h en la fase de REMOJO. Con B2-25°C y 34 h en la fase de GERMINADO y por último con C2-60°C y 8 h en el SECADO) cuando se trate de obtener un buen % de azúcares reductores.
- ✓ Se recomienda utilizar el mejor tratamiento T4 (con una temperatura de A1-16°C y 7 h en la fase de REMOJO. Con B2-25°C y 23 h en la fase de GERMINADO y por último con C2-60°C y 8 h en el SECADO) cuando se trate de obtener una buena calidad de cerveza artesanal con relación a las características fisicoquímicas como el pH, grado alcohólico, amargor, color y nivel de espuma.
- ✓ La mezcla más recomendable para un buen color Rojo entre 24 – 30 unidades de °EBC de la cerveza artesanal acorde al proyecto de investigación es de 55% de Malta base, 20% de Malta caramelo y 25% de malta de quinua.
- ✓ No se recomienda el uso de alcoholes, agentes edulcorantes y saborizantes artificiales o sustitutos de lúpulo ya que afectan las características organolépticas y dejaría de llamarse cerveza artesanal.
- ✓ Utilizar la técnica empleada en esta investigación para elaborar otros estilos de cerveza artesanal como: rojizas, negras, ahumadas, porter.
- ✓ Se recomienda para un nuevo estudio, trabajar con otro tipo de materias primas que contengan almidón y puedan ser transformadas en azúcares fermentables para la elaboración de este tipo de bebidas.
- ✓ Es recomendable utilizar como alimento de animales, el bagazo de malta sobrante de la maceración.
- ✓ Realizar una prueba sensorial específica para la cerveza, con un panel de jueces entrenados.

CAPÍTULO VII: REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Casas, N., Salgado, Y., Moncayo, D., Cote, S. (2016). Efecto del Proceso de Malteado en la Calidad y Estabilidad de una Bebida de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) y Mango (*Mangifera indica*). *Agroindustrial Science*, 6 (N° 54A - 10), 77 – 83.

Velasco, M. (2007). *Proyecto para la Elaboración de una Bebida Nutritiva a partir del Malteado de quinoa (Chenopodium quinoa)* (Tesis de Pre-grado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.

Cangas, H., Domínguez, F., Herrera, C. (2006). *Planta elaboradora de Cerveza Artesanal*. Universidad Nacional de la Pampa. Buenos Aires, Argentina.

Rodríguez, W. (2015). *Efecto de la sustitución de cebada (Hordeum vulgare) por quinoa (Chenopodium quinoa) y del pH inicial de maceración en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una cerveza tipo ale*. Universidad privada Antenor Orrego, Ciencias Agrarias, Trujillo, Perú.

Alvarez, Y. (2012). *Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas, una a base de quinoa malteada y la otra a base de quinoa sin maltear (Chenopodium quinoa)*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tacna, Perú.

Valenzuela, R. (2007). *Elaboración Artesanal de Cerveza orgánica de quinoa (Chenopodium quinoa)*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Santiago, Chile.

Insuasti, M & Carvajal, L. (2010). *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (Hordeum vulgare) y yuca (Manihot esculenta crantz)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

Tello, H, & Leiva, E. (2013). *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (Hordeum vulgare vulgare) y quinua (Chenopodium quinoa)*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de química Ingeniería química e ingeniería Agrodinsutrial, Lima, Perú.

Espitia, L. (2009). *Determinación de la concentración de alfa y beta amilasas comerciales en la producción de etanol a partir de almidón de cebada empleando saccharomyces cerevisiae*. Facultad de ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C, Colombia.

Barrientos, M. (2011). *Evaluación del efecto de un serpentín helicoidal sobre la relación espuma – cerveza (tipo lager) y sobre el flujo de cerveza en un dispensador de cerveza artesanal de barril*. Universidad de San Carlos. Nueva Guatemala de la Asunción, Guatemala.

Collazos, C., White, P., White, H., Viñas, E., Alvistur, E., Urquieta, E., Vásquez, J., Díaz, C., Quiroz, A., Roca, A., Hegsted, M., Bradfield, R., Herrera, N., Faching, A., Robles, N., Hernández, E& Arias, M (2009). *La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú*. Instituto Nacional de Nutrición. Lima, Perú.

Fundación Universitaria Iberoamericana (2012). *Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos*. Lima, Perú.

González, L & Muñiz, P. (2000). *Actividad antioxidante de la cerveza: estudios in vitro*. Universidad de Burgos, Burgos, España.

Mujica, A & Jacobsen, S. (2006). *La quinua (Chenopodium quinoa) y sus parientes*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Rodríguez, H. (2003). *Determinación de parámetros fisicoquímicos para la caracterización de cerveza Tipo Lager Elaborada por compañía Cervecera Kunstmann s.a.* Universidad Austral de Chile, Facultad Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.

Hough, J. (2001). *Biología de la Cerveza y de la malta*. Zaragoza, España.

Hough, J. (2002). *Biología de la Cerveza y de la malta*. Zaragoza, España.

Espinoza, N. (2016). *Estudio de las condiciones de Malteado de Maíz (Zea Mays) y quinua (Chenopodium quinoa) que favorezcan su aptitud cervecera*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional, Facultad Ingeniería química y Agroindustria, Quito, Ecuador.

Obregón, J. (2010). *Efecto de la concentración de alfa – amilasa en las características fisicoquímicas y evaluación sensorial de cerveza de maíz morado (Zea mays L.) variedad morado mejorado PMV-581*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

Baxter, E., & Hughes, P. (2001). *Cerveza, calidad, higiene y características nutricionales*. Zaragoza, Editorial Acribia. 154p.

Wallin, C., Dipietro, M., Schwarz, R., & Bamforth, C. (2010). *A comparison of the three methods for the assessment of foam stability of beer*. Journal of the Institute of Brewing. Gran Bretaña.

Suarez, M. (2013). *Cerveza: Componentes y propiedades*. Universidad de Oviedo, Facultad de Biología Alimentaria, Oviedo, España.

Mujica, A & Jacobsen, S. (2000). *La quinua (Chenopodium quinoa) y sus parientes*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Tello, H. (2017). *“Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (Hordeum vulgare vulgare) y quinua (Chenopodium quinoa)”*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de química Ingeniería química e ingeniería Agrodinsutrial, Lima, Perú.

Chamorro, D. (2012). *Elaboración de un plan de negocios para la producción de cerveza artesanal*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil Industrial. Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile.

Briggs, D., Hough, J., Stevens, R., & Young, T. (2005). *Maltin and Brewing Science*. Volume I: Malt and Sweet Wort. 2ª edición. Chapman and Hall, London. UK. 387 p.

Mosher, R. (2015). *Mastering Homebrew: The complete guide to brewing delicious beer*. 1ra edición. Chronicle Books LLC, San Francisco, CA, U.S.A., 384 pags.

Kunze W, Manger H-J.(2006). *Tecnología para cerveceros y malteros*. 1a. ed. en español. Berlín: VLB Berlín. 1075 p. ISBN: 978-3-921690-54-3.

Alfaro, S. (2015). *Experiencias en el control de calidad del proceso de producción y producto terminado de la cerveza pilsener y tropical extra en la industria cervecera*. Universitas Major Pacensis Divi Andre, La paz, Bolivia.

Bravo, M., Reyna, J., Gómez, I., Huapaya M. (2013). Estudio químico y nutricional de granos andinos germinados de quinua (*Chenopodium Quinoa*) y Kiwicha (*Amarantus Caudatus*). *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química* 16 (1): 54-60.

Colcha, M. (2013). *Elaboración y control de calidad de una bebida nutritiva a base de malteado de quinua, leche y zanahoria deshidratada*. Tesis para optar por el título de bioquímico farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Mäkinen, O., Zannini, E., Arendt, E. (2013). Germination of Oat and Quinoa and Evaluation of the Malts as Gluten Free Baking Ingredients. *Plant Foods for Human Nutrition* 68(1): 90–95.

Azul, C. (2013). *Fisiología vegetal*.

Ebling, H. (2009). *Handbook of Brewing*. Berlin, Wiley-VCH.

Egwim, D., Oloyede, B. (2006). Comparasion of alfa-amylase activity in some sprouting Nigerian Cereals. *Biokemistri*, 18(1), 15 – 20.

Garcia, F. (2010). *Germinación de Semillas*.

Castillo, M. (2002). *Industrias de Cereales y derivados*. Madrid, España.

Newhouse, R. (2013). *Montana beer: A guide to breweies in big sky country*. Charleston: American Palate.

Olusanjo, I., Ngachi, E. & Ihuma, F. (2006). Comparative studies on alpha amylases from malted maize (*Zea mays*), millet (*Eleusinecoracana*) and Sorghum (*Sorghum bicolor*). *Carbohydrate Polymers* (66); 71 – 74.

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

8.1. NTP 205.036 (1982). Quinoa y Cañihua

Prologo

- A. La elaboración de la presente Norma Técnica Nacional se realizó en una serie de reuniones ordinarios que se llevaron a cabo en los años 1970 y 1971. Luego fueron revisados en dos reuniones extraordinarias llevadas a cabo en los meses de Abril y Mayo de 1981.
- B. Las entidades que participaron en su elaboración son:
- MOLINERA SANTA ROSA
 - CONFEDERACIÓN NACIONAL AGRARIA
 - NICOLINI HNOS. S.A.
 - MINISTERIO DE AGRICULTURA
 - MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN
 - INSTITUTO DE NUTRICIÓN
 - UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
 - EMPRESA NACIONAL DE COMERCIALIZACIÓN DE INSUMOS
 - BANCO AGRARIO
 - INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROINDUSTRIALES
 - INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y PROMOCIÓN AGRARIA

1. NORMAS A CONSULTAR

ITINTEC 205.001 CEREALES. Extracción de muestras.

ITINTEC 205.002 CEREALES Y MENESTRAS. Método practico para determinar la humedad.

ITINTEC 205.029 CEREALES Y MENESTRAS. Análisis físicos.

2.OBJETO

2.1 Esta Norma define, clasifica y establece los requisitos que deben cumplir la quinua y cañihua para su comercialización.

3.DEFINICIONES

3.1 Quinua: Grano procedente de la especie *Chenopodium quinoa*, caracterizada por estar cubierta por un producto amargo denominado saponina.

3.1.1 Quinua real: Grano procedente de la especie *Amaranthus adulis*, caracterizado por la ausencia de saponina. Se le llama también quinua dulce o trigo inca.

3.1.2 Cañihua: Grano procedente de la especie *Chenopodium Cañihua* (*Chenopodium paullidivaule*, Allem).

3.2 Grado: Valor que se le asigna a un conjunto de granos. Se obtiene evaluando los requisitos que definen la calidad del conjunto y que se especifican en la Tabla 1.

3.3 Grado muestra: Conjunto de granos que no cumple con los requisitos especificados en la presente Norma Técnica.

3.4 Grano dañado: Grano o pedazo de grano que aparece evidentemente alterado en su color, olor, apariencia o estructura como consecuencia del secamiento inadecuado, exceso de humedad, inmadurez, ataques de insectos, hongos, germinación o cualquier otra causa.

3.4.1 Grano dañado por calor: Grano o pedazo de grano que ha cambiado notoriamente de color, como consecuencia de cuto calentamiento o secamiento inadecuado.

3.4.2 Grano infestado: Aquel que presenta insectos vivos, muertos u otras plagas dañinas al grano en cualquiera de los estados biológicos (huevo, larva, pupa o adulto).

3.4.3 Grano infectado: Aquel grano o pedazo de grano que muestra parcial o totalmente la presencia de hongos (mohos o levaduras).

3.5 Grano investido: Grano que conserva adherida la gluma.

3.6 Materia extraña: Comprende todo material diferente al grano de quinua o cañihua como arena, piedras, terrones de cualquier tamaño, cortezas, pedazos de tallo, hojas, panojas y malezas en general.

3.7 Variedad: Conjunto de granos que perteneciendo a la misma especie botánica tienen características definidas y similares.

3.8 Variedades contrastantes: Granos de quinua o cañihua que por su aspecto, color, tamaño, forma, sabor y olor diferente de la variedad que se considera.

4. CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

4.1 Clasificación:

4.1.1 Por su contenido de saponina la quinua se clasificara en:

a) Quinua amarga: Comprende a las variedades de quinua amarga o con saponina.

b) Quinua dulce: Comprende a las variedades de quinua dulce, libre de saponina.

c) Quinua lavada: Comprende a las variedades de quinua amarga sometida a proceso de lavado para despojarla de la saponina.

4.1.2 Por su grado

La quinua y la cañihua se clasificaran en tres grados de acuerdo con los requisitos indicados en la Tabla 1.

4.2 Designación:

4.2.1 La quinua se designará por su nombre, por su contenido de saponina y por su grado, ejemplo: Quinua amarga Grado 1.

4.2.2 La cañihua se designará por su nombre y por su grado, ejemplo: Cañihua Grado1.

5. REQUISITOS

5.1 El grado será determinado por el valor del componente cuyo porcentaje corresponda a la mayor tolerancia de la Tabla1.

5.2 El contenido de humedad del grano no se excederá del 14,5%.

5.3 No se aceptará entre los grados 1, 2 y 3, quinua y cañihua con olores objetables, con residuos de materiales tóxicos o que estén infectados o infestados.

5.4 La quinua o cañihua que no cumpla los requisitos especificados en esta Norma o que por cualquier otra causa sea de calidad evidentemente inferior se considera no clasificada y se comercializara por convenio entre las partes.

TABLA 1
Requisitos que deben cumplir la Quinua y Cañihua

Grado	Porcentajes máximos en masa			
	Variedades contrastantes	Granos dañados		Materias extrañas
		Total	Dañados por calor	
1	3%	2,0%	0,2%	1,5%
2	5%	4,0%	0,4%	3,0%
3	8%	6,0%	0,8%	4,5%

Fuente: ITINTEC, Normal Técnica Nacional N° 205.036, Perú, 1982.

6. INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

6.1 La extracción de muestras y recepción se realizaran de acuerdo a la Norma ITINTEC 205.001.

7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Determinación de humedad: Se determina de acuerdo con lo indicado en la Norma ITINTEC 205.002.

7.2 Determinación de los Análisis Físicos: Se determina de acuerdo con lo indicado en la Norma ITINTEC 205.029.

8. ENVASE Y ROTULADO

8.1 Envase: La quinua o cañihua deberá comercializarse en envases adecuados que permitan, mantener sus características y su muestreo e inspección, y que eviten pérdidas del producto en condiciones normales de manipuleo y transporte.

8.2 Rotulado: En el rotulo deberán incluirse las siguientes indicaciones básicas.

8.2.1 Procedencia.

8.2.2 Nombre y marca del productor o vendedor.

8.2.3 Designación de acuerdo con lo indicado en el numeral 4.2.

8.2.4 Contenido en kilogramos.

8.2.5 Indicaciones sobre los tratamientos efectuados contra plagas dañinas al grano.

8.2.6 Año de cosecha.

8.2.7 Las inspecciones del rotulo deberán hacerse en los envases, en una tarjeta unida a los mismos, en la planilla de remisión o en la documentación comercial correspondiente, en forma legible; redactados en español o en otro idioma, si las necesidades de comercialización así lo requieran y, puestas de tal forma que no desaparezcan bajo condiciones normales de almacenamiento y transporte.

8.2. Método DNS para determinación de Azúcares reductores por Espectrofotometría UV.

I. FUNDAMENTO

La determinación cuantitativa de los monosacáridos se realiza, frecuentemente basándose en su oxidación en solución alcalina mediante Cu^{2+} , Ag^+ , o ferrocianuro, originándose una mezcla de azúcares ácidos. En otras palabras los monosacáridos pueden reducir a los compuestos mencionados por lo que reciben el nombre de azúcares reductores. Se basa en que los azúcares reductores reaccionan con el 3,5 ácido dinitrosalicílico en solución alcalina, formando compuestos nitroaminados coloridos. La prueba positiva de un color rojo – marrón. La coloración se mide con un espectrofotómetro para mediciones cuantitativas a 540 nm. Esta prueba funciona para la glucosa y otros azúcares reductores, en este caso nos concentramos en la glucosa. Esta técnica tiene la ventaja de ser un método preciso y rápido en comparación con los que utilizan derivados fenólicos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Reactivos

A) Reactivo DNS

- ✓ Tartrato de Sodio y Potasio
- ✓ Hidróxido de Sodio
- ✓ Metabisulfito de Sodio
- ✓ Reactivo DNS

Preparación del Reactivo DNS:

Se mezcla y disuelve en 250 ml. de agua destilada 8 gr. De NaOH y 15 gr. de tartrato de Sodio y Potasio. Posteriormente se agregan 5 gr.

de Acido 3,5 dinotrasalicilico bajo calentamiento. Se aforan a 500 ml con agua destilada y se almacenan a temperatura ambiente protegiéndolo de la luz.

B) Utilizar un estándar de 1.0 mg/ml. de glucosa, realizar las diluciones para obtener concentraciones de 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1.0, Realizar una curva patrón de glucosa.

C) Análisis de Muestra

Diluir 1 ml. de cada muestra en 100ml. de agua destilada en una probeta, luego extraer 1 ml de esta solución en un tubo de ensayo adicionando un 1ml. de la solución DNS, agitar y llevar luego a ebullición por 10 min. Enfriar rápidamente y agregar 10 ml. (o 5 ml.) de agua destilada con previa agitación.

Llevar la muestra al espectrofotómetro a 540 nm y leer su absorbancia. Con este dato encontrado insertamos en la curva de calibración previamente construida y el resultado se lee como gramo de glucosa.

Cálculos

1. Graficar los datos de la curva patrón colocando en el eje de las abscisas la cantidad de azúcares reductores en mg./ml. y en las ordenadas la absorbancia a 540 nm. Calcular la pendiente ajustando la ordenada a cero.

2. Con el valor de la pendiente calcular la cantidad de azúcares reductores para cada tiempo en la muestras:

$$Y = mx + b \quad X = (y - b)/m$$

Azúcares reductores mg./ml. = (Abs de la muestra/pendiente) x dil.

Tomar en cuenta la dilución para cada muestra.

8.3. Pruebas Iniciales de la Elaboración de Cerveza Artesanal Red Alé utilizando solo Malta base y Malta caramelo.

Los insumos y materiales se compraron de la empresa MINICERVECERIA PERU proveniente de Lima. La comunicación para el envío fue vía Hotmail al correo **venta@corporaciondetomas.com** y la venta se hizo en efectivo a la cuenta: Industrias de tomas: 19332393040041(BCP).

La fecha de elaboración comenzó en setiembre del 2015 hasta Abril del 2016. Durante este tiempo se elaboraron diferentes formulaciones de cerveza para poder determinar los porcentajes exactos de Malta Base Pilsen y Malta caramelo. El objetivo fue buscar las características adecuadas de una cerveza Red Alé de calidad como por ejemplo un buen color rojo, un buen nivel de grado alcohólico, entre otros.

INFORME ELABORACIÓN CERVEZA RED ALE ESTÁNDAR

Cerveza: Red Ale
Tipo: Export Scottish Ale
Cantidad: 5 litros
Fecha: 28/10/2015
Tiempo macerado: 90 minutos
T° de inoculación: 21°C (2:40 pm)
T° Fermentación: 16°C
Densidad inicial: 1054
Densidad final al carbonatar: 1011
Grado alcohólico al carbonatar: 5.6%
Color al carbonatar: SMR 37
pH: 3.8

INGREDIENTES:

- Agua filtrada 8L

- Malta base Pilsen 1.25 kg
- Malta caramelo 0.4 kg
- Lúpulo Simcoe 11% AA 25g (15.5g; 5g; 2.5g – 60'; 30'; 0')
- Levadura US-05 2.875g

PROCEDIMIENTO

1. Pesado de los ingredientes



2. Molturado y mezclado de las maltas



3. Calentar agua (5 litros) hasta 77 grados, agregar la malta molturada y mantener de 64°C a 68°C por 90 minutos. Se realiza la prueba del yodo para verificar la culminación del macerado (todo el almidón se ha hidrolizado en azúcares fermentables).





4. Recircular el mosto para su oxigenación, y adicionar el agua (77°C) restante para lavar el grano.



5. Realizar el lupulado del mosto. Llevar hasta ebullición el mosto durante 60 minutos y adicionar el lúpulo en tres etapas, 17.5g al inicio de la ebullición, 5g cuando transcurra 30 minutos, y 2.5g al completarse los 60 minutos. Enfriar el mosto hasta llevarlo a 21°C.



6. Medir la densidad (D.I.) del mosto, y verterlo en el fermentador, proceder al inoculado. Colocar el borboteador y llenarlo hasta la mitad con agua clorada. Se coloca a fermentar a 16°C.

Densidad Inicial: 1054



✓ Fecha inicio fermentación: 16°C 28/10/2015 02:40 pm

✓ Fecha culminación fermentación: 16°C 02/11/2015



7. Se procedió a colocar el mosto a 4°C para su maduración

✓ Fecha inicio maduración: 4°C 02/11/2015

✓ Fecha culminación maduración: 4°C 06/11/2015



8. Se procedió a carbonatar la cerveza y colocar a 20°C para su maduración (segunda fermentación). Para este procedimiento se realiza con dos tipos de azúcares, sacarosa y dextrosa, en una proporción de 6g / L, para lo cual se hace un almíbar (5ml / 1g), el cual es hervido por 5 minutos. Antes del embotellar se mide la densidad y el color.

Medida de densidad y color



Se envasa en dos botellas:

a. Botella 1:

- Volumen: 2 L
- Azúcar: sacarosa (azúcar común rubia)
- Densidad: 1011
- Color: SMR 37
- Grado alcohólico: 5.6%

b. Botella 2:

- Volumen: 1.9 L
- Azúcar: dextrosa
- Densidad: 1011
- Color. SMR 37
- Grado alcohólico: 5.6%

Fecha inicio - carbonatación: 06/11/2015

Preparación del almíbar y carbonatación



9. Se procedió a llenar las botellas, rotularlas y ponerlas en una segunda maduración a 16°C. duración de dos semanas.

✓ **Fecha inicio segunda maduración: 06/11/2015**

✓ **Fecha culminación segunda maduración: 20/11/15**



8.4. Levadura US-05 Safale:

FERMENTIS

Division of S.I.Lesaffre

Safale US-05

Levadura seca tipo ale

Ingredientes:	Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>), agente rehidratante																
Propiedades:	La cepa más famosa a lo largo de los Estados Unidos, ahora disponible como levadura seca lista para la siembra. Produce cervezas bien balanceadas, con bajos niveles de diacetilo y un paladar final limpio, fresco y vivaz. Sedimentación: media. Peso específico final: medio.																
Dosis:	50 g/hl a 80 g/hl.																
Instrucciones de siembra:	<p>Previamente a la inoculación, se debe rehidratar la levadura seca en un recipiente con agitación hasta formar una crema. El procedimiento consiste en esparcir la levadura seca en un volumen de agua estéril o mosto 10 veces superior a su propio peso, a una temperatura de 27 °C ± 3 °C (80 °F ± 6°F). Una vez que el peso total de la levadura se encuentre reconstituido en forma de crema (esta etapa lleva de 15 a 30 minutos) se mantiene la agitación suave por otros 30 minutos. Posteriormente se siembra la crema obtenida en los fermentadores.</p> <p>Alternativamente, se puede sembrar directamente levadura seca en el fermentador, asegurando que la temperatura del mosto supere los 20 °C (68 °F). Este procedimiento consiste en esparcir la levadura seca en forma progresiva sobre la superficie del mosto, asegurando que la misma cubra todo el área disponible, evitando la formación de grumos. Se deja en reposo por 30 minutos y luego se mezcla el mosto, por ejemplo, utilizando aireación.</p>																
Temperatura de fermentación:	Temperatura recomendada de fermentación 15 – 24 °C (59 – 75 °F).																
Packaging:	4 unidades tipo “display” con 38 <i>sachets</i> de levadura x 11,5 g cada uno, acondicionados en caja de cartón. 20 <i>sachets</i> x 500 g. envasados al vacío, acondicionados en caja de cartón. 1 <i>sachet</i> x 10 kg envasado al vacío, acondicionado en caja de cartón.																
Almacenamiento:	Conservar en lugar fresco (< 10 °C / 50 °F) y ambiente seco. Los <i>sachets</i> abiertos deben ser sellados y almacenados a 4 °C (39 °F) y utilizados dentro de los 7 días siguientes a la apertura. No deben ser utilizados los <i>sachets</i> blandos o que presenten algún tipo de daño.																
Validez:	Verificar la fecha de validez del producto que se encuentra impresa en los <i>sachets</i> . El producto almacenado bajo condiciones recomendadas posee una validez de 24 meses contando desde la fecha de elaboración.																
Análisis típicos:	<table><tr><td>% peso seco:</td><td>94,0 – 96,5</td></tr><tr><td>Células viables al envasado:</td><td>> 6 x 10⁹ / gramo</td></tr><tr><td>Bacterias totales*:</td><td>< 5 / ml</td></tr><tr><td>Bacterias ácido acéticas</td><td>< 1 / ml</td></tr><tr><td>Lactobacilos*:</td><td>< 1 / ml</td></tr><tr><td>Pediococcus*:</td><td>< 1 / ml</td></tr><tr><td>Levaduras salvajes no <i>Saccharomyces</i>*:</td><td>< 1 / ml</td></tr><tr><td>Microorganismos patógenos:</td><td>En acuerdo a la regulación vigente</td></tr></table> <p>*Cuando la levadura seca es inoculada a una tasa de 100 g/hl o > 6 x 10⁹ células viables / ml</p>	% peso seco:	94,0 – 96,5	Células viables al envasado:	> 6 x 10 ⁹ / gramo	Bacterias totales*:	< 5 / ml	Bacterias ácido acéticas	< 1 / ml	Lactobacilos*:	< 1 / ml	Pediococcus*:	< 1 / ml	Levaduras salvajes no <i>Saccharomyces</i> *:	< 1 / ml	Microorganismos patógenos:	En acuerdo a la regulación vigente
% peso seco:	94,0 – 96,5																
Células viables al envasado:	> 6 x 10 ⁹ / gramo																
Bacterias totales*:	< 5 / ml																
Bacterias ácido acéticas	< 1 / ml																
Lactobacilos*:	< 1 / ml																
Pediococcus*:	< 1 / ml																
Levaduras salvajes no <i>Saccharomyces</i> *:	< 1 / ml																
Microorganismos patógenos:	En acuerdo a la regulación vigente																
Nota importante:	Se informa que cualquier cambio en el proceso fermentativo puede alterar la calidad final del producto. Por lo tanto, se sugiere realizar ensayos de fermentación antes de utilizar comercialmente nuestra levadura.																

8.5. Variedad de Quinoa – ILLPA INIA procedente de Puno:



ILLPA INIA

1. DATOS GENERALES

Nombre de la variedad	Adaptación
Illpa INIA	Zona agroecológica circunlacustre y suni del altiplano entre los 3800 a 3900 msnm, con clima frío seco, precipitación pluvial de 450 a 600 mm, con temperaturas de 4° a 15°C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5,5 a 8,0.
Lugar y año de liberación	
Región Puno, 1997	
Obtentor y mantenedor	Principales usos
Instituto Nacional de Innovación Agraria, EEA Illpa Puno (INIA)	<ul style="list-style-type: none"> Consumo tradicional: Sopas, ensaladas (hojas), guisos, postres y bebidas. Agroindustria: Perlada, laminada, molienda, fideos, saponina, sémola.
Método de mejoramiento	
Cruza de Sajama x Blanca de Juli. La selección de las progenies por el método masal genealógico se desarrolló en el anexo Salcedo en 1985.	

2. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

Descripción general

Tipo de Crecimiento	: Herbáceo
Hábito de crecimiento	: Simple
Ciclo Vegetativo	: 145 días para el altiplano
Altura de planta	: 1,50 a 1,80 m
Rendimiento promedio de grano	: 3,00 t/ha



Características del tallo

Forma del tallo principal	: Sin ángulos
Diámetro del tallo	: 1,80 a 2,50 cm
Presencia de axilas pigmentadas	: Ausentes
Presencia de estrías	: Presentes
Color de las estrías	: Verde claro
Color del tallo principal	: Verde
Presencia de ramificación	: Ausente



Características de la hoja

Borde de las hojas inferiores	: Dentado
Dientes de las hojas	: 12 a 30 dientes
Longitud máxima del peciolo	: 3,90 a 5,50 cm
Longitud máxima de las hojas	: 7,40 a 9,40 cm
Anchura máxima de las hojas	: 5,90 a 7,70 cm
Color de las hojas	: Verde



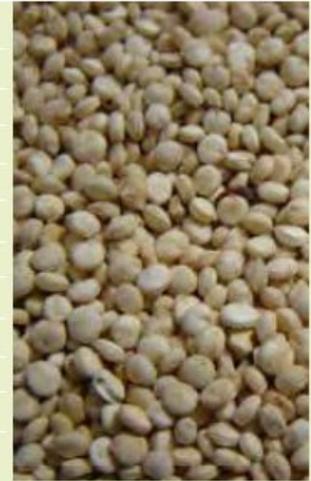
Características de la panoja

Color de la panoja en la floración	: Verde
Intensidad del color de la panoja en la floración	: Tenue
Color de la panoja en la madurez fisiológica	: Blanca
Intensidad del color de la panoja en la madurez fisiológica	: Tenue
Forma de la panoja	: Glomerulada
Longitud de panoja	: 30,50 a 30,80 cm
Densidad de la panoja	: Compacta
Diámetro de panoja	: 8,00 a 9,00 cm
Longitud de los glomérulos	: 7,20 a 8,50 cm
Número de panojas por planta	: 1

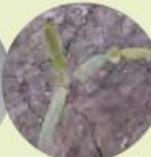


Características del grano

Aspecto del grano	: Opaco
Color del perigonio	: Verde
Color del pericarpio	: Crema
Color del episperma	: Blanco
Color del perisperma	: Blanco
Forma del borde del grano	: Afilado
Forma del grano	: Cilíndrico
Uniformidad del color del grano	: Bastante uniforme
Latencia de la semilla	: Ausente
Diámetro del grano	: 2,20 mm
Rendimiento de semillas por planta	: 36,80 a 43,00 g
Peso de 1 000 granos (g)	: 3,40 a 3,60 g



3. FENOLOGÍA DE LA VARIEDAD

FASE VEGETATIVA						FASE REPRODUCTIVA	
							
Germinación	Emergencia de plantula	Dos hojas verdaderas	Cuatro hojas verdaderas	Seis hojas verdaderas	Ramificación	Inicio de panoja y floración	Madurez fisiológica
Días hasta la emergencia de plántulas a la superficie del suelo						: 7 días	
Días hasta el inicio de panoja						: 57 días	
Días hasta la floración						: 95 días	
Días hasta la madurez fisiológica						: 145 días	

4. REACCIÓN A FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS

Reacción a factores bióticos

PLAGAS

Ticona o Ticuchis (<i>Feltia experta</i>); (<i>Spodoptera sp.</i>)	: Intermedia
Kcona kcona (<i>Eurysacca quinoae</i> Povolny); (<i>Eurysacca melanocampta</i> Meyrick)	: Baja

ENFERMEDADES

Mildiu (<i>Peronospora farinosa</i> f.sp. <i>chenopodii</i>)	: Tolerante
--	-------------



Reacción a factores abióticos

5. CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS

Valor nutricional		
Análisis físico/químico (g/100g, de muestra)		
Humedad	(%)	: 8,42
Proteínas	(%)	: 16,14
Fibra	(%)	: 1,66
Cenizas	(%)	: 1,99
Grasa	(%)	: 4,88
ELN	(%)	: 66,91
Energía	(Kcal/100 g)	: 372,56

Saponina	
Contenido de saponina	: 0,02 %
Eflusión de saponina	: Nada



8.6. Empresa proveedora “R&R Cerveceros” de los Insumos para la elaboración de la Cerveza Artesanal Red Ale.

MALTAS Bestmalz y Castle Malting	Precio x kg para compras <25kgs	Precio x kg para compras ≥25kgs
Best Pilsen Malt (EBC 3.0-4.9)	6.50	5.20
Weyerman Pilsner (EBC 2.5-5.0)	6.80	5.50
Best Pale Ale Malt (EBC 5.0-7.0)	6.60	5.30
Weyerman Pale Ale (EBC 5.5-7.5)	6.90	5.60
Best Caramel Pils (EBC 3.0 - 7.0)	7.00	6.00
Best Wheat Malt (EBC 3.6-6.0)	6.70	5.70
Best Vienna Malt (EBC 5.0-7.0)	6.70	5.70
Best Munich Malt (EBC 11-20)	6.80	5.80
Best Red X (EBC 28-32)	7.80	6.80
Best Caramel Hell (Ex Best Malt Light) (EBC 41-60)	7.60	6.60
Best Aromatic Malt (EBC 41-60)	7.60	6.60
Best Caramel Amber (EBC 61-80)	7.30	6.30
Best Melanodin Malt (EBC 61-80)	7.20	6.20
Best Munich II (Ex Best Caramel Dark) (EBC 110-130)	7.40	6.40
Best Munich III (Ex Best Caramel Extra Dark) (EBC 131-200)	8.10	7.10
Castle Malting Special B (EBC 300)	9.00	7.10



Best Chocolate (EBC 800-1000)	8.50	7.20
Best Black Malt (EBC 1100-1200)	9.50	8.20
Best Roasted Barley (EBC 1200-1400)	11.20	10.00
Best Wheat Malt Dark (EBC 16-20)	7.40	6.40
Best Munich Malt Dar (EBC 21-35)	7.00	6.00
LÚPULOS	Precio x 100gr	Precio x Kg
Cascade (6.3%)	22.00	180.00
East Kent Goldings (4.8%)	26.00	220.00
Willamete (4.5%)	31.00	270.00
Saaz (4%)	23.00	190.00
Chinook (11%)	30.00	250.00
Hallertauer Tr. (5.3%)	17.00	130.00
Northern Brewer (8.3%)	30.00	260.00
Fuggles (4.1%)	29.00	250.00
Tettnanger (4.5%)	25.00	210.00
Bravo (13.5%)	28.00	240.00
Summit (15%)	28.00	240.00
Galena (12%)	28.00	240.00
Herkules (15.8%)	28.00	240.00
Columbus (12.9%)	22.00	180.00
Apolo (18.5%)	28.00	240.00
Magnum (13%)	14.00	100.00
Amarillo (10%)	44.00	400.00
Simcoe (13.5%)	40.00	360.00
Citra (13.6%)	44.00	400.00
LEVADURAS	Precio x Paq 11.5gr	Precio x Paq 0.5kg
Nottingham Ale (Ale)	16.00	295.00
Fermentis S-04 (Ale)	17.00	250.00
Fermentis US-05	18.00	270.00
Fermentis WB-06 (Trigo)	23.00	350.00
Fermentis T-58	17.00	-
Fermentis S-23	-	470.00
Fermentis Saflager W-34/70 (Lager)	24.00	390.00
Fermentis S-33	19.00	370.00
OTROS	Precio x 50gr	
Clarificante Protofloc	50.00	

8.7. Empresa proveedora “Cerveceros Artesanales” de los Instrumentos para la elaboración de la Cerveza Artesanal Red Ale.

Cerveceros Artesanales - Insumos Perú		
Cotizaciones y envíos: 941839285 Mak Medina / Para consultas: 987766478 Silvia De Tomas		
CANTIDAD	INSTRUMENTOS	PRECIO
1	Probeta vidrio 100 ml	S/. 22.00
1	Probeta de Plastico 100 ml	S/. 20.00
1	Probeta de plastico 250 ml	S/. 30.00
1	Probeta de vidrio 250 ml	S/. 33.00
1	Refractometro 0-32° Brix y densidad	S/. 250.00
1	Airlock Plastico 3 piezas	S/. 20.00
1	Airlock doble burbuja plastico	S/. 22.00
1	Tapon N°10 para airlock	S/. 30.00
1	Enchapadora de banco Inox Grande	S/. 1,200.00
1	Taponadora martillo	S/. 90.00
1	Enchapadora Cangrejo	S/. 180.00
1	Jarra con medidas de laboratorio de 1 litro/ Recirculado	S/. 60.00
1	Termometro manual	S/. 21.00
1	Matraz 500 ml (Para inocular levadura)	S/. 35.00
	Matraz 250 ml (Para inocular levadura)	S/. 25.00
1	Densimetro	S/. 55.00
1	Peachimetro digital	S/. 70.00
1	Balanza Gramera	S/. 75.00
1	Autosifon simple	S/. 30.00
1	Escobilla para lavar botellas	S/. 12.00
1	Bolsa de Dry-hopping 15,3 x 20,3 cm	S/. 17.00
1	Bolsa de Maceracion 61 x 61 cm	S/. 42.00
1	Desinfectador de botellas	S/. 95.00
1	Botella de 330 ml Brown	S/. 0.90
1	Manguera sanitaria de 1 metro	S/. 12.50
100	Chapas corona Plateadas	S/. 12.50
250 gr	Dextrosa	S/. 5.00
CANTIDAD	CLARIFICANTES	
10gr	Irish Moss / Adicion en final de hervido	S/. 5.00
6 gr	Magicol 250AS / Adicion en Maduracion en frio	S/. 6.00
EQUIPOS-MACERACION-MASH		
1	Molino Corona	
1	(40 litros) Olla maceradora acero inox, tajo tondo, cuerno de ganzo, termometro y nivel de agua	S/. 1,600.00
1	(20 litros) Olla maceradora acero inox, tajo tondo, cuerno de ganzo, termometro y nivel de agua	S/. 900.00

EQUIPOS- HERVIDO Y ENFRIADO			
1	(20 litros) Olla de Hervido inox y canilla.		
1	(50 Litros) Olla de Hervido Inox con canilla.		
1	Serpentin de acero Inox 20 LT	S/.	415.00
1	Serpentin de acero Inox 50 LT	S/.	530.00
EQUIPOS- FERMENTADORES			
1	Damajuana vidrio 4 lt	S/.	15.00
1	Balde plastico con canilla 10 lt	S/.	32.00
1	Balde plastico con canilla 20 lt	S/.	47.00
1	Fermentador de 50 lt inoxidable y conico con 2 salidas	S/.	2,360.00
LIMPIEZA			
100 ml	Detergente alcalino	S/.	10.00
100 ml	Acido peracetico	S/.	20.00
100 ml	Acido fosforico	S/.	5.00

8.8. Proceso del Malteado de la Quinua, variedad ILLPA INIA – Puno.

LIMPIEZA Y LAVADO



REMOJO



GERMINADO



SECADO



DESGERMINADO



8.9. Proceso de la elaboración de la cerveza artesanal Red Ale de Quinoa.

PESADO



MOLTURADO



MACERADO



COCCIÓN Y LUPULADO



ENFRIADO



FERMENTACIÓN



MADURACIÓN



CARBONATACIÓN



EMBOTELLADO Y 2^{DA} FERMENTACIÓN



REFRIGERACIÓN



CONSUMO



8.10. Datos para el análisis estadístico de Azúcares Reductores en el proceso del Malteado de la Quinua.

Valores obtenidos del % de azúcares reductores finalizado el proceso de Germinado.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	3.3	3.2	3.2	9.7	3.23
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	3.1	3.0	3.1	9.2	3.07
T ₃	A ₁ B ₂ C ₁	3.6	3.6	3.5	10.7	3.57
T ₄	A ₁ B ₂ C ₂	3.4	3.3	3.3	10	3.33
T ₅	A ₂ B ₂ C ₁	2.7	2.7	2.6	8	2.67
T ₆	A ₂ B ₁ C ₂	3.7	3.8	3.7	11.2	3.73
T ₇	A ₂ B ₂ C ₁	4.2	4.1	4.1	12.4	4.13
T ₈	A ₂ B ₂ C ₂	4.5	4.4	4.5	13.4	4.47

Valores obtenidos del % de azúcares reductores finalizado el proceso de Malteado - Combinaciones.

REMOJO (A)	GERMINADO (B)			
	B ₁ - 16°C		B ₂ - 25°C	
	SECADO (C)			
	C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C	C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C
A ₁ - 16°C	3.3	3.1	3.6	3.4
	3.2	3.0	3.6	3.3
	3.2	3.1	3.5	3.3
A ₂ - 25°C	2.7	3.7	4.2	4.5
	2.7	3.8	4.1	4.4
	2.6	3.7	4.1	4.5

8.11. Datos para el análisis estadístico del GRADO ALCOHÓLICO en el proceso de la elaboración de cerveza Artesanal Red Ale.

Valores obtenidos del grado Alcohólicofinalizado el proceso de la Cerveza Artesanal Red Ale.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	3.3	3.1	3.3	9.7	3.2
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	3.8	3.8	3.7	11.3	3.8
T ₃	A ₁ B ₂ C ₁	3.5	3.5	3.4	10.4	3.5
T ₄	A ₁ B ₂ C ₂	4.5	4.3	4.3	13.1	4.4
T ₅	A ₂ B ₂ C ₁	3.9	3.8	3.7	11.4	3.8
T ₆	A ₂ B ₁ C ₂	3.4	3.4	3.5	10.3	3.4
T ₇	A ₂ B ₂ C ₁	4.6	4.6	4.5	13.7	4.5
T ₈	A ₂ B ₂ C ₂	4.2	4.2	4.1	12.5	4.1

Valores obtenidos del grado alcohólicofinalizado el proceso de la Cerveza Artesanal Red Ale - Combinaciones.

GERMINADO (B)					
		B ₁ - 16°C		B ₂ - 25°C	
		SECADO (C)			
REMOJO (A)		C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C	C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C
A ₁ - 16°C		3.3	3.8	3.5	4.5
		3.1	3.8	3.5	4.3
		3.3	3.7	3.4	4.3
A ₂ - 25°C		3.9	3.4	4.6	4.2
		3.8	3.4	4.6	4.2
		3.7	3.5	4.5	4.1

8.12. Datos para el análisis estadístico del AMARGOR en el proceso de la elaboración de cerveza Artesanal Red Ale.

Valores obtenidos del Amargorfinalizado el proceso de la Cerveza Artesanal Red Ale.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	35	37	34	106	35
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	39	38	38	115	38
T ₃	A ₁ B ₂ C ₁	32	32	30	94	31
T ₄	A ₁ B ₂ C ₂	34	35	35	104	35
T ₅	A ₂ B ₂ C ₁	35	34	35	104	35
T ₆	A ₂ B ₁ C ₂	36	36	36	108	36
T ₇	A ₂ B ₂ C ₁	37	38	38	113	38
T ₈	A ₂ B ₂ C ₂	37	35	36	108	36

Valores obtenidos del Amargorfinalizado el proceso de la Cerveza Artesanal Red Ale - Combinaciones.

GERMINADO (B)					
		B ₁ - 16°C		B ₂ - 25°C	
		SECADO (C)			
REMOJO (A)		C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C	C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C
A ₁ - 16°C		35	39	32	34
		37	38	32	35
		34	38	30	35
A ₂ - 25°C		35	36	37	37
		34	36	38	35
		35	36	38	36

8.13. Datos para el análisis estadístico del COLOR en el proceso de la elaboración de cerveza Artesanal Red Ale.

Valores obtenidos del Colorfinalizado el proceso de la Cerveza Artesanal Red Ale.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	14.1	13.9	14.2	42.2	14.1
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	14.8	15	14.9	44.7	14.9
T ₃	A ₁ B ₂ C ₁	22.2	22	22	66.2	22.1
T ₄	A ₁ B ₂ C ₂	25	24.9	24.9	74.8	24.9
T ₅	A ₂ B ₂ C ₁	16.9	16.7	16.8	50.4	16.8
T ₆	A ₂ B ₁ C ₂	18.6	18.8	18.7	56.1	18.7
T ₇	A ₂ B ₂ C ₁	24.1	24.3	24.3	72.7	24.2
T ₈	A ₂ B ₂ C ₂	25.1	25	25.2	75.3	25.1

Valores obtenidos del Colorfinalizado el proceso de la Cerveza Artesanal Red Ale - Combinaciones.

GERMINADO (B)					
		B ₁ - 16°C		B ₂ - 25°C	
		SECADO (C)			
REMOJO (A)		C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C	C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C
A ₁ - 16°C		14.1	14.8	22.2	25
		13.9	15.0	22	24.9
		14.2	14.9	22	24.9
A ₂ - 25°C		16.9	18.6	24.1	25.1
		16.7	18.8	24.3	25.0
		16.8	18.7	24.3	25.2

8.14. Datos para el análisis estadístico de la CAPACIDAD DE ESPUMA en el proceso de la elaboración de cerveza Artesanal Red Ale.

Valores obtenidos de la Capacidad Espumante (%) finalizado el proceso de la Cerveza Artesanal Red Ale.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	25	30	28	83	28
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	50	55	53	158	53
T ₃	A ₁ B ₂ C ₁	38	40	38	116	38
T ₄	A ₁ B ₂ C ₂	63	68	63	194	64
T ₅	A ₂ B ₂ C ₁	43	38	40	121	40
T ₆	A ₂ B ₁ C ₂	58	58	63	179	59
T ₇	A ₂ B ₂ C ₁	50	48	45	143	48
T ₈	A ₂ B ₂ C ₂	53	50	50	153	51

Valores obtenidos de la Capacidad Espumante finalizado el proceso de la Cerveza Artesanal Red Ale - Combinaciones.

REMOJO (A)	GERMINADO (B)			
	B ₁ - 16°C		B ₂ - 25°C	
	SECADO (C)			
	C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C	C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C
A ₁ - 16°C	25	50	38	63
	30	55	40	68
	28	53	38	63
A ₂ - 25°C	43	58	50	53
	38	58	48	50
	40	63	45	50

8.15. Datos para el análisis estadístico de la ESTABILIDAD DE ESPUMA en el proceso de la elaboración de cerveza Artesanal Red Ale.

Valores obtenidos de la Estabilidad Espumante(Seg) finalizado el proceso de la Cerveza Artesanal Red Ale.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	130	130	140	400	133
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	160	155	165	480	160
T ₃	A ₁ B ₂ C ₁	200	210	205	615	205
T ₄	A ₁ B ₂ C ₂	290	285	290	765	288
T ₅	A ₂ B ₂ C ₁	190	195	205	590	197
T ₆	A ₂ B ₁ C ₂	250	260	255	765	255
T ₇	A ₂ B ₂ C ₁	195	195	200	590	197
T ₈	A ₂ B ₂ C ₂	210	205	200	615	205

Valores obtenidos de la Estabilidad Espumante finalizado el proceso de la Cerveza Artesanal Red Ale - Combinaciones.

GERMINADO (B)					
		B ₁ - 16°C		B ₂ - 25°C	
		SECADO (C)			
REMOJO (A)		C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C	C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C
A ₁ - 16°C		130	160	200	290
		130	155	210	285
		140	165	205	290
A ₂ - 25°C		190	250	195	210
		295	260	195	205
		205	255	200	200

8.16. Datos para el análisis estadístico del PH en el proceso de la elaboración de cerveza Artesanal Red Ale.

Valores obtenidos del pH finalizado el proceso de la Cerveza Artesanal Red Ale.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
T ₁	A ₁ B ₁ C ₁	4.01	4.03	4.00	12.04	4.0
T ₂	A ₁ B ₁ C ₂	3.80	3.84	3.81	11.45	3.8
T ₃	A ₁ B ₂ C ₁	4.24	4.21	4.23	12.68	4.2
T ₄	A ₁ B ₂ C ₂	4.45	4.35	4.51	13.31	4.4
T ₅	A ₂ B ₂ C ₁	3.90	3.85	3.89	11.64	3.9
T ₆	A ₂ B ₁ C ₂	4.31	4.33	4.35	12.99	4.3
T ₇	A ₂ B ₂ C ₁	4.21	4.23	4.25	12.69	4.2
T ₈	A ₂ B ₂ C ₂	3.81	3.83	3.79	11.43	3.8

Valores obtenidos del pH finalizado el proceso de la Cerveza Artesanal Red Ale - Combinaciones.

GERMINADO (B)					
		B ₁ - 16°C		B ₂ - 25°C	
		SECADO (C)			
REMOJO (A)		C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C	C ₁ - 50°C	C ₂ - 60°C
A ₁ - 16°C		4.01	3.80	4.24	4.45
		4.03	3.84	4.21	4.35
		4.00	3.81	4.23	4.51
A ₂ - 25°C		3.90	4.31	4.21	3.81
		3.85	4.33	4.23	3.83
		3.89	4.35	4.25	3.79

8.17. Flujograma del proceso y los parámetros óptimos para la obtención quinua malteada y cerveza artesanal.

