

# **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**ANÁLISIS DE LABORATORIO**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
 FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGÍA"  
 CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"  
 Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
 Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
 Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
 Laboratorio Oficial del "SENASAG"



### INFORME DE ENSAYO

#### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Jesus Rodrigo Flores Ferrano				
Solicitante:	Jesus Rodrigo Flores Ferrano				
Dirección:	Barrio San Antonio pasaje Virgen de Guadalupe				
Teléfono/Fax:	74090401	Correo-e	*****	Código	AL 126/23

#### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Bagazo Cervecero tipo Porter				
Código de muestreo:	1	Fecha de vencimiento:	****	Lote:	***
Fecha y hora de muestreo:	2023-04-05		Hr 15:00		
Procedencia (Localidad/Prov/ Opts)	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia				
Lugar de muestreo:	Lugar de elaboración				
Responsable de muestreo:	Jesus Rodrigo Flores Ferrano				
Código de la muestra:	0427 FQ 370 MB 131	Fecha de recepción de la muestra:	2023-04-05		
Cantidad recibida:	900 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2023-04-05 al 2023-04-14		

#### III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Min.	Max.	
Ceniza	NB 39034:10	%	0,88	Sin referencia		Sin referencia
Fibra	Digestión ácida	%	2,73	Sin referencia		Sin referencia
Grasa	NB 313019:06	%	4,80	Sin referencia		Sin referencia
Hidratos de carbono	Cálculo	%	14,95	Sin referencia		Sin referencia
Humedad	NB 313010:05	%	71,30	Sin referencia		Sin referencia
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	5,34	Sin referencia		Sin referencia
Valor energético	NB 312032:06	Kcal/100 g	124,36	Sin referencia		Sin referencia
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g	< 1,0 x 10 <sup>1</sup> (*)	Sin referencia		Sin referencia
Escherichia coli	NB 32005:02	UFC/g	< 1,0 x 10 <sup>1</sup> (*)	Sin referencia		Sin referencia
Salmonella	NB/ISO 6579:08	P/A/ 25g	Ausencia	Sin referencia		Sin referencia
Mohos y levaduras	NB 32006:03	UFC/g	< 1,0 x 10 <sup>1</sup> (*)	Sin referencia		Sin referencia

NB: Norma Boliviana      UFC/g: Unidad formadora de colonias por gramo      %: Porcentaje  
 ISO: International organization for standardization      Kcal/100 g: Kilocalorías sobre 100 gramos      <: Menor que  
 (\*) = No se observa desarrollo de colonias

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 14 de abril del 2023

M.Sc. Ing. Freddy G. Lopez Zamora  
 JEFE a.I. DEL CEANID



Original: Cliente  
 Copia: CEANID

Dirección: Campus Universitario Facultad de Ciencias y Tecnología Zona "El Talar" Tel. (591) (4) 6645648

Fax: (591) (4) 6643403 - Email: ceanid@uajms.edu.bo - Casilla 51 - TARIJA - BOLIVIA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGÍA"  
CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"  
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Jesus Rodrigo Flores Ferrano			
Solicitante:	Jesus Rodrigo Flores Ferrano			
Dirección:	Barrio San Antonio Av. 6 de agosto s/n			
Teléfono/Fax:	74090401	Correo-e:	***	Código: MO 013/22

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Bagazo Cervecero tipo Summer		
Código de muestreo:	M 1	Fecha de vencimiento:	*****
Lote:	*****		
Fecha y hora de muestreo:	2022-09-07		
Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto):	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia		
Lugar de muestreo:	Laboratorio de Operaciones Unitarias (LOU-UAJMS)		
Responsable de muestreo:	Jesus Rodrigo Flores Ferrano		
Código de la muestra:	1104 FQ 858 MB 473	Fecha de recepción de la muestra:	2022-09-07
Cantidad recibida:	600 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2022-09-07 al 2022-09-16

### III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Mín.	Max.	
Cenizas	NB 231:2:1998	%	0,82	Sin Referencia		Sin Referencia
Fibra	NB 35004:2014	%	3,29	Sin Referencia		Sin Referencia
Grasa	NB 228:1998	%	1,50	Sin Referencia		Sin Referencia
Hidratos de Carbono	NB 312031:2010	%	13,61	Sin Referencia		Sin Referencia
Humedad	NB 367:1998	%	74,34	Sin Referencia		Sin Referencia
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:2008	%	6,44	Sin Referencia		Sin Referencia
Valor energético	NB 312032:2006	Kcal/100 g	93,65	Sin Referencia		Sin Referencia
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g	$1,3 \times 10^2$	Sin Referencia		Sin Referencia
E.Coli	NB 32005:02	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)	Sin Referencia		Sin Referencia
Mohos y Levaduras	NB 32006:03	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)	Sin Referencia		Sin Referencia
Salmonella	NB 32007:03	PA/25g	Ausencia	Sin Referencia		Sin Referencia

*NB: Norma Boliviana SM: Standard Methods ISO: Organización Internacional de Normalización*  
*UFC: Unidades Formadoras de Colonias por gramo (\*) = No se observa desarrollo de colonias*  
*%: porcentaje*

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 16 de Septiembre del 2022

Ing. M.Sc. Freddy G. Lopez Zamora  
JEFE a.i. DEL CEANID





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGÍA"  
CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"  
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Jesus Rodrigo Flores Ferrano				
Solicitante:	Jesus Rodrigo Flores Ferrano				
Dirección:	Barrio San Antonio pasaje Virgen de Guadalupe				
Teléfono/Fax:	74090401	Correo-e:	*****	Código:	AL 358/23

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Harina de bagazo Cervecero tipo Summer				
Código de muestreo:	1	Fecha de vencimiento:	****	Lote:	***
Fecha y hora de muestreo:	2023-09-03				
Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto)	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia				
Lugar de muestreo:	Laboratorio Académico de Ingeniería de Alimentos				
Responsable de muestreo:	Jesus Rodrigo Flores Ferrano				
Código de la muestra:	1181 FQ 0927 MB 0475	Fecha de recepción de la muestra:	2023-09-08		
Cantidad recibida:	610 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2023-09-08 al 2023-09-20		

### III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Mín.	Max.	
Calcio	Absorción atómica	mg/100g	83,1	Sin referencia		Sin referencia
Ceniza	NB 39034:10	%	1,27	Sin referencia		Sin referencia
Fibra	Digestión ácida	%	10,48	Sin referencia		Sin referencia
Fosforo	Espectrofotometría	mg/100 g	31,9	Sin referencia		Sin referencia
Grasa	NB 313019:06	%	5,33	Sin referencia		Sin referencia
Hidratos de carbono	Cálculo	%	69,49	Sin referencia		Sin referencia
Humedad	NB 313010:05	%	3,81	Sin referencia		Sin referencia
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	20,10	Sin referencia		Sin referencia
Valor energetico	NB 312032:06	Kcal/100 g	406,33	Sin referencia		Sin referencia
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g	$1,0 \times 10^2$	Sin referencia		Sin referencia
Escherichia coli	NB 32005:02	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)	Sin referencia		Sin referencia
Mohos y levaduras	NB 32006:03	UFC/g	$4,0 \times 10^1$	Sin referencia		Sin referencia

NB: Norma Boliviana  
ISO: International organization for estandarization  
(\*) = No se observa desarrollo de colonias

ufc/g : Unidad formadora de colonias por gramo  
Kcal/100 g.: Kilocalorias sobre 100 gramos  
mg/100g: miligramos por cien gramos

% : Porcentale  
< : Menor que

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente Informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 20 de septiembre del 2023

M.Sc. Ing. Freddy G. Lopez Zamora  
JEFE CEANID



Original: Cliente

Copia: CEANID

Dirección: Campus Universitario Facultad de Ciencias y Tecnología Zona "El Tejar" Tel. (591) (4) 6645648

Fax: (591) (4) 6643403 - Email: ceanid@uajms.edu.bo - Casilla 51 - TARIJA - BOLIVIA

Página 1 de 1



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGIA"  
CENTRO DE ANALISIS, INVESTIGACION Y DESARROLLO "CEANID"  
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Jesus Rodrigo Flores Ferrano				
Solicitante:	Jesus Rodrigo Flores Ferrano				
Dirección:	Barrio San Antonio pasaje Virgen de Chaguaya				
Teléfono/Fax:	74090401	Correo-e:	*****	Código:	AL 531/23

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Pan con harina de vagazo cervicero				
Código de muestreo:	1	Fecha de vencimiento:	****	Lote:	***
Fecha y hora de muestreo:	2023-11-15				
Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto)	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia				
Lugar de muestreo:	Laboratorio Académico de Ingeniería de Alimentos				
Responsable de muestreo:	Jesus Rodrigo Flores Ferrano				
Código de la muestra:	1695 FQ 1331	Fecha de recepción de la muestra:	2023-11-16		
Cantidad recibida:	500 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2023-11-16 al 2023-11-28		

### III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LIMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LIMITES
				Min.	Max.	
Calcio	Absorción atómica	mg/100g	55,4	Sin referencia		Sin referencia
Ceniza	NB 39034:10	%	1,66	Sin referencia		Sin referencia
Fibra	Digestión ácida	%	1,88	Sin referencia		Sin referencia
Fosforo	Espectrofotometría	mg/100 g	148	Sin referencia		Sin referencia
Grasa	NB 313019:06	%	9,70	Sin referencia		Sin referencia
Hidratos de carbono	Cálculo	%	44,14	Sin referencia		Sin referencia
Humedad	NB 313010:05	%	34,18	Sin referencia		Sin referencia
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	10,32	Sin referencia		Sin referencia
Valor energetico	NB 312032:06	Kcal/100 g	305,14	Sin referencia		Sin referencia

NB: Norma Boliviana

Kcal/100 g.: Kilocalorías sobre 100 gramos

ISO: International organization for estandarization

mg/100g: miligramos por cien gramos

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 28 de noviembre del 2023

M.Sc. Ing. Freddy G. López Zamora  
JEFE CEANID



Original: Cliente

Copla: CEANID

**ANEXO B**  
**TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

**Test 1**

**Evaluación sensorial para elegir muestra preliminar para la harina de bagazo  
cervecero del ensayo con bicarbonato de sodio**

Nombre:.....Fecha:.....

Set:.....Hora:.....

Frente a usted se muestra 3 tipos de muestras codificadas de harina a partir de bagazo  
cervecero artesanal mediante procesos de secado con diferentes pretratamientos de  
Bicarbonato de Sodio, coloque una “X” en la opción que usted considere de acuerdo  
el atributo sensorial.

Atributos	Escala		Muestra		
			R01	R02	R03
Color	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Me es indiferente			
	2	Me disgusta			
	1	Me disgusta mucho			
Apariencia	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Me es indiferente			
	2	Me disgusta			
	1	Me disgusta mucho			
Olor	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Me es indiferente			
	2	Me disgusta			
	1	Me disgusta mucho			

Observaciones:.....  
.....  
.....

Firma



**Test 2**

**Evaluación sensorial para elegir muestra preliminar para la harina de bagazo  
cervecero del ensayo con escaldado**

Nombre:.....Fecha:.....

Set:.....Hora:.....

Frente a usted se muestra 3 tipos de muestras codificadas de harina a partir de bagazo  
cervecero mediante procesos de secado con diferentes pretratamientos de escaldado,  
coloque una “X” en la opción que usted considere de acuerdo el atributo sensorial.

Atributos	Escala		Muestra		
			R04	R05	R06
Color	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Me es indiferente			
	2	Me disgusta			
	1	Me disgusta mucho			
Apariencia	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Me es indiferente			
	2	Me disgusta			
	1	Me disgusta mucho			
Olor	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Me es indiferente			
	2	Me disgusta			
	1	Me disgusta mucho			

Observaciones:.....  
.....  
.....  
.....

Firma

**Test 3**

**Evaluación sensorial para elegir muestra preliminar para la harina de bagazo  
cervecero del ensayo 3 enjuagando con agua filtrada**

Nombre:.....Fecha:.....

Set:.....Hora:.....

Frente a usted se muestra 3 tipos de muestras codificadas de harina de bagazo cervecero que han sido tratadas variando el número de enjuagues con agua filtrada y llevado a un proceso de secado por aire caliente, coloque una “X” en la opción que usted considere de acuerdo el atributo sensorial.

Atributos	Escala		Muestra		
			R07	R08	R09
Color	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Me es indiferente			
	2	Me disgusta			
	1	Me disgusta mucho			
Apariencia	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Me es indiferente			
	2	Me disgusta			
	1	Me disgusta mucho			
Olor	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Me es indiferente			
	2	Me disgusta			
	1	Me disgusta mucho			

Observaciones:.....  
 .....  
 .....  
 .....

Firma

**Test 4**

**Evaluación sensorial de las muestras de harina de bagazo cervecero con y sin tratamiento para elegir la muestra final**

Nombre:.....Fecha:.....

Set:.....Hora:.....

Frente a usted se muestra 4 muestra codificadas (L01, L02, L03 y L04), de harina de bagazo cervecero con y sin tratamiento. Por favor evalúe las características organolépticas de cada una de las muestras presentadas y asígnele un valor de acuerdo al grado de aceptabilidad según la escala hedónica.

<b>Escala hedónica</b>	
Me encanta	5
Me gusta	4
Me gusta poco	3
No me gusta	2
No me gusta nada	1

<b>Atributos</b>	<b>Muestra</b>			
	<b>L01</b>	<b>L02</b>	<b>L03</b>	<b>L04</b>
Color				
Apariencia				
Aroma				

Observaciones:.....  
.....  
.....

Firma

**ANEXO C**

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA**

**EVALUACIÓN SENSORIAL**

## ANEXO C.1

### Metodología para la resolución de varianza y prueba estadística de Tukey

Según (Ramírez, 2021), para realizar el análisis estadístico

Fisher se siguen los siguientes pasos:

#### 1. Planteamiento de hipótesis

Hp: No hay diferencia entre tratamientos (muestras)

Ha: Al menos un tratamiento es diferente a los demás.

#### 2. Nivel de significancia del 0.05 (5%)

#### 3. Prueba de significancia o tipo de pruebas: “F y Tukey”.

#### 4. Suposiciones

#### 5. Construcción del cuadro ANVA

Para realizar la construcción del cuadro ANVA, se debe tomar en cuenta las expresiones matemáticas citadas a continuación:

#### Suma de cuadrados de los totales SC(T):

$$\text{SC(T)} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{n*a}$$

#### Suma de cuadrados de los tratamientos SC(A):

$$\text{SC(A)} = \frac{\sum Y_j^2}{n} - \frac{(Y_{...})^2}{n*a}$$

#### Suma de cuadrados de los jueces SC(B):

$$\text{SC(B)} = \frac{\sum Y_i^2}{a} - \frac{(Y_{...})^2}{n*a}$$

Donde:

a = número de tratamientos o muestras

n = número de jueces

#### Suma del cuadrado del error SC (E)

$$\text{SC(E)} = \text{SC(T)} - \text{SC(A)} - \text{SC(B)}$$

Los criterios de decisión a tomar en cuenta son:

Se acepta la Hp si  $F_{cal} < F_{tab}$

Se rechaza la Hp si  $F_{cal} > F_{tab}$

#### 6. Determinar el cuadro de análisis de varianza (ANVA)

Tabla C.1

Cuadro de análisis y varianza

Fuente de variación (FV)	Suma de Cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
<b>Total</b>	SC(T):	Na-1			
<b>Muestras (A)</b>	SC(A):	(a-1)	$CM(A) = \frac{SC(A)}{(a-1)}$	$\frac{CM(A)}{CM(E)}$	$\frac{\sqrt{1}}{\sqrt{2}} = \frac{GL SC(A)}{GL SC(E)}$
<b>Jueces (B)</b>	SC(B):	(n-1)	$CM(B) = \frac{SC(B)}{(n-1)}$	$\frac{CM(B)}{CM(E)}$	$\frac{\sqrt{1}}{\sqrt{2}} = \frac{GL SC(B)}{GL SC(E)}$
<b>Error</b>	SC(E):	(a-1) (n-1)	$CM(E) = \frac{SC(E)}{n(a-1)}$		

Fuente: Ramírez, 2022

Los resultados se obtuvieron mediante el programa estadístico

Minitab 2019

**Tabla C.2.1**  
Evaluación sensorial para el atributo color del (ensayo 3)

Jueces	Muestras		
	R01	R02	R03
1	4	4	5
2	4	4	5
3	4	5	5
4	4	5	3
5	4	5	4
6	3	4	3
7	3	4	4
8	3	4	4
9	3	5	4
10	4	3	4
11	3	4	4
12	3	3	4
13	3	5	4
14	3	4	5
15	4	4	5
16	4	3	5
17	4	4	4
18	3	4	5
19	3	4	5
20	4	4	3

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.4**  
Evaluación sensorial para el atributo apariencia del (ensayo 3)

Jueces	Muestras		
	R01	R02	R03
1	4	4	5
2	4	5	4
3	3	4	5
4	3	4	5
5	4	4	5
6	3	5	3
7	3	4	4
8	4	4	5
9	3	4	4
10	3	4	4
11	3	3	5
12	4	4	5
13	4	5	4
14	3	4	5
15	3	4	5
16	3	3	5
17	4	4	5
18	3	4	5
19	3	2	5
20	3	4	4

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.2**  
*Análisis de Varianza del atributo color para el (ensayo 3)*

Fuente	GL	SC	MC	F	F <sub>Tab</sub>
Factor	2	4,63	2,31	5,91	0,005
Error	57	22,35	0,39		
Total	59	26,98			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.5**  
*Análisis de Varianza del atributo apariencia para el (ensayo 3)*

Fuente	GL	SC	MC	F	F <sub>Tab</sub>
Factor	2	15,63	7,8167	21,95	0,002
Error	57	20,30	0,3561		
Total	59	35,93			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.3**  
*Prueba de Tukey para el atributo color*

Muestras	N	Mediana	Agrupación
R03	20	4,0	A
R02	20	4,0	A
R01	20	3,5	B

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.6**  
*Prueba de Tukey para el atributo apariencia*

Muestras	N	Mediana	Agrupación
R03	20	5	A
R02	20	4	B
R01	20	3	C

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.7**  
Evaluación sensorial para el atributo  
aroma del (ensayo 3)

Jueces	Muestras		
	R01	R02	R03
1	4	5	4
2	4	4	5
3	3	4	4
4	3	5	4
5	4	4	5
6	4	3	3
7	2	2	3
8	4	4	5
9	4	3	5
10	4	4	3
11	4	5	4
12	4	4	5
13	4	5	5
14	3	4	4
15	4	3	5
16	4	4	5
17	4	3	5
18	3	3	5
19	4	3	4
20	5	4	4

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.10**  
Evaluación sensorial para el atributo color  
del (ensayo 4)

Jueces	Muestras		
	R04	R05	R06
1	4	5	4
2	5	4	5
3	3	4	3
4	4	5	4
5	4	5	4
6	4	5	3
7	3	5	4
8	4	4	5
9	5	4	4
10	3	4	4
11	3	4	3
12	3	3	4
13	4	5	3
14	3	4	4
15	4	5	3
16	4	4	5
17	4	5	4
18	3	5	3
19	4	5	4
20	3	5	4

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.8**  
*Análisis de Varianza del atributo aroma  
para el (ensayo 3)*

Fuente	GL	SC	MC	F	F <sub>Tab</sub>
Factor	2	4,43	2,21	4,01	0,023
Error	57	31,50	0,55		
Total	59	35,93			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.11**  
*Análisis de Varianza del atributo color para  
el (ensayo 4)*

Fuente	GL	SC	MC	F	F <sub>Tab</sub>
Factor	2	7,23	3,61	8,68	0,001
Error	57	23,75	0,41		
Total	59	30,98			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.9**  
*Prueba de Tukey para el atributo aroma del  
(ensayo 3)*

Muestras	N	Mediana	Agrupación
R03	20	4,5	A
R02	20	4,0	A B
R01	20	4,0	B

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.12**  
*Prueba de Tukey para el atributo color del  
(ensayo 4)*

Muestras	N	Mediana	Agrupación
R05	20	5	A
R06	20	4	B
R04	20	4	B

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.13**

**Evaluación sensorial para el atributo apariencia del (ensayo 4)**

Jueces	Muestras		
	R04	R05	R06
1	4	4	4
2	4	5	5
3	3	4	3
4	4	4	3
5	4	5	3
6	3	4	4
7	3	5	3
8	5	4	3
9	5	5	5
10	4	4	4
11	3	4	4
12	4	3	4
13	5	4	3
14	4	4	4
15	4	5	3
16	5	4	5
17	2	3	3
18	4	3	5
19	3	4	3
20	4	4	3

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.16**

**Evaluación sensorial para el atributo aroma del (ensayo 4)**

Jueces	Muestras		
	R04	R05	R06
1	4	4	4
2	5	4	4
3	4	4	4
4	4	4	3
5	4	4	4
6	4	5	3
7	4	5	4
8	5	4	3
9	5	5	4
10	5	3	3
11	3	4	5
12	4	5	4
13	5	4	3
14	3	5	3
15	3	4	3
16	3	4	3
17	3	4	2
18	4	4	3
19	3	5	4
20	3	4	3

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.14**

**Análisis de Varianza del atributo apariencia para el (ensayo 4)**

Fuente	GL	SC	MC	F	F <sub>Tab</sub>
Factor	2	1,63	0,81	1,43	0,248
Error	57	32,55	0,57		
Total	59	34,18			

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.17**

**Análisis de Varianza del atributo aroma para el (ensayo 4)**

Fuente	GL	SC	MC	F	F <sub>Tab</sub>
Factor	2	6,43	3,21	6,92	0,002
Error	57	26,50	0,46		
Total	59	32,93			

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.15**

**Prueba de Tukey para el atributo apariencia del (ensayo 4)**

Muestras	N	Mediana	Agrupación
R05	20	4,0	A
R04	20	4,0	A B
R06	20	3,5	B

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.18**

**Prueba de Tukey para el atributo aroma del (ensayo 4)**

Muestras	N	Mediana	Agrupación
R05	20	4	A
R04	20	4	A B
R06	20	3	B

**Fuente:** Elaboración propia



**Tabla C.2.19**  
Evaluación sensorial para el atributo color del (ensayo 5)

Jueces	Muestras		
	R07	R08	R09
1	4	4	4
2	5	4	4
3	5	3	3
4	4	4	4
5	4	4	5
6	4	3	3
7	5	5	4
8	4	3	3
9	4	4	4
10	4	4	4
11	4	4	4
12	4	4	4
13	3	3	4
14	5	5	5
15	5	4	4
16	3	3	3
17	5	4	4
18	5	3	4
19	5	4	4
20	5	4	2

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.22**  
Evaluación sensorial para el atributo apariencia del (ensayo 5)

Jueces	Muestras		
	R07	R08	R09
1	4	4	5
2	4	4	4
3	4	3	5
4	3	3	5
5	4	3	5
6	3	3	4
7	4	4	5
8	4	3	3
9	4	4	5
10	4	3	4
11	4	4	5
12	3	4	3
13	3	4	4
14	4	4	4
15	4	4	3
16	3	3	4
17	5	4	3
18	5	3	3
19	5	3	4
20	5	3	4

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.20**  
*Análisis de Varianza del atributo color para el (ensayo 5)*

Fuente	GL	SC	MC	F	F <sub>Tab</sub>
Factor	2	4,03	2,01	4,61	0,014
Error	57	24,95	0,43		
Total	59	28,98			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.23**  
*Análisis de Varianza del atributo apariencia para el (ensayo 5)*

Fuente	GL	SC	MC	F	F <sub>Tab</sub>
Factor	2	3,90	1,95	4,32	0,018
Error	57	25,75	0,45		
Total	59	29,65			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.21**  
*Prueba de Tukey para el atributo color del (ensayo 5)*

Muestras	N	Mediana	Agrupación
R07	20	4	A
R09	20	4	B
R08	20	4	B

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.24**  
*Prueba de Tukey para el atributo apariencia del (ensayo 5)*

Muestras	N	Mediana	Agrupación
R09	20	4,0	A
R07	20	4,0	A
R08	20	3,5	B

Fuente: Elaboración propia

**Tabla C.2.25****Evaluación sensorial para el atributo  
aroma del (ensayo 5)**

Jueces	Muestras		
	R01	R02	R03
1	3	4	4
2	3	4	4
3	4	3	4
4	3	3	4
5	4	4	3
6	3	2	3
7	4	4	4
8	4	3	4
9	4	4	4
10	2	2	4
11	3	4	4
12	3	2	5
13	3	3	4
14	4	3	5
15	3	3	4
16	3	4	5
17	3	4	5
18	3	4	4
19	3	3	5
20	2	4	4

**Fuente:** Elaboración propia**Tabla C.2.26*****Análisis de Varianza del atributo color para  
el (ensayo 5)***

Fuente	GL	SC	MC	F	F <sub>Tab</sub>
Factor	2	10,43	5,21	12,2	0,001
Error	57	24,30	0,42		
Total	59	34,73			

**Fuente:** Elaboración propia**Tabla C.2.27*****Prueba de Tukey para el atributo aroma del  
(ensayo 5)***

Muestras	N	Media	Agrupación	
R09	20	4,0	A	
R08	20	3,5		B
R07	20	3,0		B

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.28**  
Evaluación sensorial de las muestras ideales para el atributo color

Jueces	Muestras			
	L01	L02	L03	L04
1	5	3	2	1
2	4	3	5	4
3	3	3	3	3
4	3	5	3	3
5	3	3	3	3
6	3	3	5	3
7	4	3	4	4
8	3	3	4	2
9	3	3	4	3
10	4	3	4	3
11	3	3	3	3
12	4	3	4	3
13	3	3	4	3
14	4	3	5	3
15	3	5	3	3
16	4	3	5	4
17	4	3	4	4
18	3	4	5	4
19	3	3	3	3
20	3	3	4	3

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.29**  
*Análisis de Varianza de las muestras ideales para el atributo color*

Fuente	GL	SC	MC	F	F <sub>Tab</sub>
Factor	3	6,337	2,11	4,11	0,009
Error	76	39,05	0,51		
Total	79	45,39			

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.30**  
*Prueba de Tukey para el atributo color de las muestras ideales*

Muestras	N	Mediana	Agrupación	
L03	20	4	A	
L01	20	3	A	B
L02	20	3		B
L04	20	3		B

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.31**

**Evaluación sensorial de las muestras ideales para el atributo apariencia**

Jueces	Muestras			
	L01	L02	L03	L04
1	4	4	4	3
2	3	3	5	3
3	4	3	4	4
4	3	3	5	3
5	4	3	4	3
6	3	4	5	3
7	5	4	5	3
8	2	3	4	3
9	3	3	4	4
10	3	4	4	3
11	2	3	3	2
12	3	4	4	3
13	3	3	4	3
14	4	4	5	3
15	4	4	4	3
16	4	3	4	4
17	3	2	4	3
18	3	4	5	5
19	3	4	4	3
20	4	3	4	4

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.32**

*Análisis de Varianza de las muestras ideales para el atributo apariencia*

Fuente	GL	SC	MC	F	F <sub>Tab</sub>
Tratamientos	3	12,84	4,28	10,54	0,001
Error	76	30,85	0,41		
Total	79	43,69			

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.33**

*Prueba de Tukey para el atributo apariencia de las muestras ideales*

Muestras	N	Mediana	Agrupación	
L03	20	4	A	
L02	20	3		B
L01	20	3		B
L04	20	3		B

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.34**

**Evaluación sensorial de las muestras ideales para el atributo aroma**

Jueces	Muestras			
	L01	L02	L03	L04
1	3	4	5	1
2	3	3	5	3
3	3	4	5	2
4	3	4	5	3
5	5	4	3	2
6	3	3	4	3
7	4	3	5	3
8	4	2	3	2
9	3	3	4	3
10	3	3	5	3
11	2	3	3	2
12	3	4	4	3
13	3	3	4	3
14	4	3	5	4
15	4	4	5	4
16	3	4	4	3
17	3	2	4	2
18	4	3	4	4
19	3	3	4	3
20	3	3	4	2

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.35**

**Análisis de Varianza de las muestras ideales para el atributo aroma**

Fuente	GL	SC	MC	F	F <sub>Tab</sub>
Factor	3	23,54	7,84	15,92	0,003
Error	76	37,45	0,49		
Total	79	60,99			

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.36**

**Prueba de Tukey para el atributo aroma de las muestras ideales**

Muestras	N	Mediana	Agrupación
L03	20	4	A
L01	20	3	B
L02	20	3	B
L04	20	3	B

**Fuente:** Elaboración propia

**ANEXO D**  
**RESOLUCIÓN DE DISEÑO**  
**FACTORIAL  $2^3$  EN STATGRAPHICS**  
**CENTURIÓN XVI**

## ANEXO D.1

Resolución del diseño factorial  $2^3$  para la obtención de harina de bagazo cervecero por el método de deshidratado por aire caliente

**Tabla D.1.1**

*Nivel alto y bajo de los factores*

Factores	Bajo	Alto	Unidad
Temperatura (A)	55	65	°C
Velocidad del aire (B)	4	6	m/s
Presión (C)	120	140	kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla D.1.2**

*Efectos estimados para contenido de humedad en base seca (g agua/g sólido seco)*

Efecto	Estimado	Error Estándar	V.I.F.
promedio	0,039	0,0065794	
A: Temperatura	-0,020	0,0131589	1,0
B: Velocidad del aire	-0,010	0,0131589	1,0
C: Presión	-0,004	0,0131589	1,0
AB	0,013	0,0131589	1,0
AC	0,001	0,0131589	1,0
BC	0,004	0,0131589	1,0
ABC	0,005	0,0131589	1,0

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla D.1.3**

**Coef. de regresión para Humedad en base seca (HBS)**

Coficiente	Estimado
constante	-1,42625
A: Temperatura	0,02755
B: Velocidad del aire	0,339125
C: Presión	0,0154125
AB	-0,006175
AC	-0,0002775
BC	-0,00325
ABC	0,0000575

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla D.1.4**

**Contenido de humedad en base seca del proceso de secado**

Combinación de tratamientos	Variables			Réplica I	Réplica II	Total (Yi)
	Temperatura (°C)	Velocidad del aire (m/s)	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )			
	A	B	C			
(1)	55	4	120	0,058	0,067	0,126
a	65	4	120	0,033	0,036	0,069
b	55	6	120	0,067	0,014	0,082
c	65	6	120	0,035	0,019	0,054
ab	55	4	140	0,021	0,097	0,118
ac	65	4	140	0,017	0,025	0,042
bc	55	6	140	0,036	0,031	0,067
abc	65	6	140	0,055	0,011	0,066

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla D.1.5**

**Análisis de varianza en función de la variable respuesta contenido de humedad**

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fcal	Ftab
A	0,00164	1	0,00164	2,370	5,318
B	0,00046	1	0,00046	0,670	5,318
C	0,00009	1	0,00009	0,130	5,318
AB	0,00068	1	0,00068	0,980	5,318
AC	0,00000	1	0,00000	0,010	5,318
BC	0,00006	1	0,00006	0,090	5,318
ABC	0,00013	1	0,00013	0,190	5,318
Error	0,00554	8	0,00069	-	-
Total	0,00861	15	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

A continuación, se observan los valores estadísticos estimados para el análisis de varianza de las variables en la etapa de secado donde:

R-cuadrada = 35,6446 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0,022 por ciento

Error estándar del est. = 0,0263178

Error absoluto medio = 0,0135

Estadístico Durbin-Watson = 1,81357 (P=0,4681)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,0472839

**Tabla D.1.6**

**Resultados estimados para humedad en base seca (H<sub>BS</sub>)**

Fila	Observados	Ajustados	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
	Valores	Valores	para Media	para Media
1	0,058	0,0630	0,020086	0,1059
2	0,033	0,0345	-0,008413	0,0774
3	0,068	0,0410	-0,001913	0,0839
4	0,035	0,0270	-0,015913	0,0699
5	0,021	0,0590	0,016080	0,1019
6	0,017	0,0210	-0,021913	0,0639
7	0,036	0,0335	-0,009413	0,0764
8	0,055	0,0330	-0,009913	0,0759
9	0,068	0,0630	0,020086	0,1059
10	0,036	0,0345	-0,008413	0,0774
11	0,014	0,0410	-0,001913	0,0839
12	0,019	0,0270	-0,015913	0,0699
13	0,097	0,0590	0,016086	0,1019
14	0,025	0,0210	-0,021913	0,0639
15	0,031	0,0335	-0,009413	0,0764
16	0,011	0,0330	-0,009913	0,0759

**Fuente:** Elaboración propia

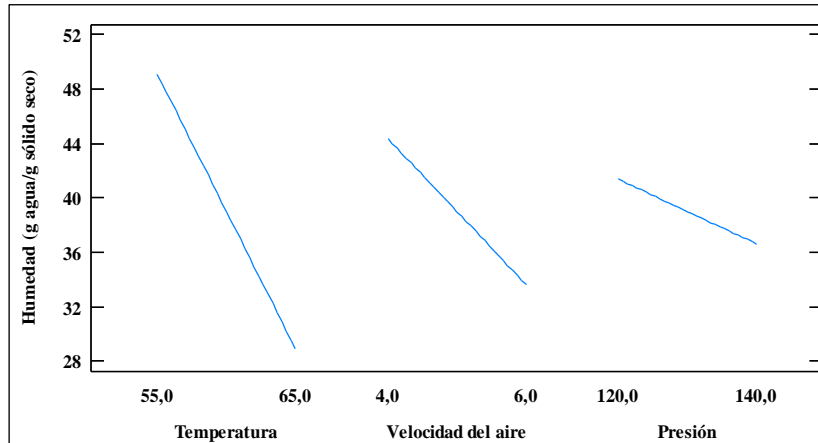
**Tabla D.1.7**

**Optimizar respuesta**

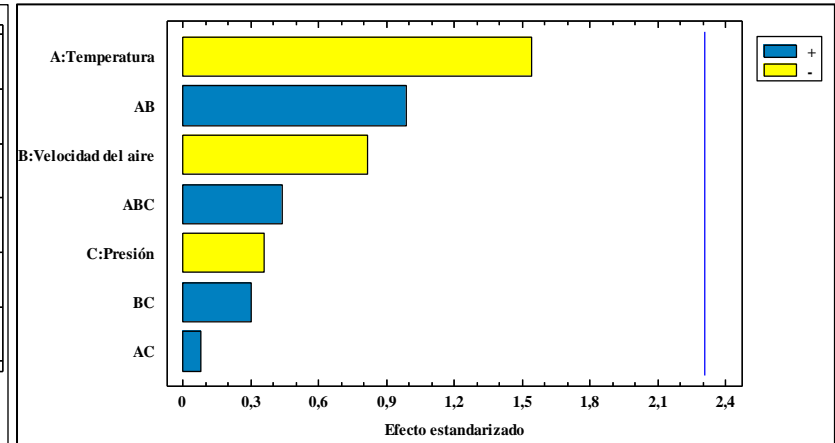
Factores	Bajo	Alto	Optimo
Temperatura (A)	55	65	65
Velocidad del aire (B)	4	6	4
Presión (C)	120	140	140

**Fuente:** Elaboración propia

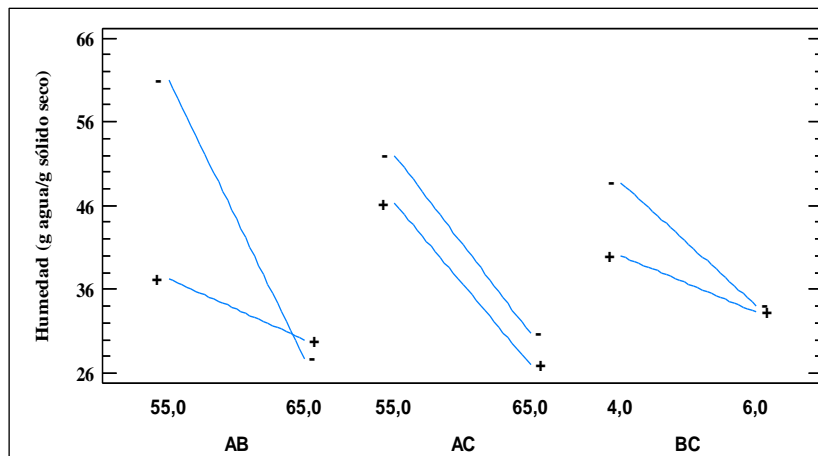




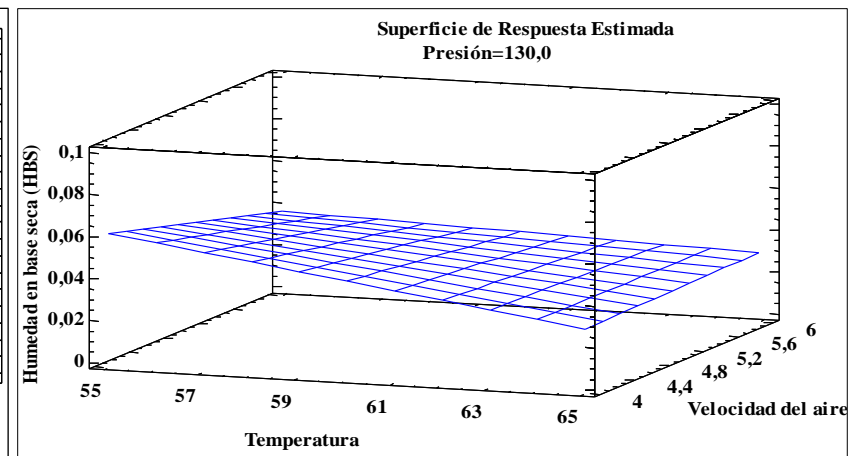
Fuente: Elaboración propia  
 Figura D.1.1: Efectos principales para el contenido de humedad



Fuente: Elaboración propia  
 Figura D.1.3: Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de humedad



Fuente: Elaboración propia  
 Figura D.1.2: Interacción de factores para el contenido de humedad en base seca



Fuente: Elaboración propia  
 Figura D.1.4: Resultados estimados para contenido de humedad en base seca

**ANEXO E**

**VARIACIÓN DE PESO Y CONTENIDO  
DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS DE  
BAGAZO CERVECERO**

## Variación del peso y contenido de humedad de las muestras de bagazo cervecero del diseño experimental 2<sup>3</sup>

Para el cálculo de humedad en base seca de las muestras de bagazo cervecero, se tomó en cuenta la ecuación (2.2) para determinar el contenido de humedad en base seca ( $H_{BS}$ ) en laboratorio, tomando en cuenta la variación de peso en función del tiempo, registrando datos cada 10 minutos. Para tal efecto, se controlaron las variables (temperatura, velocidad del aire y presión del prensado) y también se utilizó la ecuación (2.3) para el cálculo de la masa del sólido seco ( $m_{ss}$ ).

$$H_{BS} = \frac{m_i - m_{ss}}{m_{ss}} \quad \text{Ecuación (2.2)}$$

$$m_{ss} = m_i(1 - H_{BH}) \quad \text{Ecuación (2.3)}$$

### Donde:

$m_{ss}$  = Masa del sólido seco (gramos)

$m_i$  = Masa inicial (gramos)

$H_{BH}$  = Contenido de humedad en base húmeda (kg agua/kg sólido húmedo)

$H_{BS}$  = Contenido de humedad en base seca (kg agua/kg sólido seco)

Para lo cual, la muestra de bagazo sometida a presión de prensado 120,0 (kg/cm<sup>2</sup>) presenta (62,61 %) de humedad y la muestra prensado a 140,0 (kg/cm<sup>2</sup>) presenta (60,83 %) de humedad.

Masa de solido seco de las muestras de bagazo cervecero:

$$BC1_I = 200,11(1 - 62,61\%) = 74,82g$$

$$BC1_{II} = 200,08(1 - 62,61\%) = 74,81g$$

**Tabla E.1**

**Variación del peso y humedad promedio de las muestras de bagazo cervecero A1B1C1**

Temperatura 55°C		Velocidad del aire 4,0 m/s		Prensado 120 kg/ms	
Tiempo (min)	BC1 (replica I)		BC1 (replica II)		Humedad promedio
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	
0	200,11	1,675	200,08	1,675	1,675
10	178,45	1,385	182,35	1,438	1,411
20	160,48	1,145	165,33	1,210	1,177
30	146,24	0,955	147,25	0,968	0,961
40	130,23	0,741	132,22	0,767	0,754
50	115,62	0,545	115,28	0,541	0,543
60	101,32	0,354	102,30	0,367	0,361
70	92,33	0,234	92,55	0,237	0,236
80	87,91	0,175	88,36	0,181	0,178
90	82,50	0,103	83,02	0,110	0,106
100	79,33	0,060	80,05	0,070	0,065
110	79,23	0,059	79,99	0,069	0,064
120	79,18	0,058	79,92	0,068	0,063
130	79,13	0,058	79,89	0,068	0,063

**Fuente:** Elaboración propia

Masa de solido seco de las muestras de bagazo cervecero:

$$BC2_I = 200,05(1 - 62,61\%) = 74,80g$$

$$BC2_{II} = 200,44(1 - 62,61\%) = 74,94g$$

**Tabla E.2**

**Variación del peso y humedad promedio de las muestras de bagazo cervecero A2B1C1**

Temperatura 65°C		Velocidad del aire 4,0 m/s		Prensado 120 kg/ms	
Tiempo min	BC2 (replica I)		BC2 (replica II)		Humedad promedio
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	
0	200,05	1,675	200,44	1,675	1,675
10	171,96	1,299	169,48	1,262	1,280
20	149,22	0,995	152,45	1,034	1,015
30	137,84	0,843	133,45	0,781	0,812
40	120,35	0,609	123,56	0,649	0,629
50	108,33	0,448	112,20	0,497	0,473
60	97,45	0,303	100,05	0,335	0,319
70	86,29	0,154	90,45	0,207	0,180
80	84,25	0,126	84,25	0,124	0,125
90	79,40	0,062	80,45	0,074	0,068
100	77,34	0,034	77,76	0,038	0,036
110	77,29	0,033	77,65	0,036	0,035
120	77,23	0,033	77,61	0,036	0,034

**Fuente:** Elaboración propia

Masa de solido seco de las muestras de bagazo cervecero:

$$BC3_I = 200,78 (1 - 62,61\%) = 75,07g$$

$$BC3_{II} = 200,03 (1 - 62,61\%) = 74,79g$$

**Tabla E.3**

**Variación del peso y humedad promedio de las muestras de bagazo cervecero A1B2C1**

Temperatura 55°C		Velocidad del aire 6,0 m/s		Prensado 120 kg/ms	
Tiempo min	BC3 (replica I)		BC3 (replica II)		Humedad promedio
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	
0	200,78	1,675	200,03	1,675	1,675
10	175,53	1,338	176,20	1,356	1,347
20	156,23	1,081	155,24	1,076	1,078
30	137,82	0,836	133,45	0,784	0,810
40	116,25	0,549	123,56	0,652	0,600
50	99,73	0,328	112,20	0,500	0,414
60	88,31	0,176	100,05	0,338	0,257
70	83,52	0,113	90,45	0,209	0,161
80	80,23	0,069	84,25	0,126	0,098
90	79,88	0,064	78,25	0,046	0,055
100	80,28	0,069	75,93	0,015	0,042
110	80,24	0,069	75,87	0,014	0,042
120	80,17	0,068	75,82	0,014	0,041

**Fuente:** Elaboración propia

Masa de solido seco de las muestras de bagazo cervecero:

$$BC4_I = 200,05 (1 - 62,61\%) = 75,17g$$

$$BC4_{II} = 200,44 (1 - 62,61\%) = 75,05g$$

**Tabla E.4**

**Variación del peso y humedad promedio de las muestras de bagazo cervecero A2B2C1**

Temperatura 65°C		Velocidad del aire 6,0 m/s		Prensado 120 kg/ms	
Tiempo min	BC4 (replica I)		BC4 (replica II)		Humedad promedio
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	
0	201,04	1,675	200,74	1,675	1,675
10	167,45	1,228	168,50	1,245	1,237
20	146,51	0,950	145,51	0,939	0,944
30	125,77	0,674	126,77	0,689	0,681
40	108,25	0,440	107,30	0,430	0,435
50	94,36	0,256	95,30	0,270	0,263
60	85,30	0,135	86,23	0,149	0,142
70	79,01	0,051	80,95	0,079	0,065
80	78,65	0,047	77,02	0,026	0,036
90	77,98	0,038	76,63	0,021	0,029
100	77,83	0,036	76,58	0,020	0,028
110	77,79	0,035	76,51	0,019	0,027
120	77,75	0,035	76,46	0,019	0,027

**Fuente:** Elaboración propia

Masa de solido seco de las muestras de bagazo cervecero:

$$BC5_I = 200,13 (1 - 60,83\%) = 78,39g$$

$$BC5_{II} = 200,09 (1 - 60,83\%) = 78,38g$$

**Tabla E.5**

**Variación del peso y humedad promedio de las muestras de bagazo cervecero A1B1C2**

Temperatura 55°C		Velocidad del aire 4,0 m/s		Prensado 140 kg/ms	
Tiempo (min)	BC5 (replica I)		BC5 (replica II)		Humedad promedio
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	
0	200,13	1,553	200,09	1,553	1,553
10	178,02	1,271	177,45	1,264	1,267
20	156,08	0,991	158,39	1,021	1,006
30	135,26	0,725	138,61	0,768	0,747
40	120,45	0,537	121,35	0,548	0,542
50	111,24	0,419	95,30	0,216	0,317
60	89,65	0,144	90,88	0,159	0,152
70	85,24	0,087	88,78	0,133	0,110
80	84,36	0,076	88,45	0,128	0,102
90	83,17	0,061	87,87	0,121	0,091
100	80,45	0,026	86,18	0,100	0,063
110	80,15	0,022	86,11	0,099	0,061
120	80,11	0,022	86,03	0,098	0,060
130	80,03	0,021	85,97	0,097	0,059

**Fuente:** Elaboración propia

Masa de solido seco de las muestras de bagazo cervecero:

$$BC6_I = 200,18 (1 - 60,83\%) = 78,41g$$

$$BC6_{II} = 200,01 (1 - 60,83\%) = 78,34g$$

**Tabla E.6**

**Variación del peso y humedad promedio de las muestras de bagazo cervecero A2B1C2**

Temperatura 65°C		Velocidad del aire 4,0 m/s		Prensado 140 kg/ms	
Tiempo (min)	BC6 (replica I)		BC6 (replica II)		Humedad promedio
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	
0	200,18	1,553	200,01	1,553	1,553
10	168,45	1,148	170,58	1,177	1,163
20	144,98	0,849	147,77	0,886	0,868
30	126,23	0,610	128,09	0,635	0,622
40	107,98	0,377	109,55	0,398	0,388
50	95,61	0,219	92,36	0,179	0,199
60	86,23	0,100	85,36	0,090	0,095
70	85,14	0,086	82,45	0,052	0,069
80	83,45	0,064	81,81	0,044	0,054
90	80,44	0,026	80,77	0,031	0,028
100	79,84	0,018	80,45	0,027	0,023
110	79,81	0,018	80,33	0,025	0,022
120	79,74	0,017	80,26	0,025	0,021

**Fuente:** Elaboración propia

Masa de solido seco de las muestras de bagazo cervecero:

$$BC7_I = 201,03 (1 - 60,83\%) = 78,74g$$

$$BC7_{II} = 200,24 (1 - 60,83\%) = 78,43g$$

**Tabla E.7**

**Variación del peso y humedad promedio de las muestras de bagazo cervecero A1B2C2**

Temperatura 65°C		Velocidad del aire 4,0 m/s		Prensado 140 kg/ms	
Tiempo (min)	BC7 (replica I)		BC7 (replica II)		Humedad promedio
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	
0	201,03	1,553	200,24	1,553	1,553
10	176,45	1,241	174,25	1,222	1,231
20	155,47	0,974	152,33	0,942	0,958
30	133,45	0,695	133,01	0,696	0,695
40	118,01	0,499	116,03	0,479	0,489
50	103,18	0,310	105,47	0,345	0,328
60	92,45	0,174	94,02	0,199	0,186
70	86,45	0,098	84,45	0,077	0,087
80	84,98	0,079	83,45	0,064	0,072
90	83,45	0,060	82,95	0,058	0,059
100	81,77	0,038	81,15	0,035	0,037
110	81,63	0,037	81,11	0,034	0,035
120	81,56	0,036	81,05	0,033	0,035

**Fuente:** Elaboración propia

Masa de solido seco de las muestras de bagazo cervecero:

$$BC8_I = 200,18 (1 - 60,83\%) = 78,46g$$

$$BC8_{II} = 200,01 (1 - 60,83\%) = 78,35g$$

**Tabla E.8**

**Variación del peso y humedad promedio de las muestras de bagazo cervecero A2B2C2**

Temperatura 65°C		Velocidad del aire 4,0 m/s		Prensado 140 kg/ms	
Tiempo (min)	BC8 (replica I)		BC8 (replica II)		Humedad promedio
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	
0	200,31	1,553	200,03	1,553	1,553
10	166,48	1,122	168,25	1,147	1,135
20	145,14	0,850	144,23	0,841	0,845
30	125,33	0,597	126,15	0,610	0,604
40	107,98	0,376	109,55	0,398	0,387
50	95,61	0,219	92,36	0,179	0,199
60	90,14	0,149	85,36	0,089	0,119
70	87,56	0,116	82,45	0,052	0,084
80	86,48	0,102	81,56	0,041	0,072
90	85,44	0,089	80,05	0,022	0,055
100	82,96	0,057	79,31	0,012	0,035
110	82,81	0,055	79,29	0,012	0,034
120	82,78	0,055	79,25	0,011	0,033

**Fuente:** Elaboración propia

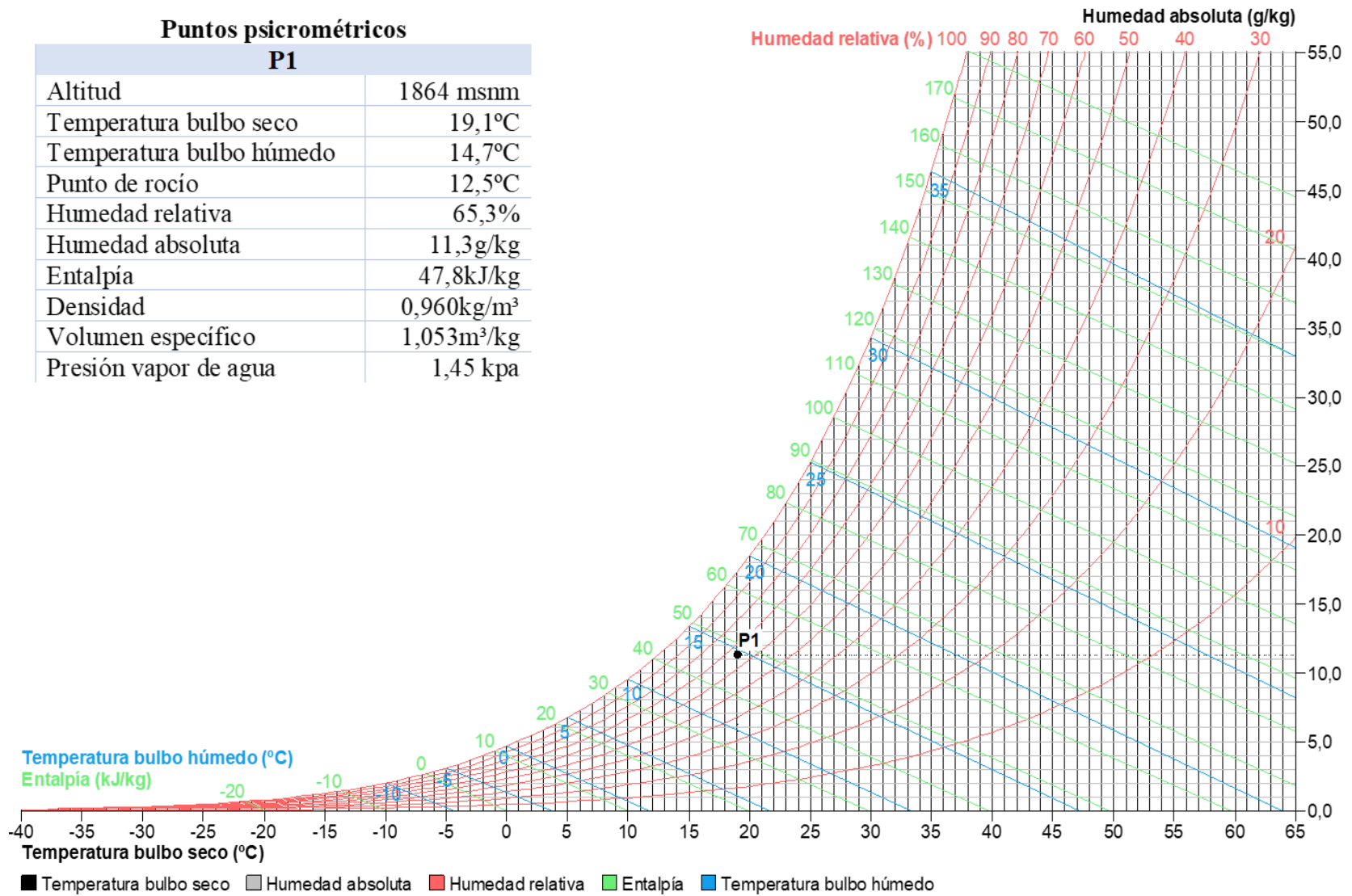
**ANEXO F**  
**TABLAS**





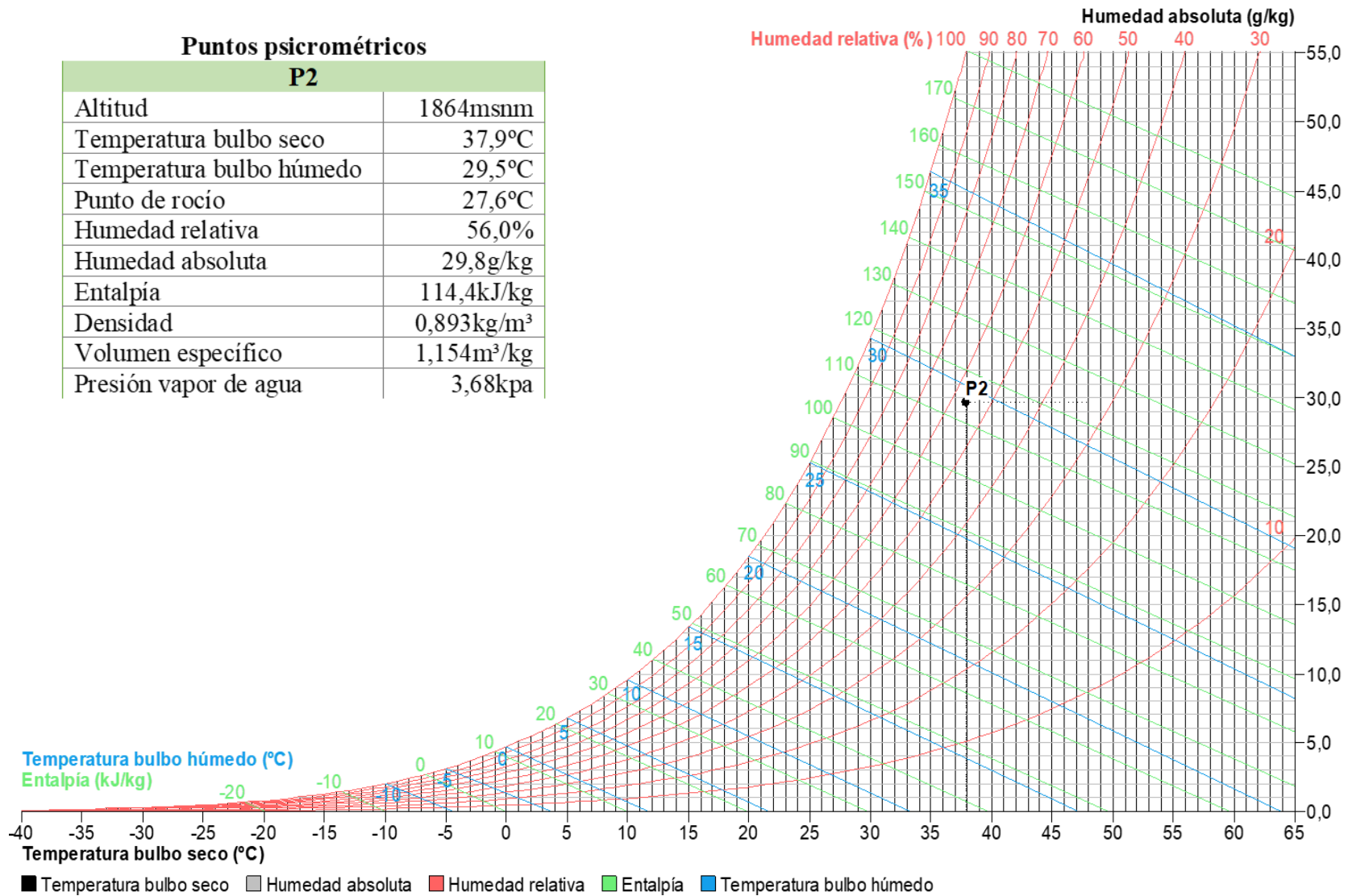
### Puntos psicrométricos

P1	
Altitud	1864 msnm
Temperatura bulbo seco	19,1°C
Temperatura bulbo húmedo	14,7°C
Punto de rocío	12,5°C
Humedad relativa	65,3%
Humedad absoluta	11,3g/kg
Entalpía	47,8kJ/kg
Densidad	0,960kg/m <sup>3</sup>
Volumen específico	1,053m <sup>3</sup> /kg
Presión vapor de agua	1,45 kpa



### Puntos psicrométricos

P2	
Altitud	1864msnm
Temperatura bulbo seco	37,9°C
Temperatura bulbo húmedo	29,5°C
Punto de rocío	27,6°C
Humedad relativa	56,0%
Humedad absoluta	29,8g/kg
Entalpía	114,4kJ/kg
Densidad	0,893kg/m <sup>3</sup>
Volumen específico	1,154m <sup>3</sup> /kg
Presión vapor de agua	3,68kpa



**ANEXO G**

**FOTOGRAFÍAS DE LA**

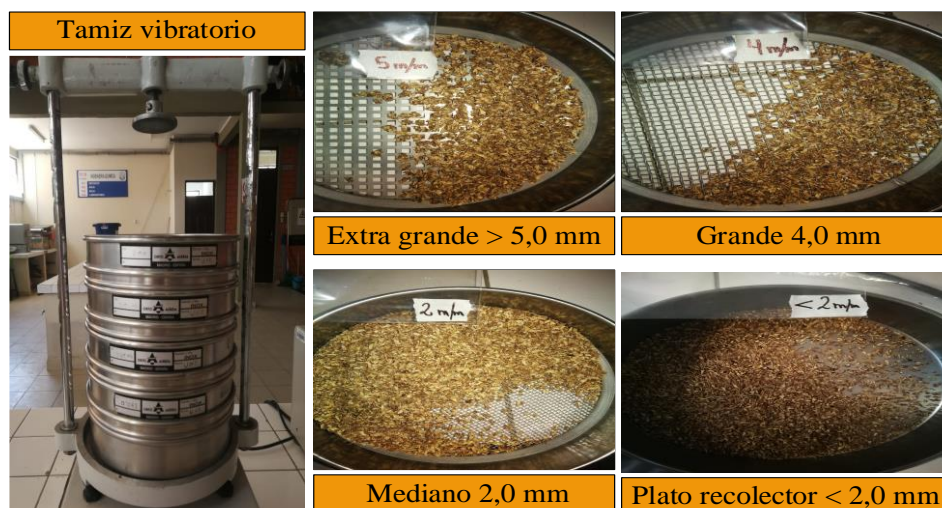
**METODOLOGÍA PARA LA**

**OBTENCIÓN DE RESULTADOS**

## Anexo G.1

### Determinación de las propiedades físicas del bagazo cervecero en muestras secas mediante el proceso de tamizado

1. **Método:** Tamiz vibratorio, balanza digital
2. **Objetivo:** Determinar las propiedades físicas del bagazo cervecero en muestras secas mediante el proceso de tamizado.
3. **Campo de Aplicación:** Aplicable en muestras secas de bagazo cervecero con el fin de determinar el tamaño de partículas.
4. **Principio del Método:** Se basa en usar una serie de tamices con aberturas de tamaños específicos para separar las partículas del bagazo cervecero según su tamaño.
5. **Procedimiento:** En la figura G.1, se observa las muestras secas de bagazo cervecero retenido en los distintos tipos de tamices con diferente tamaño de abertura. Luego, se registra la cantidad de material retenido en cada tamiz para determinar la distribución granulométrica de las partículas en las muestras de bagazo seco.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura G.1.1:** Clasificación granulométrica de muestras secas de bagazo cervecero

## Anexo G.2

### Determinación del contenido de humedad según el método de la termobalanza

- 1. Objetivo:** Medir el contenido de humedad en harinas utilizando la termobalanza.
- 2. Campo de Aplicación:** Aplicable para muestras granuladas, semillas, polvos alimentos, suelos, madera, papel etc.
- 3. Principio del Método:** Se basa en el principio de pérdida de peso por evaporación de la humedad presente en la harina al aumentar la temperatura.
- 4. Procedimiento:** El procedimiento para utilizar la termobalanza se describe a continuación:
  - Encender el equipo
  - Pesar 1-2 gramos de muestra
  - Tarar la termobalanza
  - Colocar la muestra en el platillo de la termobalanza, cerrar la tapa y esperar la lectura digital.

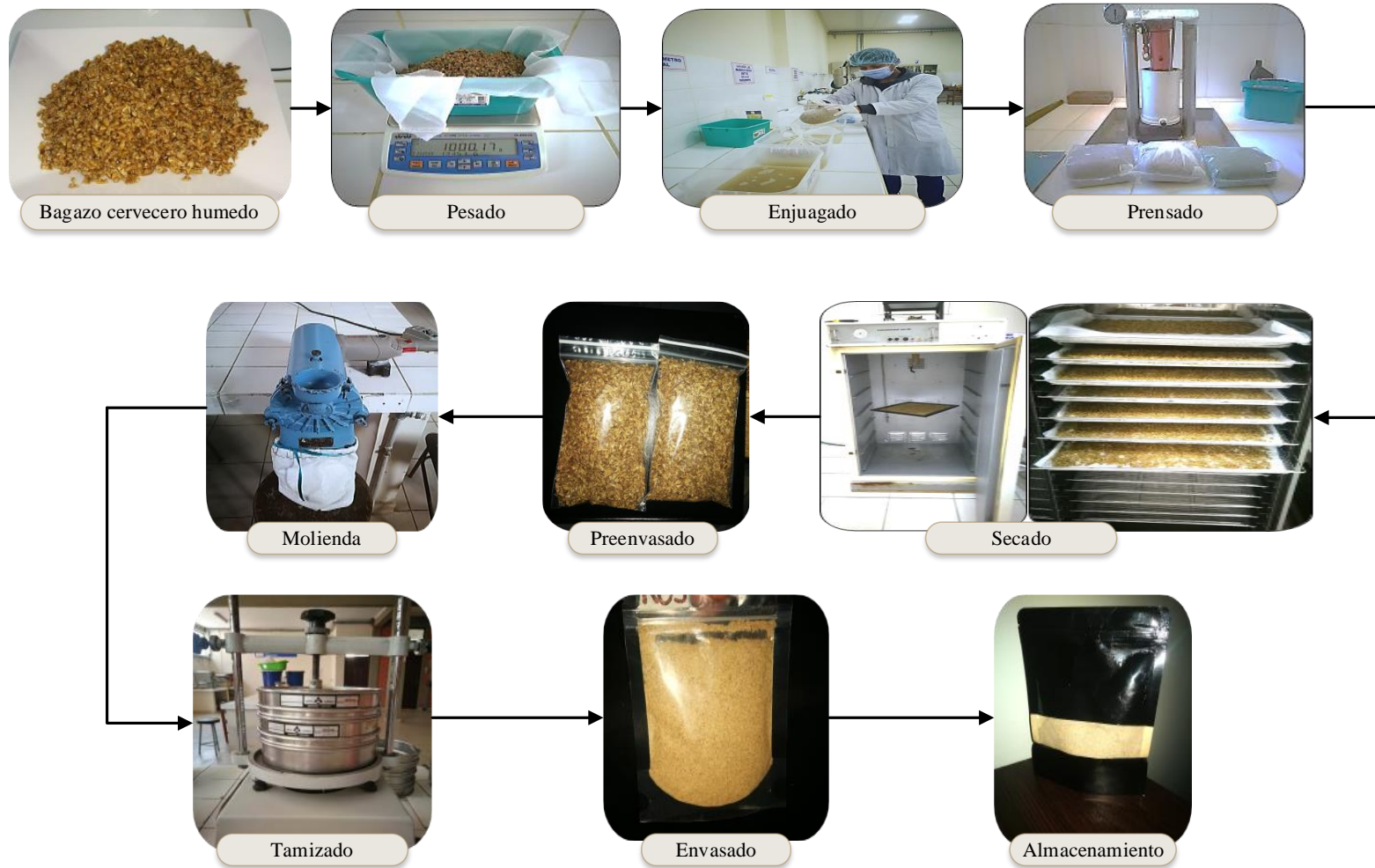
En la figura G.2.1 se muestra el contenido de humedad del bagazo cervecero húmedo, prensado y la harina obtenida:



**Fuente:** Elaboración propia

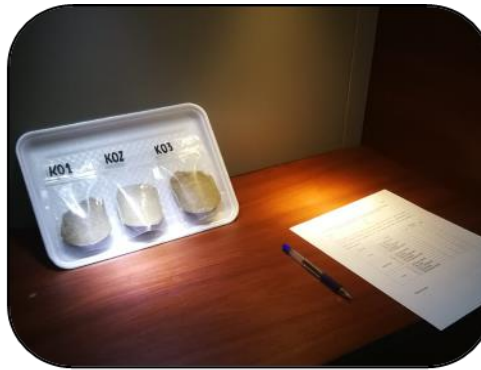
**Figura G.2.1:** Determinación del contenido de humedad por método termobalanza

### Anexo G.3 Proceso de obtención de harina de bagazo cervecero



Fuente: Elaboración propia



**Anexo G.4**  
**Fotografías de la evaluación sensorial para determinación de muestra preliminar**



**Fuente:** Elaboración propia



**ANEXO H**  
**EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

Equipos		Instrumentos		Material de laboratorio		Utensilios de cocina	
Secador de bandejas Marca ESZTERGON	Generador de aire Marca INTERMED	Thermo – hygrometer Marca EHDIS	Anemómetro Marca HT-4000	Termómetro de alcohol	Espátula	Jarra graduada	Tela quesera
							
Molino de martillos Marca WEBER BROS	Cocina industrial Marca DAKO	Tamiz vibratorio Marca ORTO ALREZA	Termobalanza Marca RADWARG	Cronometro	Tamices	Olla	Fuente
							
Purificador de agua Marca PSA S-1000		Balanza digital Modelo PS4500.R2	Prensa hidráulica				
							

**Fuente:** Elaboración propia