

# **ANEXOS**

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

# Anexo A.1



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"



CEANID-FOR-88  
 Versión 01  
 Revisión: 2016-10-31

## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Lourdes Fernandez Estevez				
Solicitante:	Lourdes Fernandez Estevez				
Dirección:	San Mateo				
Teléfono/Fax:	78237536	Correo-e:	*****	Código:	AL 317/23

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Brocoli				
Proyecto:	"Obtención de Harina de Brócoli"				
Código de muestreo:	M 1	Fecha de vencimiento:	*****	Lote:	*****
Fecha y hora de muestreo:	2023-08-09				
Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto)	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia				
Lugar de muestreo:	Mercado Campesino				
Responsable de muestreo:	Lourdes Fernandez Estevez				
Código de la muestra:	1013 FQ 0796 MB 0411	Fecha de recepción de la muestra:	2023-08-09		
Cantidad recibida:	1500 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2023-09-08 al 2023-08-17		

### III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LIMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LIMITES
				Min.	Max.	
Calcio	Absorción atómica	mg/100g	32,0	Sin referencia		Sin referencia
Cenizas	NB 39034:10	%	1,29	Sin referencia		Sin referencia
Fibra	Digestión ácida	%	1,35	Sin referencia		Sin referencia
Grasa	NB 313019:06	%	0,13	Sin referencia		Sin referencia
Hidratos de carbono	NB 312031:10	%	7,61	Sin referencia		Sin referencia
Humedad	NB 313010:05	%	87,95	Sin referencia		Sin referencia
Potasio	Absorción atómica	mg/100g	290	Sin referencia		Sin referencia
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	3,02	Sin referencia		Sin referencia
Valor energético	NB 312032:06	Kcal/100 g	43,64	Sin referencia		Sin referencia
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g	9,0 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

NB: Norma Boliviana  
 ISO: International organization for standardization  
 kcal: kilocalorias  
 ufc/g: Unidad formadora de colonias por gramo  
 (\*) = No se observa desarrollo de colonias  
 P/A: presencia/Ausencia  
 %: Porcentaje  
 <: Menor que  
 mg: Miligramos

- 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, 17 de agosto del 2023

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



Original: Cliente

Copia: CEANID

# Anexo A.2

CEANID-FOR-88  
Versión 01  
Fecha de emisión: 2016-10-31



UNIVERSIDAD AUTONOMA "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:	Lourdes Fernandez Estevez				
Solicitante:	Lourdes Fernandez Estevez				
Dirección:	Comunidad San Mateo				
Teléfono/Fax:	78237536	Correo-e:	*****	Código:	AL 0140/24

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Harina de Brócoli				
Proyecto:	"OBTENCION HARINA DE BROCOLI"				
Código de muestreo:	1	Fecha de vencimiento:	****	Lote:	***
Fecha y hora de muestreo:	18/4/2024 Hrs.: 09:30				
Procedencia (Localidad/Prov/ Depto):	Cercado-Tarija - Tarija- Bolivia				
Lugar de muestreo:	Laboratorio Taller de Alimentos - U.A.J.M.S.				
Responsable de muestreo:	Lourdes Fernández Estevez				
Código de la muestra:	0488 FQ 0350 MB 0225	Fecha de recepción de la muestra:	2024-04-22		
Cantidad recibida:	250 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2024-04-22 al 2024-05-02		

### III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LIMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LIMITES
				Min.	Max.	
Calcio	Abosorción atomica	mg/100 g	362	Sin referencia		Sin referencia
Ceniza	NB 39034:10	g/100g	7,60	Sin referencia		Sin referencia
Fibra	Digestión ácida	g/100g	19,20	Sin referencia		Sin referencia
Grasa	NB 313019:06	g/100g	4,48	Sin referencia		Sin referencia
Hidratos de carbono	NB 312031:06	g/100g	45,12	Sin referencia		Sin referencia
Humedad	NB 39028:09	g/100g	7,23	Sin referencia		Sin referencia
Potasio	Abosorción atomica	g/100 g	4,0	Sin referencia		Sin referencia
Proteina total (N <sub>x</sub> 6,25)	NB/ISO 8968-1:08	g/100g	35,57	Sin referencia		Sin referencia
Valor energético	NB 312032:06	Kcal/100 g	363	Sin referencia		Sin referencia
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g	< 1 x 10 <sup>1</sup> (*)	Sin referencia		Sin referencia
Escherichia coli	NB 32005:02	UFC/g	< 1 x 10 <sup>1</sup> (*)	Sin referencia		Sin referencia
Salmonella	NB ISO 6579:08	P/A en 25 g	Ausencia	Sin referencia		Sin referencia

NB: Norma Boliviana      mg/100 g: Miligramos por 100 g      g/100g: Gramas por cien gramos  
 ISO: International organization for standardization      UFC/g : Unidad formadora de colonias por gramo      < : Menor que  
 (\*) = No se observa desarrollo de colonias      P/A: Presencia/Ausencia

- 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, 03 de mayo del 2024

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



Original: Cliente  
Copia: CEANID

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

## Evaluación sensorial de harina de brócoli para elegir la muestra preliminar

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

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

Frente a usted se encuentra tres muestras codificadas (B01, B02, B03), de harina de brócoli. 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.

Valor	Grado de aceptabilidad
5	Me gusta mucho
4	Me gusta ligeramente
3	Ni me disgusta ni me gusta
2	Me disgusta ligeramente
1	me disgusta mucho

Tratamiento	Muestra	Atributo	
		Color	Apariencia
Sin tratamiento	B01		
Acido ascórbico	B02		
Acido ascórbico	B03		

**Observaciones:**

.....  
.....  
.....

.....

**Firma**

**ANEXO C**

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA  
EVALUACION SENSORIAL EN  
MINITAB 19 SOFTWARE**

## ANEXO C.1

### **Metodología para la resolución del análisis de varianza y prueba estadística de tukey**

Según Ramírez (2022), 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 a tipo de pruebas “Fisher y Tukey”**

#### **4. Suposiciones:**

#### **5. Construcción del cuadro ANVA**

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

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

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

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

$$SC(A) = \frac{\sum Y_j^2}{n} - \frac{(Y \dots)^2}{n * a}$$

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

$$SC(B) = \frac{\sum Y_i^2}{n} - \frac{(Y \dots)^2}{n * a}$$

Donde:

a = número de tratamientos o muestras

n = número de jueces

#### **suma de cuadrados del error SC(E):**

$$SC(E) = SC(T) - SC(A) - SC(B)$$



Los criterios de decisión a tomar en cuenta son:

Se acepta la  $H_0$  si  $F_{cal} < F_{tab}$

Se rechaza la  $H_0$  si  $F_{cal} > F_{tab}$

**6. Determinar la tabla de análisis de varianza (ANVA)**

**Tabla C.1**

**Análisis de varianza para el atributo color**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios CM	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	SC(T)	na-1	-	-	-
Muestras (A)	SC(A)	(a-1)	$CM(A) = \frac{SC(A)}{(a-1)}$	$\frac{CM(A)}{CM(E)}$	$\frac{V1}{V2} = \frac{GL SC(A)}{GL SC(E)}$
Jueces (B)	SC(B)	(n-1)	$CM(B) = \frac{SC(B)}{(n-1)}$	$\frac{CM(B)}{CM(E)}$	$\frac{V1}{V2} = \frac{GL SC(B)}{GL SC(E)}$
Error	SC(E)	(a-1)(n-1)	$CM(E) = \frac{SC(E)}{n(a-1)}$	-	-

Fuente: Ramírez, 2021

Según (Anzaldúa,2005), para realizar el análisis estadístico Tukey se siguen los siguientes pasos:

**1. Desarrollo de la prueba estadística tukey**

Se calcula el error estándar ( $\epsilon$ ), que es igual a:

$$\epsilon = \sqrt{\frac{CME}{j}}$$

$$\epsilon = \sqrt{\frac{\text{Cuadrado medios del error}}{N^\circ \text{ de jueces}}}$$

**2. Ordenamiento de los promedios**

Se ordena los tratamientos de mayor a menor

**3. Realizar la diferencia de las medias**

Realizar la diferencia entre las medias y comparar con los datos de la diferencia mínima significativa (D.M.S.) de Tukey.

**4. Suposiciones:**

**5. Determinación de la existencia de diferencia significativa**

Diferencia de las medias  $\leq$  (D.M.S) = No hay significancia, por tanto, se acepta la  $H_0$ .

Diferencia de las medias  $\geq$  (D.M.S) = No hay significancia, por tanto, se acepta la  $H_0$ .

## ANEXO C.2

**Tabla C.2.1**

***Evaluación sensorial del atributo color de las muestras preliminares***

Jueces	Muestras		
	K01	K02	K03
1	4	5	5
2	4	3	4
3	5	4	4
4	3	4	4
5	4	5	3
6	5	5	4
7	4	5	4
8	4	5	3
9	3	3	5
10	4	5	5
11	3	4	5
12	4	4	3
13	3	5	3
14	3	3	5
15	4	5	3
16	4	5	4
17	3	3	5
18	4	4	3
19	5	5	3
20	4	5	3

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.2**

***Análisis de varianza para el atributo color***

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor P
Factor	2	3,03	1,52	2,48	0,09
Error	57	34,90	0,61	-	-
Total	59	37,93	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.3**

***Medias estadísticas de muestras para atributo color***

Factor	N	Media	Desviación estándar	IC de 95%
K01	20	3,85	0,671	(3,500; 4,200)
K02	20	4,35	0,813	(4,000; 4,700)
K03	20	3,90	0,852	(3,550; 4,250)

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.2.4**

***Estadístico de Tukey para el atributo color***

Tratamiento	N	Media	Agrupación
K01	20	3,850	A
K02	20	4,350	A
K03	20	3,900	A

**Fuente:** Elaboración propia

### ANEXO C.3

**Tabla C.3.1**

***Evaluación sensorial del atributo Apariencia de las muestras preliminares***

Jueces	Muestras		
	K01	K02	K03
1	4	5	5
2	4	4	3
3	4	3	4
4	3	4	3
5	4	5	4
6	5	4	4
7	5	5	4
8	4	5	4
9	4	3	5
10	4	5	5
11	4	4	5
12	3	4	5
13	4	5	3
14	4	3	4
15	4	5	4
16	3	4	5
17	4	4	5
18	4	4	2
19	5	5	5
20	4	4	4

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.3.2**

***Análisis de varianza para el atributo apariencia***

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor P
Factor	2	0,6333	0,3167	0,6	0,555
Error	57	30,3000	0,5316	-	-
Total	59	30,9333	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.3.3**

***Medias estadísticas de muestras atributo apariencia***

Factor	N	Media	Desviación estándar	IC de 95%
K01	20	4,00	0,562	(3,674; 4,326)
K02	20	4,25	0,716	(3,924; 4,576)
K03	20	4,15	0,875	(3,824; 4,476)

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.3.4**

***Estadístico de Tukey para el atributo apariencia***

Tratamiento	N	Media	Agrupación
K01	20	4,000	A
K02	20	4,250	A
K03	20	4,150	A

**Fuente:** Elaboración propia

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

## ANEXO D.1

Tabla D.1.1

### Nivel alto y bajo de los factores

Factor	Bajo	Alto	unidad
Temperatura	50	60	°C
Velocidad del aire	5	5,5	m/s
Corte	0,1	0,2	cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.1.2

### Efectos estimados para contenido de humedad (kg agua/kg sólido seco)

Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
Promedio	0,076062	0,0020738	
A: Temperatura	0,009875	0,0041477	1
B: Velocidad del aire	0,011375	0,0041477	1
C: Corte	0,001625	0,0041477	1
AB	-0,007375	0,0041477	1
AC	0,007375	0,0041477	1
BC	-0,006125	0,0041477	1
ABC	0,005125	0,0041477	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.1.3

### Coef. De regresión para contenido de humedad

Coeficiente	Estimado
Constante	-2,79900
A: Temperatura	0,04655
B: Velocidad del aire	0,56000
C: Corte	12,33000
AB	-0,00910
AC	-0,20050
BC	-2,50000
ABC	0,04100

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.1.4

### Contenido de humedad en base seca de muestras de brócoli

Combinación tratamiento	Variables			Réplica I	Réplica II	Total (Yi)
	Temperatura (°C)	Velocidad del aire (m/s)	Corte (cm)			
	A	B	C			
-1	50	5,0	0,1	0,057	0,061	0,118
A	60	5,0	0,1	0,077	0,071	0,148
B	50	5,5	0,1	0,090	0,088	0,178
C	50	5,0	0,2	0,076	0,082	0,158
AB	60	5,5	0,1	0,056	0,073	0,129
AC	60	5,0	0,2	0,076	0,092	0,168
BC	50	5,5	0,2	0,076	0,068	0,144
ABC	60	5,5	0,2	0,077	0,097	0,174

Fuente: Elaboración propia

**Tabla D.1.5**

**Análisis de Varianza en función de la variable respuesta**

Fuente de varianza	Suma de Cuadros (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrado Medio (CM)	Fcal	Ftab
Factor A	0,00039	1	0,00039	5,67*	5,32
Factor B	0,00052	1	0,00052	7,52*	5,32
Factor C	0,00001	1	0,00001	0,15	5,32
Interacción AB	0,00022	1	0,00022	3,16	5,32
Interacción AC	0,00022	1	0,00022	3,16	5,32
Interacción BC	0,00015	1	0,00015	2,18	5,32
Interacción ABC	0,00011	1	0,00011	1,53	5,32
Error total	0,00055	8	0,00007	-	-
Total	0,00216	15	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

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

R-cuadrada = 74,5013 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 52,19 por ciento

PRESS = 0,002202

R-cuadrado (predicho) = 0,0 por ciento

Error estándar del est. = 0,00829533

Error absoluto medio = 0,0049375

Estadístico Durbin-Watson = 1,77112 (P=0,4424)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,0199818

**Tabla D.1.6**

**Resultados estimados para contenido de humedad de las muestras de brócoli sin tratamiento**

Fila	Observados Valores	Ajustados Valores	Inferior 95,0% para Media	Superior 95,0% para Media
1	0,057	0,059	0,0454737	0,0725263
2	0,077	0,074	0,0604737	0,0875263
3	0,090	0,089	0,0754737	0,1025260
4	0,076	0,079	0,0654737	0,0925263
5	0,056	0,064	0,0509737	0,0780263
6	0,076	0,084	0,0704737	0,0975263
7	0,076	0,072	0,0584737	0,0855263
8	0,077	0,087	0,0734737	0,1005260
9	0,061	0,059	0,0454737	0,0725263
10	0,071	0,074	0,0604737	0,0875263
11	0,088	0,089	0,0754737	0,1025260
12	0,082	0,079	0,0654737	0,0925263
13	0,073	0,064	0,0509737	0,0780263
14	0,092	0,084	0,0704737	0,0975263
15	0,068	0,072	0,0584737	0,0855263
16	0,097	0,087	0,0734737	0,1005260

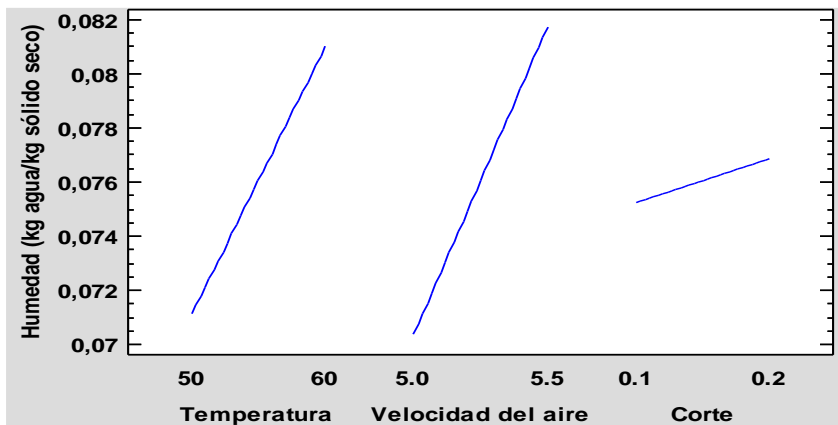
Fuente: Elaboración propia

**Tabla D.2.7**

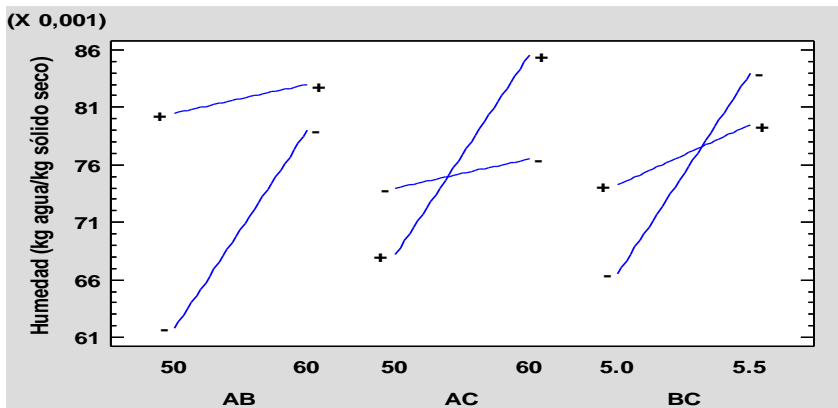
**Optimizar respuesta**

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	50	60	50
Velocidad del aire	5	5,5	5,5
Corte	0,1	0,2	0,1

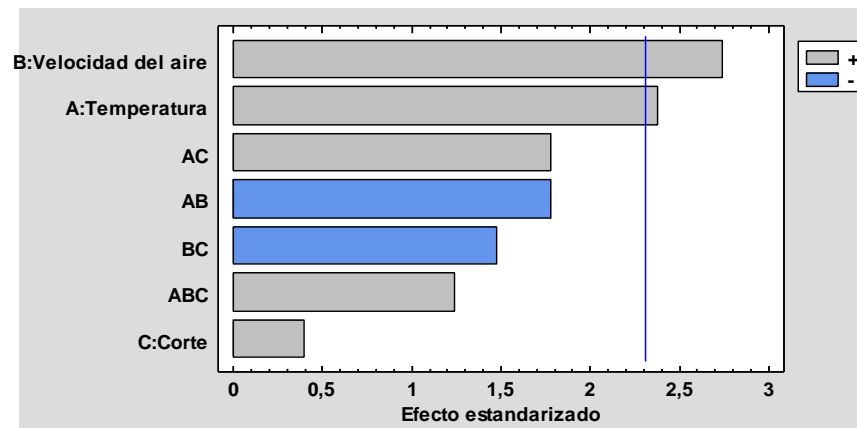
Fuente: Elaboración propia



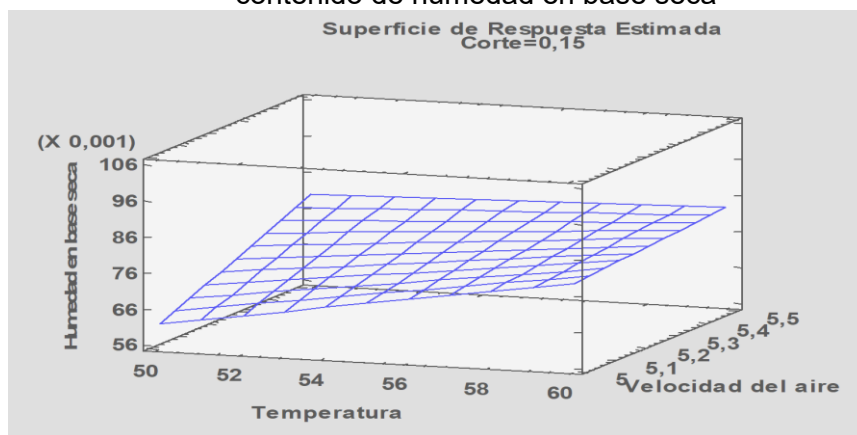
Fuente: Elaboración propia  
**Figura D.1.1:** Efectos principales para el contenido de humedad en base seca



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



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



Fuente: Elaboración propia  
**Figura D.1.4:** Resultados estimados para contenido de humedad

## ANEXO D.2

Tabla D.2.1

### Nivel alto y bajo de los factores

Factor	Bajo	Alto	unidad
Temperatura	50	60	°C
Velocidad del aire	5,0	5,5	m/s
Corte	0,1	0,2	cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.2.2

### Efectos estimados para contenido de humedad (kg agua/kg sólido seco)

Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
Promedio	0,094625	0,0025311	
A: Temperatura	0,00675	0,0050621	1
B: Velocidad del aire	0,00775	0,0050621	1
C: Corte	-0,00625	0,0050621	1
AB	-0,00025	0,0050621	1
AC	0,00525	0,0050621	1
BC	0,00275	0,0050621	1
ABC	-0,00925	0,0050621	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.2.3

### Coef. De regresión para contenido de humedad

Coeficiente	Estimado
Constante	3,33500
A: Temperatura	-0,05865
B: Velocidad del aire	-0,60600
C: Corte	-22,58500
AB	0,01100
AC	0,39900
BC	4,18000
ABC	-0,07400

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.2.4

### Contenido de humedad en base seca de muestras de brócoli

Combinación tratamiento	Variables			Réplica I	Réplica II	Total (Yi)
	Temperatura (°C)	Velocidad del aire (m/s)	Corte (cm)			
	A	B	C			
-1	50	5,0	0,1	0,104	0,094	0,198
A	60	5,0	0,1	0,100	0,083	0,183
B	50	5,5	0,1	0,103	0,087	0,191
C	50	5,0	0,2	0,108	0,103	0,211
AB	60	5,5	0,1	0,082	0,069	0,151
AC	60	5,0	0,2	0,107	0,087	0,194
BC	50	5,5	0,2	0,096	0,095	0,191
ABC	60	5,5	0,2	0,108	0,088	0,196

Fuente: Elaboración propia



**Tabla D.1.5**

**Análisis de Varianza en función de la variable respuesta**

Fuente de varianza	Suma de Cuadros (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrado Medio (CM)	Fcal	Ftab
Factor A	0,00018	1	0,00018	1,78	5,32
Factor B	0,00024	1	0,00024	2,34	5,32
Factor C	0,00016	1	0,00016	1,52	5,32
Interacción AB	0,00000	1	0,00000	0,00	5,32
Interacción AC	0,00011	1	0,00011	1,08	5,32
Interacción BC	0,00003	1	0,00003	0,30	5,32
Interacción ABC	0,00034	1	0,00034	3,34	5,32
Error total	0,00082	8	0,00010	-	-
Total	0,00188	15	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

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

R-cuadrada = 56,4235 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 18,2941 por ciento

PRESS = 0,00328

R-cuadrado (predicho) = 0,0 por ciento

Error estándar del est. = 0,0101242

Error absoluto medio = 0,006375

Estadístico Durbin-Watson = 0,887805 (P=0,0506)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,479878

**Tabla D.1.6**

**Resultados estimados para contenido de humedad de las muestras de brócoli (ácido cítrico)**

Fila	Observados Valores	Ajustados Valores	Inferior 95,0% para Media	Superior 95,0% para Media
1	0,104	0,0990	0,0824915	0,1155090
2	0,100	0,0915	0,0749915	0,1080090
3	0,103	0,0950	0,0784915	0,1115090
4	0,108	0,1055	0,0889915	0,1220090
5	0,082	0,0755	0,0589915	0,0920085
6	0,107	0,0970	0,0804915	0,1135090
7	0,096	0,0955	0,0789915	0,1120090
8	0,108	0,0980	0,0814915	0,1145090
9	0,094	0,0990	0,0824915	0,1155090
10	0,083	0,0915	0,0749915	0,1080090
11	0,087	0,0950	0,0784915	0,1115090
12	0,103	0,1055	0,0889915	0,1220090
13	0,069	0,0755	0,0589915	0,0920085
14	0,087	0,0970	0,0804915	0,1135090
15	0,095	0,0955	0,0789915	0,1120090
16	0,088	0,0980	0,0814915	0,1145090

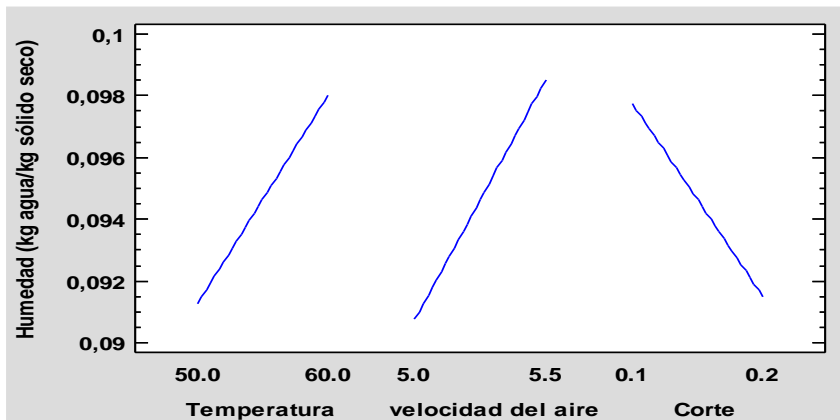
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla D.2.7**

**Optimizar respuesta**

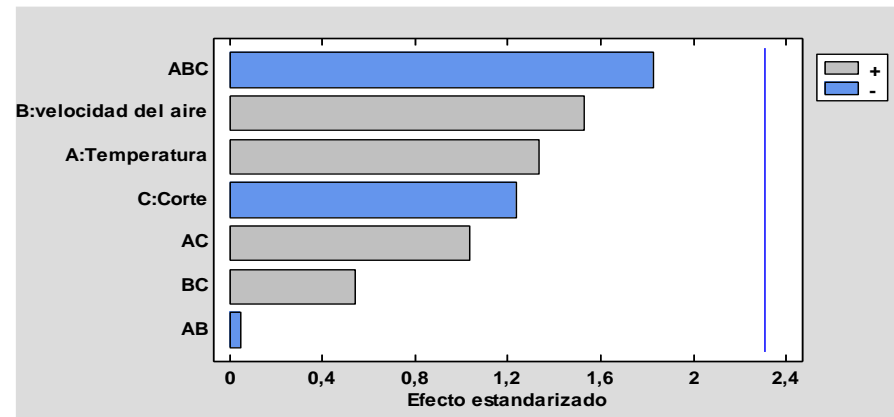
Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	50	60	60
Velocidad del aire	5,0	5,5	5,5
Corte	0,1	0,2	0,1

**Fuente:** Elaboración propia



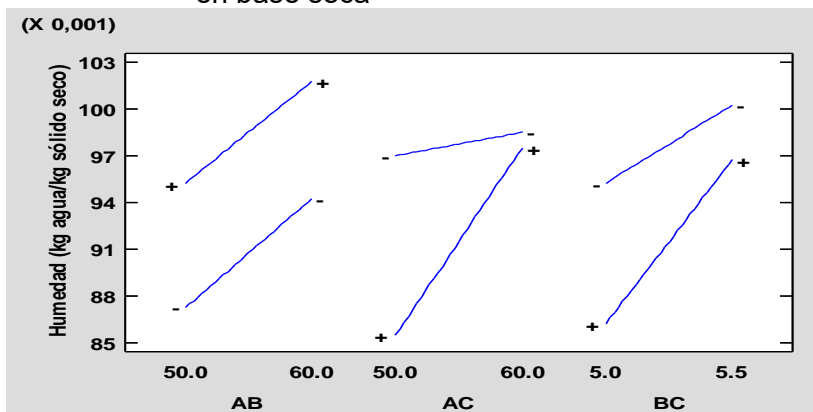
Fuente: Elaboración propia

**Figura D.1.1:** Efectos principales para el contenido de humedad en base seca



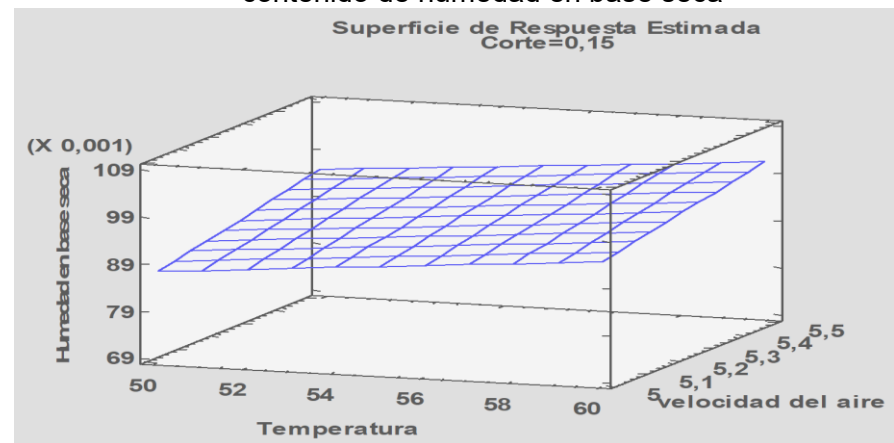
Fuente: Elaboración propia

**Figura D.1.3:** Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de humedad en base seca



Fuente: Elaboración propia

**Figura D.1.2:** Interacción de los factores para el contenido de humedad en base seca



Fuente: Elaboración propia

**Figura D.1.4:** Resultados estimados para contenido de humedad

**ANEXO E**

**VARIACIÓN DE PESO Y**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE**

**LAS MUESTRAS DE BRÓCOLI**

**Variación del peso y contenido de humedad de las muestras del ensayo 1 para (tipo de corte) y muestras preliminares de brócoli sin tratamiento, con solución ácido cítrico y con solución ácido ascórbico**

Tomando en cuenta la variación del peso en función del tiempo de secado para determinar el tipo de corte y tipo de pretratamiento a aplicar. Para tal efecto, se tomó como dato el contenido de humedad en base húmeda ( $H_{BH}$ ) de 87,95 % (CEANID, 2023) y la ecuación (2.3) para el cálculo de masa del sólido seco ( $m_{SS}$ ) seguido de la ecuación (2.2) para el cálculo de humedad en base seca ( $H_{BS}$ )

$$H_{BS} = \frac{(m_i - m_{SS})}{m_{SS}} = \frac{\text{kg de agua}}{\text{kg de sólido seco}} \quad \text{Ecuación (2.2)}$$

$$m_{SS} = m_i(1 - H_{BH}) = \text{kg sólido seco} \quad \text{Ecuación (2.3)}$$

Donde:

$m_{SS}$  = Masa de sólido seco (kg)

$m_i$  = Masa inicial (kg)

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

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

**Tabla E.1**

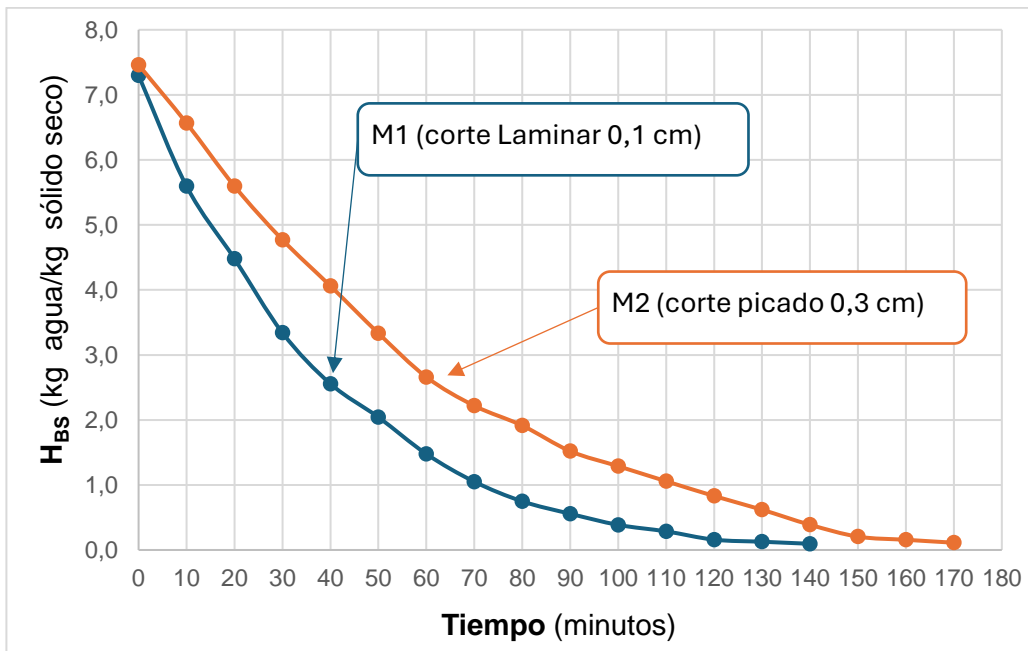
**Variación del contenido de humedad en base seca para ensayo 1**

Tiempo (min)	Corte laminar (N01)		Corte picado (N02)	
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso (g)	H <sub>BS</sub>
0	20,84	7,299	20,85	7,461
10	16,56	5,594	18,64	6,564
20	13,76	4,479	16,25	5,594
30	10,90	3,341	14,22	4,771
40	8,93	2,556	12,47	4,060
50	7,64	2,042	10,68	3,334
60	6,22	1,477	9,02	2,660
70	5,15	1,051	7,93	2,218
80	4,39	0,748	7,18	1,914
90	3,91	0,557	6,21	1,520
100	3,48	0,386	5,64	1,289
110	3,23	0,286	5,07	1,057
120	2,91	0,159	4,51	0,830
130	2,83	0,127	3,99	0,619
140	2,75	0,095	3,42	0,388
150	-	-	2,97	0,205
160	-	-	2,85	0,157

**Tabla E.2**

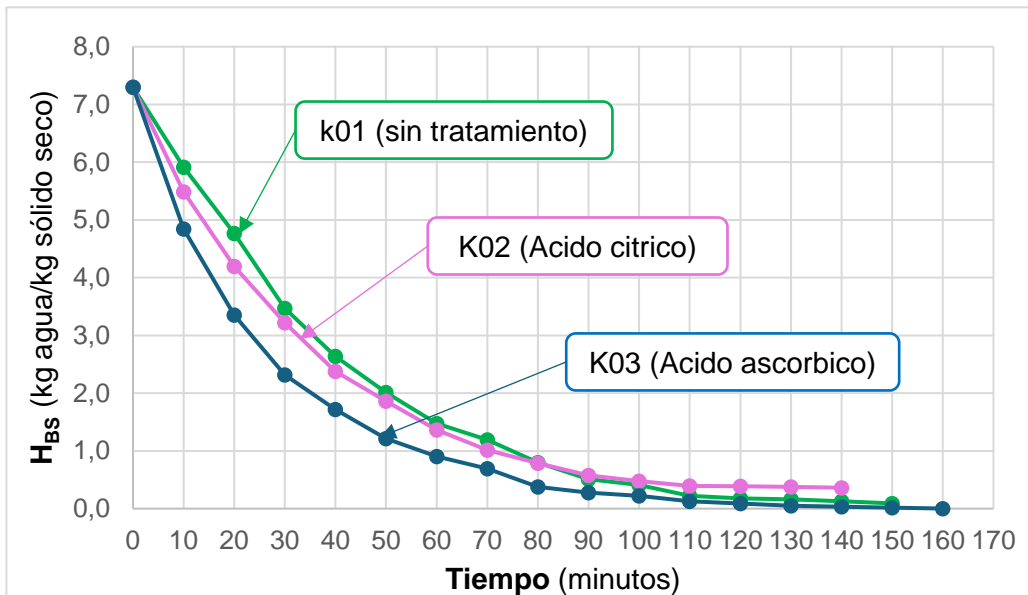
**Variación del contenido de humedad en base seca del brócoli**

Tiempo (min)	(sin tratamiento) K01		(Ácido cítrico) K02		(Ácido ascórbico) K03	
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso (g)	H <sub>BS</sub>
0	20,24	7,299	20,04	7,299	20,71	7,299
10	16,86	5,913	15,66	5,485	14,58	4,842
20	14,06	4,765	12,54	4,193	10,86	3,352
30	10,90	3,469	10,19	3,220	8,28	2,318
40	8,87	2,637	8,16	2,379	6,78	1,717
50	7,35	2,014	6,91	1,861	5,52	1,212
60	6,04	1,477	5,70	1,360	4,75	0,903
70	5,35	1,194	4,86	1,013	4,22	0,691
80	4,38	0,796	4,32	0,789	3,44	0,378
90	3,68	0,509	3,81	0,578	3,18	0,274
100	3,44	0,410	3,57	0,478	3,05	0,222
110	2,98	0,222	3,37	0,396	2,81	0,126
120	2,87	0,177	3,35	0,387	2,71	0,086
130	2,83	0,160	3,32	0,375	2,62	0,050
140	2,75	0,128	3,29	0,362	2,58	0,034
150	2,66	0,091	-	-	2,54	0,018
160	-	-	-	-	2,50	0,002



Fuente: Elaboración propia

Figura E.1: Variación del contenido de humedad en base seca para elegir el tipo de corte del ensayo 1



Fuente: Elaboración propia

Figura E.2: Variación del contenido de humedad en función del tiempo de secado

### **Variación del peso y contenido de humedad de las muestras de brócoli sin tratamiento y con solución ácido cítrico**

La influencia de variables sobre el contenido de humedad final de brócoli en base seca ( $H_{BS}$ ), se determinó de la pérdida de peso que se registró durante el proceso de secado cada 10 min de muestras sin tratamiento y con solución ácido cítrico, iniciando de peso inicial entre (100 – 101) g de brócoli, tomando en cuenta el contenido de humedad en base húmeda ( $H_{BH}$ ) 87,95% (CEANID, 2023) y la ecuación (2.2) para el cálculo de la masa de sólido seco.

$$H_{BS} = \frac{(m_i - m_{ss})}{m_{ss}} = \frac{\text{kg de agua}}{\text{kg de solido seco}} \quad \text{Ecuación (2.2)}$$

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

Donde:

$m_{ss}$  = Masa de sólido seco (kg)

$m_i$  = Masa inicial (kg)

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

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

**Tabla E.3**

Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>

Temperatura 50 °C	Velocidad de aire 5 m/s		Corte 0,1 cm	
Tiempo (min)	R01		RC1	
	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>
0	100,58	7,299	100,44	7,299
10	84,93	5,944	88,18	6,377
20	73,44	4,996	76,31	5,372
30	63,48	4,197	65,67	4,484
40	55,43	3,598	57,61	3,769
50	49,48	3,118	50,25	3,109
60	43,21	2,648	43,39	2,551
70	38,19	2,228	38,23	2,085
80	32,77	1,775	33,64	1,726
90	29,13	1,435	29,09	1,385
100	26,30	1,210	25,45	1,076
110	23,58	0,963	22,63	0,861
120	20,71	0,740	20,01	0,652
130	18,62	0,544	17,43	0,453
140	17,44	0,449	15,67	0,309
150	16,47	0,339	14,53	0,202
160	15,62	0,269	13,73	0,133
170	14,53	0,201	12,81	0,051
180	13,41	0,128	12,36	0,016
190	13,22	0,108	12,28	0,010
200	12,75	0,057	-	-
210	12,43	0,034	-	-
220	12,31	0,022	-	-

Fuente: Elaboración propia

**Tabla E.4**

Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>

Temperatura 60 °C	Velocidad de aire 5 m/s		Corte 0,1 cm	
Tiempo (min)	R02		RC2	
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>
0	100,02	7,299	100,10	7,299
10	86,64	6,146	79,75	5,894
20	76,05	5,234	65,06	4,715
30	68,36	4,331	53,75	3,766
40	60,19	3,446	45,20	2,957
50	52,55	2,673	40,03	2,389
60	44,72	1,988	34,53	1,887
70	38,14	1,499	30,40	1,491
80	33,75	1,160	25,90	1,071
90	29,76	0,891	23,04	0,835
100	25,63	0,720	19,76	0,599
110	22,31	0,572	17,63	0,429
120	19,66	0,474	15,69	0,319
130	18,29	0,403	14,86	0,260
140	17,06	0,319	13,72	0,179
150	16,08	0,227	13,38	0,119
160	15,13	0,152	12,87	0,066
170	14,79	0,115	12,43	0,031
180	13,88	0,088	12,19	0,011
190	13,23	0,091	-	-
200	13,06	0,052	-	-

Fuente: Elaboración propia



**Tabla E.5**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>*

Temperatura 50 °C	Velocidad de aire 5,5 m/s		Corte 0,1cm	
Tiempo (min)	R03		RC3	
	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>
0	100,61	7,299	100,90	7,299
10	86,82	6,199	82,47	5,809
20	73,67	5,019	69,45	4,713
30	62,72	4,103	56,52	3,589
40	54,51	3,412	48,02	2,879
50	46,96	2,794	39,54	2,247
60	39,87	2,240	32,66	1,609
70	33,64	1,770	25,75	1,060
80	29,39	1,420	22,72	0,826
90	25,21	1,114	20,52	0,661
100	21,83	0,868	19,26	0,553
110	19,89	0,651	17,06	0,425
120	18,84	0,554	16,88	0,386
130	17,86	0,465	15,30	0,266
140	16,64	0,360	14,47	0,198
150	15,61	0,274	13,42	0,117
160	14,82	0,192	12,83	0,061
170	13,83	0,140	12,30	0,018
180	13,03	0,092	12,27	0,007
190	12,92	0,064	-	-
200	12,75	0,044	-	-
210	12,39	0,026	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.6**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>*

Temperatura 60 °C	Velocidad de aire 5,5 m/s		Corte 0,1 cm	
Tiempo (min)	R04		RC4	
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>
0	100,96	7,299	100,13	7,299
10	85,04	6,048	88,44	6,284
20	74,46	5,078	77,50	5,296
30	63,52	4,247	68,47	4,555
40	54,94	3,559	58,41	3,634
50	47,39	2,941	48,55	2,820
60	40,15	2,319	40,06	2,164
70	32,45	1,723	32,95	1,598
80	26,49	1,246	26,71	1,154
90	22,83	0,947	22,40	0,833
100	20,49	0,739	18,79	0,550
110	18,33	0,568	16,33	0,362
120	17,49	0,446	15,42	0,280
130	16,63	0,359	14,84	0,227
140	15,69	0,284	13,41	0,097
150	14,74	0,211	12,79	0,056
160	13,87	0,143	12,55	0,036
170	13,34	0,102	12,21	0,015
180	13,29	0,087	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.7**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>*

Temperatura 50 °C		Velocidad de aire 5 m/s		Corte 0,2 cm	
Tiempo (min)	R05		RC5		
	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	
0	100,09	7,299	100,81	7,299	
10	86,63	6,198	90,29	6,660	
20	76,64	5,427	80,81	5,871	
30	67,70	4,645	71,91	5,180	
40	60,46	4,043	63,18	4,520	
50	54,77	3,583	54,29	3,812	
60	48,38	3,074	48,38	3,202	
70	43,83	2,680	43,25	2,693	
80	38,72	2,273	38,24	2,300	
90	33,44	1,874	32,62	1,944	
100	29,67	1,558	29,57	1,655	
110	25,55	1,235	26,91	1,367	
120	23,12	0,998	24,63	1,132	
130	20,40	0,755	21,44	0,870	
140	18,63	0,548	19,33	0,635	
150	17,24	0,428	16,60	0,467	
160	16,49	0,363	15,69	0,269	
170	15,53	0,270	13,69	0,136	
180	14,64	0,197	12,79	0,063	
190	13,85	0,128	12,63	0,043	
200	13,28	0,090	12,22	0,007	
210	12,86	0,063	-	-	
220	12,57	0,040	-	-	
230	12,15	0,013	-	-	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.8**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>*

Temperatura 60 °C		Velocidad de aire 5 m/s		Corte 0,2 cm	
Tiempo (min)	R06		RC6		
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	
0	100,49	7,299	100,99	7,299	
10	82,66	6,007	87,21	6,268	
20	70,96	5,085	74,28	5,280	
30	61,26	4,365	65,38	4,476	
40	51,61	3,628	56,27	3,742	
50	43,27	2,967	47,16	2,996	
60	35,69	2,329	40,07	2,428	
70	30,01	1,821	33,66	1,920	
80	26,94	1,513	27,76	1,429	
90	24,13	1,231	23,34	1,055	
100	21,95	0,970	20,03	0,793	
110	19,45	0,729	17,18	0,544	
120	18,64	0,585	16,04	0,428	
130	17,83	0,495	15,04	0,294	
140	16,76	0,400	14,42	0,223	
150	15,27	0,298	13,42	0,155	
160	14,98	0,246	13,23	0,092	
170	14,32	0,205	12,75	0,047	
180	13,99	0,153	12,33	0,017	
190	13,70	0,115	12,21	0,009	
200	13,43	0,096	-	-	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.9**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>*

Temperatura 50 °C	Velocidad de aire 5,5 m/s		Corte 0,2cm	
Tiempo (min)	R07		RC7	
	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>
0	100,63	7,299	100,58	7,299
10	87,27	6,121	90,24	6,310
20	77,44	5,324	79,91	5,457
30	69,72	4,663	69,96	4,638
40	63,37	4,104	61,98	3,981
50	58,12	3,611	54,73	3,384
60	51,98	3,123	48,48	2,859
70	46,64	2,678	43,55	2,451
80	41,83	2,296	38,25	1,998
90	37,19	1,944	33,29	1,623
100	33,30	1,615	29,19	1,304
110	30,05	1,381	26,33	1,026
120	26,76	1,131	23,38	0,790
130	24,22	0,900	19,34	0,542
140	21,66	0,718	17,61	0,416
150	19,23	0,549	15,47	0,264
160	18,06	0,440	14,63	0,206
170	16,81	0,345	14,17	0,169
180	15,76	0,272	13,84	0,136
190	14,71	0,195	13,53	0,110
200	13,84	0,140	13,21	0,092
210	13,49	0,112	-	-
220	13,27	0,092	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.10**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>*

Temperatura 60 °C	Velocidad de aire 5,5 m/s		Corte 0,2 cm	
Tiempo (min)	R08		RC8	
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>
0	100,56	7,299	100,96	7,299
10	82,63	5,867	92,64	6,456
20	69,66	4,643	82,09	5,585
30	58,56	3,724	70,19	4,682
40	48,96	2,999	59,53	3,874
50	41,98	2,438	49,58	3,180
60	35,83	1,914	41,33	2,504
70	30,27	1,488	34,31	1,960
80	26,28	1,196	28,43	1,515
90	23,66	0,958	23,22	1,097
100	21,58	0,758	19,71	0,784
110	19,32	0,578	17,97	0,575
120	17,48	0,414	16,40	0,428
130	15,67	0,287	15,46	0,310
140	14,55	0,202	14,43	0,221
150	13,57	0,125	13,67	0,150
160	13,62	0,106	13,25	0,102
170	12,82	0,057	12,76	0,052
180	12,53	0,037	12,33	0,021
190	12,37	0,022	12,27	0,005

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.11**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>*

Temperatura 50 °C	Velocidad de aire 5 m/s	Corte 0,1 cm		
Tiempo (min)	R01		RC1	
	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>
0	100,58	7,299	100,44	7,299
10	84,93	5,944	88,18	6,377
20	73,44	4,996	76,31	5,372
30	63,48	4,197	65,67	4,484
40	55,43	3,598	57,61	3,769
50	49,48	3,118	50,25	3,109
60	43,21	2,648	43,39	2,551
70	38,19	2,228	38,23	2,085
80	32,77	1,775	33,64	1,726
90	29,13	1,435	29,09	1,385
100	26,30	1,210	25,45	1,076
110	23,58	0,963	22,63	0,861
120	20,71	0,740	20,01	0,652
130	18,62	0,544	17,43	0,453
140	17,44	0,449	15,67	0,309
150	16,47	0,339	14,53	0,202
160	15,62	0,269	13,73	0,133
170	14,53	0,201	12,81	0,051
180	13,41	0,128	12,36	0,016
190	13,22	0,108	12,28	0,010
200	12,75	0,057	-	-
210	12,43	0,034	-	-
220	12,31	0,022	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.12**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>*

Temperatura 50 °C	Velocidad de aire 5,5 m/s	Corte 0,1cm		
Tiempo (min)	R03		RC3	
	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>
0	100,61	7,299	100,90	7,299
10	86,82	6,199	82,47	5,809
20	73,67	5,019	69,45	4,713
30	62,72	4,103	56,52	3,589
40	54,51	3,412	48,02	2,879
50	46,96	2,794	39,54	2,247
60	39,87	2,240	32,66	1,609
70	33,64	1,770	25,75	1,060
80	29,39	1,420	22,72	0,826
90	25,21	1,114	20,52	0,661
100	21,83	0,868	19,26	0,553
110	19,89	0,651	17,06	0,425
120	18,84	0,554	16,88	0,386
130	17,86	0,465	15,30	0,266
140	16,64	0,360	14,47	0,198
150	15,61	0,274	13,42	0,117
160	14,82	0,192	12,83	0,061
170	13,83	0,140	12,30	0,018
180	13,03	0,092	12,27	0,007
190	12,92	0,064	-	-
200	12,75	0,044	-	-
210	12,39	0,026	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.13**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>*

Temperatura 60 °C		Velocidad de aire 5 m/s		Corte 0,1 cm	
Tiempo (min)	R02		RC2		
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	
0	100,02	7,299	100,10	7,299	
10	86,64	6,146	79,75	5,894	
20	76,05	5,234	65,06	4,715	
30	68,36	4,331	53,75	3,766	
40	60,19	3,446	45,20	2,957	
50	52,55	2,673	40,03	2,389	
60	44,72	1,988	34,53	1,887	
70	38,14	1,499	30,40	1,491	
80	33,75	1,160	25,90	1,071	
90	29,76	0,891	23,04	0,835	
100	25,63	0,720	19,76	0,599	
110	22,31	0,572	17,63	0,429	
120	19,66	0,474	15,69	0,319	
130	18,29	0,403	14,86	0,260	
140	17,06	0,319	13,72	0,179	
150	16,08	0,227	13,38	0,119	
160	15,13	0,152	12,87	0,066	
170	14,79	0,115	12,43	0,031	
180	13,88	0,088	12,19	0,011	
190	13,23	0,091	-	-	
200	13,06	0,052	-	-	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.14**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>*

Temperatura 60 °C		Velocidad de aire 5,5 m/s		Corte 0,1 cm	
Tiempo (min)	R04		RC4		
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	
0	100,96	7,299	100,13	7,299	
10	85,04	6,048	88,44	6,284	
20	74,46	5,078	77,50	5,296	
30	63,52	4,247	68,47	4,555	
40	54,94	3,559	58,41	3,634	
50	47,39	2,941	48,55	2,820	
60	40,15	2,319	40,06	2,164	
70	32,45	1,723	32,95	1,598	
80	26,49	1,246	26,71	1,154	
90	22,83	0,947	22,40	0,833	
100	20,49	0,739	18,79	0,550	
110	18,33	0,568	16,33	0,362	
120	17,49	0,446	15,42	0,280	
130	16,63	0,359	14,84	0,227	
140	15,69	0,284	13,41	0,097	
150	14,74	0,211	12,79	0,056	
160	13,87	0,143	12,55	0,036	
170	13,34	0,102	12,21	0,015	
180	13,29	0,087	-	-	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.15**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>*

Temperatura 50 °C	Velocidad de aire 5 m/s	Corte 0,2 cm		
Tiempo (min)	R05		RC5	
	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>
0	100,09	7,299	100,81	7,299
10	86,63	6,198	90,29	6,660
20	76,64	5,427	80,81	5,871
30	67,70	4,645	71,91	5,180
40	60,46	4,043	63,18	4,520
50	54,77	3,583	54,29	3,812
60	48,38	3,074	48,38	3,202
70	43,83	2,680	43,25	2,693
80	38,72	2,273	38,24	2,300
90	33,44	1,874	32,62	1,944
100	29,67	1,558	29,57	1,655
110	25,55	1,235	26,91	1,367
120	23,12	0,998	24,63	1,132
130	20,40	0,755	21,44	0,870
140	18,63	0,548	19,33	0,635
150	17,24	0,428	16,60	0,467
160	16,49	0,363	15,69	0,269
170	15,53	0,270	13,69	0,136
180	14,64	0,197	12,79	0,063
190	13,85	0,128	12,63	0,043
200	13,28	0,090	12,22	0,007
210	12,86	0,063	-	-
220	12,57	0,040	-	-
230	12,15	0,013	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.16**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>*

Temperatura 50 °C	Velocidad de aire 5,5 m/s	Corte 0,2cm		
Tiempo (min)	R07		RC7	
	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>
0	100,63	7,299	100,58	7,299
10	87,27	6,121	90,24	6,310
20	77,44	5,324	79,91	5,457
30	69,72	4,663	69,96	4,638
40	63,37	4,104	61,98	3,981
50	58,12	3,611	54,73	3,384
60	51,98	3,123	48,48	2,859
70	46,64	2,678	43,55	2,451
80	41,83	2,296	38,25	1,998
90	37,19	1,944	33,29	1,623
100	33,30	1,615	29,19	1,304
110	30,05	1,381	26,33	1,026
120	26,76	1,131	23,38	0,790
130	24,22	0,900	19,34	0,542
140	21,66	0,718	17,61	0,416
150	19,23	0,549	15,47	0,264
160	18,06	0,440	14,63	0,206
170	16,81	0,345	14,17	0,169
180	15,76	0,272	13,84	0,136
190	14,71	0,195	13,53	0,110
200	13,84	0,140	13,21	0,092
210	13,49	0,112	-	-
220	13,27	0,092	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.17**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>*

Temperatura 60 °C		Velocidad de aire 5 m/s		Corte 0,2 cm	
Tiempo (min)	R06		RC6		
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	
0	100,49	7,299	100,99	7,299	
10	82,66	6,007	87,21	6,268	
20	70,96	5,085	74,28	5,280	
30	61,26	4,365	65,38	4,476	
40	51,61	3,628	56,27	3,742	
50	43,27	2,967	47,16	2,996	
60	35,69	2,329	40,07	2,428	
70	30,01	1,821	33,66	1,920	
80	26,94	1,513	27,76	1,429	
90	24,13	1,231	23,34	1,055	
100	21,95	0,970	20,03	0,793	
110	19,45	0,729	17,18	0,544	
120	18,64	0,585	16,04	0,428	
130	17,83	0,495	15,04	0,294	
140	16,76	0,400	14,42	0,223	
150	15,27	0,298	13,42	0,155	
160	14,98	0,246	13,23	0,092	
170	14,32	0,205	12,75	0,047	
180	13,99	0,153	12,33	0,017	
190	13,70	0,115	12,21	0,009	
200	13,43	0,096	-	-	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.18**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>*

Temperatura 60 °C		Velocidad de aire 5,5 m/s		Corte 0,2cm	
Tiempo (min)	R08		RC8		
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	
0	100,56	7,299	100,96	7,299	
10	82,63	5,867	92,64	6,456	
20	69,66	4,643	82,09	5,585	
30	58,56	3,724	70,19	4,682	
40	48,96	2,999	59,53	3,874	
50	41,98	2,438	49,58	3,180	
60	35,83	1,914	41,33	2,504	
70	30,27	1,488	34,31	1,960	
80	26,28	1,196	28,43	1,515	
90	23,66	0,958	23,22	1,097	
100	21,58	0,758	19,71	0,784	
110	19,32	0,578	17,97	0,575	
120	17,48	0,414	16,40	0,428	
130	15,67	0,287	15,46	0,310	
140	14,55	0,202	14,43	0,221	
150	13,57	0,125	13,67	0,150	
160	13,62	0,106	13,25	0,102	
170	12,82	0,057	12,76	0,052	
180	12,53	0,037	12,33	0,021	
190	12,37	0,022	12,27	0,005	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.19**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>*

Temperatura 50 °C	Velocidad de aire 5 m/s	Corte 0,1 cm		
Tiempo (min)	R01		RC1	
	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>
0	100,58	7,299	100,44	7,299
10	84,93	5,944	88,18	6,377
20	73,44	4,996	76,31	5,372
30	63,48	4,197	65,67	4,484
40	55,43	3,598	57,61	3,769
50	49,48	3,118	50,25	3,109
60	43,21	2,648	43,39	2,551
70	38,19	2,228	38,23	2,085
80	32,77	1,775	33,64	1,726
90	29,13	1,435	29,09	1,385
100	26,30	1,210	25,45	1,076
110	23,58	0,963	22,63	0,861
120	20,71	0,740	20,01	0,652
130	18,62	0,544	17,43	0,453
140	17,44	0,449	15,67	0,309
150	16,47	0,339	14,53	0,202
160	15,62	0,269	13,73	0,133
170	14,53	0,201	12,81	0,051
180	13,41	0,128	12,36	0,016
190	13,22	0,108	12,28	0,010
200	12,75	0,057	-	-
210	12,43	0,034	-	-
220	12,31	0,022	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.20**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>*

Temperatura 50 °C	Velocidad de aire 5 m/s	Corte 0,2 cm		
Tiempo (min)	R05		RC5	
	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>
0	100,09	7,299	100,81	7,299
10	86,63	6,198	90,29	6,660
20	76,64	5,427	80,81	5,871
30	67,70	4,645	71,91	5,180
40	60,46	4,043	63,18	4,520
50	54,77	3,583	54,29	3,812
60	48,38	3,074	48,38	3,202
70	43,83	2,680	43,25	2,693
80	38,72	2,273	38,24	2,300
90	33,44	1,874	32,62	1,944
100	29,67	1,558	29,57	1,655
110	25,55	1,235	26,91	1,367
120	23,12	0,998	24,63	1,132
130	20,40	0,755	21,44	0,870
140	18,63	0,548	19,33	0,635
150	17,24	0,428	16,60	0,467
160	16,49	0,363	15,69	0,269
170	15,53	0,270	13,69	0,136
180	14,64	0,197	12,79	0,063
190	13,85	0,128	12,63	0,043
200	13,28	0,090	12,22	0,007
210	12,86	0,063	-	-
220	12,57	0,040	-	-
230	12,15	0,013	-	-

**Fuente:** Elaboración propia



**Tabla E.21**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>*

Temperatura 60 °C		Velocidad de aire 5 m/s		Corte 0,1 cm	
Tiempo (min)	R02		RC2		
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	
0	100,02	7,299	100,10	7,299	
10	86,64	6,146	79,75	5,894	
20	76,05	5,234	65,06	4,715	
30	68,36	4,331	53,75	3,766	
40	60,19	3,446	45,20	2,957	
50	52,55	2,673	40,03	2,389	
60	44,72	1,988	34,53	1,887	
70	38,14	1,499	30,40	1,491	
80	33,75	1,160	25,90	1,071	
90	29,76	0,891	23,04	0,835	
100	25,63	0,720	19,76	0,599	
110	22,31	0,572	17,63	0,429	
120	19,66	0,474	15,69	0,319	
130	18,29	0,403	14,86	0,260	
140	17,06	0,319	13,72	0,179	
150	16,08	0,227	13,38	0,119	
160	15,13	0,152	12,87	0,066	
170	14,79	0,115	12,43	0,031	
180	13,88	0,088	12,19	0,011	
190	13,23	0,091	-	-	
200	13,06	0,052	-	-	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla E.22**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>*

Temperatura 60 °C		Velocidad de aire 5 m/s		Corte 0,2 cm	
Tiempo (min)	R06		RC6		
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	
0	100,49	7,299	100,99	7,299	
10	82,66	6,007	87,21	6,268	
20	70,96	5,085	74,28	5,280	
30	61,26	4,365	65,38	4,476	
40	51,61	3,628	56,27	3,742	
50	43,27	2,967	47,16	2,996	
60	35,69	2,329	40,07	2,428	
70	30,01	1,821	33,66	1,920	
80	26,94	1,513	27,76	1,429	
90	24,13	1,231	23,34	1,055	
100	21,95	0,970	20,03	0,793	
110	19,45	0,729	17,18	0,544	
120	18,64	0,585	16,04	0,428	
130	17,83	0,495	15,04	0,294	
140	16,76	0,400	14,42	0,223	
150	15,27	0,298	13,42	0,155	
160	14,98	0,246	13,23	0,092	
170	14,32	0,205	12,75	0,047	
180	13,99	0,153	12,33	0,017	
190	13,70	0,115	12,21	0,009	
200	13,43	0,096	-	-	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla E.23***Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>*

Temperatura 50 °C		Velocidad de aire 5,5 m/s		Corte 0,1cm	
Tiempo (min)	R03		RC3		
	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	
0	100,61	7,299	100,90	7,299	
10	86,82	6,199	82,47	5,809	
20	73,67	5,019	69,45	4,713	
30	62,72	4,103	56,52	3,589	
40	54,51	3,412	48,02	2,879	
50	46,96	2,794	39,54	2,247	
60	39,87	2,240	32,66	1,609	
70	33,64	1,770	25,75	1,060	
80	29,39	1,420	22,72	0,826	
90	25,21	1,114	20,52	0,661	
100	21,83	0,868	19,26	0,553	
110	19,89	0,651	17,06	0,425	
120	18,84	0,554	16,88	0,386	
130	17,86	0,465	15,30	0,266	
140	16,64	0,360	14,47	0,198	
150	15,61	0,274	13,42	0,117	
160	14,82	0,192	12,83	0,061	
170	13,83	0,140	12,30	0,018	
180	13,03	0,092	12,27	0,007	
190	12,92	0,064	-	-	
200	12,75	0,044	-	-	
210	12,39	0,026	-	-	

**Fuente:** Elaboración propia**Tabla E.24***Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>*

Temperatura 50 °C		Velocidad de aire 5,5 m/s		Corte 0,2cm	
Tiempo (min)	R07		RC7		
	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	
0	100,63	7,299	100,58	7,299	
10	87,27	6,121	90,24	6,310	
20	77,44	5,324	79,91	5,457	
30	69,72	4,663	69,96	4,638	
40	63,37	4,104	61,98	3,981	
50	58,12	3,611	54,73	3,384	
60	51,98	3,123	48,48	2,859	
70	46,64	2,678	43,55	2,451	
80	41,83	2,296	38,25	1,998	
90	37,19	1,944	33,29	1,623	
100	33,30	1,615	29,19	1,304	
110	30,05	1,381	26,33	1,026	
120	26,76	1,131	23,38	0,790	
130	24,22	0,900	19,34	0,542	
140	21,66	0,718	17,61	0,416	
150	19,23	0,549	15,47	0,264	
160	18,06	0,440	14,63	0,206	
170	16,81	0,345	14,17	0,169	
180	15,76	0,272	13,84	0,136	
190	14,71	0,195	13,53	0,110	
200	13,84	0,140	13,21	0,092	
210	13,49	0,112	-	-	
220	13,27	0,092	-	-	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.25**

*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>*

Temperatura 60 °C		Velocidad de aire 5,5 m/s		Corte 0,1 cm	
Tiempo (min)	R04		RC4		
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	
0	100,96	7,299	100,13	7,299	
10	85,04	6,048	88,44	6,284	
20	74,46	5,078	77,50	5,296	
30	63,52	4,247	68,47	4,555	
40	54,94	3,559	58,41	3,634	
50	47,39	2,941	48,55	2,820	
60	40,15	2,319	40,06	2,164	
70	32,45	1,723	32,95	1,598	
80	26,49	1,246	26,71	1,154	
90	22,83	0,947	22,40	0,833	
100	20,49	0,739	18,79	0,550	
110	18,33	0,568	16,33	0,362	
120	17,49	0,446	15,42	0,280	
130	16,63	0,359	14,84	0,227	
140	15,69	0,284	13,41	0,097	
150	14,74	0,211	12,79	0,056	
160	13,87	0,143	12,55	0,036	
170	13,34	0,102	12,21	0,015	
180	13,29	0,087	-	-	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla E.26**

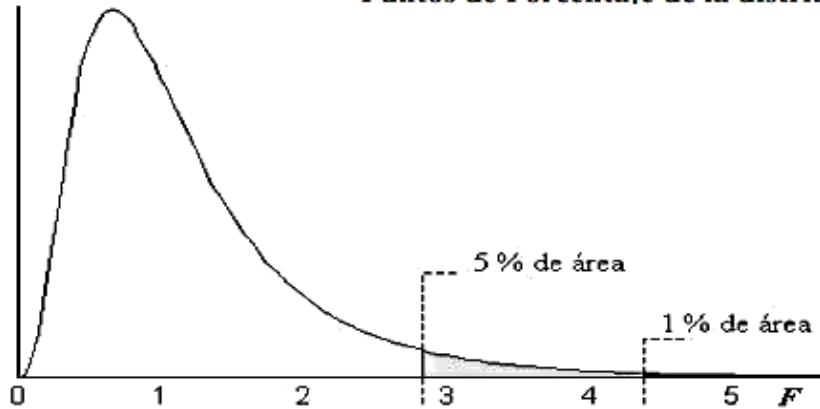
*Variación de peso y humedad de la muestra de brócoli A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>*

Temperatura 60 °C		Velocidad de aire 5,5 m/s		Corte 0,2cm	
Tiempo (min)	R08		RC8		
	Peso (g)	H <sub>BS</sub>	Peso(g)	H <sub>BS</sub>	
0	100,56	7,299	100,96	7,299	
10	82,63	5,867	92,64	6,456	
20	69,66	4,643	82,09	5,585	
30	58,56	3,724	70,19	4,682	
40	48,96	2,999	59,53	3,874	
50	41,98	2,438	49,58	3,180	
60	35,83	1,914	41,33	2,504	
70	30,27	1,488	34,31	1,960	
80	26,28	1,196	28,43	1,515	
90	23,66	0,958	23,22	1,097	
100	21,58	0,758	19,71	0,784	
110	19,32	0,578	17,97	0,575	
120	17,48	0,414	16,40	0,428	
130	15,67	0,287	15,46	0,310	
140	14,55	0,202	14,43	0,221	
150	13,57	0,125	13,67	0,150	
160	13,62	0,106	13,25	0,102	
170	12,82	0,057	12,76	0,052	
180	12,53	0,037	12,33	0,021	
190	12,37	0,022	12,27	0,005	

**Fuente:** Elaboración propia

**ANEXO F**  
**TABLAS DE TUKEY, FISHER y**  
**GRAFICAS DEL PROGRAMA**  
**PSICROM**

### Puntos de Porcentaje de la distribución F



Ejemplo:

Para  $n_1 = 9, n_2 = 12$  grados de libertad:

$P[F > 2.80] = 0.05$

$P[F > 4.39] = 0.01$

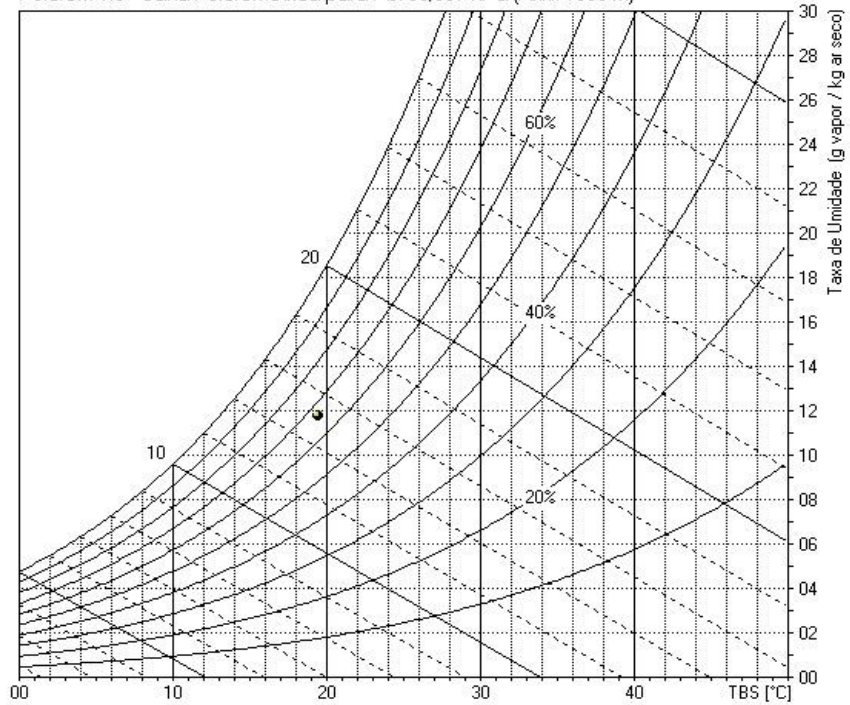
n <sub>2</sub>	5% (normal) y 1% (negritas) puntos para la distribución de F																				n <sub>2</sub>					
	n <sub>1</sub> grados de libertad (para el mayor cuadrado medio)																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞		
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	246	248	249	250	251	252	253	253	254	254	254	254	1
	<b>4052</b>	<b>4999</b>	<b>5404</b>	<b>5624</b>	<b>5764</b>	<b>5859</b>	<b>5928</b>	<b>5981</b>	<b>6022</b>	<b>6056</b>	<b>6083</b>	<b>6107</b>	<b>6143</b>	<b>6170</b>	<b>6209</b>	<b>6234</b>	<b>6260</b>	<b>6286</b>	<b>6302</b>	<b>6324</b>	<b>6334</b>	<b>6350</b>	<b>6360</b>	<b>6366</b>		
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.48	19.49	19.49	19.49	19.50	19.50	2
	<b>98.50</b>	<b>99.00</b>	<b>99.16</b>	<b>99.25</b>	<b>99.30</b>	<b>99.33</b>	<b>99.36</b>	<b>99.38</b>	<b>99.39</b>	<b>99.40</b>	<b>99.41</b>	<b>99.42</b>	<b>99.43</b>	<b>99.44</b>	<b>99.45</b>	<b>99.46</b>	<b>99.47</b>	<b>99.48</b>	<b>99.48</b>	<b>99.48</b>	<b>99.49</b>	<b>99.49</b>	<b>99.50</b>	<b>99.50</b>	<b>99.50</b>	
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.71	8.69	8.66	8.64	8.62	8.59	8.58	8.56	8.55	8.54	8.53	8.53	3	
	<b>34.12</b>	<b>30.82</b>	<b>29.46</b>	<b>28.71</b>	<b>28.24</b>	<b>27.91</b>	<b>27.67</b>	<b>27.49</b>	<b>27.34</b>	<b>27.23</b>	<b>27.13</b>	<b>27.05</b>	<b>26.92</b>	<b>26.83</b>	<b>26.69</b>	<b>26.60</b>	<b>26.50</b>	<b>26.41</b>	<b>26.35</b>	<b>26.28</b>	<b>26.24</b>	<b>26.18</b>	<b>26.15</b>	<b>26.13</b>		
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.87	5.84	5.80	5.77	5.75	5.72	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.63	4	
	<b>21.20</b>	<b>18.00</b>	<b>16.69</b>	<b>15.98</b>	<b>15.52</b>	<b>15.21</b>	<b>14.98</b>	<b>14.80</b>	<b>14.66</b>	<b>14.55</b>	<b>14.45</b>	<b>14.37</b>	<b>14.25</b>	<b>14.15</b>	<b>14.02</b>	<b>13.93</b>	<b>13.84</b>	<b>13.75</b>	<b>13.69</b>	<b>13.61</b>	<b>13.58</b>	<b>13.52</b>	<b>13.49</b>	<b>13.46</b>		
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.64	4.60	4.56	4.53	4.50	4.46	4.44	4.42	4.41	4.39	4.37	4.37	5	
	<b>16.26</b>	<b>13.27</b>	<b>12.06</b>	<b>11.39</b>	<b>10.97</b>	<b>10.67</b>	<b>10.46</b>	<b>10.29</b>	<b>10.16</b>	<b>10.05</b>	<b>9.96</b>	<b>9.89</b>	<b>9.77</b>	<b>9.68</b>	<b>9.55</b>	<b>9.47</b>	<b>9.38</b>	<b>9.29</b>	<b>9.24</b>	<b>9.17</b>	<b>9.13</b>	<b>9.08</b>	<b>9.04</b>	<b>9.02</b>		
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.96	3.92	3.87	3.84	3.81	3.77	3.75	3.73	3.71	3.69	3.68	3.67	6	
	<b>13.75</b>	<b>10.92</b>	<b>9.78</b>	<b>9.15</b>	<b>8.75</b>	<b>8.47</b>	<b>8.26</b>	<b>8.10</b>	<b>7.98</b>	<b>7.87</b>	<b>7.79</b>	<b>7.72</b>	<b>7.60</b>	<b>7.52</b>	<b>7.40</b>	<b>7.31</b>	<b>7.23</b>	<b>7.14</b>	<b>7.09</b>	<b>7.02</b>	<b>6.99</b>	<b>6.93</b>	<b>6.90</b>	<b>6.88</b>		
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.53	3.49	3.44	3.41	3.38	3.34	3.32	3.29	3.27	3.25	3.24	3.23	7	
	<b>12.25</b>	<b>9.55</b>	<b>8.45</b>	<b>7.85</b>	<b>7.46</b>	<b>7.19</b>	<b>6.99</b>	<b>6.84</b>	<b>6.72</b>	<b>6.62</b>	<b>6.54</b>	<b>6.47</b>	<b>6.36</b>	<b>6.28</b>	<b>6.16</b>	<b>6.07</b>	<b>5.99</b>	<b>5.91</b>	<b>5.86</b>	<b>5.79</b>	<b>5.75</b>	<b>5.70</b>	<b>5.67</b>	<b>5.65</b>		
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.24	3.20	3.15	3.12	3.08	3.04	3.02	2.99	2.97	2.95	2.94	2.93	8	
	<b>11.26</b>	<b>8.65</b>	<b>7.59</b>	<b>7.01</b>	<b>6.63</b>	<b>6.37</b>	<b>6.18</b>	<b>6.03</b>	<b>5.91</b>	<b>5.81</b>	<b>5.73</b>	<b>5.67</b>	<b>5.56</b>	<b>5.48</b>	<b>5.36</b>	<b>5.28</b>	<b>5.20</b>	<b>5.12</b>	<b>5.07</b>	<b>5.00</b>	<b>4.96</b>	<b>4.91</b>	<b>4.88</b>	<b>4.86</b>		
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.03	2.99	2.94	2.90	2.86	2.83	2.80	2.77	2.76	2.73	2.72	2.71	9	
	<b>10.56</b>	<b>8.02</b>	<b>6.99</b>	<b>6.42</b>	<b>6.06</b>	<b>5.80</b>	<b>5.61</b>	<b>5.47</b>	<b>5.35</b>	<b>5.26</b>	<b>5.18</b>	<b>5.11</b>	<b>5.01</b>	<b>4.92</b>	<b>4.81</b>	<b>4.73</b>	<b>4.65</b>	<b>4.57</b>	<b>4.52</b>	<b>4.45</b>	<b>4.41</b>	<b>4.36</b>	<b>4.33</b>	<b>4.31</b>		
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.86	2.83	2.77	2.74	2.70	2.66	2.64	2.60	2.59	2.56	2.55	2.54	10	
	<b>10.04</b>	<b>7.56</b>	<b>6.55</b>	<b>5.99</b>	<b>5.64</b>	<b>5.39</b>	<b>5.20</b>	<b>5.06</b>	<b>4.94</b>	<b>4.85</b>	<b>4.77</b>	<b>4.71</b>	<b>4.60</b>	<b>4.52</b>	<b>4.41</b>	<b>4.33</b>	<b>4.25</b>	<b>4.17</b>	<b>4.12</b>	<b>4.05</b>	<b>4.01</b>	<b>3.96</b>	<b>3.93</b>	<b>3.91</b>		



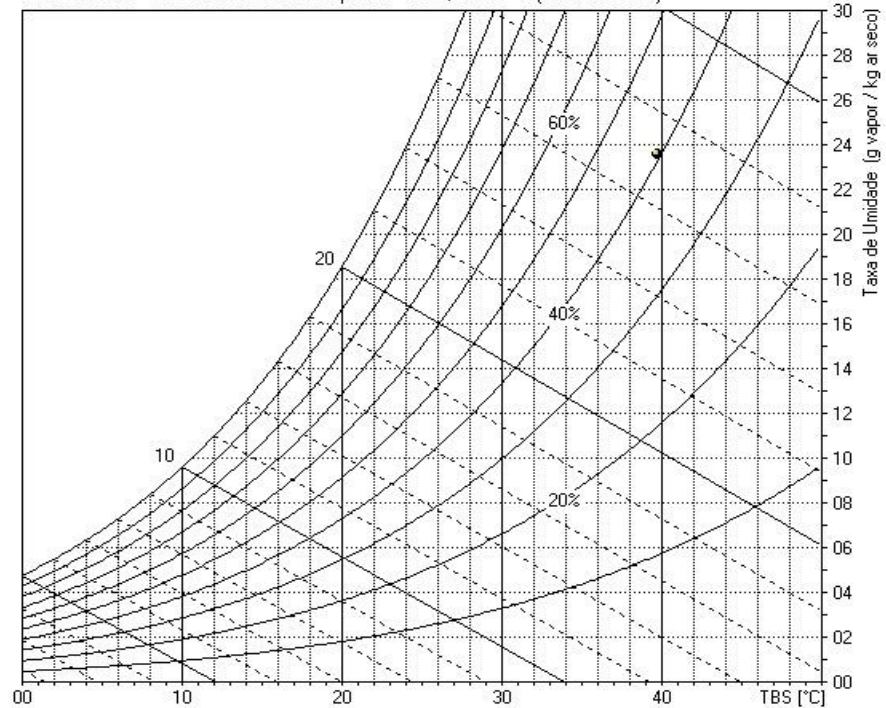
TABLA 8: Cuantiles de la distribución de Tukey  $q(n, m)$

$\alpha = 0.05$	$n$													
$m$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.40	14.76	15.09	15.39	15.67
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.15	10.35	10.52
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43
21	2.94	3.56	3.94	4.21	4.42	4.60	4.74	4.87	4.98	5.08	5.17	5.25	5.33	5.40
22	2.93	3.55	3.93	4.20	4.41	4.58	4.72	4.85	4.96	5.06	5.14	5.23	5.30	5.37
23	2.93	3.54	3.91	4.18	4.39	4.56	4.70	4.83	4.94	5.03	5.12	5.20	5.27	5.34
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32
25	2.91	3.52	3.89	4.15	4.36	4.53	4.67	4.79	4.90	4.99	5.08	5.16	5.23	5.30
26	2.91	3.51	3.88	4.14	4.35	4.51	4.65	4.77	4.88	4.98	5.06	5.14	5.21	5.28
27	2.90	3.51	3.87	4.13	4.33	4.50	4.64	4.76	4.86	4.96	5.04	5.12	5.19	5.26
28	2.90	3.50	3.86	4.12	4.32	4.49	4.62	4.74	4.85	4.94	5.03	5.11	5.18	5.24
29	2.89	3.49	3.85	4.11	4.31	4.47	4.61	4.73	4.84	4.93	5.01	5.09	5.16	5.23
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21

Psicrom 1.0 - Carta Psicrométrica para Pb: 80,987 kPa (Altit: 1850 m)



Psicrom 1.0 - Carta Psicrométrica para Pb: 80,987 kPa (Altit: 1850 m)





**Propiedades del agua saturada (líquido-vapor): Tabla de temperaturas**

Temp. °C	Presión bar	Volumen específico m <sup>3</sup> / kg		Energía interna kJ / kg		Entalpía kJ / kg			Entropía kJ / kg K	
		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Vaporiz.	Líquido	Vapor
		sat, v <sub>f</sub> x 10 <sup>3</sup>	sat, v <sub>g</sub>	sat, u <sub>f</sub>	sat, u <sub>g</sub>	sat, h <sub>f</sub>	sat, h <sub>g</sub>	sat, h <sub>g</sub>	sat, s <sub>f</sub>	sat, s <sub>g</sub>
01	0,00611	1,0002	206,136	0,00	2375,3	0,01	2501,3	2501,4	0,0000	9,1562
4	0,00813	1,0001	157,232	16,77	2380,9	16,78	2491,9	2508,7	0,0610	9,0514
5	0,00872	1,0001	147,120	20,97	2382,3	20,98	2489,6	2510,6	0,0761	9,0257
6	0,00935	1,0001	137,734	25,19	2383,6	25,20	2487,2	2512,4	0,0912	9,0003
8	0,01072	1,0002	120,917	33,59	2386,4	33,60	2482,5	2516,1	0,1212	8,9501
10	0,01228	1,0004	106,379	42,00	2389,2	42,01	2477,7	2519,8	0,1510	8,9008
11	0,01312	1,0004	99,857	46,20	2390,5	46,20	2475,4	2521,6	0,1658	8,8765
12	0,01402	1,0005	93,784	50,41	2391,9	50,41	2473,0	2523,4	0,1806	8,8524
13	0,01497	1,0007	88,124	54,60	2393,3	54,60	2470,7	2525,3	0,1953	8,8285
14	0,01598	1,0008	82,848	58,79	2394,7	58,80	2468,3	2527,1	0,2099	8,8048
15	0,01705	1,0009	77,926	62,99	2396,1	62,99	2465,9	2528,9	0,2245	8,7814
16	0,01818	1,0011	73,333	67,18	2397,4	67,19	2463,6	2530,8	0,2390	8,7582
17	0,01938	1,0012	69,044	71,38	2398,8	71,38	2461,2	2532,6	0,2535	8,7351
18	0,02064	1,0014	65,038	75,57	2400,2	75,58	2458,8	2534,4	0,2679	8,7123
19	0,02198	1,0016	61,293	79,76	2401,6	79,77	2456,5	2536,2	0,2823	8,6897
20	0,02339	1,0018	57,791	83,95	2402,9	83,96	2454,1	2538,1	0,2966	8,6672
21	0,02487	1,0020	54,514	88,14	2404,3	88,14	2451,8	2539,9	0,3109	8,6450
22	0,02645	1,0022	51,447	92,32	2405,7	92,33	2449,4	2541,7	0,3251	8,6229
23	0,02810	1,0024	48,574	96,51	2407,0	96,52	2447,0	2543,5	0,3393	8,6011
24	0,02985	1,0027	45,883	100,70	2408,4	100,70	2444,7	2545,4	0,3534	8,5794
25	0,03169	1,0029	43,360	104,88	2409,8	104,89	2442,3	2547,2	0,3674	8,5580
26	0,03363	1,0032	40,994	109,06	2411,1	109,07	2439,9	2549,0	0,3814	8,5367
27	0,03567	1,0035	38,774	113,25	2412,5	113,25	2437,6	2550,8	0,3954	8,5156
28	0,03782	1,0037	36,690	117,42	2413,9	117,43	2435,2	2552,6	0,4093	8,4946
29	0,04008	1,0040	34,733	121,60	2415,2	121,61	2432,8	2554,5	0,4231	8,4739
30	0,04246	1,0043	32,894	125,78	2416,6	125,79	2430,5	2556,3	0,4369	8,4533
31	0,04496	1,0046	31,165	129,96	2418,0	129,97	2428,1	2558,1	0,4507	8,4329
32	0,04759	1,0050	29,540	134,14	2419,3	134,15	2425,7	2559,9	0,4644	8,4127
33	0,05034	1,0053	28,011	138,32	2420,7	138,33	2423,4	2561,7	0,4781	8,3927
34	0,05324	1,0056	26,571	142,50	2422,0	142,50	2421,0	2563,5	0,4917	8,3728
35	0,05628	1,0060	25,216	146,67	2423,4	146,68	2418,6	2565,3	0,5053	8,3531
36	0,05947	1,0063	23,940	150,85	2424,7	150,86	2416,2	2567,1	0,5188	8,3336
38	0,06632	1,0071	21,602	159,20	2427,4	159,21	2411,5	2570,7	0,5458	8,2950
40	0,07384	1,0078	19,523	167,56	2430,1	167,57	2406,7	2574,3	0,5725	8,2570
45	0,09593	1,0099	15,258	188,44	2436,8	188,45	2394,8	2583,2	0,6387	8,1648
50	0,1235	1,0121	12,032	209,32	2443,5	209,33	2382,7	2592,1	0,7038	8,0763
55	0,1576	1,0146	9,568	230,21	2450,1	230,23	2370,7	2600,9	0,7679	7,9913
60	0,1994	1,0172	7,671	251,11	2456,6	251,13	2358,5	2609,6	0,8312	7,9096
65	0,2503	1,0199	6,197	272,02	2463,1	272,06	2346,2	2618,3	0,8935	7,8310
70	0,3119	1,0228	5,042	292,95	2469,6	292,98	2333,8	2626,8	0,9549	7,7553
75	0,3858	1,0259	4,131	313,90	2475,9	313,93	2321,4	2635,3	1,0155	7,6824
80	0,4739	1,0291	3,407	334,86	2482,2	334,91	2308,8	2643,7	1,0753	7,6122
85	0,5783	1,0325	2,828	355,84	2488,4	355,90	2296,0	2651,9	1,1343	7,5445
90	0,7014	1,0360	2,361	376,85	2494,5	376,92	2283,2	2660,1	1,1925	7,4791
95	0,8455	1,0397	1,982	397,88	2500,6	397,96	2270,2	2668,1	1,2500	7,4159
100	1,014	1,0435	1,673	418,94	2506,5	419,04	2257,0	2676,1	1,3069	7,3549
110	1,433	1,0516	1,210	461,14	2518,1	461,30	2230,2	2691,5	1,4185	7,2387
120	1,985	1,0603	0,8919	503,50	2529,3	503,71	2202,6	2706,3	1,5276	7,1296
130	2,701	1,0697	0,6685	546,02	2539,9	546,31	2174,2	2720,5	1,6344	7,0269
140	3,613	1,0797	0,5089	588,74	2550,0	589,13	2144,7	2733,9	1,7391	6,9299
150	4,758	1,0905	0,3928	631,68	2559,5	632,20	2114,3	2746,5	1,8418	6,8379
160	6,178	1,1020	0,3071	674,86	2568,4	675,55	2082,6	2758,1	1,9427	6,7502
170	7,917	1,1143	0,2428	718,33	2576,5	719,21	2049,5	2768,7	2,0419	6,6663
180	10,02	1,1274	0,1941	762,09	2583,7	763,22	2015,0	2778,2	2,1396	6,5857
190	12,54	1,1414	0,1565	806,19	2590,0	807,62	1978,8	2786,4	2,2359	6,5079
200	15,54	1,1565	0,1274	850,65	2595,3	852,45	1940,7	2793,2	2,3309	6,4323
210	19,06	1,1726	0,1044	895,53	2599,5	897,76	1900,7	2798,5	2,4248	6,3585
220	23,18	1,1900	0,08619	940,87	2602,4	943,62	1858,5	2802,1	2,5178	6,2861
230	27,95	1,2088	0,07158	986,74	2603,9	990,12	1813,8	2804,0	2,6099	6,2146
240	33,44	1,2291	0,05976	1033,2	2604,0	1037,3	1766,5	2803,8	2,7015	6,1437
250	39,73	1,2512	0,05013	1080,4	2602,4	1085,4	1716,2	2801,5	2,7927	6,0730
260	46,88	1,2755	0,04221	1128,4	2599,0	1134,4	1662,5	2796,6	2,8838	6,0019
270	54,99	1,3023	0,03564	1177,4	2593,7	1184,5	1605,2	2789,7	2,9751	5,9301
280	64,12	1,3321	0,03017	1227,5	2586,1	1236,0	1543,6	2779,6	3,0668	5,8571
290	74,36	1,3656	0,02557	1278,9	2576,0	1289,1	1477,1	2766,2	3,1594	5,7821
300	85,81	1,4036	0,02167	1332,0	2563,0	1344,0	1404,9	2749,0	3,2534	5,7045
320	112,7	1,4988	0,01549	1444,6	2525,5	1461,5	1238,6	2700,1	3,4480	5,5362
340	145,9	1,6379	0,01080	1570,3	2464,6	1594,2	1027,9	2622,0	3,6594	5,3357

**ANEXO G**

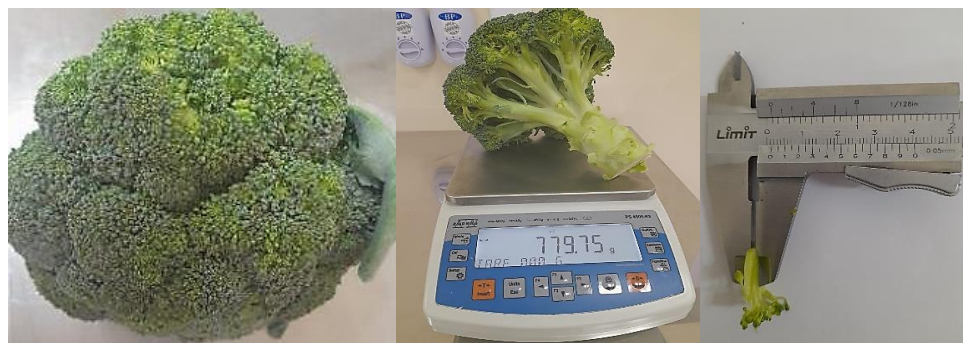
**METODOLOGÍA PARA LA**

**OBTENCIÓN DE RESULTADOS**

## ANEXO G.1

### Determinación de propiedades físicas

1. **Método:** Balanza digital, vernier
2. **Objetivo:** Determinar el peso total, medir la longitud (ecuatorial longitudinal), para determinar la porción comestible y no comestible, determinar las láminas útiles y no útiles
3. **Principio del método:** Se basa en la gravimetría, en la medición directa y en realizar cálculos de los obtenidos.
4. **Procedimiento:** ver la figura G.1, el método por gravimetría y medición directa, en la figura G.2, se muestra la porción comestible y no comestible así mismo en la figura G.3, se muestran las láminas útiles y no útiles, en función de la figura G.1.1, se muestra las ecuaciones aplicadas para determinar la porción comestible y no comestible.



Fuente: Elaboración propia

**Figura G.1.1:** Métodos de gravimetria y medicion directa



Fuente: Elaboracion propia

**Figura G.1.2:** Porcion comestible y no comestible de del brocoli



**Fuente:** Elaboracion propia  
**Figura G.1.3:** Laminas utiles y laminas no utiles

**5. Expresión de resultados:** Los resultados son expresados como g y cm.

En el cuadro G.1.1, Se muestra las ecuaciones para la determinación de la porción comestible y no comestible de las propiedades físicas del brócoli.

Ecuaciones para las propiedades físicas del brócoli

Porción comestible Laminas útiles	Porción no comestible Laminas no útiles	Media aritmética
$PC = \frac{P_{final}}{P_{inicial}} * 100$	$PNC = 100 - PC$	$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$
PC = porción comestible PNC= porción no comestible LU = laminas útiles LNU = laminas no útiles P <sub>inicial</sub> = peso inicial de la muestra (g) P <sub>final</sub> = peso final de la muestra (g)		X= media aritmética n = número de muestras

**Fuente:** Pérez, 2017

**ANEXO G.2**

**Determinación de contenido de humedad según el método de la termobalanza**

La termobalanza se utiliza para la determinación al grado de humedad (% de humedad) en una muestra determinada, además de calcular y graficar la cinética de secado, ya que, es un equipo de tecnología avanzada. Las muestras pueden ser granuladas, semillas, polvos de alimentos, suelos, papel, etc.

El equipo consiste en una balanza electrónica y un módulo calefactor, la balanza se encarga de medir el peso de la muestra mientras se le aplica calor para evaporar el agua que contiene. El cálculo de la humedad se determina por la pérdida de peso que sufre la muestra después de ser automática, cronometrada o manual.

### **Pasos por seguir para determinar la humedad de la muestra**

- Programar la temperatura en base a las normas de acuerdo con la muestra (brócoli a 105 °C).
- Presionar el bien/ seguir con el paso de preparar el platillo.
- Presionar nuevamente bien (para tarar) y colocar dispersamente 1g de muestra de harina.
- Cerrar la termobalanza para que inicie la determinación de porcentaje de humedad.
- Al finalizar el equipo emite un sonido lo cual indica el final del proceso
- Anotar los resultados humedad.



**Fuente:** Elaboración propia

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

**Equipos**

**Secador de bandejas**



**Generador de aire  
Marca INTERMED**



**Tamiz vibratorio  
Marca ORTO**



**Tamiz vibratorio  
Marca IKE**



**Instrumentos**

**Molino electrónico**



**Termo balanza**



**Tamiz vibratorio**



**Balanza digital**



**Anemómetro**



**Utensilios de laboratorio**

**Cuchillo**



**Cuchara**



**Fuentes**



**Jarra**



**Colador**



**Bandeja**



**Mandolina**



**Cucharill**



**Tabla para picar**



**Fuente:** Elaboración propia

**ANEXO H**  
**PROCESO DE OBTENCIÓN DE**  
**HARINA DE BRÓCOLI**



Brócoli



Cortado



Selección



Lavado



Escurreido



Laminado



Pretratamiento



Escurreido



Secado



Molienda



Tamizado



Envasado



Fuente: Elaboración propia