

# **ANEXOS**

# **ANEXO A**

## **ANÁLISIS DE LABORATORIO**

# **ANEXO B**

## **VARIACIÓN DE PESO Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS DEL ALIDÓN DE AJIPA**

## **ANEXO B.1.**

### **VARIACIÓN DE LA PÉRDIDA DE PESO Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS DEL ALMIDÓN DE AJIPA**

#### **Variación de la pérdida de peso de las muestras del almidón de ajipa**

Para calcular la variación de la pérdida de peso de las muestras de almidón de ajipa durante el proceso de secado se tomó en cuenta muestras de 150,35 g a 193,68 g aproximadamente y se registraron los datos en función del tiempo cada 25 minutos controlando las variables del proceso de secado, como ser temperatura, velocidad de aire y espesor del almidon de ajipa.

#### **Variación del contenido de humedad de las muestras del almidon**

Para realizar el cálculo de la variación del contenido de humedad en las muestras de almidón, se tomó en cuenta el contenido de sólido seco, la misma que presenta de 60,140 g a 77,472 g aproximadamente.

En las tablas (B.1, B.2, B.3, B.4, B.5, B.6, B.7, B.8) se muestra la variación de pérdida de peso y variación de contenido de humedad en base seca de las muestras de almidón, a diferentes condiciones de temperatura (50 y 60) °C, velocidad de aire (3 y 5) m/s y espesor del almidon de ajipa (0,5 y 1,0) cm.

**TABLA B.1.1.**

**Variación de la pérdida de peso y contenido de humedad en muestras de almidón de ajipa T<sub>1</sub>V<sub>1</sub>E<sub>1</sub>**

tiempo (min)	Peso (g)		Peso promedio (g)	Contenido de humedad (kg de agua/kg ss)		Humedad promedio (kg de agua/kg de SS)
	Replica I	Replica II		Replica I	Replica II	
0	150,35	153,21	151,78	1,399	1,399	1,399
25	146,95	143,39	145,17	1,345	1,245	1,295
50	140,64	139,56	140,10	1,244	1,185	1,215
75	131,85	132,07	131,96	1,104	1,068	1,086
100	125,98	127,72	126,85	1,010	1,000	1,005
125	120,54	122,74	121,64	0,923	0,922	0,923
150	115,05	112,97	114,01	0,836	0,769	0,802
175	108,09	107,41	107,75	0,725	0,682	0,703
200	102,97	103,21	103,09	0,643	0,616	0,630
225	97,71	96,91	97,31	0,559	0,517	0,538
250	91,95	93,05	92,50	0,467	0,457	0,462
275	87,63	87,53	87,58	0,398	0,371	0,384
300	82,48	84,52	83,50	0,316	0,324	0,320
325	80,28	80,06	80,17	0,281	0,254	0,267
350	77,69	76,59	77,14	0,240	0,199	0,219
375	73,95	74,75	74,35	0,180	0,171	0,175
400	71,64	71,28	71,46	0,143	0,116	0,130
425	71,28	71,78	71,53	0,137	0,124	0,131
450	70,9	70,86	70,88	0,131	0,110	0,120
475	70,73	70,89	70,81	0,129	0,110	0,119
500	70,52	70,9	70,71	0,125	0,110	0,118
525	70,41	70,89	70,65	0,124	0,110	0,117
550	70,18	70,34	70,26	0,120	0,101	0,111
575	70,12	70,2	70,16	0,119	0,099	0,109
600	69,97	70,21	70,09	0,116	0,099	0,108
625	69,85	69,99	69,92	0,115	0,096	0,105
650	69,45	69,21	69,33	0,108	0,084	0,096
675	69,12	69,28	69,20	0,103	0,085	0,094
700	68,89	69,15	69,02	0,099	0,083	0,091
725	68,72	69,08	68,90	0,097	0,082	0,089
750	68,52	69,08	68,80	0,093	0,082	0,088
775	68,41	68,91	68,66	0,092	0,079	0,085
800	68,23	68,87	68,55	0,089	0,078	0,084
825	68,19	68,67	68,43	0,088	0,075	0,082
850	68,19	68,67	68,43	0,088	0,075	0,082
875	68,19	68,67	68,43	0,088	0,075	0,082

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA B.1.2.**

**Variación de la pérdida de peso y contenido de humedad en muestras de almidón de ajipa T<sub>2</sub>V<sub>1</sub>E<sub>1</sub>**

tiempo (min)	Peso (g)		Peso promedio (g)	Contenido de humedad (kg de agua/kg ss)		Humedad promedio (kg de agua/kg de ss)
	Replica I	Replica II		Replica I	Replica II	
0	156,950	156,390	156,670	1,399	1,399	1,399
25	151,690	151,470	151,580	1,319	1,324	1,321
50	147,020	146,960	146,990	1,247	1,255	1,251
75	144,820	143,460	144,140	1,214	1,201	1,207
100	139,460	138,980	139,220	1,132	1,132	1,132
125	135,210	134,350	134,780	1,067	1,061	1,064
150	131,630	130,910	131,270	1,012	1,008	1,010
175	125,770	124,970	125,370	0,923	0,917	0,920
200	119,680	121,660	120,670	0,829	0,866	0,848
225	117,050	116,390	116,720	0,789	0,786	0,787
250	112,950	112,550	112,750	0,727	0,727	0,727
275	109,540	107,640	108,590	0,674	0,651	0,663
300	106,250	104,890	105,570	0,624	0,609	0,617
325	101,470	100,590	101,030	0,551	0,543	0,547
350	98,820	98,340	98,580	0,511	0,509	0,510
375	97,300	96,540	96,920	0,487	0,481	0,484
400	95,480	95,240	95,360	0,459	0,461	0,460
425	94,020	93,300	93,660	0,437	0,431	0,434
450	91,590	91,050	91,320	0,400	0,397	0,398
475	89,740	89,020	89,380	0,372	0,366	0,369
500	89,210	88,790	89,000	0,364	0,362	0,363
525	88,450	87,770	88,110	0,352	0,347	0,349
550	86,980	86,760	86,870	0,330	0,331	0,330
575	86,500	85,940	86,220	0,322	0,319	0,320
600	85,340	85,340	85,340	0,304	0,309	0,307
625	84,850	84,370	84,610	0,297	0,294	0,296
650	83,900	83,580	83,740	0,282	0,282	0,282
675	82,670	83,270	82,970	0,264	0,278	0,271
700	82,340	82,480	82,410	0,259	0,265	0,262
725	82,750	80,970	81,860	0,265	0,242	0,254
750	81,420	81,260	81,340	0,245	0,247	0,246
775	80,880	80,960	80,920	0,236	0,242	0,239
800	80,240	80,760	80,500	0,227	0,239	0,233
825	80,130	80,010	80,070	0,225	0,228	0,226
850	79,910	79,610	79,760	0,221	0,221	0,221
875	79,610	79,390	79,500	0,217	0,218	0,217
900	79,430	79,110	79,270	0,214	0,214	0,214
925	79,210	78,850	79,030	0,211	0,210	0,210

**Continúa B 1.2.**

950	78,970	78,630	78,800	0,207	0,206	0,207
975	78,690	78,530	78,610	0,203	0,205	0,204
1000	78,420	78,420	78,420	0,199	0,203	0,201
1025	78,170	78,390	78,280	0,195	0,203	0,199
1050	78,170	78,390	78,280	0,195	0,203	0,199
1075	78,170	78,390	78,280	0,195	0,203	0,199

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA B.1.3.**

**Variación de la pérdida de peso y contenido de humedad en muestras de almidón de ajipa T<sub>1</sub>V<sub>2</sub>E<sub>1</sub>**

tiempo (min)	Peso (g)		Peso promedio (g)	Contenido de humedad (kg de agua/kg ss)		Humedad promedio (kg de agua/kg de ss)
	Replica I	Replica II		Replica I	Replica II	
0	178,520	179,160	178,840	1,399	1,399	1,399
25	163,120	162,560	162,840	1,192	1,177	1,185
50	151,810	151,330	151,570	1,040	1,027	1,033
75	142,670	142,450	142,560	0,917	0,908	0,913
100	131,890	131,590	131,740	0,772	0,762	0,767
125	124,980	125,200	125,090	0,680	0,677	0,678
150	118,050	117,850	117,950	0,586	0,578	0,582
175	110,240	109,340	109,790	0,482	0,464	0,473
200	102,570	102,170	102,370	0,378	0,368	0,373
225	97,080	96,280	96,680	0,305	0,289	0,297
250	92,060	90,080	91,070	0,237	0,206	0,222
275	87,140	86,820	86,980	0,171	0,163	0,167
300	85,410	85,030	85,220	0,148	0,139	0,143
325	84,570	84,190	84,380	0,137	0,127	0,132
350	83,740	83,560	83,650	0,125	0,119	0,122
375	82,920	82,780	82,850	0,114	0,109	0,111
400	82,370	82,030	82,200	0,107	0,099	0,103
425	81,770	81,450	81,610	0,099	0,091	0,095
450	81,100	80,960	81,030	0,090	0,084	0,087
475	80,620	80,400	80,510	0,083	0,077	0,080
500	80,210	80,150	80,180	0,078	0,073	0,076
525	79,900	79,820	79,860	0,074	0,069	0,071
550	79,590	79,690	79,640	0,070	0,067	0,068
575	79,410	79,630	79,520	0,067	0,066	0,067
600	79,410	79,630	79,520	0,067	0,066	0,067
625	79,410	79,630	79,520	0,067	0,066	0,067

**Fuente:** Elaboración propia



**TABLA B.1.4.**

**Variación de la pérdida de peso y contenido de humedad en muestras de almidón de ajipa T<sub>2</sub>V<sub>2</sub>E<sub>1</sub>**

tiempo (min)	Peso (g)		Peso promedio (g)	Contenido de humedad (kg de agua/kg ss)		Humedad promedio (kg de agua/kg de ss)
	Replica I	Replica II		Replica I	Replica II	
0	193,680	193,160	193,420	1,399	1,399	1,399
25	182,040	181,320	181,680	1,255	1,252	1,254
50	174,640	174,080	174,360	1,163	1,162	1,163
75	166,870	166,650	166,760	1,067	1,070	1,069
100	158,710	158,250	158,480	0,966	0,966	0,966
125	154,130	152,370	153,250	0,909	0,893	0,901
150	148,200	147,360	147,780	0,836	0,830	0,833
175	141,790	141,170	141,480	0,756	0,753	0,755
200	136,810	136,170	136,490	0,695	0,691	0,693
225	133,290	132,830	133,060	0,651	0,650	0,651
250	128,810	128,410	128,610	0,596	0,595	0,595
275	125,490	124,750	125,120	0,555	0,550	0,552
300	121,870	121,430	121,650	0,510	0,508	0,509
325	119,740	119,200	119,470	0,483	0,481	0,482
350	116,840	116,220	116,530	0,447	0,444	0,445
375	114,720	114,100	114,410	0,421	0,417	0,419
400	112,210	111,930	112,070	0,390	0,390	0,390
425	110,080	109,640	109,860	0,364	0,362	0,363
450	108,720	107,980	108,350	0,347	0,341	0,344
475	106,810	106,510	106,660	0,323	0,323	0,323
500	105,960	105,520	105,740	0,313	0,311	0,312
525	104,860	104,760	104,810	0,299	0,301	0,300
550	103,410	103,050	103,230	0,281	0,280	0,280
575	102,470	102,150	102,310	0,269	0,269	0,269
600	101,870	102,090	101,980	0,262	0,268	0,265
625	101,690	101,830	101,760	0,260	0,265	0,262
650	101,420	101,740	101,580	0,256	0,264	0,260
675	101,340	101,520	101,430	0,255	0,261	0,258
700	101,290	101,390	101,340	0,255	0,259	0,257
725	101,290	101,390	101,340	0,255	0,259	0,257
750	101,290	101,390	101,340	0,255	0,259	0,257

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 1.5.**

**Variación de la pérdida de peso y contenido de humedad en muestras de almidón de ajipa T<sub>1</sub>V<sub>1</sub>E<sub>2</sub>**

tiempo (min)	Peso (g)		Peso promedio (g)	Contenido de humedad (kg de agua/kg ss)		Humedad promedio (kg de agua/kg de ss)
	Replica I	Replica II		Replica I	Replica II	
0	153,800	153,540	153,670	1,399	1,399	1,399
25	146,890	145,570	146,230	1,292	1,275	1,283
50	140,760	140,100	140,430	1,196	1,189	1,193
75	134,690	134,470	134,580	1,101	1,101	1,101
100	125,620	126,020	125,820	0,960	0,969	0,964
125	119,170	118,470	118,820	0,859	0,851	0,855
150	114,130	113,390	113,760	0,780	0,772	0,776
175	109,140	107,000	108,070	0,703	0,672	0,687
200	102,940	102,200	102,570	0,606	0,597	0,601
225	97,020	96,880	96,950	0,514	0,514	0,514
250	94,340	94,020	94,180	0,472	0,469	0,470
275	90,180	89,740	89,960	0,407	0,402	0,405
300	88,040	87,240	87,640	0,373	0,363	0,368
325	84,570	84,430	84,500	0,319	0,319	0,319
350	81,640	80,980	81,310	0,274	0,265	0,269
375	78,790	78,170	78,480	0,229	0,221	0,225
400	76,840	76,340	76,590	0,199	0,193	0,196
425	75,570	75,070	75,320	0,179	0,173	0,176
450	74,670	74,330	74,500	0,165	0,161	0,163
475	73,980	73,860	73,920	0,154	0,154	0,154
500	73,670	73,410	73,540	0,149	0,147	0,148
525	73,010	72,810	72,910	0,139	0,138	0,138
550	72,840	72,380	72,610	0,136	0,131	0,134
575	72,620	72,200	72,410	0,133	0,128	0,131
600	72,410	70,870	71,640	0,130	0,107	0,119
625	72,410	70,870	71,640	0,130	0,107	0,119
650	72,410	70,870	71,640	0,130	0,107	0,119

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 1.6.**

**Variación de la pérdida de peso y contenido de humedad en muestras de almidón de ajipa T<sub>2</sub>V<sub>1</sub>E<sub>2</sub>**

tiempo (min)	Peso (g)		Peso promedio (g)	Contenido de humedad (kg de agua/kg ss)		Humedad promedio (kg de agua/ kg de ss)
	Replica I	Replica II		Replica I	Replica II	
0	165,500	165,700	165,600	1,399	1,399	1,399
25	159,580	158,620	159,100	1,313	1,297	1,305
50	154,000	152,760	153,380	1,233	1,212	1,222
75	150,120	149,040	149,580	1,176	1,158	1,167
100	143,210	142,270	142,740	1,076	1,060	1,068
125	139,870	138,770	139,320	1,028	1,009	1,018
150	135,090	134,790	134,940	0,958	0,952	0,955
175	131,110	130,590	130,850	0,901	0,891	0,896
200	126,910	125,970	126,440	0,840	0,824	0,832
225	122,200	121,560	121,880	0,772	0,760	0,766
250	120,140	119,420	119,780	0,742	0,729	0,735
275	116,880	116,420	116,650	0,694	0,686	0,690
300	113,970	113,590	113,780	0,652	0,645	0,648
325	110,870	110,490	110,680	0,607	0,600	0,604
350	107,940	107,280	107,610	0,565	0,553	0,559
375	105,670	105,270	105,470	0,532	0,524	0,528
400	104,020	103,500	103,760	0,508	0,499	0,503
425	100,540	100,240	100,390	0,458	0,451	0,454
450	98,670	97,910	98,290	0,430	0,418	0,424
475	96,970	96,230	96,600	0,406	0,393	0,400
500	95,670	94,790	95,230	0,387	0,372	0,380
525	93,890	93,010	93,450	0,361	0,347	0,354
550	92,170	91,470	91,820	0,336	0,324	0,330
575	90,880	89,700	90,290	0,317	0,299	0,308
600	90,010	88,950	89,480	0,305	0,288	0,296
625	89,300	88,300	88,800	0,295	0,279	0,287
650	88,470	87,970	88,220	0,283	0,274	0,278
675	88,070	87,910	87,990	0,277	0,273	0,275
700	87,900	87,360	87,630	0,274	0,265	0,270
725	87,640	87,180	87,410	0,271	0,262	0,266
750	87,370	87,290	87,330	0,267	0,264	0,265
775	87,370	87,290	87,330	0,267	0,264	0,265
800	87,370	87,290	87,330	0,267	0,264	0,265

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 1.7.**

**Variación de la pérdida de peso y contenido de humedad en muestras de almidón de ajipa T<sub>1</sub>V<sub>2</sub>E<sub>2</sub>**

tiempo (min)	Peso (g)		Peso promedio (g)	Contenido de humedad (kg de agua/kg ss)		Humedad promedio (kg de agua/kg de ss)
	Replica I	Replica II		Replica I	Replica II	
0	158,800	158,640	158,720	1,399	1,399	1,399
25	144,520	143,960	144,240	1,183	1,177	1,180
50	138,020	137,900	137,960	1,085	1,086	1,085
75	129,700	129,000	129,350	0,960	0,951	0,955
100	123,980	123,060	123,520	0,873	0,861	0,867
125	116,210	115,150	115,680	0,756	0,742	0,749
150	109,570	108,630	109,100	0,655	0,643	0,649
175	102,840	102,160	102,500	0,554	0,545	0,549
200	98,050	97,210	97,630	0,481	0,470	0,476
225	93,140	92,540	92,840	0,407	0,400	0,403
250	87,980	87,180	87,580	0,329	0,319	0,324
275	82,570	82,130	82,350	0,247	0,242	0,245
300	81,110	80,610	80,860	0,225	0,219	0,222
325	79,090	78,730	78,910	0,195	0,191	0,193
350	77,210	76,530	76,870	0,166	0,157	0,162
375	76,050	75,510	75,780	0,149	0,142	0,145
400	74,970	74,150	74,560	0,133	0,121	0,127
425	74,250	73,670	73,960	0,122	0,114	0,118
450	73,850	72,650	73,250	0,116	0,099	0,107
475	73,510	72,710	73,110	0,111	0,100	0,105
500	73,290	72,310	72,800	0,107	0,094	0,100
525	73,080	72,080	72,580	0,104	0,090	0,097
550	73,080	72,080	72,580	0,104	0,090	0,097
575	73,080	72,080	72,580	0,104	0,090	0,097

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 1.8.**

**Variación de la pérdida de peso y contenido de humedad en muestras de almidón de ajipa T<sub>2</sub>V<sub>2</sub>E<sub>2</sub>**

tiempo (min)	Peso (g)		Peso promedio (g)	Contenido de humedad (kg de agua/kg ss)		Humedad promedio (kg de agua/kg de ss)
	Replica I	Replica II		Replica I	Replica II	
0	155,800	155,360	155,580	1,399	1,399	1,399
25	148,080	146,600	147,340	1,280	1,264	1,272
50	143,210	141,890	142,550	1,205	1,191	1,198
75	137,140	136,500	136,820	1,112	1,108	1,110
100	133,570	132,630	133,100	1,057	1,048	1,053
125	127,886	126,874	127,380	0,969	0,959	0,964
150	122,640	121,540	122,090	0,889	0,877	0,883
175	118,870	117,410	118,140	0,830	0,813	0,822
200	114,970	113,790	114,380	0,770	0,757	0,764
225	111,020	110,240	110,630	0,710	0,703	0,706
250	107,670	106,430	107,050	0,658	0,644	0,651
275	104,210	102,770	103,490	0,605	0,587	0,596
300	100,190	98,870	99,530	0,543	0,527	0,535
325	98,190	96,910	97,550	0,512	0,497	0,504
350	94,190	93,150	93,670	0,450	0,439	0,444
375	91,820	90,200	91,010	0,414	0,393	0,403
400	89,570	88,530	89,050	0,379	0,367	0,373
425	89,670	88,570	89,120	0,381	0,368	0,374
450	87,110	86,650	86,880	0,341	0,338	0,340
475	85,970	84,430	85,200	0,324	0,304	0,314
500	84,880	84,380	84,630	0,307	0,303	0,305
525	83,010	82,350	82,680	0,278	0,272	0,275
550	81,950	81,190	81,570	0,262	0,254	0,258
575	80,810	79,910	80,360	0,244	0,234	0,239
600	80,080	79,320	79,700	0,233	0,225	0,229
625	79,110	78,530	78,820	0,218	0,213	0,215
650	78,640	77,560	78,100	0,211	0,198	0,204
675	78,270	75,910	77,090	0,205	0,172	0,189
700	77,860	75,620	76,740	0,199	0,168	0,183
725	77,860	75,620	76,740	0,199	0,168	0,183
750	77,860	75,620	76,740	0,199	0,168	0,183

**Fuente:** Elaboración propia

# **ANEXO C**

## **DISEÑO EXPERIMENTAL**

## ANEXO C.1.

Según (Ramírez, 2005), el desarrollo del diseño experimental de  $2^2$  consta de las siguientes etapas.

En la tabla C.1.1, se planteó la matriz experimental de las variables T y t del diseño experimental y los niveles de variación de los factores

**Tabla C.1.1.**  
**Matriz experimental para la extracción de almidón de ajipa**

Corridas	Combinación de Tratamientos	Factores		Interacción	Respuesta
		T	t	Tt	$Y_i$
1	1	-	-	+	$Y_1$
2	a	+	-	-	$Y_2$
3	b	-	+	-	$Y_3$
4	ab	+	+	+	$Y_4$

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla C.1.2, muestra la matriz de resultados de las variables del proceso de secado del almidón de ajipa.

**Tabla C.1.2.**  
**Matriz de resultados del contenido de humedad final en base seca del almidón de ajipa**

Tratamientos	Combinación de tratamiento	Factores		Respuestas (g)		Total $Y_i$
		T	t	I	II	
1	1	5°C	6h	95.87	94.98	190.85
2	T	25°C	6h	93.29	92.89	186.18
3	t	5°C	8h	106.52	105.77	212.29
4	Tt	25°C	8h	101.39	101.19	202.58
<b>Total <math>\Sigma Y_{ij}</math></b>				<b>397.07</b>	<b>394.83</b>	<b>791.90</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Dónde: T = Temperatura  
 T = Tiempo  
 Tt = Interacción temperatura-tiempo

## CONTRASTES

### Suma de cuadrados

$$SS_T = \frac{[ab + a - b - 1]^2}{n * 4} = \frac{[202.58 + 186.18 - 212.29 - 190.85]^2}{2 * 4} = 25.85$$

$$SS_t = \frac{[ab + b - a - 1]^2}{n * 4} = \frac{[202.58 + 212.29 - 186.18 - 190.85]^2}{2 * 4} = 178.98$$

$$SS_{Tt} = \frac{[ab + 1 - a - b]^2}{n * 4} = \frac{(202.58 + 190.85 - 186.18 - 212.29)^2}{2 * 4} = 3.17$$

### Suma de cuadrado total

$$SS_T = \sum_i^n \sum_j^n Y_i^2 \dots j - \frac{Y_T^2}{4 * n} = 78596.99 - \frac{791.90^2}{4 * 2} = 208.79$$

### Suma de cuadrado del error

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB} = 208.79 - 25.85 - 178.98 - 3.17 = 0.79$$

$$SS_E = 0.79$$

### Encontrando los contrastes para los efectos principales e interacciones

Las sumas de cuadrados de los efectos pueden ser obtenidos fácilmente, ya que a cada una le corresponde un contraste y un solo grado de libertad. Por lo tanto, la suma de cuadrados para cualquier efecto de un diseño  $2^2$  con "n" replicas, tendrá dada por el contraste correspondiente al cuadrado entre el total de las observaciones.

$$SS = \frac{(\text{contraste})^2}{8n} \quad \text{ec.C.1.}$$



Entonces la tabla C.1.3, muestra la tabla de ANOVA para el diseño  $2^3$ .

**Tabla C.1.3.**  
**Análisis de varianza para la operación de sedimentación**

Fuente de variación	SC	(GL)	(MC)	$F_{cal}$	$F_{tab}$
<b>Factor T</b>	25.85	1	25.85	130.89	7.709
<b>Factor t</b>	178.98	1	178.98	906.23	7.709
<b>Factor Tt</b>	3.17	1	3.17	16.05	7.709
<b>Error</b>	0.79	4	0.1975		
<b>Total</b>	208.79	7			

**Fuente:** Elaboración propia.

## ANEXO C.2.

Según (Ramírez, 2005), el desarrollo del diseño experimental de  $2^3$  consta de las siguientes etapas.

En la tabla C.2.1, se planteó la matriz experimental de las variables T, V y E del diseño experimental y los niveles de variación de los factores

**Tabla C.2.1.**  
**Signos algebraicos para calcular los efectos en un diseño  $2^3$**

COMBINACIONES DE TRATAMIENTOS	VARIABLES				EFECTO FACTORIAL			
	1	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
1	+	-	-	-	+	+	+	-
T	+	+	-	-	-	-	+	+
V	+	-	+	-	-	+	-	+
TV	+	+	+	-	+	-	-	-
E	+	-	-	+	+	-	-	+
TE	+	+	-	+	-	+	-	-
VE	+	-	+	+	-	-	+	-
TVE	+	+	+	+	+	+	+	+

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla C.2.2, muestra la matriz de resultados de las variables del proceso de secado del almidón de ajipa.

**Tabla C.2.2.**  
**Matriz de resultados del contenido de humedad final en b.s. del almidón de ajipa**

Combinación de tratamientos	Factores			Resultados		Yi
	T	V	E	I	II	
1	50°C	3m/s	0,5cm	0,156	0,157	0,313
T	60°C	3m/s	0,5cm	0,112	0,111	0,223
V	50°C	5m/s	0,5cm	0,178	0,179	0,357
TV	60°C	5m/s	0,5cm	0,143	0,142	0,285
E	50°C	3m/s	1cm	0,376	0,375	0,751
TE	60°C	3m/s	1cm	0,322	0,324	0,646
VE	50°C	5m/s	1cm	0,363	0,361	0,724
TVE	60°C	5m/s	1cm	0,291	0,294	0,585
<b>Total</b>					1,943	3,884

**Fuente:** Elaboración propia.

## CONTRASTES

$$\text{Contraste}_T = [a - (1) + ab - b + ac - c + abc - bc]$$

$$\text{Contraste}_T = [0,140 - (0,173) + 0,202 - 0,244 + 0,520 - 0,404 + 0,376 - 0,535]$$

$$\text{Contraste}_T = -0,118$$

$$\text{Contraste}_V = [b + ab + bc + abc - (1) - a - c - ac]$$

$$\text{Contraste}_V = [0,244 + 0,202 + 0,535 + 0,376 - (0,173) - 0,140 - 0,404 - 0,520]$$

$$\text{Contraste}_V = 0,120$$

$$\text{Contraste}_E = [c + ac + bc + abc - (1) - a - b - ab]$$

$$\text{Contraste}_E = [0,404 + 0,520 + 0,535 + 0,376 - (0,173) - 0,140 - 0,244 - 0,202]$$

$$\text{Contraste}_E = 1,076$$

$$\text{Contraste}_{TV} = [abc - bc + ab - b - ac + c - a + (1)]$$

$$\text{Contraste}_{TV} = [0,376 - 0,535 + 0,202 - 0,244 - 0,202 + 0,404 - 0,140 + 0,173]$$

$$\text{Contraste}_{TV} = -0,284$$

$$\text{Contraste}_{TE} = [(1) - a + b - ab - c + ac - bc + abc]$$

$$\text{Contraste}_{TE} = [0,173 - 0,140 + 0,244 - 0,202 - 0,404 + 0,520 - 0,535 + 0,376]$$

$$\text{Contraste}_{TE} = 0,032$$

$$\text{Contraste}_{VE} = [(1) + a - b - ab - c - ac + bc + abc]$$

$$\text{Contraste}_{VE} = [0,173 + 0,140 - 0,244 - 0,202 - 0,404 - 0,520 + 0,535 + 0,376]$$

$$\text{Contraste}_{VE} = -0,146$$

$$\text{Contraste}_{TVE} = [abc - bc - ac + c - ab + b + a - (1)]$$

$$\text{Contraste}_{TVE} = [0,376 - 0,535 - 0,520 + 0,404 - 0,202 + 0,244 + 0,140 - 0,173]$$

$$\text{Contraste}_{TVE} = -0,266$$

### Suma de cuadrados

$$SS_T = \frac{[\text{Contraste}_T]^2}{8 \times n} = \frac{[-0,118]^2}{8 \times 2} = 0,000870$$

$$SS_V = \frac{[\text{Contraste}_V]^2}{8 \times n} = \frac{[0,120]^2}{8 \times 2} = 0,000900$$

$$SS_E = \frac{[\text{Contraste}_E]^2}{8 \times n} = \frac{[1,076]^2}{8 \times 2} = 0,072361$$

$$SS_{TV} = \frac{[\text{Contraste}_{TV}]^2}{8 \times n} = \frac{[-0,284]^2}{8 \times 2} = 0,005041$$

$$SS_{TE} = \frac{[\text{Contraste}_{TE}]^2}{8 \times n} = \frac{[0,032]^2}{8 \times 2} = 0,000064$$

$$SS_{VE} = \frac{[\text{Contraste}_{VE}]^2}{8 \times n} = \frac{[-0,146]^2}{8 \times 2} = 0,001332$$

$$SS_{TVE} = \frac{[\text{Contraste}_{TVE}]^2}{8 \times n} = \frac{[-0,266]^2}{8 \times 2} = 0,004422$$

### Suma de cuadrado total

$$SS_{Total} = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^2 Y_{ijkl}^2 - \frac{Y_{\dots}^2}{8 \times n} = 0,085166$$

### Suma de cuadrado del error

$$SS_E = SS_{Total} - SS_T - SS_V - SS_E - SS_{TV} - SS_{TE} - SS_{VE} - SS_{TVE}$$

$$SS_E = 0,085166 - 0,000870 - 0,000900 - 0,072361 - 0,005041 - 0,000064 - 0,001332 - 0,004422$$

$$SS_E = 0,000175$$

## Encontrando los contrastes para los efectos principales e interacciones

Las sumas de cuadrados de los efectos pueden ser obtenidos fácilmente, ya que a cada una le corresponde un contraste y un solo grado de libertad. Por lo tanto, la suma de cuadrados para cualquier efecto de un diseño  $2^3$  con "n" replicas, tendrá dada por el contraste correspondiente al cuadrado entre el total de las observaciones.

$$SS = \frac{(\text{contraste})^2}{8n} \quad \text{ec.C.2.}$$

Entonces la tabla C.2.3, muestra la tabla de ANOVA para el diseño  $2^3$ .

**Tabla C.2.3.**  
**Análisis de varianza para la operación de sedimentación**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
Factor T	0,000870	1	0,000870	39,783	5,32
Factor V	0,000900	1	0,000900	41,143	5,32
Factor E	0,072361	1	0,072361	3307,931	5,32
Interacción TV	0,005041	1	0,005041	230,446	5,32
Interacción TE	0,000064	1	0,000064	2,926	5,32
Interacción VE	0,001332	1	0,001332	60,903	5,32
Interacción TVE	0,004422	1	0,004422	202,160	5,32
Error	0,000175	8	0,000022		
Total	0,085166	15			

**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO D**

**TABLAS DE ANÁLISIS DE  
VARIANZA**

**ANEXO E**

**DIAGRAMA PSICROMÉTRICO**

**ANEXO F**  
**FOTOGRAFÍAS**



**ANEXO F.1.**  
**PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN**

Fotografía F.1.1.  
PESADO DE LA AJIPA



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.1.2.  
MEDICIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA AJIPA



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.1.3.  
LAVADO DE LA AJIPA



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.1.4.  
PELADO DE LA AJIPA



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.1.5.  
TROCEADO DE LA AJIPA



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.1.6.  
MOLIENDA HÚMEDA DE LA AJIPA



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.1.7.  
TAMIZADO DE LA AJIPA



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.1.8.  
DECANTACIÓN (tiempo 0 horas)



**Fuente:** Elaboración propia.



Fotografía F.1.9.  
DECANTACIÓN (tiempo 8 horas)



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.1.10.  
SEDIMENTACIÓN DE LA LECHADA DE ALMIDÓN



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.1.11.  
SECADO DE LA LECHADA DE ALMIDÓN



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.1.12.  
DESAGREGADO DEL ALMIDÓN



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.1.13.  
ALMIDÓN (DESPUÉS DE LA MOLIENDA)

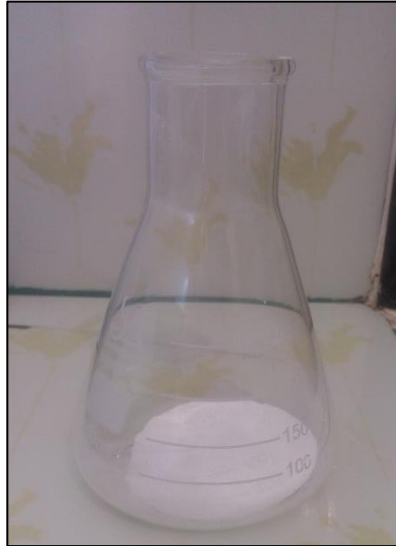


**Fuente:** Elaboración propia.

## ANEXO F.2

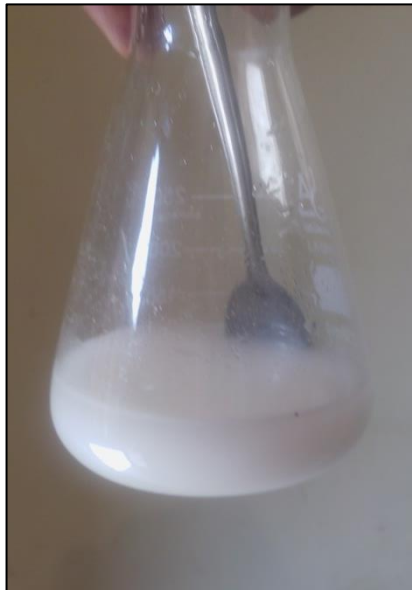
### GELATINIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE AJIPA

Fotografía F.2.1.  
ALMIDÓN DE AJIPA



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.2.2.  
SOLUCION DE AGUA DESTILADA Y  
ALMIDÓN AL 5%



**Fuente:** Elaboración propia.



Fotografía F.2.3.  
MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL  
PUNTO DE GELATINIZACION



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.2.4.  
ALMIDÓN EN EL PUNTO DE  
GELATINIZACIÓN



**Fuente:** Elaboración propia.

Fotografía F.2.5.  
ALMIDÓN EN SU PUNTO DE GELATINIZACIÓN



**Fuente:** Elaboración propia.