

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TRABAJO DE GRADO

AUTOR: MAURICIO ANDRADE CH.

IBARRA - ECUADOR

2015

# TEMA



## OBTENCIÓN DE LÁMINAS DESHIDRATADAS A PARTIR DE PULPA DE PITAHAYÁ (*HYLOCEREUS UNDATUS*)



# EL PROBLEMA



- ✓ Poco conocimiento de la fruta en el mercado Nacional.
- ✓ Desconocimiento en el país sobre subproductos a partir de la Pitahaya.

# JUSTIFICACION



- Investigación de la fruta y sus propiedades nutritivas.
- Establecimiento de la deshidratación como método de conservación y transformación de la fruta.
- Innovación con productos industrializados a partir de frutas exóticas.

# OBJETIVO GENERAL



- ∞ Obtener láminas deshidratadas a partir de pulpa de pitahaya.

# OBJETIVOS ESPECIFICOS



OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS
1. Definir madurez comercial	Separación por madurez, medición de parámetros, inv. Bibliográfica.	Indice de Madurez adecuado
2. Características fisico-químicas de la pulpa	grados brix, pH, humedad, observación	Análisis Preliminares de pulpa
3. Evaluar los parámetros de deshidratación	Ensayo experimental, toma de pesos, curvas de secado.	Proceso correctamente desarrollado, producto con mejores características
4. evaluar características fisico químicas, microbiológicas y sensoriales	Analisis humedad, pH, brix, microbiológicas y sensoriales	mejores tratamientos, producto con aceptabilidad y apto para consumo.

# Datos Referenciales



- ❧ La pitahaya es un alimento hidratante y de alto valor nutritivo, que nos aporta azúcares naturales, fibra, niacina y vitamina C. Los valores de azúcares (entre 9 y 15 gr por cada 100 gr) se absorben lentamente debido a la acción de la fibra soluble que nos aporta el mismo alimento.
- ❧ la deshidratación es uno de los métodos de conservación de alimentos más ampliamente utilizados para la manufactura de productos, ya sean intermedios o finales, siendo un rubro de mucha importancia económica dentro de los alimentos procesados en todos los países del mundo.

# MATERIALES Y EQUIPOS



☞ Materia Prima

☞ Instrumentos o Materiales

☞ Equipos

☞ Insumos

# FACTORES EN ESTUDIO



- ❧ FACTOR A: Fruta 75 % madurez  
Fruta 100 % madurez
- ❧ FACTOR B: Temperatura 45° C  
Temperatura 60° C
- ❧ FACTOR C: Velocidad aire 2,5 m/s  
Velocidad aire 4 m/s

# TRATAMIENTOS EN ESTUDIO



TRAT.	MADUR	TEMP	VELOC.	COMBINACIONES	DESCRIPCIÓN
1	A1	B1	C1	A1B1C1	Pitahaya Pintona, Temp 45° C, velocidad 2,5 m/s
2	A1	B1	C2	A1B1C2	Pitahaya Pintona, Temp 45° C, velocidad 4 m/s
3	A1	B2	C1	A1B2C1	Pitahaya Pintona, Temp 60° C, velocidad 2,5 m/s
4	A1	B2	C2	A1B2C2	Pitahaya Pintona, Temp 60° C, velocidad 4 m/s
5	A2	B1	C1	A2B1C1	Pitahaya Madura, Temp 45° C, velocidad 2,5 m/s
6	A2	B1	C2	A2B1C2	Pitahaya Madura, Temp 45° C, velocidad 4 m/s
7	A2	B2	C1	A2B2C1	Pitahaya Madura, Temp 60° C, velocidad 2,5 m/s
8	A2	B2	C2	A2B2C2	Pitahaya Madura, Temp 60° C, velocidad 4 m/s

# VARIABLES EVALUADAS



## ∞ VARIABLES CUANTITATIVAS

(Humedad, pH, Brix, Peso, Tiempo de Secado)

## ∞ VARIABLES CUALITATIVAS

(Organolépticas)

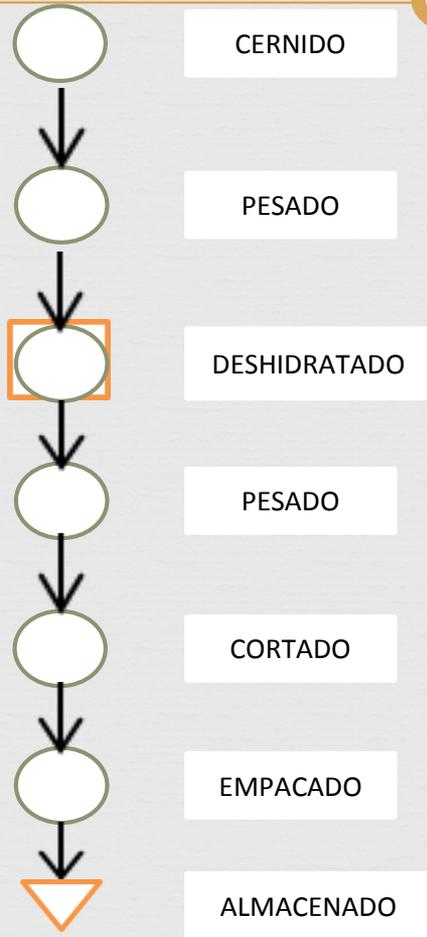
## ∞ ANÁLISIS DE LABORATORIO

(Mohos, Levaduras, E. Coli, Coliformes totales)

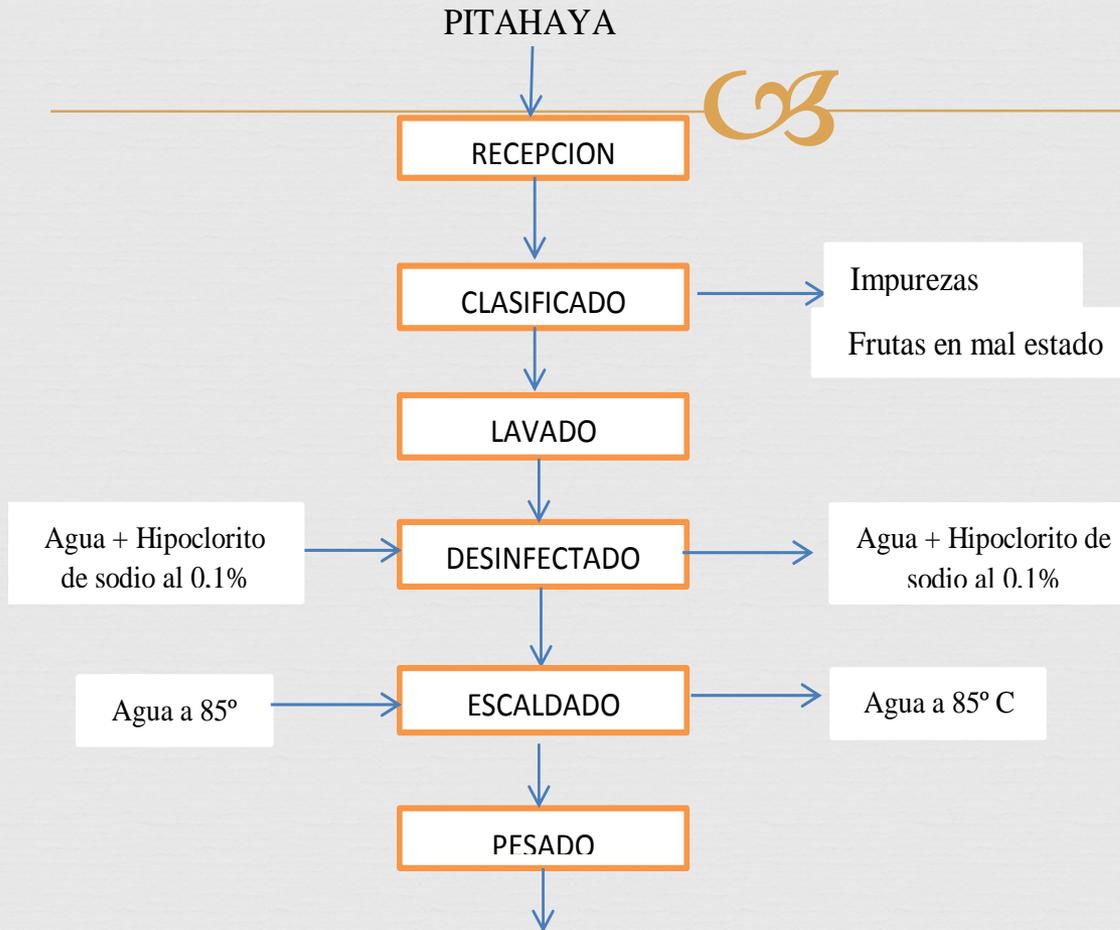
# MANEJO DEL EXPERIMENTO

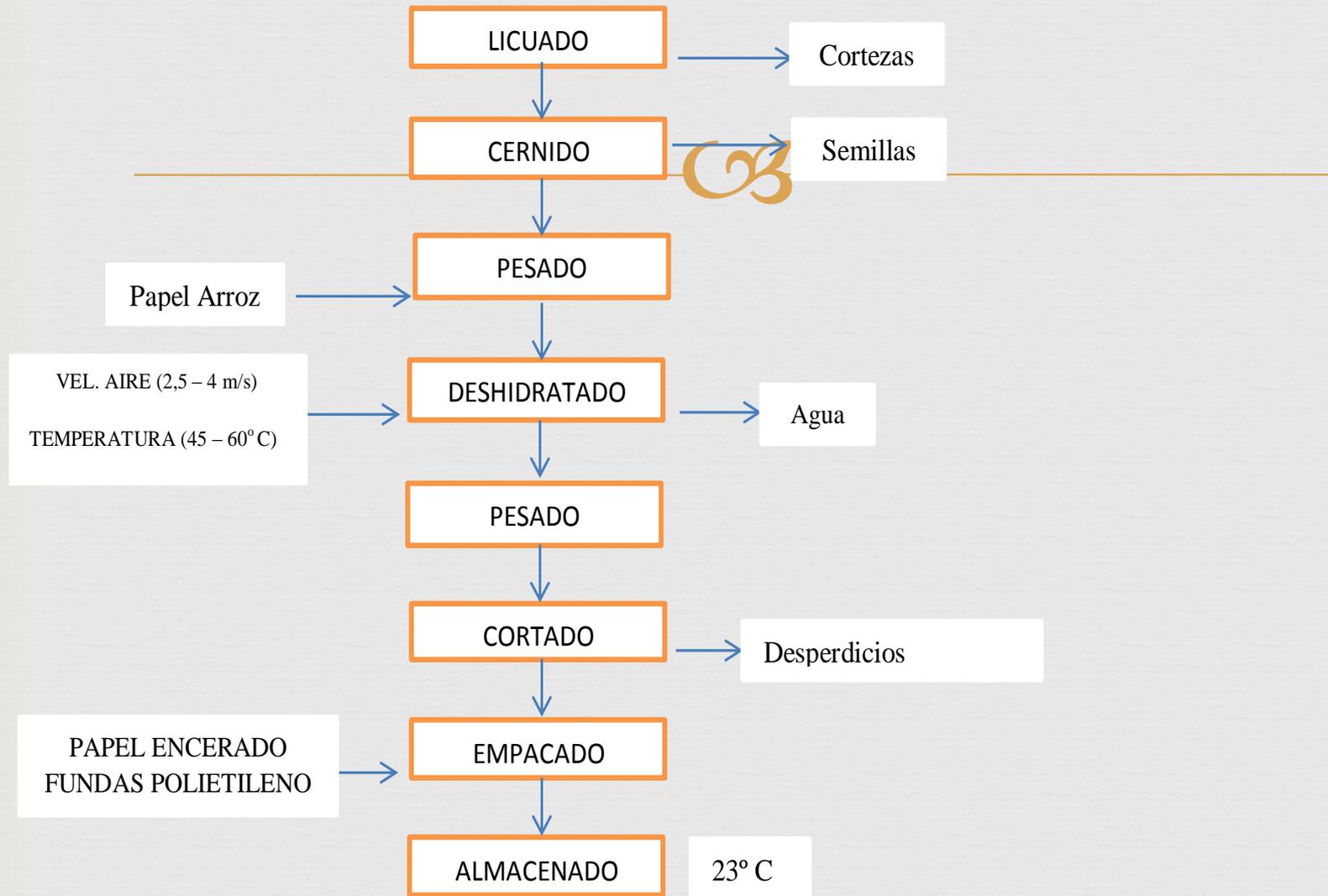
Diagrama de flujo para la elaboración de láminas deshidratadas con pulpa de pitahaya.





# Diagrama de bloques para la elaboración de láminas deshidratadas con pulpa de pitahaya.





# RESULTADOS Y DISCUSIÓN



**Cuadro 5: Variables Cuantitativas de la materia prima**

<b>PITAHAYA PINTONA</b>		<b>PITAHAYA MADURA</b>	
<b>VARIABLES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>CANTIDAD</b>
Humedad	83%	Humedad	83%
pH	4,3	pH	4,5
° Brix	16,5	° Brix	18
Peso	520 g	Peso	520 g

## Peso de las Láminas Deshidratadas de Pulpa de Pitahaya al final del proceso.



	TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	A1B1C1	100	100	100	300,00	100,00
T2	A1B1C2	95	100	105	300,00	100,00
T3	A1B2C1	95	100	100	295,00	98,33
T4	A1B2C2	90	90	90	270,00	90,00
T5	A2B1C1	95	105	95	295,00	98,33
T6	A2B1C2	105	105	105	315,00	105,00
T7	A2B2C1	90	90	90	270,00	90,00
T8	A2B2C2	100	100	95	295,00	98,33
	<b>TOTAL</b>	<b>770,00</b>	<b>790,00</b>	<b>780,00</b>	<b>2340,00</b>	<b>97,50</b>

# Análisis de Varianza



F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%	Signif.
Total	23	700,000					
Tratamientos	7	550,000	78,571	8,381	4,03	2,66	**
FA (Grado de madurez de Pitahaya)	1	4,167	4,167	0,444	8,53	4,49	NS
FB (Temperatura en el interior del secador)	1	266,667	266,667	28,444	8,53	4,49	**
FC (Velocidad de aire en el secador (m/s))	1	16,667	16,667	1,778	8,53	4,49	NS
I (AxB)	1	4,167	4,167	0,444	8,53	4,49	NS
I (AxC)	1	204,167	204,167	21,778	8,53	4,49	**
I (BxC)	1	16,667	16,667	1,778	8,53	4,49	NS
I (AxBxC)	1	37,500	37,500	4,000	8,53	4,49	NS
ERROR EXP.	16	150,000	9,375				

## Representación gráfica de la variable peso (g) de las láminas deshidratadas de pulpa de Pitahaya al final del proceso.



TRATAMIENTOS		MEDIAS (g)	RANGOS
T6	A2B1C2	105,00	a
T1	A1B1C1	100,00	a
T2	A1B1C2	100,00	a
T3	A1B2C1	98,33	a
T5	A2B1C1	98,33	a
T8	A2B2C2	98,33	a
T4	A1B2C2	90,00	b
T7	A2B2C1	90,00	b



## Potencial Hidrógeno (pH) de las Láminas Deshidratadas de Pulpa de Pitahaya al final del proceso.



TRAT/REPT.		I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	A1B1C1	4,92	4,96	5	14,88	4,96
T2	A1B1C2	4,94	5	4,98	14,92	4,97
T3	A1B2C1	4,89	4,94	4,94	14,77	4,92
T4	A1B2C2	5,02	4,98	5,09	15,09	5,03
T5	A2B1C1	5	4,92	4,96	14,88	4,96
T6	A2B1C2	4,94	4,92	4,82	14,68	4,89
T7	A2B2C1	4,94	5,02	4,92	14,88	4,96
T8	A2B2C2	5,01	5,02	4,89	14,92	4,97
	<b>TOTAL</b>	<b>39,66</b>	<b>39,76</b>	<b>39,60</b>	<b>119,02</b>	<b>4,96</b>

# Análisis de Varianza.



F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%	Signif.
Total	23	0,074					
Tratamientos	7	0,033	0,005	1,871	4,03	2,66	NS
FA (Grado de madurez de Pitahaya)	1	0,004	0,004	1,483	8,53	4,49	NS
FB (Temperatura en el interior del secador)	1	0,004	0,004	1,483	8,53	4,49	NS
FC (Velocidad de aire en el secador (m/s))	1	0,002	0,002	0,659	8,53	4,49	NS
I (AxB)	1	0,001	0,001	0,534	8,53	4,49	NS
I (AxC)	1	0,011	0,011	4,455	8,53	4,49	NS
I (BxC)	1	0,011	0,011	4,455	8,53	4,49	NS
I (AxBxC)	1	0,000	0,000	0,026	8,53	4,49	NS
ERROR EXP.	16	0,040	0,003				
	<b>CV=</b>	1,014					

## Sólidos Solubles (° Brix) de las Láminas Deshidratadas al final del proceso.



TRAT/REPT.		I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	A1B1C1	79,2	78,4	80	237,60	79,20
T2	A1B1C2	76,22	90,4	74,46	241,08	80,36
T3	A1B2C1	78,33	86,4	78,4	243,13	81,04
T4	A1B2C2	79,53	78,3	81,9	239,73	79,91
T5	A2B1C1	79,22	80,5	78,4	238,12	79,37
T6	A2B1C2	81	78,27	75,1	234,37	78,12
T7	A2B2C1	80,9	78,8	79,53	239,23	79,74
T8	A2B2C2	80	81,61	80,9	242,51	80,84
	<b>TOTAL</b>	<b>634,40</b>	<b>652,68</b>	<b>628,69</b>	<b>1915,77</b>	<b>79,82</b>

# Análisis de Varianza.



F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%	Signif.
<b>Total</b>	23	245,919					
<b>Tratamientos</b>	7	18,895	2,699	0,190	4,03	2,66	NS
<b>FA (Grado de madurez de Pitahaya)</b>	1	2,227	2,227	0,157	8,53	4,49	NS
<b>FB (Temperatura en el interior del secador)</b>	1	7,515	7,515	0,530	8,53	4,49	NS
<b>FC (Velocidad de aire en el secador (m/s))</b>	1	0,006	0,006	0,000	8,53	4,49	NS
<b>I (AxB)</b>	1	1,071	1,071	0,075	8,53	4,49	NS
<b>I (AxC)</b>	1	0,013	0,013	0,001	8,53	4,49	NS
<b>I (BxC)</b>	1	0,001	0,001	0,000	8,53	4,49	NS
<b>I (AxBxC)</b>	1	8,062	8,062	0,568	8,53	4,49	NS
<b>ERROR EXP.</b>	16	227,02	14,189				
	CV=	4,72					

# HUMEDAD EN LAS LÁMINAS DESHIDRATADAS DE PULPA DE PITAHAYA AL FINAL DEL PROCESO.



TRAT/REPT.		I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	A1B1C1	5,5	5,1	5	15,60	5,20
T2	A1B1C2	5,05	6,01	4,96	16,02	5,34
T3	A1B2C1	3,96	3,96	4,01	11,93	3,98
T4	A1B2C2	4	4	4	12,00	4,00
T5	A2B1C1	6,3	6	6,5	18,80	6,27
T6	A2B1C2	7,04	6,9	6,97	20,91	6,97
T7	A2B2C1	3,96	3,96	4,01	11,93	3,98
T8	A2B2C2	4	4	4	12,00	4,00
	<b>TOTAL</b>	<b>39,81</b>	<b>39,93</b>	<b>39,45</b>	<b>119,19</b>	<b>4,97</b>

# Análisis de Varianza.

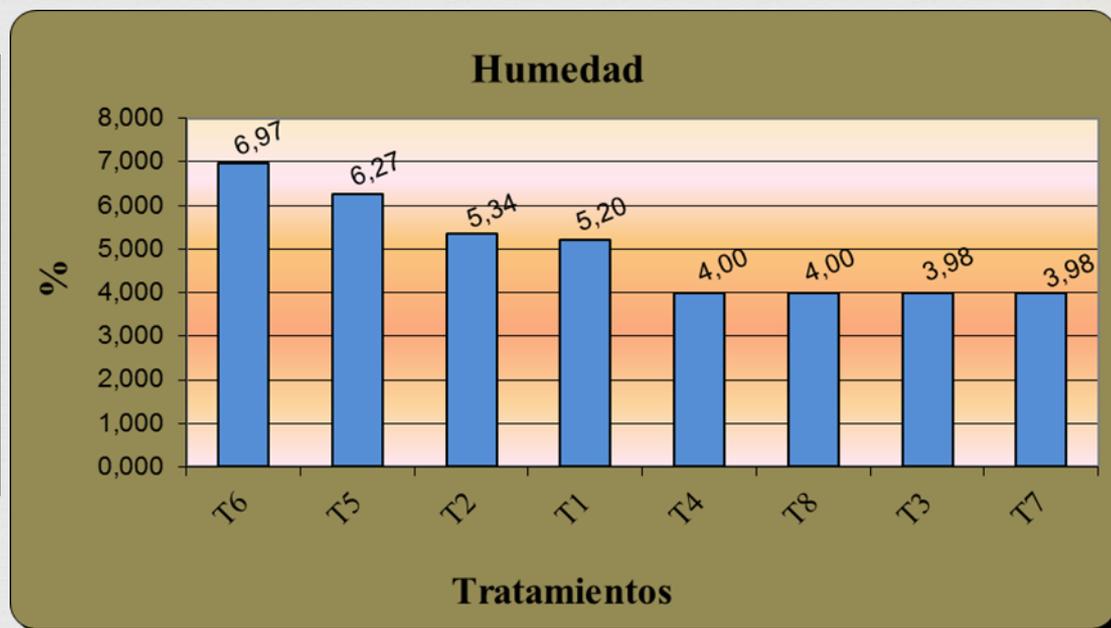


F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%	Signif.
Total	23	30,136					
Tratamientos	7	29,179	4,168	69,676	4,03	2,66	**
FA (Grado de madurez de Pitahaya)	1	2,727	2,727	45,583	8,53	4,49	**
FB (Temperatura en el interior del secador)	1	22,952	22,952	383,647	8,53	4,49	**
FC (Velocidad de aire en el secador (m/s))	1	0,297	0,297	4,965	8,53	4,49	*
I (AxB)	1	2,727	2,727	45,583	8,53	4,49	**
I (AxC)	1	0,119	0,119	1,989	8,53	4,49	NS
I (BxC)	1	0,238	0,238	3,978	8,53	4,49	NS
I (AxBxC)	1	0,119	0,119	1,989	8,53	4,49	NS
ERROR EXP.	16	0,9572	0,0598				
	CV=	4,93					

## Representación gráfica de la variable humedad (%) de las láminas deshidratadas de pulpa de Pitahaya al final del proceso.



TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T6	A2B1C2	6,970	a
T5	A2B1C1	6,267	b
T2	A1B1C2	5,340	c
T1	A1B1C1	5,200	c
T4	A1B2C2	4,000	d
T8	A2B2C2	4,000	d
T3	A1B2C1	3,977	d
T7	A2B2C1	3,977	d



## Tiempo de Secado en las Láminas Deshidratadas al final del proceso.



TRAT/REPT.		I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	A1B1C1	10,00	11,00	10,50	31,50	10,50
T2	A1B1C2	10,00	11,00	11,00	32,00	10,67
T3	A1B2C1	8,00	8,50	8,50	25,00	8,33
T4	A1B2C2	7,50	8,50	8,50	24,50	8,17
T5	A2B1C1	10,50	11,00	10,50	32,00	10,67
T6	A2B1C2	11,00	11,00	10,00	32,00	10,67
T7	A2B2C1	8,50	8,50	9,00	26,00	8,67
T8	A2B2C2	7,50	8,00	8,00	23,50	7,83
	<b>TOTAL</b>	<b>73,00</b>	<b>77,50</b>	<b>76,00</b>	<b>226,50</b>	<b>9,44</b>

## Análisis de Varianza.

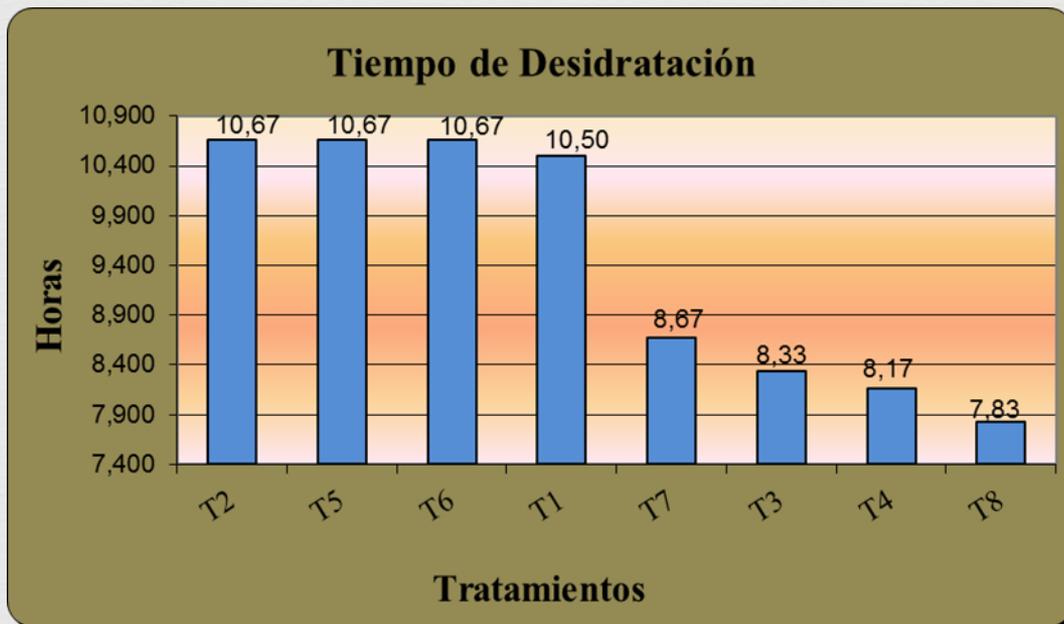


F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%	Signif.
Total	23	38,156					
Tratamientos	7	34,990	4,999	25,256	4,03	2,66	**
FA (Grado de madurez de Pitahaya)	1	0,010	0,010	0,053	8,53	4,49	NS
FB (Temperatura en el interior del secador)	1	33,844	33,844	171,000	8,53	4,49	**
FC (Velocidad de aire en el secador (m/s))	1	0,260	0,260	1,316	8,53	4,49	NS
I (AxB)	1	0,010	0,010	0,053	8,53	4,49	NS
I (AxC)	1	0,260	0,260	1,316	8,53	4,49	NS
I (BxC)	1	0,510	0,510	2,579	8,53	4,49	NS
I (AxBxC)	1	0,094	0,094	0,474	8,53	4,49	NS
ERROR EXP.	16	3,1667	0,1979				
	CV=	4,71					

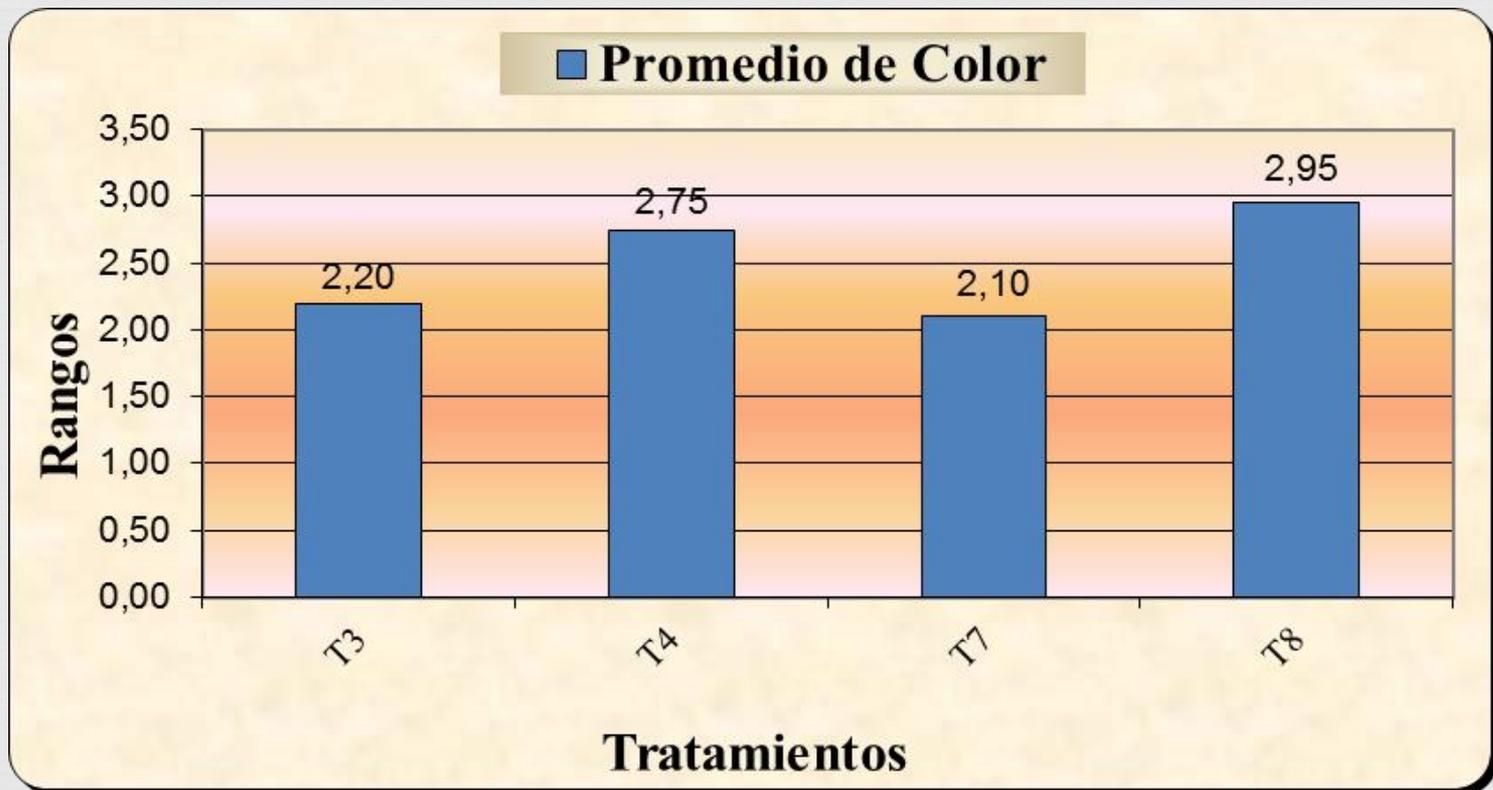
## Representación gráfica de la variable tiempo de secado (h) en las láminas deshidratadas de pulpa de Pitahaya al final del proceso.



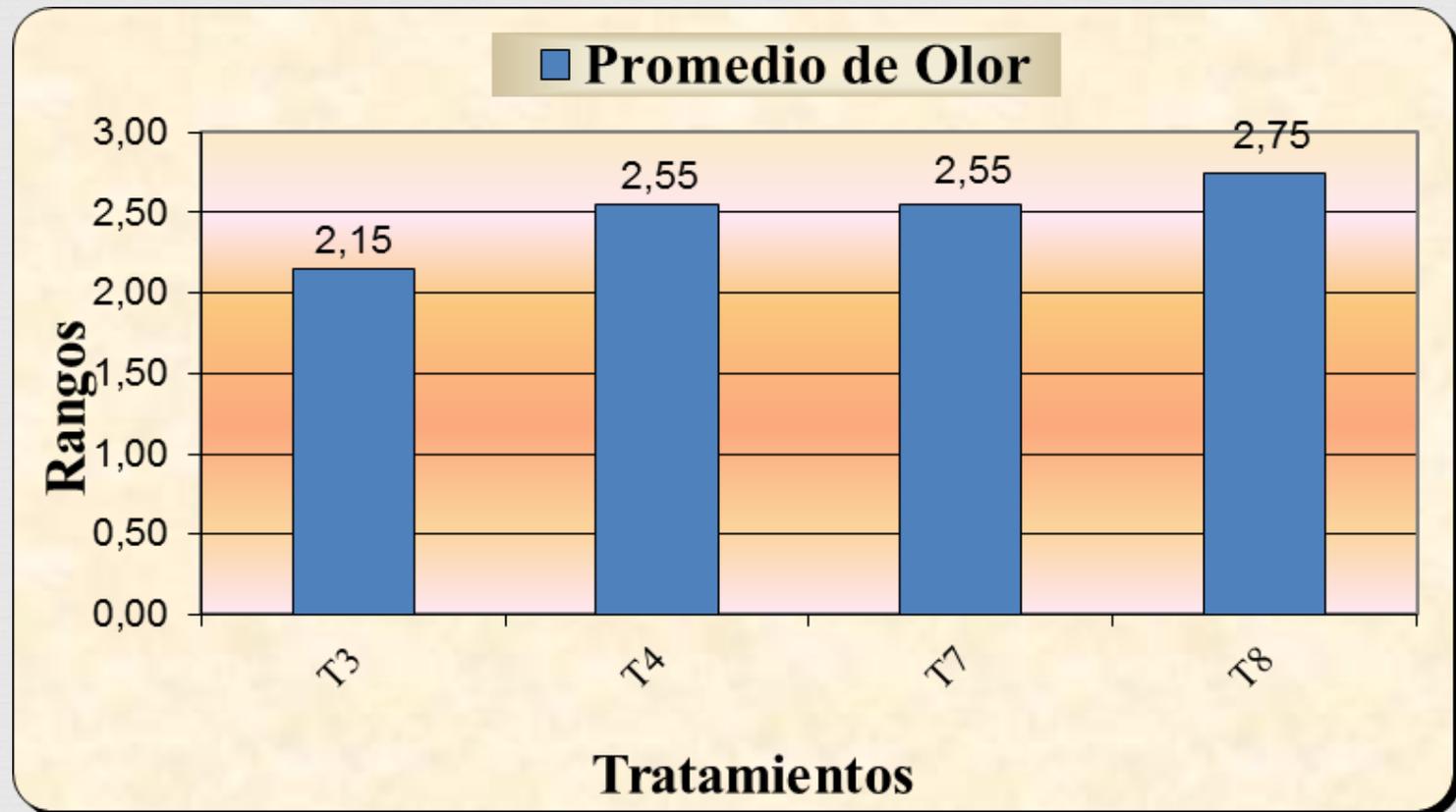
TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T2	A1B1C2	10,667	a
T5	A2B1C1	10,667	a
T6	A2B1C2	10,667	a
T1	A1B1C1	10,500	a
T7	A2B2C1	8,667	b
T3	A1B2C1	8,333	b
T4	A1B2C2	8,167	b
T8	A2B2C2	7,833	b



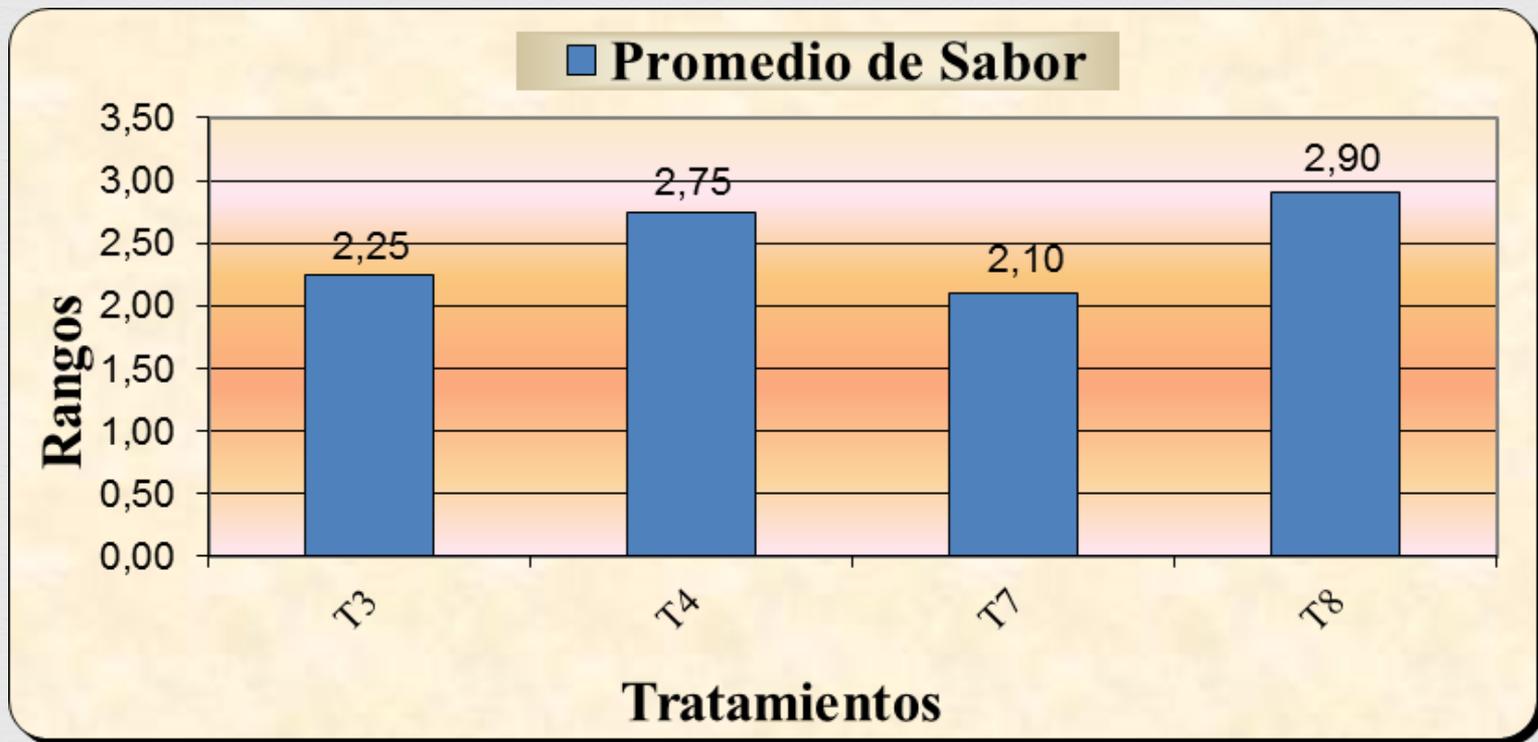
# Caracterización del color en el producto terminado.



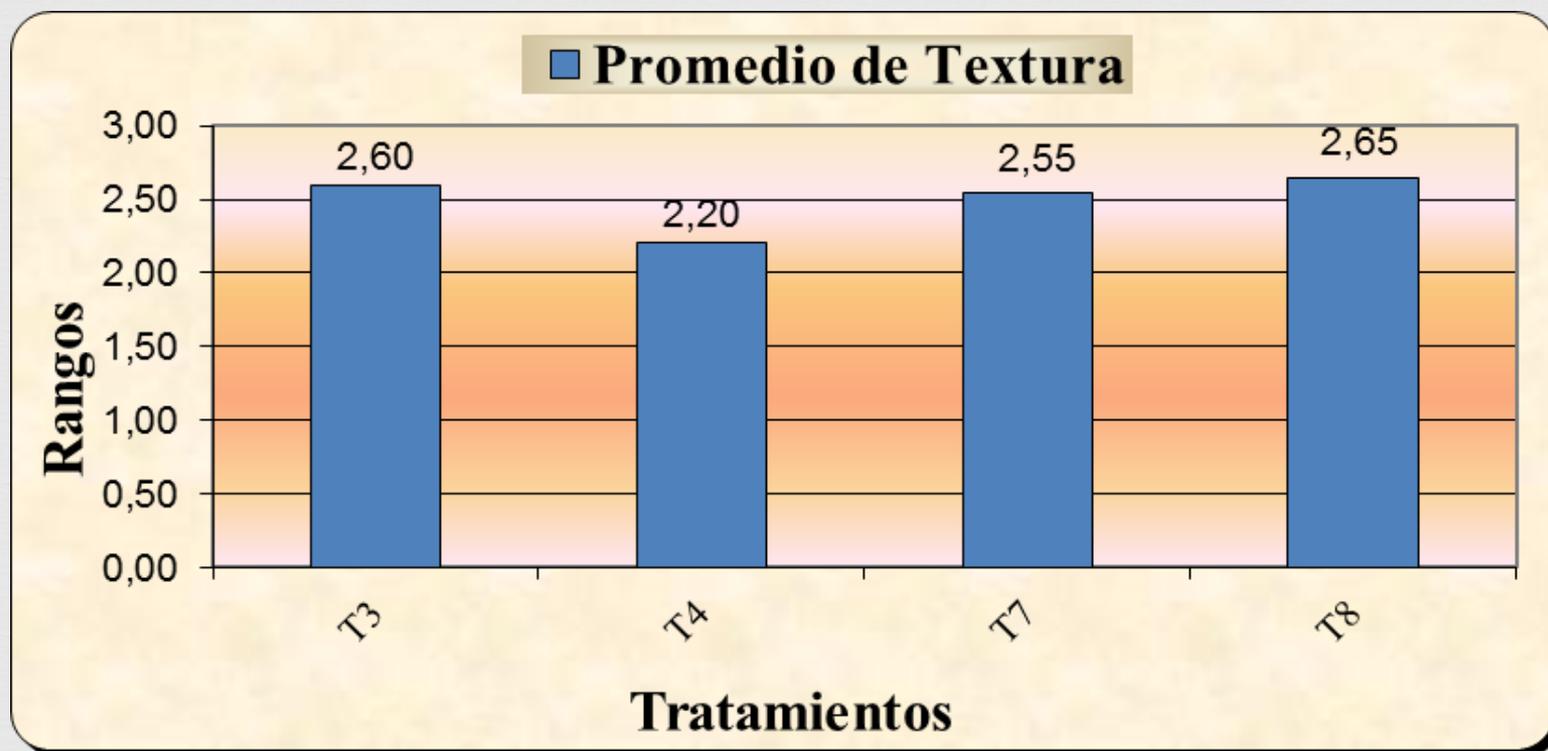
## Caracterización del olor en el producto terminado.



## Caracterización del sabor en el producto terminado.



## Caracterización de la textura en el producto terminado.



## Análisis de Friedman para las variables de la evaluación sensorial.



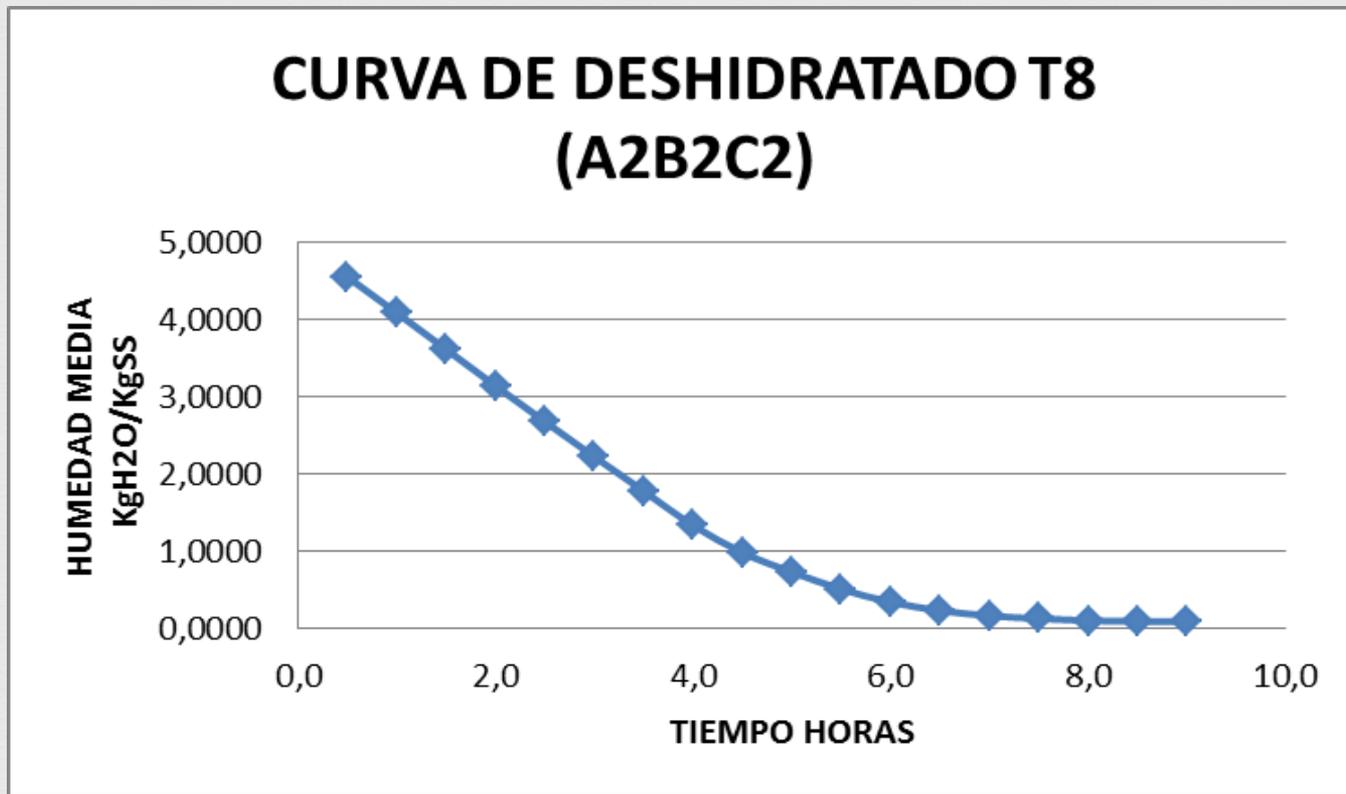
VARIABLE	VALOR CALCULADO $\chi^2$	VALOR TABULAR $\chi^2$ (5%)	VALOR TABULAR $\chi^2$ (1%)	SIGNIF.
COLOR	3,09	9,49	13,3	NS
OLOR	1,14	9,49	13,3	NS
SABOR	2,67	9,49	13,3	NS
TEXTURA	0,75	9,5	13,3	NS

# Curvas características de Deshidratado para Láminas de Pulpa de Pitahaya "Hylocereus undatus".

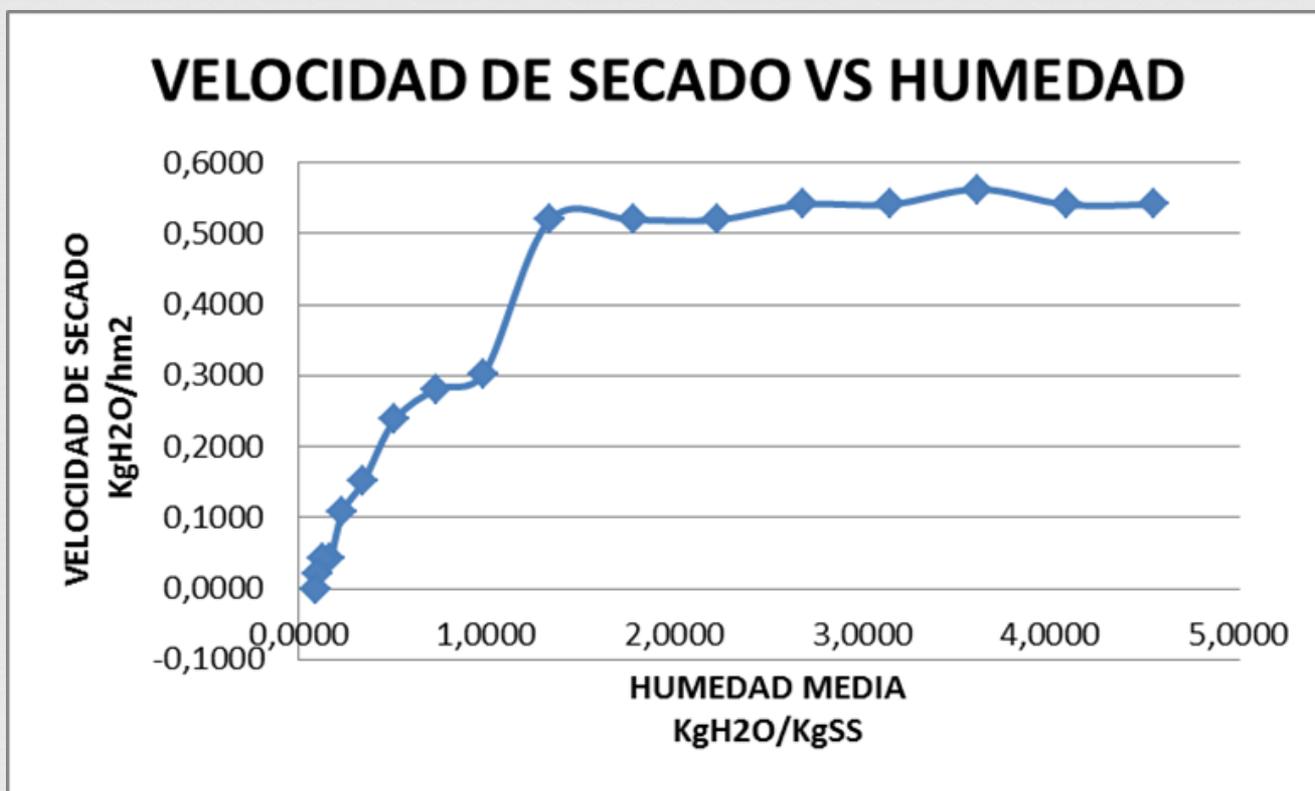


TIEMPO	PESO	PESO BASE SECA	HUMEDAD	HUMEDAD MEDIA	VELOCIDAD
horas	Kg	Kg SS	KgH2O/KgSS	media ^X	KgH2O/hm
0,0	0,5200	0,0900	4,7803		
0,5	0,4783	0,0900	4,3172	4,5488	0,5411
1,0	0,4367	0,0900	3,8540	4,0856	0,5411
1,5	0,3933	0,0900	3,3723	3,6132	0,5628
2,0	0,3517	0,0900	2,9091	3,1407	0,5411
2,5	0,3100	0,0900	2,4460	2,6776	0,5411
3,0	0,2700	0,0900	2,0013	2,2237	0,5195
3,5	0,2300	0,0900	1,5567	1,7790	0,5195
4,0	0,1900	0,0900	1,1120	1,3344	0,5195
4,5	0,1667	0,0900	0,8527	0,9824	0,3030
5,0	0,1450	0,0900	0,6118	0,7323	0,2814
5,5	0,1267	0,0900	0,4080	0,5099	0,2381
6,0	0,1150	0,0900	0,2783	0,3432	0,1515
6,5	0,1067	0,0900	0,1857	0,2320	0,1082
7,0	0,1033	0,0900	0,1487	0,1672	0,0433
7,5	0,1000	0,0900	0,1116	0,1301	0,0433
8,0	0,0983	0,0900	0,0931	0,1023	0,0216
8,5	0,0983	0,0900	0,0931	0,0931	0,0000
9,0	0,0983	0,0900	0,0931	0,0931	0,0000

## Curva de deshidratado T8 (A2B2C2)



# Velocidad de secado vs Humedad de sólido para T8 (A2B2C2)



## Análisis microbiológico para los mejores tres tratamientos, T3, T4 Y T8.

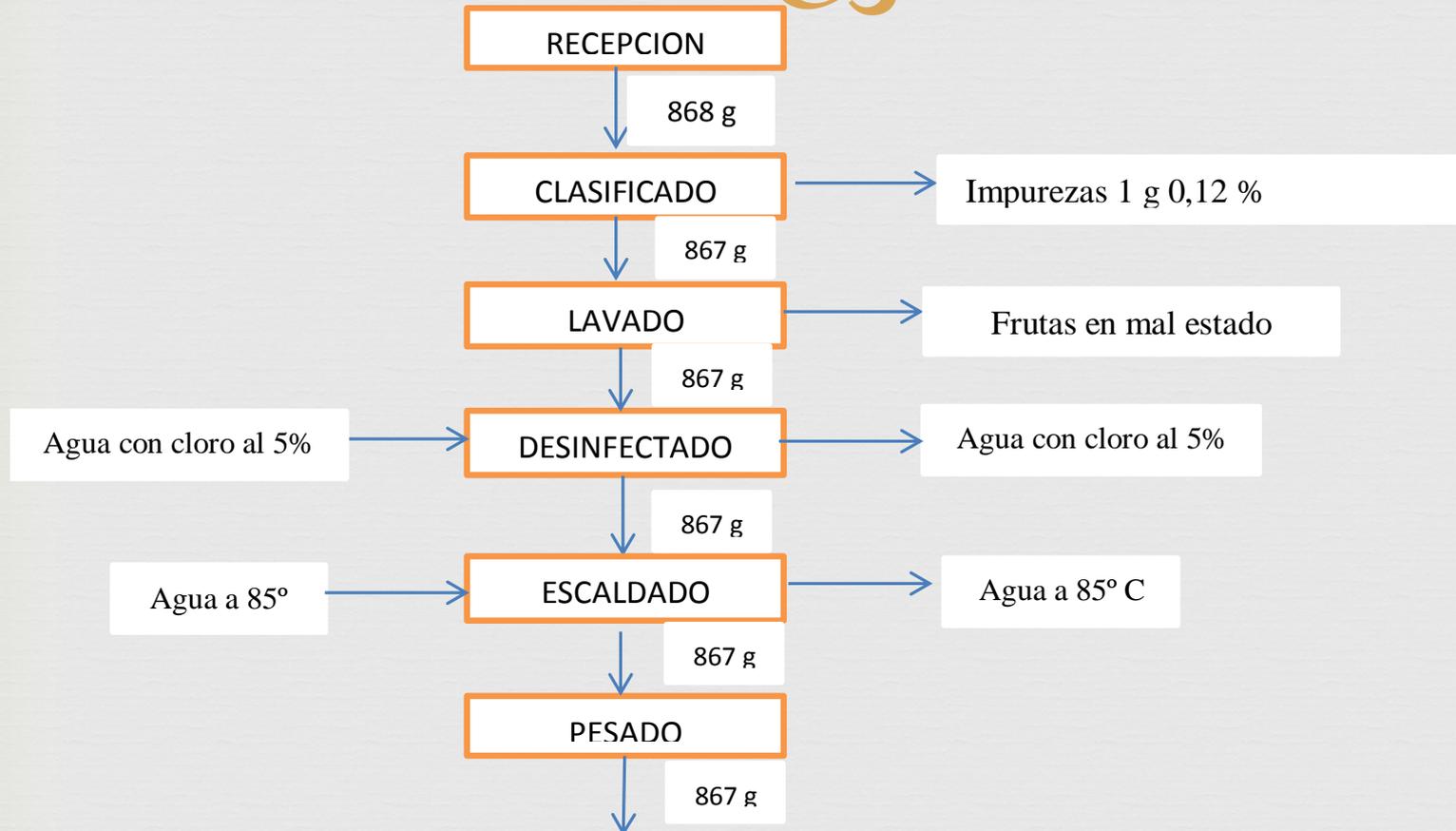


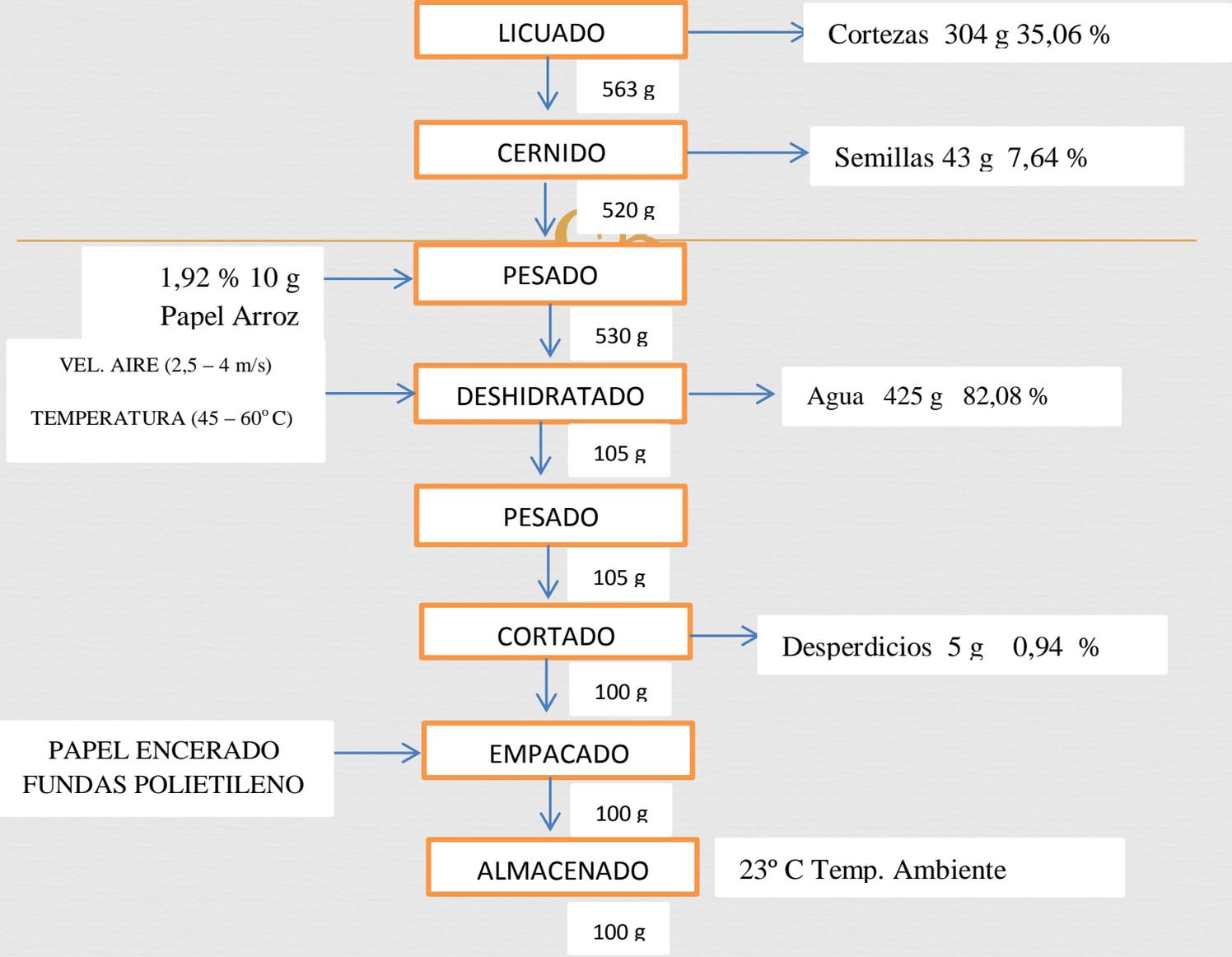
PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	T3	T4	T8	Método de Ensayo
Recuento Aerobios Mesófilos	UFC/g	< 10	< 10	< 10	AOAC 989.10
Recuento Coliformes totales	UFC/g	0	0	0	
E. Coli	UFC/g	0	0	0	
Recuento de Levaduras	UPM/g	10	150	100	AOAC 997.02
Recuento de Mohos	UPM/g	50	40	80	

FUENTE: Autor

# Balance de Materiales para los tres mejores Tratamientos T3, T4 Y T8.

PITAHAYA





## Determinación del Rendimiento para los tres mejores tratamientos T3, T4 Y T8.



$$R = \frac{\text{Peso Final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

$$R = \frac{100 \text{ g}}{868 \text{ g}} \times 100$$

$$R1 = 11,52 \%$$

$$R = \frac{100 \text{ g}}{530 \text{ g}} \times 100$$

$$R2 = 18,87 \%$$

# Conclusiones.



- ❧ De acuerdo a los resultados obtenidos la madurez óptima para elaborar las láminas deshidratadas es fruta madura (100 % de madurez), por presentar mejores características organolépticas según las pruebas de degustación realizadas.
- ❧ Entre los dos grados de madurez estudiados, existe una baja diferencia en las variables humedad y pH, donde la fruta pintona 83 % de humedad y pH de 4,3 y la fruta madura 83 % de humedad y pH de 4,5.
- ❧ Los sólidos solubles medidos a los dos grados de madurez tienen una diferencia mínima de 1,5 grados, donde la fruta pintona tiene 16,5° Brix y la fruta madura 18° Brix, observándose que la fruta madura contiene más azúcares que la fruta pintona.

❧ Los Factores grado de madurez y velocidad de aire tuvieron un efecto mínimo sobre las variables de respuesta del proceso, donde los niveles altos tuvieron más efecto (fruta madura (100 % de madurez y velocidad de aire de 4 m/s.



❧ La temperatura de secado fue el factor de mayor efecto sobre la variable de tiempo de secado de las láminas, donde el nivel alto de 60°C registro un tiempo de nueve horas y una menor humedad final.

❧ Los valores de humedad obtenidos del producto terminado están por debajo del límite permitido según las normas INEN para frutas secas, por el contrario para grados Brix y pH no existe referencias estándares de comparación.

❧ Según las variables cuantitativas (humedad, Brix, pH peso y tiempo de secado) en el producto terminado, se determinó que los cuatro mejores tratamientos fueron: T3, T4, T7 y T8.

∞ El análisis de los resultados organolépticos mediante la prueba de Friedman, estableció que los mejores tratamientos por su mayor aceptabilidad fueron: T8, T4 y T3, donde T8 fue el de mayor aceptación entre los degustadores.



∞ Los resultados microbiológicos determinaron que las láminas deshidratadas de los tratamientos T3, T4, y T8, estuvieron dentro de los límites permitidos por las normas INEN para productos de consumo humano.

∞ Según los análisis cuantitativos y cualitativos se puede concluir que el tratamiento T8 (fruta madura, temperatura de secado 60° C y velocidad de aire 4 m/s) fue el mejor tratamiento entre los evaluados.

∞ Según el análisis estadístico a los tratamientos estudiados, se acepta la hipótesis alternativa, donde el tratamiento T8 “El grado de madurez 100%, velocidad de aire 4 m/s y temperatura 60°C, tuvo mayor efecto sobre las variables de calidad y proceso de láminas deshidratadas de pitahaya”.

# Recomendaciones.



- ❧ Se recomienda trabajar con fruta madura, deshidratada a una temperatura de 60° C y una velocidad de aire de 4 m/s para la obtención de láminas deshidratadas de pulpa de Pitahaya
- ❧ Se recomienda aplicar los factores estudiados en esta investigación con otras frutas exóticas.
- ❧ Es recomendable utilizar las escalas de humedad y tiempo de deshidratación de esta investigación para producir a escala industrial, tomando en cuenta el bajo porcentaje de humedad que se logró obtener para el producto final.

❧ Se recomienda realizar otra investigación con esta fruta probando otro tipo de despulpado y otro método de deshidratación, como liofilización o deshidratado al vacío.



❧ Se recomienda usar equipos de deshidratación que tengan regulación de temperatura y velocidad de aire pues estos factores son muy importantes y significativos para obtener una buena calidad en el producto final.

❧ Se recomienda tomar este trabajo de grado como referencia para futuras investigaciones en base a esta fruta.

❧ Se recomienda desarrollar investigaciones que utilicen las semillas como materia prima y evaluar su utilidad para el consumo humano.

# Producto Final.





GRACIAS

POR SU

ATENCIÓN