

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**“DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS PARA LA
DESHIDRATACIÓN DE DOS PLANTAS AROMÁTICAS;
MENTA (*Mentha piperita L*) Y ORÉGANO (*Origanum vulgare L*)”**

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial

AUTORA: María Isabel Tonguino Borja

DIRECTOR: Ing. Milton Núñez

INTRODUCCIÓN





**DISMINUCIÓN DE
RECURSOS NATURALES**

**DESCONOCIMIENTO DE
TÉCNICAS DE
DESHIDRATACION**

**MAL USO DE LA
TIERRA**

EL PROBLEMA

No existe un proceso industrial para la deshidratación de plantas aromáticas en la organización .

**INEXISTENCIA DE
UN ESTUDIO DE
MERCADO**

**ALTOS COSTOS
DE LOS
INSUMOS**

**ABANDONO DE TIERRAS
PRODUCTIVAS**

**PROCESO DE
DESHIDRATACIÓN**

**GENERACION DE
INGRESOS**

**INFRAESTRUCTURA
FÍSICA**

JUSTIFICACIÓN

**MEJORAMIENTO DE LA
CALIDAD DE VIDA**

**SECADOR DE
BANDEJAS**

**SUPERFICIE DE
TERRENO**



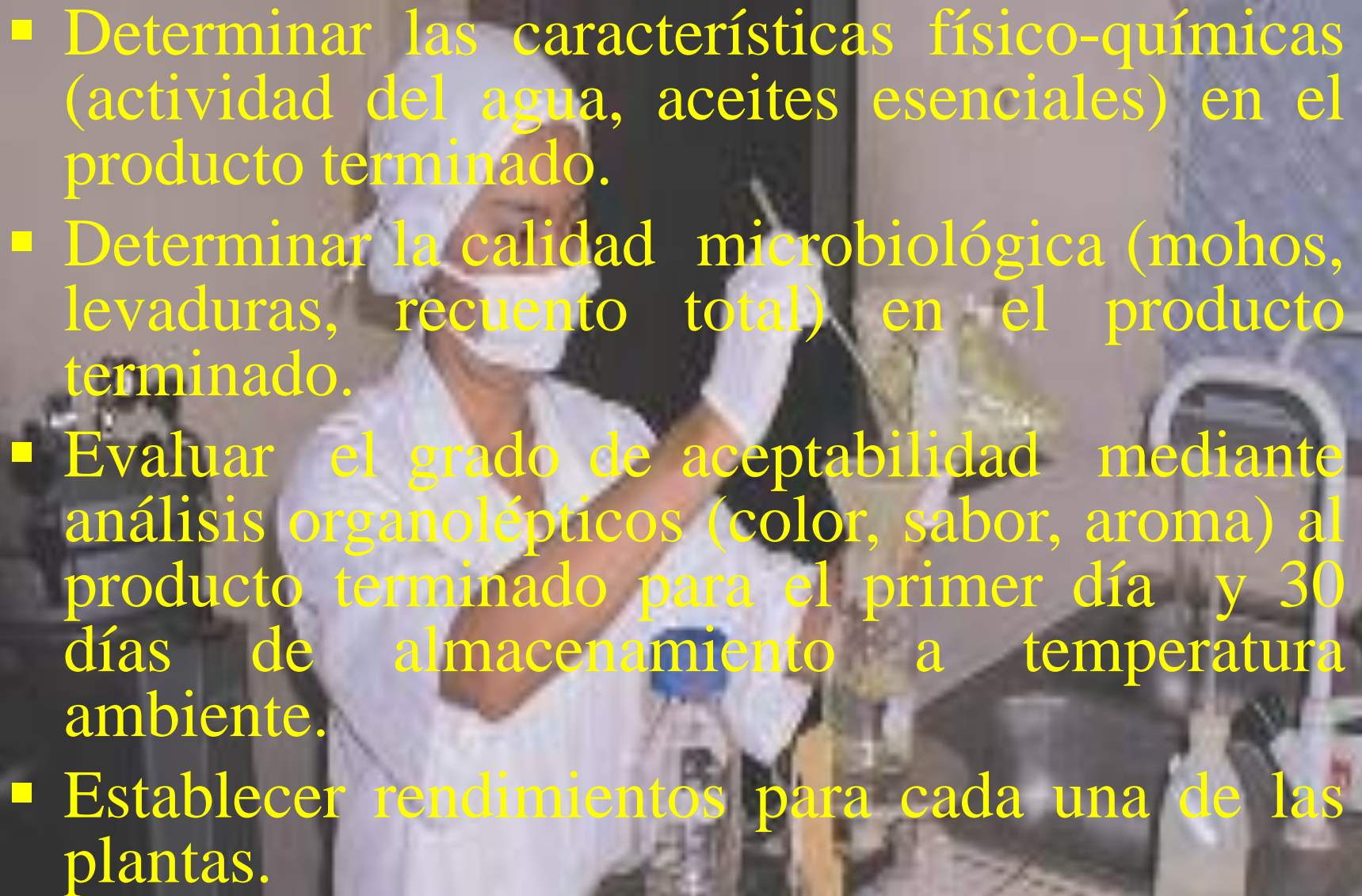
OBJETIVO GENERAL

Determinar las condiciones óptimas para la deshidratación de dos plantas aromáticas: menta (*Mentha piperita* L) y orégano (*Origanum vulgare* L.), en la empresa comunitaria Sumak Jambina del Cantón Cotacachi.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la humedad inicial a la recepción, entrada al secador y humedad final para la menta y orégano.
- Determinar los parámetros óptimos en la deshidratación para menta y orégano (tiempo, temperatura, espesor del material), manteniendo constantes parámetros del aire a la entrada del secador (HR, temperatura del aire, velocidad del aire).
- Representar las curvas de secado para las dos plantas con su respectivo análisis.

- 
- A person wearing a white lab coat, hairnet, and face mask is working in a laboratory. They are holding a pipette and a beaker, likely performing a chemical or biological analysis. The background shows laboratory equipment, including a sink and various bottles.
- Determinar las características físico-químicas (actividad del agua, aceites esenciales) en el producto terminado.
 - Determinar la calidad microbiológica (mohos, levaduras, recuento total) en el producto terminado.
 - Evaluar el grado de aceptabilidad mediante análisis organolépticos (color, sabor, aroma) al producto terminado para el primer día y 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente.
 - Establecer rendimientos para cada una de las plantas.

HIPOTESIS

Ho: La humedad final, la temperatura, el tiempo y espesor de las hojas: menta y orégano en el proceso de deshidratación no influyen en la aceptabilidad del producto final.

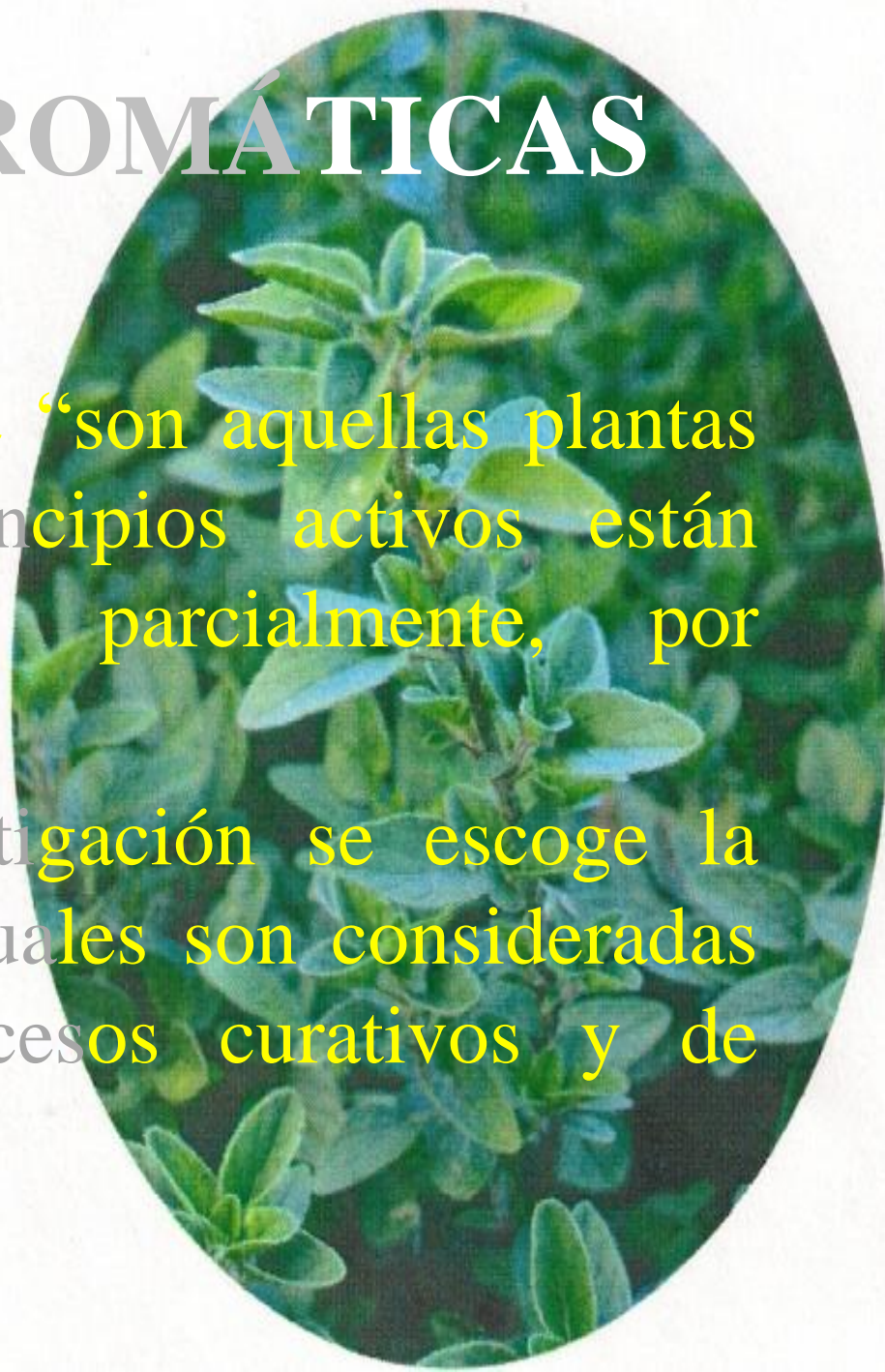
Hi: La humedad final, la temperatura, el tiempo y espesor de las hojas: menta y orégano en el proceso de deshidratación sí influyen en la aceptabilidad del producto final.

MARCO
TEÓRICO

PLANTAS AROMÁTICAS

MUNOZ F. (1987) dice “son aquellas plantas medicinales cuyos principios activos están constituidos, total o parcialmente, por esencias.” (p. 15)

Para la presente investigación se escoge la menta y orégano, las cuales son consideradas esenciales en los procesos curativos y de seguridad alimentaria;





MENTA

**Composición
Química**

Elementos minerales: 10 a 20%
Flavonoides
Ácidos fenólicos: 6 a 26%
Aceite esencial: 3%
vitaminas
Mentol : 45 a 70%

Usos

Gastronomía
Confitería
Licorería
Pastelería
Farmacéuticos

ORÉGANO

Composición Química

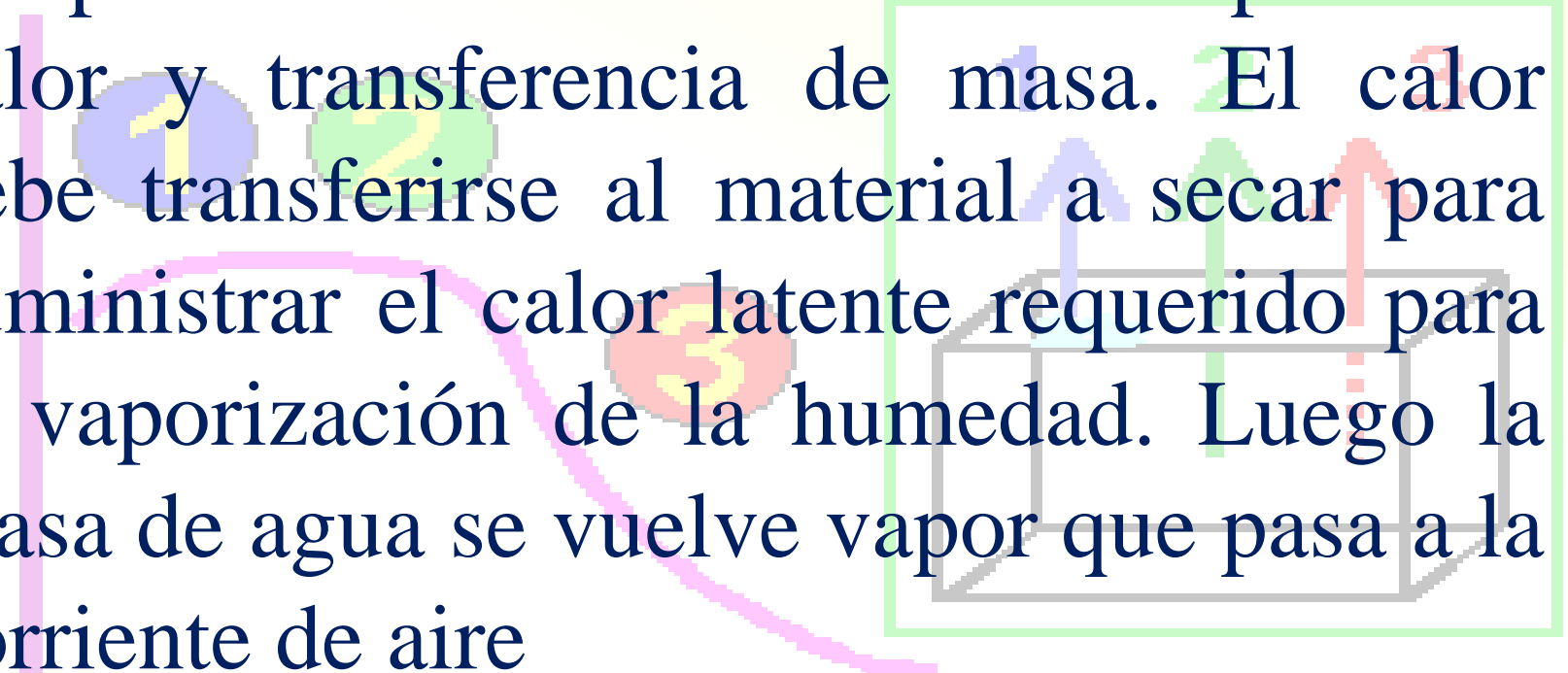
Aceites esenciales: 7 a 16%
Ácidos fenólicos: 90%
Alcaloides
Taninos
Elementos minerales: 5%

Usos

Alimenticios
Condimentos
Confitería
Pastelería
Cosmética
Farmacéuticos
Industria

CAMBIO DEL CONTENIDO DE FUNDAMENTOS DEL SECADO PROCESO DE DESECACION

Un proceso de secado involucra aporte de calor y transferencia de masa. El calor debe transferirse al material a secar para suministrar el calor latente requerido para la vaporización de la humedad. Luego la masa de agua se vuelve vapor que pasa a la corriente de aire

A diagram illustrating the drying process. It features a central rectangular box with a grey border. Three vertical arrows of different colors (blue, green, and red) point upwards from the bottom of the box. To the left of the box, there are several overlapping circles in blue, green, and red. A thick purple line starts from the bottom left, curves around the circles, and then extends horizontally to the right, ending under the box. The entire scene is set against a light yellow background with a green rounded rectangular border.

MÉTODOS GENERALES DE SECADO

Secado Natural.- condiciones climáticas adecuadas, baja humedad relativa y temperaturas elevadas.

Secado Mecánico.- secado artificial, se controla las variables del tratamiento.

a.- Secado por aire caliente.

b.- Secado por contacto directo con una superficie caliente.

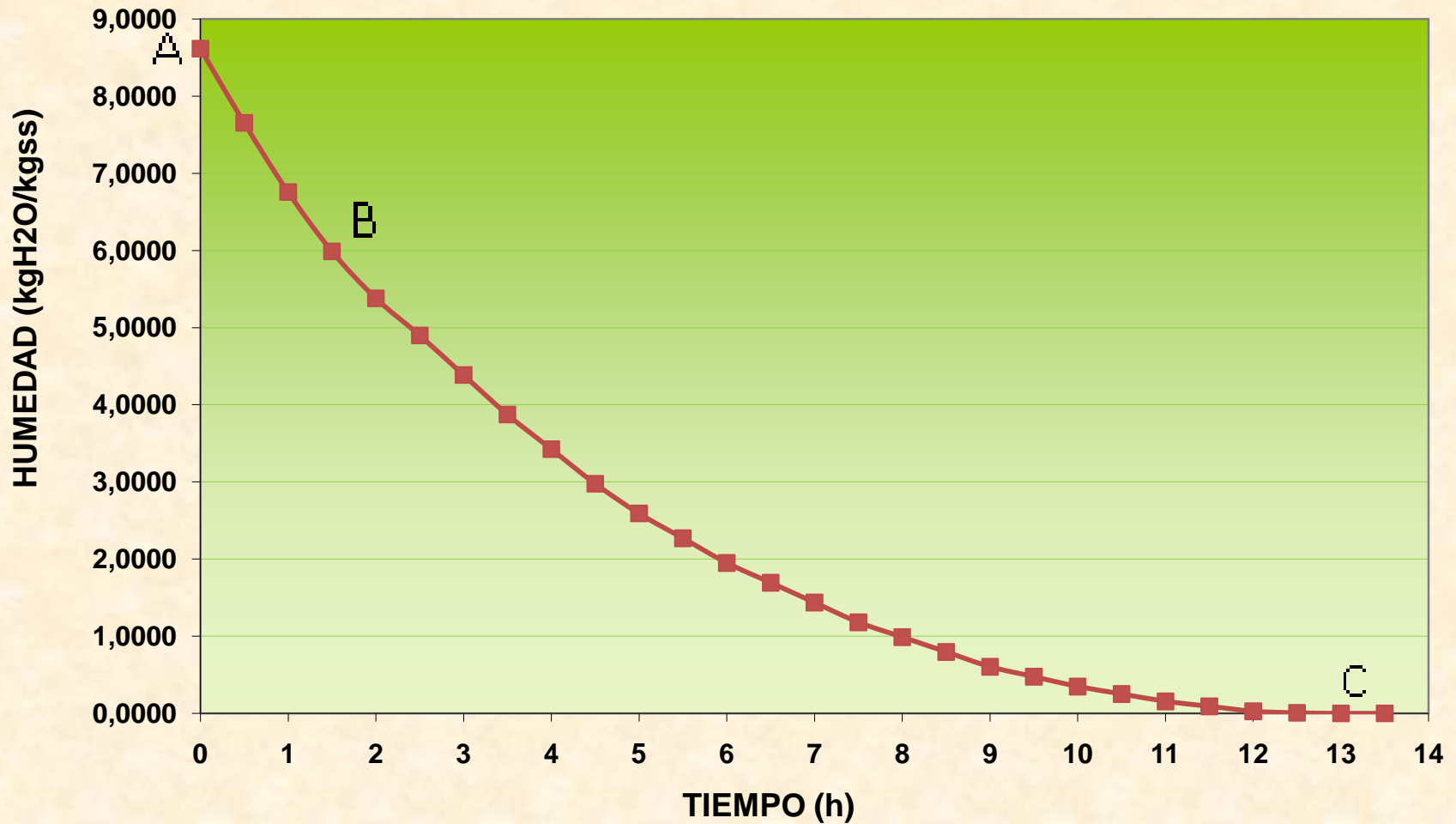
c.- Secado por aporte de energía de una fuente radiante de microondas.

d.- Liofilización.

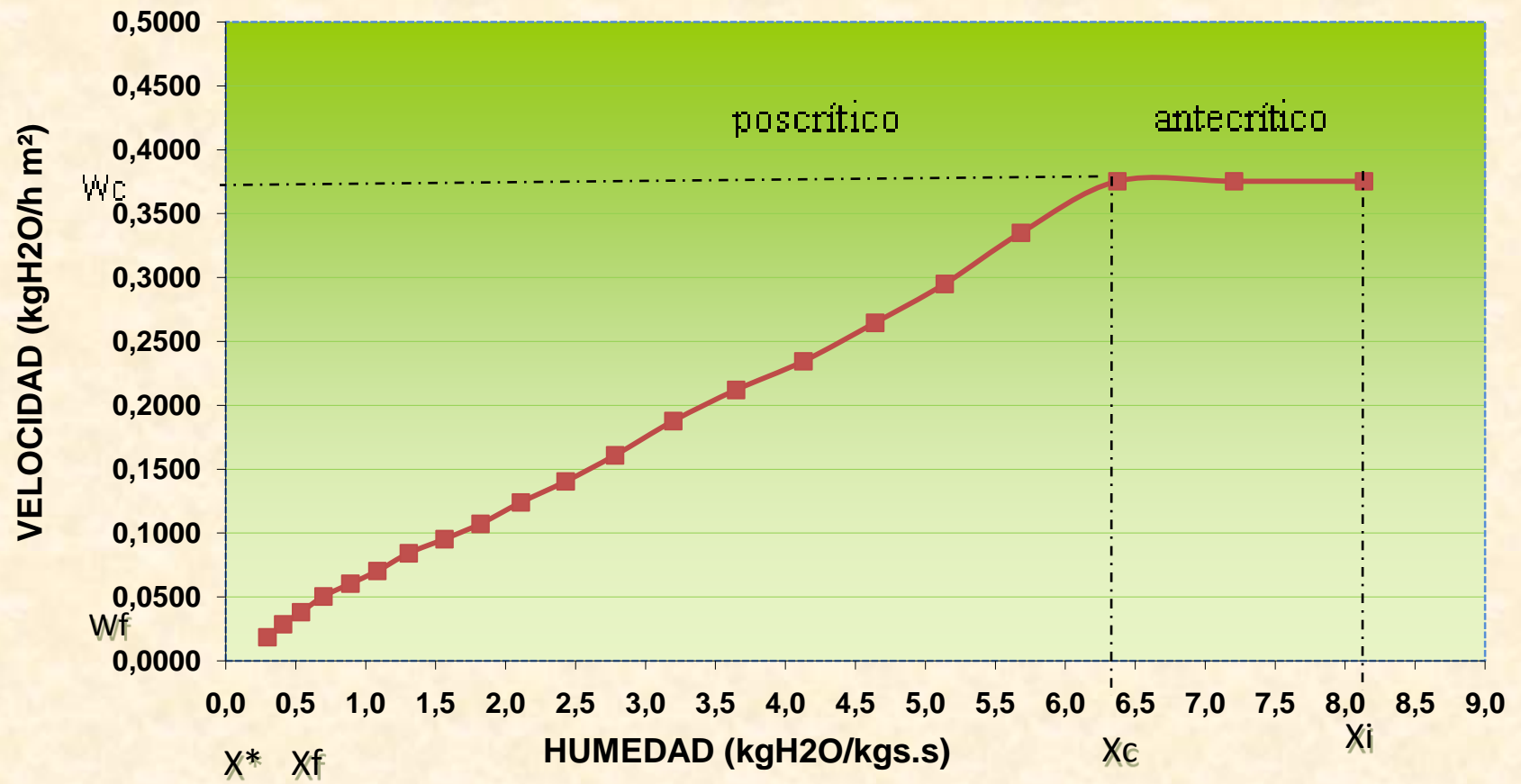
PARAMETROS QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE SECADO

- Aire de secado: temperatura, humedad relativa, velocidad del aire
- Material: temperatura, tiempo de secado, espesor de las hojas de plantas aromáticas

Contenido de humedad en función del tiempo



Velocidad de secado en función del contenido de humedad



MATERIALES

Y

MÉTODOS

LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente proyecto se realizó en la empresa comunitaria Sumak Jambina perteneciente a la UNORCAC

Ubicación

Provincia	Imbabura
Cantón	Cotacachi
Parroquia	San Francisco
Sitio	Comunidad de Turuco
Temperatura	Promedio 18° C
Altitud	2400 a 2600 msnm

MATERIA PRIMA E INSUMOS

- Orégano
- Menta
- Alcohol potable
- Hipoclorito de sodio
- Agua potable



MATERIALES Y EQUIPOS

EQUIPOS

- Secador de bandejas
- Balanza electrónica
- Balanza digital
- Termo higrómetro
- Selladora
- Cronómetro
- Anemómetro
- Aw WERT-MESSER
- Mesa de selección y lavado

MATERIALES

- Material de vidrio
- Gavetas plásticas
- Recipientes plásticos
- Tina para lavado
- Cilindro de gas
- Estantería de metal
- Fundas polietileno con cierre hermético
- Equipo para lavado
- Papel aluminio

MÉTODOS

Factores en estudio

FACTORES

A: Temperatura de secado:

NIVELES

30°C A1

35°C A2

40°C A3

B: Espesor del material :

3 cm B1

5 cm B2

TRATAMIENTOS

Tratamientos	Temperatura de secado A	Espesor del material B	Combinaciones AxB
T1	30 C	3 cm	A1B1
T2	30 C	5 cm	A1B2
T3	35 C	3 cm	A2B1
T4	35 C	5 cm	A2B2
T5	40 C	3 cm	A3B1
T6	40 C	5 cm	A3B2

DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B

Características del experimento

- Repeticiones: (3)
- Tratamientos: (6)
- Unidades experimentales: (18)

Unidad Experimental

Cada unidad experimental fue de 500 g para cada una de las especies (menta y orégano).

ANÁLISIS DE VARIANCA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	17
Tratamientos	5
Factor A	2
Factor B	1
AxB	2
Error experimental	12

Se realizó Tukey para tratamientos, DMS para factores, gráficas para interacciones, y para variables no paramétricas prueba de FRIEDMAN al 1 y al 5%.

VARIABLES EVALUADAS

VARIABLES CUANTITATIVAS

- ✓ Porcentaje humedad final
- ✓ Tiempo de secado
- ✓ Actividad del agua
- ✓ Porcentaje aceite esencial
- ✓ Rendimiento
- ✓ Mohos y Levaduras (UML/g)
- ✓ R.A.T. (UFC/g)

VARIABLES CUALITATIVAS (ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO)

- Color
- Aroma
- Sabor (sin
azúcar, con
azúcar)

MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

❖ MATERIA PRIMA

- Determinación de humedad
- Actividad del agua

❖ DURANTE EL PROCESO

- Determinación de humedad y tiempo se secado

❖ ANALISIS DE PRODUCTO TERMINADO

➤ FÍSICO QUÍMICOS

- Determinación de humedad
- Actividad del agua
- Extracción del porcentaje de aceites esenciales

➤ MICROBIOLÓGICOS

- Mohos y levaduras
- Recuento total

➤ ORGANOLÉPTICOS

(color, aroma y sabor con y sin azúcar)

- Determinación del rendimiento



DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA DESHIDRATACIÓN DE PLANTAS AROMATICAS: MENTA (*Mentha piperita*), ORÉGANO (*Origanum vulgare*)



Secador de bandejas
30 °C
13:30 h

Pesado

Deshidratado

Agua

Enfriado

Pesado

Rendimiento
5,2 %

Fundas de
polietileno

Envasado

Sellado

Almacenado

Hierbas
aromáticas
secas



RESULTADOS Y DISCUSIONES

HUMEDAD FINAL (MENTA) EN %

TRAT REPT	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	5,89	5,87	5,83	17,59	5,863
T2	6,10	6,12	6,09	18,31	6,103
T3	5,84	5,87	5,85	17,56	5,853
T4	6,02	6,00	5,99	18,01	6,003
T5	5,81	5,80	5,79	17,40	5,800
T6	6,01	5,98	6,00	17,99	5,997
SUMA	35,67	35,64	35,55	106,86	5,937

Análisis de varianza para la humedad final de la menta

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	17	0,2044				
Tratam.	5	0,2005	0,0401	122,319**	3,11	5,06
FA(Temp)	2	0,0223	0,0111	34,017**	3,89	6,93
FB(Espesor)	1	0,1721	0,1721	525,017**	4,75	9,33
I (AxB)	2	0,0061	0,0030	9,271**	3,89	6,93
ERROR EXP.	12	0,0039	0,0003			

CV=0,3050

Prueba de Tukey (5 %) para tratamientos de la variable humedad final de la menta

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T2	6,103	A
T4	6,003	B
T6	5,997	B
T1	5,863	C
T3	5,853	C
T5	5,800	D

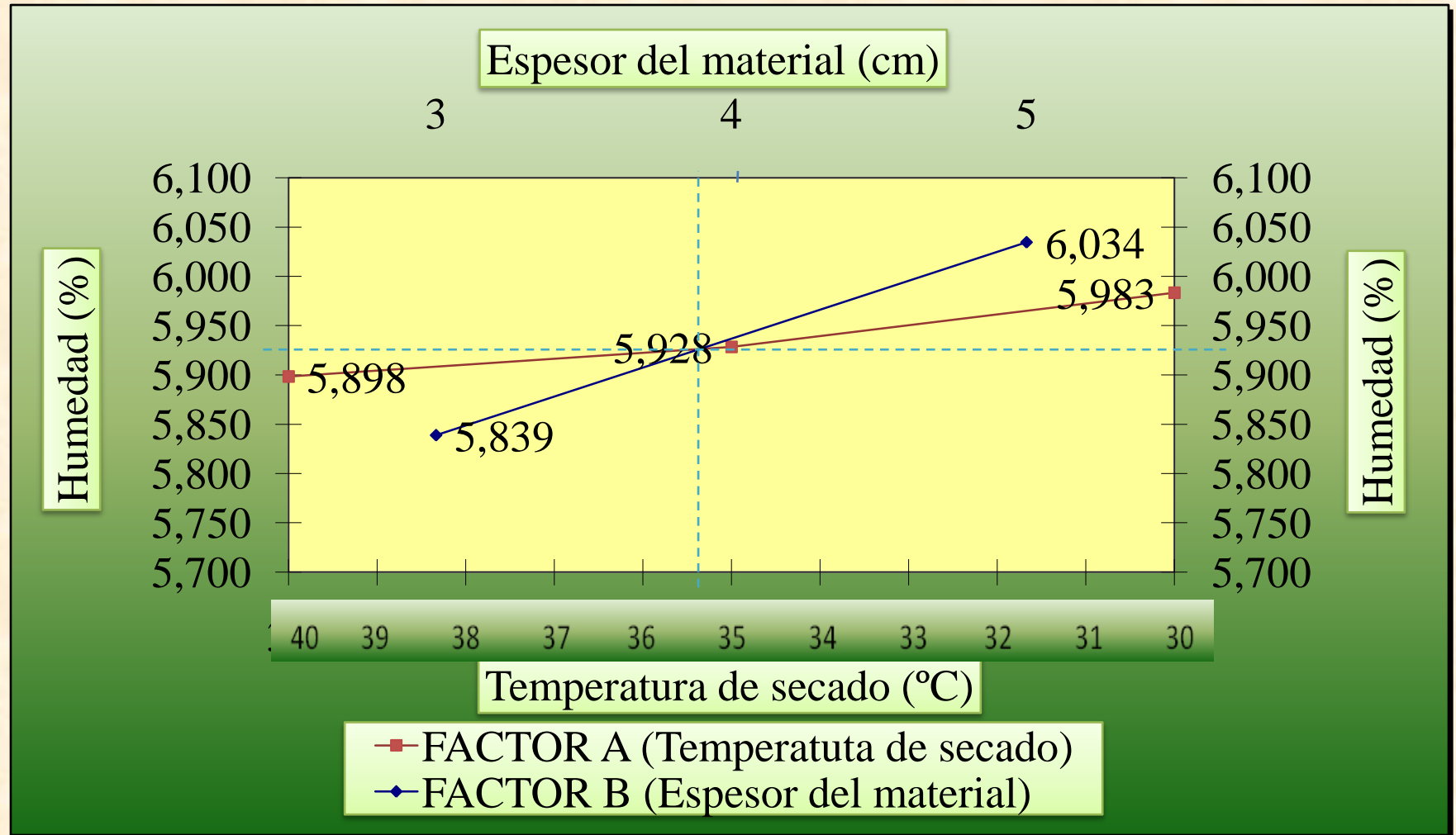
Prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) de la variable humedad final de la menta

FACTOR A (Temperatura de secado)	MEDIAS	RANGOS
A1 (30 °C)	5,983	A
A2 (35 °C)	5,928	B
A3 (40 °C)	5,898	C

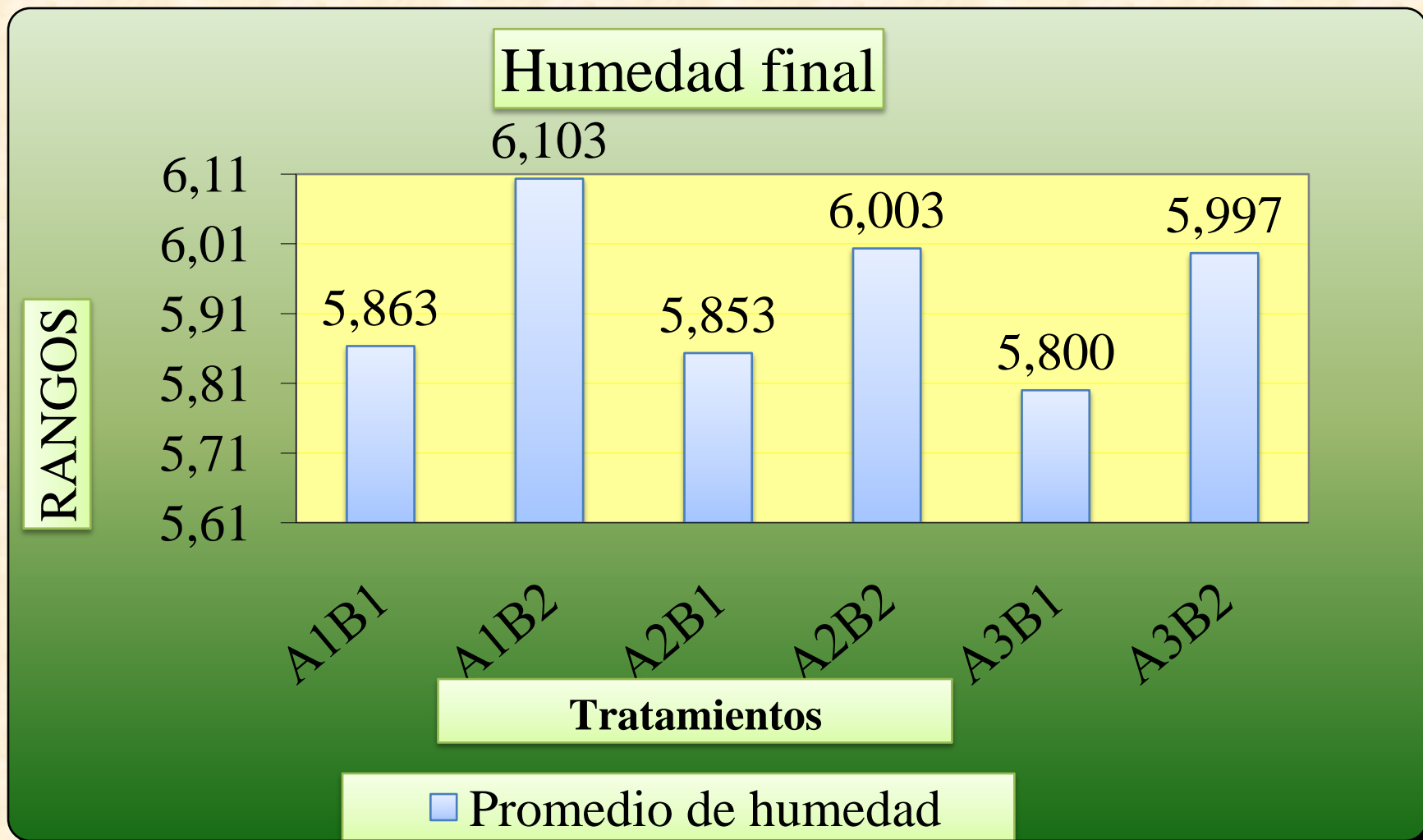
Prueba de DMS para el factor B (espesor del material) de la variable humedad final de la menta

FACTOR B (Espesor del material)	MEDIAS	RANGOS
B2 (5 cm)	6,034	A
B1 (3 cm)	5,839	B

Interacción de los factores: A (temperatura de secado) y B (espesor del material) para la variable humedad final de la menta



Comportamiento de la Humedad final de la menta



TIEMPO DE SECADO (MENTA) expresado en horas (h)

TRAT / REPT	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	13,30	13,10	13,50	39,90	13,300
T2	15,20	15,00	14,98	45,18	15,060
T3	10,10	10,50	10,30	30,90	10,300
T4	12,00	12,20	11,98	36,18	12,060
T5	7,17	7,15	7,13	21,45	7,150
T6	8,27	8,23	8,25	24,75	8,250
SUMA	66,04	66,18	66,14	198,36	11,020

Análisis de varianza del tiempo de secado de la menta

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	17	137,5302				
Tratam.	5	137,3094	27,4619	1492,49**	3,11	5,06
FA(Temp)	2	126,2016	63,1008	3429,39**	3,89	6,93
FB(Espesor)	1	10,6722	10,6722	580,01**	4,75	9,33
I (AxB)	2	0,4356	0,2178	11,84**	3,89	6,93
ERROR EXP.	12	0,2208	0,0184			

CV=1,2309

Prueba de Tukey (5 %) para tratamientos de la variable tiempo de secado de la menta

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T2	15,060	A
T1	13,300	B
T4	12,060	C
T3	10,300	D
T6	8,250	E
T5	7,150	F

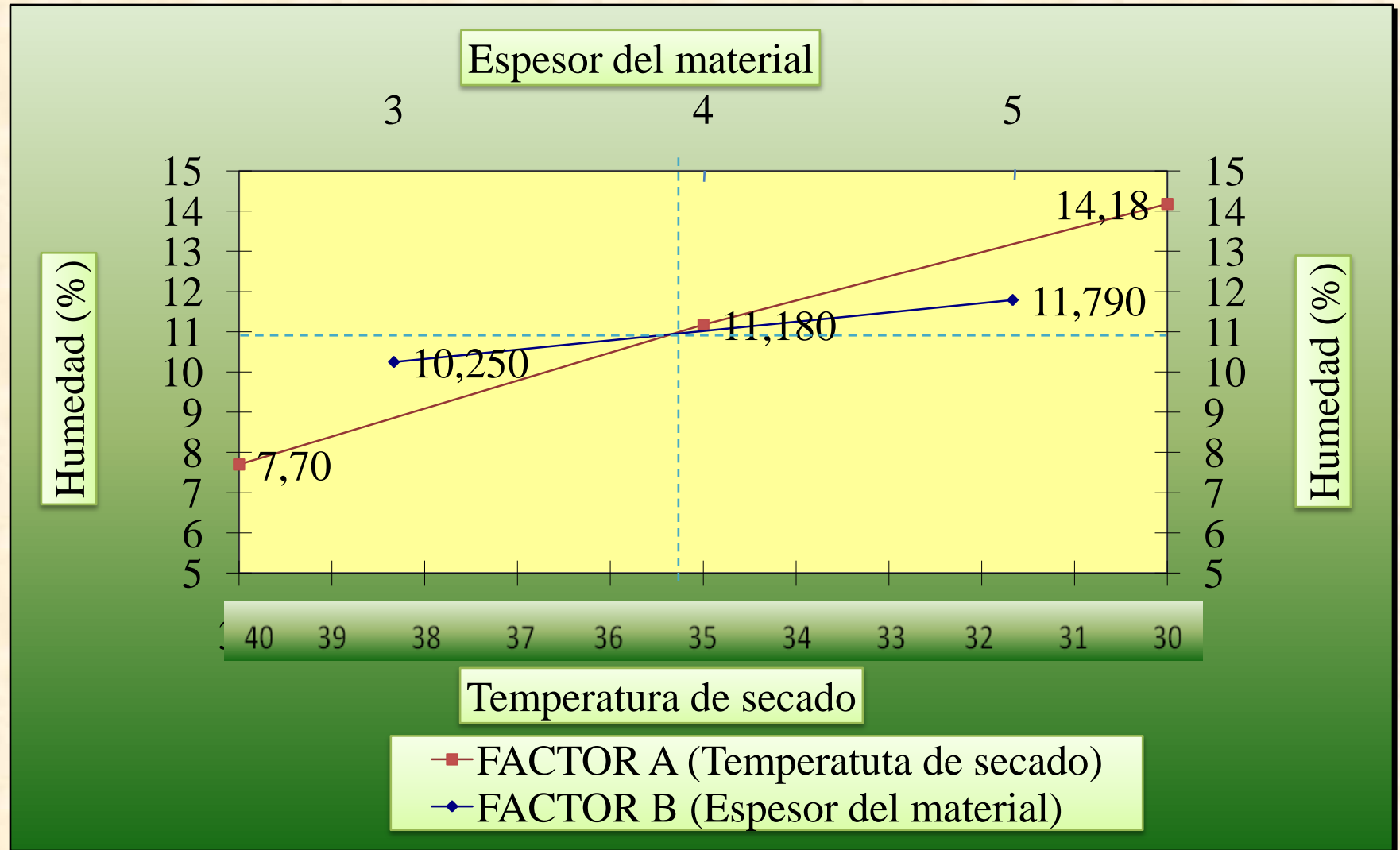
Prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) de la variable tiempo de secado de la menta

FACTOR A (Temperatura de secado)	MEDIAS	RANGO
A1 (30 °C)	14,18	A
A2 (35 °C)	11,68	B
A3 (40 °C)	7,70	C

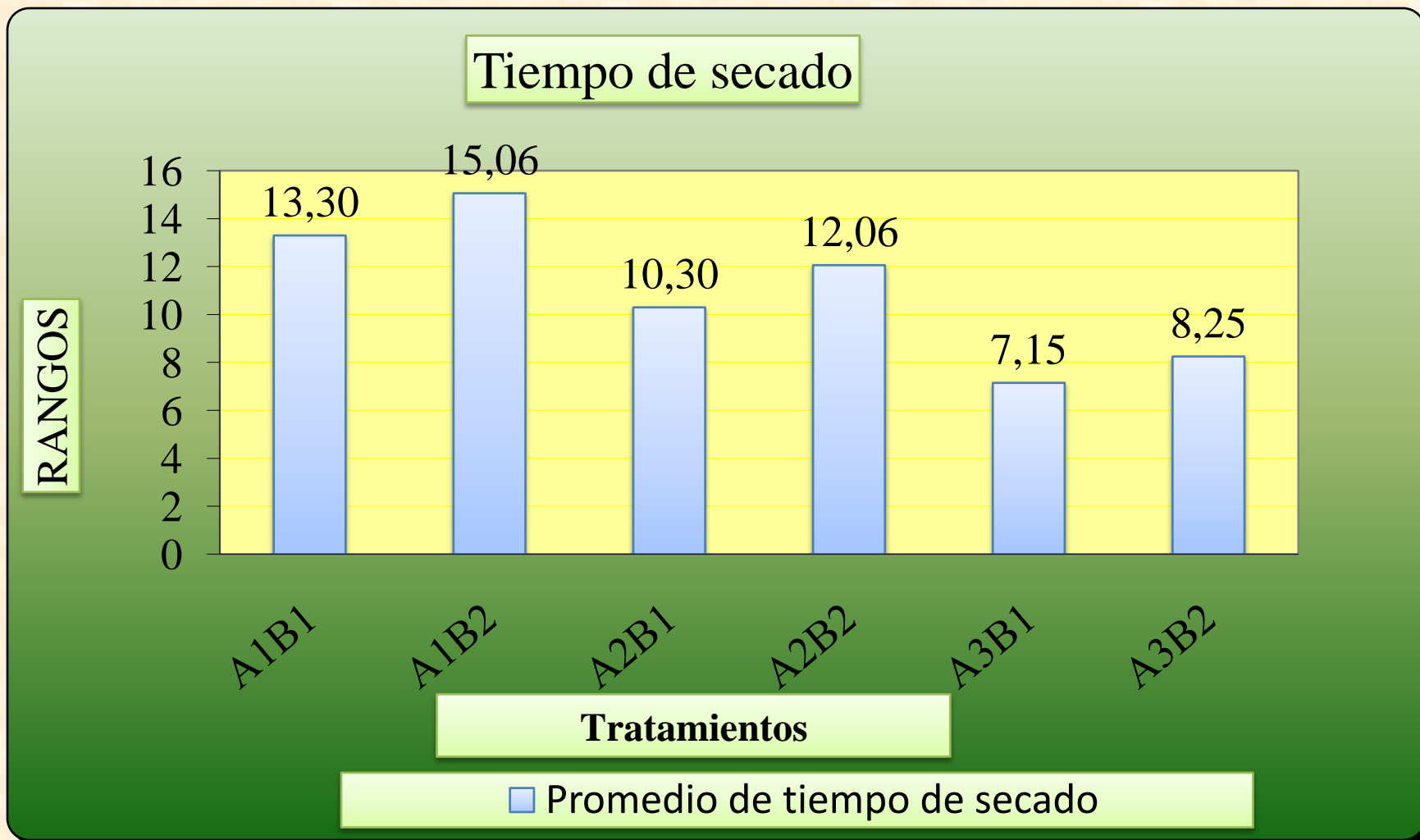
Prueba de DMS para el factor B (espesor del material) de la variable tiempo de secado de la menta

FACTOR B (Espesor del material)	MEDIAS	RANGOS
B2 (5 cm)	11,79	A
B1 (3 cm)	10,25	B

Interacción de los factores: A (temperatura de secado) y B (espesor del material) para la variable tiempo de secado de la menta



Comportamiento del Tiempo de secado de la menta



ACTIVIDAD DE AGUA (MENTA)

TRAT / REPT	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	0,450	0,430	0,410	1,290	0,430
T2	0,560	0,520	0,540	1,620	0,540
T3	0,430	0,450	0,470	1,350	0,450
T4	0,610	0,570	0,590	1,770	0,590
T5	0,500	0,520	0,540	1,560	0,520
T6	0,580	0,620	0,580	1,780	0,593
SUMA	3,130	3,110	3,130	9,370	0,521

Análisis de varianza de actividad de agua de la menta

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	17	0,0761				
Tratam.	5	0,0710	0,01421	33,64**	3,11	5,06
FA(Temp)	2	0,0154	0,00771	18,25**	3,89	6,93
FB(Espesor)	1	0,0523	0,05227	123,80**	4,75	9,33
I (AxB)	2	0,0033	0,00167	3,96*	3,89	6,93
ERROR EXP.	12	0,0051	0,00042			

CV=3,9473

Prueba de Tukey (5 %) para tratamientos de la variable actividad de agua de la menta

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T6	0,593	A
T4	0,590	A
T2	0,540	A
T5	0,520	A
T3	0,450	B
T1	0,430	B

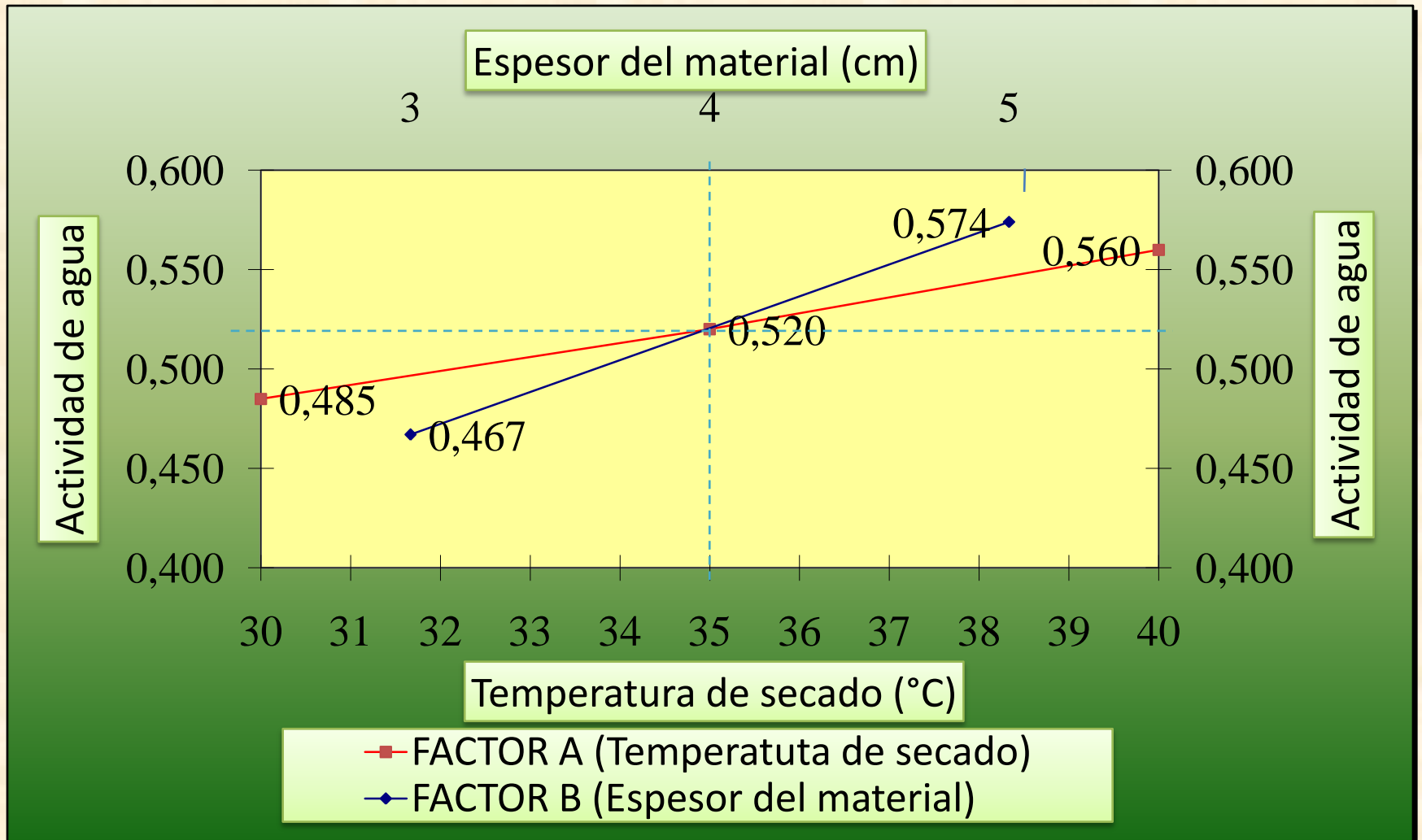
Prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) de la variable actividad de agua de la menta

FACTOR A (Temperatura de secado)	MEDIAS	RANGO
A3 (40 °C)	0,560	A
A2 (35 °C)	0,520	B
A1 (30 °C)	0,485	B

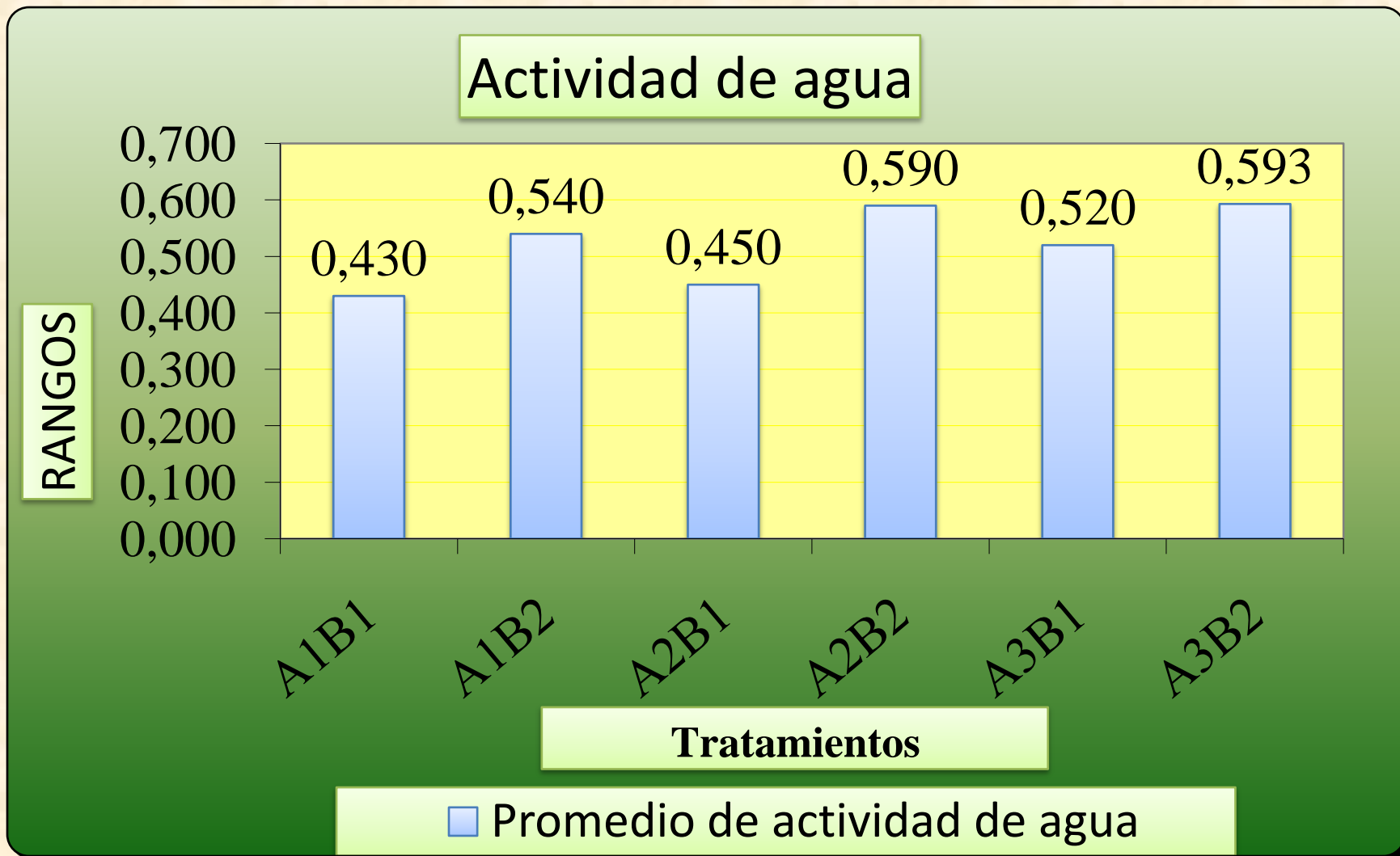
Prueba de DMS para el factor B (espesor del material) de la variable actividad de agua de la menta

FACTOR B (Espesor del material)	MEDIAS	RANGOS
B2 (5 cm)	0,574	A
B1 (3 cm)	0,467	B

Interacción de los factores: A (temperatura de secado) y B (espesor del material) para la variable actividad de agua de la menta



Comportamiento de la Actividad de agua de la menta



HUMEDAD FINAL (ORÉGANO)

TRAT	REPT	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1		5,790	5,750	5,770	17,310	5,770
T2		6,690	6,730	6,710	20,130	6,710
T3		5,630	5,650	5,670	16,950	5,650
T4		6,530	6,550	6,510	19,590	6,530
T5		5,570	5,590	5,550	16,710	5,570
T6		6,120	6,080	6,100	18,300	6,100
SUMA		36,330	36,350	36,310	108,990	6,055

Análisis de varianza para la humedad final del orégano

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	17	3,4163				
Tratam.	5	3,4114	0,6823	1705,72**	3,11	5,06
FA(Temp)	2	0,5031	0,2516	628,87**	3,89	6,93
FB(Espesor)	1	2,7613	2,7613	6903,12**	4,75	9,33
I (AxB)	2	0,1471	0,0735	183,87**	3,89	6,93
ERROR EXP.	12	0,0048	0,0004			

CV= 0,3303

Prueba de Tukey (5 %) para tratamientos de la variable humedad final del orégano

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T2	6,71	A
T4	6,53	B
T6	6,10	C
T1	5,77	D
T3	5,65	E
T5	5,57	F

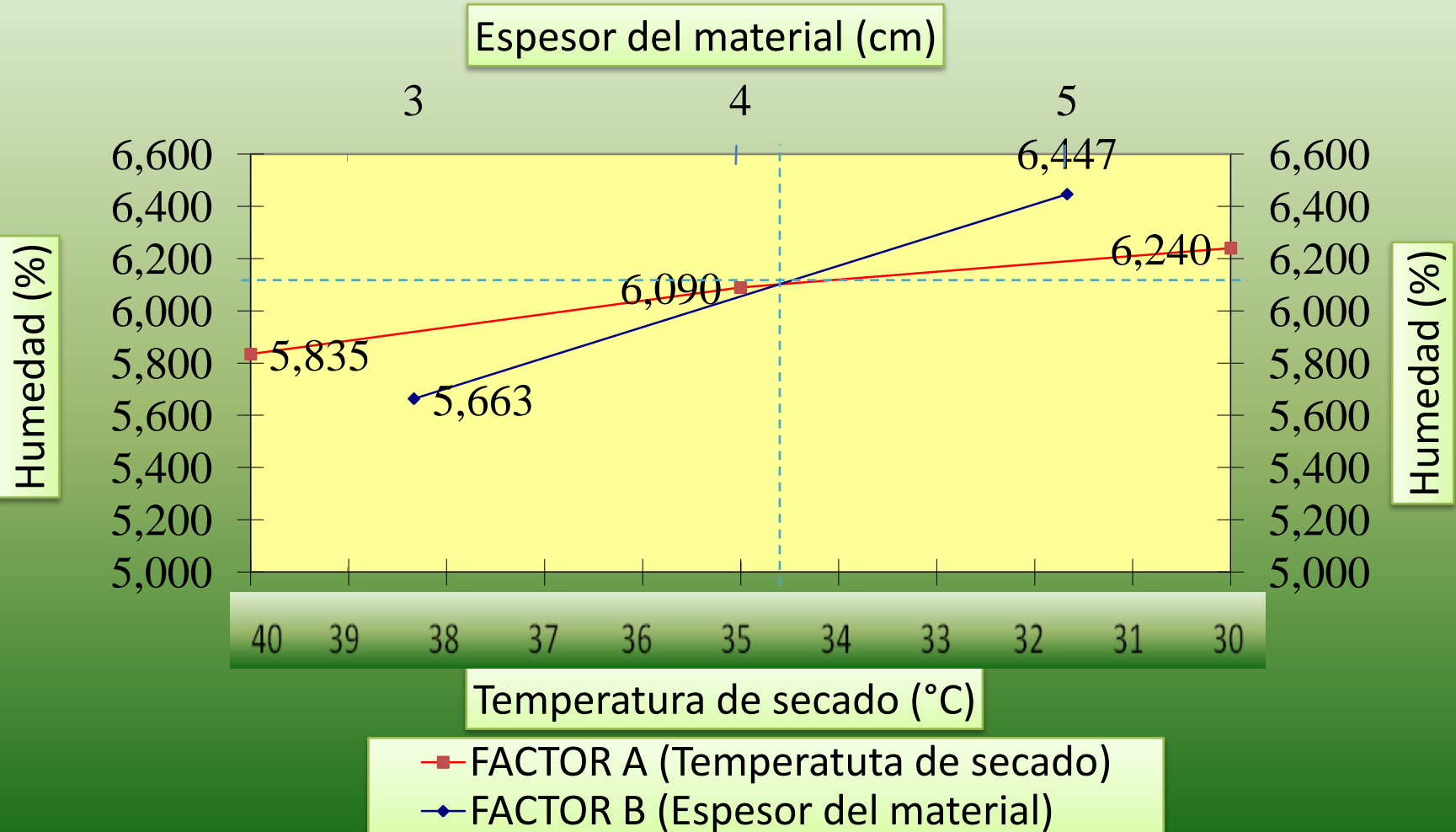
Prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) de la variable humedad final del orégano

FACTOR A (Temperatura de secado)	MEDIAS	RANGOS
A1 (30°C)	6,240	A
A2 (35°C)	6,090	B
A3 (40°C)	5,835	C

Prueba de DMS para el factor B (espesor del material) de la variable humedad final del orégano

FACTOR B (Espesor del material)	MEDIAS	RANGOS
B2 (5 cm)	6,447	A
B1 (3 cm)	5,663	B

Interacción de los factores: A (temperatura de secado) y B (espesor del material) para la variable humedad final del orégano



Comportamiento de la Humedad final del orégano



TIEMPO DE SECADO (ORÉGANO)

TRAT / REPT	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	8,15	8,45	8,30	24,90	8,300
T2	10,30	10,10	10,20	30,60	10,200
T3	5,40	5,30	5,45	16,15	5,383
T4	7,25	7,30	7,10	21,65	7,217
T5	4,25	4,30	4,10	12,65	4,217
T6	5,30	5,17	5,35	15,82	5,273
SUMA	40,65	40,62	40,50	121,77	6,765

Análisis de varianza del tiempo de secado del orégano

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	17	75,100				
Tratam.	5	74,963	14,993	1310,66**	3,11	5,06
FA(Temp)	2	62,831	31,416	2746,38**	3,89	6,93
FB(Espesor)	1	11,472	11,472	1002,90**	4,75	9,33
I (AxB)	2	0,659	0,330	28,82**	3,89	6,93
ERROR EXP.	12	0,137	0,011			

CV=1,5810

Prueba de Tukey (5 %) para tratamientos de la variable tiempo de secado del orégano

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T2	10,200	A
T1	8,300	B
T4	7,217	C
T3	5,383	D
T6	5,273	D
T5	4,217	E

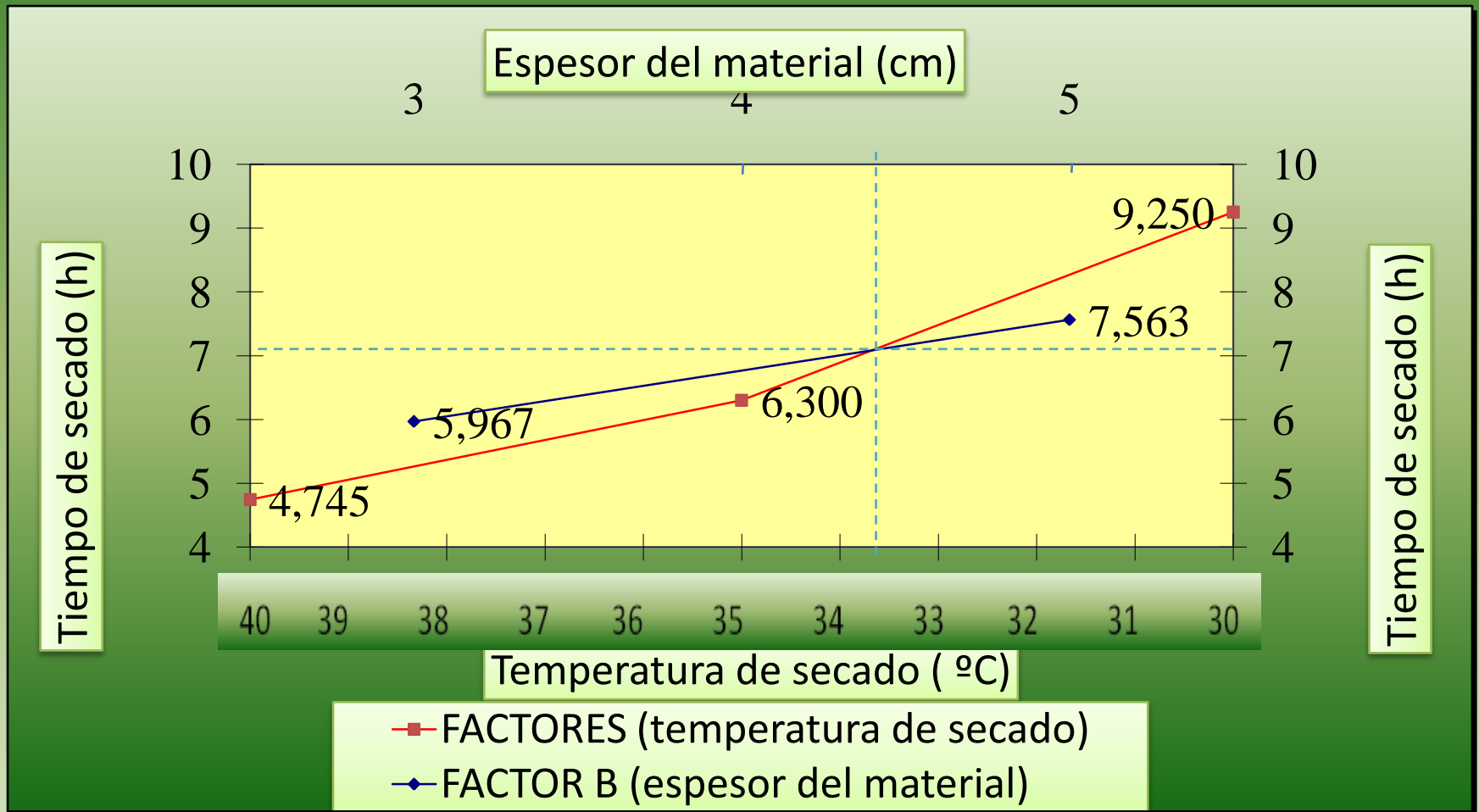
Prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) de la variable tiempo de secado del orégano

FACTORES A (temperatura de secado)	MEDIAS	RANGOS
A1(30 °C)	9,250	A
A2(35°C)	6,300	B
A3(40 °C)	4,745	C

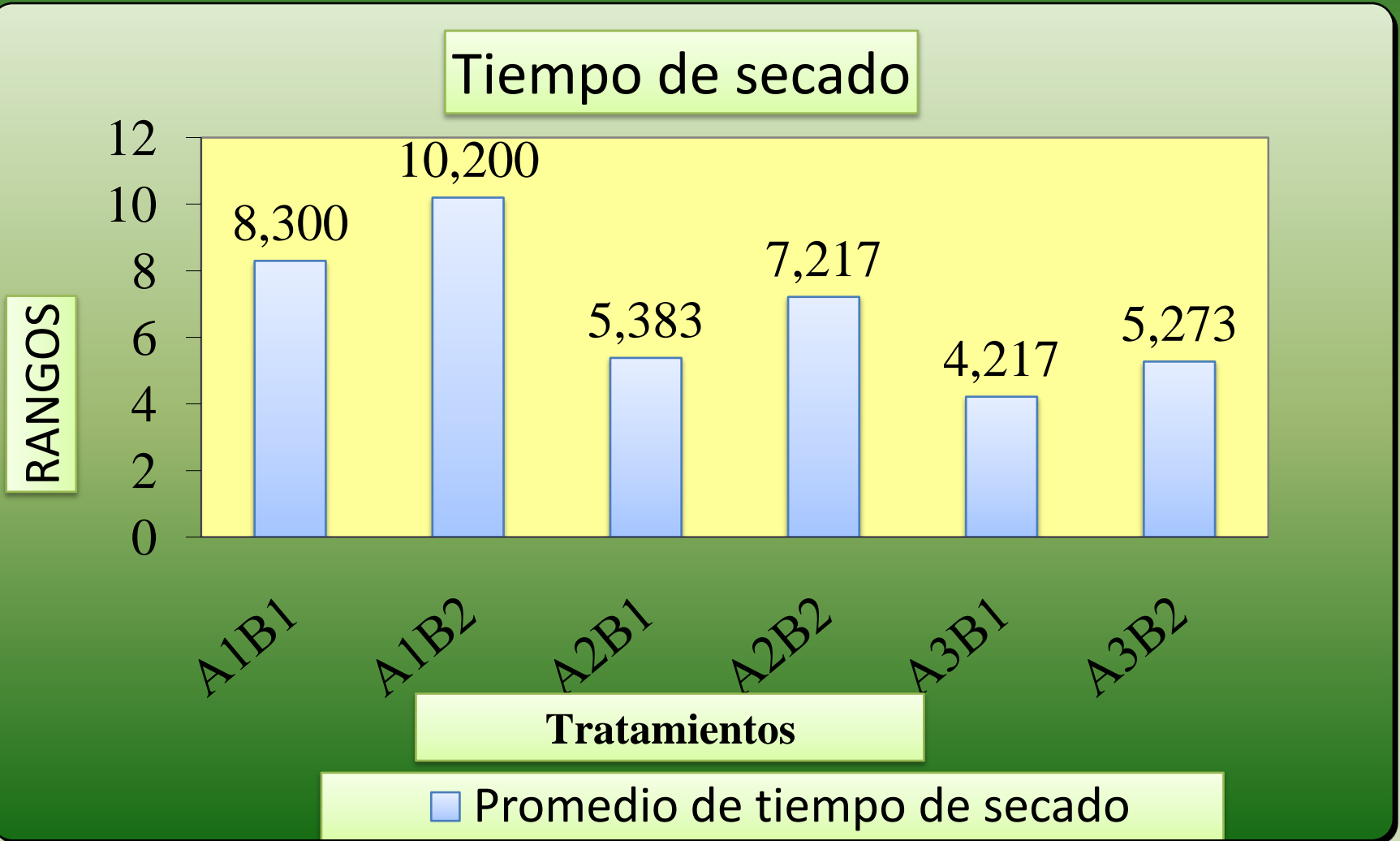
Prueba de DMS para el factor B (espesor del material) de la variable tiempo de secado del orégano

FACTOR B (espesor del material)	MEDIAS	RANGOS
B2(5 cm)	7,563	A
B1(3 cm)	5,967	B

Interacción de los factores: A (temperatura de secado) y B (espesor del material) para la variable tiempo de secado del orégano



Comportamiento del Tiempo de secado del orégano



ACTIVIDAD DE AGUA (ORÉGANO)

TRAT / REPT	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	0,45	0,43	0,47	1,35	0,450
T2	0,53	0,57	0,55	1,65	0,550
T3	0,50	0,54	0,52	1,56	0,520
T4	0,54	0,58	0,56	1,68	0,560
T5	0,52	0,56	0,54	1,62	0,540
T6	0,59	0,57	0,55	1,71	0,570
SUMA	3,13	3,25	3,19	9,57	0,53

Análisis de varianza de actividad de agua del orégano

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	17	0,0332				
Tratam.	5	0,0285	0,00569	14,23**	3,11	5,06
FA(Temp)	2	0,0097	0,00485	12,13**	3,89	6,93
FB(Espesor)	1	0,0145	0,01445	36,13**	4,75	9,33
I (AxB)	2	0,0043	0,00215	5,38*	3,89	6,93
ERROR EXP.	12	0,0048	0,00040			

CV=3,7618

Prueba de Tukey (5 %) para tratamientos de la variable actividad de agua del orégano

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T6	0,570	A
T4	0,560	A
T2	0,550	A
T5	0,540	A
T3	0,520	A
T1	0,450	B

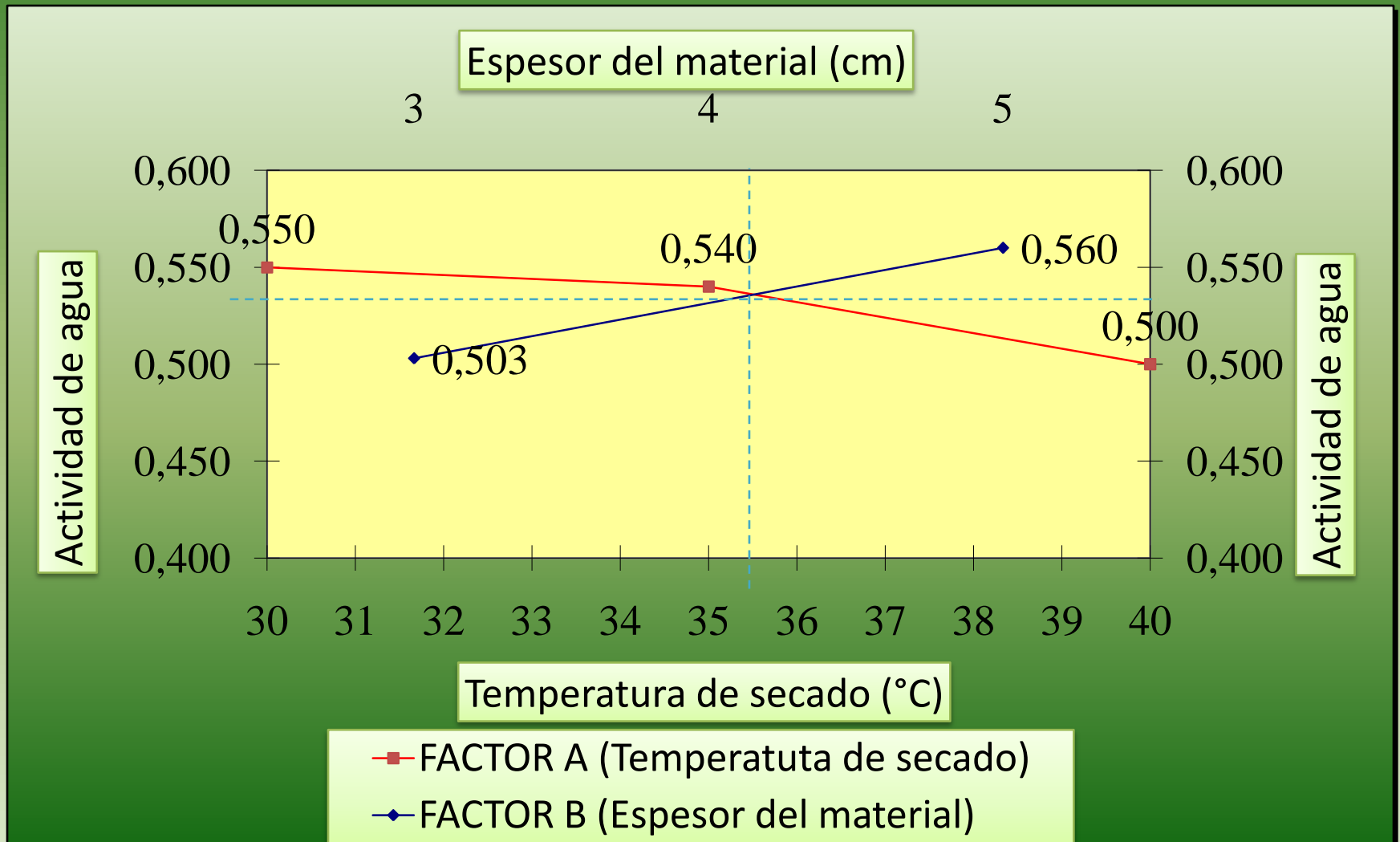
Prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) de la variable actividad de agua de orégano

FACTOR A (temperatura de secado)	MEDIAS	RANGOS
A3(40 °C)	0,550	A
A2(35 °C)	0,540	A
A1(30 °C)	0,500	B

Prueba de DMS para el factor B (espesor del material) de la variable actividad de agua del orégano

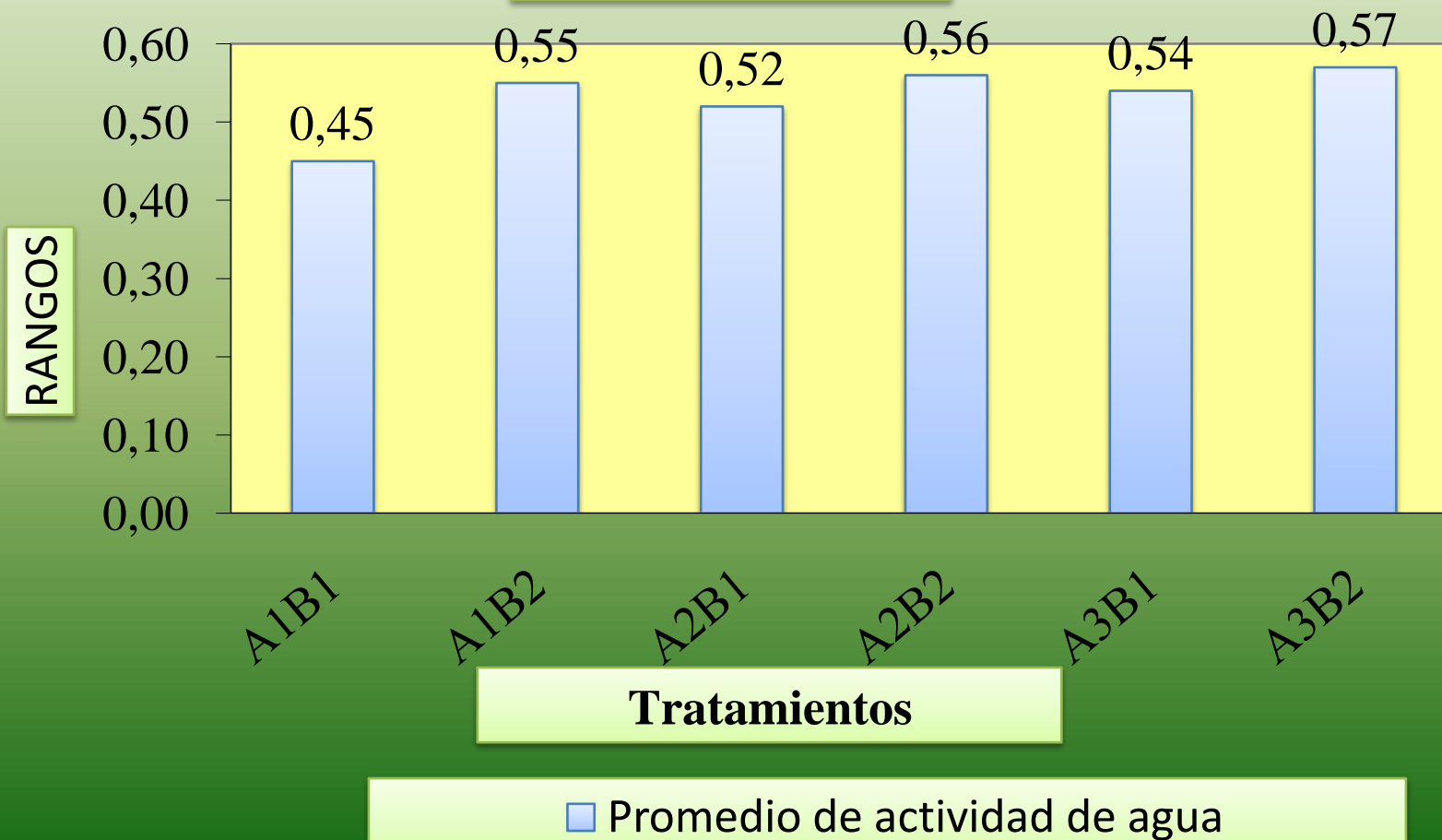
FACTOR B (espesor del material)	MEDIAS	RANGOS
B2(5 cm)	0,560	A
B1(3 cm)	0,503	B

Interacción de los factores: A (temperatura de secado) y B (espesor del material) para la variable actividad de agua del orégano



Comportamiento de la Actividad de agua del orégano

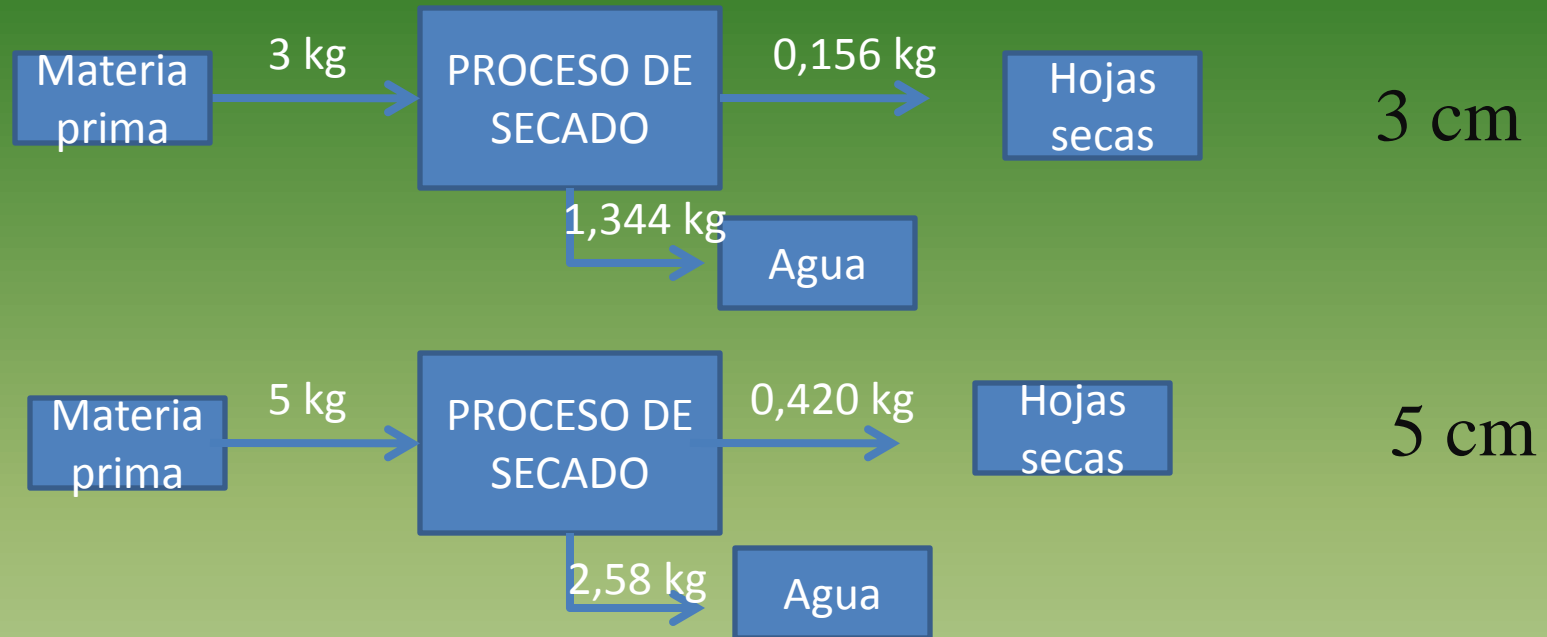
Actividad de agua



PORCENTAJE DE ACEITES ESENCIALES

ESPECIES AROMÁTICAS	TEMPERATURA DE SECADO			
	30° C		40° C	
	P/V	P/P	P/V	P/P
MENTA (hojas)	1,85	1,75	1,46	1,47
ORÉGANO (hojas)	0,67	0,63	0,53	0,54

BALANCE DE MATERIALES



RENDIMIENTO

MENTA		ORÉGANO	
3 cm	5 cm	3 cm	5 cm
5,2 %	8,4 %	7,6 %	9,68 %
10,4%	14%	15,2%	16,13%

$$R = \frac{P_{\text{final}}}{P_{\text{inicial}}} \times 100\%$$

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Parámetros analizados	MENTA						ORÉGANO					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Recuento de mohos (UPM/g)	870	480	700	250	44	490	680	840	370	520	440	520
Recuento de levaduras (UPL/g)	60	470	150	70	32	200	200	340	120	80	110	220
Recuento estándar en placa (UFC/g)	90	20	25	25	120	90	10	80	120	2000	340	30

NTE INEN 1529-10; Mohos y levaduras upc/g ; 1×10^4
 NTE INEN 1529-5; Aerobios totales ufc/g ; 1×10^7

ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

**A 30 días de elaborado el producto
MENTA**

Tratamientos	Sabor			
	Color	Aroma	Sin azúcar	Con azúcar
T1	41,5	46	41,5	43,5
T2	34	31	37	40,5
T3	36,5	39	35,5	37
T4	32	30	31	32,5
T5	36,5	38	34	32,5
T6	29,5	26	31	24

A 30 días de elaborado el producto **ORÉGANO**

Tratamientos	Color	Aroma	Sabor	
			Sin azúcar	Con azúcar
T1	42	42	41	42
T2	34	38	40	39,5
T3	34,5	37,5	37	36,5
T4	34	30,5	33	29,5
T5	34,5	34	30	33,5
T6	31	28	29	29

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. La hipótesis planteada, “la humedad final, la temperatura, el tiempo y el espesor de las plantas aromáticas (menta y orégano) en el proceso de deshidratación influyen en la aceptabilidad del producto final”; por lo tanto, se acepta porque la humedad final interviene en el desarrollo de microorganismos que deterioran el producto, en lo que se refiere a la temperatura del aire de secado también afecta en las características organolépticas de las plantas, de igual manera el tiempo y espesor del producto son factores que influyen en la aceptabilidad del producto final, en donde la principal característica es preservar el aroma de las plantas aromáticas.

2. De la investigación realizada se determinó el porcentaje de humedad para cada especie aromática (menta y orégano) el cual varía de la siguiente manera;
 - La humedad a la recepción corresponde 80,56 % y 81,23 %
 - La humedad de las hojas al ingreso del proceso de secado es de 89,6 % y 84,8 % correspondiente para cada planta.
 - La humedad final de las hojas deshidratadas pertenece a 5,8 % y 5,57 %
 - La pérdida de humedad en el proceso de deshidratación de las hojas de las dos plantas aromáticas corresponde a 83,8 % y 79,23 %
3. De igual manera se establece que al aumentar el espesor del producto en 66,7 % se obtiene un incremento del 3,2 % de la humedad final correspondiente a las hojas de menta y de 13,78% para las hojas de orégano.

4. En el desarrollo de la investigación se concluye que al incrementar 5 °C de temperatura del aire, el tiempo de secado se reduce en un 10 % para las hojas de menta y un 7,2 % para las hojas de orégano. De la misma manera si se incrementa 5 °C de temperatura del aire de secado, se mantiene el contenido de actividad de agua para las hojas de menta y orégano. Debido a que en actividad de agua baja hay mayor retención del sabor y aroma de las plantas aromáticas deshidratadas.
5. Después de realizada la investigación se concluye que el tratamiento T1 (30 °C, 3cm) es el mejor correspondiente para las dos plantas aromáticas (menta y orégano), esto se demuestra en los análisis realizados al producto terminado:
 - El contenido de actividad de agua de las hojas corresponde a 0,43 y 0,45 respectivamente para cada planta.
 - Los análisis microbiológicos garantizaron la inocuidad del producto, siendo este apto para el consumo humano.
 - El mayor rendimiento en aceites esenciales para las hojas de menta corresponde a 1,85 % P/V y 1,75% P/P y para las hojas de orégano el rendimiento de aceite esencial es de 0,67 % P/V y 0,63% P/P.

6. Al evaluar el grado de aceptabilidad para las dos plantas aromáticas (menta y orégano) de las variables (color, aroma y sabor con y sin azúcar) que se realizó a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto, se determinó que el mejor tratamiento es T1 (30 °C, 3 cm) por tener mayor puntuación por parte de los degustadores. En lo que se refiere a la variable color para las dos plantas aromáticas presentan un color verde claro a verde oliva equivalente a 550 nm (nanómetros) determinado según la escala colorimétrica del espectro visible por el hombre.

7. Realizada la investigación se llegó a determinar el rendimiento para las dos plantas aromáticas (menta y orégano).
- Para un espesor de 3 cm corresponde un rendimiento general de la planta de 5,2 % y 7,6 % respectivamente.
 - Para 5 cm de espesor el rendimiento general de toda la planta es de 8,4 % para la menta y de 9,68 % para el orégano.
 - En cuanto al rendimiento de las hojas de menta en el proceso de deshidratación para 3 y 5 cm de espesor es de 10,4 % y 14 % respectivamente.
 - Para el orégano el rendimiento de las hojas en el proceso de deshidratación a 3 y 5 cm de espesor es de 15,2 % y 16,13 % respectivamente.

RECOMENDACIONES

- Para la industrialización de las hojas de plantas aromáticas y obtener características organolépticas óptimas, se recomienda que la temperatura del aire de secado este en un nivel de 30 °C con un espesor del material a secar de 3 cm, para evitar que se produzcan cambios degenerativos por la volatilización de los compuestos aromáticos y no pierdan su valor nutritivo.
- Para obtener la mayor cantidad de materia prima la cosecha debe realizarse cuando la planta presenta su mayor desarrollo foliar, esto quiere decir en su fase más activa de la fotosíntesis, poco antes de la floración, en tiempo seco y fresco.
- Para envasar plantas aromáticas se recomienda utilizar fundas plásticas de polietileno el cual tiene la propiedad de ser resistente e inerte y no altera las características del mismo.

- Se recomienda que el lugar de almacenamiento de producto terminado de plantas aromáticas, sea limpio, fresco, sombreado y bien ventilado por aire seco, con una humedad relativa del 45% y una temperatura de 22 C, preservándolas de la luz solar, del polvo y separadas de otras plantas con las que puedan intercambiar olores, y también para evitar que cambie su coloración.
- Para futuras investigaciones se recomienda deshidratar otras plantas aromáticas (cedrón, hierba luisa, toronjil, otras), probando con diferentes partes de la planta y otros niveles de temperatura y espesores.
- Para la capacidad del secador de bandejas y obtener mayor rendimiento del proceso de secado, la organización debe optimizar el equipo de secado como: ampliar el tamaño y número de bandejas, cambiar la tubería del aire de entrada por una de mayor diámetro (4”) con aislamiento.

**GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN**