

Universidad Técnica Particular de Loja
BIBLIOTECA GENERAL

Recibido el 25-V-78

Valor \$ 200.00

Nó Clasificación 1978 A179 IA.1

Jules Polquillo



660x845
F.

660
AJO - deshidratación
consolidamiento.

664.08526
664

Universidad Técnica Particular de Loja
Facultad de Ingeniería en Industrias Agropecuarias



Deshidratación del Ajo

Investigación Aplicada

Tesis previa a la obtención del
Título de Ingeniero en Indus-
trias Agropecuarias

Julio Achupallas Jaramillo
José Anibal Bonilla Morocho

DIRECTOR:
Tecn. Fidel Hinojosa R.

Loja-Ecuador

1978



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Septiembre, 2017

Certificación

Tesis previa a la obtención del
Título de Ingeniero en Indus -
trias Agropecuarias y Aprobada
de acuerdo a los Reglamentos de
la Universidad Técnica Particu-
lar de Loja.


Técn. Fidel Hinojosa R.

DIRECTOR DE TESIS

Loja, mayo 2 de 1978

Prólogo

El presente trabajo de Investigación Tecnológica, cuya preparación demandó de los autores una buena cuota de afanamiento de trabajo y otra tanta de ejecución, lleva en sí un doble esfuerzo: Por una parte, adecuación de las técnicas analíticas que se han ocupado en un trabajo similar en la India; y, por otra parte, aplicarlas a productos nacionales de los cuales no existe mayor información.

El trabajo analítico que determina la composición y la actividad biológica del ajo se incorpora a la bibliografía y al esfuerzo nacional en la búsqueda de nuevos y mejores productos, y el trabajo tecnológico constituyen la base para un futuro proyecto de factibilidad de una planta deshidratadora de ajo en nuestro país.

Este trabajo constituye un aporte de la Facultad de Ingenería en Industrias Agropecuarias de la Universidad Técnica -

Particular de Loja, Facultad concebida para desempeñar un papel histórico en el desarrollo del país porque su objetivo es la formación de profesionales calificados para la industrialización de la amplísima gama de recursos agropecuarios de que dispone nuestro Ecuador, que hasta el momento no dispone de profesionales especializados en este campo científico, por cuanto las carreras tradicionales sólo preparan profesionales en la actividad agropecuaria básica (Veterinaria, Agronomía) o en la actividad industrial en general (Ingeniería Industrial, Ingeniería Química, Química Industrial), habiéndose descuidado absolutamente la formación de técnicos capaces de adecuar la tecnología foránea a las necesidades y materia prima nacionales, evitando con esto el pago de "royalties" que resultan muy onerosos para países en vías de desarrollo.

Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja por las facilidades prestadas para llevar a feliz término el trabajo, y en especial al ingeniero Fidel Hinojosa Rivera, destacado técnico de nuestra Facultad, por su valiosa y desinteresada colaboración.

JULIO ACHUPALLAS JARAMILLO

JOSE BONILLA MOROCHO

CONTENIDO

PROLOGO

1. INTRODUCCION

- 1.1. Situación actual de la producción y consumo
- 1.2. Valor medicinal
- 1.3. Ventajas del producto deshidratado
- 1.4. Perspectivas de mercados exteriores

2. PROCESO DE DESHIDRATACION

- 2.1. Diseño y construcción del deshidratador
- 2.2. Deshidratación en contracorriente

3. EVALUACION DE RESULTADOS

- 3.1. Azufre total
- 3.2. Actividad antibacteriana
- 3.3. Sulfuro de alilo
- 3.4. Allicina
- 3.5. Conclusión
- 3.6. Datos tomados del deshidratador bajo las condiciones de temperatura-tiempo críticos
- 3.7. Deshidratación con circulación de aire en paralelo, - - bajo el tiempo-temperatura críticos
- 3.8. discusión de los dos métodos de deshidratación ensayados
- 3.9. Sumario

4. CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO FINAL

4.1. Preliminares

4.2. Preparación de la muestra para análisis

4.3. Análisis organolépticos

4.4. Análisis químicos

4.5. Análisis microbiológicos

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

5.1. Resumen

5.2. Conclusiones

A P E N D I C E S

B I B L I O G R A F I A

I N D I C E

CAPITULO

1

INTRODUCCION

1.1. SITUACION ACTUAL DE LA PRODUCCION Y CONSUMO

El Ecuador posee zonas que reúnen condiciones apropiadas para el cultivo del ajo en alturas entre 2 000 y 3 400 metros sobre el nivel del mar con una temperatura promedio de 8 a 17 grados centígrados.

La producción nacional de ajos se concentra en las provincias de la Sierra en la forma que podemos observar en el cuadro 1.

El consumo de ajos en nuestro país se hace en su mayor parte en forma natural, aunque ultimamente el consumo del ajo en polvo ha tomado alguna importancia, sobre todo en los centros de mayor población como Quito y Guayaquil.

Sería de esperar que el consumo del ajo deshidratado se incrementa cada vez más por las facilidades que éste presenta tanto para la comercialización como para el consumo. Este es uno de los fines que persigue el siguiente Trabajo de Investigación Aplicada, tratando de obtener ajo deshidratado manteniendo al máximo posible las condiciones originales.

1.2. VALOR MEDICINAL

El ajo (*Allium sativum*, familia Liliáceas) ha sido reconocido universalmente, además de su valor como condimento, como un remedio popular para varias dolencias y desórdenes fisiológicas.

Así, es empleado como carminativo, estimulante gástrico y es de gran ayuda en la digestión de los alimentos. En la moderna farmacopea es usado en un sinnúmero de medicinas patentadas como es el caso del Pulmoserum, solución inyectable para combatir las enfermedades pulmonares.

Se lo emplea también como antihemíntico y antiséptico. La acción antibacteriana del ajo ha sido observado desde tiempos remotos la misma que se traduce en su capacidad cicatrizante y su alta efectividad contra el cólera. Ejerce acción antibacteriana contra Eberthella typhosa, Escherichia coli, Aerobacter aerogenes, Staphylococcus aureus y Shigella sonnei, varios organismos gram negativos y gram positivos en diluciones tan bajas como de 1 : 85 000 a 1 : 125 000.

Como dato explicativo de la acción antibacteriana del ajo reportamos que 1 mg. de allicina corresponde a 15 Unidades

Oxford de penicilina. Investigaciones más profundas realizadas con esta hortaliza por Caballito y Bailey encontraron que la allicina, antibiótico natural del ajo, tiene únicamente el 1% de la actividad de la penicilina, sin embargo su eficacia es igual contra los organismos gram negativos los cuales son prácticamente inmunes a la penicilina¹.

1.3. VENTAJAS DEL PRODUCTO DESHIDRATADO

- a) Los precios del ajo fresco en nuestro medio tienen - tremendas fluctuaciones de año a año y de estación a estación. La producción de ajo deshidratado llegaría a estabilizar esta curva variable de precios.
- b) Si se almacena el ajo fresco en condiciones adecuadas se produce la germinación espontánea y una degradación de sus componentes, excepto la piel externa y las raíces. Este hecho muestra el bulbo del ajo perfectamente normal a simple vista, pero interiormente está vacío.
- c) Debido a la falta de almacenamiento adecuados y de facilidades de transporte en nuestro medio, una gran parte de la producción agrícola es desperdiciada. Estas pérdidas disminuirán almacenando ajo deshidratado el mismo que puede conservarse por mucho tiempo sin alterar sus características, solucionando de este modo varios problemas de comercialización.

1. Stephenson, R. M. Food Technology, p. 365

- d) En el proceso de deshidratación se utilizan ajos que en el mercado de consumo al natural son rechazados por su tamaño. No parece existir una variedad de ajo específica para la deshidratación; la única condición es de que el ajo se presente en buen estado.
- e) Dándose la necesaria publicidad, el ajo en polvo proveería a las amas de casa de un producto de fácil manejo para los usos diarios en el hogar, tanto como condimento o medicina.
- f) La industria alimenticia que utiliza al ajo como saborizante en sus productos, dispondría de ajo deshidratado en cualquier época del año y a precios razonables.
- g) La implementación de una planta deshidratadora daría un impulso al desarrollo agrícola nacional, generaría fuentes de trabajo e ingresos adicionales a nuestra economía.

1.4. PERSPECTIVAS DE MERCADOS EXTERIORES²

La mayoría de los países de ALALC son productores de ajo fresco y poco consumidores de ajo deshidratado.

En los países centroamericanos se consumen ajos deshidratados que se importan de los Estados Unidos. Este país es productor y consumidor de ajos deshidratados y principalmente se

2. CENDES. Proyecto de Factibilidad de una planta de deshidratación de ajos, pp. 10 - 11

abastece de la producción nacional, aunque también importa significativas cantidades de ajos frescos que procesa localmente.

La mayoría de los países europeos y asiáticos, son a la vez importantes consumidores y productores de este artículo.

La estimación de la demanda de ajos deshidratados se ha dificultado debido a que la mayoría de los países que importan este producto lo hacen bajo partidas globales, que incluyen - otros condimentos como cebolla, apio, perejil, etc.. El mercado potencial que ofrece mejores perspectivas es el de Alemania Occidental, aunque los países nórdicos presentan también buenas posibilidades de encontrar mercado para el producto ecuatoriano.

CUADRO 1

ESTIMACION DE LA SUPERFICIE COSECHADA Y DE LA PRODUCCION
 AGRICOLA, AÑO 1976³

<u>PROVINCIAS</u>	<u>SUPERFICIE (Ha)</u>	<u>PRODUCCION (T.M.)</u>
<u>Sierra:</u>		
1. Carchi	5	30
2. Imbabura	-	--
3. Pichincha	5	18
4. Cotopaxi	15	100
5. Tungurahua	400	3 636
6. Chimborazo	170	1 207
7. Bolivar	-	--
8. Cañar	160	1 152
9. Azuay	50	173
10. Loja	100	401
<u>Litoral:</u>		
11. Esmeraldas	-	-
12. Manabí	-	-
13. Guayas	-	-
14. Los Rios	-	-
15. El Oro	-	-
<u>Oriente:</u>		
16. Napo	-	-
17. Pastaza	-	-
18. Morona Santiago	-	-
19. Zamora Chinchipe	-	-
20. Galápagos	-	-

3. MAG. Estimacion de la Superficie cosechada y de la Pro-
 duccion agrícola, año 1976 , p. 4

CAPITULO 2

PROCESO DE DESHIDRATACION

2.1. DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL DESHIDRATADOR

Nuestro diseño está destinado a la construcción de un túnel experimental de secado de trabajo semicontinuo el cual nos permita secar con flujo de aire caliente en contracorriente y en paralelo cambiando unicamente la dirección de desplazamiento del carro porta-bandejas.

Los elementos básicos que componen el deshidratador son:

- a) Un túnel fabricado de una lámina de tol de 1/16". La sección transversal del túnel es de 30 x 30 centímetros y con un largo de 167 centímetros, teniendo una longitud de 130 centímetros para el recorrido del carro.

Uno de sus extremos está provisto de una puerta hermética para la carga y descarga del carro.

- b) Un ventilador eléctrico cuyo diámetro de expulsión del aire es de 2.5'' y equipado con un diafragma que permita la regulación de la entrada del aire al ventilador. Sirve para forzar la circulación del aire caliente a través del túnel.
- c) Un juego de dos resistencias eléctricas de 600 W cada una y conectadas en serie. Tiene la finalidad de calentar el aire proveniente del ventilador.
- d) Un par de psicrómetros colocados a la entrada y salida del aire del túnel. Permiten medir la humedad relativa del aire de desecación basándose en el principio de la temperatura de bulbo húmedo y de bulbo seco
- e) Un termostato con un intervalo de regulación de 30 a 110 oC. Nos permite mantener más o menos constante la temperatura del aire que circula por el túnel.
- f) Tres bandejas construidas de tela metálica con el fin de facilitar la circulación del aire a través del producto.
- g) Un carro porta-bandejas dotado de unas ruedas acanadas que le sirven para deslizarse sobre un par de ruedas metálicas.
- h) Un dispositivo manual compuesto de dos poleas que se usa para lograr el desplazamiento del carro a través

del túnel.

i) Una tobera regulable de escape del aire de desecación

La disposición detallada y planos explicativos del deshidratador se encuentra en la sección de Apéndice.

2.2. DESHIDRATACION EN CONTRACORRIENTE

2.2.1. Preparación de la Muestra.-

Los ajos frescos de 64% de humedad fueron pelados manualmente y cortado en rodajas finas. Una vez pesado 100 g de la muestra así preparado, se distribuyeron uniformemente sobre las tres bandejas.

2.2.2. Ensayos Preliminares.-

Para seleccionar el parámetro temperatura-tiempo óptimo de desecación del ajo, realizamos una serie de secados a diferentes temperaturas y tiempos de exposición para hacer una eliminación previa de aquellos tiempos y temperaturas que nos presentan un producto final totalmente negativo a nuestros fines. Esta eliminación previa nos deja con menos alternativas para encontrar el camino correcto de deshidratación.

Las exposiciones que dieron la pauta para esta selección inicial fueron dos normas de calidad exigidas para el ajo en polvo¹. Estas son:

1.SIT.Hoja de especificación, N° 6-10b, abril 1973

- a) La humedad del ajo en polvo no debe exceder de 6.75%
- b) La apariencia del ajo en polvo debe ser la de un polvo claro, fluido y de color blanco o crema.

Los resultados obtenidos de esta serie de procesos están representados en el Cuadro 2 donde está indicado el peso final obtenido a partir de 100 g de materia prima, el contenido de humedad final y el color - que presentaba el producto, luego del tratamiento respectivo.

2.2.3. Discusión de Resultados.-

Columna 1: El intervalo en contenido final de humedad de estos ensayos es muy elevado con respecto al exigido como límite máximo.

El color del producto es bueno debido a que el - tiempo y la temperatura de exposición son bajos.

Columna 2: La humedad de 6.75% está contenido en el intervalo de estos ensayos y el color del producto final encaja - dentro del exigido.

Columna 3: Los resultados de estos ensayos son bastante parecidos a los obtenidos en la columna 2.

Columna 4: La humedad final de estos ensayos oscila entre 5 a 6% con lo que cumplimos sobradamente la exigencia de calidad. El inconveniente creemos que radica en el gasto de energía que tendrá que hacerse para secar por una -

hora más cuando el producto ha cumplido la exigencia legal. Aún más debido al tiempo alto de exposición al calor el producto desecado presentaba un color oscuro.

Columna 5: Los resultados de estos ensayos nos dieron una humedad final que no difiere en mucho de los ensayos de la columna 4 a pesar de haber aumentado en una hora el tratamiento. Tal parece que llegamos a un límite de humedad del cual no podemos descender a pesar de que el aire no se encontraba saturado (temperaturas del bulbo húmedo y seco no eran iguales). Por otro lado, el color del producto era notablemente oscuro.

2.2.4. Sumario.-

Luego del análisis anterior de los resultados, se procedió a eliminar los ensayos correspondientes a las columnas 1, 4 y 5. Nos quedamos entonces con las columnas 2 y 3, muestras que fueron sometidas a técnicas analíticas más prolijas y de mayor alcance. Los análisis que se hicieron fué sobre:

- a) Azufre total,
- b) Actibidad antibacteriana,
- c) Sulfuro de alilo y,
- d) Allicina.

El paso siguiente del presente Trabajo fue el de medir la incidencia de los tiempos y temperaturas seleccionadas sobre el contenido de los componentes antes mencionados hasta encontrar la temperatura y el tiempo

CUADRO 2

ENSAYOS PRELIMINARES																				
CONCEPTO	COLUMNA 1				COLUMNA 2				COLUMNA 3				COLUMNA 4				COLUMNA 5			
	Tiempo 3h				Tiempo 4h				Tiempo 6h				Tiempo 7h				Tiempo 8h			
	Temperatura °C				Temperatura °C				Temperatura °C				Temperatura °C				Temperatura °C			
	40	50	60	70	40	50	60	70	40	50	60	70	40	50	60	70	40	50	60	70
Peso final (g)	64.4	53.3	50.6	46.7	55.9	45.8	41.0	39.7	50.3	42.7	40.4	36.2	43.6	41.1	40.3	35.9	42.3	41.0	40.3	35.1
Pérdida peso (%)	35.6	46.7	49.4	53.3	44.1	54.2	59.0	60.3	49.7	57.3	59.6	63.8	56.4	58.9	59.7	64.1	57.7	59.0	59.7	64.9
Humedad final %	10 - 13				6.5 - 7.5				6 - 7				5 - 6				5 - 6			
Color	A				A				A				B				B			

Simbología:

A = color crema

B = color crema oscuro

óptimo de deshidratación del ajo en nuestro desecador -
experimental.

CAPITULO

3

EVALUACION DE RESULTADOS

3.1. AZUFRE TOTAL¹

3.1.1. Método Empleado.-

El contenido de azufre total en el ajo fresco y -
deshidratado fue determinado empleando el método de - -
transformación de azufre orgánico a azufre inorgánico y
luego la medición gravimétrica indirecta por precipita-
ción.

El detalle de esta técnica está en el Apéndice 2.

1. E. West, W. Todd, H. Mason, y, J. Vanbruggen. Textbook of
Biochemistry, p. 341

3.1.2. Resultados.-

MUESTRA	Azufre Total (%)							
	Tiempo 4 h				Tiempo 6 h			
	Temperatura oC				Temperatura oC			
	40	50	60	70	40	50	60	70
Ajo fresco	1.18	1.10	1.09	0.83	1.12	0.95	0.82	0.73
Ajo seco	0.98	0.85	0.80	0.64	0.80	0.80	0.75	0.60

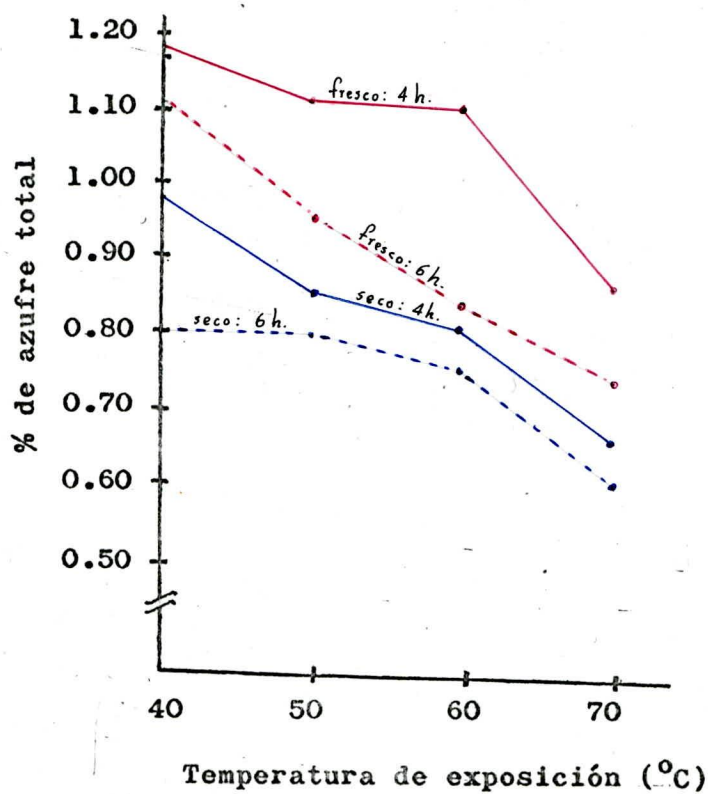


GRAFICO 1. EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE SECADO SOBRE EL CONTENIDO DEL AZUFRE TOTAL

3.1.3. Discusión de Resultados.-

Analizando el Gráfico 1, observamos una pérdida - más o menos constante de azufre hasta los 60 °C, sobre todo en el ajo fresco cuando es expuesto por 4 h; de los 60 a 70 °C la curva sufre un descenso acentuado que nos podría conducir a una pérdida total del azufre a temperaturas mayores de 70°C.

El contenido de azufre en el ajo es importante debido a que es un componente de la sustancia causante del olor y sabor característico del ajo luego de ser activado enzimáticamente.

3.2. ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA²

3.2.1. Método Empleado.-

Para determinar la actividad antibacteriana del ajo deshidratado y fresco, usamos el método del cilindro y placa que se lo emplea para determinar la potencia de los antibióticos frente a un microorganismo patógeno que en nuestro caso fue el Staphylococcus aureus

El detalle de esta técnica está en el Apéndice 3.

2. S. Prescott, y C. Dunn. Microbiología Industrial, pp. 833-834
835

3.2.2. Resultados.-

CUADRO 4

MUESTRA	Diámetro de zona de inhibición (mm)							
	Tiempo 4 h				Tiempo 6 h			
	Temperatura °C				Temperatura °C			
	40	50	60	70	40	50	60	70
Ajo Fresco	32	28	16	-	25	13	-	-
Ajo Seco	17	15	11	-	15	14	-	-

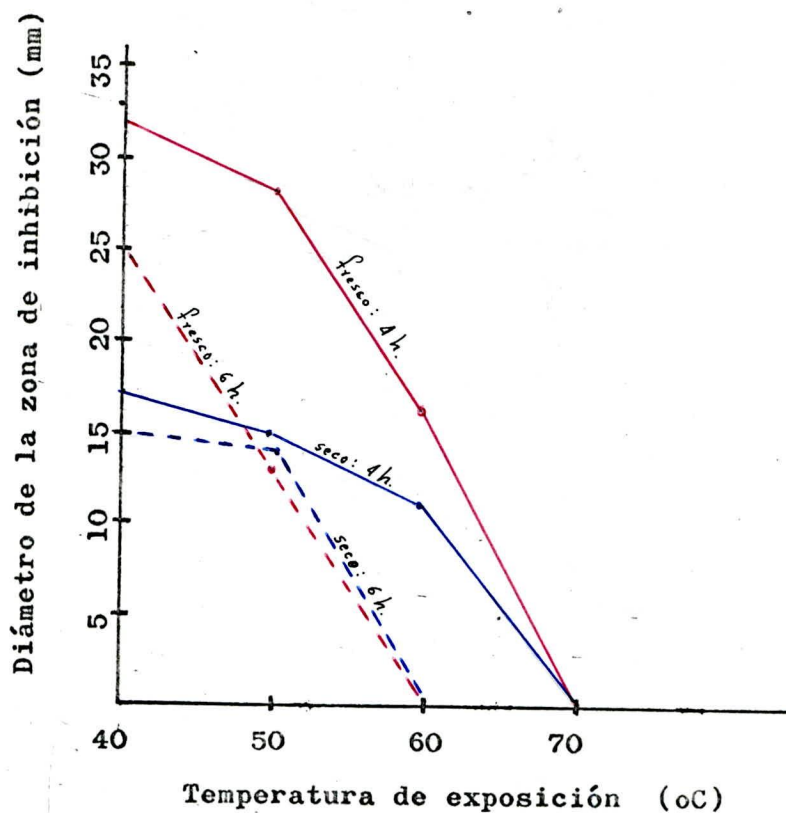


GRAFICO 2. EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE SECADO SOBRE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA

3.2.3. Discusión de Resultados.-

Estudiando el Gráfico 2 encontramos una pérdida completa de la actividad antibacteriana tanto en el ajo fresco como en el seco cuando la temperatura es de 70°C y 6 h de exposición. Las pérdidas en actividad antibacteriana en el caso del ajo fresco y seco sometidos a 70°C y por 4 h de exposición son totales, en cambio cuando es tratado a 60°C por un tiempo de 6 h el poder antibacteriano en el ajo fresco y seco desaparece.

Por tal razón y refiriéndonos a las pérdidas del poder antibacteriano, parece ser ideal deshidratar por 4 h y a temperaturas iguales o inferiores a los 60°C.

3.3. SULFURO DE ALILO³

3.3.1. Método Empleado.-

El método que usamos ha sido desarrollado por J. S. Singh y Girdhari Lal, basándose en el método desarrollado por Cavicchi, al cual se le han hecho algunas modificaciones. Consiste en destilar a vapor las muestras de ajo, recoger en frío el destilado y titularlo con solución 0.1 N de bromato de potasio.

La técnica está descrita en el Apéndice 4.

3. J. S. Pruthi. Food Science, p. 437

3.3.2. Resultados.-

CUADRO 5

MUESTRA	ml de KBrO3 consumidos							
	tiempo 4 h				tiempo 6 h			
	temperatura °C				temperatura °C			
	40	50	60	70	40	50	60	70
Ajo fresco	16.1	15.4	15.2	13.5	15.5	14.7	14.7	14.2
Ajo seco	16.4	16.2	15.8	12.5	15.4	15.0	14.4	13.8

Si tomamos en cuenta que el ajo fresco sin ser sometido a ninguna temperatura tiene un consumo de 17.3 ml de KBrO3, el mismo Cuadro 5 lo podemos expresar como "porcentaje de retención del sulfuro de alilo" que es la forma usada para expresar la influencia de la temperatura sobre el contenido de sulfuro de alilo en el ajo.

CUADRO 6

MUESTRA	% retención del sulfuro de alilo							
	Exposición: 4 h				Exposición: 6 h			
	Temperatura oC				Temperatura oC			
	40	50	60	70	40	50	60	70
Ajo fresco	93.1	89.0	87.9	78.0	89.6	85.0	85.0	82.1
Ajo seco	94.8	93.6	91.3	72.3	89.1	86.7	83.2	79.8

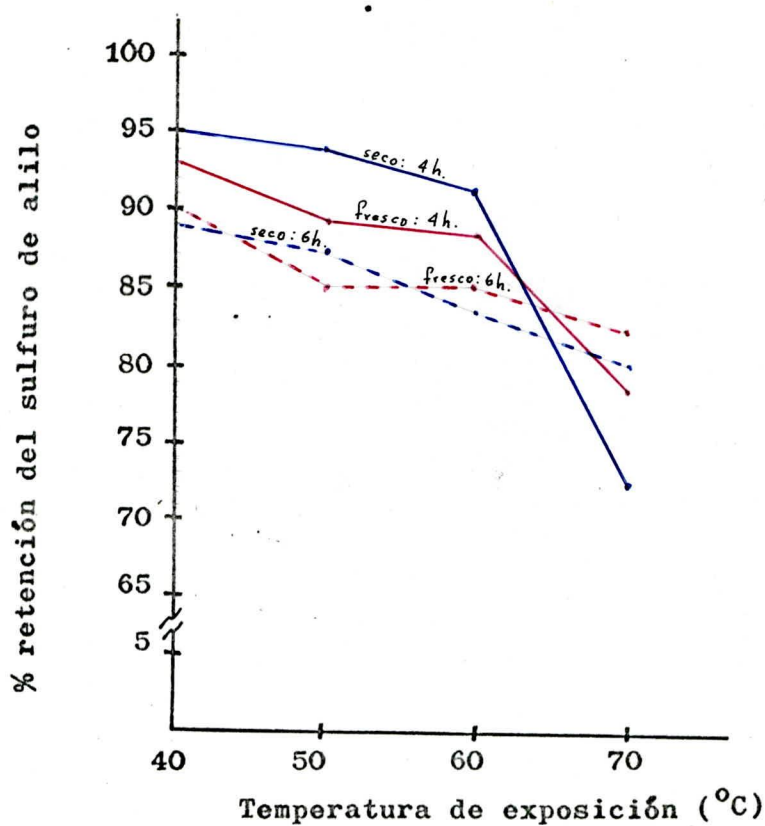


GRAFICO 3. EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE DESECCACION SOBRE EL PORCENTAJE DE RETENCION DEL SULFURO DE ALILO

3.3.3. Discusión de Resultados.-

Analizando el Gráfico 3, encontramos que el porcentaje de retención del sulfuro de alilo es más o menos estable entre los 50 y 60 °C en todas las muestras, pero a partir de los 60 °C la retención del sulfuro de alilo disminuye, especialmente en el ajo seco expuesto a 70 °C y por 4 h donde alcanza los valores más bajos. Esto nos parece indicar que no es recomendable la exposición a 70 °C debido a las mayores pérdidas en el sulfuro de alilo que sufre el ajo durante el secado.

3.4. ALLICINA⁴

3.4.1. Método Empleado.-

Usamos el método desarrollado por H. Jagger según el cual el ácido pirúvico formado por la descomposición enzimática del allin es estimado como 2,4-dinitrofenilhidrazona mediante el colorímetro con filtro azul frente al amoniaco. Los resultados son expresados como - - allicina.

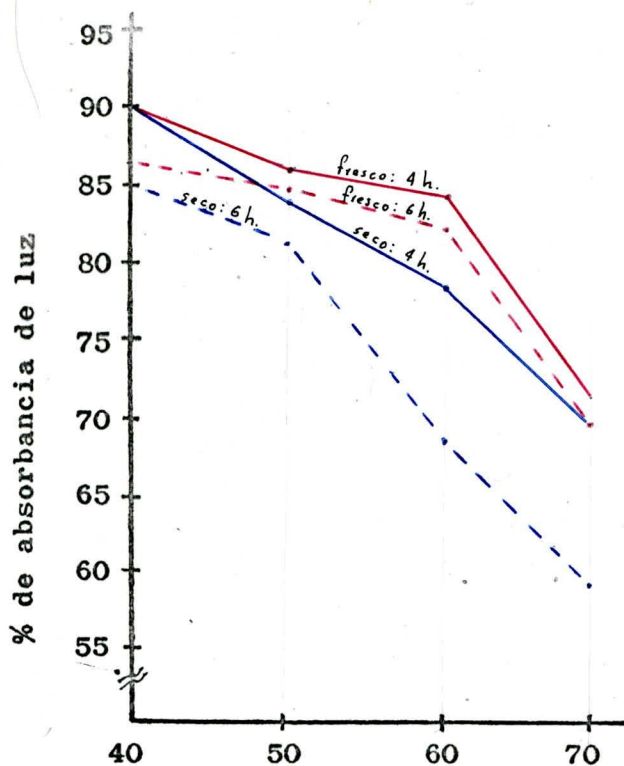
La técnica está descrito en el Apéndice 5.

3.4.2. Resultados.-

C U A D R O 7

MUESTRA	% de absorbancia de la luz							
	Exposición: 4 h				Exposición: 6 h			
	Temperatura oC				Temperatura oC			
	40	50	60	70	40	50	60	70
Ajo fresco	90	86	84	72	87	85	83	70
Ajo seco	90	84	78	70	85	82	68	59

4. H. Jagger. Archive Pharmaceutic, p. 457



Temperatura de exposición (°C)

EFFECTO DE LOS TIEMPOS Y TEMPERATURAS DE SECADO SOBRE EL CONTENIDO DE ALLICINA, EXPRESADO EN % DE ABSORBANCIA DE LUZ EN EL COLORIMETRO.

3.4.3. Discusión de Resultados.-

Conforme podemos observar en el Gráfico 4, las pérdidas de allicina no son muy pronunciados entre los diferentes tratamientos, a excepción de la muestra de ajo secado cuando es expuesto a las temperaturas de 50, 60 y 70 °C por el tiempo de 6 h en donde alcanza los valores más bajos en cuanto al contenido final de allicina. Debemos recordar que la allicina es el antibiótico natural que posee el ajo y es el causante de la actividad antibacteriana de éste.

C U A D R O 8

MUESTRA	ANÁLISIS	Tiempo 4 h				Tiempo 6 h			
		Temperatura oC				Temperatura oC			
		40	50	60	70	40	50	60	70
AJO FRESCO	Azufre total (%)	1.18	1.10	1.09	0.83	1.12	0.95	0.82	0.73
	Actividad Antibacteriana (mm)	32	28	16	--	25	13	--	--
	Sulfuro de alilo (% retención)	93.1	89.0	87.9	78.0	89.6	85.0	85.0	82.1
	Allicina (% absorbancia)	90	86	84	72	87	85	83	70
AJO SECO	Azufre total (%)	0.98	0.85	0.80	0.64	0.80	0.80	0.75	0.60
	Actividad antibacteriana (mm)	17	15	11	--	15	14	--	--
	Sulfuro de alilo (% retención)	94.8	93.6	91.3	72.3	89.1	86.7	83.2	79.8
	Allicina (% absorbancia)	90	84	78	70	85	82	68	59

3.5. CONCLUSION

Los resultados de los cuadros 3 al 7 han sido resumidos en el cuadro 8 para poder comparar detenidamente los ocho tratamientos de secado que seleccionamos previamente (4 y 6 horas con 4 temperaturas diferentes de exposición para cada tiempo) y determinar el parámetro tiempo-temperatura que nos dé los valores límites en los análisis efectuados.

Casi en todas las pruebas se notó un descenso acentuado de los valores en el intervalo de temperatura 60 y 70 °C lo que nos muestra que un tratamiento superior a los 60 °C no es aconsejado, puesto que tiende a disminuir notablemente o a eliminar (caso de la actividad antibacteriana) los componentes básicos analizados en el ajo.

Ahora, con respecto al tiempo de exposición, el valor más importante que nos llevó a decidir por las 4 h, fue la actividad antibacteriana, ésta a las 6 h de exposición desaparece completamente cuando las temperaturas fueron de 60 ó 70 °C tanto en la muestra de ajo fresco como seco.

Concluyendo podemos decir: En nuestro desecador experimental el parámetro crítico temperatura-tiempo de deshidratación del ajo, cuando el proceso es en contracorriente, es de 60 °C por 4 h, entendiéndose que a temperaturas y tiempos mayores de éste, las pérdidas en sulfuro de alilo, allicina, actividad antibacteriana y azufre total son graves que tienden a degradar la calidad del producto final.

3.6. DATOS TOMADOS DEL DESHIDRATADOR BAJO LAS CONDICIONES DE TEMPERATURA-TIEMPO CRÍTICOS

Sabiendo que la temperatura crítica de deshidratación del ajo es de 60°C nos propusimos a conocer las condiciones del aire que empleamos para secar. El instrumento que nos sirvió para éste cálculo fueron los psicrómetros que están colocados a la entrada y salida del aire del deshidratador.

El factor más importante en un proceso de deshidratación es la humedad relativa del aire de secado, definiéndose a la humedad relativa como "la relación entre la humedad de una muestra dada de aire y la humedad del aire saturado en las mismas condiciones de presión y temperatura. Ahora bien, la eficiencia del aire para secar, dependerá de su humedad relativa, siendo mayor esta eficiencia cuanto menor sea la humedad relativa"⁵.

Conociendo la temperatura del bulbo húmedo y la del bulbo seco, que es lo que mide el psicrómetro, podemos calcular la humedad relativa del aire.

El deshidratador experimental usado, nos dió los siguientes valores:

Entrada de aire: (al deshidratador)	Bulbo seco	= 60°C
	Bulbo húmedo	= 26°C

5. R. L., Earle. Ingeniería de los Alimentos, p. 149

Salida del aire: Bulbo seco = 51 °C
 (del deshidratador) Bulbo húmedo = 36 °C

Con estos datos nos remitimos al Diagrama Psicrométrico⁶ para leer los siguientes valores.

	<u>Entrada del aire</u>	<u>Salida del aire</u>
Humedad relativa	6 %	38 %
Contenido de humedad	7.8 g agua/kg aire seco	30 g agua/kg aire seco

Estos datos nos hablan claramente de la capacidad de -
 secadora del aire usado, en nuestros experimentos, para la des-
 hidratación del ajo.

3.7. DESHIDRATACION CON CIRCULACION DE AIRE EN PARALELO, BAJO EL TIEMPO-TEMPERATURA CRITICOS

El propósito de este ensayo fue averiguar hasta qué pun-
 to podía interferir este método de secado sobre la calidad -
 del producto final, establecer diferencias con el método de -
 secado en contracorriente y decidirnos por uno de los dos.

Para esto sometimos las muestras de ajo fresco a la -
 misma temperatura de 60°C y por 4 h que usamos en el método -
 en contracorriente. Simplificamos el método cambiando el -
 desplazamiento del carro portabandejas, el mismo que empezó
 su recorrido desde el extremo del túnel en el que estaba co-
 locado el ventilador.

6. John Perry. Manual del Ingeniero Químico, p. 1186

Terminado el tiempo de 4 h, analizamos el producto en lo siguiente:

1. Humedad
2. Actividad antibacteriana
3. Allicina
4. Sulfuro de alilo
5. Azufre total.

3.8. DISCUSION DE LOS DOS METODOS DE DESHIDRATAACION ENSAYADOS

Los resultados obtenidos del producto deshidratado en paralelo y en contracorriente están resumidos en el Cuadro 9 en donde nos es fácil establecer diferencias entre uno y otro método.

CUADRO 9

METODO DE SECADO	P R U E B A S				
	Humedad	Activid. antibac.	Alli- ci- na	Sulfuro alilo	Azufre total
Contracorr.	6.8 %	11 mm	78 %	91.3 %	0.80 %
Paralelo	7.4	12	81	80.9	0.69

En lo que respecta a la humedad, a pesar de haber sido sometido al mismo tiempo y temperatura, nos presenta un contenido mayor el método en paralelo lo que es determinante en la calidad de un ajo en polvo, debiéndose destacar en cambio los mejores valores en allicina y actividad antibacteriana -

que nos dá el ajo secado en paralelo. Recordemos que la norma de calidad del ajo en polvo, en lo que se refiere a humedad, permite un límite máximo de 6.75%, norma que no la cumple el ajo deshidratado en paralelo que tiene 7.4 % de humedad.

3.9. SUMARIO

Resumiendo todo lo que hasta aquí hemos realizado y evaluado, concluimos exponiendo que la deshidratación del ajo, en el desecador diseñado para el efecto, se efectúa en las mejores condiciones cuando la temperatura de secado es de 60 °C, el tiempo de exposición es de 4 horas y el flujo del aire de secado sea en contracorriente.

CAPITULO 4

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO FINAL

4.1. PRELIMINARES

conociendo ciertas particularidades del ajo en lo que -
respecta al tratamiento previo a la deshidratación (no es posi-
ble el blanching, el sulfitado ni la deshidratación tipo spray)
nos propusimos a practicar un tratamiento (rociado) con ácido
L-ascórbico, el mismo que se usó como conservativo. Para ello
ma materia prima pelado y cortado en rodajas, fue rociado con
una solución al 1% de ácido ascórbico; el resultado fue total-
mente negativo ya que el producto seco presentaba un color ca-
fé con manchas oscuras, mientras que la muestra testigo era -
de apariencia blanca.

4.2. PREPARACION DE LA MUESTRA PARA ANALISIS

El ajo deshidratado bajo las condiciones que fueron determinadas en el sumario del capítulo anterior, fue llevado a un molino manual para su pulverización.

Las muestras del ajo en polvo fueron llevado a los análisis organolépticos, humedad, cenizas, presencia de Salmonella-Shigellas y comparado con las normas de calidad expedidas para el ajo en polvo¹.

4.3. ANALISIS ORGANOLEPTICOS

4.3.1. COLOR: Polvo claro y blanco.

4.3.2. OLOR: Característico al ajo, un poco sofocante.

4.3.3. SABOR: Picante.

4.4. ANALISIS QUIMICOS

A más de los análisis realizados para determinar las condiciones críticas del secado, se hizo los siguientes:

4.4.1. HUMEDAD: 6.8 % según técnica desarrollada en el Apéndice 6.

4.4.2. CENIZAS: 3.6 % según técnica desarrollada en el Apéndice 7.

1. SIT. Hoja de especificación, N^o 6-10b, abril 1973

4.5. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS

Además de la Actividad Antibacteriana, se realizó el siguiente análisis:

4.5.1. PRESENCIA DE SALMONELLAS: Negativo, según técnica desarrollado en el Apéndice 8.

CAPITULO

5

RESUMEN Y CONCLUSIONES

5.1. RESUMEN

Conociendo la potencialidad agrícola del Ecuador en zonas apropiadas para el cultivo del ajo, nos propusimos realizar ensayos de deshidratación de ajos para llegar a producir ajo en polvo, producto de más fácil comercialización y más larga conservabilidad que el ajo fresco. Todo esto ayudaría a estabilizar los precios fluctuantes del ajo y llegaría a todos los sectores del país poniendo también la vista en posibles mercados exteriores.

Los ensayos de secado se realizaron en un deshidratador experimental al que se le dotó de los implementos que sirven para realizar el proceso, en la medida de las posibilidades disponibles.

Los análisis de las muestras obtenidas se realizaron tratando de adecuar técnicas y materiales a la realidad de los Laboratorios de nuestra Universidad, destacando en todo caso que respondieron esta adecuaciones, gracias a la cual se logró la serie de datos demostrados y que a la final fueron los que decidieron sobre el parámetro temperatura-tiempo a utilizarse en la deshidratación.

Al final del proceso elegido se hizo una serie de análisis para comparar nuestro producto con las normas de calidad expedidas para el ajo en polvo, habiendo respondido muy bien el preparado por nosotros, lo que da una mayor confiabilidad al proceso estudiado y seleccionado a través del presente Trabajo.

5.2. CONCLUSIONES

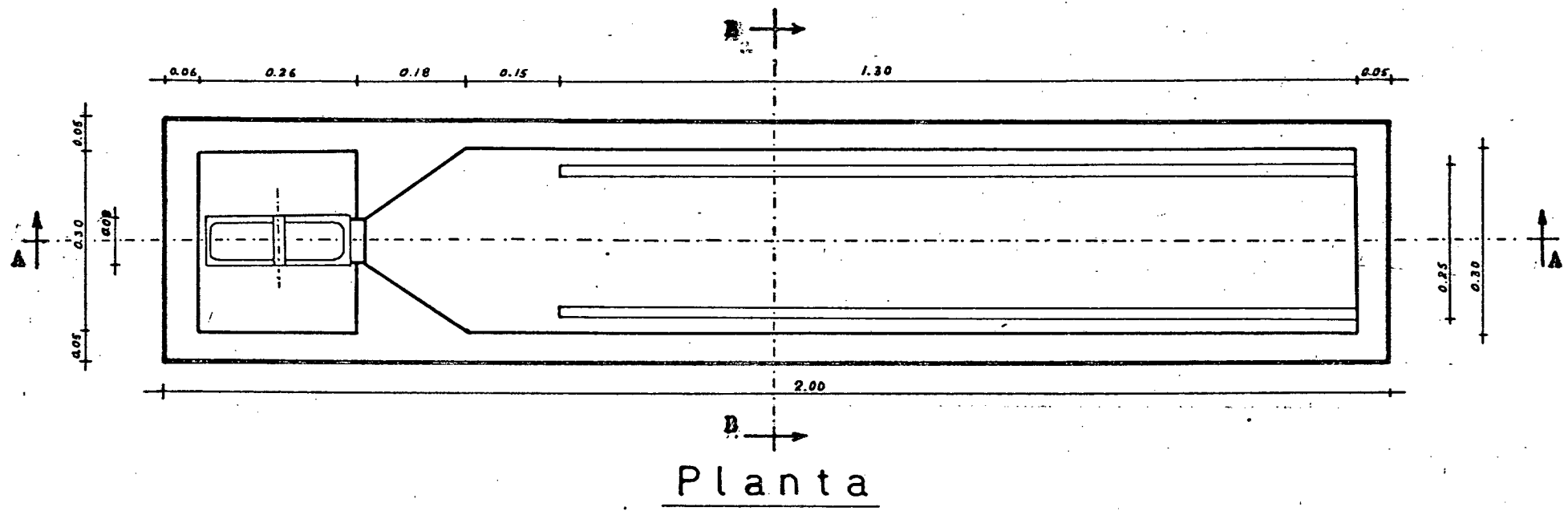
Cumplido el objetivo del presente Trabajo en lo que respecta al parámetro temperatura-tiempo críticos de deshidratación (flujo del aire caliente en paralelo a 60°C y por 4 h), se podrían usar estos valores, con ligeras modificaciones que derivarían de la fuente de calor usado, de la carga, de la humedad inicial del producto, etc., para una deshidratación a mayor escala.

Creemos que esta sencilla contribución puede servir de ayuda cuando se piense en la planificación de una planta deshidratadora de ajos.

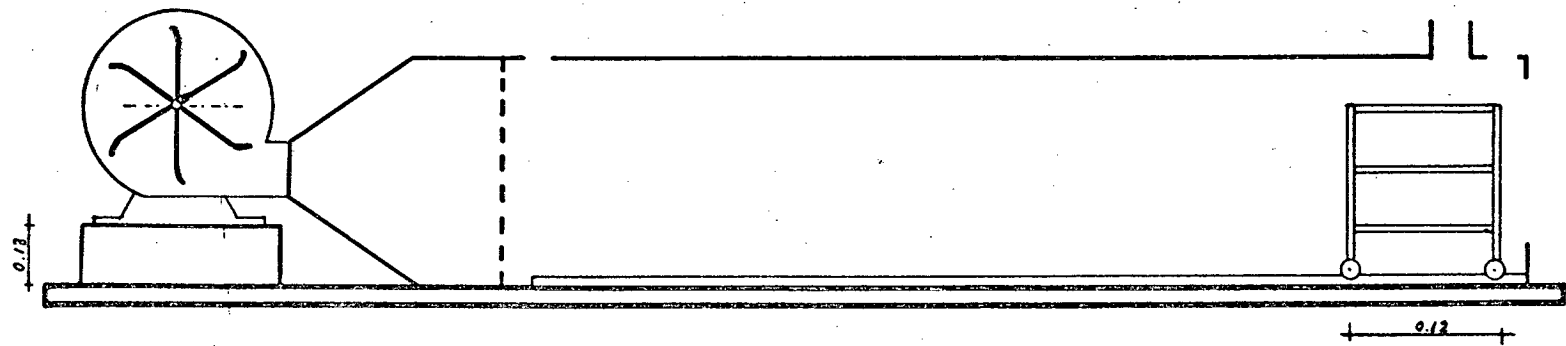
Sería recomendable que se realice una campaña de difusión de los valores como medicina natural que posee el ajo;

que se emprenda en una investigación más profunda y con todos los implementos modernos para ampliar o confirmar todo lo que hasta la presente fecha se ha logrado saber de esta hortaliza. y que, los Organismos Públicos y Privados encargados del desarrollo agrícola e industrial del país vuelquen parte de sus esfuerzos y recursos para tecnificar y desarrollar su cultivo y posterior industrialización.

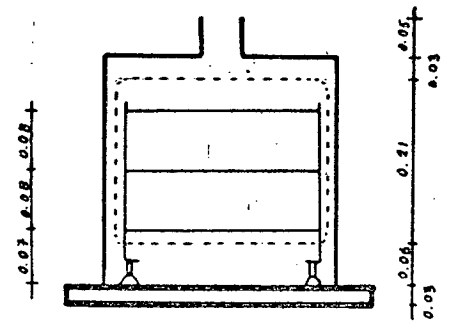
APENDICES



Planta



Corte A-A



Corte B-B

- PLANO DEL DESHIDRATADOR -

ESCALA 1:10

APENDICE 2

TECNICA PARA DETERMINAR EL AZUFRE TOTAL

1. Reactivos:

- a) Hidróxido de sodio al 10%,
- b) Acetato de plomo al 10%,
- c) Yoduro de potasio al 5%,
- d) Acido clorhídrico 2 N, y
- e) Agua oxigenada. .

2. Pesar exactamente 3 g de ajo fresco o seco.

3. Tratar con 15 ml de NaOH al 10% y hervir durante 5 min .

4. Enfriar a temperatura ambiente y filtrar, volviendo a filtrar la primera porción del filtrado.

5. Al líquido filtrado, añadir $(\text{CH}_3 - \text{COO})_2\text{Pb}$ al 10% en exceso.

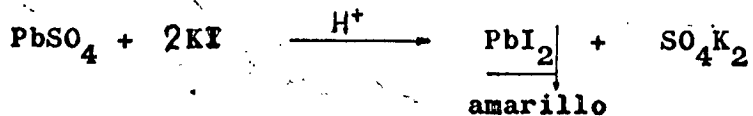
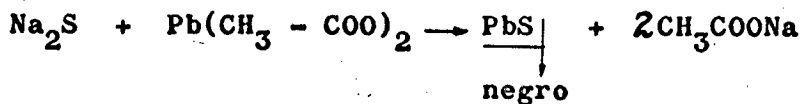
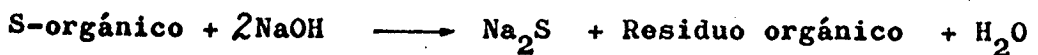
6. Añadir 3 ml de agua oxigenada.

7. Hervir durante 5 min agitando constantemente.

8. Enfriar lentamente y luego filtrar, volviendo a filtrar cuantas veces sea necesario hasta que el filtrado sea completamente cristalino.

9. Al residuo del filtrado lavar 2 - 3 veces con agua acidulada caliente hasta constatar con el IK que todo el Pb haya sido filtrado.

10. Al líquido filtrado hacer reaccionar con IK en exceso, en medio ácido.
11. Dejar sedimentar lentamente las partículas de I_2Pb y filtrar en papel filtro previamente tarado, volviendo a filtrar las veces que sea necesario hasta que el líquido filtrado sea totalmente cristalino.
12. Secar el papel filtro y residuo en el desecador.
13. Pesar y calcular la cantidad de azufre total a partir del I_2Pb y SPb formados.
14. Reacciones:



15. Ejemplo:

Peso molecular del SPb	239.26 g
Peso molecular del PbI_2	461.00 "
Peso molecular del Pb	207.20 "
Peso molecular del S	32.06 "

— Peso del filtro vacío 1.0872 g
 Peso del filtro + precipitado 1.4323 "
 Peso del precipitado 0.3451 g

461 g I₂Pb 207.2 g Pb

0.345 " X

$$X = 0.1551 \text{ g Pb}$$

239.26 g SPb 207.2 g Pb

X 0.1551 g Pb

$$X = 0.1791 \text{ g SPb}$$

239.26 g SPb 32.06 g S

0.1791 " X

$$X = 0.024 \text{ g S}$$

Finalmente, este valor expresado en porcentaje tenemos:

$$\% \text{ azufre } \frac{0.024}{3} \times 100 = \underline{\underline{0.8 \%}}$$

El presente cálculo corresponde a la muestra de ajo secado en contracorriente a 60 °C por el tiempo de 4 h.

APENDICE 3

TECNICA PARA DETERMINAR LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA

1. Preparación de los medios:

Medio 1: Para desarrollar el organismo de ensayo y para la -
capa de siembra:

- 30 g de agar standar para recuento en placa (Merck 10231).
- 4 g de triptona (Merck 10859).
- 1 000 ml de agua destilada .
- Hervir hasta completa disolución.
- Ajustar el pH a 6.5 - 6.6
- Esterilizar a 121 °C por 15 min en autoclave.

Medio 2: Para la capa base:

- 20 g de agar nutricio (Merck 5450).
- 1 000 ml de agua destilada.
- Hervir hasta completa disolución.
- Ajustar el pH a 6.5 - 6.6
- Esterilizar a 121 °C por 15 min en autoclave.

Medio 3: Para la preparación del inoculante:

- 5 g de peptona.
 - 1.5 g de extracto de carne.
 - 3.5 g de cloruro de sodio.
 - 1.4 g de KH_2PO_4 .
 - 3.7 g de K_2HPO_4 .
 - 1.0 g de glucosa.
 - 1 000 ml de agua destilada.
 - Hervir hasta completa disolución.
 - Ajustar el pH a 7.
 - Esterilizar a 121°C por 15 min en autoclave.
2. Se usaron cajas de petri y tubitos de vidrio de 8 mm de diámetro exterior y 10 mm de alto.
 3. Las muestras de ajo fresco y seco a ser analizadas se prepararon como una solución al 10%.
 4. El organismo de ensayo utilizado fue el Staphylococcus aureus que se lo separó mediante un medio selectivo de una infección purulenta. Se lo mantuvo al organismo en el medio 1, trasladándolo semanalmente a otro tubo inclinado con medio fresco.
 5. Se prepararon las placas añadiendo 21 ml del medio 2 a las - cajas de petri estériles, se deja solidificar, constituyendo éste la capa base. Luego de que se ha solidificado se agregan 4 ml de agar sembrado.
 6. El agar sembrado se prepara así: El S. aureus que se tiene -

en tubos inclinados con el medio 1 se lo inocula en el medio 3 y se deja incubar por 24 h a 37 °C. Del medio 3 así inocu lado se tomaron 0.5 ml y se mezclaron con 10 ml del medio 1, procurando homogenizar completamente; de éste se toman los 4 ml.

7. Los 4 ml del agar sembrado se reparten uniformemente sobre la capa base solidificado, dejándose luego todo solidificar.
8. Sobre la superficie solidificado se colocan los tubitos de vidrio esterilizados, llenándolos con 0.5 ml de la solución acuosa de ajo.
9. Se deja incubar por 24 h a 37 °C, luego de lo cual se lee el diámetro de la zona de inhibición que consiste en una aureola circular alrededor del tubito.

APENDICE 4

TECNICA PARA LA DETERMINACION DEL SULFURO DE ALILO

1. Recativos:

- a) Solución de bromato de potasio 0.1 N; pulverizar el bromato de potasio, secar durante 2 h a 120 °C y enfriar en un desecador. Pesar 2.784 g de éste al mg y llevar a un balón de 1 000 ml¹.
 - b) Solución de tiosulfato de sodio 0.1 N; pesar exactamente 24.82 g de tiosulfato de sodio y llevar a un balón de 1 000 ml usando agua destilada recién hervida y, añadir 1 ml de cloroformo para mejor conservación².
 - c) Solución de almidón (indicador) al 1%.
 - d) Solución de ácido clorhídrico 4 N.
 - e) Solución de yoduro de potasio al 10%.
2. Armar un equipo de destilación por arrastre con vapor de agua
 3. Pesar 5 g de muestra (ajo fresco o seco) y mantener en remojo por 6 h.
 4. Destilar la muestra remojada, por unos 90 min.

1. Arthur Vogel. Química Analítica Cuantitativa, tomo I, p. 511

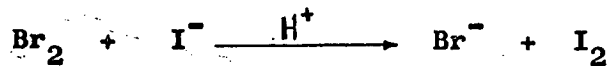
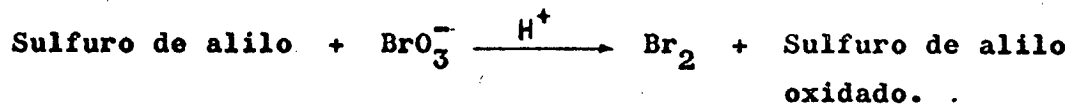
2. Ibid, p. 464

5. El destilado recogido (alrededor de 400 ml) se completan a -
500 ml con agua destilada. De ello se toma una alicuota de -
100 ml para valorar con el bromato de potasio 0.1 N.
6. De la bureta que contiene el KBrO_3 0.1 N se deja gotear len-
tamente sobre el matraz erlenmeyer que contiene:

100 ml de muestra,
2.5 ml de HCl 4 N,
7.5 ml de IK 10%, y
1.0 ml de solución de almidón 1 %.

7. Se considera el punto final de la valoración cuando la solu-
ción incolora del erlenmeyer torna a azul. En este momento se
anota los ml de KBrO_3 consumidos.

8. Reacciones:



APENDICE 5

TECNICA PARA LA DETERMINACION DE LA ALLICINA

1. Reactivos:

a) Solución al 15% de ácido tricloroacético.

b) Solución de 2,4-dinitrofenilhidrazina 1/1 000 en HCl 2 N.

c) Solución de amoniaco 2 N.

2. Pesar 2 g de ajo (fresco o seco) y moler con 3 g de arena fina y limpia.
3. Trasladar con un chorro de agua destilada a un balón de 100 - ml llenando hasta la línea de aforo.
4. Dejar en la estufa a 35 °C durante 1 h. En el intervalo de ese tiempo hacer tres invertidas del balón.
5. Extraer las muestras de la estufa, tomar 2 ml del líquido claro de la superficie, añadir 8 ml de ácido tricloroacético y agitar durante 1 min.
6. Centrifugar por 1 min.
7. Al líquido centrifugado filtrar y, a 2 ml del líquido filtrado añadir 2 ml de la solución de 2,4-dinitrofenilhidrazina.
8. Dejar en reposo por 1 h.
9. Añadir 4 ml de HCl puro y pasar a un tubo de ensayo, lavando

el recipiente con HCl puro por dos veces mezclando finalmente todos los líquidos de lavado en un solo tubo.

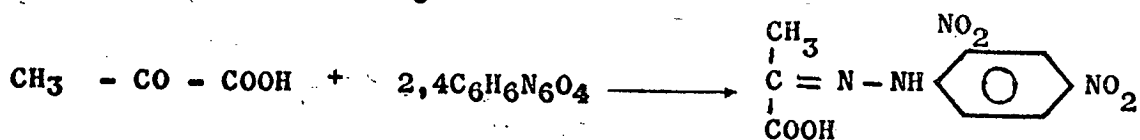
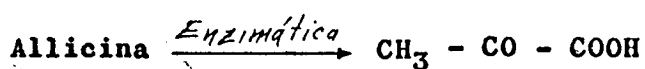
10. Pasar a un nuevo tubo, lavando con 4 ml de amoníaco 2 N por dos veces y una tercera vez con 2 ml de HCl puro, reuniendo al final todos los líquidos en el tubo.

11. De este modo, la muestra está listo para llevar al colorímetro.

12. Calibrar el colorímetro colocando en una celda colorimétrica la solución de amoníaco y llevando la graduación al 100% de absorbancia.

13. Colocar en la otra celda la muestra a analizar y hacer la respectiva lectura del porcentaje de Absorbancia, utilizando el filtro azul.

14. Reacciones:



APENDICE 6

TECNICA PARA LA DETERMINACION DE LA HUMEDAD

1. Pesar con exactitud la muestra (ajo fresco o seco) y llevar a desecación en estufa a 105 °C por 4h.
2. Retirar la cápsula de la estufa y enfriar en un desecador.
3. Pesar y comparar con el peso inicial.
4. Llevar nuevamente a la estufa por 30 min.
5. Retirar la cápsula de la estufa y enfriar en un desecador, pesar y comparar con el peso después del primer tratamiento. - Repetir cuantas veces sea necesario hasta tener peso constante.
6. La humedad de la muestra se calcula por diferencia con el peso original.
7. Ejemplo:

Peso de la cápsula vacía	19.5130 g
Peso de la cápsula + muestra	21.1260 "
Peso de la muestra	1.6130 g

Una vez obtenido peso constante, tenemos:

Peso original	21.1260 g
Peso final	21.0160 "
Pérdida de peso (humedad)	0.11 g

Este peso llevado a porcentaje tenemos:

$$\% \text{ humedad} = \frac{0.11}{1.613} \times 100 = 6.8 \%$$

APENDICE 7

TECNICA PARA LA DETERMINACION DE CENIZAS

1. Pesar con exactitud la muestra (ajo fresco o seco) en un crisol de porcelana e incinerar en mufla a 550 °C por 1 h.
2. Retirar el crisol de la mufla, enfriar en un desecador y luego pesar.
3. Añadir 2 ml de agua oxigenada y volver a incinerar por 1 h.
4. Retirar el crisol de la mufla, enfriar en un desecador y pesar. Si es necesario repetir la incineración hasta tener un peso constante, las nuevas incineraciones serán solo de 30 min.
5. Las cenizas se calculan por diferencia con el peso original.
6. Ejemplo:

Peso del crisol vacío	37.4105 g
Peso del crisol + muestra	42.8418 "
Peso de la muestra	5.4313 g

Una vez obtenido peso constante, tenemos:

Peso del crisol vacío	37.4105 g
Peso final (crisol + residuo)	37.6070 "
Residuo (cenizas)	0.1965 g

Este peso expresado en porcentaje tenemos:

$$\% \text{ cenizas} = \frac{0.1965}{5.4313} \times 100 = 3.6 \%$$

APENDICE 8

TECNICA PARA DETERMINAR PRESENCIA DE SALMONELLAS

1. Preparación del medio:

- Pesar 60 g de agar Salmonella-Shiguella (Medio SS, Merck - 7667).
- Agregar 1 000 ml de agua recién destilada.
- Ajustar el pH a 6.9 - 7.1.
- Calentar suavemente con mechero agitando constantemente hasta completa disolución del medio.
- Tener presente que la esterilización en autoclave es innecesaria y perjudicial para el medio.

2. Colocar en cajas de petri y dejar solidificar.

3. Preparar soluciones de ajo fresco y seco al 10%.

4. Sembrar las soluciones de ajo en el medio solidificado e incubar por 24 h y a 37 °C.

5. Realizar observaciones de desarrollo de colonias luego de las 24 h de incubado.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. ECUADOR. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección - de Planificación, Estimación de la Superficie Cosechada y de la Producción Agrícola, 1976. 11 p.
2. ECUADOR. CENDES, Proyecto de Factibilidad de una Planta de Deshidratación de Ajos, 1965. 30 p.
3. EARLE, R. L. Ingeniería de los Alimentos, traducido por - José Alemán Vega, España, Editorial Acribia, 1968. 332 p.
4. JAGGER, H. Archive Pharmaceutic, volumen 288, 1955.
5. PERRY, John. Manual del Ingeniero Químico, tomo I, traduci- do al español por Santiago Alonso, México, Editorial - - UTEHA, 1976. 1 429 p.
6. PRESCOTT, S. C. y DUNN, C. G. Microbiología Industrial, ver- sión española de Joaquín Ocon y Vicente Villar, Madrid, Ediciones Aguilar S.A., 1962. 997 p.
7. PRUTHI, J. S., LAL, G., y BRUBRAHMANYAN, V. Chemistry and - Technology of Garlic Powder, Food Science, December 1959. 464 p.
8. PRUTHI, J. S., SINGH, L. J. and LAL, G. Determination of - the Critical Temperature of Dehydration of Garlic, Food Science, December 1959. 464 p.

9. PRUTHI, J. S., SINGH, L. J., KALBAG, S. S. and LAL, G. Gir-dhari. Effect of Different Methods of Dehydration on - the Quality of Garlic Powder, Food Science, December - 1959. 464 p.
10. STEPHENSON, R. M. Aspects of Modern Onion and Garlic Dehy-dration, Food Technology, volumen 3, November 1949. - 366 p.
11. THATCHER, F. S. y CLARK, D. S. Análisis Microbiológico de los Alimentos, traducido por B. Moreno, España, Edito-rial Acribia, 1973. 271 p.
12. VOGEL, Arthur. Química Analítica Cuantitativa, volumen I, versión castellana por Miguel Catalano, Argentina, Edi-torial Kapelusz S.A., 1960. 811 p.
13. WALTER, William. Microbiología General, traducido por Fer-nando Colchero, México, Editorial CECSA, 1965. 470 p.
14. WEST, E. S., TOTD, W. R., MASON, H. S. and VANBRUGGEN, J. T. Texbook of Biochemistry, Toronto, Editorial The Macmi-llan Company, 1966. 1595 p.

INDICE

INDICE

	Páginas
Certificación	ii
Prólogo	iii
Contenido	v
Situación Actual de la Producción y Consumo	1
Valor Medicinal	2
Ventajas del Producto Deshidratado	3
Perspectivas de Mercados Exteriores	4
Diseño y Construcción del Deshidratador	7
Deshidratación en Contra Corriente	9
Azufre Total	14
Actividad Antibacteriana	16
Sulfuro de Alilo	18
Allicina	21
Conclusión	24
Datos tomados del deshidratador bajo las condiciones de temperatura-tiempo críticos	25
Deshidratación con circulación de aire en paralelo, bajo el tiempo-temperatura críticos	26
Discusión de los dos métodos de deshidrata- ción ensayados	27
Sumario	28
Preliminares	29
Preparación de la muestra para análisis	30
Análisis organolépticos	30
Análisis químicos	30
Análisis microbiológicos	31
Resumen	32

Conclusiones	33
Plano del deshidratador	36
Técnica para determinar el azufre total ..	37
Técnica para determinar la actividad antibacteriana	40
Técnica para determinar el sulfuro de alilo	43
Técnica para determinar la alicina	45
Técnica para determinar la humedad	47
Técnica para determinar la ceniza	49
Técnica para determinar la presencia de Salmonellas	51
Bibliografía	53
Indice	56