

# COEFICIENTE DE CORRECCION POR TEMPERATURA EN EL INDICE DE REFRACCION EN EXTRACTO DE TOMATE

por  
MAXIMO F. BOCKLET (1)

## CONSIDERACIONES GENERALES:

### A) *Introducción*

El extracto de tomate que se elabora en las fábricas de conservas, está sujeto a una disposición estricta en lo que respecta a su tenor en residuo seco, con el objeto de poder encuadrar este producto dentro de algunas de las categorías establecidas en la reglamentación con su escala de precios correspondientes, que hagan posible la cotización en las transacciones comerciales sobre una base de equidad.

La reglamentación Argentina está fijada por los decretos Nacionales Nro. 51.226 del 7/11/1934 y 70.150 del 2/11/1956, reglamentarios de la Ley 11.265 y establece la denominación de las conservas de tomate concentrados; entre otras: extracto simple, extracto doble, extracto triple; fijando los límites de residuo seco para el simple entre 16% y 28%, para el doble entre 28% y 36% y para el triple, por encima de 36%, expresados siempre libres de cloruro de sodio.

Ambos decretos establecen que la determinación del residuo seco se hará sobre baño de agua hirviente durante tres horas utilizando el cristalizador de vidrio, tipo oficial, de fondo perfectamente plano (diámetro 62 a 65 mm., profundidad 18 a 20

---

(1) Ingeniero Agrónomo, Jefe de Trabajos Prácticos en la Cátedra de Industrias Agrícolas y Encargado de Producción del Instituto de Industrias Agrarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Cuyo - Mendoza.

mm., espesor del vidrio 1,0 a 1,5 mm.) debiendo ser extendida la muestra en forma uniforme sobre todo el fondo, y en un espesor no mayor de 1 mm. mediante espátula flexible. El residuo seco resultante expresado por 100 grs. de extracto originario se le debe deducir el contenido porcentual de cloruro de sodio.

#### B) *Aspecto del proceso industrial de la concentración del extracto*

En la industria, durante el proceso de evaporación al vacío, el operador debe ir vigilando el grado de concentración de acuerdo al tipo de extracto que se ha decidido preparar. La determinación del grado de concentración mediante el método oficial, no puede ser llevada a la par de la elaboración por el tiempo que insume su realización; por ello es que se ha impuesto definitivamente el control refractométrico que es muy rápido y resulta eficaz.

Uno de los problemas que se le plantea al operador es: ¿Cuándo debe suspenderse la operación de concentración por haber logrado ya el grado deseado

El refractómetro nos proporciona una medida que es perfectamente correlacionable con el residuo seco oficial, utilizando un coeficiente de corrección por temperatura.

El aspecto de orden económico que involucra este contralor es de suma trascendencia; el industrial trata de cumplir estrictamente con la reglamentación, rasando el límite menor especificado para cada clase de concentrado. Así pues, para extracto doble el operador hábil trata de conseguir un producto ubicado en 28,1% de residuo seco, pero si su pericia no fué suficiente y obtuvo un producto de 27,7% por ejemplo, el extracto resultante no alcanza a ser doble, quedando expuesta la fábrica a que sea intervenida esa partida, por una inspección que vigile los aspectos de lealtad comercial. El producto deberá ser expendido entonces en la categoría de extracto simple; es decir, extracto comprendido entre 16% y 28%. Evidentemente, resulta contraproducente querer ahorrar décimas de grado por encima, arriesgando perder más de 11 grados al pasar a la otra categoría, pudiendo significar este aspecto un serio revés económico para el establecimiento.

Si bien esta situación extrema es excepcional, debemos tener presente que 1 kilogramo de extracto doble se obtiene a partir de 5,5 a 6,5 kgs. de tomate fresco y que 1 kilogramo de extracto triple requiere 7 a 8 kgs. de tomate fresco: No apreciar décimas de grado en el concentrado, significa por lo tanto, si ellos van en exceso que a lo largo de una temporada de elaboración se pueden despilfarrar muchos kilogramos de tomate.

Así pues, en un kilogramo de extracto doble 5 décimas de grado por encima de lo requerido legalmente, significan 100 grs. más de tomate fresco utilizados. Si la elaboración en la fábrica ha alcanzado un monto de cien mil kilogramos de extracto doble, el despilfarro ascenderá a la suma de 10.000 grs. de tomate fresco.

Tenemos además otro aspecto también muy digno de tener en cuenta en lo que atañe a la determinación del momento de suspender la concentración. El jugo tamizado que se absorbe por última vez antes de proceder a la descarga del concentrador, debe mezclarse bien con la masa en cocimiento, para que sufra una cierta esterilización y uniformice su concentración antes de efectuar la descarga.

El operador poco experto cree arreglar una excesiva concentración, ocurrida como consecuencia de falta de cuidado, procediendo a una dilución de dicho extracto mediante jugo de tomate, que absorbe antes de efectuar la descarga; este hecho puede ser la causa de sorpresas en la conservabilidad del producto una vez envasado; pues teniendo presente que simples gotas de agua en un extracto de tomate envasado pueden dar origen a hinchamiento del envase, igualmente porciones de jugo insuficientemente amalgamadas y concentradas también pueden tener el mismo efecto.

### C) *El refractómetro*

Es un aparato óptico que permite medir la refracción de la luz cuando pasa de un medio a otro. Actualmente se lo utiliza en numerosas industrias, donde se requiere medir concentraciones

de sustancias en disolución; así pues, se han construido aparatos con escala para solución de sacarosa que expresan directamente el porcentaje de azúcar presente, lógicamente siempre y cuando sea dicha sustancia la única que se encuentre en disolución. Esta escala es la que utilizamos en la medición del extracto de tomate y tiene la gran ventaja de ser factible efectuar con ella operaciones aritméticas para efectuar cálculos de dilución o concentración.

El refractómetro para laboratorio es un aparato provisto de una escala amplia que nos proporciona lecturas con la precisión de un décimo de grado y está provisto el soporte de sus prismas de conductos de circulación de líquidos termoestáticos para poder mantener una determinada temperatura.

El refractómetro industrial es generalmente pequeño "de bolsillo" con una escala menos amplia, por lo común no más de 30 grados (así por ejemplo, los hay de 0 a 30, de 20 a 50, de 40 a 80), solamente los de muy buena marca poseen escala en la cual se pueden apreciar dos décimas de grado.

La primera medida que debe tomar el operador es apreciar la exactitud de la lectura que le proporciona el aparato, es decir, cerciorarse de que la escala está en su justo punto. El ajuste de la escala del refractómetro es relativamente sencilla, se utiliza el agua destilada como patrón de medidas en caso de llegar la escala del aparato a cero; sino fuese así, se utiliza una solución de sacarosa pura preparada por pesada (ejemplo: una solución al 20% que contiene 20 grs. de sacarosa en 100 grs. de solución). En el primer caso se colocan unas gotas de agua destilada entre los prismas, debiendo estar todo el sistema a 20 grados C, ajustándose entonces la alidada en O con el tornillo regulador; en el segundo caso se procede de igual modo con la solución patrón, ajustando la alidada en la posición que corresponda.

La forma más exacta y sencilla de poner a punto el aparato es utilizando un prisma patrón, que proveen algunas casas de óptica. Este prisma se intercala en el aparato como indica el dibujo interponiendo alfa monobromo naftalena, (cuyo índice de refracción es 1,6575) entre el contacto del prisma pulido del

aparato y el prisma patrón solamente (plano 1-2) dejando en seco el contacto con el prisma depulido; a continuación se regula y ajusta la escala hasta lograr el valor que tiene inscripto el prisma patrón, moviendo el tornillo regulador del aparato hasta lograr la exacta coincidencia.

ⓓ) *Azúcares reductores en el extracto de tomate.*

Estos azúcares tienen una influencia preponderante en el índice de refracción; en todos los casos que hemos analizado, obtuvimos valores menores del 50% en relación al residuo seco oficial; en tal sentido, es interesante consignar que en la reglamentación italiana, se establece un límite que debe ser inferior al 40% para considerar genuino el extracto, es decir, no falsificado con adición de azúcar ó glucosa.

A medida que avanza la temporada, sobre todo cuando vienen los primeros fríos de marzo y abril, los tomates no completan su maduración, permaneciendo su tenor en azúcar bajo; también la utilización de excesiva proporción de peladuras y recortes de tomates, vale decir residuos provenientes de la elaboración de tomates al natural, en que se pierde por escurrimiento de las mesas de trabajo una considerable proporción del jugo, por ende de sólidos solubles, proporciona un concentrado, que de acuerdo a las características defectuosas de la materia prima empleada, no posee suficiente índice refractométrico en relación a su consistencia.

Este concentrado a pesar de poseer una consistencia a veces excesiva, al extremo de resultar difícil exprimir gotas para realizar la lectura refractométrica, presenta dificultades en la operación de envasamiento en las máquinas dosificadoras sobre todo las de pistón.

El industrial previsor procede entonces al corte y mezcla de este extracto defectuoso con otro extracto bueno, guardado en bordelesas de exprofeso para dicha finalidad, proveniente de mejor tomate con tenor azucarino más elevado y por ende de menor consistencia.

Algunos industriales contravienen la reglamentación vigente agregando al extracto defectuoso, azúcar o glucosa para lograr el grado refractométrico y la adecuada consistencia sin la necesidad de tener que concentrar excesivamente el extracto.

El agregado de azúcar o glucosa implica un fraude por cuanto son de menor precio que su equivalente refractométrico o de residuo seco, proveniente del tomate; así pues, un kilogramo de glucosa equivale de once a trece kilogramos de tomate. Esta es la razón por la cual la reglamentación italiana pone límite al tenor de azúcares reductores y nuestra reglamentación, prohíbe el agregado de azúcares.

#### E) *Correlación entre el extracto seco y el índice refractométrico.*

Existe una coincidencia casual entre el valor de residuo seco obtenido por el método Oficial y el índice refractométrico en escala azucarina, y es por ello que resulta sumamente útil el uso del refractómetro para avaluar rápidamente la concentración del producto sin la necesidad de tener que usar tablas de equivalencia. Al efecto el Ing. Franco Emanuele (5) propone denominar dicho valor refractométrico con el nombre Residuo Optico (R. O.).

En Italia la reglamentación vigente adoptó por convención el Residuo Optico, asegurando Emanuele que si bien adolece de defectos, tampoco está exento de ellos el método de Residuo Seco a estufa, que de hecho también es convencional, por cuanto el residuo que se obtiene ha sufrido descomposición de algunas sustancias orgánicas, siendo por otra parte, también convencional en dicho método, el tiempo durante el cual debe someterse a desecación la muestra de extracto de tomate.

Además, si bien teóricamente parecería más exacto el extracto secado en estufa de vacío, hemos observado resultados muy variables entre los duplicados; seguramente debido a imperfecciones del modelo de estufa que poseemos, razón por la cual hemos dejado de lado este método de determinación.

La medida del Residuo Optico la designaremos con la letra Z, acompañada del valor numérico, significando con ello el valor leído sobre la escala azucarina.

En la tabla siguiente consignamos una serie de datos tomados de una tabla que nos proveyera la sección Food Technology de la Estación Experimental de la Universidad de California, que dan una idea de las diferencias entre el dato refractométrico (R. O.) que es prácticamente el mismo valor que el residuo seco Oficial (R. S. O.) y el obtenido por estufa de vacío (R. S. V.) siendo notable que este último valor excede en un 7 a 7,5% en su monto a los valores obtenidos por el método Oficial Argentino.

T A B L A N° 1

Tabla de equivalencias entre la lectura refractométrica en escala azucarina R. O. y R. S. O., R. S. V. y Peso Específico.

Z del R. O. y R. S. O.	R. S. V.	P. e. 20° C.
25,9	28,0	1,1203
26,9	29,0	1,1247
27,8	30,0	1,1290
28,0	30,2	1,1299
29,0	31,2	1,1343
30,0	32,2	1,1387
31,0	33,2	1,1431
32,0	34,3	1,1479

El peso específico que se consigna en tabla N° 1 es una medida muy utilizada en Estados Unidos para especificar el grado de espesamiento del concentrado del tomate, su valor se determina mediante una probeta y es conocido por método de la National Cannery Association (N.C.A.). La manipulación a que se somete la probeta es semejante a la de un picnómetro, debiendo tenerse la precaución de evitar que se engloben burbujas de aire en el extracto. La misma N.C.A. ha sugerido en su Boletín 27-L. (7) el uso del refractómetro y al respecto proporciona una tabla de equivalencias entre el peso específico y la lectura refractométrica. Existen actualmente en Estados Unidos refractómetros con

escala graduada directamente en valores del equivalente peso específico.

F) *Medición del Índice refractométrico en extracto de tomate.*

Se toma una muestra representativa de unos 30 a 50 gramos (ya sea con el sacamuestras del concentrador o bien con una espátula si se encuentra ya descargado) se coloca en una muselina o género de trama no muy apretada, de un tamaño de unos 15 por 15 cms., se juntan las puntas formando una muñeca, a la que se le ejerce presión con los dedos dejando escurrir cinco a diez gotas, las primeras dos o tres, se desprecian y las restantes se dejan caer directamente sobre el prisma del refractómetro, se cierra el aparato y se procede a efectuar la lectura.

Para mayor seguridad, conviene efectuar dos o tres lecturas, con distintas muestras antes de decidir la descarga del concentrador. Los valores así obtenidos se correlacionan directamente con el extracto, seco, en base a una sencilla regla nemotécnica muy utilizada por los obreros encargados de los concentradores, y es:

*Extracto doble:*

28% reglamentario, más 2% por la sal agregada, más 2º por corrección por temperatura, nos debe dar 32º refractométricos.

*Extracto triple:*

36% reglamentario, más 3% por la sal agregada, más 3º por corrección por temperatura, nos debe dar 42º refractométricos

Vale decir, cubriendo los valores 32 y 42 grados respectivamente, se debe proceder a descargar el concentrador. Esta consideración tan sencilla no responde siempre a la realidad y es por ello que hemos intentado poner algo de luz en la explicación de las desviaciones que se observan en la práctica.



G) *Factor de corrección por temperatura.*

Desde ya desglosaremos este factor en:

a) Un factor extrínseco al mismo extracto, es decir, que atañe al sistema óptico del aparato, y que denominaremos *factor de corrección E*.

b) Un factor de carácter intrínseco, que varía con el tipo de concentrado que estamos midiendo y de la temperatura a que éste se encuentra y que es el motivo de este trabajo; y lo designaremos factor de corrección intrínseco, en abreviatura *factor C.I.*

a) *Factor de corrección extrínseco.*

Incide en este factor exclusivamente la temperatura del sistema óptico de los prismas; la lectura debe ser efectuada con el aparato a 20°C. y en caso de no ser factible de realizarla así debe aplicarse el factor de corrección para referir la lectura a 20°C.

Esta corrección es de carácter regular, como se puede apreciar en la tabla N° 3, por ello es que se construyen refractómetros con termómetro adjunto con graduación directamente en más o en menos el factor de corrección E, correspondiendo el valor 0 al lugar que hubiese ocupado la graduación de 20°C. en caso de un termómetro centígrado.

T A B L A N° 2

Factor de corrección E., (bibliografía 3 y 9).

	PARA SOLUCIÓN DE SACAROSA			PARA EXTRACTO DE TOMATE	
		30 %	40 %	30 %	40 %
Se resta este factor a la lectura	Tº	Z	Z	Z	Z
	15º	0,34	0,35	0,25	0,35
	16º	0,29	0,31	0,25	0,25
	17º	0,20	0,23	0,20	0,20
	18º	0,15	0,16	0,15	0,15
	19º	0,03	0,08	0,06	0,06
	20º	0,00	0,00	0,00	0,00
	21º	0,07	0,07	0,05	0,05
	22º	0,14	0,14	0,15	0,16
	Se adiciona este factor a la lectura.	24º	0,28	0,28	0,20
26º		0,43	0,43	0,45	0,45
28º		0,58	0,59	0,55	0,55
30º		0,74	0,75	0,75	0,75

Para mayor claridad valga el siguiente ejemplo: supongamos haber leído al refractómetro un valor  $Z$ . de 31,5 a una temperatura de 15°C, de acuerdo a la tabla corresponde restar un factor  $E$ . de 0,35 quedando entonces el valor  $Z$ . referido a 20°C igual a 31,15.

Evidentemente cualquier lectura realizada a 20°C. no requiere ninguna modificación. Si la lectura la hubiésemos hecho a 30°C. con un valor  $Z$ . igual a 40,4, aplicando el factor  $E$ . 0,75 resulta un valor  $Z$ ., referido a 20°C. igual a 41,15.

Regulando la temperatura a 65°C. haciendo circular agua por los conductos termoestáticos del aparato hemos obtenido los valores consignados en tabla N° 3.

**T A B L A N° 3**

Factor de corrección  $E$ . con prismas a 20° y prismas calentados a 65°.

MUESTRA	Z a 20° C.	FACTOR E.	Z a 65° C.
18	39,5	2,8	36,7
24	29,4	2,6	28,8
45	30,2	2,9	27,3
75	37,5	2,9	34,6

Evidentemente el calentamiento de los prismas disminuye el grado  $Z$ . por ello es que debe sumarse el factor de corrección  $E$ . para referir a 20° la lectura.

b) *Factor de corrección intrínseco (factor C.I.).*

Un mismo extracto proporciona cuando está caliente un índice de refracción, (grado refractométrico) más elevado que cuando está frío.

Las gotas exprimidas de un extracto caliente de 55 a 65°C. (temperatura a que salen del concentrador) una vez interpuestas entre los prismas se enfrían, equilibrando su temperatura con la del aparato, que supondremos para facilitar la explicación encontrarse estabilizado en 20°C. Evidentemente no es necesario en-

tonces, aplicar corrección por factor E. Sin embargo, debe aplicarse un factor de corrección para permitir homologar la cifra leída al valor resultante del residuo seco Oficial, que como ya viéramos, está en coincidencia casual con el grado refractométrico del extracto frío, exprimido a 20°C.

La lógica nos indicaría que enfriando extracto (ya sea encerrado en envase de hortalata de 150 grs. y remachando, o bien en pesa-filtro de laboratorio, para que no se pierda humedad y evitar con ello que se concentre) nos debe proporcionar una vez frío a 20°C una lectura real. Sin embargo, es interesante y a la vez desconcertante observar que el grado refractométrico si bien ha bajado por efecto del enfriamiento, no lo hace en forma regular ni proporcional con el descenso de temperatura: presentando, si cabe la expresión, una especie de fenómeno de inercia. Esta inercia que se manifiesta por la falta de proporcionalidad entre el descenso de temperatura y el incremento del factor C.I., nos hizo suponer que no se trata de un simple fenómeno térmico el que actúa en el monto de este factor de corrección de la lectura refractométrica.

El factor C.I. que como ya mencionáramos anteriormente es de 2 grados refractométricos en el extracto doble y 3 en el triple; presenta una serie de variantes muy dignas de analizar dada la interferencia de diversos factores que influyen en él.

En base a un razonamiento teórico, confirmado en la práctica, resulta conveniente no adicionar sal al extracto, siempre y cuando sea envasado de inmediato en envase definitivo. En cambio si el extracto va a ser guardado en bordalesas es indispensable la adición de sal en un 3% por lo menos, y concentrar al máximo factible de acuerdo con lo que permite la materia prima y la eficacia del concentrador.

Frente a esta situación, de no adicionar sal aparece un curioso efecto sobre el acostumbrado coeficiente de corrección (Factor C.I.) como puede apreciarse en la tabla N° 4.

T A B L A N° 4

Factor C.I. en relación al tenor en cloruro de sodio y a la época.

EXTRACTO	Z. caliente (1)	% Sal adicio- nada	Cloruro propio	Factor C. I.	Z. R. O.	EPOCA
Doble .....	32,5	0,0	0,8	3,5	28,2	Enero
Doble .....	31,5	0,0	0,9	2,5	28,1	Marzo
Doble .....	33,2	2,0	0,9	2,0	28,3	Enero
Doble .....	32,4	2,0	0,8	2,5	28,1	Marzo
Triple .....	42,2	0,0	1,6	4,5	36,1	Enero
Triple .....	41,2	0,0	1,5	3,5	36,2	Marzo
Triple .....	43,6	3,0	1,4	3,4	36,2	Enero
Triple .....	43,9	3,0	1,4	3,5	36,0	Marzo

(1) Medido al descargar el concentrador.

La influencia de la adición de cloruro de sodio en el valor del factor C.I. se manifiesta a lo largo de la temporada de elaboración en forma decreciente influenciado por el grado de madurez del tomate; mientras que la no adición se manifiesta en forma inversa; esto nos hizo suponer que el fenómeno refractivo está influido en su valor y manifestación por fenómenos coloidales; en contraposición a la creencia generalizada entre los prácticos de fábrica que suponen que el valor del grado refractométrico es más elevado en caliente porque al expresarse la muestra a temperatura elevada se produciría una evaporación "in-situ" que contribuiría a concentrar la gota antes de efectuar la lectura: mientras que al hacer la medición en frío esto no sucedería.

Nuestra suposición en relación a la irregularidad del factor C.I. se vió confirmada al realizar diluciones del extracto a 1/2, a 1/4 y a 1/10 como veremos más adelante en tabla N° 8.

Por otra parte, calentando lentamente o rápidamente al extracto frío; practicando diluciones con diversas soluciones de electrolitos y otras sustancias activas sobre la dispersión coloidal; como así también diluciones con decantación fraccionante y posterior concentración de las distintas fracciones; filtraciones; electroforesis, etc., nos ha permitido llegar a interesantes verificacio-

nes en relación a los valores refractarios de un extracto de tomate en lo que respecta a las variaciones que puede sufrir el factor C.I.

#### DATOS EXPERIMENTALES:

Este trabajo se comenzó registrando y controlando la descarga de concentradores (boules), como así también la etapa siguiente del envasamiento (1).

#### a) Efecto del enfriamiento y del calentamiento sobre el factor C.I.

La medición del extracto tal como sale del concentrador, es decir, a una temperatura de unos 55 a 65°C. y posteriormente, medido cuando ya se ha enfriado a temperatura ambiente, nos ha proporcionado los datos consignados en la Tabla N° 5.

T A B L A N° 5

Factor C.I. del extracto en el momento de ser descargado el concentrador.

MUESTRA	Z. 65° C.	FACTOR C. I.	Z. 20° C.
101	43,0	4,0	39,0
102	43,0	3,2	39,8
103	43,0	3,3	39,7
104	44,0	4,0	40,0
105	45,0	4,8	40,2
106	45,0	4,0	41,0
107	44,5	3,5	41,0
108	45,0	4,0	41,0
109	44,0	3,5	40,5
110	43,5	3,2	40,3
111	44,0	3,2	40,8

Estos valores son el resumen más conspicuo de numerosas observaciones realizadas en la práctica; lo notable es que no ha

(1) Gentileza: Doctor Carlos Noel, Fábrica de Dulces y Conservas, en Palmira, Mendoza y del Sr. Luis Martorell, Fábrica de Conservas, Jaime Martorell, Guaymallén.

sido posible establecer un factor C.I. único y constante y por otra parte este factor C.I. no ha podido ser reproducido en valor coincidente en ensayos posteriores, calentando a la misma temperatura el mismo extracto, Tabla N° 6.

T A B L A N° 6

Valores del factor C.I. enfriando extracto y calentándolo posteriormente.

Muestra	Z. de Boule	Factor C. I.	Z 20° C	Factor C. I.	Z. Calentado a 65° C.
19	43,4	3,6	39,8	2,8	42,6
52	33,9	3,0	30,5	2,4	32,9
71	44,0	2,6	41,4	2,2	43,6
72	44,5	4,3	40,2	3,0	43,2
75	41,0	2,5	38,5	1,8	40,3

Cuando el calentamiento del extracto se efectúa por encima de 70°C. con el objeto de su ulterior envasamiento se observan valores de factor C.I. elevados y también variables, como puede apreciarse en tabla N° 7.

T A B L A N° 7

Factor C.I. en extracto sometido a calentamiento para ser envasado.

MUESTRA	Z del R. O.	Factor C. I.	Z	T°
81	39,0	4,0	43,0	76
82	39,8	3,2	43,0	73
83	39,7	3,3	43,0	70
84	40,0	4,0	41,0	75
85	40,2	4,8	45,0	80
86	41,0	4,0	45,0	78
87	41,0	3,5	44,5	72
88	41,0	4,0	45,0	78
89	40,5	3,5	44,0	65
90	40,3	3,2	43,5	70
91	40,8	3,2	44,0	60

5) Efecto de la dilución sobre el factor de corrección.

Realizando determinaciones con diluciones practicadas en base al peso, debiéramos obtener resultados de carácter submúltiplo, es decir, si el índice original fuera 40, diluido a la mitad

debiera dar 20, diluído a la cuarta parte 10, y diluído a la décima parte 4. Esta consiedración es válida para soluciones verdaderas por ejemplo sacarosa en agua; pero no lo es para el extracto de tomate y es así que hemos obtenido los datos consignados en tabla N° 8.

T A B L A N° 8

Ensayo de dilución de extracto de tomate con agua, a la mitad, a la cuarta parte, y a la décima parte, y sus respectivas medidas refractométricas Z, realizadas con muestras a 20°C. y muestras calentadas a 65°C.

Mues tra	Z.		Z/2		Z/4		Z/10	
	20°C	65°C	20°C	65°C.	20°C	65°C	20°C	65°C
9	41,3	43,3	21,2	22,4	11,0	11,4	4,7	4,8
10	40,0	42,2	20,2	20,9	10,4	10,8	4,4	4,5
11	40,8	43,1	20,7	21,5	10,7	11,0	4,4	4,5
12	40,2	41,1	19,9	20,2	10,6	11,0	4,4	4,5
13	29,9	41,9	20,2	20,5	10,4	10,8	4,4	4,5
14	41,8	43,4	20,8	21,6	11,1	11,4	4,5	4,6
15	40,3	42,7	21,0	21,8	10,6	10,8	4,4	4,5
16	38,3	38,6	19,2	20,3	10,0	10,3	—	—

Multiplícando estas observaciones por 2, por 4, y por 10, de acuerdo a la correspondiente dilución, se obtienen valores que pueden parangonarse entre ellos; la diferencia resultante entre las cifras de cada columna y la lectura Z. efectuada a 20°C. nos da el monto del factor C.I. para este ensayo experimental, tabla N° 9.

T A B L A N° 9

Grado refractométrico Z. calculado en base a los valores de la tabla 8, llevados a su concentración primitiva.

Muestra	Z.		Z/2		Z/4		Z/10	
	20°C	65°C	20°C	65°C	20°C	65°C	20°C	65°C
9	41,3	43,2	42,4	44,8	44,0	45,6	47,0	48,0
10	40,0	42,2	40,4	41,8	41,6	42,4	44,0	45,0
11	40,8	43,1	41,4	43,0	42,8	44,0	44,0	45,0
12	40,2	41,1	39,8	40,4	42,4	44,0	44,0	45,0
13	39,9	41,9	40,4	41,0	41,6	43,2	44,0	45,0
14	41,8	43,4	41,6	43,2	44,4	45,6	45,0	46,0
15	40,3	42,7	42,0	43,6	42,4	43,2	44,0	45,0
16	38,3	38,6	38,4	40,6	40,0	40,9	—	—

Observamos aquí, que el factor C.I., ha variado notablemente por efecto de una dilución, tanto por la intensidad de la misma, como la temperatura a la que se sometió; los valores de las respectivas columnas deberían ser iguales entre ellos, si no fuese que existen interferencias ajenas a una solución pura.

c) *Efecto del calentamiento lento y del calentamiento rápido sobre el factor C.I.*

La serie de datos precedentes nos indujo a sospechar que la interferencia en la corrección por temperatura del grado refractométrico mediante el factor C.I. se debe a sustancias dispersas en estado coloidal.

Esta suposición rápidamente se fué confirmando, por cuanto comenzamos a observar fenómenos de floculación por efecto térmico. Las muestras cuando eran calentadas lentamente en baño maría, aumentaban su índice de refracción (tabla 2). Esta operación se realizó en los ensayos, pesando el extracto en vasitos, adicionando gotas de agua destilada y calentando lentamente en baño maría hasta obtener nuevamente el peso inicial y haber alcanzado la temperatura de 65°C., recién entonces se tomaba la muestra para exprimir el líquido sobre el refractómetro y efectuar la lectura.

Si el calentamiento se efectúa en forma rápida, el grado refractométrico baja, es decir, la lectura resulta menor; en consecuencia el factor C.I. resulta de signo contrario al habitual.

**T A B L A N° 10**

Ensayo de calentamiento rápido: del extracto concentrado; del extracto diluido a 1/2 y del extracto diluido a 1/4.

Muestra	Z.	Z.	Z.	Z/2		Z/4	
	20° C.	65° C. lento	65° C. rápido	20° C.	65° C. rápido	20° C.	65° C. rápido
1	39,0	43,0	38,1	—	—	10,7	9,0
2	41,0	45,0	39,9	—	—	10,4	9,2
3	41,0	44,5	40,5	—	—	10,3	9,7
12	40,2	41,2	38,0	19,9	18,3	10,4	10,1
13	39,9	41,9	38,7	20,2	18,5	10,2	9,7
14	41,8	43,4	40,5	24,0	22,8	10,6	9,9
16	38,3	38,6	37,4	20,3	18,8	10,3	9,8
35	34,2	35,3	33,5	18,6	17,1	9,8	9,5
75	37,5	39,5	34,5	—	—	—	—



d) *Efectos de la dilución y posterior concentración de una fracción a su valor primitivo.*

Diluyendo extracto 10 veces en peso (es decir, dilución 1/10) dejando decantar en probeta y pipeteando líquido de la parte superior, obtuvimos una muestra que sometida luego a concentración en estufa de vacío, 10 veces en relación a su peso (es decir, la muestra fué restituida a su concentración primitiva, en el cuadro lo consignaremos por Z. 10/10). Haciendo la lectura refractométrica obtuvimos interesantes valores de Z. que en la tabla N° 11 comparamos con el grado refractométrico primitivo del extracto (Z. de R. O.) con el residuo seco de acuerdo al método Oficial, (R.S.O.) y con el residuo seco efectuado en estufa de vacío (R.S.V.).

T A B L A N° 11

MUESTRA	Z. de R. O	Z. 10/10	R. S. O.	R. S. V.
5	30,5	28,7	30,00	30,60
6	33,9	28,4	33,60	34,20
42	31,4	26,8	31,24	32,85
43	30,6	26,6	30,33	31,70
44	30,8	28,6	32,12	33,31
52	31,3	27,5	30,30	31,58
53	32,9	29,5	32,68	32,90
55	34,2	31,5	34,40	35,10
57	33,2	28,9	32,54	33,23
71	41,4	38,0	41,46	42,80
72	40,2	36,9	40,23	41,60

Observamos que el grado Z. 10/10 es inferior al Residuo Optico, evidentemente esto se debe a que se han perdido parte de los componentes refractivos de naturaleza coloidal; por otra parte, también vemos una estrecha correlación que en algunos casos llega a ser coincidencia entre el Residuo Seco Oficial (R.S.O.) y el grado refractométrico Z. medido a 20°C. (R.O.).

e) *Efecto de la dilución hecha con soluciones de diversas sustancias sobre el factor C.I.*

El extracto de tomate sometido a diferentes tratamientos de dilución con soluciones diversas, manifiesta un comportamiento

que varía según la sustancia. En la tabla 12 consignamos los valores observados y los calculados, para las diluciones realizadas en proporción a 1/2 y a 1/4.

**T A B L A N° 12**

Comparación de valores refractométricos observados y calculados, utilizando diversos diluyentes y extracto de tomate cuyo R.O. era 40.6.

Diluyente Utilizado	Grado Z del diluyente	Z/2		Z/4	
		Observado	Calculado	Observado	Calculado
1 Agua destilada	0,0	20,7	20,3	10,6	10,15
2 Salmuera 20 %	20,0	29,9	30,3	24,7	25,2
3 Solución cloruro de Calcio 10 % .....	8,9	23,9	24,8	—	—
4 Ac. cítrico 10%	9,3	24,9	24,9	17,1	17,1
5 Hidróxido de sodio 10 % ..	16,0	26,1	28,3	20,9	22,1
6 Alumbre férrico al 10 % ...	4,2	21,5	22,4	11,9	13,2
7 Sulfato de aluminio 10 % ..	8,1	23,7	24,4	—	—
8 Soluc. sacarosa 2,5 % .....	2,5	21,2	21,6	—	—
9 Sol. sacarosa 2,5 y pectina 2,5 %	4,9	22,9	22,7	13,9	13,6
10 Ac. clorhídrico 10 % .....	17,6	27,1	29,1	22,4	23,3
11 Sol. tanino 10 % .....	13,9	24,8	27,2	18,7	20,6
12 Alcohol etílico 25 % .....	10,2	23,7	35,4	15,8	17,8
13 Ac. acético 99,8 % .....	26,8	39,5	33,7	—	—

En esta tabla de valores observamos:

Con agua (1), con solución de sacarosa y pectina (9) y con ácido acético (13) se consigue en la dilución un mayor índice que el calculado teóricamente (mayor dispersión coloidal).

Con soluciones de ácido cítrico (4) se observa el mismo valor que el previsto por cálculo.

Las soluciones de cloruro de calcio (3) sulfato de aluminio (7) solución de tanino (8), alcohol etílico (12) se observa el máximo efecto en la disminución del grado refractométrico.

El ensayo con tanino lo complementamos con una observación al microscopio con iluminación lateral (mediante el condensador de campo oscuro) pudimos observar conglomerados racimosos de micelas coloidales (floculadas) en cambio se observaban bien dispersas en la simple dilución con agua.

f) *Efecto de la dilución con diversas soluciones y posterior fraccionamiento por decantación.*

Basándonos en las observaciones anteriores, realizamos determinaciones agitando vigorosamente muestras de extracto diluidas al décimo con agua adicionada de diversos electrolitos utilizando al efecto el aparato agitador que se emplea en Edafología para dispersar coloides en suelo) se siguió el siguiente planeo:

Muestra 1: Dispersada en agua.

Muestra 2: Dispersada en agua, previa neutralización de la acidez del extracto con hidróxido de sodio.

Muestra 3: Dispersada en agua previa neutralización de la acidez del extracto con hidróxido de calcio.

Luego de 24 horas de decantación se pipetearon fracciones:

A ras del líquido (posición I), sobre el sedimento (posición II) y en el fondo (posición III).

Las muestras tomadas por duplicado en cada posición fueron sometidas: una serie a desecación en cristalizador oficial sobre baño maría para obtener residuo seco (R.S.O.) y la otra serie se llevó a su valor primitivo concentrándola 10 veces en estufa de vacío para medir luego el grado refractométrico (Z.10/10) tabla N° 13.

T A B L A N° 13

Ensayo de dispersión coloidal. El extracto utilizado N° 71 presentaba un valor Z. de R.O. 41,4 y un R.S.O. de 41,46%.

		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
I	R. S. O.	34,71	36,97	37,48
	Z. 10/10	37,7	38,9	39,1
II	R. S. O.	41,80	41,44	41,16
	Z. 10/10	52,0	50,0	48,0
III	R. S. O.	44,22	45,90	47,27
	Z. 10/10	52,0	50,0	48,0

Estos valores nos ponen de manifiesto la influencia preponderante de los coloides dispersados sobre el valor del grado refractométrico; así pues, el R.S.O. es mucho más bajo en todos los casos en la superficie del líquido (posición I) que el valor real del extracto utilizado para el ensayo; en la posición II es prácticamente coincidente el valor del R.S.O. mientras que en la posición III los valores son más elevados.

El grado refractométrico Z.10/10 en todas las posiciones es superior al respectivo R.S.O. debiéndose ello probablemente al carácter más refringente de los coloides dispersados, siendo mayor en el fondo, por haber sido arrastrados los coloides hacia dicho lugar quizás en parte absorbidos a las partículas celulósicas de la porción insoluble del extracto.

Como vemos, la acción física mecánica de la dilución parece dejar en libertad componentes más refractivos, siendo este efecto más intenso en el tratamiento con hidróxido de calcio (M 3) que en el hidróxido de sodio (M 2) en la posición I observándose el fenómeno inverso en la posición III.

Ampliando este tipo de ensayo con otras sustancias de efecto manifiesto sobre la dispersión coloidal se procedió de acuerdo al siguiente planeo:

Muestra 4: Solución de tanino 0,25%.

Muestra 5: Solución de sulfato de cobre 0,25% (solución 0,050 Normal).

Muestra 6: Solución de sulfato de amonio 0,50 % (solución 0,082 Normal).

Muestra 7: Solución de sulfato de aluminio 0,50% (solución 0,045 Normal).

Muestra 8: Solución de ácido clorhídrico hasta pH 3,5.

Luego de 24 horas de decantación se pipetearon muestras en las tres posiciones siguiendo el mismo planteo; se obtuvieron los siguientes resultados:

T A B L A N° 14

Ensayo de floculación coloidal; el extracto utilizado (N° 72) presentaba un valor Z. de R.O. 40, 2 y un R.S.O. de 40,23 %.

		M 4	M 5	M 6	M 7	M 8
I	R. S. O.	36,40	36,05	36,83	36,88	39,46
	Z. 10/10	36,4	37,0	41,6	37,3	39,2
II	R. S. O.	43,08	41,36	37,38	39,68	40,46
	Z. 10/10	35,0	41,5	40,8	39,8	40,6
III	R. S. O.	47,66	46,11	45,85	49,50	44,50
	Z. 10/10	38,8	39,5	42,8	40,6	40,2

Volvemos a observar que el máximo efecto de floculación sobre los coloides los ejerce el tanino (M 4), luego el sulfato de cobre (M 5) y el sulfato de aluminio (M 7).

El efecto del pH 3,5 (punto isoeléctrico de la globulina del tomate) obtenido por adición del ácido clorhídrico (M 8) resulta notable por su menor variación en las tres posiciones, en relación a los otros ensayos; es también el único caso en que el valor Z. en la posición I es mayor a su correspondiente R.S.O.

En este segundo ensayo es notable el efecto floculante de los electrolitos utilizados, en la posición III, en relación al efecto peptizante del ensayo anterior.

g) *Otros efectos observados sobre el factor C.I.*

La forma más sencilla de reducir los coloides fué filtrando un extracto diluído a la mitad por tierra de infusorios, el filtrado nos proporcionó un grado refractométrico menor a su si-

milar sin filtrar y también menor a la mitad del grado refractométrico del extracto utilizado para el ensayo.

**T A B L A N° 15**

Muestras filtradas por tierra de infusorios.

MUESTRA	Z.	Z/2	Z/2 filtrado
9	41,3	21,2	19,9
10	40,0	20,2	18,9
11	40,8	20,7	19,1
25	30,2	15,6	14,4
65	37,3	18,6	17,3

El hecho de haber encontrado tres muestras que habían expulsado espontáneamente algo de suero, casi límpido y en suficiente cantidad como para realizar una lectura refractométrica, nos proporcionó valores Z. inferiores al Residuo Óptico del correspondiente extracto efectuado en la forma clásica de expresión a través de muselina.

**T A B L A N° 16**

Z de muestras exprimidas en relación a Z de su suero.

MUESTRA	Z de R. O.	Z suero
8	32,9	31,8
55	34,0	32,5
57	33,2	30,4

Estas cifras nos demuestran que el líquido turbio exprimido a través de muselina, tiene mayor grado refractométrico que el correspondiente suero límpido exudado.

h) *Efecto de la electroforesis sobre el factor C.I.*

En un intento sencillo de electroforesis, nos fué posible obtener también una confirmación interesante, así pues, en un tubo en U., llenado con una dispersión decantada de extracto diluido a 1/10, y sometido a una corriente continua de 6 volts 10 amperes con electrodos de platino se observaron los siguientes resultados:

T A B L A N° 17

Ensayo de electroforesis.

POLO	POSITIVO		NEGATIVO	
	AMBAR TURBIO		CASTAÑO LIMPIDO	
DETERMINACION	Z	pH	Z	pH
0 horas . . . . .	3,7	4,1	3,7	4,1
24 horas . . . . .	3,95	2,6	3,7	4,8
36 horas . . . . .	3,95	2,6	3,75	4,8
48 horas . . . . .	3,95	2,6	3,75	4,8

Este ensayo nos indica que la anaforesis es mucho más intensa en los coloides del extracto que la cataforesis, poniéndose de manifiesto por una mayor turbidez en el ánodo y proporcionándonos un grado refractométrico incrementado con relación a su valor primitivo.

### CONCLUSIONES Y DISCUSION

1) El índice de refracción nos proporciona una forma de medir más rápida y adecuadamente la operación industrial de concentración de extracto de tomate.

2) El valor del grado refractométrico del extracto de tomate medido en escala azucarina, medido a 20°C. de temperatura coincide prácticamente con el valor del residuo seco determinando por método oficial (tabla N° 11). Esta coincidencia entre el grado refractométrico y el Residuo Seco Oficial, es simplemente casual, mientras que el residuo secado en estufa de vacío (Tabla N° 1) resulta 7% mayor. (7)

3) La influencia de la temperatura sobre el grado refractométrico puede desglorarse en dos factores de corrección (factor E) que sólo sirve para referir a 20°C., la lectura hecha en el aparato refractométrico a una temperatura distinta de tal; y otro factor de corrección intrínseco (factor C.I.) que depende de la naturaleza del extracto.

4) El valor del factor C.I. varía según la materia prima que ha dado origen al extracto (tomate maduro, tomate verde, peladuras y recortes, etc.) y si la proporción de cloruro de sodio es elevada o no; requiriéndose por esta razón una constante vigilancia y supervisión por parte de un idóneo para establecer su oscilación a lo largo de la temporada (Tabla 2).

5) El factor C.I. está influenciado por el efecto refractivo de los coloides, según se encuentren éstos más o menos dispersos en el líquido intersticial del extracto (exprimiendo una muestra en caliente obtenemos un líquido más refringente, de mayor grado refractométrico, por cuanto las mezclas coloidales se encuentran en mayor abundancia que cuando la muestra se exprime en frío; en este último caso los coloides quedan retenidos en una mayor proporción en la trama insoluble del extracto, sin desprenderse al exprimir la muestra).

### R E S U M E N

Se analizan las causas de las desviaciones del grado refractométrico en relación al valor porcentual del residuo seco en extracto de tomate, debidas al efecto de la temperatura. Se desglosan dos factores, uno de carácter extrínseco al extracto de tomate y que está en relación directa a la temperatura del sistema óptico del aparato en el momento que se realiza la medición; el otro factor de corrección es de carácter intrínseco al extracto (factor C.I.) y es atribuible a los coloides presentes en el extracto y que varían en su efecto refractivo según sea el grado de madurez de la materia prima y el contenido en cloruro de sodio.

### BIBLIOGRAFIA

- 1) A. O. A. C.: Official and Tentative. Methods of Analysis —sexta edición 1945; página 596.
- 2) BERGERET, G: Conservas Vegetales: Frutas y Hortalizas —Salvat 1953; página 283-284.



- 3) CAMPBELL, C. H.: Campbell's book. A. Manual on Canning Pickling and Preserving. Vence Publishing Corporation. Tercera Edición 1950 —Chicago; página 48.
- 4) CRUESS, W. V.: Comercial Fruits and Vegetable Products —Mc. Graw. Hill 1948; páginas 445-447.
- 5) EMANUELE, F.: Industria Delle Conserve. Hoepli 1946; página 361.
- 6) GURLEY, N. F.: Control of Specific Gravity of tomato products by use of the Abbe refractometer. Research Department Continental. Can Company (folleto).
- 7) NATIONAL CANNER'S ASSOCIATION: *Bulletín 27L*.
- 8) WINTON, A. L. y WINTON, K. B.: *Análisis de Alimentos*. Editorial Hasa 1947; página 695.
- 9) WOODMAN, A. *Food Análisis*. 4ta. edición, Mc. Graw Hill 1941; páginas 313-317.

