

**PAPAS CHIPS VIII – TABLAS DE CONVERSION Y LOS PARAMETROS DE CALIDAD DE TUBERCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA\***

Ceferina R. Ordóñez (1); J. C. Liffongelli (2); A. Chiesa (1 y 2); Cecilia Abarza (1); F. Martinuzzi (1); G. H. Aguilar (1); E. E. Pagano (1) y N. Szentivanyi (1)

Recibido: 7/7/81

Aceptado: 3/11/81

**RESUMEN**

Los valores de peso específico (pe), materia seca (MS) y almidón de los tubérculos de papa son elementos importantes para seleccionar los cultivares (cvs) que se industrializan. Estos tres parámetros se han relacionado por las tablas de conversión, las que a través del dato experimental del pe permiten obtener los de MS y de almidón. Estas tablas son extranjeras, por ello se comparan nuestros valores experimentales de almidón y MS, con lo que se obtendrían de dichas tablas y/o ecuaciones matemáticas. De la confrontación de valores surge la necesidad de disponer de tablas de conversión realizadas en el país, a fin de contar con datos de mayor valor.

Se analizaron almidón y materia seca de distintos cvs, de cosecha 1965 a 1980, de diferentes zonas productoras del país, con distinto estado fisiológico y período de almacenamiento. Los valores promedio de materia seca (1.200 determinaciones) y de almidón (600 determinaciones) se correlacionaron.

El contenido de MS y de almidón influyen en la calidad de las papas fritas chips. Es importante cuantificar con precisión estos valores para los tubérculos destinados para la industria.

**POTATO CHIP VIII – CONVERSION TABLES AND QUALITY PARAMETERS OF POTATO TUBERS (*Solanum tuberosum* L.) AS RAW MATERIAL FOR CHIPPING**

**SUMMARY**

Specific weight, dry matter and starch contents of potato tubers are of interest for the election of the right cultivar (cv) for industry. Through the experimental value of the specific weight it is possible to obtain dry matter and starch figures by means of conversion tables or mathematic equations. Starch and dry matter contents of tubers from different cvs in relation with area of productions physiological stage and period of storage were analyzed during the harvest period 1965-1980. Dry matter values from 1.200 analysis and starch values from 600 analysis were correlated. We compared our experimental figures with the ones obtained by tables. It is necessary conversion tables made in Argentina for getting great accuracy.

It is important the quantification of dry matter and starch contents because of their influence in the quality of chips.

---

\* Trabajo presentado a la IV Reunión Nacional de la SAO (Sociedad Argentina de Olericultura), Salta 9/12 de junio de 1981.

Este trabajo forma parte del plan de investigación "Influencia de la conservación y de los inhibidores de la brotación en la composición química de los tubérculos de papa y su relación con la calidad de la papa chip y de otras formas de procesado", integrado al Plan Nacional de Alimentos subvencionado por la SECYT.

(1) Cátedra de Bioquímica – Departamento de Química.

(2) Cátedra de Olericultura – Departamento de Producción Vegetal – Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 - (1417) Buenos Aires, Argentina.

## INTRODUCCION

Los valores de peso específico, materia seca y almidón son elementos importantes en la selección de cultivares para los distintos tipos de procesamiento industrial. La correlación entre ellos es de sumo interés para los investigadores que continúan estudiándolo: El Baz, 1979; Ordóñez, 1966; Schippers, 1976; Verma, 1971 y 1977; Woobury, 1964; Zaehringer *et al.*, 1966.

A través del dato del peso específico (*pe*) experimental de los tubérculos, se pueden obtener los contenidos de almidón y de materia seca (*MS*), aplicando las distintas tablas de conversión.

Tanto la *MS* como el almidón, se relacionan con la calificación comercial de los tubérculos y con la calidad del producto terminado, de preferencia con las papas fritas chips.

Uno de los objetivos del presente estudio fue comparar nuestros valores experimentales de almidón y de (*MS*) con los que se obtendrían aplicando las tablas de conversión y/o ecuaciones citadas en la bibliografía, las que se utilizan como único dato experimental al *pe*. En segunda instancia se estudió la correlación entre almidón y materia seca de nuestros datos experimentales. Se discute la validez de los datos obtenidos aplicando

las tablas extranjeras a tubérculos de la Argentina y se indica la conveniencia de realizar tablas que resuman los valores experimentales del país.

## MATERIALES Y METODOS

### Material vegetal

Se utilizaron tubérculos de *Solanum tuberosum* L.; los distintos cultivares, con distinta procedencia y de cosechas de 1965 y 1980, analizados se indican en el cuadro 1.

### Determinaciones

Peso específico (*pe*), por la técnica de Whittenberger (1950) materia seca (*MS*), por la técnica del AOAC (1970); almidón según Winton y Winton (1947).

### Análisis estadístico

Se determinaron: media, mediana, modo, desviación estándar (*DS*), coeficiente de regresión y ecuación de la recta de regresión.

Para calcular *MS* y almidón basados en el dato de *pe*, se aplicaron las siguientes ecuaciones:

ecuación	autor
$MS = pe - 0,0992/0,0042$	Davin 1970
$MS = -196,98 + 201,72 \times pe$	Fitzpatrick y col (1969)
$MS = 240,414 - 237,215 / pe$	Quarnby y col (1972 a)
$MS = -207,709 + 211,04 \times pe$	Quarnby y col (1972 b)
$MS = -163,0181 + 169,3354 \times pe$	Verma (1971)
$MS = 24,182 + 211,04 (pe - 1,0988)$	Von Scheele (Murphy, 1959)
$Almidón\ g\% = -181,4600 + 181,7187 \times pe$	Verma (1971)
$Almidón\ g\% = 17,564 + 199,07 (pe - 1,0988)$	Von Scheele (Murphy, 1959)

CUADRO 1: Cultivares analizados, zona de procedencia y año de cosecha.

Cv	Procedencia	Año
Ballenera	Balcarce	1978/79
	La Plata	1978
Cinco Cerros	San Pedro (Buenos Aires)	1965
Huinkul	Balcarce	1965/66; 1969/70; 1972/73
	Córdoba	1966
	San Pedro (Buenos Aires)	1965; 1968
Kennebec	Balcarce	1969/70; 1978/79; 1979/80
	Buenos Aires (FA-UBA)	1977; 1978; 1979
	La Plata	1977; 1978
	San Pedro (Buenos Aires)	1968
	Alvarez (Santa Fe)	1968
Santa Rafaela	Balcarce	1968/69
Sebago	Balcarce	1968/69
	San Pedro (Buenos Aires)	1968
Sierra Larga	Balcarce	1968/69
Spunta	Balcarce	1978/79
	Tucumán	1978
White Rose	Balcarce	1968/69; 1972/73
	San Alberto (Córdoba)	1968
	Mendoza	1965
	Alvarez (Santa Fe)	1968
	Aguilares (Tucumán)	1969

Los valores de Kehr, Ullman y Maine, se obtuvieron de las tablas de conversión respectivas.

cosecha. Posteriormente se unificaron todos los valores del período 1965 a 1980, tanto en los cuadros como en los gráficos.

## RESULTADOS

Los resultados se señalan en los cuadros y figuras correspondientes. Los datos se estudiaron agrupándose en dos bloques:

- Valores correspondientes a las cosechas 1965/77 y 1979/80.
- Valores correspondientes a la cosecha 1978/79.

Esta discriminación se realizó por el comportamiento particular de esta última

## DISCUSION

En el valor experimental del *pe* influyen numerosos factores: composición química y tamaño de los gránulos de almidón; composición del líquido intercelular del parénquima y de la masa de gases en este espacio y en el interior del tejido; de la suberización de la piel del tubérculo; del grado de hidratación del parénquima, entre los factores más relevantes. La determinación del *pe* se realiza utilizando el hidrómetro o bien por la técnica de Whittenberger, ambas de fácil ejecución.

**CUADRO 2: Valores de materia seca (g%) de cosechas 1965/1977 y 1979/1980, experimental y calculados.**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
MS	21,98	20,96	23,46	22,43	19,50	24,35	23,26	22,04	22,93
DS	2,27	3,77	4,69	4,98	2,65	1,95	4,62	3,94	4,91

**CUADRO 3: Valores de materia seca (g%) de cosecha 1978/79, experimental y calculados.**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<b>MS</b>									
máxima	23,19	23,27	23,19	23,19	20,73	23,08	23,03	21,68	23,37
mínima	20,65	20,15	20,09	18,88	19,52	20,02	19,95	19,16	19,15
<b>DS</b>									
máxima	2,48	3,93	2,52	3,73	2,70	3,52	3,48	3,01	3,39
mínima	2,48	2,76	2,47	2,72	2,52	2,42	2,53	2,02	2,43

**CUADRO 4: Valores de MS (g%), cosechas 1965/1980; experimental y calculados.**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
MS	21,94	21,45	22,60	21,66	19,80	22,95	22,31	21,18	22,02
DS	2,39	3,56	3,73	4,19	2,61	2,54	3,89	3,30	4,02

**CUADRO 5: Valores de almidón (g%), cosecha 1978/79, experimental y calculados.**

	I	IV	X	VIII	IX
<b>almidón</b>					
máximo	15,13	16,53	16,75	17,02	16,08
mínimo	13,82	13,50	13,50	14,01	12,86
<b>DS</b>					
máxima	2,16	3,49	3,57	3,22	3,45
mínima	2,01	1,89	1,93	3,71	2,35

**CUADRO 6: Valores de almidón (g%), cosechas 1965/1980, experimental y calculados.**

	I	IV	X	VIII	IX
almidón	14,62	17,67	17,70	17,21	16,51
DS	2,04	4,49	6,28	4,27	4,62

*Referencias cuadros 2 a 6.*

I: experimental; II: Davin (1970); III: Fitzpatrick (1969); IV: Kehr (1964); V: Maine (1977); VI: Quarnby (1972a); VII: Quarnby (1972b); VIII: Verma (1971); IX: Von Scheele (1959); X: Ullman (1931).

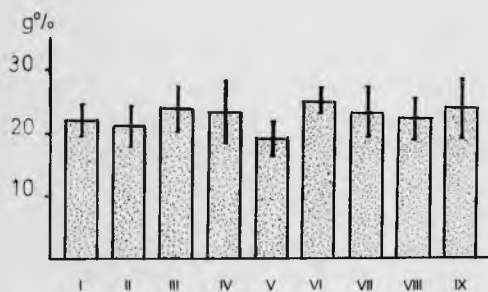


Figura 1: Valores promedio de materia seca, cosechas 1965/1977 y 1979/1980.

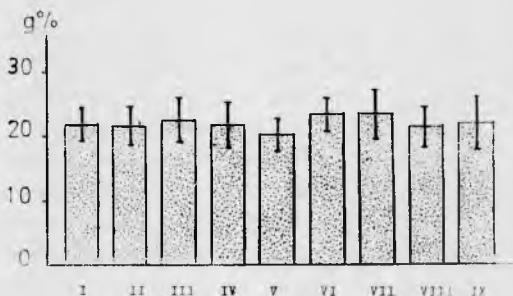


Figura 3: Valores promedio de materia seca, cosecha 1965/1980.

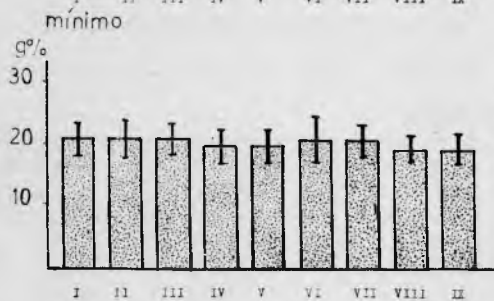
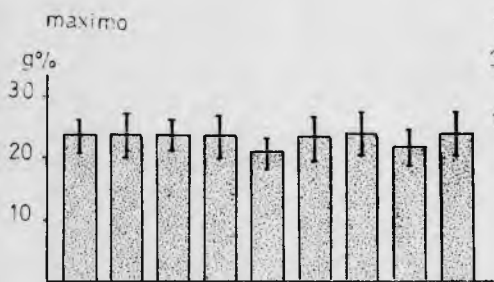


Figura 2: Valores promedio de materia seca, cosecha 1978/1979.

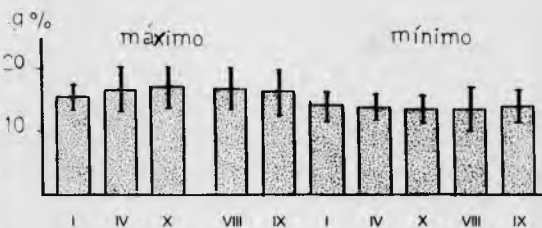


Figura 4: Valores promedio de almidón, cosecha 1978/1979.

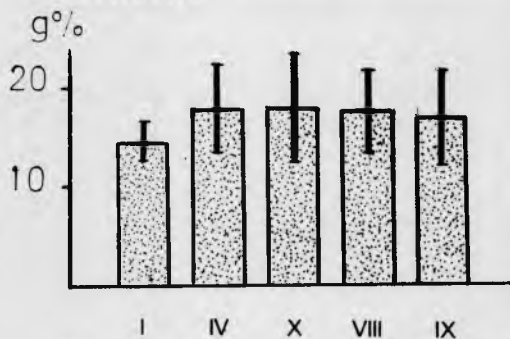


Figura 5: Valores promedio de almidón, cosecha 1965/1980.

Referencias figuras 1 a 5.

I: experimental; II: Davin (1970); III: Fitzpatrick (1969); IV: Kehr (1964); V: Maine (1977); VI-VII: Quarnby (1972); VIII: Verma (1971 y 1977); IX: Von Scheele (1959); X: Ullmann (1931).

La **MS** del tubérculo representa la sumatoria de los hidratos de carbono, proteínas, lípidos y sales, entre los constituyentes que están en mayor proporción. En cuanto al almidón representa entre un 60 a 80% de la **MS**, por lo cual influye en forma marcada en el valor del **pe**. Ordóñez (1966) en un enfoque preliminar del problema estudió la relación entre **pe** y almidón, comprobando la disparidad de valores de contenido de almidón experimental y los calculados a partir del dato de **pe**, utilizando la tabla de Von Scheele.

Dado que actualmente se dispone de un gran volumen de datos experimentales de almidón y de **MS**, se han comparado con los que se obtendrían de las tablas y/o ecuaciones citadas anteriormente y que permiten su cálculo a través del **pe**.

Al analizar nuestros valores y los calculados (cuadro 2 y figura 1), se anotan diferencias, tanto del experimental comparado con los cálculos como de éstos entre sí. En cuanto a los datos que corresponden a la cosecha 1978/79 (cuadro 3 figura 2) el valor experimental máximo resulta similar a seis de los ocho valores calculados y el valor mínimo experimental concuerda con cuatro de los ocho valores calculados.

En el cuadro 4 y figura 3 se unificaron todos los datos de todas las cosechas 1965/1980. El contenido promedio de **MS** experimental es diferente de los deducidos de ta-

blas y/o ecuaciones; el valor de la **DS** experimental es sensiblemente menor, por lo cual nuestra variabilidad es más pequeña.

Respecto al contenido de almidón, cosecha 1978/79, según cuadro 5 y figura 4, resulta evidente que el valor promedio experimental máximo es inferior en todos los casos a los calculados, como así también la **DS**. El valor promedio experimental mínimo y su **DS** no difieren tanto de los calculados. En el cuadro 6 y figura 5 se anotan los valores promedios de almidón experimental y calculados, de todas las cosechas 1965/80. De la comparación de valores surge que cvs utilizados en la Argentina contienen menor cantidad de almidón de la que se le asignaría aplicando las tablas de conversión y/o ecuaciones. En todos los casos, al usarse tablas extranjeras se les adjudicaría un contenido de almidón erróneo por exceso, independientemente de la tabla que se utilizase.

En el cuadro 7 figuran los datos de **MS** (valor promedio de 1.200 determinaciones individuales) y de almidón (valor promedio de 600 determinaciones individuales), que fueron obtenidos analizando diferentes cvs de cosechas desde 1965 a 1980, con distinta procedencia estado fisiológico y períodos de almacenamiento. El estudio estadístico de los valores de **MS** y de almidón indica su real validez. Analizada la frecuencia, el modo y la mediana caen dentro del mismo intervalo de

CUADRO 7: Análisis estadístico de los valores experimentales.

	x	DS	Cv %	Modo	Mediana	Intervalo de clase
Materia seca (g%)	21,84	2,77	12,60	21-22	21-22	1
Almidón (g%)	14,62	2,04	13,95	14-15	14-15	1
Almidón %MS	67,00	7,60	11,34	68-71	65-68	3
Relación:						
almidón/MS	0,67	0,076	11,34	0,68	0,68	0,01

Para **MS** el dato promedio representa el valor de 1.200 determinaciones individuales y los de almidón son promedio de 600 determinaciones individuales. Los cultivares de papa analizados son de distintas procedencias y de diferentes años agrícola (cuadro 1), como así también diferentes períodos de almacenamiento y estado fisiológico.

CUADRO 8: Contenido de almidón y materia seca según la bibliografía.

Autor	MS g%	almidón g%	año
Bewell F. R.	20 - 26		1967
Burtea O.	19,20 - 29,20		1977
Choudhuri R. N.	22,60 - 24,60		1963
Davin A.	22,20		1970
Hansen H. J.	22,20	18,90	1976
Heinze P. E.	15 - 21		1955
Heminger	15,90 - 23,90		1972
Hogan	20,50 - 23,50		1969
Muresan		13,60 - 21,70	1976
Nys L.	19,42 - 22,45		1972
PapaaykonN.		13,30 - 19,60	1977
Smith O.	20,20		1969
Talburt W. F.	22,25		1967
Ullman F.	25,27	14,53	1931
Verma	21 - 23		1975
Yamaguchi	19,30 - 16,00		1966

clase, luego la distribución de los datos respecto a la media, es simétrica.

Nuestros valores experimentales están comprendidos en la gama de los que se indican en la bibliografía mundial. En el cuadro 8 se señalan contenidos de almidón y MS de autores estadounidenses, europeos e hindúes, abarcando un lapso desde 1931 a 1978.

Se consideró la correlación entre el almidón y la MS y en la figura 6 se graficó el almidón en función de la MS, para los valores de la cosecha 1978/79. Se indica la ecuación de regresión de la recta y el coeficiente de correlación  $r = 0,94$ , lo que indica una alta correlación. Al tomarse en cuenta todos

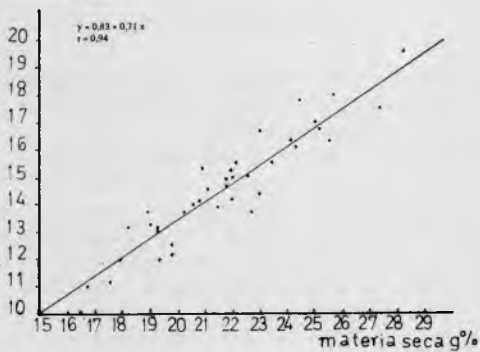


Figura 6: Correlación almidón materia seca, cosecha 1978/1979.

los datos del período 1965/80 se obtuvo una correlación más baja, con una mayor dispersión de datos, según se observa en la figura 7, atribuible quizás a las diferentes condiciones de almacenamiento de las cosechas 1965 a 1977 con respecto a la correspondiente a 1979/80.

La calidad de los tubérculos para el procesado depende de los contenidos de MS y de almidón, ya que estos dos parámetros se relacionan con la calidad de la papa frita chip por influir en la textura, crocancia y fijación de aceite en el producto terminado (cuadro 9). Por ello, importa cuantificar correctamente el contenido de MS y de almi-

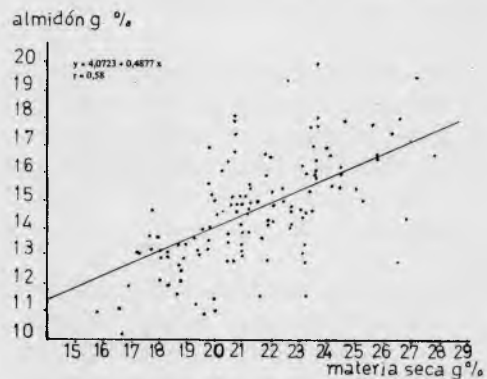


Figura 7: Correlación almidón materia seca, cosecha 1965/1980.

CUADRO 9: Contenidos de MS, calidad culinaria y fijación de aceite.

Autor	MS g%	cv	Calidad	Fijación de aceite
Bewell, (1937)	20-23	—	pobre	—
	23-26	—	buena	—
Davin, (1970)	26	—	excelente	—
	23	—	—	35,40
Ordóñez, (1977)	22,49	Huinkul	—	41,74
	20,58	White Rose	—	38,30
Ordóñez, Limongelli et al., (1980)	22,70	Ballenera	regular	41,66
	19,80	Spunta	regular	43,26
Pope, (1971)	23-26,9		muy buena	
	20,10	Kennebec	—	40,30
	23,00	Clon 322-6	—	34,10
	26,90	Clon 321-65	—	31,80

dón de los tubérculos. Puede asumirse que de acuerdo con la tabla y/o ecuación que se emplee resultarán diferencias en la apreciación que se realice (cuadros 2 a 6). Señalamos la necesidad de contar con tablas de conversión realizadas en la Argentina, sobre la base de datos experimentales de *pe*, almidón y *MS*, de tubérculos producidos en el país.

### CONCLUSIONES

Del análisis de estos resultados se infieren las siguientes conclusiones:

No resulta aconsejable la utilización de tablas de conversión y/o ecuaciones matemáticas estimadas en el extranjero, para obtener los valores de almidón y de materia seca, a través del dato experimental de peso específico.

Se considera necesario elaborar tablas de conversión con datos del país, analizando tubérculos de los distintos cultivares utilizados y provenientes de las distintas zonas de producción.

- Es fundamental la elección de los cultivares de papa según destino.
- Los cultivares de papa para uso industrial también deberán ser clasificados de acuerdo con un estándar de calidad.

### AGRADECIMIENTO

Se agradece a los Ayudantes: Verónica Rusch, Roberto L. Benech Arnold, María Inés Carpi, Carlos F. Greco y José Paruelo, por la asistencia técnica en los cálculos analíticos.

### BIBLIOGRAFIA

- 1) AOAC, 1970. Official Methods of Analysis. Association of Official Agriculture Chemists, ed 11a, Washington, USA.
- 2) Bewell. E. R., 1937. Determination of cooking quality of potatoes. *Amer. Pot. J.*, 14: 235-242.
- 3) Burtea, O. et E. Mirea, 1977. Certari asupra calitatilor tehnologice a la siurilor zonate de cartofi in vederea prelucrariorin deshidratare si prejira. *Lucrari Stiintifice*, 8: 23-20.
- 4) Choudhuri Roy, R. N., 1963. Chemical composition of some variety of potato. *Food Sci.*, 12 (9): 249 250.



- 5) Davin, A., 1970. Incidence du teneur de la matière sèche dans les pommes de terre et leur application pour la elaboración de les chips. *Industrie Alim. Agric.*, 8 (12): 1527-1534.
- 6) El-Baz, E. A., 1979. Some factors: harvest date, timing last irrigation before harvest affecting specific gravity and some chemical constituents of potato tubers. *Res. Bull. Fac. Agric., Ain Shams Univ.*, No 1049, 17 pág.
- 7) Fitzpatrick, T. J.; W. L. Porter and G. C. V. Houghland, 1969. Continued studies of the relationship of specific gravity to total solids of potatoes. *Amer. Pot. J.*, 45 (4): 120-127.
- 8) Hansen, H. J., 1976. Dyrkning faktorer indflydelse PA Forskellige Kvalitetse gnsKaber hos kartofler. *Reportic, København*, nov.
- 9) Heinze, P. E.; E. M. Kirkpatrick and E. F. Dochterman, 1955. Cooking quality and compositions factors of potatoes of different varieties from several commercial locations. *USDA, Techn. Bull.*, No 1106, march, 70 p.
- 10) Heminger, M. R., 1972. Yield and quality of 4 varieties of potato harvest at different dates in Pennsylvania. *Diss Abs. Int. B.*, 33 (1): 19 No 72, 19318.
- 11) Hogan, J. M., 1969. Colour of potato chip in relation with solid and some chemicals constituents. *19th Nat. Pot. Utilization Conference ARS*, 73/05 USDA.
- 12) Kehr, E.; R. V. Akeley and G. V. C. Houghland, 1964. Commercial potato production. *Agric. Handbook*, No 267, ARS, USDA, july.
- 13) Maine, 1977. Potato variety trials, Grand Isle. *Bull. Expt. Stat. Maine*.
- 14) Muresan, S., 1976. The behaviour of some new potato cultivars under Romanan conditions. *Lucrari Stiintifice*, 7, 71-75.
- 15) Nys, L. et R. Biston, 1972. Le production de pommes de terre en vue de leur utilisation en conserve (Appertisation). *Bull. INACOL*, 23 (7/8): 192-236.
- 16) Ordóñez, C. R., 1966. Relaciones entre materia seca, almidón y densidad en papas. Observaciones a las tablas de conversión. *Rev. Farm.*, 109 (3/4): 58-64.
- 17) Ordóñez, C. R., 1977. Papas chips IV-Relación entre materia seca, aceite fijado y rendimiento en chips. *Rev. ABA*, 41 (230/231): 95-100.
- 18) Ordóñez, C. R.; J. C. Limongelli y A. Chiesa, 1979. Las variedades Ballenera y Spunta, posibilidad de su empleo en la industria de las papas fritas chips. *Rev. ABA*, 43 (239): 216-223.
- 19) Papaaykon, I., 1977. Processing characteristic of *Solanum tuberosum*, *Solanum stoloniferum* hybrids. *Amer. Pot. J.*, 48: 403-409.
- 20) Quarnby, A. R. and D. A. Ratowsky, 1972. Studies of distribution of size, specific gravity, dry matter content and gross anatomy of potato tubers. *Food Res. Report CSIRO*, oct. 42, pág.
- 21) Schippers, P. A., 1976. The relationship between specific gravity and percentage of dry matter content in potato tubers. *Amer. Pot. J.*, 53 (4): 111-112.
- 22) Talburt, W. F. and D. Smith, 1967. Potato Processing. Ed. AVI, ed 2a Westport Connecticut USA.
- 23) Ullman, F., 1931. *Enciclopedia Industrial*. t. 4, pág. 337. Ed E. Gili, Barcelona, España.
- 24) Verma, S. C., 1971. Specific gravity and components of dry matter. Report of 25th Scientific for the year 1974. Central Pot. Research Institut, Simla, India.
- 25) Von Scheele, C. citaded by H. J. Murphy and M. J. Goven, 1959. Factors affecting the specific gravity of the white potato in Maine. *Maine Agric. Expt. Stat. Bull* No 583, may. 18 p.
- 26) Whittenberger, R. T., 1950. Observation on sloughing of potatoes. *Food Res.*, 15 (4): 331-339.
- 27) Winton, A. T. y K. V. Winton, 1947. Análisis de Alimentos. Ed HASA, Bs. As.
- 28) Woobury, G., 1964. Specific gravity-solids correlations in Russet Burbank with respect to point of origin and story history. *Amer. Pot. J.*, 42, 98-104.
- 29) Yamaguchi, M.; H. Timm; M. D. Cleggs and F. D. Howard, 1966. Effect of stage of maturity and post-harvest conditions on sugar conversion and chip quality of potato tubers. *Proc. Amer. Hort. Sci.*, 89, 456-463.
- 30) Zaehring, M. V.; H. Cunningham and W. Sparks, 1966. The stimation of total solids from specific gravity. *Potato Handbook*, 11: 46-47.