

Tesis de Posgrado

Características físico químicas y composición en ácidos grasos de los aceites de germen de sorgos argentinos de distintas variedades

Berretta, Alberto Mario

1962

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Químicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Berretta, Alberto Mario. (1962). Características físico químicas y composición en ácidos grasos de los aceites de germen de sorgos argentinos de distintas variedades. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1112_Berretta.pdf

Cita tipo Chicago:

Berretta, Alberto Mario. "Características físico químicas y composición en ácidos grasos de los aceites de germen de sorgos argentinos de distintas variedades". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1962.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1112_Berretta.pdf

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

1112

FCEN-BA.

1 20 3

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

"Características físico químicas y composición
en ácidos grasos de los aceites de germen
de sorgos argentinos de distintas variedades".

Alberto Mario Berretta

Resumen presentado para optar al
Título de Doctor en Química

Año 1962

R. de T. 1112

1112

FOYVA

En el presente trabajo se ha dado comienzo a estudios químicos de composición de aceites de germen de sorgos argentinos. Este grano cuyo cultivo se incrementa paulatinamente en el país, es motivo de explotación industrial en los Estados Unidos y en otros países, derivando de tales procesos una gama de productos similares a los que se obtienen del grano de maíz.

En la primera parte se presenta una información somera acerca del cultivo, cosecha y variedades adaptadas en el país. Asimismo se reseña la utilización de este grano en la alimentación de ganado proporcionando información bibliográfica reciente sobre su composición química, contenido vitamínico y composición en aminoácidos de sus proteínas. También se hace un comentario, basado en estudios sistemáticos actuales tomados de la literatura, acerca de la utilización del grano de sorgo en la fabricación de cerveza.

Las partes II y III se refieren concretamente al trabajo experimental realizado: estudio de las características y composición química de los aceites de sorgos argentinos. En ese sentido se ha operado sobre partidas de sorgo de las principales variedades cultivadas en el país, procediéndose a la degerminación por vía húmeda, a la extracción de los aceites del germen con hexano técnico y al estudio de sus principales características físico-químicas y composiciones acídicas. Como complemento se presentan análisis someros de composición del germen agotado por hexano.

Se han considerado sorgos de las siguientes variedades, localidades y provincias de cultivo (cosecha 1959-60): "Martin", "Plainsman", "Early Kalo" y "Combine Kafir 60" de Manfredi (Córdoba); "Feterita Pergamino", "Feterita Selección Pergamino", "Plainsman" y "Martin Milo" de Pergamino (Buenos Aires); "Milo Doble Enano" y "Westland" de Anguil (La Pampa); "Napalpí" de R.S. Peña (Chaco) y "Azucarado Leoti", "Early Kalo" y "Martin Milo" de Constitución, Rosario, San Lorenzo (Santa Fé). En orden sucesivo de experimentación se operó así:

1).- Degerminación por vía húmeda de partidas de aproximadamente 10 Kg de grano de cada variedad. Se observaron rendimientos en germen seco al aire, entre 2,9 y 4,2 % de grano entero. Se pudo establecer que

FOYBAA

es menester estudiar cuidadosamente la degerminación de este grano con vistas al campo industrial, a fin de lograr degerminaciones cuantitativas en la obtención de gérmen libre de otras partes del grano.

2).- Molienda del gérmen de cada variedad, agotamiento con hexano técnico y aislamiento de los aceites brutos de extracción. Se obtuvieron como tales aceites de color amarillo intenso y variable, que enturbian por enfriamiento a 15-20°C. Los rendimientos observados oscilaron entre 18,5 y 30,8 % de gérmen seco al aire, (0,60 - 1,29 % de grano entero). Estas cifras son muy inferiores a las mencionadas en la literatura (2,41 - 3,16 % sobre grano entero para sorgos norteamericanos), logradas por extracción del grano sin degerminación y previamente liberado del material céreo exterior. Los sorgos argentinos rinden, sin embargo, 1,95 - 2,93 % de aceite por extracción directa del grano molido, previamente liberado del material céreo. Los rendimientos en cera (extracción del grano entero con hexano hirviente) oscilaron entre 0,20 y 0,35 % de grano entero. Se concluye que los contenidos en aceite y en cera de los sorgos argentinos son similares a los de los sorgos norteamericanos. Asimismo, que los bajos rendimientos calculados en base al aceite extraído del gérmen se deben a las deficiencias notadas en el proceso de degerminación, que resultó distante de ser cuantitativo.

3).- Determinación de las principales características físico-químicas de los aceites brutos de extracción. Se determinan en cada caso, habiendo registrado los siguientes valores extremos: p.e. 25/4°C 0,9128-0,9159; índice de refracción a 25°C 1,4710-1,4730; índice de saponificación 187,4-191,5; índice de iodo (Hanus) 116,9-125,5; n° de acidez (mg KOH/g) 5,5-32,3; insaponificable total 2,29-3,37; índice de iodo del insaponificable 76,7-107,6.

4).- Determinación de los contenidos en tocoferoles totales. Desde que no se registran antecedentes bibliográficos sobre este punto, se determinaron tales contenidos operando sobre aceites y sobre los respectivos insaponificables. Los contenidos extremos (expresados en mg α -tocoferol/100 g de aceite) fueron: 40,3-87,4 y 31,2-105,2 en determinaciones sobre aceites e insaponificables respectivamente. Estas cifras señalan en general, valores ligeramente superiores para las determinaciones sobre insaponificables, circunstancia que

FOYBIA

llama la atención desde que se afirma que en el reino vegetal no existirían tocoferoles en forma de ésteres. Se concluye que los aceites de germen de sorgos estudiados contienen tocoferoles dentro de los valores extremos registrados en aceites de germen de maíz argentinos (41,9-167,0 mg/100 g).

5).- Determinación de las composiciones acídicas.

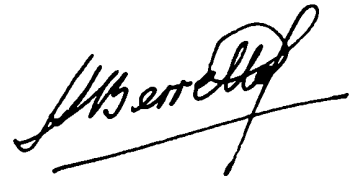
Operando por aplicación de la técnica espectrofotométrica en el U.V. y luego de isomerización alcalina, se determinaron tales composiciones en los 14 aceites, registrando los siguientes valores extremos (% de ácidos totales): ácidos saturados totales 14,7 - 23,2; oleico 13,8 - 37,3; linoleico 46,2 - 59,5; linolénico 0,8 - 3,0; dienos y trienos conjugados preexistentes 0,3 - 1,3. Por tanto, son componentes mayores los ácidos oleico y linoleico. En los aceites de sorgos argentinos se registran mayores contenidos en ácidos saturados totales, menores en oleico y mayores en linoleico que en los aceites de sorgos norteamericanos. La representación gráfica de todos los valores de composición encontrados en función de los índices de iodo de los aceites, indica que a mayores valores de estos últimos corresponden mayores contenidos en ácido linoleico y en saturados totales y menores contenidos en ácido oleico.

En dos casos se determinaron las composiciones acídicas por destilación fraccionada de los ésteres metílicos de los ácidos "sólidos" y "líquidos", estableciendo las composiciones en ácidos particulares de los ácidos saturados totales, demostrando que el principal componente en este grupo es el ácido palmítico. Se presenta una discusión acerca de los valores de composición hallados por ambas técnicas.

6).- Reconocimiento de componentes ácidos no saturados.

Fueron indudablemente reconocidos los ácidos oleico, linoleico y linolénico. El primero a través de su transformación en el ácido 9-10 dihidroxiesteárico; el segundo por su transformación en el ácido 9-10, 12-13 tetrabromoesteárico y el tercero por su conversión en el ácido 9-10, 12-13, 15-16 hexabromoesteárico. El reconocimiento del ácido linolénico es señalado por vez primera en aceites de germen de sorgos.

7).- Determinación de la composición química del germen agotado por hexano. Todas las harinas residuales de la extracción de los aceites se analizan, registrando los siguientes valores extremos: humedad (100 - 105°C) % 9,1-12,2; cenizas (500-550°C) % 1,9-13,5; proteínas (N x 5,7) % 17,0-25,1; fibra cruda % 4,3-7,7; almidón % 23,0-42,3 y pentosanos % 9,8-16,3. Se observan como "no dosado" % cifras extremas de 4,5-11,8.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. Berro", is written over a horizontal line.

4

7

4

2

-

4

4

-

4

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

"Características físico químicas y composición
en ácidos grasos de los aceites de germen
de sorgos argentinos de distintas variedades"

Alberto Mario Berretta

Tesis presentada para optar al
Título de Doctor en Química

Año 1962

TACS: 1112

MEMORANDUM

TO: Mr. Pedro Cattaneo

Administradores

02050

FOEYBA.

Quiero dejar constancia de mi reconocimiento al Dr. Cattaneo por su constante guía en la conducción del presente trabajo, y por todas las enseñanzas recogidas durante el mismo. Además hago extensivo mi agradecimiento a las Dras. G.K.de Sutton y M.H. Bertoni, quienes con tanto afán colaboraron al presente fin.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible por la amplia colaboración prestada por el Sr. Director General de Economía Agropecuaria de la Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación, Ing. Agr. Fernando García, por cuyo intermedio fué posible lograr las partidas de semilla clasificada que fueron motivo de estudio. Asimismo por la generosa colaboración del Dr. Jorge A. Burguete, técnico de la Destilería de Alcohol Anhidro E.N. de San Nicolás, que posibilitó en las instalaciones de esta última la degerminación de todas las partidas de semilla bajo su asesoramiento.

INDICE DE APENDICES

- I.- EL CORO EN EL PAIS
- II.- DISTRIBUCION DE LA MARCHA NACIONAL
- III.- PAIS NACIONAL
- IV.- CANTOS
- V.- REVISIONES

El sorgo (1), Sorghum vulgare Pers, ha sido cultivado por largo tiempo; no obstante, sus relaciones botánicas son un tanto oscuras. Fué cultivado antiguamente en Africa y Asia meridional, y por selección han venido diferenciándose muchas variedades útiles. Linnaeus designó el género al cual ellos pertenecen Holcus. Otros botánicos unieron el género con Andropogon. Algunos entendieron que los sorgos cultivados fueron originalmente derivados de especies salvajes. S.halepense, comunmente conocida como "Johnson grass", mientras otros mantuvieron que las formas cultivadas son variedades de distintas especies. Los sorgos por consiguiente pueden estar referidos en las publicaciones indistintamente como Holcus sorghum Linn, Andropogon sorghum Brot, y Sorghum vulgare Pers.

Algunos de los sorgos se parecen al maíz en algunos aspectos. Las plantas jóvenes se asemejan a las del maíz, y las semillas si bien crecen en panojas en la parte superior de la planta, en lugar de espigar se disponen en forma parecida al grano del maíz. La semejanza con éste está expresada en los nombres de algunas de las variedades de sorgo, tales como: "broom corn", "Kafir corn", y "milo maize".

Cultivo y cosecha (2)

Siembra: los sorgos graníferos se recomiendan para la producción de granos en aquellas zonas donde las escasas lluvias no permiten desarrollar el cultivo del maíz.

Epoca de siembra: en general los sorgos deben sembrarse aproximadamente 15 días más tarde que el maíz. La óptima se extiende desde mediados de octubre a mediados de noviembre. La fecha de siembra influye sobre el rendimiento, disminuyendo éstos a medida que se la retarda; no obstante, deben evitarse las siembras demasiado tempranas por el peligro de las heladas tardías de primavera y porque los suelos demasiado fríos de fines de invierno y principios de primavera perjudican la germinación.

Las variedades precoces; Plainsman, Martin y Early Kalo pueden ser sembradas hasta mediados de diciembre, mientras Feterita Pergamino, de ciclo más largo, no debe ser sembrada después de mediados de noviembre, porque la floración y fructificación podrían coincidir con las primeras heladas de otoño.

Preparación del suelo: para la siembra el suelo debe ser mejor preparado que para el maíz; requiere suelo más desmenuzado, más firme y con humedad. Es más delicado y falla más la germinación si se siembra en suelo mal preparado y falto de humedad.

Para acumular humedad y destruir la maleza, es recomendable preparar el terreno temprano, en agosto por lo menos, manteniendolo limpio de yuyos hasta el momento de la siembra. Antes de ésta debe rastrearse para dejarlo bastante desmenuzado, parejo y libre de malezas; en esta forma el nacimiento del sorgo se anticipará al de los yuyos.

Semilla: debe utilizarse semilla de buena calidad comercial y pura, sin mezola de variedades extrañas y muy en especial que no se encuentren enfermas.

Es muy recomendable curar la semilla para evitar los ataques del "carbón del grano" (3). Es esta una enfermedad muy peligrosa, llevada exteriormente por la semilla y que puede destruir la producción si se siembra semilla sin desinfectar.

Método de siembra: en zonas de poca lluvia los sorgos graníferos son sembrados en surcos como el maíz y reciben las mismas labores culturales pero en regiones de buena precipitación como en la maicera conviene sembrarlos en hileras distanciadas a 45 cm. La semilla no debe enterrarse más de 2 cm. de profundidad.

Cosecha: el grano estará en condiciones de ser trillado cuando esté duro y seco, aunque el follaje se mantenga verde.

Las variedades graníferas sembradas en octubre-noviembre pueden ser cosechadas en el norte de Buenos Aires en el mes de abril. Para cosechar la variedad Feterita Pergamino de ciclo más largo es conveniente esperar que las primeras heladas sequen las panojas.

Almacenamiento: la semilla de sorgo debe cosecharse seca o secarse antes de almacenarla, porque embolsado húmedo disminuye el poder germinativo y es fácilmente atacado por el gorgojo. Para ensilar los sorgos se los corta cuando el grano está en estado pastoso.

Variedades (2)

Para la producción de grano debe sembrarse variedad del "tipo granífero" y para pastoreo o ensilaje, las variedades de "doble propósito".

Las variedades graníferas son más precoces, producen más grano pero menos forraje, en vez las de "doble propósito" son más tardías, proporcionan un mayor volumen de forraje pero algo menos de grano.

En zonas adecuadas de cultivo, como las marginales del maíz, deben elegirse aquellas variedades que presentan mayores ventajas a la vez que rendimientos. Es así que para la zona norte de Buenos Aires y sur de Santa Fé, para la producción del grano se requieren las variedades de ciclo mediano o corto y de baja o mediana altura, con la panoja libre de hojas. Con estas características, las ventajas son las siguientes: el cultivo se desarrolla en condiciones climáticas óptimas, y su cosecha se puede levantar antes de mediados del mes de abril.

Dadas las condiciones las variedades que las cumplen son las siguientes: Plainsman, Martin, Early Kalo.

Para la producción de forraje en planta y/o grano, para pastorear, ensilar o cosechar se recomienda la variedad de "doble propósito", Feterita Pergamino.

Plainsman: variedad granífera introducida de los Estados Unidos; deriva de un cruzamiento entre Milo y Kafir. Planta de 80 a 110 cm. de altura, poco macolladora, tallo grueso, resistente al vuelco; adecuado a la cosecha mecánica. Panoja grande, compacta y con aristas, grano mediano a grande, rojizo. Medianamente precoz, tarda hasta la madurez entre 105 a 120 días. De buen rendimiento en grano. Buen rastrojo verde aprovechable. Poco atacada por los pájaros. Buena sanidad y comportamiento al gusano de la caña (Diatraea sp.), sobre todo en siembras tempranas.

Martin: introducida de Estados Unidos; fué obtenida por selección del sorgo Wheatland. Porte bajo, 90 a 130 cm. de altura, poco macolladora. Grano mediano de color castaño rojizo. Variedad de mediana precocidad (105 a 115 días hasta la madurez). Regular sanidad y comportamiento al gusano de la caña (Diatraea sp.). De buen rendimiento aunque menor que Plainsman. Produce buen rastrojo verde.

Early Kalo: variedad introducida de los Estados Unidos en 1948 y de amplia difusión en el país. Deriva de un cruzamiento de Pink Kafir con Dwarf Yellow Milo. Plantas de porte medio que alcanzan 150 cm. de altura, bastante macolladoras. Grano de tamaño mediano color castaño claro rosado con pequeñas manchas oscuras. Variedad precoz, madura entre 100 y 110 días. Posee bastante buena sanidad y buen comportamiento al gusano de la caña (Diatraea sp.). El rendimiento en grano es algo inferior a las variedades anteriores; proporciona rastrojo de regular valor.

Feterita Pergamino: variedad tipo doble propósito; seleccionada en la Estación Experimental de Pergamino en una población originada posiblemente por cruzamiento natural entre Feterita (introducida de Estados Unidos hace aproximadamente 25 años) y una variedad no determinada. Produce un buen rendimiento de grano y un gran volumen de masa verde (tallos y hojas). Proporciona después de cosechado un abundante rastrojo verde para el pastoreo o ensilaje.

Es muy macollador, caña muy dulce, jugosa, de 160 a 180 cm. de altura. Grano mediano de color castaño claro. Variedad de ciclo largo, madura entre los 130 y 150 días desde la germinación. Posee buen comportamiento al gusano de la caña (Diatraea sp.), al tizón de la hoja (Helminthosporium sp.) y a la roya (Puccinia sorghi).

CARACTERISTICAS COMPARATIVAS

	PLAINSMAN	MARTIN	EARLY KALO	FETERITA
Nº de días a la madurez de cosecha	105-120	105-115	100-110	130-150
Resultado del cruce entre	Kafir y Milo	Selección sorgo Wheatland	Pink Kafir y Dwarf Yellow Milo	Feterita y no determinada
Rafz	-----	Poco macolladora	Macolladora	Muy macolladora
Tallo	Grueso y fuerte	-----	-----	Jugoso y dulce
Altura en cm.	80-110	90-130	Media 150	160-180
Tamaño y Color del grano	Mediano a grande Rojizo	Medianos Castaños-rojizos	Mediano Castaño claro rosado Manchas oscuras	Mediano Castaño claro
Rendimiento en grano: Kg/Ha.	6.100	5.500	4.500	4.500
Rendimiento en rastrojo: Kg/Ha.	22.000	23.000	23.000	34.000 (1)

(1) Rinde hasta 80.000 Kg/Ha de forraje verde, cuando se cultiva como forrajera.

Utilización

El grano de sorgo en razón de su composición química muy similar a la del maíz, encuentra gran aplicación como alimento de animales. Según (2) puede administrarse a todo tipo de ganado, ya sea de carne, leche o de trabajo y también a la aves de corral. En el engorde de ganado se lo suministra como ración complementaria del pastoreo. En el ganado lechero en ordeño, aumenta la grasa butirométrica y la producción de leche. Para el ganado porcino reemplaza con ventaja al maíz, en razón de su menor costo. En la alimentación de aves de corral, se lo suministra solo o en raciones balanceadas.

Se recomienda la rotura o molienda del grano en la alimentación de animales, para evitar que los granos pasen intactos por el tracto digestivo sin ser aprovechados. Las variedades de doble propósito, como la Feterita Pergamino, se recomiendan para pastoreo, por su rendimiento en forraje (hasta 80.000 Kg/Ha en dos cortes).

Los sorgos graníferos, como otros sorgos son tóxicos en el período juvenil, por lo que el pastoreo debe iniciarse pasado los 50 cm. de altura. Después de la cosecha del grano el rastrojo verde se aprovecha para pastoreo o ensilado. El sorgo ensilado es 50% más alimenticio que pastoreado y su uso en esa forma es complementario del pastoreo.

Recientemente Aucamp, Grieff, Novellie, Papendick, Schwartz y Steer (4) han publicado los siguientes valores extremos de composición de grano de sorgos sudafricanos:

Proteínas (N% x 6,25)	8,5 - 11,9
Grasas %	1,6 - 4,6
Fibra cruda %	3,4 - 7,3
Cenizas %	1,4 - 2,2
CaO (% de cenizas)	2,1 - 4,1
P ₂ O ₅ (% de cenizas)	31,6 - 47,7
Tiamina (μg/g)	4,6 - 6,8
Riboflavina (μg/g)	1,2 - 3,1
ácido nicotínico (μg/g).....	23,0 - 40,0

Señalan que el grano de sorgo es una fuente mejor de riboflavina y de ácido nicotínico que el de maíz, el cual contiene 0,7 - 1,6 μg/g de riboflavina y 10 - 19 μg/g de ácido nicotínico.

Horn y Schwartz (5) han examinado la composición en aminoácidos de las proteínas de grano de sorgo sudafricano, reportando los siguientes valores extremos:

Aminoácidos	Aminoácidos g/100 g de Proteínas crudas (a)	Aminoácidos g/100 g de Grano
Ac. aspártico	7,33 - 8,52	0,623 - 0,953
Treonina	3,27 - 3,39	0,288 - 0,378
Serina	4,19 - 4,50	0,356 - 0,473
Ac. glutámico	18,1 - 20,6	1,54 - 2,31
Prolina	8,11 - 8,45	0,697 - 0,945
Glicina	2,99 - 3,29	0,280 - 0,334
Alanina	8,44 - 9,65	0,717 - 1,08
Valina	4,54 - 5,15	0,386 - 0,608
Metionina	1,22 - 2,05	0,137 - 0,176
Isoleucina	3,62 - 4,51	0,308 - 0,504
Leucina	11,5 - 13,7	0,975 - 1,54
Tirosina	4,21 - 4,53	0,358 - 0,492
Fenilalanina	4,79 - 5,19	0,407 - 0,581
Lisina	2,15 - 2,47	0,210 - 0,244
Histidina	2,38 - 2,45	0,208 - 0,274
Arginina	5,61 - 6,44	0,477 - 0,721
Cistina/2	0,92 - 1,49	0,101 - 0,152
Triptofano	1,21 - 1,81	0,123 - 0,154

(a). (N x 6,25)

Desde el punto de vista de la nutrición humana, el grano de sorgo es deficiente en lisina, que sólo está presente en la mitad del requerimiento estimado para niños y adultos (3,2 - 5,6 g/100 g de proteínas). El contenido de metionina se aproxima al requerimiento mínimo (0,9 - 1,5 g/100 g de proteínas). Mientras los contenidos en triptofano no son mucho mayores que los requerimientos, son considerablemente superiores a los del grano de maíz, de modo que el consumo de grano de sorgo corrige las deficiencias en este aminoácido en dietas ricas en maíz, como en el caso de Bantu en Sudáfrica.

Desde el punto de vista de la industrialización el grano de sorgo se procesa en los Estados Unidos en forma similar al de maíz. Hightower (6) menciona la planta Bluebonnet de la Corn Products Refining Co, en Corpus Christi (Tejas) diseñada para procesar 20.000 bushels de grano cada 24 h., produciendo en ese mismo lapso 300.000 libras de glucosa, 330.000 libras de almidón, 300.000 libras de alimento para ganado (stock feeds) y 20.000 libras de aceite comestible.

Las instalaciones de esta fábrica permiten triplicar estas cifras, siendo la producción de aceite de 1 libra por bushel de grano.

Baldwin y Sniegowski (7) han descrito en forma breve el proceso de industrialización del grano de sorgo, a través de la molienda y germinación húmeda. En esencia es el mismo procedimiento que se aplica para el grano de maíz, siendo los productos de esta industria almidón, glucosas, dextrina, aceites comestibles, aceite de gluten ("xanthophyll oil"), proteínas y alimentos para ganado.

En la National Chemical Research Laboratory del Sout African Council for Scientific and Industrial Research y por parte de diversos investigadores, se han venido desarrollando, en los últimos años, una serie de estudios acerca de la industrialización del grano del sorgo en la elaboración de maltas y cervezas ("Kaffircorn malting and brewing studies") (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (4) y (5). La producción de cerveza utilizando el grano de "Sorghum caffrorum Beauv" y otros cereales, constituye ya una importante industria de Sud Africa en la elaboración de esa tradicional bebida de Bantu. Los trabajos mencionados señalan que esas cervezas contienen de 2 á 4 % de etanol, 0,3 á 0,6 % de ácido láctico y 4 á 10 % de sólidos totales. Asimismo, se refieren en detalle a los procesos de elaboración de malta de sorgo, a los procesos de fermentación a las actividades diastásicas de las mismas y a la composición de sorgos, maltas de sorgos y cervezas en vitaminas del grupo B. Dado el creciente aumento que se registra en el país en el cultivo de sorgo, no es improbable la futura utilización de este grano en cervecería. En tal caso, la consulta de la serie de estudios mencionados resultará de provecho.

Ubicación de las áreas sembradas dentro del país y
datos de producción

El área de cultivo de los sorgos graníferos corresponde especialmente a la marginal de la región maicera, donde el rendimiento y seguridad de cosecha de este cereal disminuye considerablemente; en éstas, los sorgos resultan más convenientes y provechosos por su peculiar resistencia a la sequía.

Su siembra ha aumentado sensiblemente en los últimos años y de acuerdo a datos de la Dirección de Estimaciones Agropecuarias (15), la evolución del área sembrada con sorgos graníferos entre 1950-51 y 1956-57 es la que figura en el siguiente cuadro:

Año agrícola	Ha. semb.	Ha. past.	Ha. cosechadas	Rend. Kg/Ha.	Producción en t.
1950-51	37.020	23.100	13.920	1.080	15.151
1951-52	53.760	34.725	19.035	750	14.291
1952-53	37.920	21.860	16.060	950	15.255
1953-54	59.250	35.470	23.780	1.725	41.029
1954-55	81.353	49.365	31.988	1.797	57.473
1955-56	138.750	77.800	60.950	1.360	82.920
1956-57	178.800	106.900	72.500	1.607	116.500

Como se puede apreciar el interés por los sorgos graníferos se acentúa año a año, y se considera que tienen grandes posibilidades por la utilización forrajera de la planta y grano, y por la aplicación industrial de éste último.

La mayor superficie cultivada en la República Argentina corresponde a la provincia de Córdoba; la expansión de este cultivo coincide

con la región agrícola-ganadera centro-este, donde tiende a reemplazar al maíz en razón de la mayor seguridad de cosecha y facilidad de cultivo. El núcleo de mayor densidad se confunde con el de mayor actividad tanbera, en vez en los Departamentos ganaderos del sur, la superficie dedicada a este cereal es considerablemente menor.

El cuadro que figura a continuación nos muestra los Departamentos de la Provincia con más de 7.000 Ha. de sorgo granífero en 1956/57.

Departamento	Ha. sembr.	Ha. past.	Ha. cosechadas	Rend. Kg/Ha.	Producción en t.
1.- Tercero Arriba	25.000	16.000	9.000	1.233	11.000
2.- San Justo	20.000	5.000	15.000	1.200	18.000
3.- Sáenz Peña	8.000	2.000	6.000	1.333	8.000
4.- San Martín	7.500	5.500	2.000	1.250	2.500
5.- Santa María	7.000	5.000	2.000	1.200	2.000
TOTAL PROV. 1956/57	100.000	50.800	49.200	1.264	62.200

En la Provincia de Buenos Aires, segunda en importancia, el cultivo del sorgo granífero se halla radicado en el nor-este de la misma, fuera de la región maicera.

En el norte de la Provincia se lo cultiva aisladamente, más los elevados rendimientos registrados en los últimos años permiten prever una mayor expansión.

En la región semi-árida del sud-oeste de Buenos Aires la difusión del cereal es menor aún. En el sud-este de la Provincia los sorgos graníferos son prácticamente desconocidos.

A continuación se brinda un cuadro en el cual se aprecian los Partidos de la Provincia de Buenos Aires con más de 3.000 Ha. de sorgo granífero en 1956/57.

Partidos	Ha. semb.	Ha. past.	Ha. cose- chadas	Rend. Kg/Ha.	Producción en t.
1.- Gral Villegas	4.500	1.100	3.400	2.916	9.913
2.- Pehuajó	4.000	1.000	3.000	3.100	9.300
3.- Trenque Lauquén	3.700	1.200	2.500	3.000	7.500
4.- Rivadavia	3.500	1.300	2.200	2.800	6.160
5.- Pellegrini	3.300	1.200	2.100	3.143	6.600
6.- Carlos Tejedor	3.200	1.200	2.000	3.000	6.000
TOTAL PROV. 1956/57	32.200	16.200	16.000	2.833	45.900

En la Provincia de Santa Fé cada vez es mayor el interés por este cereal, en especial en su región central, donde está reemplazando rápidamente al maíz; se considera que posee grandes posibilidades y que en la zona centro-norte debe reemplazara este último por su mayor seguridad de cosecha.

Actualmente se siembra en la parte oeste de la provincia en el límite con Córdoba y la mayor área corresponde a los Departamentos del nor-oeste, coincidiendo con la zona tambera.

En el siguiente cuadro figuran los Departamentos de la Provincia con más de 2.000 Ha. de sorgo granífero en 1956/57.

Departamentos	Ha. semb.	Ha. past.	Ha. cose- chadas	Rend. Kg/Ha.	Producción en t.
1.- Nueve de Julio	4.400	3.600	800	1.138	910
2.- Castellanos	3.800	3.400	400	1.600	640
3.- San Cristóbal	3.000	2.500	500	1.200	600
4.- Gral. López	2.000	2.000	---	---	---
TOTAL PROV. 1956/57	21.200	18.300	2.900	1.276	3.700

En la región semi-árida central, coincidente con la Provincia de La Pampa y oeste de Buenos Aires, el cultivo del sorgo granífero puede considerarse insignificante, pero con grandes probabilidades potenciales. En esta región se considera que este cereal debe reemplazar al maíz por razones económicas y agronómicas; una de las causas por las cuales no se ha difundido todavía su cultivo, es la falta de variedades más adecuadas.

En el sud-este de la Provincia, como así también en el sud-oeste de la Provincia de Buenos Aires que ya hemos señalado, la difusión del sorgo es menor aún, además de la causa apuntada hay una razón más poderosa, la de ser eminentemente región triguera. Desde el punto de vista de la rotación, el cultivo del sorgo no se complementa con el del trigo.

En el siguiente cuadro figuran los Departamentos de la Provincia de La Pampa con más de 1.000 Ha. de sorgo granífero en 1956/57.

Departamento	Ha. sembr.	Ha. past.	Ha. cosechadas	Rend. Kg/Ha.	Producción en t.
1.- Conhelo	1.300	1.100	200	750	150
2.- Trenel	1.000	800	200	600	120
3.- Maracó	1.000	800	200	850	170
TOTAL PROV. 1956/57	8.200	7.000	1.200	733	880

En la Provincia de Chaco se cultiva el sorgo desde hace 25 años, época en que fueron introducidas algunas variedades por la Junta Nacional del Algodón. Su difusión actual es reducida, sembrándose en chacras, en lotes de 2-3 Ha. totalizando unas 25.000 Ha.

El cuadro comparativo de las superficies sembradas con sorgo granífero en las distintas Provincias de la Región Pampeana en 1956/57, es el siguiente.

Provincia	Ha. semb.	Ha. past.	Ha. cose- chadas	Rend. Kg/Ha.	Producción en t.
Córdoba	100.000	50.800	49.200	1.264	62.200
Buenos Aires	32.200	16.200	16.000	2.833	45.900
Santa Fé	21.200	18.300	2.900	1.276	3.700
La Pampa	8.200	7.000	1.200	733	880

Rendimientos según variedades; condiciones del
suelo y clima (15)

Córdoba: En esta Provincia la variedad más difundida es Early Kalo. En el verano 1956/57 los rendimientos fueron buenos y a est. efecto contribuyeron las frecuentes lluvias caídas. El rendimiento medio fué de 2.500 Kg/Ha.; no obstante fueron comunes rendimientos de 4.000-5.000 Kg/Ha. y en algunos casos alcanzaron a 7.000. Asimismo se cree poder mejorar el rendimiento medio y los aspectos de sanidad.

Buenos Aires: En esta Provincia se presentan varias zonas debido a lo dilatada de la misma, una de los principales factores de variación es el suelo. Por ejemplo en el sud-oeste de Buenos Aires la variedad que ha tenido más éxito en los últimos años ha sido la Martin, en vez en el norte de la Provincia Early Kalo, con rendimientos de 3.500 Kg/Ha., aproximadamente. Otra variedad que se desarrolla con eficacia en esta zona, es Peterita Bergamino, que pertenece a la clase de "doble propósito", habiendo registrado producciones de 6.500 Kg/Ha. en grano para la temporada 1955/56.

Santa Fé: La variedad más difundida en ella es Early Kalo y su rendimiento medio ha sido en 1956/57 y 1957/58 de 3.500 Kg/Ha., habiéndose registrado valores de 4.000 hasta 7.000.

La Pampa: Si bien como se ha dicho anteriormente, el cultivo en esta Provincia puede considerarse insignificante, son muy alentadores los resultados obtenidos, principalmente con la variedad Doble Enano. Se han llegado a obtener hasta 1.500 Kg/Ha. en el período 1956/57.

Chaco: Aquí es donde se presenta la interesante posibilidad de realizar dos siembras en la misma temporada. Indudablemente los rendimientos serán distintos y en ambos casos se recomienda la variedad Hégari. La siembra temprana se realiza en agosto, y como esta zona es eminentemente algodonera, los equipos empleados al efecto son los utilizados en el algodón; esto influye directamente en el rendimiento ya que los surcos se encuentran a 1 m. de distancia y con poca densidad. No obstante el rendimiento medio fué de unos 4.000 Kg/Ha. Por lo tanto como es de preveer, con surcos a menor distancia y con mayor densidad, los rendimientos aumentarían apreciablemente. Con la segunda siembra realizada en noviembre-diciembre la cosecha puede llegar a rendir 2.000 Kg/Ha.

Durante los últimos años, Estaciones Experimentales han realizado estudios comparativos de rendimientos, para establecer cuáles son las variedades que mejor se adaptan a las distintas zonas del país. En esta selección se han tenido en cuenta aquellas variedades que nos proporcionan un buen rendimiento en grano o en su defecto en grano y forraje. Como resultado se ha arribado a la selección de las siguientes variedades;

- 1.- Double Dwarf Yellow Sonner Milo
Doble Enano (granífero).
- 2.- Early Kalo (granífero).
- 3.- Westland (granífero).
- 4.- Martin (granífero).
- 5.- Plainsman (granífero).
- 6.- Feterita Pergamino (doble propósito).
- 7.- Hégari Sáenz Peña (doble propósito).

Cada una de estas variedades se adapta a una determinada zona y se las ha distribuido de la siguiente manera;

Centro-este de Córdoba: 1.- Early Kalo, 2.- Martin, 3.- Plainsman.

Centro y norte de Santa Fé, nor-este de Córdoba y sud-este de Santiago del Estero: 1.- Hégari Sáenz Peña, 2.- Plainsman, 3.- Early Kalo, 4.- Westland, 5.- PETERITA Pergamino.

Región semi-árida del este de La Pampa, oeste-sud-oeste de la Provincia de Buenos Aires y sur de Córdoba: 1.- Doble Enano, 2.- Westland, 3.- Martin.

Norte de Buenos Aires y sur de Santa Fé: 1.- PETERITA Pergamino, 2.- Plainsman, 3.- Martin, 4.- Early Kalo.

Como último comentario diremos que en la temporada 1957/58, se ensayaron por primera vez en Estaciones Experimentales del Centro Regional Pampeano, sorgos híbridos norteamericanos.

Cultivo de los sorgos híbridos (16)

Varios investigadores entre los que se destacan Karper, Stephens, Quinby y Holland, trabajaron largamente tratando de realizar el sorgo lo que Mallace y otros hicieron con el maíz en el decenio 1930/40, o sea aprovechar el vigor híbrido. Se trata de cruzar dos líneas que se han llevado a la mayor homocigosis posible por autofecundación. Una vez logradas esas dos líneas, en las que aparecen exaltadas las mejores cualidades buscadas y sobre las que se hace una rigurosa selección, pero en las que esa misma homocigosis ha traído aparejada una progresiva debilidad general, se cruzan entre sí.

Se produce así el ejemplar llamado "híbrido". Así se lo califica, aunque sensu strictu, híbrido es sólo el producto del cruzamiento entre dos especies, tal como la mula, ejemplo clásico de híbrido y vigor, que en este aspecto supera ampliamente a sus progenitores. En el caso que nos ocupa no cabría tal designación, pues los cruzamientos, se efectúan dentro de la especie,

pero por extensión se los llama así.

En el maíz, donde las flores masculinas y femeninas se agrupan en dos lugares distintos, el cruzamiento es relativamente fácil de controlar. Eliminando la panoja o inflorescencia superior (despanojado), la planta queda sólo con sus inflorescencias femeninas que dan lugar a la mazorca.

En el sorgo la panoja agrupa flores completas, es decir con elementos masculinos y femeninos. Sólo cuando los investigadores citados descubrieron la esterilidad masculina en una planta y aprendieron a manejarla a voluntad pudieron crear plantas sólo femeninas o "macho estéril", que actúan como receptoras en tanto que cualquier planta normal puede actuar proveyendo el polen, como "macho". Quedaba así abierta la posibilidad de realizar híbridos en gran escala.

Los resultados logrados a partir de 1948 son sorprendentes. En un promedio de 6 años en Texas los híbridos superaron el mejor rendimiento de sorgos comunes en un 20 % y, en promedio, rindieron un 44 % más que el término medio de las variedades comunes.

El grano de sorgo híbrido es de mayor tamaño que el común, reduciéndose en consecuencia el porcentaje de fibra y aumentando el contenido de almidón, que pasa a ser del 85 %, contra 65 % en las variedades comunes.

En nuestro país los resultados han sido espectaculares. Se han logrado rendimientos de 8.500 Kg/Ha. en chacra, con un contenido de almidón superior al 85 %, con granos grandes, llenos, fáciles de moler.

II.-

El objeto de este trabajo ha sido, fundamentalmente, estudiar los rendimientos en aceite de gérmen de sorgos argentinos, sus características físico-químicas y sus composiciones en ácidos grasos, tema hasta el presente no considerado en el país.

Antecedentes sobre composición de aceites de sorgo

La bibliografía señala algunos estudios acerca de los lípidos del grano de sorgo (17) (18) (19) (20) y (21). Bidwell, Bopst y Bowling (21) resolvieron el grano de sorgo en salvado, gérmen y endosperma, agotando luego por éter etílico. Encontraron que el salvado producía 6,8 % de lípidos, el gérmen 31,5 % y el endosperma 0,7 %, comparando estos resultados con los referentes a los rendimientos en lípidos del salvado, gérmen y endosperma del grano de maíz (0,89; 31,8 y 1,15 % respectivamente). Estos valores indicaron que el salvado de grano de sorgo era aproximadamente 6 veces más rico en lípidos que el salvado de grano de maíz. En este estudio no se hicieron caracterizaciones de los lípidos aislados de las diferentes partes del grano de sorgo.

Kummerow (22) aparece como el primero en examinar la naturaleza química de los lípidos procedentes del agotamiento por distintos tipos de éter de petróleo (Skellysolve F y Skellysolve B) del salvado y del gérmen del grano de sorgo. Operando sobre el sorgo de la variedad "Wernstern Blackhall Kafir" cosechado en Kansas, agota directamente el grano por ebullición durante 1 h. con Skellysolve B, obteniendo así los lípidos externos del grano, que atribuye al salvado. El grano así tratado, finamente molido lo agota en Soxhlet con Skellysolve F, obteniendo así aceite que atribuye al gérmen, pero que en realidad comprende también la pequeña cantidad de lípidos procedentes del endosperma. Los resultados de este estudio indican que los lípidos del salvado representan el 0,5 % del grano, siendo sólidos con temperatura de fusión 78-82°C, de naturaleza cérea y de características físico-químicas muy similares a las de la cera Carnauba. En efecto, las ceras de Carnauba y de sorgo poseen las siguientes características respectivamente, según Kummerow: insaponificable 54-55, 52 %; n° de acidez 0,4-7, 10,8; punto de fusión de la cera 85,81°C; punto de fusión de los ácidos grasos de la cera 78-90, 78-82°C; punto de fusión de los hidrocarburos de la cera 58-59,

74-79°C; punto de fusión de los alcoholes de la cera 78-87, 82-86°C y puntos de fusión de los acetatos de los alcoholes de la cera 64-72, 65-69°C.

Los lípidos procedentes del germen y endosperma se presentan como un líquido ligeramente turbio y constituyen el 2,5 % del grano entero, con las siguientes características: n° de acidez 3,1; índice de saponificación 181; índice de iodo (Wijs) 119,0; índice de tiocianógeno 76,7; índice de acetilo 16,7; índice de refracción a 25°C 1,4718 e insaponificable % 1,88. Kummerow calculó la composición ácida de este aceite con los siguientes resultados (% de ácidos totales): mirístico 0,2; palmítico 8,3; esteárico 5,8; palmitoleico 0,1; oleico 36,2 y linoleico 49,4. No pudo evidenciar la presencia de ácido linolénico, ni aún bromurando a 0°C los ácidos grasos solubles en acetona a -60°C, de lo cual concluyó la ausencia de este componente.

En sus conclusiones Kummerow señala, que el grano de sorgo contiene 50 veces más cera que el grano de maíz y dos tercios más de aceite que éste. Las características del aceite aislado por Kummerow resultaron muy acordes con las halladas para los aceites de germen de maíz de las mismas zonas, al igual que sus composiciones ácidas.

En un artículo posterior y en el mismo año, Kummerow (23) publica una ampliación de este primer estudio con la consideración principal de la composición de los aceites obtenidos de 15 variedades de sorgo ("Andropogon sorghum, var. vulgaris"). Señala que en ese año existían en los Estados Unidos unas 40 variedades de este sorgo que diferían en tiempo de maduración, altura y succulencia del tallo y tamaño y color del grano; los de tallo succulento y grano chico, se destinaban a forraje mientras que los de tallo seco y semilla grande, se cultivaban para el aprovechamiento de esta última. Las 15 variedades que consideró comprendieron 7 sorgos forrajeros y 11 sorgos graníferos cosechados en 1944. Con el procedimiento ya señalado, separó las ceras y los aceites obteniendo para las primeras rendimientos extremos de 0,21 á 0,50 % (promedio 0,30 %), con temperaturas de fusión de 80 á 84°C (promedio 81°C). Los rendimientos extremos en aceite de germen más endosperma fueron de 2,41 á 3,16 % (promedio 2,76 %), los valores extremos de las características de estos aceites fueron: índice de refracción a

25°C 1,4686 á 1,4718; insaponificable % 2,04 á 3,23 (promedio 2,51 %) e índice de iodo de los ácidos totales 113,7 á 125,9 (promedio 120,8). Como valores extremos de composición acídica señaló los siguientes (% de ácidos totales): linoleico, 41,6 á 51,7; oleico, 36,8 á 45,4; palmítico, 6,0 á 9,8 y esteárico, 3,0 á 6,0.

Más recientemente Baldwin y Sniegowski (7) han publicado un estudio más acabado acerca de la composición de los lípidos de las diferentes partes del grano de sorgo, en relación a los correspondientes del grano de maíz. Destacan que en los Estados Unidos, la industrialización del grano de sorgo es de interés creciente, desde que existen plantas de molienda del mismo por vías húmedas y seca, con producción de aceite. También señalan que la cera exterior del grano de sorgo está prácticamente ausente en el de maíz. En la parte más importante de su trabajo, Baldwin y Sniegowski establecen las composiciones en ácidos grasos de los lípidos del gérmen, almidón y gluten separados por el procedimiento de industrialización del grano, con los siguientes resultados (% de ácidos totales) referidos respectivamente a lípidos de gérmen, almidón y gluten: mirístico 0,6 - 0,4 - 2,2; palmítico 10,2 - 31,6 - 14,0; esteárico 4,1 - 5,4 - 6,0; saturados en más de C₁₈ trazas - 0,1 - trazas; hexadecenoico 0,4 - 0,6 - 0,5; oleico 32,2 - 22,0 - 29,6; linoleico 51,5 - 39,9 - 45,5 y polinosaturados (expresados en linoléico) 1,0 - 0,0 - 2,3. Desde que tales composiciones fueron encontradas por el método espectrofotométrico después de isomerización alcalina, destacan que los ácidos polinosaturados expresados en linoléico comprenden a productos de autoxidación originados durante el estacionamiento del grano o durante el análisis o a sustancias interferentes. Expresados sobre base seca, los lípidos del gérmen representaron el 52,1 % del mismo, los de almidón el 0,9 % y los de gluten el 6,9 %. Los valores de acidez libre de estos lípidos fueron respectivamente (ac. oleico %) 2,0 - 91,3 y 21,7, de lo que se deducía que los lípidos del almidón estaban constituidos casi exclusivamente por ácidos grasos libres, siendo también los más ricos en ácidos saturados.

El cuadro N°1 resume los valores de composiciones acídicas de aceites de gérmen de sorgos registrados en la literatura logrados, según los casos, por técnicas que comprenden espectrofotometría en U.V., destilación

CUADRO N.º 1

Aceites de germen de sorgos. Composición en ácidos grasos (% de ácidos totales).

Variedad	Tipo forrajero										Tipo granífero										Trazas		
	Western Blackhull Kafir	Early Sumac	Kansas Orange	Leoti x Atlas	Leoti Red	Club Kafir	Cody	Early Kalo	Feterita	Finney Milo	Midland	Pink Kafir	Red Kafir	Western Blkhl	Western Blkhl	Westland							
Mirístico	0,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,6						
Palmítico	8,3	7,0	8,3	9,5	9,8	8,0	7,5	8,8	7,4	6,0	7,8	7,1	7,5	8,0	9,5	6,5	10,2						
Estearico	5,8	3,2	5,2	4,2	5,8	4,7	5,1	3,4	6,0	5,2	4,5	5,3	5,6	3,0	5,1	5,5	4,1						
Araquídico + Behénico	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--							
Palmitoleico	0,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,4						
Oleico	36,2	45,4	42,1	38,6	42,8	40,6	43,2	39,6	44,0	37,2	39,4	41,8	39,8	39,1	36,8	37,0	32,2						
Linoleico	49,4	44,2	44,3	47,7	41,6	46,6	44,4	48,2	42,5	51,7	48,4	45,7	46,9	49,9	48,3	51,0	51,5						
Linoléico	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,0						
Bibliografía	(22)											(23)											(7)

fraccionada de ésteres metílicos, cristalización fraccionada a bajas temperaturas e índices de iodo y ticcianógeno.

Aparte de los consignados en el cuadro N°1, Denisenk y Volkova (24), refieren valores extremos de contenidos en ácido linoleico (42-43 %) y en ácido linolénico (1,1 - 1,2 %) en aceites de sorgo, hallados por vía espectrofotométrica.

Eckey(1) establece los siguientes valores extremos de composición para aceites de gérmen de sorgo (% de ácidos totales): mirístico 0 - 1; palmítico 6 - 10; esteárico 3 - 6; hexadecenoico 0 - 1; oleico 30 - 47; linoleico 40 - 55; y linolénico 0 - 1, valores que surgen de los extremos consignados en el cuadro N°1. El conjunto de valores de composiciones acídicas registrados en la literatura señala que en aceites de gérmen de sorgo, sólo existen dos componentes ácidos "mayores", los ácidos oleico y linoleico (contenidos en proporción superior al 10 % de los ácidos totales). El ácido palmítico puede considerarse prácticamente como un componente mayor, debiendo señalarse que los contenidos en ácido esteárico son relativamente elevados. La composición de los ácidos saturados de aceites de gérmen de sorgo aparece poco considerada en la literatura, ya que en razón de las técnicas de análisis empleadas en la mayoría de los casos registrados resulta imposible profundizar en ese sentido.

Aceites de gérmen de sorgos argentinos. Obtención.
Rendimientos. Características físico-químicas

Dado que en el país no se registran antecedentes acerca de los aceites de gérmen de sorgo de producción nacional, se decidió realizar un estudio inicial que comprendiese el aislamiento de tales aceites a partir de las variedades de sorgo de mayor difusión en las principales zonas de cultivo, el estudio de sus rendimientos, de sus características físico-químicas y de sus composiciones acídicas.

A tal efecto se requirió la colaboración del Sr. Director General de Economía Agropecuaria de la Secretaría de Estado de Agricul-

-tura y Ganadería de la Nación, quien logró partidas de 12 Kg de grano de sorgos de las siguientes variedades, localidades y provincias de cosecha: "Martin", "Plainsman", "Early Kalo" y "Combine Kafir 60" de Manfredi (Córdoba); "Feterita Pergamino", "Feterita Selección Pergamino", "Plainsman" y "Martin Milo" de Pergamino (Buenos Aires); "Milo Doble Enano" y "Westland" de Anguil (La Pampa); "Kapalpi" de P.R. Sáenz Peña (Chaco) y "Azucarado Leoti", "Early Kalo" y "Martin Milo" de Constitución, Rosario y San Lorenzo (Santa Fé). El total (14 partidas) se sometió al proceso de degerminación por vía húmeda (ver Parte Experimental), separando los respectivos gérmenes y estableciendo su rendimiento respecto del grano de partida, luego de secado al aire. El total de germen obtenido de cada partida fué finamente molido y agotado por hexano técnico en aparato Soxhlet. De los extractos se aislaron los respectivos aceites brutos de extracción, estableciendo los rendimientos respecto del germen y determinando sus características físico-químicas.

El cuadro 2 resume los rendimientos observados y las distintas características físico químicas determinadas, figurando en el mismo los valores de máximo y de mínimo registrados. Todos los valores figuran ordenados según índices de iodo crecientes. Se trata de aceites típicamente semi-secantes (índices de iodo 116,9 a 125,5), valores de ámbito relativamente estrecho si se lo compara con el correspondiente a aceites de germen de maíz argentinos (25) (índices de iodo 103,2 a 123,4). Los valores de ácidos libre (5,5 a 32,3 mg KOH/g.) son algo superiores a los hallados para aceites brutos de germen de maíz (25), lo que probablemente indica una cierta actividad de lipasas durante el estacionamiento del grano y su degerminación. Son de destacar, los elevados contenidos en insaponificable de estos aceites (2,29 a 3,37 %), muy acordes con los señalados por Kummerow (23) para aceites de germen de sorgos norteamericanos (2,04 a 3,23 %); los índices de iodo de estos insaponificables registraron los valores extremos de 73,7 a 107,6, muy similares a los observados en aceites brutos de germen de maíz (84,6 a 109,5) (25), (Estas son las primeras cifras que se registran en relación a esta determinación).

Los aceites brutos de extracción de germen de sor-

. Características físico-químicas

Santa Fé	Córdoba	La Pampa	Bs.	La Pampa	Córdoba	Valores extremos	
Constituc.	Manfredi	Anguil	Pengam	Anguil	Manfredi		
Asurio S. Lorenzo		Milo	Mart	Westland	Martin	Mínimo	Máximo
Agucarado Leoti	Plainsman	Doble Enano	Milo				
18,5	28,4	24,2	30,6	24,3	—	18,5	30,8
0,9138	0,9157	0,9143	0,9157	0,9159	0,9157	0,9128	0,9159
1,4720	1,4718	1,4722	1,4727	1,4730	1,4720	1,4710	1,4730
189,9	191,5	191,2	189,9	190,0	190,1	187,4	191,5
121,6	122,0	123,2	124,4	124,6	125,5	116,9	125,5
9,2	13,1	17,0	12,9	10,1	7,8	5,5	32,3
2,92	2,30	2,32	2,5	2,72	2,35	2,29	3,37
86,6	92,0	98,4	89,9	87,6	97,1	76,7	107,6
48,7	62,1	63,7	105,9	67,2	95,0	31,2	105,2

Cuadro 2.- Aceites de germen de sorgos argentinos. Características físico-quím

Bs. As.	Santa Fé	Bs. As.	Córdoba	Chaco	Santa Fé	Córdoba	Santa Fé	Córdoba	La Pampa
Argemino	Constituc. Rosario S.Lorenzo	Argemino	Manfredi	Roque Sáenz Peña	Constituc. Rosario S.Lorenzo	Manfredi	Constituc. Rosario S.Lorenzo	Manfredi	Anguil
Merita elección Argemino	Harly Kalo	Plainsman	Combine Kafir 60	Napalpi	Martin Milo	Harly Kalo	Azucarado Leoti	Plainsman	Milo Doble Brno
24,7	25,7	25,7	25,6	30,8	23,9	21,0	18,5	28,4	24,2
0,9128	0,9145	0,9137	0,9154	0,9140	0,9148	0,9148	0,9130	0,9157	0,9143
1,4710	1,4715	1,4722	1,4716	1,4720	1,4724	1,4725	1,4720	1,4718	1,4722
191,2	187,5	188,5	185,8	189,7	189,7	187,4	189,9	191,5	191,2
117,7	118,5	118,4	120,8	121,2	121,3	121,4	121,6	122,0	123,2
9,8	5,5	11,4	18,5	32,3	13,5	10,8	9,2	13,1	17,0
2,29	3,00	2,81	2,72	3,37	3,07	3,07	2,92	2,30	2,32
107,6	91,5	76,7	55,0	99,0	94,6	103,1	86,6	92,0	98,4
77,8	84,0	92,0	59,8	31,2	78,1	61,2	48,7	62,1	63,7

Provincia	Bs. As.	Bs. As.	Santa Fe
Localidad	Pergamino	Pergamino	Constanza Rosario S. Lorea
Designación comercial	Feterita Pergamino	Feterita Selección Pergamino	Earl Kald
Rendimiento (% de germen)	20,7	24,7	25,7
Peso específico a 25/4°C	0,9149	0,9128	0,914
Indice de refracción a 25°C	1,4713	1,4710	1,471
Indice de saponificación (A.O.A.C.)	188,6	191,2	187,7
Indice de iodo (Hanus)	116,9	117,7	118,7
Nº de ácidos (mg. KOH/g)	16,0	9,8	5,5
Insaponificable total (A.O.C.S.)	3,25	2,29	3,00
Indice de iodo del insaponificable	83,2	107,6	91,5
Tocoferoles totales sobre "insaponificable" (mg α -tocoferol / g. de aceite) (26)	82,8	77,8	84,0

-go se presentan de color amarillo intenso y variable, enturbian por enfriamiento a 15-20°C y se vuelven lípidos por calentamiento. Este comportamiento, al igual que los contenidos registrados para insaponificable, sugiere que tales aceites resultan contaminados probablemente con cantidades menores de la cera que recubre el grano.

Los contenidos en tocoferoles totales, determinados según la técnica adaptada por Bertoni y Cattaneo (26) para operar sobre insaponificables fueron de 31,2 á 105,2 mg/100 g de aceite, expresados en α -tocoferol, con una mayor concentración de valores entre 60 y 90 mg. Estas cifras, que son las primeras que se registran en aceites de gérmen de sorgos, están comprendidas dentro de los valores extremos correspondientes a aceites de gérmen de maíz argentinos (11,9 á 167,0 mg/100 g) (25). Si bien la carencia de información acerca de los contenidos en tocoferoles en aceites de sorgos es total, los contenidos en tocoferoles encontrados en el presente estudio, justifican la afirmación de Kummerow (23) en el sentido de que tales aceites tienen una resistencia a la oxidación similar a la de los aceites de maíz.

Los rendimientos en aceite, expresados en % de gérmen, oscilaron entre 18,5 y 30,8, correspondiendo el valor mínimo (18,5) al sorgo "Azucazado Leoti". Los rendimientos en gérmen % de grano oscilaron entre 2,9 y 4,2, cifras estas muy inferiores al único valor logrado en la bibliografía y debido a Bidwell, Bopst y Bowling (21), quienes señalan que el grano de sorgo, rinde por separación manual, 10 % de gérmen que a su vez contiene 31,5 % de aceite. Baldwin y Sniogowski (7) encuentran que el gérmen de sorgo separado por degermación húmeda rinde por extracción 52,1 % de aceite, expresado sobre base seca. Si se tienen en cuenta los rendimientos en aceite % de gérmen observados en el presente trabajo y los respectivos rendimientos en gérmen % de grano, se puede calcular que los rendimientos en aceite expresados en % de grano oscilaron entre 0,60 y 1,29, con una mayor concentración de valores entre 0,90 y 1,00. Estas últimas cifras son muy inferiores a las consignadas por Kummerow (2,41 á 3,16 %) (23) para sorgos norteamericanos, determinadas por agotamiento con hexano hirviendo sobre el grano molido previamente librado del material céreo exterior por extrac-

-ción con hexano hirviendo antes de la molienda. En razón de estas diferencias, se practicaron según la técnica de Kummerow (23), las determinaciones de contenidos en cera exterior y en aceite de germen más endosperma (ver Parte Experimental) sobre 12 de las variedades de sorgos considerados en este trabajo. Los resultados obtenidos muestran que los granos de sorgos argentinos rinden entre 0,20 y 0,35 % de material céreo y entre 1,95 y 2,93 % de aceite de germen más endosperma. Estas cifras son acordes con las indicadas por Kummerow (23) quien consigna rendimientos en cera de 0,21 a 0,50 % (valor promedio 0,30 %) y rendimientos en aceite de 2,41 a 3,16 % (valor promedio 2,76 %). Las consideraciones anteriores llevan a pensar que los sorgos argentinos son similares a los norteamericanos mencionados, respecto de sus contenidos en cera y en aceite y que los bajos rendimientos observados por extracción del germen separado por vía húmeda, deben atribuirse a una deficiente separación cuantitativa del mismo y a la dificultad notada en lograr germen libre de endosperma. Estas observaciones sugieren la conveniencia de estudiar cuidadosamente el proceso de leguminación del grano de sorgo en el campo industrial.

Aceites de germen de sorgos argentinos.

Composición en ácidos grasos.

Con el objeto de determinar las composiciones acídicas de todos los aceites de sorgo obtenidos, se decidió emplear una técnica rápida. Tal la espectrofotometría en el U.V., luego de isomerización alcalina hacia la conjugación de dobles ligaduras.

Los ácidos polinsaturados, presentes en la mayoría de las grasas y aceites corrientes tienen sus dobles ligaduras aisladas (no conjugados) y no exhiben máximos de absorción en la zona del U.V., por encima de los 200 m μ . El cambio de disposición de estas dobles ligaduras, (mutación prototrópica) para formar isómeros conjugados por un simple tratamiento alcalino a elevadas temperaturas, seguido por medidas en la absorción selectiva resultante en el U.V., constituye la base del método espectrofotométrico de valoración indirecta de los

misimos.

Este método ofrece la posibilidad de un procedimiento de análisis para ácidos polinosaturados, superior en sencillez y rapidez respecto de las técnicas puramente químicas.

El método básico tal cual lo detallan en una publicación Mitchell, Kraybill y Zscheile (27), para la determinación de ácidos linoleico y linoléico, es aplicado y extendido por Deadle y Kraybill para ácido araquidónico puro y desde entonces está sujeto a variaciones y mejoras en diversos factores: tiempo de calentamiento, temperatura, solvente usado para la isomerización, preparación de ácidos "standards", procedimientos de corrección por absorción extraña y la concentración del álcali usado en la isomerización.

Los nuevos sistemas conjugados a medida que se forman por isomerización alcalina, están expuestos a un proceso destructivo; así su concentración alcanza un valor máximo después de un cierto tiempo y luego cae más o menos lentamente: los ácidos dienoicos conjugados son relativamente estables, los trienoicos conjugados parcialmente descompuestos y los tetraenoicos conjugados lo son en mayor extensión (28) (29). Sacrificando una mayor sensibilidad por exactitud, se afecta la lectura de la extinción cuando ésta es algo menor pero más estable (zona plana de la curva obtenida proyectando tiempo contra extinción). La mayoría de los investigadores prefieren hacer una sola lectura, usualmente después de fijar el tiempo de isomerización (15, 25, 45 minutos). También prefieren el procedimiento más simple de isomerizar a una temperatura seleccionada, lo cual asegura resultados más reproducibles (180°C).

El glicol (usado bajo corriente de nitrógeno) y el glicerol (en aire), son los solventes más ampliamente usados, y ambos aceptados en procedimientos standards, aunque para algunos investigadores resulte más satisfactorio uno que otro según sus finalidades.

El propósito seguido por Brice y Swain (29) en sus trabajos, es el de introducir modificaciones y correcciones al método espectrofotométrico básico para hacerlo aplicable principalmente a materiales grasos que contengan pequeñas proporciones de constituyentes polinosaturados. Pequeños va-

-lores de absorción preexistentes, que podían ser ignorados en aceites ricos en ácidos linoleico y linoléico, ahora deben ser tenidos en cuenta, (en algunas grasas existe considerable proporción de material dienoico conjugado antes de isomerización); en ambos casos antes y después de isomerización debe ser descontada la absorción por la contribución de grupos carboxilos (basada en los valores de extinción obtenidos para ácido esteárico o estearato de metilo puros), y una proporción apreciable de la extinción observada para trienos y tetraenos puede ser debida a absorción "extraña" (background absorption) que también debe ser corregida.

Si bien la introducción de estos factores de corrección ha aumentado la exactitud en los métodos de isomerización alcalina, es necesario aplicarlos con precaución. Para aceites conteniendo grandes cantidades de trienos y tetraenos conduce a mayores errores que de no aplicar tal corrección. En este sentido las sugerencias de Brice y colaboradores han sido incorporadas a los métodos standards (A.O.C.S.) (30) (31). Igualmente han sido tenidos en cuenta los nuevos valores de coeficientes de extinción específicos establecidos por Wiemenschneider y colaboradores, obtenidos en nuevas calibraciones con ácidos linoleico, linoléico y araquidónicos puros, aislados en sus formas "cis-cis" (se isomerizan a iguales velocidades que los ácidos "cis-cis" que se encuentran naturalmente en los aceites) (32) (33) (34) (35).

Como agente isomerizante, se emplea casi exclusivamente el KOH y la mayoría de los investigadores usan concentraciones del orden del 6 y 11 %. Mayores concentraciones de álcali (superior a 20 %) son muy efectivas en la conjugación de ácidos tri, tetra, penta y hexaenoicos (34) (36). El método de isomerización alcalina es eminentemente empírico; en consecuencia, para obtener resultados reproducibles, se exige una perfecta standardización en todo el procedimiento: el tiempo, temperatura, concentración del álcali, solvente usado en el reactivo alcalino y concentración de la muestra son factores importantes en la isomerización y deben ser mantenidos dentro de los límites especificados por el método particular para el cual se han establecido las constantes de absortividad de los ácidos puros de referencia.

En el siguiente cuadro se resúmen los diferentes métodos o condiciones de isomerización alcalina que se usan corrientemente y las constantes correspondientes (35).

Cuadro N°3

Coefficientes de extinción específica de ácidos polinosaturados naturales puros

Acido	Longitud de onda	Coefficientes de extinción específica		
		6,5 % KOH Glicol ^a	11 % KOH Glicerol ^b	21 % KOH Glicol ^c
Linoleico	233	92,1	93,9	91,6
Linolénico	233	61,6	58,6	47,5
	268	50,7	48,6	90,5
Ergostidónico	233	56,9	55,0	39,7
	268	52,2	46,8	48,2
	315	21,5	20,3	60,6
C ₂₀ Pentaenoico	233	---	48,9	39,4
	268	---	33,3	41,2
	315	---	25,8	82,4
	346	---	15,0	87,5
C ₂₂ Pentaenoico	233	---	50,0	43,5
	268	---	35,2	46,0
	315	---	23,0	58,9
	346	---	10,9	50,4
C ₂₂ Hexaenoico	233	---	---	41,7
	268	---	---	52,2
	315	---	---	29,6
	346	---	---	27,7
	374	---	---	29,3

- a; 25 minutos de isomerización a 180°C bajo nitrógeno.
- b; 45 minutos de isomerización a 180°C bajo nitrógeno.
- c; 15 minutos de isomerización a 180°C bajo nitrógeno.

Según se expone en la Parte Experimental siguiendo la técnica espectrofotométrica allí detallada se determinaron las composiciones acídicas de los 14 aceites, que quedaron expresadas en ácidos oleico, linoleico, linolénico y saturados totales % de ácidos totales. El cuadro N° 4 resume todos los valores de composición hallados e incluye también el total de dienos y trienos conjugados preexistentes. Todos los valores de este cuadro fueron ordenados según índices de iodo crecientes de los aceites. Puede observarse que en todos los casos son componentes ácidos "mayores", los ácidos oleico y linoleico.

Si se comparan los valores extremos de composición en ácidos saturados totales, oleico y linoleico de los aceites de sorgos argentinos con los extremos correspondientes a los aceites de sorgos norteamericanos consignados en el cuadro N°1, se puede observar que los primeros son más ricos en ácidos saturados totales (14,7 á 23,2 %) frente a 10,2 - 15,6 % de los segundos. Asimismo, los aceites argentinos son sensiblemente más pobres en ácido oleico que los norteamericanos (13,8 - 37,3 %) frente a 32,2 á 45,4 %, los contenidos en ácido linoleico de los aceites argentinos son sensiblemente superiores (46,2 - á 59,5 %) frente a 41,6 - 51,7 %.

Como una consecuencia del método empleado (espectrofotometría) las absorciones en la zona de los trienos conjugados fueron expresadas en ácido linolénico, registrando valores extremos de 0,8 - 3,0 % en los aceites argentinos. Este componente ha sido calculado por Baldwin y Sniogowski (7) en la concentración de 1,0 % en aceite de germen de sorgo norteamericano, señalando que ello era tan sólo una forma de expresión, es decir que no significaba el haberlo identificado.

Desde que en aceites extranjeros los contenidos en ácidos saturados totales son menores que en aceites argentinos y teniendo en cuenta que en aquéllos el ácido palmítico era prácticamente un componente mayor, puede asegurarse que los aceites de sorgo argentinos contienen a ése ácido en proporción del 10 % de los ácidos totales o ligeramente superior.

Con el fin de observar, como es corriente, el com-

Procento de sorgos argentinos
usados (% de semillas totales)

Cultivo	Córdoba	La Pampa	Bs. As.	La Pampa	Córdoba	Valores extremos	
	Manfredi	Anguil	Pergamino	Anguil	Manfredi		
Sucaraño		Milo	Martin	Westl	Martin	Mínimo	Máximo
Lecti	Flainsman	Doble Espino	Milo				
29,4	28,8	26,1	13,8	25,0	24,5	13,8	37,3
52,6	53,6	55,3	59,5	53,0	54,8	46,2	59,5
1,3	1,0	1,2	2,9	3,0	3,0	0,8	3,0
0,4	0,6	0,6	0,6	0,0	0,5	0,3	1,3
16,3	16,0	16,8	23,2	17,0	17,2	14,7	23,2
121,6	122,0	123,2	124,4	124,0	125,5	116,9	125,5

Cuadro 4.- Aceites de germen de sorgos argentinos
Composición en ácidos grasos (% de ácidos totales)

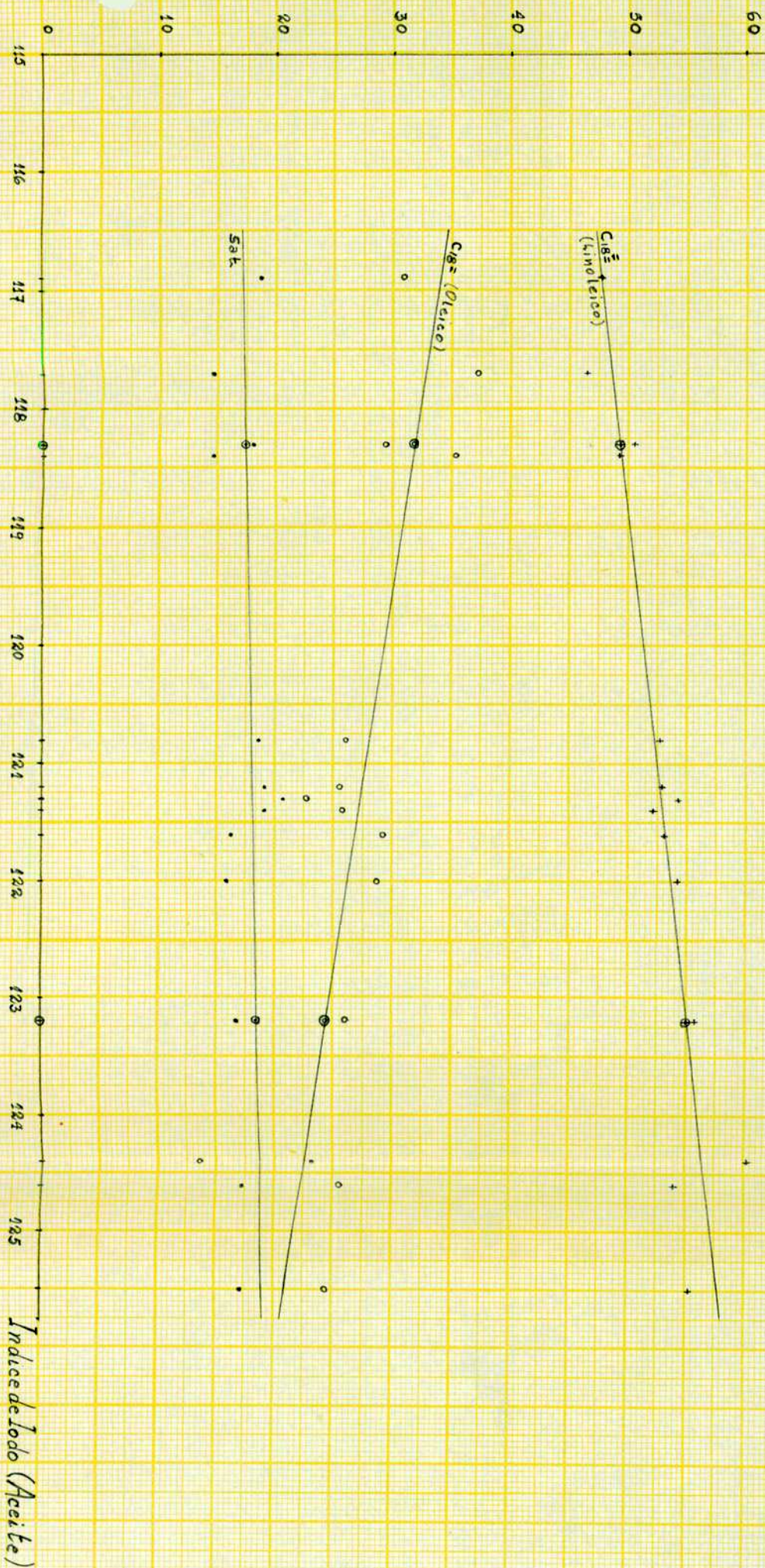
Bs. As.	Santa Fé	Bs. As.	Córdoba	Chaco	Santa Fé	Córdoba	Santa Fé	Córdoba	La Pampa
	Constituc.				Constituc.		Constituc.		
orgamino	Rosario S.Lorenzo	orgamino	Manfredi	Roque Sáenz Peña	Rosario S.Lorenzo	Manfredi	Rosario S.Lorenzo	Manfredi	Anguil
terita elección orgamino	Early Kalo	Plainsman	Combine Kafir 60	Mapalpi	Martin Milo	Early Kalo	Azucarado Leoti	Plainsman	Milo Doble Enano
37,3	29,5	35,3	26,3	25,6	22,6	25,8	29,4	28,8	26,1
46,2	50,2	40,8	52,1	51,6	53,8	51,5	52,6	53,6	55,3
1,5	1,5	0,8	2,3	2,1	2,3	2,7	1,3	1,0	1,2
0,3	0,4	0,5	0,6	1,3	0,7	0,6	0,4	0,6	0,6
14,7	18,4	14,8	10,7	19,4	20,6	19,4	16,3	16,0	16,8
117,7	118,3	110,4	120,8	121,2	121,3	121,4	121,6	122,0	123,2

Provincia	Bs. As.	Bs. As.	Santa Fé	Bs. As.	Córdoba
Localidad	Pergamino	Pergamino	Constituc. Rosario S.Lorenzo	Pergamino	Manfredi
Designación comercial	Feterita Pergamino	Feterita Selección Pergamino	Early Kalo	Plains	Combine Kafir 60
Oleico	31,2	37,3	29,5	35,2	26,3
Linoleico	47,1	46,2	50,2	48,2	52,1
Linoléico	2,4	1,5	1,5	0,2	2,3
Suma de dienos + trienos conjugados preexistentes	0,5	0,3	0,4	0,2	0,6
Acidos saturados totales	18,8	14,7	18,4	14,2	18,7
Indice de iodo (Hanus)	116,9	117,7	118,3	118,4	120,8

-portamiento de las composiciones acídicas en función de los índices de Iodo de los aceites, se han representado gráficamente en función de éstos, los contenidos en ácidos saturados totales, oleico y linoleico. Matemáticamente se han trazado rectas representativas de tales relaciones y calculado los correspondientes factores de correlación según (37). Se observa que a mayor índice de Iodo corresponden mayores contenidos en ácido linoleico (factor de correlación +0,88); menores en ácido oleico (factor de correlación -0,78) y ligeramente mayores en ácidos saturados totales (factor de correlación +0,28, no significativo). Si bien se reconoce que son pocos los análisis practicados para dar fuerza a esta consideración estadística, los valores de correlación encontrados para los ácidos oleico y linoleico en sus relaciones con los índices de Iodo son significativos, deduciendo de ello que el gráfico construido no ofrecería sustanciales diferencias frente a mayor número de muestras.

Acidos % de Acidos Totales

Gráfico 1.- Aceites de germen de sorgos argentinos.
Relaciones entre los valores de Índice
de Iodo y las composiciones acídicas.



Indice de Iodo (Acetate)

INICIACION

Según puede verse en la Parte Experimental, dos de los aceites de sorgo: "Martin" y "Plainsman", de Manfredi (Córdoba) se analizaron en sus composiciones acídicas por destilación fraccionada en vacío de los ésteres métilicos de los respectivos ácidos "sólidos" y "líquidos". El cuadro N°5 contiene los valores de composición así encontrados y asimismo, las composiciones halladas por el método espectrofotométrico (ambas en % de ácidos totales).

Cuadro N°5

Composiciones acídicas de aceites de sorgo, halladas por espectrofotometría y por destilación

Variedad	"Martin"		"Plainsman"	
	Dest.	S.V.	Dest.	S.V.
Método				
Marístico	--	^	0,3	^
Malvático	10,1		9,2	
Estearico	2,9	17,2	1,1	15,0
Caprídico	0,1		0,8	
Hexadecanoico	0,4	---	0,9	---
Oleico	26,9	24,5	30,5	28,2
Linoleico	59,6	54,8	54,1	53,6
Linolénico	--	3,0	---	1,0
Dienes + trienos conjugados	--	0,5	---	0,6

El cuadro 5 señala diferencias sensibles en los valores de composición según ambas técnicas. Los valores de ácidos saturados totales encontrados por el método espectrofotométrico son mayores que los halla-

-dos por destilación fraccionada. Por espectrofotometría figuran valores para ácido linolénico (3,0 y 1,0 %), no determinados por el método de destilación (cuando las concentraciones en ácido linolénico son muy bajas, es necesario recurrir a la espectrofotometría aún, operando por destilación fraccionada). En cambio, el método espectrofotométrico no permite determinar la concentración en ácido palmitoleico. Este conjunto de circunstancias justifican las diferencias observadas; al no determinar las pequeñas concentraciones en ácido linolénico en el primer método quedan afectados los valores para ácidos oleico, linoleico y saturados totales y asimismo el valor de oleico encontrado por espectrofotometría está afectado al comprender al ácido palmitoleico.

Las composiciones halladas por destilación fraccionada señalan que el principal componente es los ácidos saturados el ácido palmítico y que los contenidos en ácido esteárico son sensiblemente menores a los registrados en la bibliografía para aceites nort americanos (ver Cuadro N°1)

Reconocimiento de componentes ácidos no saturados

Como se expone en la parte Experimental, han sido indudablemente reconocidos los ácidos oleico, linoleico y linolénico a través de sus transformaciones en los ácidos 9-10 dihidroxiesteárico, tetrabromoesteárico y hexabromoesteárico respectivamente.

Kummerow (23) no pudo establecer la presencia de ácido linolénico desde que no obtuvo hexabromoderivado del mismo ni aún bromurando un concentrado en ácidos di y polietilénicos obtenidos por cristalización fraccionada en acetona a -60°C . Al igual que Baldwin y Sniegowski (7), concluye la ausencia de dicho componente.

En el presente trabajo se pudo aislar ácido hexabromoesteárico bromurando los ácidos de un aceite de sorgo no incluíbles por urea, por aplicación de la técnica de Crespo y Cattaneo (38).

En aceites de germen de sorgos argentinos y por aplicación del método espectrofotométrico se ha calculado, en el presente traba-

-jo, 0,8 á 3,0 % de ácido linolénico. Aún cuando este componente ácido ha sido identificado, estos valores comprenden, además de ácido linolénico, muy probablemente productos de autoxidación.

Composición química del germen agotado por hexano

Con el detalle de resultados expuestos en la parte experimental, el germen agotado por hexano de todos los sorgos estudiados, se examinó en su composición química general, obteniendo los valores extremos que figuran en el cuadro N°6.a

	Mín.	Máx.
Humedad (100-105°C) %	9,1	12,2
Cenizas (500-550°C) %	1,9	13,5
Proteínas (N x 5,7) %	17,0	25,1
Fibra cruda %	6,3	7,7
Almidón %	25,0	42,3
Pentosanos %	9,8	16,3

Cuadro N°6 a

Composición de germen de sorgo agotado por hexano

En estos análisis el n° dosado representa 4,5 á 11,8 %, como valores mínimo y máximo observados.

III.- P A R T E E X P E R I M E N T A L

1).- Degerminación del grano de sorgo

Alrededor de 10 Kg. del grano de cada muestra se remojan durante 24 - 36 horas, calentando a 45°C durante 4 - 10 horas, hasta total imbibición. Todas las operaciones de degerminación se realizaron en la Destilería de Alcohol Anhidro E.N. (San Nicolás), cuyas instalaciones se utilizaron. De este modo el grano se hincha y ablanda, mientras que el gérmen se vuelve más elástico que el endosperma, lo que facilita su separación en la molienda. Esta, se realiza en un molino a discos de dos placas de separación graduable con estrías helicoidales. Uno de los discos se mantiene fijo, mientras el otro gira. El molino se regula de manera que el grano se rompa abriéndose la cáscara (de constitución celulósica dura) permitiendo la salida y desprendimiento del gérmen en razón de su mayor elasticidad.

Con algunas variedades de sorgo y debido a la mayor dureza de la cáscara, se hizo necesaria una segunda molienda a fin de lograr mayor liberación de gérmen limpio (sin restos de cáscara de persistente adherencia).

La pequeñez del gérmen en este tipo de grano y su fuerte unión con la cáscara constituyen la mayor dificultad de la separación y justifican las pérdidas de gérmen durante el proceso, cuyos rendimientos no pueden considerarse cuantitativos con el sistema operado.

La separación del gérmen del endosperma, se realiza por flotación mediante un fuerte chorro de agua.

El gérmen flota retirándose de la superficie y distribuyéndolo en capas delgadas sobre una mesa para su secado al aire. En días de mucha humedad, el secado se acelera insuflando aire caliente. Una vez seco se lo fricciona con las manos a fin de separar del gérmen restos de cáscaras. En ocasiones esta operación no fué totalmente exitosa recurriéndose a la separación manual de cada partícula. Por tamizado y por aventación se logra separar cáscaras del gérmen, debiéndose regular muy bien la corriente de aire para evitar la pérdida de partículas de gérmen.

En algunos casos debe recurrirse, con posterioridad

al tamizado, a un nuevo proceso de flotación para separar partículas de endosperma de igual tamaño que las de gérmen, prosiguiéndose en la forma ya señalada. En la discusión de la Parte Experimental se hace referencia a los rendimientos en gérmen observados en estas separaciones.

2).- Obtención de los aceites

Aproximadamente 250 - 480 g de gérmen seco al aire (según los casos), se muelen finamente y agotan con hexano técnico en aparato Soxhlet. Por destilación sobre B.M. se recupera la mayor parte del solvente, arrastrando las últimas porciones con vapor de agua. El producto así obtenido se toma por medio litro de éter etílico y lava por agitación con solución saturada de sulfato de sodio en agua. Se deshidrata con sulfato de sodio anhidro, filtra, recupera el éter por destilación a B.M. y calienta en estufa de vacío a 100°C y 50 mm. de Hg hasta constancia de peso, se obtienen así los aceites brutos de extracción que se presentan como líquidos de color amarillo intenso y variable, que enturbian por enfriamiento a 15 - 20°C, volviéndose límpidos por calentamiento. Según los casos se obtienen entre 49 y 125 g de aceite, cuyos rendimientos expresados en % de gérmen fueron señalados en el Cuadro 2.

3).- Determinación de las características físico-químicas

En el Cuadro 2 (ver Discusión de la Parte Experimental) figuran los valores obtenidos para peso específico, índice de refracción, índice de saponificación, índice de iodo, n° de acidez, insaponificable total e índice de iodo del insaponificable, determinados sobre los 14 aceites brutos de extracción y con las técnicas señaladas en el mismo. Anteriormente se ha hecho una discusión de tales valores.

4).- Determinación de tocoferoles totales

A.- Determinación sobre "aceite tal cual" (39) (40)

Solventes y reactivos

a).- Nafta (p.eb. 120-140°C). Se purifica agitando en ampolla de decantación, con aproximadamente 1/10 de su volumen de ácido sulfúrico fumante, repitiendo el tratamiento si es necesario. Se agita nuevamente con SO_4H_2 concentrado y luego se lava hasta eliminar acidez. Luego se agita con solución de NaOH 2N y lava nuevamente con agua. Se elimina la mayor parte de ésta agitando con SO_4Na_2 anhidro y destila en aparato totalmente de vidrio, recogiendo desde que el destilado comienza a pasar límpido.

b).- Etanol absoluto purificado (41) Se destila etanol absoluto sobre permanganato de potasio e hidróxido de potasio (para 1 litro de etanol agregar 0,5 g de MnO_4K y 1 g de KOH), en columna de Vigreux. Se recoge en recipiente protegido de la humedad del aire.

c).- Solución de Cl_3Fe al 0,2 % en etanol absoluto Se prepara por disolución del $\text{Cl}_3\text{Fe} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (p.a.) en etanol absoluto purificado según b).- y se conserva en frasco color caramelo, con tapón esmerilado. La solución debe ser fresca.

d).- Solución de $\alpha\alpha'$ dipiridilo al 0,5 % en etanol absoluto. Se prepara por disolución de la droga pura en etanol absoluto purificado según b).- y conserva en frasco color caramelo con tapón esmerilado.

e).- Acido sulfúrico al 85 % en peso. En proporción de 85 partes en peso y 15 partes en peso de agua.

f).- Solución de KOH al 1 %. Se pesa 1 g de KOH (p.a.), disuelve en agua destilada y lleva a 100 ml.

Procedimiento. Purificación (39)

Se prepara una solución alrededor del 2 % del aceite tal cual en nafta purificada. 10 ml. de esta solución se vierten en el tubo de centrifuga con tapón esmerilado de unos 15 ml. de capacidad; se agregan 2 ml.

de SO_4H_2 85 μ gota a gota con pipeta. Se tapa e invierte varias veces hasta que sedimente la suspensión de color pardo formada. Se centrifuga durante 2 minutos, se separa por decantación la capa sobrenadante (nafta) a otro tubo de centrifuga y se le agrega 5 ml. de solución de KOH al 1 %. Se tapa y agita la mezcla vigorosamente, y se centrifuga hasta que la capa de nafta queda totalmente límpida.

Valoración (40)

De la capa sobrenadante se mide, por duplicado, una alícuota (2 ml.) en un tubo pequeño. Se agrega ahora 1 ml. de etanol purificado y 0,5 ml. de solución de $\alpha\alpha'$ -dipiridilo, seguido por 0,5 ml. de solución de Cl_3Fe . Se mezcla bien y se vuelca la solución en la cuba del espectrofotómetro (1 cm. de espesor), a los 2 minutos medidos a partir del agregado de la solución de Cl_3Fe , se efectúa la lectura de la densidad óptica a 520 $m\mu$ y a la temperatura ambiente.

Paralelamente se conduce un blanco con 2 ml. de nafta y 1 ml. de etanol purificado y 0,5 ml. de solución de $\alpha\alpha'$ -dipiridilo seguidos de 0,5 ml. de solución de Cl_3Fe , (el valor del blanco se mantuvo entre 0,056 y 0,070). Como solución de referencia se usó la mezcla de 2 ml. de nafta y 2 ml. de etanol purificado. En todos los casos el volumen total es de 4 ml. Se usa espectrofotómetro marca Zeiss (Fotómetro espectral PMQ II).

El contenido en tocoferoles totales se determina por medio del factor obtenido de la curva de calibración efectuada con una solución tipo de DL α tocoferol sintético (Merck) disuelto en nafta purificada (factor = 102,2; valor promedio). La pureza del DL α tocoferol Merck fue ensajada en solución etanólica por medida espectrofotométrica ($E_{1\text{cm}}^{1\%} 292 m\mu = 75,4$). Los valores del coeficiente de extinción (en etanol) registrados en la literatura son: $E_{1\text{cm}}^{1\%} 292 m\mu = 71,4$ para α tocoferol sintético Merck; (42); 71,0 para la forma cristalina natural de α tocoferol (43) y finalmente 75,8 para α tocoferol (44). Los resultados se expresan en "tocoferoles totales" como mg de α tocoferol μ g de aceite. (ver Cuadro 6).

B.- Determinación sobre "insaponificable"

Solventes y reactivos

g).- Eter etílico libre de peróxidos (45). A 500 ml. de éter etílico, contenido en ampolla de decantación, se agrega una solución de NO_3Ag (4 g en 30 ml. de agua), se añade inmediatamente una solución de NaOH al 4 % (50 ml.) y agita bien por 5-6 minutos. Si es necesario se repite el tratamiento. Se separa la capa acuosa y se lava el éter varias veces con H_2O , eliminando esta última lo mejor posible.

Se filtra y guarda el éter así purificado en frasco color caramelo.

h).- Solución etanólica de pirogalol al 5 %. Se prepara por disolución de 5 g de pirogalol (resublimado) en 100 ml. de etanol.

i).- Solución acuosa concentrada de KOH. Se disuelven 40 g de KOH puro en 27 ml. de H_2O destilada.

j).- Solución acuosa de KOH al 0,5 %. Preparada por disolución de 5 g de KOH puro en agua destilada, completando a volumen de 1 litro.

Los demás reactivos son los citados desde a).- hasta f).--.

Procedimiento (40).

En matraz de 125 ml. se pesa exactamente alrededor de 1 g de aceite y se saponifica agregando 4 ml. de solución etanólica de pirogalol y 1 ml. de solución concentrada de KOH. Se conecta un tubo refrigerante de aire con esmeril y se calienta a ebullición en B.M. por 5 minutos, con frecuente agitación. Se enfría rápidamente y se trasvasa a una ampolla de decantación pequeña con la ayuda de 10 ml. de H_2O destilada y 25 ml. de éter etílico libre de peróxidos para efectuar la extracción. Se agita vigorosamente. En total se efectúan 4 extracciones con 25 ml. de éter cada una, si es necesario se adiciona cada vez unos pocos ml. de etanol para evitar la formación de emulsiones persistentes. Los extractos etéreos combinados se lavan 2 veces con 20 ml. cada vez, de solución acuosa de KOH al 0,5 % con muy suave agitación y finalmente 4 veces con 20 ml. cada vez de agua destilada, agitando vigorosamente.

Se separa el agua lo mejor posible y pasa el extracto etéreo a un Erlenmeyer con cuello esmerilado para eliminar por destilación en B.M. todo el éter etílico. Las últimas trazas del solvente se eliminan pasando nitrógeno sobre el residuo todavía caliente. Una vez frío se trasvasa el insaponificable así obtenido a un matracito aforado de 25 ml., con ayuda de nafta purificada, se lleva a volúmen, mezcla bien para homogeneizar y se efectúa la purificación y valoración espectrofotométrica según la técnica señalada en A.-

Los valores hallados, expresados en α tocoferol % g de aceite figuran en el Cuadro 2, Discusión de la Parte Experimental.

El Cuadro 6 se refiere a los valores experimentales observados en las determinaciones de tocoferoles totales sobre los aceites y sobre los respectivos insaponificables. En el Cuadro 2 (Discusión de la Parte Experimental), pueden observarse los valores de contenidos en tocoferoles totales (determinados sobre insaponificable), juntamente con los de las demás características físico-químicas.

Cuadro 6.- Determinación de Tocoférols Totales (*)

Muestra Nº	Sobre "aceite tal cual"				Sobre "insaponificable"			
	Peso aceite (g)	D.O. (lectura)	D.O. (blanco)	Tocoférols Tot. (mg α -tocoférol / g aceite)	Peso aceite (g)	D.O. (lectura)	D.O. (blanco)	Tocoférols Tot. (mg α -tocoférol / g aceite)
1	0,5248	0,412	0,070	83,2	1,0090	0,820	0,070	95,0
2	0,5206	0,295	0,066	56,2	0,7360	0,424	0,066	62,1
3	0,5126	0,300	0,058	60,3	0,7290	0,415	0,065	61,2
4	0,5252	0,290	0,060	55,9	0,7136	0,394	0,060	59,8
5	0,5066	0,326	0,059	67,3	0,7570	0,550	0,059	82,8
6	0,5254	0,342	0,066	67,1	0,7050	0,496	0,066	77,8
7	0,5016	0,292	0,060	59,1	0,7260	0,422	0,060	63,7
8	0,5008	0,375	0,070	77,8	1,0420	0,820	0,070	92,0
9	0,5346	0,315	0,059	61,1	0,7282	0,442	0,059	67,2
10	0,5176	0,422	0,058	37,4	0,3430	0,752	0,058	105,2
11	0,2660	0,152	0,068	40,3	0,6010	0,217	0,070	31,2
12	0,4096	0,293	0,068	58,7	0,3126	0,380	0,070	48,7
13	0,4996	0,353	0,066	73,4	1,0390	0,750	0,066	84,0
14	0,5280	0,388	0,066	77,9	1,0076	0,682	0,066	78,1

(*) En este cuadro y en los subsiguientes, las distintas muestras de aceites figuran numeradas de 1 a 14. La equivalencia varietal y origen figuran en el Cuadro 6 bis.

Cuadro 6 bis.- Equivalencias a Designación y Origen.

N°	Designación	Localidad	Provincia
1	Martin	Manfredi	Córdoba
2	Plainsman	Manfredi	Córdoba
3	Early Kalo	Manfredi	Córdoba
4	Combine Kafir 60	Manfredi	Córdoba
5	Feterita Pergamino	Pergamino	Buenos Aires
6	Feterita Selección Pergamino	Pergamino	Buenos Aires
7	Milo Doble Enano	Anguil	La Pampa
8	Plainsman	Pergamino	Buenos Aires
9	Westland	Anguil	La Pampa
10	Martin Milo	Pergamino	Buenos Aires
11	Napalpi	Roque Sáenz Peña	Chaco
12	Azucarado Leoti	Const. Rosario S. Lorenzo	Santa Fé
13	Early Kalo	Const. Rosario S. Lorenzo	Santa Fé
14	Martin Milo	Const. Rosario S. Lorenzo	Santa Fé

k específico (2)

1	1,211	1,432	1,080
3	0,548	0,642	0,490
7	1,195	1,426	1,094
0	0,961	1,112	0,857
3	1,068	1,157	0,905
0	0,792	0,928	0,702
7	0,730	0,825	0,632
6	0,655	0,691	0,534
7	1,199	1,443	1,094
0	1,211	1,396	1,070
2	0,940	1,042	0,820
8	0,789	0,889	0,677
0	0,852	0,978	0,752
7	0,976	1,134	0,888

(1) En esta determinación es necesario diluir la muestra, 2 ml. a 50 ml. en las dos primeras y 2 ml. a 100 ml. en las restantes.

$$(2) k_{\text{esp}} = \frac{D.O.}{b \cdot c} ;$$

Siendo: D.O. = lectura; b = espesor en cm. y c = concentración de la solución en g/l.

Acidos grasos poliénicos no conjugados

1)

Trienos

D.O. Lecturas	k (2) específico	λ (m μ)			Espesor cubetas (cm)	Bandera (mm)	D.O. Lecturas		
0,38	49,999	262	268	274	0,5	0,09	0,582	0,680	0,5
0,11	47,810	262	268	274	1,0	0,11	0,592	0,695	0,5
0,48	47,150	262	268	274	0,5	0,10	0,630	0,752	0,5
0,55	47,213	262	268	274	0,5	0,10	0,566	0,655	0,5
0,41	42,887	262	268	274	0,5	0,09	0,518	0,561	0,4
0,47	41,403	262	268	274	0,5	0,11	0,451	0,529	0,4
0,58	39,409	262	268	274	0,5	0,10	0,432	0,480	0,3
0,44	43,564	262	268	274	0,5	0,10	0,330	0,348	0,2
0,51	48,952	262	268	274	0,5	0,11	0,630	0,758	0,5
0,56	54,038	262	268	274	0,5	0,10	0,613	0,741	0,5
0,49	47,488	262	268	274	0,5	0,10	0,488	0,541	0,4
0,52	46,933	262	268	274	0,5	0,09	0,443	0,499	0,3
0,48	44,986	262	268	274	0,5	0,10	0,463	0,532	0,4
0,52	48,785	262	268	274	0,5	0,10	0,523	0,608	0,4

**Cuadro N°7.- Determinación de las composiciones
en ácidos grasos por espectrofotometría.**

k específico (2)				Peso muestra (g)	λ (m μ)	Dienes (1)			k espec
						Espesor cubetas (b) cm.	Ranura (mm)	Lectura	
0,533	0,053	0,055	0,052	0,0960	233	0,2	0,11	0,392	4
0,206	0,079	0,079	0,070	0,1082	233	0,2	0,11	0,11	4
0,458	0,115	0,117	0,105	0,1053	233	0,5	0,11	0,408	4
0,501	0,114	0,123	0,112	0,1177	233	0,5	0,11	0,557	4
0,750	0,069	0,072	0,066	0,0970	233	0,5	0,11	0,416	4
0,360	0,036	0,037	0,036	0,1140	233	0,5	0,12	0,472	4
0,103	0,089	0,096	0,090	0,1182	233	0,5	0,11	0,505	4
0,350	0,089	0,094	0,089	0,1006	233	0,5	0,11	0,440	4
0,10	0,088	0,095	0,094	0,1050	233	0,5	0,11	0,514	4
0,212	0,124	0,126	0,119	0,1060	233	0,5	0,11	0,562	5
0,582	0,155	0,160	0,148	0,1039	233	0,5	0,11	0,494	4
0,560	0,061	0,059	0,053	0,1122	233	0,5	0,11	0,525	4
0,315	0,073	0,075	0,074	0,1086	233	0,5	0,11	0,480	4
0,705	0,162	0,171	0,156	0,1071	233	0,5	0,11	0,522	4

Acidos grasos poliénicos conjugados

Trienos

k (2) especific	λ (mμ)	Espesor cubetas (b) cm.	Temperatura (mm)	D.O. Lecturas				
0,581	262	268	274	5	0,08	0,551	0,562	0,531
0,639	262	268	274	2	0,08	0,320	0,320	0,281
0,719	262	268	274	2	0,08	0,500	0,506	0,451
0,671	262	268	274	2	0,08	0,510	0,552	0,501
0,608	262	268	274	5	0,08	0,782	0,820	0,751
0,412	262	268	274	5	0,08	0,365	0,377	0,361
0,660	262	268	274	2	0,08	0,401	0,431	0,401
0,641	262	268	274	2	0,08	0,351	0,370	0,351
0,656	262	268	274	2	0,08	0,380	0,411	0,411
0,689	262	268	274	1	0,08	0,252	0,256	0,241
1,400	262	268	274	2	0,08	0,612	0,633	0,581
0,495	262	268	274	5	0,08	0,640	0,618	0,561
0,491	262	268	274	2	0,08	0,311	0,318	0,311
0,739	262	268	274	2	0,08	0,731	0,772	0,701

Acid

Muestra	Peso		Dienes				
N°	muestra (g)	λ (m μ)	Espesor cubetas (b) cm.	Ranura (mm)	D.O. Lectura	k (2) especifico	
1	0,2060	233	0,5	0,11	0,598	0,581	262
2	0,2034	233	0,5	0,10	0,650	0,639	262
3	0,2170	233	0,5	0,11	0,780	0,719	262
4	0,2237	233	0,5	0,11	0,751	0,671	262
5	0,2268	233	0,5	0,11	0,690	0,608	262
6	0,2006	233	0,5	0,12	0,414	0,412	262
7	0,2246	233	0,5	0,11	0,751	0,663	262
8	0,1962	233	0,5	0,11	0,630	0,641	262
9	0,2166	233	0,5	0,11	0,712	0,656	262
10	0,2022	233	0,5	0,12	0,698	0,689	262
11	0,1970	233	0,2	0,11	0,552	1,400	262
12	0,2092	233	0,5	0,11	0,518	0,495	262
13	0,2126	233	0,5	0,11	0,522	0,491	262
14	0,2256	233	0,5	0,11	0,835	0,739	262

5).- Determinación de la composición en ácidos grasos. Procedimiento espectrofotométrico.

A).- Aparatos

a).- Espectrofotómetro. Zeiss. (Fotómetro espectral PMQ II). Se usa lámpara de Hidrógeno y cubetas de cuarzo de 0,2 á 5 cm. de espesor.

b).- Equipo para isomerización alcalina, consta de :
Baño de aceite, con agitador mecánico, protegido con capa de amianto a fin de mantener constante la temperatura a 180° ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) y de capacidad suficiente para contener un soporte que sostiene los tubos para isomerización correspondientes a un blanco y dos muestras por duplicado.

Tubos para isomerización, construídos en vidrio Pyrex según modelo y medidas indicadas en normas A.O.C.S. (46).

Sistema purificador de nitrógeno, construído y armado según (47).

Termómetro, de 0-260°C graduado al grado, controlado, para el baño de aceite.

B).- Material volumétrico:

Matraces aforados, controlados, de 100 ml. de capacidad con tapa esmerilada.

Pipetas, de 2 ml., controladas.

Varillas de vidrio para agitar, con extremo inferior curvado, de aproximadamente 30 cm. de largo.

C).- Reactivos

a).- Hexano purificado: se usa hexano técnico (solvente N°7 Shell). Se purifica agitándolo en ampolla de decantación dos veces con

SO_4H_2 concentrado, luego dos veces con oleum y una vez más con SO_4H_2 concentrado, en la relación de 3 volúmenes de hexano a 1 volumen de ácido. Se lava por agitación con agua hasta eliminar la acidez; se trata con solución alcalina diluida y lava nuevamente con agua hasta neutralidad al tornasol. Elimina por decantación la mayor parte del agua, seca con SO_4Na_2 anhidro y destila con aparato totalmente de vidrio y con trampa. Se recoge el líquido que destila en frasco con cierre esmerilado.

Se compara la densidad espectral de una capa de 1 cm. de hexano así purificado contra agua destilada fijada como cero, dentro del intervalo de longitud de onda usada para el análisis de ácidos poliéicos conjugados y no conjugados.

El hexano así tratado cumple con las exigencias requeridas para su uso en espectrofotometría de ácidos grasos polinosaturados (densidad óptica inferior a 0,07) (46).

b).- Metanol sintético absoluto purificado: se usa metanol Merck (puro). Igualmente se purifica calentando 3 horas a reflujo en B.M., 2 litros de metanol con 10 g de KOH p.a. en lentejas (Merck) y 25 g de Al puro en virutas. Se destila sobre B.M., intercalando una trampa en aparato totalmente de vidrio y recogiendo el destilado en frasco de cierre esmerilado.

Se compara la densidad óptica de una capa de 1 cm. de metanol purificado contra agua destilada tomada como cero, a 220 $\text{m}\mu$ y a todas las longitudes de onda de trabajo. En todo ese ámbito cumple con las exigencias especificadas en A.O.C.S. (46), (densidad óptica inferior a 0,4 a 220 $\text{m}\mu$ y curva suave en todo el intervalo 231 - 325 $\text{m}\mu$ con valores de densidad óptica prácticamente iguales a cero).

c).- Solución KOH-glicol 1,3 N (6,5-6,6 % KOH) (46)
Se pesan aproximadamente 750 g de glicol en Erlenmeyer Pyrex de 1 litro con cuello esmerilado $\text{F} 24/40$. Se cierra con cabezal esmerilado, que lleva soldado un tubo que llega hasta casi el fondo para introducir nitrógeno, y otro tubo pequeño de salida. Se hace pasar corriente de nitrógeno purificado a través del líquido para eliminar el aire de todo el sistema y agitar suavemente. Nota: Con una inten-

-sa velocidad de burbujeo del nitrógeno durante toda la operación, (muy superior a la señalada por el método), se obtiene una solución alcalina prácticamente incolora.

Se coloca el conjunto en baño de aceite mantenido a 100-150°C. Se eleva la temperatura del baño a 190°C y mantiene por 10 minutos. Se retira el baño y deja descender la temperatura a aproximadamente 150°C. Se añade con cuidado y en pequeñas porciones (4-6 lentejas), 60 g de KOH puro al glicol, manteniendo la solución bajo corriente de nitrógeno. Agitar la solución hasta disolver el KOH después de cada adición. Colocar el baño de aceite alrededor del Erlenmeyer y calentar de nuevo hasta 190°C, mantener esa temperatura 10 minutos. Retirar el baño y dejar enfriar bajo corriente de nitrógeno. Sacar el cabezal de burbujeo y cerrar con tapón de vidrio esmerilado, o trasvasarlo a frasco de igual cierre. Mantener la solución en heladera a 4°C y con nitrógeno mientras no se usa.

Contralor de la solución KOH-glicol: (46). En un Erlenmeyer con tapa esmerilada neutralizar aproximadamente 90 ml. de metanol puro con solución de ClH 1 N, con fenolftaleína. Añadir 10,00 g de la solución KOH-glicol, mezclar vigorosamente y agregar 0,5 ml. de solución de fenolftaleína como indicador (al 1 % en etanol 95 %). Titular con solución ClH 1 N standardizado hasta que desaparezca el color rosa. Para el cálculo se aplica:

$$\text{KOH \%} = \frac{\text{ml. gastados} \times \text{N} \times 5,61}{\text{peso muestra}}$$

d).- Etilén glicol. Se usa glicol puro Merck. Se destila en aparato totalmente de vidrio, recogiendo la fracción que pasa entre 195 - 202°C.

D.- Procedimiento

a).- Preparación de la muestra. Se funde la muestra a B.M. hasta que quede totalmente límpida. Se agita vigorosamente para homogeneizar.

b).- Determinación de ácidos grasos poliénicos conjugados (según técnica A.O.C.S. con ligera modificación). Se pesa en matraz aforado de

100 ml. previamente tarado, una cantidad de muestra suficiente para dar una lectura de D.O. comprendida entre 0,2 y 0,8 (\approx 200 mg). Disolver la muestra por agregado de pequeñas porciones de hexano purificado y completar a volúmen. Mezclar vigorosamente. Medir la D.O. de la solución en la zona U.V. del espectrofotómetro a las siguientes longitudes de onda:

Para medida de dienos, lecturas a 235; 234; 233; 232 y 231 $m\mu$.

Para medidas de trienos, lecturas a 262; 268 y 274 $m\mu$.

Usando espesores de cubetas convenientes de manera que las lecturas estén comprendidas entre 0,2 y 0,8.

c).- Determinación de ácidos grasos poliénicos no conjugados (46). Se pesa aproximadamente

100 mg de muestra en un pequeño dedal de vidrio previamente tarado. Se pesa 11,0 \pm 0,1 g de solución KOH-glicol 6,5-6,6 % en un tubo para isomerización. Se ajusta el sistema de purificación del nitrógeno a la velocidad de 50-100 ml./minuto y hace circular la corriente del mismo para inundar todo el aparato.

Se sumerge el tubo para isomerización que contiene la solución KOH-glicol a una profundidad de 10,5 cm. en el baño de aceite mantenido a 160° \pm 0,5°C. Se tapa el tubo de isomerización con su cabeza de burbujeo y conecta al aparato distribuidor. Después de 20 minutos de calentamiento, se separa el cabezal de burbujeo y deja caer el dedal de vidrio que contiene la muestra dentro del tubo. Se anota el tiempo exacto al cual se introduce la muestra y se vuelve a colocar el cabezal burbujeador. Se retira el tubo para isomerización del baño de aceite, se lo agita girando fuertemente por algunos segundos y se vuelve al baño. Después de 1 minuto de calentamiento en el baño, se retira nuevamente el tubo y se examina la solución. Si está clara, se vuelve al baño. Si no lo está, lo que indica saponificación incompleta, se agita nuevamente y luego vuelve al baño. A intervalos de 1 minuto de calentamiento se repite esta agitación hasta completa saponificación. Se controla durante toda la operación que

la temperatura del baño se mantenga en $180^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Exactamente 25 minutos después de caer la muestra en el tubo, se retira el mismo del baño, se seca bien y coloca en un recipiente para enfriarlo. Se continúa pasando nitrógeno sobre la solución mientras ésta se enfría. Se añade agua fría al recipiente a fin de acortar el tiempo de enfriamiento.

Cuando la solución está a temperatura ambiente y después de limpiar las paredes externas del tubo con éter, se retira la cabeza de burbujeo. Se lava el tubo de la misma y paredes internas con 20 ml. de metanol purificado, recogiendo los lavados en el mismo tubo para isomerización. Con la varilla de vidrio de extremo curvo, se desplaza el dedal dentro del tubo hacia arriba y abajo hasta que la solución alcalina y el metanol estén completamente mezclados. Se transfiere el contenido del tubo para isomerización a un matras aforado de 100 ml. provisto con tapa esmerilada. Se lleva a volumen con metanol purificado y agita fuertemente para homogeneizar.

Se conduce simultáneamente en las mismas condiciones el ensayo en blanco.

Se efectúa la medida de absorción de la solución a las longitudes de onda anteriormente indicadas. Si es necesario operar con diluciones ulteriores, el blanco debe ser igualmente diluido.

El cuadro N°7 ilustra sobre los valores obtenidos por aplicación de las técnicas anteriormente descritas a los aceites de las diferentes variedades de sorgos:

El cálculo de los constituyentes ácidos no saturados se efectúa teniendo en cuenta los coeficientes de extinción específica respectivos y los nuevos factores de corrección indicados en A.O.C.S. Cd 7-58 (1960).

En las correcciones por absorción background se adopta el criterio general de tenerlo en cuenta cuando la absorción específica de un compuesto polinosaturado es inferior a 1,0.

El cálculo final para determinar la composición en ácidos grasos saturados y no saturados % de ácidos totales se basa en la aplicación de las siguientes expresiones (46).

Acido linoleico % aceite (x)

$$x = 1,086 k_2 - 1,324 k_3$$

Acido linolénico % aceite (y)

$$y = 1,980 k_3$$

donde k_2 y k_3 representan los valores de los coeficientes de extinción específica corregidos por dienos y trienos previamente conjugados.

El % de ácido oleico se estima en base a la no saturación total (II). Acido oleico % aceite (z), y se corrige por la fracción insaponificable:

$$z = \frac{II \text{ aceite} - (1,811(C_2+x) + 2,737(C_3+y) + 0,31(II \text{ insap} \cdot \% \text{ insap en la muestra}))}{0,899}$$

donde C_2 y C_3 son los % de dienos y trienos conjugados respectivamente, y, x e y son los % de ácidos linoleico y linolénico respectivamente.

Los ácidos grasos saturados totales se estiman por diferencia:

$$\begin{aligned} \text{Acidos grasos saturados \% aceite} &= \text{Acidos totales \%} - \\ &- (\text{ac. oleico \%} + \text{ac. conjugados \% aceite} + \text{ac. no conjugados \% aceite}) \end{aligned}$$

tomando como valor medio del % de ácidos totales 94,5.

Para pasar los valores dados a % de ácidos grasos totales, basta multiplicar los mismos por la relación:

$$\frac{100}{\% \text{ ac. grs}} = \frac{100}{94,5} = 1,058$$

Los valores hallados (expresados en % de ácidos totales) están consignados para cada variedad en el cuadro general N°4 (ver Discusión de la Parte Experimental).

6).- Determinación de composiciones acídicas por destilación fraccionada de ésteres metílicos

Las composiciones en ácidos grasos de los aceites de sorgo de las variedades "Martin" y "Plainsman" (Manfredi, Córdoba), fueron determinadas por destilación fraccionada de los ésteres metílicos de los ácidos "sólidos" y "líquidos" de cada aceite, según el siguiente detalle:

a).- Obtención de los ácidos totales. 50,00 g del aceite de la variedad "Martin" y 84,90 g del de la variedad "Plainsman", se saponifican según Hilditch (43), separando la mayor parte del insaponificable con éter etílico y aislando los ácidos totales con el mismo solvente, luego de acidificación a pH 4. Se obtienen 54,98 g (94,6 %) para el primer caso y 79,80 g (94,0 %) para el segundo.

b).- Separación en ácidos "sólidos" y "líquidos". Según (48) 54,98 g de los ácidos totales del aceite de la variedad "Martin" y 79,21 g de los del de la variedad "Plainsman" se fraccionan a través de los jabones de plomo en etanol de acuerdo al método de Twitchell (49), obteniendo en el primer caso 5,45 g de ácidos "sólidos" (9,10 %) y 49,53 g de ácidos "líquidos" (90,9 %) y 7,08 g de ácidos "sólidos" (8,94 %) y 72,13 g de ácidos "líquidos" (91,06 %) para el segundo.

c).- Obtención de ésteres metílicos. Según (48) los ácidos "sólidos" y "líquidos" de cada aceite se transforman en los respectivos ésteres metílicos, por esterificación con metanol y ácido sulfúrico como catalizador, observando rendimientos de esterificación superiores al 98 %.

d).- Destilación fraccionada. Los ésteres metílicos "sólidos" y "líquidos" de cada aceite se fraccionan por destilación en vacío utilizando un equipo según Longenecker (50), operando a 0,5-1,0 mm. de Hg. Las se-

-ries de fracciones y los residuos de destilación obtenidos se analizan determinando sus índices de iodo y de saponificación; teniendo en cuenta sus pesos y los valores analíticos se calculan sus composiciones en ésteres metílicos de diferentes ácidos. Los cuadros 8, 9, 10 y 11 resumen estas destilaciones, las composiciones de las distintas fracciones de destilación, las de los ésteres de ácidos "sólidos" y "líquidos" de cada aceite, que permitieron el cálculo de composición de los ácidos totales que fueron mencionadas en el cuadro 5 (Discusión de la Parte Experimental).

Cuadro 8.- Aceite de germen de sorgo, var. "Martin"
Composición de los ésteres metílicos "sólidos".

Fracción Nº	Peso (g)	I.I.	I.S.	P.M.M.	oleato de metilo	Ésteres saturados			Insaponi- ficable
						C16	C18	C20	
1	0,88	—	205,7	272,7	—	0,80	0,08	—	—
2	1,24	—	205,7	272,7	—	1,13	0,11	—	—
3	1,33	—	205,7	272,7	—	1,21	0,12	—	—
4	0,82	1,29	193,3	290,2	0,01	0,22	0,59	—	—
Res	0,95	11,46	177,1	316,8	0,12	—	0,71	0,07	0,05
Total	5,22				0,13	3,36	1,61	0,07	0,05
Eserece % ésteres "sólidos"									
ácidos "sólidos"									
					2,52	64,99	31,14	1,35	—
ácidos "sólidos"									
					2,52	64,88	31,24	1,36	—
ácidos "sólidos totales"									
					0,23	5,91	2,84	0,12	—

Cuadro 9.- Aceite de germen de sorgo, var. "Martin"
Composición de los ésteres "líquidos"

Fracción Nº	Peso (g)	I.I.	I.S.	P.M.M.	Palmitato de metilo	Esteres no saturados		Insaponi- ficable	
						Palmito- oleico	Linoleico		
1	0,78	31,9	205,8	272,6	0,56	0,14	0,03	0,05	—
2	0,91	57,7	201,3	278,6	0,53	0,05	0,10	0,23	—
3	1,72	114,1	194,0	289,2	0,36	0,03	0,42	0,91	—
4	2,70	137,4	191,0	293,7	0,14	—	0,81	1,75	—
5	4,47	143,4	190,4	294,6	0,51	—	4,17	11,64	—
6	11,65	145,5	190,8	294,0	—	—	—	—	—
7	12,40	143,5	190,2	295,0	—	—	6,99	13,64	—
8	8,23	142,5	190,5	294,5	—	—	—	—	—
Res	2,18	122,3	181,8	308,5	—	—	0,72	1,36	0,10
Total	45,24				2,10	0,22	13,24	29,58	0,10
Esteres % ésteres "líquidos"					4,65	0,49	29,33	65,53	—
Ácidos % ácidos "líquidos"					4,63	0,48	29,35	65,54	—
Ácidos % ácidos Totales					4,21	0,43	26,68	59,58	—

**Cuadro 10.- Aceite de germen de sorgo, var. "Plainsman"
Composición de los ésteres "sólidos".**

Fracción Nº	Peso (g)	I.I.	I.S.	P.K.M.	oleato de metilo	Esteres saturados			Insaponi- ficable
						C16	C18	C20	
1	1,49	—	206,4	271,8	—	—	—	—	—
2	1,22	—	206,3	271,9	—	3,80	0,21	—	—
3	1,30	—	206,5	271,7	—	—	—	—	—
4	1,10	0,50	205,5	273,0	0,01	0,98	0,11	—	—
5	0,64	0,87	198,7	282,4	0,01	0,35	0,26	—	—
6	0,97	10,90	167,7	334,6	0,12	—	0,18	0,62	0,05
Total	6,72				0,14	5,13	0,78	0,62	0,05
Esteres "sólidos"									
					2,10	76,90	11,70	9,30	—
Ácidos "sólidos"									
					2,11	76,77	11,75	9,37	—
Ácidos % ácidos totales									
					0,19	6,86	1,05	0,82	—

Cuadro 11.- Aceite de germen de sorgo, var. "Plainsman"
Composición de los ésteres "líquidos".

Fracc. No	Peso (g)	I.T.	I.S.	P.M.M.	Esteres no saturados		Insap. Fieble			
					Myristico- metilo	Palmito- metilo				
1	0,65	34,3	216,6	259,0	0,23	0,19	0,23	—	—	—
2	0,62	25,8	202,7	276,8	—	0,51	0,01	0,08	0,07	—
3	1,72	110,0	195,1	287,6	—	0,39	0,10	0,37	0,86	—
4	3,05	124,3	194,2	288,9	—	0,33	0,36	0,74	1,65	—
5	6,17	138,1	191,1	293,6	—	0,35	—	1,75	4,07	—
6	16,30	138,6	190,3	294,8	—	—	—	—	—	—
7	15,92	138,4	190,2	295,0	—	—	—	20,32	31,24	—
8	15,95	138,3	190,0	295,2	—	—	—	—	—	—
9	4,11	137,5	194,2	294,9	—	—	—	—	—	—
Res.	4,54	99,4	177,2	316,6	—	—	—	1,74	2,58	0,32
Total	68,11				0,23	1,77	0,70	24,82	40,47	0,32
Esteres "líquidos"										
Acidos "líquidos"					0,33	2,59	1,02	36,43	59,16	0,47
Acidos "ácidos totales"					0,29	2,34	0,93	33,19	53,86	0,45

7).- Reconocimiento de ácido oleico

9 g de los ácidos procedentes de la saponificación de las fracciones 4 á 8 "líquidas" del aceite de la variedad "Martin" (Manfredi), se disuelven en 100 ml. de metanol hirviendo conteniendo 40 g de urea en solución. Se abandona por 24 horas a 20°C y se recuperan por filtración los compuestos de inclusión formados, que se recristalizan de metanol por dos veces. El aducto así obtenido se descompone por agua tibia en medio ligeramente ácido (heliantina), extrayendo los ácidos liberados por éter etílico. 0,5 g de éstos (51) se disuelven en 50 ml. de agua y 5 ml. de solución acuosa al 10 % de KOH, se añaden 400 ml. de agua, trozos de hielo y a temperatura menor de 10°C, 40 ml. de solución acuosa al 1 % de MnO_4K . Después de 5 minutos se destruye el exceso de MnO_4K con SO_3HNa y 15 ml. de ClH concentrado. El precipitado blanco se separa por filtración, lava con agua y deja secar en desecador. Se lava con éter de petróleo, hierve con 150 ml. de agua y filtra en caliente (52). El insoluble se recristaliza de etanol y funde a 129-130°C. Un punto de fusión mezcla con el ácido 9-10 dihidroxisteárico funde a esa misma temperatura.

8).- Reconocimiento del ácido linoleico

Aproximadamente 1 g de los ácidos "líquidos" del aceite de la variedad "Martin" (Manfredi) se disuelven en 30 ml. de éter de petróleo, enfría a 0°C y añade bromo en ligero exceso. Después de 2 horas se separa el insoluble por filtración y se lava con éter de petróleo frío. Se recristaliza por dos veces de hexano, obteniendo un producto blanco y cristalino que funde a 113-114°C. Un punto de fusión mezcla con ácido tetrabromoesteárico, preparado en forma similar a partir de una mezcla de ácidos rica en ácido linoleico natural, funde a esa misma temperatura.

9).- Reconocimiento del ácido linoléico

Según Crespo y Cattaneo (38) 40 g del aceite de la variedad "Martin Milo" (Pergamino) se saponifican con 12 g de KOH y 150 ml. de etanol por 1 hora en B.M. Se recupera por destilación 75 ml. de etanol, agrega 150 ml. de agua, acidifica a la heli ntina y extrae por éter etílico los ácidos totales y el insaponificable.

30 g del producto así obtenido se hierven a reflujo con 300 ml. de metanol y 130 g de urea; después de 24 horas a 20°C se filtra a la trompa, descartando el insoluble. El filtrado se concentra a B.M. (eliminación de metanol), toma por agua tibia, acidifica a la heliantina y extrae por éter etílico. Del extracto etéreo se recuperan 7,9 g de ácidos grasos no saponificados e insaponificable. Se disuelven en 80 ml. de solución alcohólica de KOH al 40 %, añaden 160 ml. de agua y extrae el insaponificable con éter etílico. De la capa hidrolcohólica y previa acidificación se extraen con éter etílico 5,2 g de ácidos grasos de índice de iodo 172,4. 1 g de éstos, se disuelven en 20 ml. de éter etílicoanhidro, enfría a 0°C y añade ligero exceso de bromo, estacionando a 0°C durante 48 horas. El precipitado blanco formado se separa por filtración lavando con éter etílico anhidro frío y se recristaliza de éter etílico por dos veces. Funde a 180-182°C, no observándose depresión por fusión mezcla con el ácido hexabromoesteárico obtenido a partir de ácido linolénico de aceite de lino.

10).- Composición del germen agotado

Como sub-producto en la obtención del aceite por extracción con hexano, se obtiene una harina, sobre la que se ha hecho un examen general de composición. El producto fué remolido a grano fino a fin de su más completa homogeneización y se practicaron determinaciones de: humedad, cenizas, proteínas, pentosanos, fibra cruda e hidratos de carbono sacrificables.

El cuadro 12 resume los valores de composición encontrados, analizando la harina resultante de la extracción del aceite y la mención de las técnicas empleadas en cada caso.

Debe destacarse que no se ha llegado a sumar 100

con los valores de las determinaciones practicadas, restando 4,5' y 11,8' en los casos extremos por determinar, sin que se haya profundizado acerca de la naturaleza de esos componentes no dosados.

Además debe admitir que el no dosado es algo mayor en razón de no haber empleado técnicas específicas para la determinación de hidrocarburos de carbono saturados lo que hace que probablemente la cifra dada para éstos últimos esté afectada en más por la interferencia de los pentanos.

sorgo agotado por hexano.

9	10	11	12	13	14	Valores extremos	
						Mínimo	Máximo
1,1	9,1	10,0	11,1	10,7	11,0	9,1	12,2
1,4	6,6	1,9	6,2	10,1	7,8	1,9	13,5
1,0	25,1	23,4	17,0	21,3	22,9	17,0	25,1
4,9	16,2	12,9	9,8	12,0	13,1	9,8	16,3
6,8	7,7	7,5	4,3	4,9	5,9	4,3	7,7
4,1	27,1	33,8	42,3	36,5	33,5	23,0	42,3
6,7	8,2	10,5	9,3	4,5	5,8	4,5	11,8

Cuadro 12.- Composición química del germen de sorgo agotado

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	12,0	12,1	10,4	9,6	11,3	9,4	7,5	9,1	9,1
5	8,4	8,4	8,6	8,3	8,8	5,4	7,3	7,4	6,6
7	21,7	20,8	24,8	20,3	21,8	22,8	22,3	21,0	25,1
5	16,3	11,5	15,9	13,4	11,9	13,9	15,7	14,9	16,2
2	7,0	4,9	5,6	5,0	4,9	5,7	6,0	6,8	7,7
0	28,0	34,7	29,8	31,6	30,7	35,2	30,7	34,1	27,1
9	6,6	7,6	4,9	11,8	10,6	7,6	10,5	6,7	8,2

Variedad	1	2	3	4
Humedad % (100-105°C)	12,2	12,0	12,1	10,4
Cenizas % (500-550°C)	13,5	8,4	8,4	8,6
Proteínas % (N x 5,7) (A.O.A.C.)	22,7	21,7	20,8	24,8
Pentosanos % (A.O.A.C.)	13,5	16,3	11,5	15,9
Fibra cruda % (A.O.A.C.)	5,2	7,0	1,9	5,6
Hidratos de carbono sacarificables (Almidón %)	23,0	28,0	34,7	29,8
No dosado %	2,9	6,6	7,6	4,8

IV.- CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha dado comienzo a estudios químicos de composición de aceites de gérmen de sorgos argentinos. Este grano cuyo cultivo se incrementa paulativamente en el país, es motivo de explotación industrial en los Estados Unidos y en otros países, derivando de tales procesos una gama de productos similares a los que se obtienen del grano de maíz.

En la primera parte se presenta una información somera acerca del cultivo, cosecha y variedades adaptadas en el país. Asimismo se reseña la utilización de este grano en la alimentación de ganado proporcionando información bibliográfica reciente sobre su composición química, contenido vitamínico y composición en aminoácidos de sus proteínas. También se hace un comentario, basado en estudios sistemáticos actuales tomados de la literatura, acerca de la utilización del grano en la fabricación de cerveza.

Las partes II y III se refieren concretamente al trabajo experimental realizado: estudio de las características y composición química de los aceites de sorgos argentinos. En ese sentido se ha operado sobre partidas de sorgo de las principales variedades cultivadas en el país, procediéndose a la degeminación por vía húmeda, a la extracción de los aceites del gérmen con hexano técnico y al estudio de sus principales características físico-químicas y composiciones acídicas. Como complemento se presentan análisis someros de composición del gérmen agotado por hexano.

Se han considerado sorgos de las siguientes variedades, localidades y provincias de cultivo (cosecha 1959-60): "Martin", "Plainsman", "Early Kalo" y "Combine Kafir 60" de Manfredi (Córdoba); "Feterita Pergamino", "Feterita Selección Pergamino", "Plainsman" y "Martin Milo" de Pergamino (Buenos Aires); "Milo Doble Enano" y "Westland" de Anguil (La Pampa); "Napalpi" de R.S. Peña (Chaco) y "Azucarado Leoti", "Early Kalo" y "Martin Milo" de Constitución, Rosario, San Lorenzo (Santa Fé). En orden sucesivo de experimentación se operó así:

1).- Degerminación por vía húmeda de partidas de aproximadamente 10 Kg de grano de cada variedad. Se observaron rendimientos en gérmen seco al aire, entre 2,9 y 4,2 % de grano entero. Se pudo establecer que

es menester estudiar cuidadosamente la degerminación de este grano con vistas al campo industrial, a fin de lograr degerminaciones cuantitativas en la obtención de germen libre de otras partes del grano.

2).- Molienda del germen de cada variedad, agotamiento con hexano técnico y aislamiento de los aceites brutos de extracción. Se obtuvieron como tales aceites de color amarillo intenso y variable, que enturbian por enfriamiento a 15-20°C. Los rendimientos observados oscilaron entre 18,5 y 30,8 % de germen seco al aire, (0,60 - 1,29 % de grano entero). Estas cifras son muy inferiores a las mencionadas en la literatura (2,41 - 3,16 % sobre grano entero, para sorgos norteamericanos), logradas por extracción del grano sin degerminación y previamente liberado del material céreo exterior. Los sorgos argentinos rinden, sin embargo, 1,95 - 2,93 % de aceite por extracción directa del grano molido, previamente liberado del material céreo. Los rendimientos en cera (extracción del grano entero con hexano hirviendo) oscilaron entre 0,20 y 0,35 % de grano entero. Se concluye que los contenidos en aceite y en cera de los sorgos argentinos son similares a los de los sorgos norteamericanos. Asimismo, que los bajos rendimientos calculados en base al aceite extraído del germen se debe a las deficiencias notadas en el proceso de degerminación, que resultó distante de ser cuantitativo.

3).- Determinación de las principales características físico-químicas de los aceites brutos de extracción. Se determinan en cada caso, habiendo registrado los siguientes valores extremos: p.e. 25/4°C 0,9128-0,9159; índice de refracción a 25°C 1,4710-1,4730; índice de saponificación 187,4-191,5; índice de iodo (Hanus) 116,9-125,5; n° de acidez (mg KOH/g) 5,5-32,3; insaponificable total 2,29-3,37; índice de iodo del insaponificable 76,7-107,6.

4).- Determinación de los contenidos en tocoferoles totales. Desde que no se registran antecedentes bibliográficos sobre este punto, se determinaron tales contenidos operando sobre aceites y sobre los respectivos insaponificables. Los contenidos extremos (expresados en mg α -tocoferol/100 g de aceite) fueron: 40,3-87,4 y 31,2-105,2 en determinaciones sobre aceites e insaponificables respectivamente. Estas cifras señalan en general, valores ligeramente superiores para las determinaciones sobre insaponificables, circunstancia que

llama la atención desde que se afirma que en el reino vegetal no existirían tocoferoles en forma de ésteres. Se concluye que los aceites de germen de sorgos estudiados contienen tocoferoles dentro de los valores extremos registrados en aceites de germen de maíz argentinos (41,9-167,0 mg/100 g).

5).- Determinación de las composiciones acídicas. Operando por aplicación de la técnica espectrofotométrica en el U.V. y luego de isomerización alcalina, se determinaron tales composiciones en los 14 aceites, registrando los siguientes valores extremos (% de ácidos totales): ácidos saturados totales 14,7 - 23,2; oleico 13,8 - 37,3; linoleico 46,2 - 59,5; linolénico 0,8 - 3,0; dienos y trienos conjugados preexistentes 0,3 - 1,3. Por tanto, son componentes mayores los ácidos oleico y linoleico. En los aceites de sorgos argentinos se registran mayores contenidos en ácidos saturados totales, menores en oleico y mayores en linoleico que en los aceites de sorgos norteamericanos. La representación gráfica de todos los valores de composición encontrados en función de los índices de iodo de los aceites, indica que a mayores valores de estos últimos corresponden mayores contenidos en ácido linoleico y en saturados totales y menores contenidos en ácido oleico.

En dos casos se determinaron las composiciones acídicas por destilación fraccionada de los ésteres metílicos de los ácidos "sólidos" y "líquidos", estableciendo las composiciones en ácidos particulares de los ácidos saturados totales, demostrando que el principal componente en este grupo es el ácido palmítico. Se presenta una discusión acerca de los valores de composición hallados por ambas técnicas.

6).- Reconocimiento de componentes ácidos no saturados. Fueron indudablemente reconocidos los ácidos oleico, linoleico y linolénico. El primero a través de su transformación en el ácido 9-10 dihidroxiesteárico; el segundo por su transformación en el ácido 9-10, 12-13 tetrabromoesteárico y el tercero por su conversión en el ácido 9-10, 12-13, 15-16 hexabromoesteárico. El reconocimiento de ácido linolénico es señalado por vez primera en aceites de germen de sorgos.

7).- Determinación de la composición química del gérmen agotado por hexano. Todas las harinas residuales de la extracción de los aceites se analizan, registrando los siguientes valores extremos: humedad (100 - 105°C) % 9,1-12,2; cenizas (500-550°C) % 1,2-13,5; proteínas (N x 5,7) % 17,0-25,1; fibra cruda % 4,3-7,7; almidón % 23,0-42,3 y pentosanos % 9,8-16,3. Se observan como "no dosado" % cifras extremas de 4,5-11,8.

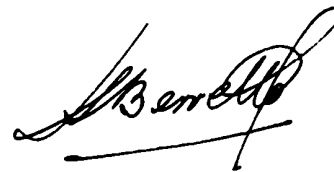
V.- BIBLIOGRAFIA

- (1) Eckey, E.W.- "Vegetable Fats and Oils". Rainhold Publ. Corp. New York.
p. 286 (1954).
- (2) Serrano, H. y Echeverría, I.- "Sorgos graníferos en la región maicera". Est.
Expt. Agr. de Pergamino, Bol. divulg. téc.
Nº4 (1958).
- (3) Frezzi, M.J. y Mácola, T.- "Tratamiento de la semilla de sorgo contra el car-
bón cubierto del grano". I.N.T.A., Circ. de Exten-
sión Nº1, Manfredi, Córdoba (1958).
- (4) Aucamp, M.C., Griefff, J.T., Novellie, L., Papendick, B., Schwartz, H.M. y
Steer, A.G.- J. Sci. Food Agr., 12, 449 (1961).
- (5) Horn, P.J. y Schwartz, H.M.- J. Sci. Food Agr., 12, 457 (1961).
- (6) Hightower, J.V.- Chem. Eng., 56, 92 (1949).
- (7) Baldwin, A.R. y Sniegowski, M.S.- J. Am. Oil Chem. Soc., 28, 24 (1951).
- (8) Schwartz, H.M.- J. Sci. Food Agr., 7, 101 (1956).
- (9) Van der Walt, J.P.- J. Sci. Food Agr., 7, 105 (1956).
- (10) Novellie, L.- J. Sci. Food Agr., 10, 441 (1959).
- (11) Novellie, L.- J. Sci. Food Agr., 11, 408 (1960).
- (12) Novellie, L.- J. Sci. Food Agr., 11, 457 (1960).
- (13) vonHoldt, M.M. y Brand, J.C.- J. Sci. Food Agr., 11, 463 (1960).
- (14) vonHoldt, M.M. y Brand, J.C.- J. Sci. Food Agr., 11, 467 (1960).
- (15) I.N.T.A.- "Sorgos graníferos y Forrajeros", Pergamino (1959).
- (16) Agrasar, R.J.E.- "Cultivo de los sorgos híbridos", Revista Mirador, octubre
de 1958, p. 52.
- (17) Barham, H.N., Wagoner, J.A., Campbell, C.L. y
Harclerode, E.H.- Kansas Agr. Expt. Sta. Tech. Bull., 6, 61 (1946).
- (18) Le Clerc, J.A. y Bailey, L.H.- J. Am. Soc. Agron., 9, 1 (1917).
- (19) Yamamoto, R. y Ninomiya, M.- J. Agr. Chem. Soc. (Japan) 12, 26 (1936).
- (20) Ball, C.R. y Rothgeb, B.H.- U.S. Dept. Agr. Farmers Bull., 686 (1915).
- (21) Bidwell, G.L., Bopst, L.E. y Bowling, J.D.- U.S. Dept. of Agr. Bull,
1129 (1922).

- (22) Kummerow, F.A.- Oil & Soap, 23, 167 (1946).
- (23) Kummerow, F.A.- Oil & Soap, 23, 273 (1946).
- (24) Denisenko, Ya.I. y Volkova, I.N.- Izvest. VysshikhVcheb. Uvedeniĭ,
Pishchevaya Tekhnol., N°3, 28 (1960).
C.A. 55, 1959 d (1961).
- (25) Cattaneo, P., Karman de Sutton, G., Bargaete, J.A., Bertoni, M.H. y
Di Tomaso, N.H.- An. Asoc. Quim. Arg., 48, 169 (1960).
- (26) Bertoni, M.H. y Cattaneo, P.- An. Asoc. Quim. Arg., 47, 52 (1959).
- (27) Mitchell, J.H., Kraybill, H.R. y Zscheile, F.F.- Ind. Eng. Chem. (Anal.),
15, 1 (1943).
- (28) Hilditch, T.P., Morton, R.A. y Riley, J.P.- Analyst,
70, 68 (1945).
- (29) Brice, B.A. y Swain, M.L.- J. Opt. Soc. Amer., 35, 532 (1945).
- (30) A.O.C.S.- Am. Oil Chem. Soc., Official Methods, Cd 7-58 (1960).
- (31) Brice, B.A., Swain, M.L., Herb, S.F., Nichols, P.L. y
Riemenschneider, R.W.- J. Am. Oil Chem. Soc., 29, 279 (1952).
- (32) Riemenschneider, R.W., Herb, S.F. y Nichols, P.L.- J. Am. Oil Chem. Soc.,
26, 371 (1949).
- (33) Herb, S.F., Riemenschneider, R.W. y Donaldson, J.- J. Am. Oil Chem. Soc.,
28, 55 (1951).
- (34) Herb, S.F. y Riemenschneider, R.W.- J. Am. Oil Chem. Soc., 29, 456 (1952).
- (35) Riemenschneider, R.W.- J. Am. Oil Chem. Soc., 31, 517 (1954).
- (36) Herb, S.F. y Riemenschneider, R.W.- Anal. Chem., 25, 953 (1953).
- (37) Joslyn, M.A.- "Methods in Food Analysis", New York, p.18 (1950).
- (38) Crespo, F. y Cattaneo, P.- An. Asoc. Arg. 46, 368 (1958).
- (39) Parker, W.E. y McFarlane, W.D.- Canad. J. of Research, 18, 405 (1940).
- (40) Russell Eggitt, P.W. y Ward, L.D.- J. Sci. Food Agr., 6, 329 (1955).
- (41) Stern, M.H. y Baxter, J.G.- Ind. Eng. Anal. Chem., 19, 902 (1947).
- (42) Oliver, G.D., Singleton, W.S. y Bailey, A.E.- Oil & Soap, 21, 188 (1944).
- (43) Robeson, C.D.- J. Am. Chem. Soc., 65, 1660 (1943); mencionado por (42).
- (44) Russell Eggitt, P.W. y Norris, F.W.- J. Sci. Food Agr., 6, 689 (1955).

CONFIDENTIAL

- (45) Werner, E.A.- Analyst, 58, 335 (1933).
- (46) A.O.C.S.- Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists' Society, Cd 7-58 (1960).
- (47) van der Henvel y Richardson, G.H.- J. Am. Oil Chem. Soc., 30, 104 (1953).
- (48) Hilditch, T.P.- "The Chemical Constitution of Natural Fats", 3ra. Ed., (1956), Chapman & Hall Ltd. (Londres).
- (49) Twitchell, E.- J. Ind. Eng. Chem., 13, 806 (1921).
- (50) Longenecker, H.E.- J. Soc. Chem. Ind., 56, 199 T (1939).
- (51) Lapworth, A. y Mottram, E.N.- J. Chem. Soc., 127, 1628 (1925).
- (52) Grindley, D.N.- J. Sci. Food Agr., 1, 53 (1950).

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "A. Hallauer". The signature is written over a horizontal line and is crossed out by a diagonal line from the bottom left to the top right.A handwritten signature in cursive script, appearing to read "M. Bennett". The signature is written over a horizontal line.