

METODO GRAFICO E INDICE NUMERICO

PARA CONOCER

LA SEGURIDAD DE EFICIENCIA DE LAS VARIEDADES AGRICOLAS ¹

Por ARMANDO L. DE FINA *

CONTENIDO

I. Introducción.....	22
II. El agricultor ante la incertidumbre de los resultados.....	22
III. La experimentación local.....	23
IV. Variedades con elevada seguridad de eficiencia.....	25
V. Procedimiento a seguir para conocer la seguridad de eficiencia de las variedades.....	26
VI. Representación gráfica de la seguridad de eficiencia.....	27
VII. Expresión numérica de la seguridad de eficiencia.....	34
VIII. El índice de seguridad de eficiencia I. S. E.....	40
IX. El promedio general de rendimiento como medida de seguridad de eficiencia.....	44
X. Una comprobación de la bondad del índice de seguridad de eficiencia I. S. E.....	44
XI. El significado estadístico de la diferencia entre dos valores cualesquiera de I. S. E.....	49
XII. El porqué del término eficiencia.....	50
XIII. Resumen y conclusiones.....	51
XIV. Summary and conclusions.....	52
XV. Bibliografía citada.....	54

¹ Trabajo realizado en el Laboratorio de Botánica «Carlos Spegazzini» del Ministerio de Agricultura de la Nación, que dirige el profesor J. F. Molino. Presentado al III Congreso Algodonero Argentino (agosto 1943), el autor mereció un voto de felicitación. El director de Agricultura, ingeniero agrónomo E. Sackmann Sala, autorizó la presente publicación.

* Ingeniero agrónomo. Profesor titular de Climatología y Fenología agrícolas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata. Técnico del citado Laboratorio.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo va dirigido, en general, a los profesionales vinculados a los problemas fitotécnicos o ecológicos y, en particular, a aquellos que se especializan en Estadística.

Se somete a consideración de los mismos un método gráfico, muy sencillo, complementado con la determinación numérica de un índice. Ambos permiten establecer dentro de una colección de variedades, cuáles son aquellas que garantizan al agricultor el *aprovechamiento más seguro* de las muy variables condiciones ambientales (atmosféricas, edáficas, bióticas) que con frecuencia suelen presentarse a través de los años, aun en pequeñas regiones.

El autor pide encarecidamente a los estudiosos, que contribuyan a resolver el problema de Estadística planteado en el capítulo XI.

II. EL AGRICULTOR ANTE LA INCERTIDUMBRE DE LOS RESULTADOS

Al realizar sus siembras, el agricultor nunca sabe qué resultados obtendrá, aun en el supuesto caso que conozca perfectamente el suelo donde realiza el cultivo y la variedad que siembra; esa incertidumbre proviene, principalmente, de la ignorancia sobre la futura marcha de las condiciones meteorológicas y sanitarias.

A las dos causas de incertidumbre ya anotadas, nuestros agricultores de la época presente, por lo general, deben agregar otras dos: *a)* muchos de nuestros chacareros son arrendatarios a corto plazo (4), por lo que conocen imperfectamente la tierra donde siembran; *b)* como consecuencia de los progresos obtenidos por medio de los trabajos de fitotecnia, el agricultor intenta mejorar sus cosechas cultivando, con relativa frecuencia, alguna variedad nueva, por lo tanto, el agricultor tampoco está familiarizado con la variedad que siembra. Ello equivale a decir que ignora también cuáles son, *en la localidad*, los mejores suelos para la misma y la época de siembra en la que arroja los rendimientos más uniformes y satisfactorios, como, asimismo, cuál es la densidad que más le conviene.

Se puede concretar todo lo que antecede diciendo que, buena parte de nuestros agricultores, en el momento de la siembra, no tienen la menor idea sobre cuál será el resultado final de la cosecha, pues desconoce o conoce imperfectamente los cuatro factores que determinan

el rendimiento: 1° las condiciones meteorológicas que imperarán durante el desarrollo de cultivo, 2° la sanidad del ambiente que existirá durante el período, 3° las características del suelo, y 4° las exigencias de la variedad.

En el caso hipotético de que, en el momento de la siembra, se tuviera un conocimiento detallado y profundo de cada uno de los cuatro factores enunciados, ello haría posible, por medio de una inteligente elección de la variedad, suelo, fecha y densidad de siembra, conseguir el más elevado rendimiento que permitan las condiciones ambientales del año.

Repetida esta elección, hipotética, todos los años, el agricultor obtendría a veces rendimientos altos y otras rendimientos bajos, según que los años se presentasen buenos o malos, pero lo importante es que, en cada caso, se hubiera obtenido *el mejor rendimiento* posible.

En el estado actual de la ciencia (7), es imposible pronosticar con varios meses de anticipación, y en forma minuciosa, cuáles serán las condiciones atmosféricas que reinarán en una localidad determinada.

Aun dejando de lado una serie de dificultades no desdeñables, la última razón indicada es suficiente para hacer ver que es absolutamente impracticable la solución del problema de la incertidumbre de la futura cosecha por medio de la elección anual de la variedad, suelo, fecha de siembra, etc., más convenientes.

III. LA EXPERIMENTACIÓN LOCAL.

Otra forma, si no de eliminar, por lo menos de aminorar la incertidumbre del agricultor, es por medio de una rigurosa y adecuada experimentación local, llevada a cabo con cada variedad sobre los diversos tipos de suelo y durante un período largo de años.

Dado que la reducción de la incertidumbre está en relación directa con la duración de la experiencia, ésta debe extenderse, cuando menos, sobre 5 ó 6 años.

Por medio de una rigurosa experimentación de este tipo, el agricultor sabrá cuál es la variedad que acusó los resultados más satisfactorios en el suelo semejante al de su chacra.

Adoptando, en sus futuras siembras, la variedad mencionada, el chacarero tiene algunas probabilidades de que, en los próximos 5 ó 6 años, sus cultivos resulten satisfactorios.

Es necesario recalcar que, aun procediendo así, ante el agricultor queda un amplio margen de inseguridad, imposible de eliminar.

En efecto, el grado de seguridad depende de la semejanza entre las condiciones meteorológicas y sanitarias de los 5 ó 6 años por venir y la de los 5 ó 6 años que sirvieron de base para elegir la variedad.

Sin duda, la inseguridad de los resultados será tanto menor cuanto más largo sea el período experimental.

Este método de resolver la incertidumbre que se le presenta al agricultor, si bien puede llevar a resultados satisfactorios, presenta, en su realización, dificultades de orden práctico.

Las dificultades de la conducción de experiencias locales, principalmente son dos :

1ª) La ejecución de experiencias precisas demanda la existencia de un organismo técnico, personal competente, instrumentos, etc., y todo ello únicamente puede funcionar por obra del Estado, nacional o provincial o, de lo contrario, por instituciones cooperativas formadas por los mismos agricultores.

Considerando que la experimentación debe realizarse en numerosas pequeñas regiones de unos 1.000 ó 2.000 km², se comprende que el Estado difícilmente, por razones económicas, alcanzará el ideal de la experimentación local.

Más viable es llegar a dicha meta por la asociación cooperativa de los agricultores; sería muy loable una campaña con el objeto de conseguir el establecimiento de una cooperativa en cada una de esas pequeñas regiones y, donde ya la hubiere (4), convencer a sus dirigentes de las ventajas prácticas que reporta el dinero dedicado a la experimentación agrícola.

Por lo que se acaba de exponer surge que, al menos en nuestro país, está muy lejano el día de la existencia de una red experimental que satisfaga las necesidades locales.

2ª) Empero, aun en el supuesto caso que la mencionada red funcionara con toda regularidad, se presenta otro inconveniente de gran importancia práctica, a saber: en cada pequeña región, para llegar a establecer cuál es la variedad mejor, en qué época y en qué suelos se la debe sembrar, etc., se requiere un plazo prudencial de 5 ó 6 años de experimentación, si se desea eliminar, de los resultados, la inseguridad que proviene especialmente del azar de las condiciones meteorológicas y sanitarias.

Mas, por otra parte, debido a la obra de los fitotecnistas, todos los

años aparece alguna nueva variedad mejorada; es evidente pues, que, cuando al final de 5 ó 6 años de experiencias se llegue a establecer que la variedad x es la mejor para la localidad A , su cultivo no entusiasmará mucho a los agricultores, dado que éstos habrán tenido la oportunidad de informarse de la aparición de nuevas variedades, poseedoras de características superiores a las de la variedad ensayada.

Indudablemente, queda el recurso de prohibir la difusión de nuevas variedades hasta que la experimentación, realizada durante los 5 ó 6 años estipulados, establezca en forma fehaciente que acusan ventajas significativas.

Sin embargo, la adopción de dicho temperamento acarrea una grave inconveniencia, puesto que las variedades (y el capital que ellas representan) deben permanecer « inactivas » durante varios años, lo cual encarece su costo de producción, ya de por sí elevado.

Desde el punto de vista económico del criador, el ideal es lanzar la variedad al gran cultivo lo antes posible; ello obliga a las reparticiones fiscalizadoras estatales a disponer de un método que, al mismo tiempo que abrevie el periodo de prueba, suministre conclusiones dignas de fe; el presente trabajo está dirigido, principalmente, a la obtención de un método de tal naturaleza.

IV. VARIEDADES CON ELEVADA SEGURIDAD DE EFICIENCIA

Teóricamente, la mejor forma de resolver el problema de la incertidumbre que todos los años se le plantea al agricultor, es por medio del cultivo de variedades de elevada seguridad de eficiencia.

¿Qué se debe entender por variedad de elevada seguridad de eficiencia? Aquella que cultivada en suelos muy diversos, bajo condiciones meteorológicas y sanitarias bien distintas, en un porcentaje muy elevado de casos se comporta en forma satisfactoria y, prácticamente, en ninguno hace un « papel lamentable ».

Es fundamental no confundir elevada seguridad de eficiencia con uniformidad de *altos* rendimientos.

En efecto, por más grande que sea la seguridad de eficiencia de una variedad de lino, por ejemplo, si ésta es cultivada bajo condiciones edáficas, bióticas y meteorológicas muy adversas, el rendimiento no podrá ser de 1.500 ó 2.000 kg por hectárea, donde ninguna variedad es capaz de rendir más de 300 kg por hectárea.

Sin duda, la existencia de dichas variedades representa para el agricultor un aliado poderoso, pues, cultivándolas, el chacarero, aunque no conozca las cualidades del suelo que siembra, ni cómo se presentarán las condiciones meteorológicas y sanitarias del año, tiene la *certeza casi absoluta* de que las plantas las sabrán *utilizar* en forma satisfactoria.

Ahora bien ; en la práctica, ¿ la fitotecnia es capaz de producir las variedades mencionadas ? Como podrá comprobarse más adelante, la respuesta es positiva, al menos en lo que atañe al lino oleaginoso en la región linera argentina.

V. PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA CONOCER LA SEGURIDAD DE EFICIENCIA DE LAS VARIEDADES

Supóngase un caso concreto. La repartición técnica competente del Ministerio de Agricultura (Red Oficial de Ensayos Territoriales) desea dictaminar sobre la seguridad de eficiencia de una colección de 15 variedades de lino oleaginoso.

Siguiendo la técnica experimental corriente, en cada una de las diversas localidades preestablecidas, y en una época determinada, se sembrará un ensayo en el cual intervienen las 15 variedades. Las parcelas serán de idénticas dimensiones y cada variedad se sembrará en varias parcelas (repeticiones), con el objeto de reducir la influencia que la variabilidad del suelo, *dentro* del ensayo, puede ejercer sobre los rendimientos comparativos de las variedades.

Para cada ensayo en particular, las variedades más eficientes serán aquellas cuyos rendimientos medios se aproximen más al de la variedad que, en ese mismo ensayo, acusa el rendimiento medio más elevado.

Esta última, por así decirlo, es la que señala la posibilidad *máxima* de rendimiento que ofrecieron las *condiciones de ambiente* bajo las cuales se desarrolló el ensayo.

Si el ensayo se lleva a cabo en localidades que poseen climas muy diversos y suelos distintos y, además, en cada localidad se siembra en varias épocas, la colección de variedades, en un solo año, resultará sometida a las más diversas y extremas condiciones ambientales, por ejemplo: lluvias excesivas, fríos intensos, elevada luminosidad, vientos fuertes, suelos ácidos, terrenos arenosos, arcillosos, ambientes sanos, ataques intensos de roya, etc..

Suponiendo que el ensayo sea sembrado en 20 localidades y en 3 épocas distintas, la colección habrá sido sometida a 60 combinaciones muy diversas de suelo, tiempo y sanidad.

Es obvio que el rendimiento será muy variable de un ensayo a otro, aun considerando el dato medio de la mejor variedad dentro de cada ensayo; en algunos el valor será, quizás, de 150 kg/ha, en otros de 1.200 kg/ha, mientras en algunos, posiblemente, llegue a los 2.500 kg/ha.

¿Cuál será la variedad que manifiesta la mayor seguridad de eficiencia?

Indudablemente será aquella que, aun en los ensayos en los cuales se coloca en los últimos puestos, acusa siempre un rendimiento que no se aleja demasiado de aquel otro arrojado por la *mejor variedad* dentro de cada uno de esos mismos ensayos.

Desarrollando todos los años un plan experimental como el indicado, probablemente sólo *dos años* serán suficientes para conocer la seguridad de eficiencia de una variedad nueva. En efecto, durante ese lapso, la variedad habrá sido sometida a 120 condiciones meteorológicas, edáficas y bióticas muy variadas.

Los resultados serán tanto más seguros cuanto más dispares hayan sido las antedichas condiciones ambientales; por lo tanto, es de fundamental importancia realizar algunas de las pruebas en localidades ubicadas, manifiestamente, fuera del área geográfica del cultivo de la especie en cuestión.

VI. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA SEGURIDAD DE EFICIENCIA

Los datos publicados por Ramella (10) suministran una información sobre el comportamiento de 8 variedades de lino en 38 ensayos, realizados en 11 localidades muy distintas de la región cerealera argentina, durante el cuatrienio 1935-1938, bajo una técnica experimental uniforme.

Para cada variedad, en cada ensayo, fué calculada la eficiencia en la forma siguiente: estableciendo su rendimiento medio en *por ciento* del rendimiento medio de la *mejor* variedad dentro del mismo ensayo.

Efectuando dicho trabajo para la misma variedad en todos los ensayos, fueron obtenidos 38 porcentajes o, dicho en otras palabras, 38 valores de eficiencia.

CUA

Rendimientos de grano de lino, extractados del trabajo de Raúl Ramello, en la región cerealera argentina». *Almanaque*

Localidad	Año	Variedad más rend. en cada ensayo	Varie					
			330 M. A.		Querandi M. A.		Klein II	
			kg/ha	% sobre la más rendidora	kg/ha	% sobre la más rendidora	kg/ha	% sobre la más rendidora
Tezanos Pinto.....	1936/37	2377	2059	86,6	2178	91,6	2377	100,0
Tezanos Pinto.....	1938/39	2197	1810	82,4	2197	100,0	1888	85,9
Tezanos Pinto.....	1935/36	2008	1847	92,0	2008	100,0	—	—
Casilda.....	1936/37	1905	1629	85,5	1738	91,2	1891	99,3
Tezanos Pinto.....	1937/38	1768	1737	98,2	1499	84,8	1762	99,7
Barrow.....	1936/37	1713	1575	91,9	1656	96,7	1597	93,2
Casilda.....	1937/38	1700	1324	77,9	1540	90,6	1428	84,0
Llavallol.....	1935/36	1665	1643	98,7	1665	100,0	1406	84,4
Llavallol.....	1936/37	1555	1044	67,1	1179	75,8	1133	72,9
Pergamino.....	1937/38	1522	1522	100,0	1482	97,4	1326	87,1
Plá.....	1936/37	1464	1128	77,0	1441	98,4	1464	100,0
Plá.....	1935/36	1416	1224	86,4	1320	93,2	1163	82,1
Pergamino.....	1935/36	1350	1350	100,0	1330	98,5	841	62,3
Plá.....	1938/39	1307	1127	86,2	1307	100,0	1238	94,7
Pergamino.....	1936/37	1246	1102	88,4	1246	100,0	334	26,8
Plá.....	1937/38	1049	836	79,7	890	84,8	932	88,8
Defferrari.....	1937/38	1020	888	87,1	840	82,4	892	87,5
Rafaela.....	1936/37	1012	1012	100,0	957	94,6	768	75,9
Rafaela.....	1938/39	940	828	88,1	940	100,0	812	86,4
Llavallol.....	1937/38	929	568	61,1	726	78,1	922	99,2
Defferrari.....	1936/37	912	576	63,2	732	80,3	764	83,8
Bordenave.....	1935/36	828	725	87,6	698	84,3	700	84,5
Defferrari.....	1935/36	794	690	86,9	720	90,7	558	70,3
Bordenave.....	1936/37	793	793	100,0	613	77,3	534	67,3
Rafaela.....	1935/36	751	749	99,7	735	97,9	751	100,0
Bordenave.....	1937/38	644	625	97,0	532	82,6	576	89,4
Barrow.....	1938/39	610	548	89,8	565	92,6	501	82,1
Guatraché.....	1936/37	596	516	86,6	508	85,2	328	55,0
Rafaela.....	1937/38	512	422	82,4	370	72,3	361	70,5
Guatraché.....	1937/38	504	480	95,2	504	100,0	378	75,0
Defferrari.....	1938/39	478	396	82,8	478	100,0	366	76,6
Barrow.....	1937/38	470	355	75,5	468	99,6	332	70,6
Pico.....	1935/36	464	396	85,3	399	86,0	375	80,8
Pico.....	1936/37	396	285	72,0	324	81,8	289	73,0
Guatraché.....	1938/39	306	221	72,2	276	90,2	259	84,6
Guatraché.....	1935/36	207	178	86,0	164	79,2	101	48,8
Casilda.....	1938/39	178	175	98,3	177	99,4	176	98,9
Pico.....	1937/38	166	60	36,1	89	53,6	103	62,0
Sumas.....		39.752	34.443		36.491		31.626	
				3230,9		3411,1		2.983,4
Promedios.....		1046,1	906,4		900,3		854,8	
				85,0		89,8		80,6

PRO 1

titulado, « Comportamiento agrícola de variedades de lino
M. A. N. 1941: 205-210. Buenos Aires

Klein Bh		Línetta Klein 10e		La Previsión 18		Buck 113		Buck 114	
kg/ha	% sobre la más rendidora	kg/ha	% sobre la más rendidora	kg/ha	% sobre la más rendidora	kg/ha	% sobre la más rendidora	kg/ha	% sobre la más rendidora
2201	92,6	1966	82,7	2335	98,2	1824	76,7	2192	92,2
1105	50,3	1845	84,0	1378	62,7	1004	45,7	1559	71,0
823	41,0	700	34,9	1070	53,3	615	30,6	1769	88,1
1738	91,2	1652	86,7	1905	100,0	1617	84,9	1760	92,4
1672	94,6	1688	95,5	1729	97,8	1768	100,0	1678	94,9
1713	100,0	1631	95,2	1497	87,4	1597	93,2	1659	96,8
1600	94,1	1270	74,7	1520	89,4	1598	94,0	1700	100,0
1623	97,5	1320	79,3	1541	92,6	1373	82,5	1513	90,9
1555	100,0	1158	74,5	1104	71,0	1053	67,7	963	61,9
1410	92,6	1378	90,5	1282	84,2	1260	82,8	1442	94,7
1321	90,2	1191	81,4	777	53,1	832	56,8	1094	74,7
1416	100,0	—	—	1306	92,2	1364	96,3	1274	90,0
917	67,9	947	70,1	850	63,0	873	64,7	1247	92,4
1275	97,6	918	70,2	893	68,3	755	57,8	880	67,3
104	8,3	274	22,0	280	22,5	302	24,2	558	44,8
1049	100,0	811	77,3	859	81,9	958	91,3	872	83,1
1020	100,0	864	84,7	856	83,9	968	94,9	892	87,5
736	72,7	715	70,7	778	76,9	766	75,7	766	75,7
800	85,1	702	74,7	842	89,6	864	91,9	884	94,0
929	100,0	765	82,3	690	74,3	661	71,2	538	57,9
736	80,7	812	89,0	660	72,4	912	100,0	788	86,4
703	84,9	698	84,3	778	94,0	828	100,0	735	88,8
778	98,0	580	73,0	714	89,9	794	100,0	708	89,2
631	79,6	503	63,4	604	76,2	742	93,6	653	82,3
717	95,5	633	84,3	681	90,7	508	67,6	673	89,6
622	96,6	582	90,4	522	81,1	626	97,2	644	100,0
610	100,0	451	73,9	590	96,7	591	96,9	576	94,4
572	96,0	356	59,7	448	75,2	516	86,6	596	100,0
512	100,0	270	52,7	414	80,9	502	98,0	334	65,2
412	81,7	490	97,2	440	87,3	416	82,5	420	83,3
444	92,9	274	57,3	294	61,5	396	82,8	418	87,4
371	78,9	341	72,6	470	100,0	394	83,8	337	71,7
464	100,0	398	85,8	356	76,7	401	86,4	357	76,9
332	83,8	178	44,9	362	91,4	396	100,0	288	72,7
280	91,5	213	69,6	207	67,6	306	100,0	246	80,4
111	53,6	95	45,9	207	100,0	184	88,9	189	91,3
175	98,3	178	100,0	172	96,6	170	95,5	177	99,4
120	72,3	46	27,7	48	28,9	166	100,0	61	36,7
33.597		28.893		31.459		30.900		33.440	
884,1	3.260,0	780,9	2.703,1	827,9	3.009,4	813,2	3.142,7	880,0	3.146,0
	85,8		73,1		79,2		82,7		82,8

Una tarea semejante se cumplió con las 8 variedades que intervinieron en los 38 ensayos.

Finalizados los cálculos, se presentó el problema de hallar algún

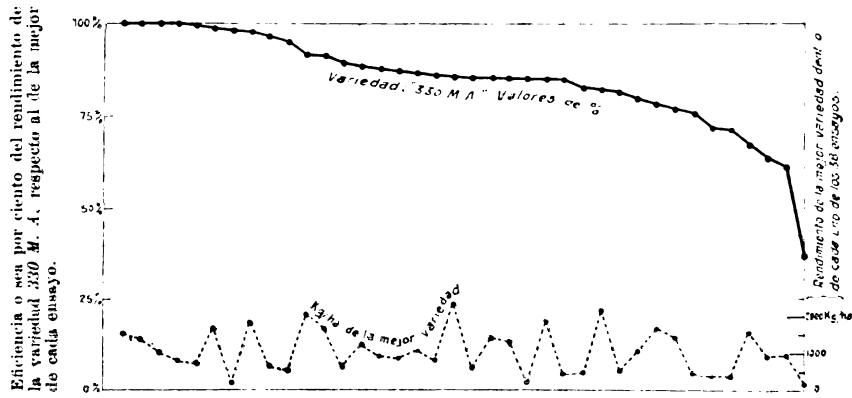


Gráfico I. — La seguridad de eficiencia de la variedad 330 M. A. según los resultados de los 38 ensayos de lino realizados durante el cuatrienio 1935-1938. La información numérica básica procede del trabajo de R. Ramella.

método de representación gráfica que permitiera formarse una idea bien clara, sobre el grado de *seguridad* de la eficiencia manifestada por cada variedad, a través de su cultivo bajo 38 condiciones ambientales muy distintas.

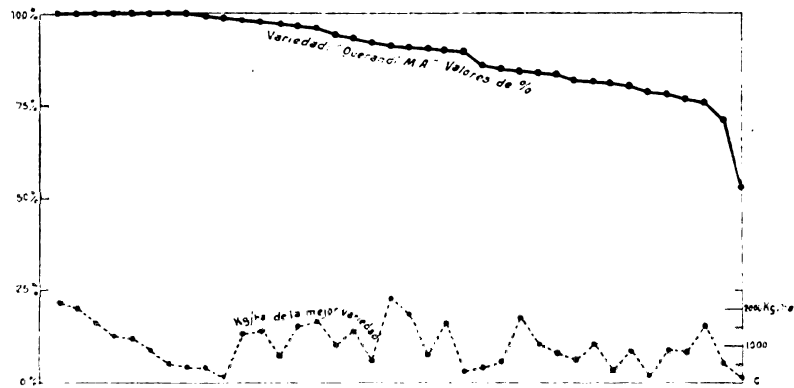


Gráfico II. — La seguridad de eficiencia de la variedad Querandi M. A., etc.

La representación por el método de la ordenación decreciente de los valores resultó sumamente ilustrativa y, su ejecución, muy sencilla.

Los gráficos I a VIII representan por dicho método, la curva de la seguridad de eficiencia de las 8 variedades experimentadas.

La interpretación de los mismos resulta muy fácil, si se considera

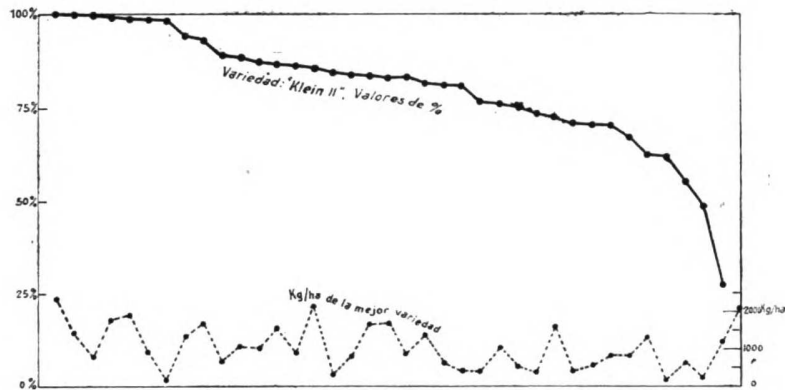


Gráfico III. — La seguridad de eficiencia de la variedad Klein II, etc.

que, la seguridad de eficiencia de una variedad es tanto mayor cuanto *menor* es la pendiente de la curva y cuanto *más próxima* del valor 100 % se encuentre la parte más baja de la misma.

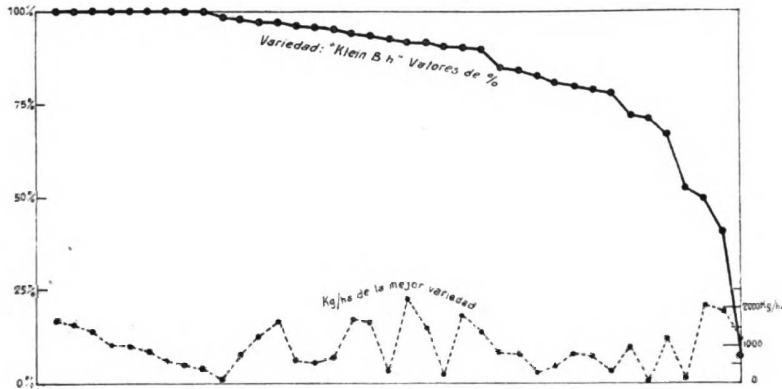


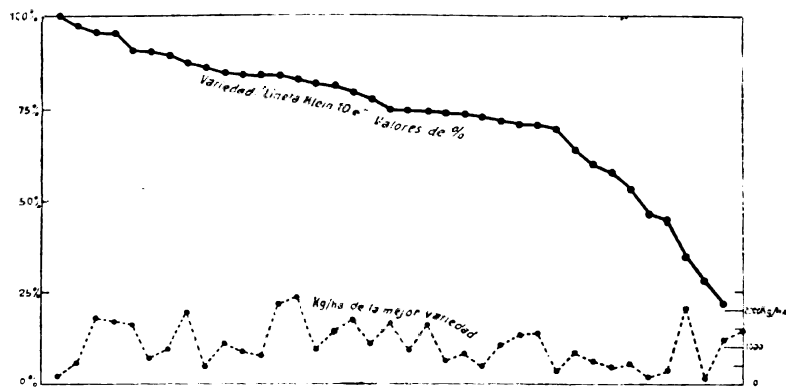
Gráfico IV. — La seguridad de eficiencia de la variedad Klein B h, etc.

Es sumamente interesante verificar que las 8 curvas presentan caracteres distintos.

En la parte inferior de cada gráfico se trazó otra curva; ella indica

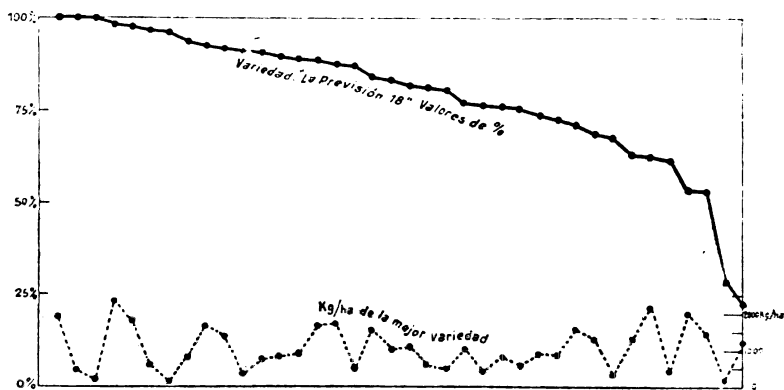
el rendimiento en kilogramos por hectárea correspondiente a la mejor variedad dentro de cada uno de los 38 ensayos.

Esa curva auxiliar, punteada, demuestra en forma evidente que,



cualquiera sea la variedad considerada, la eficiencia es *independiente* del grado de bondad de las condiciones ambientales.

En efecto, todos los gráficos indican que, prácticamente una mis-



ma eficiencia se manifiesta en forma indistinta bajo condiciones ambientales excelentes, buenas, regulares o malas.

La tarea quizás más fastidiosa, en la ejecución de los gráficos, es

la de la ordenación decreciente de los valores de eficiencia o rendimiento porcentual.

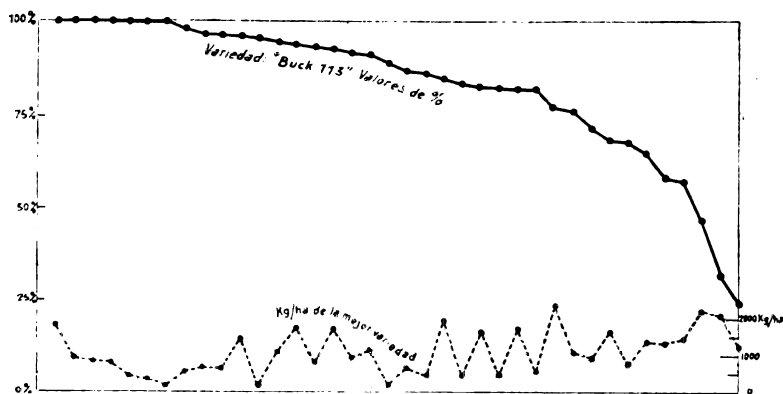


Gráfico VII. — La seguridad de eficiencia de la variedad *Buck 113*, etc.

Empero, el trabajo resulta muy simplificado por medio del uso de fichas, en las cuales son consignados todos los datos correspondientes

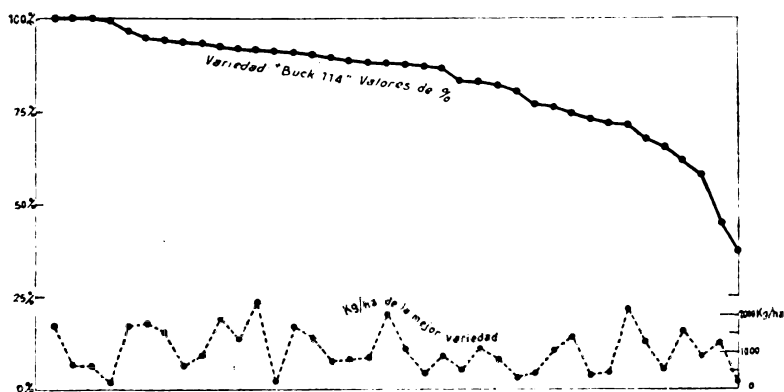


Gráfico VIII. — La seguridad de eficiencia de la variedad *Buck 111*, etc.

a un ensayo; en nuestro caso, pues, debieron ser confeccionadas 38 fichas en total.

VII. EXPRESIÓN NUMÉRICA DE LA SEGURIDAD DE EFICIENCIA

El método gráfico descrito, en la mayoría de los casos, permite formarse un criterio claro sobre la seguridad de eficiencia de las diversas variedades que intervienen en una experimentación.

Sin embargo, cuando se desea clasificar las mismas según dicha propiedad agrícola, puede ocurrir que dos o tres variedades acusen una seguridad de eficiencia más o menos semejante, resultando difícil afirmar cuál de ellas es peor y cuál mejor.

En tales casos, probablemente *diversas* personas clasificarán esas variedades dudosas con criterio *distinto*.

Algo análogo sucederá con aquellas variedades que originen gráficos de aspecto poco común.

Por dicha causa, es necesario substituir la impresión subjetiva que produce cada gráfico, por un valor concreto, justo y simple.

Establecido dicho valor para cada una de las variedades, será posible clasificar éstas de acuerdo a su seguridad de eficiencia en una sola forma, cualquiera sea la persona que realice la tarea; las conclusiones, pues, estarán *exentas* del factor personal.

Fué con tal objetivo que se procedió a buscar entre los métodos estadísticos corrientes alguno que dejara satisfechas las exigencias enunciadas.

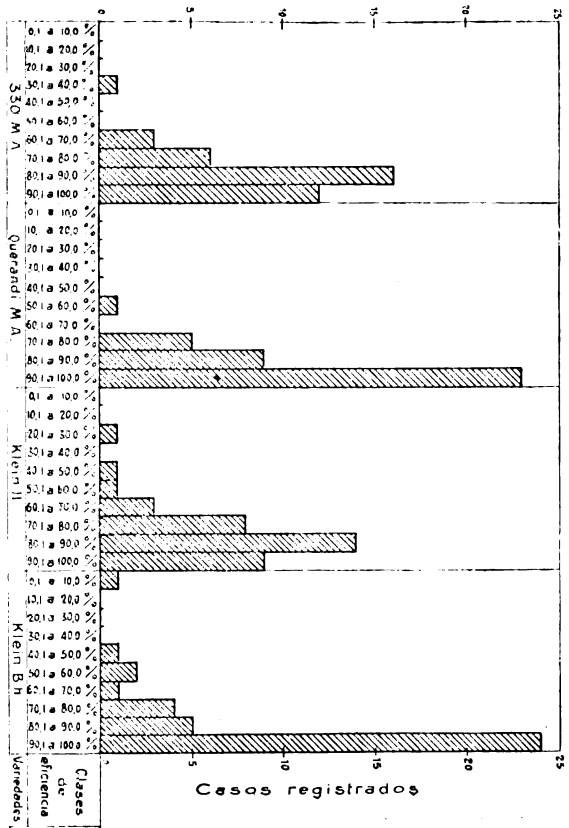
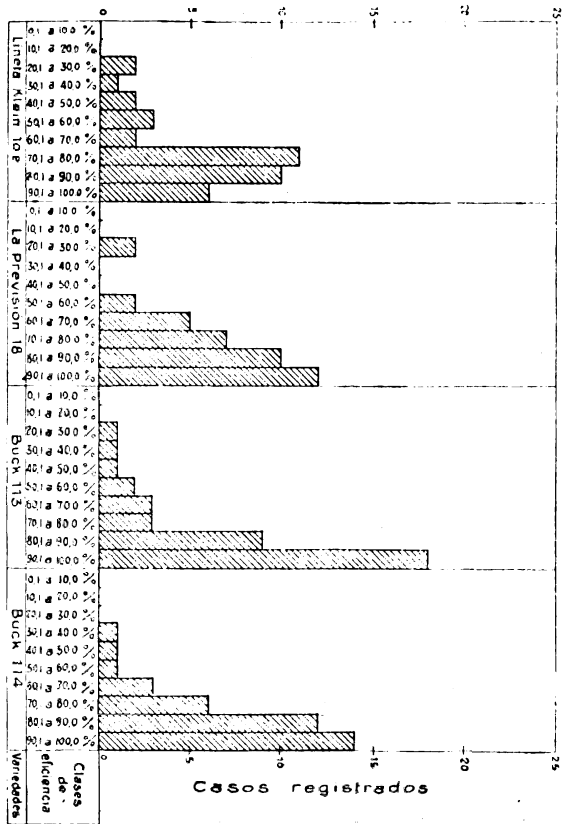
Sometidos a examen: *a*) la recta o curvas de regresión (12); *b*) las indicaciones de probabilidades que suministra la curva normal de frecuencia (5); *c*) la curva que mejor se ajusta a los datos experimentales (5); *d*) el método « Student » (9); *e*) el análisis de la variación (8); *f*) las diferencias cruzadas (8); *g*) el % referido a testigos (2); resultó, a juicio del autor, que ninguno de estos medios es capaz de dar una solución práctica al problema planteado.

La dificultad mayor proviene de que, confeccionados los 8 histogramas de la eficiencia, de las 8 variedades de lino estudiadas por Rame-lla (10), éstos pusieron en evidencia que, las curvas de frecuencia del carácter eficiencia son *pronunciadamente asimétricas* y distintas entre sí; gráfico IX.

Estas 2 particularidades del carácter eficiencia, invalidan (5) la aplicación de la mayoría de los métodos estadísticos corrientes, los cuales se basan en la curva normal de frecuencia que, como es sabido, es perfectamente simétrica.

En vista del resultado poco alentador de la búsqueda, el autor pro-

Gráfico IX. — Frecuencia de los valores porcentuales de rendimiento (o sea de eficiencias) acusados por cada una de las 8 variedades de trigo representadas en los gráficos I a VIII



pone la adopción de un índice de fácil cálculo, basado en el criterio que sigue.

Una variedad resultará tanto más valiosa, para el agricultor, cuanto *más altos* sean los porcentajes de eficiencia correspondientes a los ensayos donde su comportamiento, frente a las demás variedades, fué *menos* satisfactorio. En efecto, ello muestra que, por más diversas que hayan sido las condiciones meteorológicas, sanitarias y edáficas, la variedad en cuestión siempre dió resultados satisfactorios en *comparación* con las otras variedades.

Desde el punto de vista práctico, ello significa que, cualesquiera sean las condiciones bajo las cuales se desarrolle su cultivo, las probabilidades de un mal comportamiento *frente* a las otras variedades son escasas.

De acuerdo al concepto fundamental enunciado, resultará lógico que, en la valoración de la seguridad de eficiencia representada por la curva de orden decreciente, ya descripta, (gráficos I a VIII) se deba asignar, a partir de la eficiencia colocada en primer lugar, una importancia progresiva a las eficiencias situadas en los lugares subsiguientes.

Procediendo según este criterio, el valor de la curva estará determinado, en gran parte, por la eficiencia que demuestra la variedad en aproximadamente la mitad o tercio de los ensayos donde su comportamiento, frente a las demás variedades, fué *menos* satisfactorio.

A fin de establecer cuál debe ser la importancia progresiva a asignar a cada eficiencia, según el orden decreciente de colocación de sus valores, se procedió, en un primer intento, a multiplicar cada valor de eficiencia por su correspondiente orden de colocación; así por ejemplo, la variedad « Klein Bh » acusó en el 20° puesto de colocación de sus eficiencias, un valor de 92,6 %; por lo tanto se procedió a multiplicar $20 \times 92,6$, resultando el producto igual a 1852,0; la misma variedad en el 32° presentó una eficiencia de 72,7 %, en consecuencia el producto es de $32 \times 72,7 = 2326,4$.

Esta forma de asignar la importancia progresiva, a los puestos de colocación, demostró ser poco rigurosa para establecer la seguridad de eficiencia de las variedades, pues la importancia dada a los comportamientos mediocres o malos no fué suficiente para equilibrar la influencia de los comportamientos buenos o muy buenos, y en la apreciación final, estos últimos gravitaron en forma tal que una variedad (« Klein Bh ») que generalmente manifiesta eficiencia buena o muy

buena, arrojó una seguridad muy alta, a pesar que, con relativa frecuencia, acusa fracasos lamentables.

En vista del inconveniente anotado, se decidió acentuar la importancia progresiva de los puestos de colocación; para ello, en cambio de multiplicar cada una de las eficiencias por su simple orden de colocación, se lo multiplicó por el *cuadrado* del mencionado orden.

Algunos ejemplos aclaran lo dicho: la variedad « Querandí M. A. » en su 11° puesto acusó una eficiencia de 98,5%; por lo tanto este valor fué multiplicado por el cuadrado de 11, o sea por 121; el producto resultó ser $121 \times 98,5 = 11.918,5$; idéntica variedad en su 35° puesto presentó una eficiencia de 77,3%, en consecuencia esta última fué multiplicada por el cuadrado de 35, es decir, por 1225, por lo tanto el producto es de $1225 \times 77,3 = 94.692,5$.

Con este nuevo criterio, los comportamientos mediocres o malos consiguieron restringir, en el resultado final, la influencia exagerada de los comportamientos buenos o muy buenos, y las variedades que suelen fracasar lamentablemente disminuyeron, en forma apreciable, su valor de seguridad de eficiencia, en comparación al que se obtenía por el método de cálculo anterior.

A pesar del resultado más satisfactorio, pudo comprobarse, sin embargo, que los valores de seguridad de eficiencia arrojados por las distintas variedades no permitían clasificarlas en el mismo orden de mérito que el buen criterio agronómico señala, por la simple inspección de los 8 gráficos.

Para subsanar esta dificultad, se apeló al recurso de acentuar más aun, la importancia progresiva del orden de colocación de la eficiencia, trabajando ahora, no ya con el cuadrado del puesto ocupado sino, con el *cubo* del mismo.

Los ejemplos siguientes aclaran lo enunciado: la variedad « Lineta Klein 10e » en el 14° lugar de eficiencia acusó un valor de 82,7%, se procedió, pues, a multiplicar este número por el cubo de 14, o sea por 2744, resultando el producto de $2744 \times 82,7 = 226.928,8$; la misma variedad, en el 22° lugar de eficiencia arrojó un valor de 73,9%, multiplicado éste por el cubo de 22, es decir por 10.648, el producto resultante es $10.648 \times 73,9 = 786.887,2$.

Los resultados obtenidos con este nuevo criterio fueron altamente satisfactorios, por lo cual, en definitiva, se adoptó el cubo.

Ya sea cuando se usó como multiplicador el simple orden de colocación, o bien su cuadrado, o cubo, luego, para cada variedad, se pro-

Productos del cubo del orden de colocación del rendimiento porcentual
 Datos provenientes del trabajo de Raúl Ramella, « Comportamiento agrícola de variedades de lino

Localidad	Año	Variedad más rendidora en cada ensayo	Varie	
			Rendimiento en kg/ha	330 M. A. Querandí M. A.
Tezanos Pinto.....	1936/37	2377	593.989,4	628.284,4
Tezanos Pinto.....	1938/39	2197	1.621.879,2	100,0
Tezanos Pinto.....	1935/36	2008	122.452,0	800,0
Casilda.....	1936/37	1905	1.181.952,0	729.600,0
Tezanos Pinto.....	1937/38	1768	50.278,4	1.490.444,8
Barrow.....	1936/37	1713	158.803,2	326.362,5
Casilda.....	1937/38	1700	2.103.300,0	964.708,8
Llavallol.....	1935/36	1665	21.319,2	2.700,0
Llavallol.....	1936/37	1555	2.876.912,5	3.536.524,8
Pergamino.....	1937/38	1522	100,0	267.265,6
Plá.....	1936/37	1464	2.293.907,0	170.035,2
Plá.....	1935/36	1416	800.150,4	457.891,6
Pergamino.....	1935/36	1350	800,0	131.103,5
Plá.....	1938/39	1307	917.857,6	6.400,0
Pergamino.....	1936/37	1246	242.569,6	12.500,0
Plá.....	1937/38	1049	1.943.803,3	1.669.118,4
Defferrari.....	1937/38	1020	427.922,3	2.224.800,0
Rafaela.....	1936/37	1012	2.700,0	387.481,6
Rafaela.....	1938/39	940	297.337,5	21.600,0
Llavallol.....	1937/38	929	3.094.898,3	3.069.642,4
Defferrari.....	1936/37	912	2.948.659,2	2.631.270,4
Bordenave.....	1935/36	828	358.809,6	1.850.553,6
Defferrari.....	1935/36	794	506.800,8	839.972,7
Bordenave.....	1936/37	793	6.400,0	3.314.237,5
Rafaela.....	1935/36	751	12.462,5	215.086,3
Bordenave.....	1937/38	644	70.713,0	2.014.531,4
Barrow.....	1938/39	610	197.290,6	540.043,2
Guatraché.....	1936/37	596	692.800,0	1.331.250,0
Rafaela.....	1937/38	512	1.808.844,8	3.662.211,9
Guatraché.....	1937/38	504	95.200,0	34.300,0
Defferrari.....	1938/39	478	1.455.292,8	51.200,0
Barrow.....	1937/38	470	2.473.984,0	72.608,4
Pico.....	1935/36	464	1.332.812,5	1.188.864,0
Pico.....	1936/37	396	2.829.888,0	2.436.903,8
Guatraché.....	1938/39	306	2.594.651,4	1.097.463,4
Guatraché.....	1935/36	207	1.046.362,0	2.846.210,4
Casilda.....	1938/39	178	33.716,9	99.400,0
Pico.....	1937/38	166	1.980.879,2	2.941.139,2
A) Sumas.....			39.198.499,2	43.264.609,8
B) $1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2$			549.081	549.081
$\frac{A}{B} = I. S. E.$			71,4	78,8
Clasificación de las variedades según el I. S. E.....			2 ^a	1 ^a

NOTA. — Para todas las variedades el número de ensayos o sea $n = 38$, excepto las variedades

DRO 2

(respecto a la mejor variedad de cada ensayo) por el por ciento indicado.

en la región cerealera argentina ». *Almanaque M. A. N. 1941 : 205-210. Buenos Aires.*

dades

Klein 11	Klein Bh	Lineta Klein 10e	La Previsión 18	Buck 113	Buck 114
100,0	740.800,0	226.928,8	6.284,8	1.683.718,4	159.321,6
289.912,5	2.346.796,8	184.548,0	2.253.249,9	2.132.179,2	2.326.528,0
—	2.076.773,0	1.496.337,5	2.285.237,5	1.549.981,8	604.277,9
12.412,5	1.109.630,4	44.390,4	100,0	904.015,2	92.400,0
6.380,8	464.769,8	2.578,5	12.225,0	100,0	20.498,4
67.942,8	100,0	6.092,8	357.990,4	381.747,2	12.100,0
576.156,0	548.791,2	512.367,3	301.725,0	257.936,0	100,0
492.220,8	214.207,5	389.600,9	67.505,4	1.450.020,0	249.429,6
1.600.300,8	800,0	689.944,5	1.731.619,0	2.016.850,7	2.653.962,5
191.358,7	857.568,6	11.312,5	491.054,4	1.144.627,2	32.482,1
800,0	1.246.924,8	333.414,4	2.477.433,6	2.435.300,0	1.821.858,3
760.328,1	2.700,0	—	92.290,0	128.175,3	303.750,0
2.238.875,1	2.668.741,6	1.379.778,3	2.064.384,0	2.325.123,9	122.984,4
48.486,4	168.652,8	1.233.835,2	1.844.100,0	2.271.771,2	2.418.560,1
1.357.500,4	455.437,6	1.114.366,0	1.234.620,0	1.327.902,4	2.269.254,4
118.192,8	6.400,0	450.813,6	655.200,0	532.461,6	1.148.774,4
151.200,0	12.500,0	84.700,0	575.470,1	208.495,3	700.000,0
1.185.937,5	2.382.233,6	1.104.687,5	935.642,3	1.846.247,3	1.661.766,4
237.081,6	1.329.687,5	597.600,0	245.862,4	451.504,7	68.526,0
21.427,2	21.600,0	277.762,5	1.462.446,9	1.922.400,0	2.701.382,4
670.400,0	1.968.192,3	30.527,0	1.589.324,8	800,0	919.987,2
415.148,5	1.492.202,4	112.203,3	48.128,0	2.700,0	517.881,6
2.094.307,3	130.438,0	888.191,0	197.510,3	6.400,0	438.239,6
2.205.286,4	2.149.200,0	1.546.262,6	1.190.625,0	315.900,0	1.285.937,5
2.700,0	391.168,0	145.670,4	156.729,6	2.215.116,8	367.001,6
89.400,0	265.070,4	19.526,4	751.067,1	70.858,8	800,0
874.200,8	34.300,0	786.887,2	20.887,2	96.900,0	48.332,8
2.358.125,0	324.000,0	1.611.900,0	1.321.715,2	692.800,0	2.700,0
1.903.500,0	51.200,0	1.726.873,6	861.423,2	50.176,0	2.562.620,8
1.318.200,0	1.743.478,4	777,6	428.904,9	1.623.847,5	1.013.511,1
1.058.918,4	637.201,1	1.707.024,3	2.417.196,0	1.293.750,0	809.411,4
1.721.863,4	2.350.509,9	1.003.622,4	800,0	1.019.594,6	2.136.014,7
983.093,6	72.900,0	62.548,2	1.060.300,8	800.150,4	1.513.622,7
1.436.859,0	1.649.435,4	1.764.749,6	121.653,4	12.500,0	1.962.900,0
346.521,6	974.292,0	1.527.859,2	2.013.871,6	21.600,0	1.413.110,4
2.276.812,8	2.298.100,0	1.649.508,3	2.700,0	609.765,1	200.586,1
33.922,7	98.300,0	100,0	33.133,8	165.024,0	6.361,6
2.436.848,0	2.598.245,1	1.292.371,2	1.463.871,7	34.300,0	2.013.802,4
31.582.721,5	35.933.348,2	26.017.661,0	32.774.193,3	34.002.740,6	36.580.778,0
494.209	549.081	494.209	549.081	549.081	549.081
63,9	65,4	52,6	59,7	61,9	66,6
5^a	4^a	8^a	7^a	6^a	3^a

Klein 11 » y « Lineta Klein 10e » para las cuales $n = 37$.

cedió a la suma de los 38 productos correspondientes a los 38 ensayos estudiados.

La simple comparación de estas sumas, para una determinada colección de variedades y una serie idéntica de ensayos, es suficiente para clasificar las variedades según su seguridad de eficiencia, siempre, claro está, que todas las variedades hayan intervenido en *todos* los ensayos.

De acuerdo al fundamento del cálculo, es innecesario decir que las variedades que acusen las sumas más elevadas serán las que presentan una seguridad de eficiencia mayor.

VIII. EL ÍNDICE DE SEGURIDAD DE EFICIENCIA I. S. E.

No obstante la menor tarea que requiere la determinación de la seguridad de eficiencia por la sola suma de los productos, su uso presenta dos inconvenientes :

1° Las sumas, por lo general, están constituidas por números de 8 cifras o más, lo cual hace difícil las comparaciones ; por ejemplo, en nuestro estudio la variedad « Klein 11 » dió una suma en base a los cubos de 31.682.721,5.

2° Los valores de las sumas dependen del número de ensayos analizados. Dado que, para una misma colección de variedades, el número de ensayos puede variar de un año a otro, resultará imposible relacionar el comportamiento de una misma variedad a través de los distintos años.

Por las razones anotadas, es doblemente provechoso reducir la suma a un índice de dos o tres cifras, en el cual quede eliminada la influencia perturbadora del número de ensayos que intervienen.

El mencionado objetivo se consigue, en forma muy fácil, dividiendo la suma de productos de cada variedad por la suma de los cubos de los órdenes de colocación, en nuestro caso desde 1° hasta 38°.

De acuerdo a todo el proceso numérico señalado, el índice de seguridad de eficiencia (I. S. E.) de una variedad, dentro de una serie determinada de ensayos, puede representarse por la fórmula siguiente :

$$\text{I. S. E.} = \frac{(E_1 1^3) + (E_2 2^3) + (E_3 3^3) + (E_4 4^3) \dots + (E_n n^3)}{1^3 + 2^3 + 3^3 + 4^3 \dots + n^3}$$

donde :

$E_1 E_2 E_3 E_4 \dots E_n$ representan para cada ensayo, la eficiencia de la variedad considerada, es decir, el rendimiento medio de la misma

expresado en *por ciento* del rendimiento medio de la variedad mejor en *ese determinado* ensayo; es obvio que la eficiencia en ningún caso puede ser mayor de 100 %.

Los subíndices 1, 2, 3, 4 ... n indican los puestos que ocupan los diversos valores de eficiencia de la variedad al ser ordenados en forma decreciente.

$1^3, 2^3, 3^3, 4^3 \dots n^3$ son los cubos de los puestos ocupados por los valores de eficiencia, al ser ordenados en forma decreciente.

El índice de seguridad de eficiencia (I. S. E.) puede tomar todos los valores entre 0 y 100.

Es comprensible que, el I. S. E. también se puede aplicar a los datos de una sola estación experimental, para establecer la seguridad de eficiencia de las variedades bajo distintas condiciones de densidades y épocas de siembra, años, rotaciones, suelos, labores culturales, etc.

El I. S. E. no solamente resultará útil para estudiar la seguridad de eficiencia de las variedades en lo que se refiere al rendimiento, sino, también, para cualquier factor de la calidad, así por ejemplo, concretándonos al lino oleaginoso, será posible calcular :

- el I. S. E. respecto al índice de iodo ;
- el I. S. E. respecto a la acidez del aceite ;
- el I. S. E. respecto a la riqueza oleaginosa, etc.

No hace falta destacar la enorme importancia económica e industrial de cultivar variedades tales, que permitan *estabilizar*, en cierto grado, la calidad de las cosechas en el tiempo y en el espacio.

De allí surge la utilidad que puede reportar el uso del I. S. E., en la tarea de individualizar a dichas variedades.

Puesto que el número de ensayos a analizar en cada caso siempre es relativamente pequeño, por excepción mayor de 100 ó 150, y además la eficiencia sólo puede variar de 0 a 100 %, en caso de adoptarse el uso del I. S. E., será posible confeccionar tablas que permitan establecer al instante los productos $(E_1 1^3)$; $(E_2 2^3)$; $(E_3 3^3) \dots (E_n n^3)$, como asimismo la suma $1^3 + 2^3 + 3^3 \dots + n^3$ de la fórmula.

Es obvio entonces que el cálculo del I. S. E. de una variedad quedará reducido, por medio de las mencionadas tablas, a una simple suma y su correspondiente división. El trabajo, pues, podrá ser realizado con facilidad y rapidez, aun por personas que poseen una preparación matemática rudimentaria.

CUA

Comparación entre los resultados de una variedad imaginaria y los del lino
« Comportamiento agrícola de variedades de lino en la región

Localidad	Año	Variedad más rendidora en cada ensayo	Variedad		
			Rendimiento		Orden
			Rendimiento en kg/ha	kg/ha	% sobre la variedad más rendidora
Tezanos Pinto.....	1936/37	2377	2377	100,0	1º
Tezanos Pinto.....	1938/39	2197	2197	100,0	2º
Tezanos Pinto.....	1935/36	2008	2008	100,0	3º
Casilda.....	1936/37	1905	1905	100,0	4º
Tezanos Pinto.....	1937/38	1768	1768	100,0	5º
Barrow.....	1936/37	1713	1713	100,0	6º
Casilda.....	1937/38	1700	1700	100,0	7º
Llavallol.....	1935/36	1665	1665	100,0	8º
Llavallol.....	1936/37	1555	1555	100,0	9º
Pergamino.....	1937/38	1522	1522	100,0	10º
Plá.....	1936/37	1464	1464	100,0	11º
Plá.....	1935/36	1416	1416	100,0	12º
Pergamino.....	1935/36	1350	1350	100,0	13º
Plá.....	1938/39	1307	1307	100,0	14º
Pergamino.....	1936/37	1246	1246	100,0	15º
Plá.....	1937/38	1049	49	4,7	38º
Defferrari.....	1937/38	1020	1020	100,0	16º
Rafaela.....	1936/37	1012	1012	100,0	17º
Rafaela.....	1938/39	940	940	100,0	18º
Llavallol.....	1937/38	929	329	35,4	35º
Defferrari.....	1936/37	912	912	100,0	19º
Bordenave.....	1935/36	828	828	100,0	20º
Defferrari.....	1935/36	794	794	100,0	21º
Bordenave.....	1936/37	793	793	100,0	22º
Rafaela.....	1935/36	751	251	33,4	36º
Bordenave.....	1937/38	644	183	28,4	37º
Barrow.....	1938/39	610	610	100,0	23º
Guatraché.....	1936/37	596	596	100,0	24º
Rafaela.....	1937/38	512	512	100,0	25º
Guatraché.....	1937/38	504	204	40,5	32º
Defferrari.....	1938/39	478	478	100,0	26º
Barrow.....	1937/38	470	170	36,2	34º
Pico.....	1935/36	464	464	100,0	27º
Pico.....	1936/37	396	396	100,0	28º
Guatraché.....	1938/39	306	306	100,0	29º
Guatraché.....	1935/36	207	207	100,0	30º
Casilda.....	1938/39	178	178	100,0	31º
Pico.....	1937/38	166	66	39,8	33º
Sumas.....			36.491	3.318,4	
Promedios.....			960,3	87,3	

ORDO 3

« Querandi M. A. » : los datos de este último provienen del trabajo de Raúl Ramella cerealeza argentina». Almanaque M. A. N. 1941: 205-210. Buenos Aires.

imaginaria		Variedad Querandi M. A.				
de colocación		Rendimiento		Orden de colocación		Producto del cubo del orden de colocación por rendimiento en %.
Al cubo	Producto del cubo del orden de colocación por rendimiento en %.	kg/ha	% sobre la variedad más rendidora	Según rendim. en %	Al cubo	
1	100,0	2178	91,6	19°	6.859	628.284,4
8	800,0	2197	100,0	1°	1	100,0
27	2.700,0	2008	100,0	2°	8	800,0
64	6.400,0	1738	91,2	20°	8.000	729.600,0
125	12.500,0	1499	84,8	26°	17.576	1.490.444,8
216	21.600,0	1656	96,7	15°	3.375	326.362,5
343	34.300,0	1540	90,6	22°	10.648	964.708,8
512	51.200,0	1665	100,0	3°	27	2.700,0
729	72.900,0	1179	75,8	36°	46.656	3.536.524,8
1.000	100.000,0	1482	97,4	14°	2.744	267.265,6
1.331	133.100,0	1441	98,4	12°	1.728	170.035,2
1.728	172.800,0	1320	93,2	17°	4.913	457.891,6
2.197	219.700,0	1330	98,5	11°	1.331	131.103,5
2.744	274.400,0	1307	100,0	4°	64	6.400,0
3.375	337.500,0	1246	100,0	5°	125	12.500,0
54.872	257.898,4	890	84,8	27°	19.683	1.689.118,4
4.096	409.600,0	840	82,4	30°	27.000	2.224.800,0
4.913	491.300,0	957	94,6	16°	4.096	387.481,6
5.832	583.200,0	940	100,0	6°	216	21.600,0
42.875	1.517.715,0	726	78,1	34°	39.304	3.069.642,4
6.859	685.900,0	732	80,3	32°	32.768	2.631.270,4
8.000	800.000,0	693	84,3	28°	21.952	1.850.553,6
9.261	926.100,0	720	90,7	21°	9.261	839.972,7
10.648	1.064.800,0	613	77,3	35°	42.875	3.314.237,5
46.656	1.558.310,4	735	97,9	13°	2.197	215.086,3
50.653	1.438.545,2	532	82,6	29°	24.389	2.014.531,4
12.167	1.216.700,0	565	92,6	18°	5.832	540.043,2
13.824	1.382.400,0	508	85,2	25°	15.625	1.331.250,0
15.625	1.562.500,0	370	72,3	37°	50.653	3.662.211,9
32.768	1.327.104,0	504	100,0	7°	343	34.300,0
17.576	1.757.600,0	478	100,0	8°	512	51.200,0
39.304	1.422.804,8	468	99,6	9°	729	72.608,4
19.683	1.968.300,0	399	86,0	24°	13.824	1.188.864,0
21.952	2.195.200,0	324	81,8	31°	29.791	2.436.903,8
24.389	2.438.900,0	276	90,2	23°	12.167	1.097.463,4
27.000	2.700.000,0	164	79,2	33°	35.937	2.846.210,4
29.791	2.979.100,0	177	99,4	10°	1.000	99.400,0
35.937	1.430.292,6	89	53,6	38°	54.872	2.941.139,2
549.081	33.554.330,4	36.491	3.411,1		549.081	43.264.609,8
B	A	960,3	89,8		B	A
$\frac{A}{B} = I. S. E. = 61,1$					$\frac{A}{B} = I. S. E. = 78,8$	

IX. EL PROMEDIO GENERAL DE RENDIMIENTO COMO MEDIDA DE SEGURIDAD DE EFICIENCIA

Conocidos ya los fundamentos del I. S. E., cabe preguntarse si no es mucho más fácil establecer qué variedad es la que acusa mayor seguridad en los resultados, procediendo a promediar, para cada una de ellas, el rendimiento registrado en todos los ensayos; en nuestro ejemplo, en los 38 ensayos.

A veces habrá un marcado paralelismo entre las calificaciones de las variedades obtenidas por medio del I. S. E. y las arrojadas por el promedio general de los rendimientos.

No obstante, la concordancia entre ambos métodos quedará destruída si existen variedades que, en general, aprovechan muy bien las condiciones ambientales, pero que, en oportunidades, fracasan notablemente acusando una eficiencia muy reducida.

A fin de demostrar lo dicho, en el Cuadro 3 fueron tabulados los datos de rendimiento de la variedad «Querandí M. A.», que es, de las 8 estudiadas por Ramella, la que arroja el mejor rendimiento promedio general (960,3 kg/ha) y el más alto I. S. E. (78,8).

En el mismo cuadro, fueron asentados, también, los datos de una variedad imaginaria que, se supone, presenta la particularidad señalada anteriormente.

Esta última acusa un rendimiento promedio general de 960,3 kg/ha, idéntico al de mejor variedad, «Querandí M. A.»; en cambio, el I. S. E. sólo llega a 61,1, por lo que esta variedad imaginaria, en cuanto a seguridad de eficiencia, se clasifica en 7° lugar.

Es evidente, pues, que resulta *muy arriesgado* establecer la seguridad de eficiencia de las distintas variedades de una colección, en base al rendimiento promedio general que cada una de ellas arroja como resultado de su prueba en todos los ensayos de la experiencia.

El I. S. E., al contrario, pone en evidencia el serio defecto apuntado, que manifiestan ciertas variedades.

X. UNA COMPROBACIÓN DE LA BONDAD DEL ÍNDICE DE SEGURIDAD DE EFICIENCIA I. S. E.

Los autores Immer, Hayes and Powers publicaron en 1934 (8) un interesante estudio acerca del comportamiento de 10 variedades de cebada, en 6 localidades del Estado de Minnesota, durante el bienio 1931-1932.

Si, en base a los datos bienales de rendimiento presentados, se desea aconsejar, con el menor riesgo, la variedad más eficiente para una 7ª localidad, casi equidistante de las 6 de la experiencia, y de la cual no se conocen con precisión las condiciones ecológicas, ¿qué criterio debe seguirse?

Los autores mencionados, después de aplicar el análisis de la variación, concluyen que, como el cuadrado medio de las variedades resultó significativamente mayor que el de la interacción variedades \times localidades, pueden ser dadas recomendaciones generales para la totalidad del Estado, con una razonable seguridad que la variedad o variedades aconsejadas resultarán ser consistentemente superiores en la mayoría de los lugares.

Según ello, cualquiera de las dos variedades «Tebi» y «Wisconsin N° 38», que acusaron idéntico elevado rendimiento promedio a través de las 6 localidades, pareciera ser aconsejable en la 7ª localidad, de condiciones ecológicas desconocidas.

Sin embargo, este consejo puede resultar contraproducente y desventajoso para el agricultor de la 7ª localidad del problema, a juzgar por la información numérica que presentan los mismos experimentadores.

En efecto, según los datos de rendimiento (Table 3) y un cuadro numérico (Table 7) exprofesamente preparado por los autores para aplicar las llamadas diferencias cruzadas, se comprueba que, si la localidad incógnita resulta poseer condiciones ecológicas semejantes a las del lugar University Farm, la variedad «Tebi» es desaconsejable, pues su comportamiento, en ese caso, es significativamente inferior al de la variedad «Glabron», de rendimiento general mediocre.

En cambio, si la localidad incógnita poseyera condiciones ecológicas del tipo de la localidad Grand Rapids, las dos variedades serían desaconsejables, pues tanto la variedad «Tebi» como la «Wisconsin N° 38» acusarían un comportamiento significativamente inferior al de la variedad «Peatland», también de rendimiento general mediocre.

De lo expuesto, se desprende que resulta confuso y arriesgado aconsejar la variedad a cultivar en una localidad de condiciones ecológicas no establecidas, si se formula la recomendación, sobre la base del análisis de la variación.

Las diferencias de «adaptation», calculadas (Table 7) para establecer las llamadas diferencias cruzadas, tampoco resultan de utilidad práctica para la resolución del problema planteado.

Así, según el cuadro numérico ya mencionado (Table 7), la varie-

dad « N° 457 » es la que mejor se « adapta » a las 6 localidades de la experiencia ; sin embargo, de ello no debe inferirse sea la más aconsejable para la localidad incógnita, pues si ésta resultara ser ecológicamente semejante al lugar University Farm, su comportamiento sería significativamente inferior al de la variedad « Glabron » ; si la localidad respondiera ecológicamente al tipo del lugar Waseca, el comportamiento sería inferior al de la variedad « N° 462 » ; si al tipo Morris, inferior a la variedad « Trebi » ; si al tipo Grand Rapids, inferior a la variedad « Peatland » ; y si al tipo Duluth, inferior, entonces, a la variedad « N° 475 ».

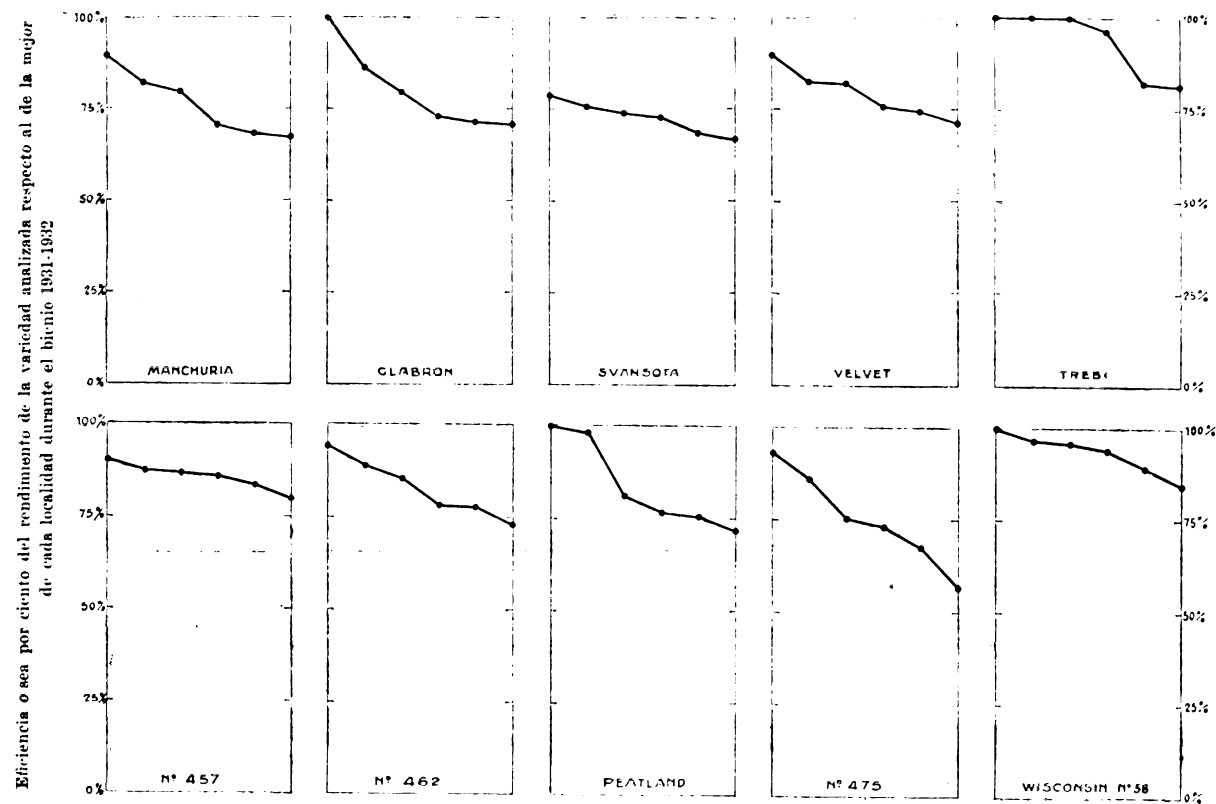
Resulta pues que, ni el análisis de la variación, ni el método de las diferencias cruzadas permiten establecer, claramente, cuál es entre las 10 variedades ensayadas aquella que, por su gran seguridad de eficiencia, ofrece las mejores perspectivas de ser cultivada en una localidad cuyas particularidades ecológicas se desconocen.

En vista de ello, para cada variedad se confeccionó el gráfico de la seguridad de eficiencia, según el método ya expuesto de la ordenación decreciente; el simple cotejo de las 10 curvas del Gráfico X indica que la variedad más aconsejable para la resolución del problema es la llamada « Wisconsin N° 38 ».

Efectivamente, aun cuando la localidad incógnita fuera semejante a aquella (Morris) donde su comportamiento resultó el menos lucido frente a las otras variedades, nada hay que temer, pues el rendimiento de la variedad aconsejada representa el 84,8 % del correspondiente a la mejor variedad para dicha localidad. Ninguna otra variedad acusó una eficiencia mínima tan elevada.

Luego, para cada una de las variedades se procedió a calcular el I. S. E. de acuerdo al método de las potencias cúbicas ya enunciado, los resultados son los siguientes:

Colocación	Variedad	I. S. E.
1ª	Wisconsin N° 38	88,6
2ª	Trebi	85,7
3ª	N° 457	82,5
4ª	N° 462	76,2
5ª	Peatland	74,8
6ª	Velvet	74,2
7ª	Glabron	71,9
8ª	Manchuria	69,3
9ª	Svansota	69,2
10ª	N° 475	64,3



CUADRO 4

Productos del cubo del orden de colocación del rendimiento porcentual (respecto a la mejor variedad de cada localidad durante el bienio 1931-1932), por el por ciento indicado. Datos provenientes del trabajo de F. R. Immer, H. K. Hayes and L. Powers, titulado, « Statistical determination of barley varietal adaptation ». Jour. of the American Soc. of Agronomy 26 (5): 403-419. 1934.

Localidad	Variedad más rendidora en cada localidad	Variedades										
		Manchuria	Glabron	Svansota	Velvet	Trobi	Nº 457	Nº 462	Peatland	Nº 475	Wisconsin Nº 38	
	Bushels por acre suma de seis parcelas											
Waseca.....	350,9	4.505,6	2.146,5	4.697,6	9.362,5	6.188,8	5.491,2	94,4	15.616,8	2.033,1	100,0	
Morris.....	271,2	8.550,0	15.271,2	14.536,8	15.530,4	100,0	17.258,4	2.311,2	2.181,6	4.729,6	18.316,8	
Crookston.....	266,3	656,8	4.633,6	8.600,0	2.232,9	800,0	90,1	712,8	9.412,5	687,2	2.608,2	
University Farm.....	239,6	14.580,0	100,0	78,3	668,0	10.275,0	698,4	9.725,0	4.876,8	8.550,0	774,4	
Duluth.....	193,6	2.157,3	688,8	2.096,1	4.838,4	2.700,0	2.354,4	5.017,6	785,6	93,6	6.041,6	
Grand Rapids.....	184,4	89,6	8.862,5	602,4	89,9	17.712,0	10.500,0	15.746,4	100,0	12.268,8	11.212,5	
A) Sumas.....		30.539,3	31.702,6	30.521,2	32.722,1	37.775,8	36.392,5	33.607,4	32.973,3	28.362,3	39.053,5	
B) $1^2+2^2+3^2+4^2+5^2+6^2$		441	441	441	441	441	441	441	441	441	441	
$\frac{A}{B} = I. S. E.$		69,3	71,9	69,2	74,2	85,7	82,5	76,2	74,8	64,3	88,6	
Clasificación de las variedades según el I. S. E.....		8ª	7ª	9ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	10ª	1ª	

— 12 —

Es interesante comprobar que, el orden de clasificación de las variedades obtenido en base a los valores de I. S. E. concuerda, en un todo, con el que el buen criterio indica por la simple inspección de las 10 curvas del Gráfico X.

En resumen: la variedad «Wisconsin N° 38» puede ser aconsejada, sin ningún temor, para la localidad incógnita pues no preocupa a cuál de las 6 localidades de la experiencia se asemeje, dado que su eficiencia resultó siempre altamente satisfactoria.

XI. EL SIGNIFICADO ESTADÍSTICO DE LA DIFERENCIA ENTRE DOS VALORES CUALESQUIERA DE I. S. E.

En los casos estudiados por medio del I. S. E. se concluyó que la clasificación final de las variedades es adecuada porque se ordenan en la misma forma que impone el buen criterio, al analizar y cotejar las gráficas correspondientes.

Empero, el problema propuesto exige algo más; por ejemplo, en nuestro caso, de los 8 linos argentinos, resultó que la variedad «Querandí M. A.», clasificada en primer lugar, acusó un I. S. E. de 78,8, mientras que la «330 M. A.», clasificada en segundo lugar, arrojó un I. S. E. de 71,4. Cabe preguntarse si la diferencia entre 78,8 y 71,4, igual a 7,4, es lo suficientemente grande como para afirmar que, la variedad «Querandí M. A.» ofrece, en forma indudable, una seguridad de eficiencia superior a la de la variedad «330 M. A.»¹. La duda enunciada tiene su justificación, pues, puede ocurrir que el mero azar sea capaz de originar el par mencionado de valores de I. S. E. En tal caso la diferencia, entre 78,8 y 71,4 no autoriza a afirmar que una variedad sea mejor que la otra, pues aun siendo genéticamente *idénticas*, el mero azar permite que acusen los valores ya citados.

Es obvio que la misma duda puede plantearse para cualquier par de las 8 variedades.

Para poder afirmar cuándo una diferencia, entre dos valores de I. S. E., es el resultado del azar y cuando no, será necesario proceder a la confección de tablas *ad-hoc*, semejantes, p. e., a las usadas (5) para establecer cuándo un coeficiente de correlación tiene significado estadístico.

El cálculo de las tablas señaladas, de acuerdo a los conceptos expuestos por Fisher (6), será perfectamente factible estableciendo una *hipótesis nula* correcta. Según este criterio, toda vez que la diferencia

de valores de I. S. E., entre dos variedades, rechace a la *hipótesis nula*, la diferencia de valores tendrá significación estadística.

Llegado a este punto del problema, el autor no tiene ningún reparo en declarar que la profundidad de sus conocimientos estadísticos no es suficiente como para encararlo con éxito.

Por tal razón, solicita el valioso aporte de los investigadores especializados en la materia, quienes, sin duda, resolverán el inconveniente con toda facilidad.

XII. EL PORQUÉ DEL TÉRMINO EFICIENCIA

Tratándose del estudio exclusivo del factor rendimiento, al I. S. E. le hubiera correspondido, con toda justicia, la designación de *Índice de seguridad de la productividad* de acuerdo al significado que Azzi (1) le asigna al término «productividad».

En efecto, según el autor citado, la «productividad» de una variedad es la capacidad de producir, utilizando en la mejor forma la disponibilidad ambiental; concepto que coincide, plenamente, con el de eficiencia que se ha adoptado.

Se desechó, sin embargo, el término «productividad» por tres razones:

- 1^a el término «productividad» hubiera resultado correcto tratándose únicamente de estudios relacionados con el rendimiento; en cambio, resultaría inadecuado cuando el I. S. E. se aplicase en investigaciones referentes a la calidad de la cosecha;
- 2^a en castellano no existe la palabra «productividad» (11);
- 3^a las voces «seguridad» y «productividad» hubieran originado cacofonía, en la designación *Índice de seguridad de la «productividad»*.

Al adoptar el término *eficiencia*, el autor se inspiró, principalmente, en la expresión «las plantas más eficaces» usada por Böerger y Fischer (3) en 1922.

No obstante, la consulta al diccionario oficial de la lengua castellana (11) indica que, en nuestro problema particular, sería más correcta la expresión «las plantas más eficientes»; en consecuencia, se impuso la denominación de *Índice de seguridad de eficiencia* y no la de *Índice de seguridad de eficacia*, que debiera derivarse de la expresión textual de Böerger y Fischer.

XIII. RESUMEN Y CONCLUSIONES

A) Debido a :

- 1° La condición de arrendatario a corto plazo de buena parte de nuestros agricultores de cereales y lino ;
- 2° Al constante lanzamiento de variedades nuevas, por la acción de los fitotecnistas oficiales y particulares ;
- 3° La imposibilidad de pronosticar, en el momento de la siembra, las condiciones meteorológicas y sanitarias que reinarán durante el desarrollo del cultivo ;

todos los años, al practicar sus siembras, el agricultor, por desconocer : a) las características del suelo que trabaja ; b) las modalidades de la variedad que elige ; c) las condiciones meteorológicas y sanitarias que sobrevendrán : ignora en absoluto, si la variedad que siembra será capaz de aprovechar convenientemente las condiciones edáficas-meteorológicas-sanitarias que reinarán en el campo que cultiva.

Las dificultades enunciadas hacen que, muchas veces, la variedad sembrada deje de aprovechar, innecesariamente, gran parte de la disponibilidad ambiental.

B) A juicio del autor, la forma más viable de reducir los riesgos de estos hechos, antieconómicos, es por medio del cultivo de variedades que ofrezcan una elevada seguridad de eficiencia.

Debe entenderse por variedad de elevada seguridad de eficiencia, aquella que, sembrada sobre suelos muy diversos y evolucionando bajo condiciones meteorológicas y sanitarias muy variadas, siempre o casi siempre aprovecha satisfactoriamente las disponibilidades ambientales.

Una variedad así, según que el « año-suelo » le resulte favorable, tolerable o adverso, dará rendimientos *altos, medianos* o *bajos* pero, lo importante es que, en todos los casos, su comportamiento habrá sido *satisfactorio frente a cualquier otra variedad*. Usando otras palabras, se puede decir que no sólo la variedad en cuestión nunca o casi nunca hará un « papel lamentable » frente a las mejores variedades, sino que, además, frecuentemente acusará un comportamiento bueno o muy bueno respecto a las mismas.

C) La existencia de variedades con las características anotadas queda demostrada, al menos en lo que respecta al lino oleaginoso. En

efecto, los datos de rendimiento correspondientes a 38 ensayos realizados durante el cuatrienio 1935-1938, en 11 localidades muy distantes de la región cerealera argentina, señalan a la variedad « Querandí M. A. » como poseedora de una notable seguridad de eficiencia.

D) Será tarea de incalculable importancia práctica criar y aconsejar el cultivo de variedades de ese tipo. Para ello, los fitotecnistas y los organismos gubernamentales que fiscalizan la difusión de las variedades nuevas, necesitan métodos de trabajos que permitan reconocerlas con rapidez y certeza.

E) A tal fin el autor propone la adopción de:

1° Un método gráfico.

2° Un índice numérico (I. S. E.), cuyos valores pueden oscilar entre los límites extremos de 0 y 100 ;

ambos muy fáciles de confeccionar, calcular e interpretar.

Tanto el uno como el otro, no solamente pueden ser aplicados para determinar la seguridad de eficiencia en lo que respecta al rendimiento, sino, también, la que corresponde a cualquier factor de la *calidad*; en el lino oleaginoso, p. e., por ciento de aceite, índice de iodo, acidez, etc.

F) El autor reconoce la necesidad de preparar las tablas adecuadas, que permitan afirmar cuándo la diferencia entre dos valores de I. S. E. es estadísticamente significativa o no.

Para la solución de este aspecto del problema, solicita el valioso aporte de los investigadores especializados en cálculo estadístico.

XIV. SUMMARY AND CONCLUSIONS ¹

A) Owing to :

1° the short time lessor condition of a lot of our cereal and linseed farmers ;

2° the constant development of new varieties through the action of State and private breeders ;

3° the impossibility of forecasting, at sowing time, the meteorological and sanitary conditions that will prevail during the growth period ; yearly, at sowing time, the farmer owing to ignorance of :

a) the characteristics of the labouring soil ;

b) the habit of the variety he chooses ;

¹ Translated by Agronomic engineer Jaime Miguel Alazraqui.

c) the meteorological and sanitary conditions that may prevail; he cannot tell with any degree of certainty if the variety he sows, will be able to take advantage of the meteorological, edafological and sanitary conditions that will hold in the soil he cultivates.

Through the aforesaid difficulties, very often the variety sown, will prove less advantageous to its environments.

B) In the author's opinion the most certain way to reduce the risks of these uneconomical sows, is by cultivating varieties that may offer a high degree of efficiency.

It should be understood as a variety of « a high degree of efficiency », that which sown on very different soils, under very changing meteorological and sanitary conditions, will always or almost always satisfactorily profit by the environments.

Such a variety will give *high, fair* or *low* yields, according to the favourable, tolerable or adverse kind of the « soil-year »; but in every case the important thing will be that its behavior shall have been *satisfactory against any other variety*. In other words, it can be said that the variety in question will never or hardly ever become a flop against the best of them, but frequently will show a good or very good behavior opposite to them.

C) It is already proved the occurrence of varieties with such related characteristics, at least in respect to linseed.

In fact, yield data of 38 experiences held during the 1935-38 four year period, on 11 localities very far from the Argentine cereal belt, have shown the variety « Querandi M. A. », as having a remarkable security of efficiency.

D) A work of invaluable practical importance would be to breed and to advise the growing of such a type of variety.

In this respect, breeders and government certifying offices for the spread of new varieties, needs means of work, which will allow them to recognize these varieties readily and surely.

E) For this purpose the author sustains the adoption of :

- 1) A graphic method ;
- 2) A numerical index (I. S. E.), which values may range between the extreme limits from 0 to 100 ;

both appliances of very easy manufacture, calculating and understanding.

One as much as the other, not only may be applied to determine the yield certainty of efficiency, but also with reference to any *quality*

factor: e. g. oil average, iodine index, acidity, etc., in linseed.

F) The author recognizes the need of preparing competent tables, which will allow to point when the difference of two I. S. E. values are or not statistically of significance.

For the solution of this aspect of the problem the valuable help is required of investigators in statistical calculations.

XV. BIBLIOGRAFIA CITADA

1. AZZI, G., 1928. *Ecología agraria*. Un. Tip.-Edit. Torinese, 237 pp. Torino.
2. BOERGER, A., 1928. *Observaciones sobre agricultura. Quince años de trabajos fitotécnicos en el Uruguay*. Imprenta Nacional, 580 pp. Montevideo.
3. BÖRGER, A. y G. FISCHER, 1922. *El problema agrícola de la República Oriental del Uruguay*, en *Rev. del Min. de Industrias*, 10 (63) : 3-116. Montevideo.
4. COMISIÓN NACIONAL DEL CENSO AGROPECUARIO, 1940. *Censo nacional agropecuario. Año 1937. Vol. de Economía Rural. Min. de Agric.*, 1228 pp. Buenos Aires.
5. FISHER, R. A., 1936. *Statistical methods for research workers*. Sixth ed., Oliver and Boyd, 339 pp. Edinburgh.
6. FISHER, R. A., 1937. *The design of experiments*. Second ed., Oliver and Boyd, 260 pp. Edinburgh.
7. GALMARINI, A. G. y otros, 1934. *Pronósticos meteorológicos a largo plazo*. Dir. de Meteor. G. e Hidrol., serie E, n° 1, 62 pp. Buenos Aires.
8. IMMER, F. R., H. K. HAYES and L. POWERS, 1934. *Statistical determination of barley varietal adaptation*, in *Journ. of the Amer. Soc. of Agr.*, 26 (5) : 403-419.
9. LOVE, H. H., 1937. *Application of statistical methods to agricultural research*. The Commercial Press, Limited, 501 pp. Shanghai.
10. RAMELLA, R., 1941. *Comportamiento agrícola de variedades de lino en la región cerealera argentina*, en *Almanaque del Min. de Agric. de la Nación*, n° 16, 205-210. Buenos Aires.
11. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 1939. *Diccionario de la lengua española*, 16ª edición. Espasa-Calpe, S. A., 1334 pp. Madrid.
12. SNEDCOR, G. W., 1940. *Statistical methods*. Third ed. The Iowa State College Press, 422 pp. Ames.