

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS

**OPTIMOS ECONOMICOS DE NIVELES DE
FERTILIZACION Y DENSIDADES DE SIEMBRA DE
DISTINTAS VARIEDADES DE MAIZ CULTIVADAS EN
DIFERENTES AREAS DE LA REGION DE ARAGON**

LEOPOLDO SIMO MITJANA
Dr Ingeniero Agrónomo

JOSE LUIS ALEJANDRE GIMENO
Profesor Mercantil

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA Y SOCIOLOGIA

CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO AGRARIO DEL EBRO
(CRIDA - 03) ZARAGOZA, 1980



OPTIMOS ECONOMICOS DE NIVELES DE FERTILIZACION Y DENSIDADES DE SIEMBRA DE
DISTINTAS VARIEDADES DE MAIZ CULTIVADAS EN DIFERENTES AREAS DE LA REGION DE
ARAGON

Leopoldo SIMO MIJANA
Dr. Ingeniero Agrónomo
José Luis ALEJANDRE GIMENO
Profesor Mercantil

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA Y SOCIOLOGIA - C.R.I.D.A.-03 - I.N.I.A. - ZARAGOZA.

I.S.B.N.: 84-500-3819-7
Depósito Legal: Z-940-80

Centro Regional de Investigación y Desarrollo Agrario-03
Crta. de Montañana, 177.- Zaragoza.

Este Proyecto ha sido realizado con cargo al FONDO NACIONAL PARA LA INVESTIGACION CIENTIFICA en virtud de la convocatoria de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica de Presidencia de Gobierno del año 1.976.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a todas las personas que, de una forma u otra, han hecho posible este trabajo y especialmente:

- A los Agentes del Servicio de Extensión Agraria de Monzón, Sariñena, Zuera y Alagón que fueron los que nos presentaron a los agricultores con los que se realizó el trabajo y con los que, en repetidas ocasiones, actuaron de enlace.
- A los agricultores D. Francisco Portolés, de Sariñena; D. Luis Latorre, de Alagón; D. Manuel Galindo, de Monzón; D. Basilio Mayoral, de San Mateo de Gállego y D. José Hernández, de El Bayo (Ejea de los Caballeros) colaboradores y ejecutores de las experiencias.
- A D. Bartolomé Frontera del C.R.I.D.A.-03, por su ayuda en el proceso de datos.
- Al Departamento de Edafología de la Estación Experimental de Aula Dei.



I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	3
3. METODOLOGIA	4
3.1. Elección de las zonas	4
3.2. Elección de las parcelas	5
3.3. Elección de variedades	5
3.4. Elección de densidades de siembra y dosis de abonado	6
3.5. Preparación del suelo y abonado de fondo	7
3.6. Siembra	7
3.7. Superficie utilizada y parcelamiento	7
3.8. Abonado	7
3.9. Tratamientos	8
3.10. Controles, recolección y recogida de datos	9
4. DATOS OBTENIDOS Y FUNCIONES ELEGIDAS PARA EL AJUSTE ESTADISTICO	9
4.1. Datos obtenidos	9
4.2. Funciones elegidas para el ajuste estadístico	12
5. AJUSTES ESTADISTICOS Y DETERMINACIÓN DE LOS MAXIMOS TECNICOS Y DE UNAS TABLAS DE OPTIMOS ECONOMICOS	13
5.1. Modelo utilizado para la variedad Pioner 3369 ensayada en la zona de Alagón	13
5.1.1. Ajuste de funciones	
5.1.2. Determinación del máximo técnico	
5.1.3. Productividades marginales	
5.1.4. Cálculo de unas tablas de óptimos económicos	
5.2. Modelo utilizado para la variedad RX-94 ensayada en la zona de Monzón	15
5.2.1. Ajuste de funciones	
5.2.2. Determinación del máximo técnico	
5.2.3. Productividades marginales	
5.2.4. Cálculo de unas tablas de óptimos económicos	
5.3. Modelo utilizado para la variedad Funks G-4507 ensayada en la zona de San Mateo de Gállego	16
5.3.1. Ajuste de funciones	
5.3.2. Determinación del máximo técnico	
5.3.3. Productividades marginales	
5.3.4. Cálculo de unas tablas de óptimos económicos	

	<u>Pág.</u>
5.4. Modelo utilizado para la variedad AE 701 ensayada en la zona de Montañana	18
5.4.1. Ajuste de funciones	
5.4.2. Determinación del máximo técnico	
5.4.3. Cálculo de óptimos económicos	
5.5. Modelo utilizado para la variedad AE 701 ensayada en la zona de Ejea de los Caballeros (El Bayo)	19
5.5.1. Ajuste de funciones	
5.5.2. Determinación del máximo técnico	
5.5.3. Cálculo de óptimos económicos	
6. ANALISIS DE RESULTADOS	21
7. RECOMENDACIONES	23
8. BIBLIOGRAFIA	25
ANEJOS:	
Anejo nº 1.- Características edafológicas y climatológicas	29
Anejo nº 2.- Datos experimentales	35
Anejo nº 3.- Estimación de funciones	43
Anejo nº 4.- Cálculo del óptimo económico	64
Anejo nº 5.- Tablas de óptimos económicos	68

1. INTRODUCCION

El gran avance experimentado por la Econometría, principalmente a partir de los años 40, ha permitido disponer de los instrumentos necesarios para la construcción de modelos teóricos en el campo de la producción. Sin embargo la aplicación de estos modelos en el campo agrícola y específicamente su utilización económica se ha visto frenada por una serie de dificultades específicas, entre las que podemos citar:

- A. La necesaria, o por lo menos aconsejable, colaboración entre especialistas en ciencias físicas y económicas que ha demostrado ser poco operativa.
- B. La variabilidad de las producciones en función del tiempo y del espacio.
- C. La discrepancia de las producciones entre unas condiciones experimentales y las reales de explotación.

Vamos a tratar de exponer seguidamente unas consideraciones sobre cada uno de estos apartados.

A. Investigación interdisciplinar

Aunque las investigaciones realizadas con esta metodología han sido, -- hasta el momento, cuantitativamente poco importantes, de manera singular en España, es de prever un desarrollo de trabajos con estas características y -- que puedan dar respuesta a los complejos problemas agrarios. Nos referimos en este punto a la colaboración entre especialistas de las ciencias físicas y de las económicas en el campo de la producción agraria.

Es particularmente importante en este contexto citar a Heady, quien ha publicado diversos trabajos sobre las ventajas de una actuación interdisciplinar; en 1.961 indica, "hace ya mucho tiempo que se ha adoptado en la Universidad de IOWA (USA) una política sistemática que consiste en que cada vez que surge un problema nuevo, se confía la resolución del mismo a un equipo de especialistas de diversos campos, más bien que a un servicio particular; y ello ha llevado a una producción más vasta, a una financiación más asegurada en todos los dominios y a un comportamiento más abierto de los agricultores en relación con la investigación".

Uno de los campos en que mayormente se ve las ventajas de la colaboración interdisciplinar, es en el de la determinación de las funciones de producción. En efecto una experiencia clásica es determinar la significación de diversos niveles de utilización de factores en la producción. Ello presenta -- inconvenientes:

- a) Desde el punto de vista económico.- Es imposible prácticamente la utilización de estos datos, para la obtención de la maximización del beneficio en la empresa agraria, que es uno de los objetivos básicos de esta disciplina.
- b) Desde el punto de vista técnico y científico.- No se puede elaborar de forma precisa el modelo de producción, lo que facilitaría la interpretación de resultados y la orientación de las experiencias.

Para evitar estos problemas, se tiene la tendencia en muchos países, de plantear las experiencias de tal forma, que permita determinar la correspondiente función de producción, para ser utilizada en el campo técnico y económico. Sin embargo, se comprende, que para realizar un planteamiento eficaz, sería conveniente la colaboración entre especialistas de ciencias físicas y económicas lo que, en muchas ocasiones es poco operativo. En el caso concreto de España, lamentablemente, todavía es muy fuerte la resistencia a abolir las barreras que los científicos establecen en su dominio particular.

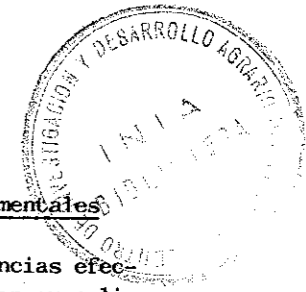
B. Variabilidad de producciones en función del tiempo y del espacio

Es evidente la variación de resultados, si se repite la experiencia -- agraria en el tiempo y en el espacio. Este problema ha sido usado frecuentemente para cuestionar sobre la validez de las estimaciones de producción en el campo agrícola.

Para obviar estos inconvenientes se han realizado diversas investigaciones metodológicas. Así podemos citar:

- Los trabajos sobre la problemática de la incorporación de las variables climáticas en los modelos de producción.
- Los procedimientos de estimación de funciones, en los que se tiene en cuenta, además de los nutrientes incorporados en la experiencia, los existentes en el suelo. Para ello es preciso determinar, en cada suelo y nutriente, un factor de proporcionalidad, que relacione la cantidad de nutrientes del suelo, con las cantidades previsiblemente asimiladas por las plantas.
- Los métodos basados en el cálculo probabilístico, en los cuales, si se tienen repeticiones suficientes en el tiempo y en el espacio, puede determinarse una distribución de las probabilidades de respuesta debidas a la variabilidad de estos factores.

Las metodologías anteriores representan una mejora en el establecimiento de los modelos de producción, pero suponen una respuesta a largo plazo a los problemas agrarios.



C. Discrepancia de resultados entre condiciones reales y experimentales

Las funciones de producción establecidas a través de experiencias efectuadas en Centros de Investigación siempre presentan dificultades en su aplicación práctica. Se ha tratado, para mejorar las estimaciones, de calcular relaciones que ligen los resultados obtenidos en estos Centros, con los reales que se dan en la explotación agraria lo que presenta grandes dificultades, por lo que el procedimiento más adecuado es estimar las funciones en las propias explotaciones (Dillon, 1.968). Ello comporta por una parte un buen conocimiento sobre las distintas zonas edafológicas y climáticas y por otra disponer de colaboradores eficaces para llevar a cabo las experiencias.

De los tres apartados anteriores se deduce que el camino más fiable en la creación de modelos sería el conseguido por un equipo interdisciplinar en el que colaboraran especialistas en suelos, climas, mejora genética y economía con experiencias repetidas en una serie de años y efectuadas en las explotaciones de la región que se quiere estudiar.

Se comprende la dificultad de realizar un plan tan complejo, fundamentalmente por la poca experiencia que se tiene en trabajos de este tipo. Por otra parte, se es consciente de la necesidad de determinar funciones de producción, con el fin de dar una respuesta a los agricultores que cada vez más demandan "cuanto" y no se contentan con respuestas de tipo general.

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

Este trabajo pretende estudiar en la Región de Aragón la influencia en la producción de maíz en condiciones reales de explotación, de dos de las variables de mayor significación económica, como son: la densidad de siembra y la cantidad de abonado nitrogenado.

Varios caminos son posibles con los medios que se disponen:

- Estudiar una variedad en diferentes tipos de suelos y climas utilizando datos de un año.
- Estudiar una variedad en un tipo de suelo con repeticiones en diferentes años.
- Estudiar con datos de un año las variedades más características de cada zona maicera en el tipo de suelo más representativo de la misma.

Con el fin de dar una respuesta a corto plazo a mayor número de situaciones, y al mismo tiempo disponer de unos datos de base amplios que permitan,

en el caso de que sea posible en el futuro una colaboración interdisciplinar, acometer la determinación exhaustiva de funciones de producción con la suficiente experiencia, se ha considerado conveniente elegir la tercera vía de las expuestas.

Los objetivos concretos de esta investigación son:

- a) Llegar a establecer, en las localizaciones más importantes de cultivo de maíz, una relación que ligue la producción de determinadas variedades, con su fertilización nitrogenada y la densidad de siembra, o lo que es lo mismo obtención de la función de producción correspondiente. Esta relación descubrirá la importancia relativa de cada uno de estos factores.
- b) Analizar las correspondientes funciones en el aspecto técnico-económico.
- c) Construir unas tablas que proporcionen las cantidades óptimas desde el punto de vista económico, de semilla y abonado nitrogenado, para diferentes precios de estas materias primas y de los precios alcanzados por el producto.

3. METODOLOGIA

3.1. Elección de las zonas

El primer problema planteado es la determinación de las zonas más o menos homogéneas en que se puede considerar dividida la región estudiada. Para su establecimiento se realizó una serie de consultas a los diversos departamentos especializados en el estudio de clima, suelos y cultivos, pertenecientes al C.R.I.D.A.-03, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, así como al Instituto de Semillas Selectas y a los técnicos del Servicio de Extensión Agraria. Como resultado de las mismas se consideró lo más conveniente dividir la región en las zonas siguientes que indicamos con el nombre de un pueblo que se pueda considerar como centro de cada una de ellas:

- Zona de Ejea de los Caballeros
- Zona de Alagón
- Zona de San Mateo de Gállego y Montañana
- Zona de Sariñena
- Zona de Monzón

Cada una representa a unas características edafológicas muy definidas. Los suelos arcilloso-calizos y compactos de los nuevos regadíos están representados en la zona de Ejea de los Caballeros; los suelos arcilloso-cascajeños de nuevos regadíos en la zona de Sariñena; los arcillo-limosos más sueltos en Alagón y los arcillo-calcáreos compactos típicos del valle del Ebro en San Mateo de Gállego. Como características similares podemos indicar que todos ellos son alcalinos, oscilando su pH entre 8.25 y 8.40, y con un contenido bajo en materia orgánica. En cuanto a características climáticas, con excepción de Ejea de los Caballeros (de la que no se tienen datos) el resto de las zonas pertenece al tipo climático Mediterráneo templado.

La descripción completa desde el punto de vista edafológico y climático puede verse en el Anejo nº 1.

3.2. Elección de las parcelas

La elección del tipo de suelo más representativo, dentro de cada una de las zonas elegidas, se realizó a través de consultas con los Agentes de Extensión Agraria locales. Un punto importante en la elección concreta de la parcela, aparte de sus características físicas, fué el constatar que la preparación del agricultor fuera suficiente, para la correcta ejecución de la experiencia.

En todas las zonas las experiencias se realizaron en la localidad que dá nombre a la zona, salvo en Ejea de los Caballeros que se eligió El Bayo.

Se realizaron tomas de muestras en los campos elegidos para el correspondiente análisis de suelos (Anejo nº 1).

3.3. Elección de variedades

Se entrevistó para ello en cada zona a los Agentes de Extensión Agraria, a agricultores importantes, así como a diversas instituciones como cooperativas y empresas productoras de semilla comercial.

Se decidió realizar ensayos con las siguientes variedades:

- a) Zona de Ejea de los Caballeros (El Bayo)- Variedad AE 701.
- b) Zona de Alagón - Variedad Pioneer 3369.
- c) Zona de San Mateo de Gállego - Variedad Funks G-4507.
- d) Zona de Montañana - Variedad AE-701.
- e) Zona de Sariñena - Variedad Maisadour 705.
- f) Zona de Monzón - Variedad RX-94.

3.4. Elección de densidades de siembra y dosis de abonado

En este apartado hay que considerar que para una estimación correcta de las funciones de producción, es conveniente estudiar como mínimo tres niveles por cada factor (Dillon, 1.968). Con este dato y teniendo en cuenta -- además que el empleo de muchos niveles, no es previsible que aumentara en -- gran medida la significación del modelo y la fijación del número de parcelas que era posible establecer para un manejo correcto de la experiencia con los medios que se disponían, se tomó la decisión de trabajar con cinco niveles -- (salvo en el caso de Montañana) para cada uno de los dos factores considera dos, cuya distribución es:

- a) Un punto central para el que se elige el de la técnica de cultivo más frecuente.
- b) Dos puntos alrededor del central y que marquen un intervalo en el que, previsiblemente, puedan estar los óptimos buscados.
- c) Dos puntos suficientemente alejados del central, en los que se puedan dar producciones decrecientes con incrementos en el nivel del factor, así como obtener datos en la zona de productividad marginal creciente.

Las densidades de siembra y dosis de abonado nitrogenado concretos -- pueden verse en el cuadro nº 1.

Cuadro nº 1.- Densidades de siembra y dosis de abonado nitrogenado.

Zona	Nº de plantas/ha.					Dosis de abonado (unid. N ha.)					
	LOTE					LOTE					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6
Ejea de los C. El Bayo	45.000	55.000	65.000	75.000	90.000	104	207,5	309,5	412,5	515,5	
Alagón	52.000	61.000	67.000	74.000	90.000	100	200	300	400	500	
S.Mateo Gállego	46.387	65.715	74.932	83.008	90.044	100	200	300	400	500	
Montañana	51.280	66.665	78.430	102.560		150	350	400	450	500	600
Sariñena	58.823	66.666	76.923	90.909	100.000	100	200	300	400	500	
Monzón	58.823	66.666	76.923	90.909	100.000	130	200	300	400	500	

3.5. Preparación del suelo y abonado de fondo

Se ha seguido fielmente las costumbres tradicionales del agricultor. Prácticamente la preparación es la misma en todas las zonas. Consiste en un pase de bisurco aprovechando el tempero en cualquiera de los primeros meses del año. Posteriormente y al llegar la época de siembra, se efectúa un pase de grada o de cultivador y se riega a continuación. Cuando la tierra está en tempero se dá un pase de unos 4-5 cm. de rotovator o bien de cultivador dejando ya el terreno preparado para la siembra.

El abonado de fondo que, curiosamente, es prácticamente el mismo en todas las zonas, se efectúa antes de la última labor previa a la siembra. La dosis y el tipo de abono utilizado es la de 800-1.000 Kg. del 8-15-15 por -- ha.

3.6. Siembra

Salvo en San Mateo de Gállego en todas las demás zonas, la siembra se efectuó con sembradora neumática de 4 líneas. La separación entre líneas osciló entre 0.70 y 0.75 cm. Las densidades concretas utilizadas (cuadro nº 1) se han fijado teniendo en cuenta las posibilidades de cada máquina.

3.7. Superficie utilizada y parcelamiento

La superficie total utilizada en cada experiencia ha sido aproximadamente la de 1 ha. salvo en el caso de El Bayo que ha sido de 2 ha.

El número de lotes en cada experiencia fué de 25 (excepto en Montañana), es decir, el correspondiente a un diseño factorial de 2 factores con -- 5 niveles cada uno.

Cada lote se ha separado del siguiente unos 3 metros en el sentido -- longitudinal de las líneas y, aproximadamente, la distancia correspondiente a la anchura de una línea, en el sentido transversal.

Teniendo en cuenta, que solo se han recolectado para la experiencia, las dos líneas centrales y que el abonado de cobertera se ha efectuado des-- pués del riego, las separaciones mencionadas se han considerado suficientes para evitar los efectos de los posibles desplazamientos de nitrógeno.

3.8. Abonado

El abonado total se ha repartido entre fondo y cobertera según se expresa en cuadro nº 2.

Cuadro nº 2.- Distribución del abonado entre fondo y cobertera.

Z O N A S	Abonado (Unidades de N ha.)						
	Fondo	Cobertera					
		Lotes					
		1	2	3	4	5	6
Ejea de los Caballeros	52,5	51,5	155	257	360	463	
Alagón	50	50	150	250	350	450	
San Mateo de Gállego	80	20	120	220	320	420	
Montañana	46	104	304	354	404	454	554
Sariñena	50	50	150	250	350	450	
Monzón	70	60	130	230	330	430	

El abonado de fondo se hizo uniforme en toda la superficie de la experiencia. Para el de cobertera, operación que normalmente se hace a mano, se empleó urea cuando la planta alcanzaba aproximadamente los 50 cm de altura. Este tipo de abono es el que se va imponiendo al unir a su riqueza en nitrógeno, la rapidez de reparto y la asimilación lenta, lo que permite realizar un solo aporte. La incorporación en 2 y 3 veces, necesaria para otros tipos de abonos, queda limitada a pequeños agricultores que son los que disponen de mayor número de horas para estas labores manuales.

3.9. Tratamientos

En la zona de Sariñena se ha realizado un tratamiento al suelo para protección de semilla, operación que se efectúa simultáneamente a la de siembra.

El control de malas hierbas se ha efectuado por medio de herbicidas de pre-emergencia, a excepción de El Bayo.

En Sariñena y Monzón se realizó tratamiento contra el taladro (*Sesamia vutera* y *Pyrausta nubilabis*) siendo de destacar que en esta última se efectuó por avión, al estar la experiencia situada en una extensión importante de maíz.

Aunque ha existido, prácticamente en todas las zonas, ataques de araña roja (*Panonychus ulmi*) de cierta consideración (Julio-Agosto-Septiembre) no se efectuó ningún tratamiento.

3.10. Controles, recolección y recogida de datos

Antes de la recolección se efectuó un conteo de plantas en cada lote, así como se tomó datos sobre el número de plantas caídas, con dos mazorcas, vanas, con distintos ataques, principalmente carbón, etc.

Se recolectó para la experiencia únicamente las dos líneas centrales de cada lote, al objeto de eliminar el efecto borde. Salvo en Monzón y San Mateo de Gállego que se recolectó a mano, en el resto de las zonas, vistas las dificultades de encontrar mano de obra y la maquinaria adecuada para el desgrane posterior, se efectuó con cosechadora haciéndola trabajar en vacío el tiempo suficiente para que quedara prácticamente limpia la tolva; el método se ha considerado suficientemente preciso para los propósitos de la experiencia, sobre todo teniendo en cuenta la superficie de cada lote.

Para ajustar las producciones obtenidas a 14% de humedad se tomaron muestras en el momento de la recolección.

Debido a fuerte granizo, ya en la última fase del cultivo (23 de Agosto) la experiencia de la zona de Sariñena sufrió unas pérdidas que se estimaron entre un 20-30% de la cosecha. Lógicamente se decidió invalidar la experiencia.

4. DAIOS OBIENIDOS Y FUNCIONES ELEGIDAS PARA EL AJUSTE ESTADISTICO

4.1. Datos obtenidos

Salvo en el caso de la zona de Montañana que se realizó la experiencia en el año 1977, todos los demás datos se refieren a 1978. En el cuadro nº 3 figuran las producciones ajustadas a 14 grados de humedad de cada uno de los lotes en que se dividieron las respectivas experiencias. Se indica las densidades reales de plantas. No figuran los datos correspondientes a lotes que, por diversas circunstancias, tales como fallo de sembradora, humedades anormales provenientes de campos vecinos, sombraje excesivo, fallo en la utilización del herbicida, etc., se consideró que no eran suficientemente fiables.

En el Anejo nº 2, se indica además de los datos anteriores, las dosis teóricas de siembra, el porcentaje de fallos, la superficie de cada lote, el abonado de fondo y cobertera, el número de plantas recolectadas en cada lote y los porcentajes de plantas caídas, con dos mazorcas, vanas y con carbón.

Cuadro nº 3.- Observaciones experimentales.

Localidad	Variedad	Dosis de abonado (unidades de N)	Densidad de siembra (Nº de plantas/ha.)	Producción en Kg por ha. (humedad 14º)
Alagón	Pioner 3369	100	44.520	9.907,2
		100	54.642	9.568,5
		100	59.065	8.770,8
		100	74.048	10.487,5
		200	46.000	9.939,7
		200	50.409	10.011,5
		200	60.061	9.554,2
		200	74.386	10.728,4
		300	44.138	9.917,2
		300	55.495	9.600,2
		300	56.603	9.424,8
		300	80.714	10.595,6
		400	42.033	9.492,5
		400	54.277	9.617,8
		400	57.901	9.138,0
		400	77.895	11.100,2
		500	40.889	8.930,7
		500	54.145	9.687,5
500	59.393	9.467,7		
500	81.609	10.439,0		
S. Mateo Gállego	Funks G-4507	100	25.818	4.809,2
		100	32.363	6.021,9
		100	43.272	5.938,7
		100	35.636	5.310,4
		200	24.000	4.976,4
		200	32.727	6.565,5
		200	45.454	7.569,7
		200	32.363	6.036,6
		200	47.818	5.185,5
		300	25.636	5.603,6
		300	39.818	6.983,6
		300	40.909	7.401,9
		300	47.636	7.025,5
		400	21.818	5.478,1
		400	37.273	6.900
		400	37.636	7.443,6
		400	43.363	7.401,9
		500	24.181	5.060
500	36.309	7.109,1		
500	41.272	7.945,5		
500	36.545	6.900		
500	41.454	7.109,1		

Cuadro nº 3.- Observaciones experimentales (Continuación)

Localidad	Variedad	Dosis de abonado (unidades de N)	Densidad de siembra (Nº de plantas/ha.)	Producción en Kg por ha. (humedad 14º)
Monzón	RX-94	130	40.281	5.767,9
		130	49.414	5.985,6
		130	63.539	6.589,0
		130	71.428	6.824,0
		200	42.622	5.804,3
		200	47.548	6.423,5
		200	51.756	6.814,3
		200	56.206	7.184,5
		200	59.488	7.525,3
		300	43.091	6.257,7
		300	51.288	7.454,8
		300	62.473	7.238,6
		300	68.017	7.425,6
		400	43.559	6.040
		400	47.974	6.638,6
		400	54.800	7.134
		400	55.737	7.328
		400	69.083	7.629,4
500	42.154	5.223,8		
500	49.843	5.824,4		
500	51.756	6.638,6		
500	55.737	7.618		
500	66.950	7.431,2		
Montañana	A.E. 701	150	72.483	8.720,3
		350	41.212	7.071,7
		350	64.276	9.198
		350	83.446	9.480,4
		400	42.533	7.967,9
		400	51.006	8.724,3
		400	61.754	10.198,9
		400	80.427	10.824,0
		450	38.709	8.956,6
		450	46.308	9.524,0
		450	62.772	1.021,0
		500	39.370	9.218,1
		500	50.238	9.765,6
		500	59.360	1.303,3
		500	86.394	976,4
		600	38.076	9.124,0
		600	51.677	9.572,0
		600	61.485	11.527,8
600	81.036	10.739,6		

Cuadro nº 3.- Observaciones experimentales (Continuación)

Localidad	Variedad	Dosis de abonado (unidades de N)	Densidad de siembra (Nº de plantas/ha.)	Producción en Kg por ha. (humedad 14%)
El Bayo	A.E. 701	104	43.354	8.516
		104	47.103	8.824
		104	54.926	10.258
		104	70.735	9.716
		207,5	30.559	7.819
		207,5	46.369	8.987
		207,5	53.785	10.524
		207,5	69.187	9.820
		309,5	40.013	8.371
		309,5	47.510	9.324
		309,5	50.852	10.568
		309,5	65.113	10.026
		412,5	41.642	8.411
		412,5	43.273	8.632
		412,5	46.451	9.368
		412,5	59.897	10.654
		412,5	85.894	9.290
		515,5	41.561	9.329
		515,5	47.021	9.527
		515,5	61.527	10.800
515,5	81.737	9.371		

4.2. Funciones elegidas para el ajuste estadístico

Pueden utilizarse numerosas ecuaciones algebraicas para el ajuste de funciones de producción. Sin embargo, y teniendo en cuenta otras investigaciones parece ser que las que mejor se adaptan a los productos agrícolas en el caso de dos factores de producción son las siguientes:

Función cuadrática:

$$X = a + b V_1 + c V_2 + d V_1^2 + e V_2^2 + f V_1 V_2$$

Función raíz cuadrada:

$$X = a + b V_1 + c V_2 + d \sqrt{V_1} + e \sqrt{V_2} + f \sqrt{V_1 V_2}$$

Función tres medios:

$$X = a + b V_1 + c V_2 + d V_1^{3/2} + e V_2^{3/2} + f V_1 V_2$$

Función potencial:

$$X = a V_1^b V_2^c$$

En consecuencia se ha realizado el ajuste mínimo cuadrático para las cuatro funciones.

5. AJUSTES ESTADÍSTICOS Y DETERMINACION DE LOS MAXIMOS TECNICOS Y DE UNAS TABLAS DE OPTIMOS ECONOMICOS

Se va a exponer los cálculos efectuados para cada una de las experiencias. Las variables consideradas son:

$$V_1 = \text{Dosis de abonado nitrogenado.}$$

$$V_2 = \text{Densidad de plantas.}$$

5.1. Modelo utilizado para la variedad Pioner 3369 ensayada en la zona de Alagón

5.1.1. Ajuste de funciones

Los resultados de los ajustes de las cuatro funciones reseñadas, con los niveles de significación correspondiente, pueden verse en el Anexo nº 3. La función que mejor se adapta es:

$$X = 32.033,5 - 9,4569 V_1 + 0,411339 V_2 + 97,4038 \sqrt{V_1} - 200,433 \sqrt{V_2} + 0,776695 \sqrt{V_1 V_2}$$

El coeficiente de Determinación Múltiple es igual a 0,69, -- siendo la función significativa al 1 por ciento (valor de F = 6,29; los grados de libertad son k = 5; y n-k-1: 14).

Teniendo en cuenta la significación de los coeficientes de la función anterior se ha ajustado de nuevo los datos pero sin tener en cuenta los que no han resultado significativos. Con ello la función queda:

$$X = 33158,9 - 8,111253 V_1 + 0,40874 V_2 - 203,107 \sqrt{V_2} + 0,999542 \sqrt{V_1 V_2}$$

El coeficiente de Determinación Múltiple es igual a 0,68, siendo la función anterior significativa al 1 por ciento (valor de F = 8,31).

5.1.2. Determinación del máximo técnico

Para su cálculo basta derivar la función con respecto a las dos variables, resolviendo el sistema de ecuaciones formado al igualar a cero ambas derivadas. De forma general en la función raíz cuadrada tenemos:

$$1) \frac{\partial X}{\partial V_1} = 0 = (bV_1^{1/2} + 1/2d + 1/2fV_2^{1/2})V_1^{-1/2}; V_1^{1/2} = -\frac{1/2d + 1/2fV_2^{1/2}}{b}$$

$$2) \frac{\partial X}{\partial V_2} = 0 = (cV_2^{1/2} + 1/2e + 1/2fV_1^{1/2})V_2^{-1/2}; V_2^{1/2} = -\frac{1/2e + 1/2fV_1^{1/2}}{c - \frac{1}{4b} f^2}$$

En el caso que nos ocupa al ser d = 0 tenemos:

$$V_1 = 202,7 \text{ unidades de nitrógeno}$$

$$V_2 = 53,382 \text{ plantas de maíz/ha.}$$

Sustituyendo estos valores en la función, tenemos que la producción máxima es: X = 9.695,6 Kg. de maíz.

5.1.3. Productividades marginales

La productividad marginal de un factor variable se define como el incremento de producción experimentado al aumentar una unidad de este factor. En definitiva las obtendremos derivando la función con respecto a cada uno de los dos factores variables estudiados.

$$\frac{\partial X}{\partial V_1} = (bV_1^{1/2} + 1/2d + 1/2fV_2^{1/2})V_1^{-1/2}; \frac{\partial X}{\partial V_2} = (cV_2^{1/2} + 1/2e + 1/2fV_1^{1/2})V_2^{-1/2}$$

Teniendo en cuenta que en este caso d = 0, tenemos:

$$\frac{\partial X}{\partial V_1} = (bV_1^{1/2} + 1/2fV_2^{1/2})V_1^{-1/2}; \frac{\partial X}{\partial V_2} = (cV_2^{1/2} + 1/2e + 1/2fV_1^{1/2})V_2^{-1/2}$$

Se puede representar las curvas de variación para cada valor de V₁ ó V₂.

5.1.4. Cálculo de unas tablas de óptimos económicos

Se define el óptimo económico, como el plan de producción que proporciona el beneficio máximo para una estructura de precios dada. Ahora bien, se comprende, que para que esta determinación tenga utilidad práctica, hay que efectuar un estudio paramétrico de las funciones, dejando los precios como parámetros. La expresión general del óptimo buscado, así como la que corresponde a la función raíz cuadrada que nos ocupa, pueden verse en el anejo nº 4. El sistema de ecuaciones que hay que resolver en este caso es:

$$V_1^{1/2} = \frac{1/2 P_M d + 1/2 P_M f V_2^{1/2}}{P_1 - P_M b}; V_2^{1/2} = \frac{1/2 P_M e (P_1 - P_M b) + 1/4 P_M f d}{(P_2 - P_M c) (P_1 - P_M b) - 1/4 P_M^2 f^2}$$

P₁ = Precio de unidad de nitrógeno.
P₂ = Precio de una semilla.
P_M = Precio de un Kg. de maíz.

Este sistema de ecuaciones se ha resuelto para el siguiente campo de variación de precios.

$$15 \leq P \leq 20 \quad \Delta P = 1$$

$$30 \leq P_M \leq 40 \quad \Delta P_M = 2$$

$$0.05 \leq P_2 \leq 0.15 \quad \Delta P_2 = 0.02$$

Todos los planes de producción derivados de la anterior estructura de precios, vienen dadas en la tabla nº 1 del anejo nº 5. Para cada precio de maíz, unidad de nitrógeno y semilla (tres primeras columnas) se dan las unidades de nitrógeno y dosis de plantas por ha., así como la producción obtenida con ellas para conseguir el óptimo económico (columnas 4ª, 5ª y 6ª). Se indica, además, el Margen de cada plan de producción obtenido como la diferencia entre el valor del producto obtenido y el coste de los factores variables estudiados (columna 7ª).

5.2. Modelo utilizado para la variedad RX-94 ensayada en la zona de Monzón

5.2.1. Ajuste de funciones

Los ajustes pueden verse en el anejo nº 3. La función que mejor se adapta es:

$$X = -27396,8 - 16,9961 V_1 - 0,558894 V_2 + 147,602 \sqrt{V_1} + 256,468 \sqrt{V_2} + 1,92469 \sqrt{V_1 V_2}$$

El coeficiente de Determinación Múltiple es 0,85, siendo la función significativa al 1 por mil (valor de F = 19,38; los grados de libertad son: k = 5 y n-k-1 = 17).

Analizando la significación de los coeficientes se ha ajustado la nueva función que resulta de la eliminación de las poco significativas. El resultado es (cuadro nº 2.2., anejo nº 3).

$$X = -26457,1 - 14,8188 V_1 - 0,575013 V_2 + 258,807 \sqrt{V_2} + 2,23873 \sqrt{V_1 V_2}$$

En este caso el coeficiente de Determinación Múltiple es 0,84, siendo la función igualmente significativa al 1 por mil.

5.2.2. Determinación del máximo técnico

Sustituyendo en las expresiones 1 y 2 del apartado 5.1.2. tenemos:

$$V_1 = 397,20 \text{ unidades de nitrógeno.}$$
$$V_2 = 69.612 \text{ plantas.}$$

Con estos valores la producción obtenida es:

$$X = 7.684,9 \text{ Kg.}$$

5.2.3. Productividades marginales

El cálculo es análogo al del apartado 5.1.3.

5.2.4. Cálculo de unas tablas de óptimos económicos

Los cálculos y consideraciones efectuados en el apartado 5.1.4. se pueden aplicar a éste. La tabla correspondiente figura en el anejo nº 5.

5.3. Modelo utilizado para la variedad Funks G-4507 ensayada en la zona de San Mateo de Gállego

5.3.1. Ajuste de funciones

En el anejo nº 3, cuadro nº 3.1., puede verse el resultado del ajuste. El que mejor se adapta es:

$$X = -5483,21 + 14,4083 V_1 + 0,795756 V_2 - 0,63194 V_1^{3/2} - 0,002738 V_2^{3/2} + 0,000138 V_1 V_2$$

El coeficiente de Determinación Múltiple es igual a 0,79 y la función es significativa al 1 por mil (valor de F = 12,32; los grados de libertad son: k = 5 y n-k-1 = 16).

Teniendo en cuenta únicamente los coeficientes significativos y ajustando de nuevo tenemos (cuadro nº 3.2., anejo nº 3).

$$X = -8204,59 + 19,3916 V_1 + 0,950866 V_2 - 0,635779 V_1^{3/2} - 0,00314606 V_2^{3/2}$$

El coeficiente de Determinación Múltiple es 0,775745 y la función es significativa al 1 por mil.

5.3.2. Determinación del máximo técnico

Derivamos la función con respecto a las dos variables y resolviendo el sistema que resulta de igualar a cero ambas derivadas, tenemos:

$$X = a + b V_1 + c V_2 + d V_1^{3/2} + e V_2^{3/2} + f V_1 V_2$$

$$\frac{\partial X}{\partial V_1} = b + 3/2 d V_1^{1/2} + f V_2 = 0 \quad ; \quad \frac{\partial X}{\partial V_2} = c + 3/2 e V_2^{1/2} + f V_1 = 0$$

Teniendo en cuenta que f = 0

$$V_1^{1/2} = \frac{-b}{3/2 d}$$
$$V_2^{1/2} = \frac{-c}{3/2 e}$$

Sustituyendo por los valores correspondientes:

$$V_1 = 413,45 \text{ unidades de nitrógeno.}$$
$$V_2 = 40.601 \text{ plantas de maíz/ha.}$$

Con estos valores la producción máxima es:

$$X = 7.336,22 \text{ Kg. de maíz.}$$

5.3.3. Productividades marginales

Se obtienen derivando la función con respecto a los factores estudiados.

$$\frac{\partial X}{\partial V_1} = b + 3/2 d V_1^{1/2} + f V_2 \quad ; \quad \frac{\partial X}{\partial V_2} = c + 3/2 e V_2^{1/2} + f V_1$$

En este caso, $f = 0$, luego:

$$\frac{\partial X}{\partial V_1} = b + 3/2 d V_1^{1/2} \quad ; \quad \frac{\partial X}{\partial V_2} = c + 3/2 e V_2^{1/2}$$

Se desprende que en esta función los valores de la productividad marginal con respecto a cada factor es independiente del punto que se considere del otro factor.

5.3.4. Cálculo de unas tablas de óptimos económicos

Con las mismas consideraciones que en el apartado 5.1.4. tenemos que en este caso el sistema de ecuaciones a resolver es:

$$V_1^{1/2} = \frac{\frac{P_1}{P_M} - b}{3/2 d}$$

$$V_2^{1/2} = \frac{\frac{P_2}{P_M} - c}{3/2 e}$$

Las tablas pueden verse en el anejo nº 5.

5.4. Modelo utilizado para la variedad AE-701, ensayada en la zona de Montañana

5.4.1. Ajuste de funciones

Los resultados pueden verse en el anejo nº 2. La función que mejor se adapta es:

$$X = - 9199,7 + 25,8309 V_1 + 0,351379 V_2 - 0,012155 V_1^2 - 0,000002 V_2^2 - 0,00014 V_1 V_2$$

El coeficiente de Determinación Múltiple es igual a 0,80. -- Siendo la función significativa al 1 por mil (valor de $F = 10,63$. Los grados de libertad son $k = 5$ y $n-k-1 = 13$).

Análogamente a los casos anteriores, teniendo en cuenta la significación de los coeficientes, se ajusta de nuevo quedando finalmente:

$$X = - 2484,24 + 6,52727 V_1 + 0,271122 V_2 - 0,000002 V_2^2$$

El coeficiente de Determinación Múltiple es 0,76 y la función es significativa al 1 por mil (valor de $F = 16,22$).

5.4.2. Determinación del máximo técnico

De la expresión general (anejo nº 4) y teniendo en cuenta que $d = f = 0$ se tiene:

$$V_2 = \frac{-c}{2e} = 67.780 \text{ plantas}$$

No se puede determinar V_1 y en consecuencia tampoco la producción que corresponde al máximo técnico. Sin embargo y para tener una idea de las cifras en que nos movemos se puede calcular para un $V_1 = 350$. Con esta dosis resulta:

$$X = 8.988,7 \text{ Kg.}$$

5.4.3. Cálculo de óptimos económicos

Vistas las expresiones 4 y 5 del anejo nº 4 se deduce la indeterminación de V_1 . En el caso de V_2 se tiene:

$$V_2 = \frac{P_2 - P_M c}{2 e P_M}$$

No creemos que tenga interés realizar el cálculo de una tabla con solo la variación de V_2 por lo que únicamente se determinará el valor inicial y final que corresponde a toda la gama de variación de P_m y P_2 considerada. Por idénticas consideraciones del apartado anterior se calculará la producción que corresponde a estos puntos para un $V_1 = 350$.

$$\text{Para } \begin{cases} P_M = 15 \\ P_2 = 0.05 \end{cases} \text{ el valor de } V_2 = 66.947 \text{ y } P = 8.987,3 \text{ Kg.}$$

$$\text{Para } \begin{cases} P_M = 20 \\ P_2 = 0.15 \end{cases} \text{ el valor de } V_2 = 66.905 \text{ y } P = 8.981,6 \text{ Kg.}$$

5.5. Modelo utilizado para la variedad AE-701 ensayada en la zona de Ejea de los Caballeros (El Bayo)

5.5.1. Ajuste de funciones

En el anejo nº 3, cuadro nº 5.1. puede verse el resultado del ajuste. El que mejor se adapta es:

$$X = - 1111,35 + 0,295567 V_1 + 0,349448 V_2 - 0,00192662 V_1^2 - 0,0000028 V_2^2 + 0,000035 V_1 V_2$$

El coeficiente de Determinación Múltiple es 0,75 y el nivel de significación es al 1 por mil (valor de F = 9,03 siendo los grados de libertad k = 5 y n-k-1 = 15).

Observando la significación de los coeficientes se ha ajustado una nueva fórmula:

$$X = - 496,906 + 0,331418 V_2 - 0,0000026 V_2^2$$

El coeficiente de Determinación Múltiple es 0,71 y la función es significativa al 1 por mil (valor de F = 22,52). En consecuencia el factor abono no ha inferido significativamente en la función.

5.5.2. Determinación del máximo técnico

Derivamos la función con respecto a la única variable e igualando a cero, se obtiene el valor de V₂ correspondiente al máximo técnico.

$$\frac{\partial X}{\partial V_2} = c - 2 e V_2; \quad V_2 = 63.734 \text{ plantas}$$

La producción obtenida con esta densidad de planta es:

$$X = 10.064,4 \text{ Kg.}$$

5.5.3. Cálculo del óptimo económico

De la expresión 5 del anejo nº 4 se deduce:

$$V_2 = \frac{P_2 - P_M c}{2 e P_M}$$

Por idénticas consideraciones del apartado 5.4.3. y efectuando cálculos similares tenemos:

Para $\begin{cases} P_M = 15 \\ P_2 = 0.05 \end{cases}$ el valor de V₂ = 63.093 y X = 10.063 Kg

Para $\begin{cases} P_M = 20 \\ P_2 = 0.15 \end{cases}$ el valor de V₂ = 63.253 y X = 10.063 Kg.

6. ANALISIS DE RESULTADOS

Un aspecto a considerar seriamente para un correcto desarrollo y análisis de las experiencias lo constituyen los fallos de nascencia que han sido particularmente importantes (cuadro nº 4) en el año en que se ha efectuado este trabajo debido a la combinación de factores adversos, tales como primavera fría y lluviosa (anejo nº 1).

Cuadro nº 4.- Datos experimentales.

Localidad	Variiedad	Media de fallos en nascencia (%)	Intervalo de densidad de plantas/ha. estudiadas
Ejea de los Caballeros (El Bayo)	AE 701	13,8	30.560 - 85.894
Alagón	Pioner 3369	17,6	40.884 - 81.600
Montañana	AE 701	22,3	38.076 - 86.000
Monzón	RX-94	31,6	40.281 - 71.000
S. Mateo de Gállego	Funks G-4507	47,9	21.818 - 47.818

El hecho de que exista problema para conseguir las densidades buscadas de plantación nos lleva a ciertas consideraciones a saber:

- 1º. El constatar que aún conociendo perfectamente una función de producción y en consecuencia las dosis a emplear, los fallos de nascencia pueden llevar a separaciones importantes en relación a los óptimos buscados lo que es muy grave desde el punto de vista de la utilización práctica de la función.
- 2º. Los ajustes se realizan con puntos que no son los que en principio se había considerado óptimos. Esto puede conducir a que el investigador se vea tentado de efectuar las experiencias en parcelas pequeñas de fácil manejo y empleando medios que minimizan el problema como puede ser riego por aspersión, siembra a mano y posterior aclareo, etc. Sin embargo, ello lleva consigo el problema de la fiabilidad en la práctica de las funciones ajustadas con datos obtenidos en estas condiciones (Introducción).

Los ajustes obtenidos, con las particularidades reseñadas anteriormente, pueden considerarse buenos. Para mayor facilidad en la comparación entre las distintas variedades se especifica (cuadro nº 5) la función elegida para cada

variedad, la significación de los coeficiente, así como los máximos técnicos y el óptimo económico en un valor correspondiente a la mitad del intervalo - estudiado ($P_M = 17$; $P_1 = 30$; $P_2 = 0,09$).

Hay que resaltar que en El Bayo (A.E. 701) no han resultado significati-- vos los efectos del factor abonado. Tampoco lo ha sido $\sqrt{V_1}$ en Alagón (Pioner 3369) y Monzón (RX-94) ni V_2 en Montañana (A.E. 701). Esto nos lleva a pensar que el abono nitrogenado en condiciones de gran cultivo es muy sensible a los desplazamientos por lo que debe extremarse las precauciones en el dise-- ño y en el método de efectuar los aportes.

Las variedades más productivas han sido la Pioner 3369 (Alagón) y la A.E. 701 (El Bayo y Montañana) siendo el tipo de función elegido para esta última variedad similar en las dos localizaciones en que se ha ensayado.

Las producciones de las variedades Funks G-4507 (San Mateo de Gállego) y RX-94 (Monzón), sensiblemente parecidas, han sido inferiores a las anterior-- res, empleando además mayor número de unidades de N.

Las producciones obtenidas en el máximo técnico y en el óptimo económico son prácticamente las mismas en cada variedad, alcanzándose con aportes nitro-- genados distintos de lo que se deriva la posibilidad de un ahorro en el em-- pleo de fertilizante.

Asímismo las densidades de plantas por ha. son sensiblemente parecidas en los dos óptimos. La variedad Funks G-4507 (San Mateo de Gállego) es la que ne-- cesita menor número de plantas de entre las ensayadas y la RX-94 (Monzón) la de mayor número. Las densidades de A.E. 701 son semejantes en las dos locali-- zaciones y superiores a la necesaria para la Pioner 3369.

7. RECOMENDACIONES

A la vista de la experiencia obtenida en este trabajo parece interesante reseñar unas recomendaciones para la determinación y el empleo correcto de las funciones de producción, a saber:

A) Anotaciones para mejorar la metodología empleada para el estudio del fertilizante

Dada la movilidad del N hay que adoptar una serie de precauciones en - el método de aporte, en el diseño y en las condiciones que debe reunir la par-- cela.

Cuadro nº 5.- Explotación comparativa de resultados.

Localidad	Variedad	Tipo de Función	Coeficientes y significación	Máximo técnico			Óptimos económicos ($P_M=17$; $P_1=30$; $P_2=0,09$)		
				V_1 (Unid. de N/ha)	V_2 (Nºplanta/ha.)	Producción (Kg. maíz por ha.)	V_1 (Unid. de N/ha)	V_2 (Nºplanta/ha.)	Producción (Kg. maíz por ha.)
Alagón	Pioner 3369	Raíz cuadrada	V_1 ($\frac{1}{xxx}$) V_2 ($\frac{2}{xxx}$) $\sqrt{V_2}$ ($\frac{2}{xxx}$) $\sqrt{V_1}$ ($\frac{1}{xxx}$)	202,7	53.382	9.695,6	143,6	56.104	9.655,2
Monzón	RX-94	Raíz cuadrada	V_1 ($\frac{1}{xxx}$) V_2 ($\frac{2}{xxx}$) $\sqrt{V_2}$ ($\frac{2}{xxx}$) $\sqrt{V_1}$ ($\frac{1}{xxx}$)	397,2	69.612	7.684,9	299,4	65.726	7.594,6
S. Mateo de Gállego	Funks G-4507	3/2	V_1 ($\frac{1}{xxx}$) V_2 ($\frac{2}{xxx}$) $V_{3/2}$ ($\frac{1}{xxx}$) $V_{3/2}$ ($\frac{2}{xxx}$)	413,4	40.601	7.336,2	341,6	40.150	7.273,1
Montañana	A.E. 701	Cuadrática	V_1 ($\frac{1}{xxx}$) V_2 ($\frac{2}{xxx}$) V_2 ($\frac{2}{xxx}$)	(350)	67.780	(8.988,7)	(350)	66.456	(8.985)
Ejea de los Caballeros	A.E. 701	Cuadrática	V_1 ($\frac{1}{xxx}$) V_2 ($\frac{2}{xxx}$) V_2 ($\frac{2}{xxx}$)	(1)	63.734	10.064,4	(1)	62.716	10.061,7

(1) V_1 se ha elegido como cifra usual y la producción se ha calculado con relación a ella.

xxx - Significativo al 1 %.
 xx - Significativo al 5 %.
 x - Significativo al 10 %.

El aporte hay que realizarlo, como se ha hecho en este trabajo, después de un riego y tan pronto como lo permitan las condiciones de humedad de la parcela. Otra precaución muy importante sería efectuar los aportes de cobertera en dos veces como mínimo, lo que si bien nos alejaría de la técnica, prácticamente impuesta en la totalidad de las explotaciones, de realizar uno solo permitiría una mayor fiabilidad en los datos.

En lo que se refiere al diseño es lógico pensar que será tanto mejor - cuanto mayor sea la superficie de cada lote lo que lleva a establecer un compromiso entre los objetivos del trabajo y los medios de que se disponen. De forma general creemos que los lotes deben tener una longitud aproximada de 100 metros. Sería conveniente además el que, aparte de la separación de unos tres metros entre lotes, no se tuvieran en cuenta para la experiencia los cinco primeros metros de cada lote. Todo ello en el supuesto, lo que es normal, que el agua de riego se distribuya en la dirección de las líneas del maíz. Si ello no fuera así y según fuera la inclinación se podría pensar en acortar la longitud y considerar lotes de ocho líneas en vez de los de cuatro que se han -- considerado como norma.

Finalmente indicaremos que las condiciones de las parcelas deben ser lo más perfectas posibles en lo que se refiere al riego.

B) Anotación para precisar la densidad de siembra

Un método para paliar este problema sería aumentar las dosis en un cierto porcentaje. Ahora bien si éste es elevado y las condiciones del año son favorables habrá que efectuar aclareos lo que, aparte de la dificultad del método por lo que concierne al empleo de mano de obra, supone falsear el óptimo - económico por razón de la introducción de un nuevo coste. Por el contrario si el porcentaje es pequeño y las condiciones son adversas no se conseguirán las densidades óptimas.

Un estudio para determinar las condiciones óptimas de siembra y los porcentajes de nascencia en las condiciones del año medio parece pues imprescindible para guía tanto del investigador como del agricultor. En tanto no se -- tengan datos sobre las distintas zonas, creemos que lo conveniente es incrementar las densidades en un 10-15 % sobre las que se quiera obtener.

8. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSEN J.C.; HEADY E.O., 1.965. - "Normative Supply Functions and Optimum Farm Plans for Northeastern Iowa"
Research Bul. 537 Agricultural and Home Economics Experiment Station, Iowa State University.
- BALLESTERO E., 1.974. - "Principios de Economía de la Empresa".
Alianza Universidad.
- BROWN W.G. and col., 1.956. - "Production Functions, Isoquants, Isoclines and Economic Optima in Corn Fertilization for Experiments with two and three variable nutrients".
Research Bul. 441 Agricultural Experiment Station, Iowa State College.
- DILLON J.L., 1.968. - "The analysis of response in crop and livestock production".
Pergamon Press.
- ELIAS CASTILLO F.; RUIZ L., 1.977. - "Agroclimatología de España".
Cuaderno INIA 7.
- HEADY F.O., 1.957. - "An econometric investigation of the technology of agricultural Production Functions".
Econométrica, vol. 25.
- HEADY Earl O., 1.961. - "Modèles économétriques. Conception des expériences -- techniques et de la coopération interdisciplinaire entre économistes et scientifiques".
Documentation O.C.D.E. dans l'agriculture et l'alimentation n° 50.
- HEADY F.O. and DILLON J.L., 1.961. - "Agricultural Production Functions".
Iowa State University Press, Ames. Iowa.
- HEADY E.O. and col., 1.963. - "Production Functions and Methods of specifying optimum fertilizer use under various uncertainty conditions for Hay".
Research Bul. 518, Agricultural and Home Economics Experiment Station, Iowa State University.
- LISO M.; ASCASO A., 1.969. - "Introducción al estudio de la evapotranspiración climática de la cuenca del Ebro".
Anales Aula Dei 10: 505 pp.

- LOREN I.; HEADY E.O., 1.964.- "Cost Functions in Relation to Farm Size and Machinery Technology in Southern Iowa"
Research Bul. 527, Agricultural and Home Economics Experiment Station, Iowa State University.
- NERLOVE M.; BACHMAN K.L., 1.960.- "The analysis of changes in agricultural supply: Problems and Approaches."
Journal of Farm Economics. Volume XIII.
- PATTERSON R.E. and col., 1.964.- "Economic Decisions in Producing Irrigated Grain Sorghum on the Northern High Plains of Texas."
Texas Agricultural Experiment Station, Texas University.
- PAZOS D., 1.975.- "Funciones de producción en judías blancas y tabla de óptimos económicos."
Tesis doctoral 1.975.
- PESEK J.T., 1.959.- "Production surfaces and economic optima for corn yields with respect to stand and nitrogen levels."
Research Bul. 472, Agriculture and Home Economics Experiment Station, Iowa State University of Science and technology.
- PESEK J.T.; HEADY E.O., 1.967.- "Fertilizer production functions in relation to weather, location, soil and crop variables."
Research Bul. 554, Agricultural and Home Economics Experiment Station, Iowa State University.
- SNEDECOR, 1.964.- "Métodos estadísticos aplicados a la investigación agrícola y biológica."
Compañía Editorial Continental, S.A. México.
- STUART M.; WRAGG R., 1.964.- "Recherche interdisciplinaire: Rapport sur la situation actuelle en Europe dans le domaine de l'utilisation des coefficients input/output techniques pour l'élaboration des fonctions de production."
Documentation O.C.D.E. dans l'agriculture et l'alimentation n° 65.
- THOMAS A.M.; HEADY E.O., 1.973.- "Analysis of aggregation error in supply functions based on farm programming models."
Research Bul. 578, Agricultural and Home economics experiment Station, Iowa State University.
- WALLIS K., 1.976.- "Introducción a la econometría."
Alianza Universidad.

A N E J O S

A N E J O n° 1

CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS Y EDAFOLOGICAS

I. CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS Y EDAFOLOGICAS

1.1. Características climatológicas y edafológicas

La descripción de la climatología que se hace ha sido tomada de M. Liso, A. Ascaso, E. Castillo F. y I. Ruíz. Solo falta describir El Bayo, por no tener ningún dato del observatorio de Ejea de los Caballeros.

Los datos que se dan son los obtenidos en las publicaciones antes citadas y recopiladas durante más de 30 años.

MONZON

Sus tierras están formadas por suelos grises, subdesérticos con perfiles poco diferenciados. La zona tiene una pluviometría de 469 mm. con una evapotranspiración de 802 mm; y sus características son de clima semiárido. El terreno es poco ondulado con un extenso regadío con aguas del río Cinca. La altitud es de 270 m.

Los datos de temperatura son:

Temperatura media de máximas absolutas anuales	38,1
Temperatura media de las máximas anuales	20,8
Temperatura media de las mínimas absolutas anuales	8,3
Temperatura media de las mínimas anuales	7,3
Temperatura media	14,5

La clasificación de la zona es:

Régimen térmico	Templado cálido
Tipo climático	Mediterráneo templado
Régimen de humedad	Mediterráneo seco

SARINENA

Sus suelos son pardo rojizos calizos, con horizonte de humus poco de sarrollado y suelos grises subdesérticos, zona de muy alta temperatura que hace que la evapotranspiración potencial sea elevada (975 mm.) mientras que su precipitación es escasa (387 mm.), por lo que presenta un déficit hídrico de 588 mm. Tiene un clima semiárido, mesotérmico, sin exceso de agua a lo largo de todo el año. Regado por el Alcanadre y Flumen. Altitud 281 m.

Los datos de temperatura son:

Temperatura media de máximas absolutas anuales	38,7
Temperatura media de las máximas anuales	20,4
Temperatura media de las mínimas absolutas anuales	7,9
Temperatura media de las mínimas anuales	- 6,9
Temperatura media	14,2

La clasificación de la zona es:

Régimen térmico	Templado cálido
Tipo climático	Mediterráneo templado
Régimen de humedad	Mediterráneo seco

ALAGON

Situada en la margen izquierda del río Jalón y derecha del río Ebro a 5 Km. de la desembocadura del primero en el segundo. Salvo el regadío dominado por las aguas de los citados ríos y el Canal Imperial de Aragón, su campo tiene el carácter correspondiente al tipo de clima general de la depresión del Ebro medio.

Suelos aluviales en amplia zona de la margen del río, rodeadas de suelos renosiniformes sobre margas yesíferas y yesos, suelos grises subdesérticos y suelos pardos. Altitud 228 m.

Su evapotranspiración potencial excede en 479 mm. a su precipitación media anual, la cual solamente alcanza el valor de 300 mm. Junto con los altos valores de las temperaturas, sobre todo en la época estival, hace que tenga un clima semiárido, mesotérmico, sin exceso de agua a lo largo del año.

Los datos de temperatura son:

Temperatura media de máximas absolutas anuales	39,3
Temperatura media de las máximas anuales	19,7
Temperatura media de las mínimas absolutas anuales	8,4
Temperatura media de las mínimas anuales	-5,5
Temperatura media	14,0

La clasificación de la zona es:

Régimen térmico	Templado cálido
Tipo climático	Mediterráneo templado
Régimen de humedad	Mediterráneo seco

SAN MATEO DE GALLEGO

En la margen izquierda del río Gállego, sobre una llanura cuyo riego mantienen acequias procedentes del citado río. Sus suelos son aluviales.

Se registra una precipitación media que según observatorios oscila entre 330 mm. en "Cogullada" y 421 mm. en el observatorio de Zuera, siendo el valor de su evapotranspiración potencial superior a estas cantidades en 429 mm. según el 1º y 380 mm. según el 2º.

El clima es semiárido, mesotérmico, sin ningún exceso de agua en todo el año. Altitud 225 m.

Los datos de temperatura son:

Temperatura media de máximas absolutas anuales	38,8
Temperatura media de las máximas anuales	20,5
Temperatura media de las mínimas absolutas anuales	9
Temperatura media de las mínimas anuales	-5,7
Temperatura media	14,8

La clasificación de la zona es:

Régimen térmico	Templado cálido
Tipo climático	Mediterráneo templado
Régimen de humedad	Mediterráneo seco

EL BAYO (EJEA DE LOS CABALLEROS)

La situación es en el "Saso", camino de la terraza a 3 Kms. de Ejea. Topografía muy llana, suelo pardo rojizo, con costra en terrazas medias. Suelo bastante calizo con cantos rodados fuertemente aumentados por carbonatos cálcicos en forma de encostramiento. Altitud entre 318 y 470 m. No se ha podido obtener los datos climáticos correctos.

1.2. Características edafológicas de las parcelas de las experiencias

Como dato fundamental en la utilización de las funciones de producción se han efectuado análisis de las distintas parcelas en que se han realizado las experiencias y cuyo resultado puede verse en el siguiente cuadro:

Característica	El Bayo (Ejea de los Caballeros)	Alagón	San Mateo de Gállego	Sariñena	Monzón
Reacción PH	7,900	8,280	8,220	8,400	8,350
Carbonatos totales	35,280	21,500	36,280	9,240	22,420
Materia orgánica %	0,900	1,361	1,620	1,103	2,034
Nitrógeno total	-	0,114	-	-	-
Fósforo asimilable mgr/100 gr.	0,200	25,200	23,500	5,000	15,000
Potasio asimilable mgr/100 gr.	19,000	20,000	25,000	17,000	30,000

1.3. Descripción climática de la anualidad

El verano y gran parte de otoño de 1.978, año en que se desarrolló la experiencia, fué anormalmente caluroso, seco y de larga duración. Las temperaturas medias máximas de los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre fueron de 26,2; 31,8; 31,9; 28,9 y 21,9 respectivamente. Se han superado los 32° en siete días, durante la segunda decena de julio y en nueve durante la tercera, habiéndose alcanzado los 36° en cuatro y dos días respectivamente; en agosto y septiembre se superaron los 32° durante 20 días en el primero y 8 días en el segundo.

Por el contrario la primavera (abril a junio) fué fría, ya que la media de las máximas fué 22,2 °, frente a los 23,8° de la media absoluta de las máximas correspondiente a este periodo. Además de esto las lluvias fueron abundantes. Como consecuencia de las dos características la nascencia tuvo serias dificultades.

A N E J O nº 2

DATOS EXPERIMENTALES

2.1. Datos experimentales

Se indican en los cuadros 2.1. a 2.5. los resultados de la experiencia. Es de resaltar que la dosis de siembra pretendida y real no coinciden por los defectos propios de la sembradora, así como por las de germinación y accidentes.

En el recuadro "Plantas de la Experiencia" figuran las realmente recolectadas, es decir, las dos líneas centrales de cada lote.

Cuadro nº 2.2.- Variedad Pioneer 3369 - Zona de Alagón

Parcela	Dosis total de N /Ha.	Dosis de siembra			Producción por Ha. (14º de hu medía)	Superficie experimenta (m ²)	Unidades de N /Ha.		Datos sobre plantas				
		Pretendida	Real	% Fallos			Fondo	Cobertera	Nº plantas de la experiencia	% plantas caídas	% plantas con dos mazorcas	% plantas vanas	% plantas con car-bón
1-1	100	52.000	44.520	14,4	9.901,2	177	50	50	394	2,53	6,6	0,5	
1-3	100	67.000	54.642	18,4	9.568,5	336	50	50	918	7,8	0,2	1,5	
1-4	100	74.000	59.065	20,2	8.770,8	321	50	50	948	13,9	0	2,7	
1-5	100	90.000	74.048	17,7	10.487,5	168	50	50	622	23,2	0	0,9	
2-1	200	52.000	46.000	11,5	9.939,7	180	50	150	414	4,8	2,9	0	1,6
2-3	200	67.000	50.409	24,8	10.011,5	342	50	150	862	10,9	0	0	0
2-4	200	74.000	60.061	18,8	9.554,2	327	50	150	982	13,0	0	1,8	
2-5	200	90.000	74.386	17,3	10.728,4	171	50	150	636	9,4	0,3	3,1	1,6
3-1	300	52.000	44.138	15,1	9.917,2	174	50	250	384	5,2	1,6	0,5	
3-3	300	67.000	55.495	17,2	9.600,2	333	50	250	924	7,4	0	1,7	0,2
3-4	300	74.000	56.603	23,5	9.424,8	318	50	250	900	11,3	0	1,1	
3-5	300	90.000	80.714	10,3	10.595,6	168	50	250	678	19,2	0	0,6	0,9
4-1	400	52.000	42.033	19,2	9.492,5	177	50	350	372	4,8	1,6	0	
4-3	400	67.000	54.277	19,0	9.617,8	339	50	350	920	10,2	0	1,7	0
4-4	400	74.000	57.901	21,8	9.138,0	324	50	350	938	14,3	0	0,8	0
4-5	400	90.000	77.895	13,5	11.100,2	171	50	350	666	14,4	0	3,6	
5-1	500	52.000	40.889	21,4	8.930,7	180	50	450	368	2,2	2,7	0,5	
5-3	500	67.000	54.145	19,2	9.687,5	345	50	450	934	7,1	0,2	1,1	
5-4	500	74.000	59.393	19,7	9.467,1	330	50	450	980	11,4	0,2	1,8	
5-5	500	90.000	81.609	9,3	10.439,0	174	50	450	710	15,2	0	2,0	

Media de Fallos: 17,6

Cuadro nº 2.1.- Variedad RX-94 - Zona Monzón

Parcela	Dosis total de N /Ha.	Dosis de siembra/Ha.			Producción por Ha. (14º de hu medía)	Superficie experimenta (m ²)	Unidades de N /Ha.		Datos sobre plantas				
		Pretendida	Real	% Fallos			Fondo	Cobertera	Nº plantas de la experiencia	% plantas caídas	% plantas con dos mazorcas	% plantas vanas	% plantas con car-bón
1-1	130	58.823	40.281	31,5	5.767,9	170,8	70	60	344	1,2		9,3	
1-3	130	76.923	49.414	35,8	5.985,6	170,8	70	60	422	5,7		8,1	
1-4	130	90.909	63.539	30,1	6.589	187,6	70	60	596	1,7		10,7	1,3
1-5	130	100.000	71.428	28,6	6.824,0	187,6	70	60	670	8,4		6,7	
2-1	200	58.823	42.622	27,5	5.804,3	170,8	70	130	364	1,1		9,2	
2-2	200	66.666	47.548	28,7	6.423,5	187,6	70	130	446	3,1		3,6	0,4
2-3	200	76.923	51.756	32,7	6.814,3	170,8	70	130	442	4,5		8,1	1,4
2-4	200	90.909	56.206	38,2	7.184,5	170,8	70	130	480	3,7		9,6	
2-5	200	100.000	59.488	40,5	7.525,3	187,6	70	130	558	6,1		7,5	
3-1	300	58.823	43.091	26,7	6.257,7	170,8	70	230	368	3,8	1,1	7,6	0,5
3-3	300	76.923	51.288	33,3	7.454,8	170,8	70	230	438	3,7		5,5	0,5
3-4	300	90.909	62.473	31,3	7.238,6	187,6	70	230	586	3,4		7,5	
3-5	300	100.000	68.017	32,0	7.425,6	187,6	70	230	638	6,3		6,9	0,3
4-1	400	58.823	43.559	25,9	6.040	170,8	70	330	372	2,7		7,5	
4-2	400	66.666	47.974	28,0	6.638,6	187,6	70	330	450	9,8		7,6	
4-3	400	76.923	54.800	28,8	7.134,0	170,8	70	330	468	1,7	0,4	5,6	0,4
4-4	400	90.909	55.737	38,7	7.328,0	170,8	70	330	476	5,0		7,6	0,4
4-5	400	100.000	69.083	30,9	7.629,4	187,6	70	330	648	4,3		7,4	
5-1	500	58.823	42.154	28,3	5.223,8	170,8	70	430	360	2,7	1,1	7,2	
5-2	500	66.666	49.893	25,2	5.824,4	187,6	70	430	468	8,1		5,6	
5-3	500	76.923	51.756	32,7	6.638,6	170,8	70	430	442	0,4		8,6	
5-4	500	90.909	55.737	38,7	7.618,0	170,8	70	430	476	1,6	0,4	4,6	0,4
5-5	500	100.000	66.950	33,1	7.431,2	187,6	70	430	628	1,9		9,2	1,6

Media de Fallos: 31,6

Cuadro nº 2.3.- Variedad AE-701 - Zona Montañana

Parcela	Dosis total de N /ha.		Dosis de siembra/ha.		Producción por ha. (14º de humedad)	Superficie experimentación (m ²)	Unidades de N /ha.		Datos sobre plantas				
	Pretendida	Real	% Fallos	% Fallos			Fondo	Cobertura	Nº plantas de la experiencia	% plantas caídas	% plantas con dos mazorcas	% plantas vanas	% plantas con carabón
1-4	102.560	72.483	29,3	29,3	8.720,3	89,4	46	104	-	-	-	-	-
2-1	51.280	41.212	19,6	19,6	7.071,7	148,5	46	304	-	-	-	-	-
2-3	78.430	64.276	18,0	18,0	9.198,0	75,3	46	304	-	-	-	-	-
2-4	102.560	83.446	18,6	18,6	9.480,4	88,2	46	304	-	-	-	-	-
3-1	51.280	42.533	17,1	17,1	7.967,9	150	46	354	-	-	-	-	-
3-2	66.665	51.006	23,5	23,5	8.724,3	89,4	46	354	-	-	-	-	-
3-3	78.430	61.754	21,3	21,3	10.198,9	85,5	46	354	-	-	-	-	-
3-4	102.560	80.427	21,6	21,6	10.824,0	84,3	46	354	-	-	-	-	-
4-1	51.280	38.709	24,5	24,5	8.956,6	74,4	46	404	-	-	-	-	-
4-2	66.665	46.308	30,5	30,5	9.524,0	81,4	46	404	-	-	-	-	-
4-3	78.430	62.772	20,0	20,0	11.021,0	87,3	46	404	-	-	-	-	-
5-1	51.280	39.370	23,2	23,2	9.218,1	152,4	46	454	-	-	-	-	-
5-2	66.665	50.238	24,6	24,6	9.765,6	84	46	454	-	-	-	-	-
5-3	78.430	59.360	24,3	24,3	11.303,3	87,6	46	454	-	-	-	-	-
5-4	102.560	86.394	15,8	15,8	10.976,4	88,2	46	454	-	-	-	-	-
6-1	51.280	38.076	25,7	25,7	9.124,0	149,7	46	554	-	-	-	-	-
6-2	66.665	51.677	22,5	22,5	9.572,0	89,4	46	554	-	-	-	-	-
6-3	78.430	61.485	21,6	21,6	11.527,8	86,85	46	554	-	-	-	-	-
6-4	102.560	81.036	21,0	21,0	10.739,6	84,9	46	554	-	-	-	-	-

Media de Fallos: 22,3

Cuadro nº 2.4.- Variedad Funks G-4507 - Zona San Mateo de Gállego

Parcela	Dosis total de N /ha.		Dosis de siembra/ha.		Producción por ha. (14º de humedad)	Superficie experimentación (m ²)	Unidades de N /ha.		Datos sobre plantas					
	Pretendida	Real	% Fallos	% Fallos			Fondo	Cobertura	Nº plantas de la experiencia	% plantas caídas	% plantas con dos mazorcas	% plantas vanas	% plantas con carabón	
1-1	46.387	25.818	44,3	44,3	4.809,2	220	80	20	284	6,3	-	1,4	-	-
1-2	65.715	32.363	50,8	50,8	6.021,9	220	80	20	356	7,3	-	4,5	-	1,1
1-3	74.932	43.272	42,2	42,2	5.938,1	220	80	20	476	10,9	-	3,4	-	0,5
1-4	83.008	35.636	57,1	57,1	5.310,9	220	80	20	397	9,7	-	3,6	-	-
2-1	46.387	24.000	48,3	48,3	4.976,4	220	80	120	264	3,8	2,3	0,7	-	-
2-2	65.715	32.727	50,2	50,2	6.565,5	220	80	120	360	5,6	-	3,9	-	-
2-3	74.932	45.454	39,3	39,3	7.569,1	220	80	120	500	12	-	6	-	-
2-4	83.008	32.363	61,0	61,0	6.036,6	220	80	120	356	8,4	-	1,7	-	0,6
2-5	90.044	47.818	46,9	46,9	5.185,5	220	80	120	526	9,1	-	5,7	-	0,8
3-1	46.387	25.636	44,7	44,7	5.603,6	220	80	220	282	7,8	2,1	2,1	-	-
3-2	65.715	39.818	39,4	39,4	6.983,6	220	80	220	438	8,2	-	5,5	-	-
3-3	74.932	40.909	45,4	45,4	7.401,9	220	80	220	450	8,9	-	4	-	0,9
3-4	83.008	47.636	42,6	42,6	7.025,5	220	80	220	524	13,4	-	2,7	-	-
4-1	46.387	21.818	53,0	53,0	5.478,1	220	80	320	240	10	-	1,7	-	-
4-2	65.715	37.273	43,3	43,3	6.900	220	80	320	410	6,3	-	7,8	-	-
4-3	74.932	37.636	49,8	49,8	7.443,6	220	80	320	414	8,2	-	3,9	-	0,5
4-4	83.008	43.363	47,8	47,8	7.401,9	220	80	320	510	8,2	-	6,3	-	-
5-1	46.387	24.181	47,9	47,9	5.060	220	80	420	266	9,4	-	0,7	-	-
5-2	65.715	36.309	44,7	44,7	7.109,1	220	80	420	406	6,6	-	3,4	-	-
5-3	74.932	41.272	44,9	44,9	7.945,5	220	80	420	454	6,6	-	5,3	-	-
5-4	83.008	36.545	55,9	55,9	6.900,0	220	80	420	402	10,9	-	1,0	-	-
5-5	90.044	41.454	53,9	53,9	7.109,1	220	80	420	456	9,6	-	1,3	-	2,2

Media de Fallos: 47,9



Cuadro nº 2.5.- Variedad AE-701 - Zona Ejea de los Caballeros

Parcela	Dosis total de N/Ha.	Dosis de siembra/Ha.		Producción por Ha. (14º de medida)	Superficie experimentación (m ²)	Unidades de N/Ha.		Datos sobre plantas				
		Pretendida	Real			Fondo	Cobertura	Nº plantas de la experiencia	% plantas caídas	% plantas con dos mazorcas	% plantas vanas	% plantas con car-bón
1-1	104	45.000	43.354	3,7	490,84	52,5	51,5	1.064	70	2,44	0,56	1,06
1-2	104	55.000	47.103	14,4	490,84	52,5	51,5	1.156	70	0,3	0,45	0,3
1-3	104	65.000	54.926	15,5	490,84	52,5	51,5	1.348	80	-	-	-
1-4	104	75.000	70.736	5,7	490,84	52,5	51,5	1.736	70	-	-	0,23
2-1	207,5	45.000	30.560	32,1	490,84	52,5	155,0	750	90	3,73	-	0,27
2-2	207,5	55.000	46.369	15,7	490,84	52,5	155,0	1.138	70	2,10	-	-
2-3	207,5	65.000	53.785	17,3	490,84	52,5	155,0	1.320	95	-	-	0,6
2-4	207,5	75.000	69.188	7,8	490,84	52,5	155,0	1.698	70	0,11	1,32	0,77
3-1	309,5	45.000	40.013	11,1	490,84	52,5	257,0	982	90	0,4	0,61	-
3-2	309,5	55.000	47.510	13,6	490,84	52,5	257,0	1.166	80	0,51	-	-
3-3	309,5	65.000	50.852	21,8	490,84	52,5	257,0	1.248	70	0,32	0,96	0,64
3-4	309,5	75.000	65.113	13,2	490,84	52,5	257,0	1.598	70	-	0,5	1,13
4-1	412,5	45.000	41.642	7,5	490,84	52,5	360,0	1.022	90	0,78	0,58	-
4-2	412,5	55.000	43.273	21,3	490,84	52,5	360,0	1.062	70	-	1,06	-
4-3	412,5	65.000	46.451	28,5	490,84	52,5	360,0	1.140	70	1,40	-	0,17
4-4	412,5	75.000	59.897	20,1	490,84	52,5	360,0	1.470	70	0,14	-	0,28
4-5	412,5	90.000	85.894	4,6	490,84	52,5	360,0	2.108	80	-	0,09	0,36
5-1	515,5	45.000	41.561	7,6	490,84	52,5	463,0	1.020	70	-	0,6	0,2
5-2	515,5	55.000	47.021	14,5	490,84	52,5	463,0	1.154	70	1,56	1,04	0,34
5-3	515,5	65.000	61.527	5,3	490,84	52,5	463,0	1.510	70	0,26	-	0,3
5-5	515,5	90.000	81.737	9,2	490,84	52,5	463,0	2.006	95	-	-	-

Media de Fallos: 13,8

A N E J O Nº 3

ESTIMACION DE LAS FUNCIONES

3. Estimación de las funciones

Vamos a exponer sistemáticamente los correspondientes a todos los ensayos. Se señalan 3 niveles de significación correspondientes a 1, 5 y 10% que se indicarán con 3, 2 y 1 asterisco respectivamente (~~xxx~~, ~~xx~~, ~~x~~).

3.1. Variedad Pioner 3369 - Zona de Alagón

Los ajustes pueden verse en el cuadro nº 3.1.1. A la vista de estos resultados se ha considerado que la función raíz cuadrada es la que mejor se adapta. Se ha efectuado un nuevo ajuste teniendo en cuenta únicamente los coeficientes que han resultado significativos. El resultado puede verse en el cuadro nº 3.1.2.

Cuadro nº 3.1.1.- Variedad Pioneer 3369.- Zona de Alagón.- Resultados obtenidos en los ajustes.

A) FUNCION CUADRATICA

Coefficiente de determinación múltiple = 0,67
Valores coeficientes y significación:

Variable	Coeficiente	Error standard	t. calculada
Término independiente	14.167,800	2.490,890	5,687 ***
V_1	1,680	4,400	0,381
V_2	-0,176	0,077	-2,282 **
V_1^2	-0,007	0,005	-1,432
V_2^2	0,000001	0,0000006	2,545 **
$V_1 V_2$	0,00003	0,00005	0,715

Valor de F = 5,83

B) FUNCION RAIZ CUADRADA

Coefficiente de determinación múltiple = 0,69
Valores coeficientes y significación

Variable	Coeficiente	Error standard	t. calculada
Término independiente	32.033,500	9.150,330	3,500 ***
V_1	-9,456	5,450	-1,735 *
V_2	0,411	0,142	2,885 **
$\sqrt{V_1}$	97,403	262,496	0,371
$\sqrt{V_2}$	-200,433	70,825	-2,829 **
$\sqrt{V_1 V_2}$	0,776	0,812	0,955

Valor de F = 6,29 ***

C) FUNCION 3/2

Coefficiente de determinación múltiple = 0,67
Valores coeficientes y significación

Variable	Coeficiente	Error standard	t. calculada
Término independiente	15.825,300	3.136,900	5,044 ***
V_1	5,964	6,733	0,885
V_2	-0,365	0,149	-2,445 **
$V_1^{3/2}$	-0,353	0,237	-1,487
$V_2^{3/2}$	0,001	0,0004	2,563 **
$V_1 V_2$	0,00003	0,00005	0,763

Valor de F = 5,91

D) FUNCION POTENCIAL

Coefficiente de determinación múltiple = 0,37
Valores coeficientes y significación

Variable	Coeficiente	Error standard	t. calculada
Término independiente	7,275	0,608	11.951 ***
LG V_1	-0,002	0,020	-0,119
LG V_2	0,176	0,054	3,222 ***

Valor de F = 5,2

Cuadro nº 3.1.2.

Coefficiente de determinación múltiple = 0,68
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t calculada
Término independiente	33.158,900	8.380,410	3,956 ***
V_1	-8,112	3,952	-2,052 **
V_2	0,408	0,138	2,956 ***
$\sqrt{V_2}$	-203,107	68,397	-2,969 ***
$\sqrt{V_1 V_2}$	0,999	0,531	1,879 *

Valor de F = 8,31 ***

3.2. Variedad Rx-94 - Zona de Monzón

Los ajustes pueden verse en el cuadro nº 3.2.1. La función que mejor se adapta es la Raíz Cuadrada. Se ha ajustado de nuevo esta función pero teniendo en cuenta únicamente los coeficientes que han resultado significativos (cuadro nº 3.2.2.).

Cuadro nº 3.2.1.- Variedad Rx-94 - Zona de Monzón.- Resultados obtenidos en los ajustes.

A) FUNCION CUADRATICA

Coefficiente de determinación múltiple = 0,85
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t. calculada
Término independiente	-4.333,270	2.624,570	-1,651
V_1	3,338	4,403	0,758
V_2	0,338	0,094	3,594 xxx
V_1^2	-0,015	0,004	-3,165 xxx
V_2^2	-0,000002	0,0000008	-3,429 xxx
V_1V_2	0,0001	0,00005	2,389 xx

Valor de F = 19,31

B) FUNCION RAIZ CUADRADA

Coefficiente de determinación múltiple = 0,85
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t. calculada
Término independiente	-27.396,800	10.364,100	-2,643 xx
V_1	-16,996	5,531	-3,072 xxx
V_2	-0,558	0,187	-2,987 xxx
$\sqrt{V_1}$	147,602	281,013	0,525
$\sqrt{V_2}$	256,468	88,055	2,912 xxx
$\sqrt{V_1V_2}$	1,924	0,804	2,392 xx

Valor de F = 19,38 ~~xxx~~

C) FUNCION 3/2

Coefficiente de determinación múltiple = 0,84
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t. calculada
Término independiente	-7.311,310	3.387,130	-2,158 xx
V_1	12,322	6,858	1,796 x
V_2	0,639	0,185	3,455 xxx
$V_1^{3/2}$	-0,708	0,223	-3,162 xxx
$V_2^{3/2}$	-0,001	0,0005	-3,354 xxx
V_1V_2	0,0001	0,00005	2,393 xx

Valor de F = 19,23

D) FUNCION POTENCIAL

Coefficiente de determinación múltiple = 0,61
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t calculada
Término independiente	3,313	0,979	3,383 xxx
LG V_1	0,036	0,031	1,161
LG V_2	0,486	0,088	5,511 xxx

Valor de F = 15,76

Cuadro nº 3.2.2.

Coefficiente de determinación múltiple = 0,84
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t. calculada
Término independiente	-26.457,100	10.004,700	-2,644 *
V_1	-14,818	3,589	-4,128 ***
V_2	-0,575	0,180	-3,179 ***
$\sqrt{V_2}$	258,807	86,184	3,002 ***
$\sqrt{V_1 V_2}$	2,238	0,527	4,245 ***

Valor de F = 25,15 ***

3.3. Variedad Funks G-4507 - Zona de San Mateo de Gállego.

El ajuste figura en el cuadro 3.3.1. La que mejor se adapta es la función 3/2. Se ha realizado un nuevo ajuste de esta función considerando únicamente los coeficientes significativos (cuadro nº 3.3.2.).

Cuadro nº 3.3.1.- Variedad Funk G-4507 - Zona de San Mateo de Gállego.- Resultados obtenidos en los ajustes.

A) FUNCION CUADRATICA

Coefficiente de determinación múltiple = 0,79
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t. calculada
Término independiente	-3.280,230	3.157,040	-1,039
V ₁	7,046	5,921	1,189
V ₂	0,425	0,156	2,712 ***
V ₁ ²	-0,014	0,006	-2,128 **
V ₂ ²	-0,000005	0,000002	-2,778 ***
V ₁ V ₂	0,0001	0,0001	1,186

Valor de F = 12,73

B) FUNCION RAIZ CUADRADA

Coefficiente de determinación múltiple = 0,78
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t calculada
Término independiente	-21.643,600	12.787,000	-1,692 *
V ₁	-10,621	7,331	-1,448
V ₂	-0,692	0,295	-2,340 ***
$\sqrt{V_1}$	175,787	365,108	0,481
$\sqrt{V_2}$	257,168	119,289	2,155 **
$\sqrt{V_1 V_2}$	1,480	1,450	1,020

Valor de F = 11,44

C) FUNCION 3/2

Coefficiente de determinación múltiple = 0,79
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t. calculada
Término independiente	-5.483,210	3.984,190	-1,376
V ₁	14,408	9,035	1,594
V ₂ ^{3/2}	0,795	0,298	2,662 **
V ₁ ^{3/2}	-0,631	0,308	-2,047 **
V ₂ ²	-0,002	0,001	-2,679 **
V ₁ ^{1/2}	0,0001	0,0001	1,182

Valor de F = 12,31 ***

D) FUNCION POTENCIAL

Coefficiente de determinación múltiple = 0,67
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t calculada
Término independiente	3,590	0,917	3,914 ***
LG V ₁	0,127	0,036	3,538 ***
LG V ₂	0,424	0,086	4,902 ***

Valor de F = 19,46

Cuadro nº 3.3.2

Coefficiente de determinación múltiple = 0,77
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t. calculada
Término independiente	-8.204,590	3.289,670	-2,494 **
V_1	19,391	8,085	2,398 **
V_2	0,950	0,271	3,499 ***
$V_1^{3/2}$	-0,635	0,312	-2,036 **
$V_2^{3/2}$	-0,003	0,0009	-3,232 ***

Valor de F = 14,70

3.4. Variedad AE 701 - Zona de Montañana

El ajuste puede verse en el cuadro nº 3.4.1. La función que mejor se adapta es la Cuadrática. Se ha efectuado un nuevo ajuste con los coeficientes que han resultado significativos (cuadro nº 3.4.2.).



Cuadro nº 3.4.1 - Variedad AE 701.- Zona de Montañana.- Resultados obtenidos en los ajustes.

A) FUNCION CUADRAICA

Coefficiente de determinación múltiple = 0,80
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t calculada
Término independiente	-9.199,700	4.969,410	-1,851 *
V ₁	25,830	12,077	2,138 **
V ₂	0,351	0,098	3,554 ***
V ₁ ²	-0,012	0,008	-1,388
V ₂ ²	-0,000001	0,0000006	-2,835 *
V ₁ V ₂	-0,0001	0,0001	-1,353

Valor de F = 10,63 ***

B) FUNCION RAIZ CUADRADA

Coefficiente de determinación múltiple = 0,78
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t calculada
Término independiente	-43.599,100	19.383,800	-2,249 **
V ₁	-6,720	12,833	-0,523
V ₂	-0,388	0,166	-2,336 **
$\sqrt{V_1}$	1.300,060	950,352	1,367
$\sqrt{V_2}$	280,085	98,779	2,835 **
$\sqrt{V_1 V_2}$	-3,076	2,310	-1,331

Valor de F = 9,68

C) FUNCION 3/2

Coefficiente de determinación múltiple = 0,79
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t calculada
Término independiente	-11.204,700	5.747,080	-1,949 *
V ₁	32,081	18,140	1,768 *
V ₂	0,567	0,176	3,217 ***
V ₁ ^{3/2}	-0,552	0,457	-1,207
V ₂ ^{3/2}	-0,001	0,0004	-2,731 **
V ₁ ^{1/2} V ₂	-0,0001	0,0001	-1,281

Valor de F = 10,10

D) FUNCION POTENCIAL

Coefficiente de determinación múltiple = 0,67
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t calculada
Término independiente	4,173	0,880	4,742 ***
LG V ₁	0,233	0,058	3,989 ***
LG V ₂	0,327	0,066	4,892 ***

Valor de F = 16,46

Cuadro nº 3.4.2.

Coefficiente de determinación múltiple = 0,76
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t. calculada
Término independiente	-2.484,240	2.622,150	-0,947
V ₁	6,527	1,339	4,873 ***
V ₂	0,271	0,084	3,211 ***
V ₂	-0,000001	0,0000006	-2,648 **

Valor de F = 16,22 ***

3.5. Variedad AE 701 - Zona de Ejea de los Caballeros

Los ajustes pueden verse en el cuadro nº 3.5.1. La función que mejor se adapta es la cuadrática. Se ha repetido el ajuste considerando los coeficientes significativos (cuadro nº 3.5.2.).

Cuadro 3.5.1.- Variedad AE 701.- Zona de El Bayo.- Resultados obtenidos en los ajustes.

A) FUNCION CUADRATICA

Coefficiente de determinación múltiple = 0,75
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t calculada
Término independiente	-1.111,350	1.805,980	-0,615
V_1	0,295	5,001	0,059
$V_{2,2}$	0,349	0,059	5,886 ***
$V_{1,2}$	-0,001	0,006	-0,314
V_2	-0,000002	0,0000005	-4,963 ***
$V_1 V_2$	0,00003	0,00006	0,548

Valor de F = 9,03 ***

B) FUNCION RAIZ CUADRADA

Coefficiente de determinación múltiple = 0,70
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t calculada
Término independiente	-23.740,600	6.992,510	-3,395 ***
V_1	-3,135	7,260	-0,431
V_2	-0,538	0,131	-4,093 ***
$\sqrt{V_1}$	50,427	342,728	0,147
$\sqrt{V_2}$	264,621	55,773	4,744 ***
$\sqrt{V_1 V_2}$	0,346	1,107	0,312

Valor de F = 7,11

C) FUNCION 3/2

Coefficiente de determinación múltiple = 0,73
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t calculada
Término independiente	-3.810,480	2.347,260	-1,623
V_1	2,165	8,020	0,269
$V_{2,3/2}$	0,652	0,123	5,282 ***
$V_{1,3/2}$	-0,110	0,284	-0,387
V_2	-0,001	0,0003	-4,757 ***
$V_1 V_2$	0,00003	0,00006	0,459

Valor de F = 8,42

D) FUNCION POIENCIAL

Coefficiente de determinación múltiple = 0,37
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t calculada
Término independiente	6,797	0,719	9,451 ***
LG V_1	0,011	0,029	0,380
LG V_2	0,210	0,065	3,209 ***

Valor de F = 5,35

Cuadro nº 3.5.2.

Coefficiente de determinación múltiple = 0,71
Valores coeficientes y significación

Variable	Coefficiente	Error standard	t. calculada
Término independiente	-496,906	1.594,480	-0,311
V ₂	0,331	0,056	5,900 ***
V ₂	-0,000002	0,0000004	-5,427 ***

Valor de F = 22,52 ***

A N E J O N º 4

CALCULO DEL OPTIMO ECONOMICO

CALCULO DEL OPTIMO ECONOMICO

Se va a determinar la expresión general del óptimo económico. El beneficio generado en un proceso productivo es igual a los ingresos menos los costes de dicho proceso.

$$1) B = P_M X(V_1, V_2) - V_1 P_1 - V_2 P_2 - C F$$

B = Beneficio

P_M = Precio obtenido de una unidad de producto

V_1 = Cantidad del factor 1

V_2 = Cantidad del factor 2

P_1 = Precio de una unidad del factor 1. En este caso de nitrógeno

P_2 = Precio de una unidad del factor 2. En este caso de semilla

C F = Costes fijos del proceso

El óptimo se obtiene de la resolución del sistema de ecuaciones que resulta de derivar parcialmente la expresión 1) con respecto a V_1 y V_2

$$2) \frac{\partial B}{\partial V_1} = P_M X'_{V_1}(V_1, V_2) - P_1 = 0$$

$$3) \frac{\partial B}{\partial V_2} = P_M X'_{V_2}(V_1, V_2) - P_2 = 0$$

Particularizando para cada función de las elegidas en este trabajo, tenemos:

A) Función raíz cuadrada

$$X = a + b V_1 + c V_2 + d \sqrt{V_1} + e \sqrt{V_2} + f \sqrt{V_1 V_2}$$

$$\frac{\partial X}{\partial V_1} = b + \left[\frac{1}{2} d + \frac{1}{2} f V_2^{1/2} \right] V_1^{-1/2}$$

$$\frac{\partial X}{\partial V_2} = c + \left[\frac{1}{2} e + \frac{1}{2} f V_1^{1/2} \right] V_2^{-1/2}$$

Con estos valores las expresiones 2) y 3) serán:

$$P_M \left[b + \left\{ \frac{1}{2} d + \frac{1}{2} f v_2^{1/2} \right\} v_1^{-1/2} \right] - P_1 = 0$$

$$P_M \left[c + \left\{ \frac{1}{2} e + \frac{1}{2} f v_1^{1/2} \right\} v_2^{-1/2} \right] - P_2 = 0$$

De estas ecuaciones obtenemos los valores de v_1 y v_2 .

$$v_1^{1/2} = \frac{1/2 P_M d + 1/2 P_M f v_2^{1/2}}{P_1 - P_M b}$$

$$v_2^{1/2} = \frac{1/2 P_M e (P_1 - P_M b) + 1/4 P_M^2 f d}{(P_2 - P_M c) (P_1 - P_M b) - 1/4 P_M^2 f^2}$$

B) Función 3/2

$$X = a + b v_1 + c v_2 + d v_1^{3/2} + e v_2^{3/2} + f v_1 v_2$$

$$\frac{\partial X}{\partial v_1} = b + 3/2 d v_1^{1/2} + f v_2$$

$$\frac{\partial X}{\partial v_2} = c + 3/2 e v_2^{1/2} + f v_1$$

Con estos valores las expresiones 2 y 3 serán:

$$P_M \left[b + \frac{3}{2} d v_1^{1/2} + f v_2 \right] - P_1 = 0$$

$$P_M \left[c + \frac{3}{2} e v_2^{1/2} + f v_1 \right] - P_2 = 0$$

Al tener en cuenta que en el caso de la función elegida $f = 0$ la deducción de v_1 y v_2 es inmediata.

C) Función cuadrada

$$X = a + b v_1 + c v_2 + d v_1^2 + e v_2^2 + f v_1 v_2$$

$$\frac{\partial X}{\partial v_1} = b + 2 d v_1 + f v_2$$

$$\frac{\partial X}{\partial v_2} = c + 2 e v_2 + f v_1$$

Con estos valores las expresiones 2 y 3 son:

$$4) P_M (b + 2 d v_1 + f v_2) - P_1 = 0$$

$$5) P_M (c + 2 e v_2 + f v_1) - P_2 = 0$$

Haciendo $d = 0, f = 0$ en la segunda ecuación se tiene:

$$v_2 = \frac{P_2 - P_M c}{2 e P_M}$$

ANEJO Nº 5

TABLAS DE OPTIMOS ECONOMICOS

5. Tablas de óptimos económicos

Se expone de manera sistemática las de todas las experiencias. Al objeto de una mejor comprensión al divulgar los resultados se adjunta a la tabla una breve descripción de las características edafológicas y climáticas, así como se indica el máximo técnico.



TABLA nº 1

OPTIMOS ECONOMICOS

Variedad Pioneer 3369 - Zona de Alagón

Clasificación climática zona:

Régimen térmico. Templado cálido
 Tipo climático. Mediterráneo templado
 Régimen de humedad. Mediterráneo seco

Características edafológicas de la parcela

Reacción pH 8,28
 Materia orgánica % 1,36
 Suelos de aluvión

Máximo técnico de la función

Producción = 9.695,6 Kg. de maíz

Se obtiene con:

$V_1 = 202,7$ Unidades de Nitrógeno

$V_2 = 53.382$ plantas de maíz/Ha.

Tabla 1.- Optimos económicos.- Variedad Pioneer 3369.- Zona Alagón.

P_M Precio maíz	P_1 Precio unidad nitrógeno	P_2^* Precio grano semilla	V_1 Unidades de nitrógeno	V_2 Nº de plan- tas por ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN ($Y P_1 - V_1 P_1 -$ $- V_2 P_2$)
15	30.00	0.05	136.1	55746.6	9639.5	137720.7
		0.07	137.0	56093.8	9642.6	136602.3
		0.09	137.8	56444.3	9646.2	135476.9
		0.11	138.7	56798.1	9650.3	134344.5
		0.13	139.6	57155.2	9654.9	133204.9
		0.15	140.5	57515.7	9660.0	132058.2
15	32.00	0.05	132.8	55830.0	9632.9	137451.6
		0.07	133.6	56178.0	9636.1	136331.6
		0.09	134.5	56529.3	9639.8	135204.5
		0.11	135.3	56883.9	9643.9	134070.4
		0.13	136.2	57241.8	9648.6	132929.1
		0.15	137.0	57603.2	9653.8	131780.7
15	34.00	0.05	129.6	55911.5	9626.2	137189.1
		0.07	130.4	56260.3	9629.4	136067.4
		0.09	131.2	56612.3	9633.1	134938.7
		0.11	132.1	56967.7	9637.4	133802.9
		0.13	132.9	57326.4	9642.1	132659.9
		0.15	133.7	57688.5	9647.4	131509.8
15	36.00	0.05	126.5	55991.1	9619.2	136932.9
		0.07	127.3	56340.6	9622.5	135809.6
		0.09	128.1	56693.4	9626.3	134679.2
		0.11	128.9	57049.5	9630.6	133541.8
		0.13	129.7	57409.0	9635.5	132397.2
		0.15	130.6	57771.9	9640.8	131245.4
15	38.00	0.05	123.5	56068.8	9612.1	136682.7
		0.07	124.3	56419.1	9615.5	135557.9
		0.09	125.1	56772.6	9619.4	134425.9
		0.11	125.9	57129.5	9623.7	133286.9
		0.13	126.7	57489.7	9628.6	132140.7
		0.15	127.5	57853.4	9634.1	130987.3
15	40.00	0.05	120.7	56144.8	9604.9	136438.4
		0.07	121.4	56495.8	9608.3	135312.0
		0.09	122.2	56850.0	9612.3	134178.6
		0.11	123.0	57207.6	9616.7	133038.0
		0.13	123.7	57568.6	9621.7	131890.3
		0.15	124.5	57933.1	9627.1	130735.2

* 1 Kg. de maíz = 3.500 granos.

Tabla nº 1.- (Continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P ₂ * Precio grano semilla	V ₁ Unidades de nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P _M - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
17	30.00	0.05	142.1	55493.2	9649.9	157010.7
		0.07	142.8	55797.4	9652.3	155897.8
		0.09	143.6	56104.0	9655.2	154778.8
		0.11	144.4	56413.2	9658.4	153653.6
		0.13	145.2	56724.9	9662.0	152522.2
		0.15	146.0	57039.2	9666.0	151384.6
17	32.00	0.05	138.9	55570.0	9644.4	156729.6
		0.07	139.7	55874.7	9646.9	155615.2
		0.09	140.5	56182.0	9649.8	154494.6
		0.11	141.2	56491.8	9653.1	153367.9
		0.13	142.0	56804.2	9656.7	152234.9
		0.15	142.8	57119.2	9660.8	151095.7
17	34.00	0.05	135.9	55645.1	9638.7	156454.7
		0.07	136.6	55950.5	9641.3	155338.8
		0.09	137.4	56258.4	9644.2	154216.7
		0.11	138.2	56568.8	9647.6	153088.4
		0.13	138.9	56881.8	9651.3	151953.9
		0.15	139.7	57197.5	9655.5	150813.1
17	36.00	0.05	133.0	55718.6	9632.9	156185.8
		0.07	133.7	56024.6	9635.5	155068.4
		0.09	134.4	56333.1	9638.5	153944.8
		0.11	135.2	56644.2	9641.9	152815.0
		0.13	135.9	56957.8	9645.7	151679.0
		0.15	136.7	57274.1	9649.9	150536.7
17	38.00	0.05	130.1	55790.6	9626.9	155922.6
		0.07	130.8	56097.2	9629.6	154803.8
		0.09	131.6	56406.3	9632.7	153678.7
		0.11	132.3	56717.9	9636.1	152547.5
		0.13	133.0	57032.2	9640.0	151410.0
		0.15	133.8	57349.1	9644.3	150266.2
17	40.00	0.05	127.4	55861.1	9620.8	155665.1
		0.07	128.1	56168.2	9623.6	154544.8
		0.09	128.8	56477.9	9626.7	153418.3
		0.11	129.5	56790.2	9630.2	152285.6
		0.13	130.2	57105.1	9634.1	151146.7
		0.15	130.9	57422.6	9638.4	150001.4

* 1 Kg. maíz ≈ 3.500 granos.

Tabla nº 1 - (Continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P ₂ * Precio grano semilla	V ₁ Unidades de nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P ₁ - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
18	30.00	0.05	144.6	55386.0	9654.0	166662.7
		0.07	145.4	55672.4	9656.2	165552.2
		0.09	146.1	55960.9	9658.7	164435.8
		0.11	146.9	56251.8	9661.6	163313.7
		0.13	147.7	56544.8	9664.9	162185.7
		0.15	148.4	56840.2	9668.4	161051.9
		18	32.00	0.05	141.6	55459.8
0.07	142.3			55746.7	9651.2	165264.4
0.09	143.1			56035.8	9653.8	164146.5
0.11	143.8			56327.2	9656.8	163022.9
0.13	144.6			56620.9	9660.1	161893.4
0.15	145.3			56916.9	9663.7	160758.0
18	34.00	0.05	138.6	55532.1	9643.8	166096.1
		0.07	139.4	55819.5	9646.1	164982.6
		0.09	140.1	56109.2	9648.7	163863.3
		0.11	140.8	56401.2	9651.7	162738.2
		0.13	141.6	56695.5	9655.1	161607.2
		0.15	142.3	56992.0	9658.8	160470.3
		18	36.00	0.05	135.8	55602.9
0.07	136.5			55890.9	9640.8	164706.6
0.09	137.2			56181.1	9643.5	163585.9
0.11	137.9			56473.7	9646.5	162459.4
0.13	138.6			56768.5	9649.9	161326.9
0.15	139.4			57065.6	9653.7	160188.6
18	38.00			0.05	133.0	55672.3
		0.07	133.7	55960.8	9635.3	164436.3
		0.09	134.4	56251.6	9638.1	163314.2
		0.11	135.1	56544.7	9641.2	162186.3
		0.13	135.8	56840.1	9644.6	161052.4
		0.15	136.5	57137.8	9648.5	159912.6
		18	40.00	0.05	130.3	55740.3
0.07	131.0			56029.4	9629.7	164171.5
0.09	131.7			56320.7	9632.5	163048.0
0.11	132.4			56614.3	9635.7	161918.7
0.13	133.1			56910.3	9639.2	160783.4
0.15	133.8			57208.5	9643.1	159642.3

* 1 Kg. maíz ≈ 3.500 granos.

Tabla nº 1 - (Continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P ₂ * Precio grano semilla	V ₁ Unidades de nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P ₁ - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
19	30.00	0.05	147.0	55289.3	9657.6	176318.6
		0.07	147.7	55559.8	9659.6	175210.1
		0.09	148.5	55832.3	9661.9	174096.2
		0.11	149.2	56106.8	9664.5	172976.8
		0.13	149.9	56383.3	9667.4	171851.9
		0.15	150.7	56661.9	9670.6	170721.5
		19	32.00	0.05	144.1	55360.3
0.07	144.8			55631.3	9655.0	174917.6
0.09	145.5			55904.3	9657.3	173802.2
0.11	146.2			56179.3	9660.0	172681.4
0.13	146.9			56456.4	9663.0	171555.0
0.15	147.6			56735.5	9666.2	170423.1
19	34.00			0.05	141.2	55429.9
		0.07	141.9	55701.4	9650.2	174630.8
		0.09	142.6	55974.9	9652.6	173514.1
		0.11	143.3	56250.5	9655.4	172391.8
		0.13	144.0	56528.1	9658.4	171264.0
		0.15	144.7	56807.7	9661.7	170130.7
		19	36.00	0.05	138.4	55498.2
0.07	139.1			55770.2	9645.3	174349.8
0.09	139.8			56044.2	9647.8	173231.6
0.11	140.5			56320.3	9650.6	172108.0
0.13	141.1			56598.4	9653.6	170978.8
0.15	141.8			56878.6	9657.0	169844.0
19	38.00			0.05	135.7	55565.1
		0.07	136.4	55837.7	9640.3	174074.2
		0.09	137.0	56112.2	9642.8	172954.7
		0.11	137.7	56388.8	9645.6	171829.7
		0.13	138.4	56667.4	9648.7	170699.2
		0.15	139.1	56948.1	9652.2	169563.0
		19	40.00	0.05	133.1	55630.8
0.07	133.7			55903.8	9635.1	173804.1
0.09	134.4			56178.9	9637.7	172683.2
0.11	135.0			56455.9	9640.5	171556.9
0.13	135.7			56735.1	9643.7	170425.0
0.15	136.4			57016.2	9647.2	169287.5

* 1 Kg. maíz ≈ 3.500 granos

Tabla nº 1.- (Continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio Unidad nitrógeno	P ₂ * Precio grano semilla	V ₁ Unidades de nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P ₁ - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
20	30.00	0.05	149.2	55201.5	9660.7	185977.9
		0.07	149.9	55457.8	9662.5	184871.3
		0.09	150.6	55715.9	9664.6	183759.5
		0.11	151.3	55975.8	9667.0	182642.6
		0.13	152.0	56237.6	9669.6	181520.5
		0.15	152.7	56501.1	9672.5	180393.1
		20	32.00	0.05	146.3	55269.9
0.07	147.0			55526.7	9658.3	184574.3
0.09	147.7			55785.3	9660.4	183461.2
0.11	148.4			56045.7	9662.8	182342.9
0.13	149.1			56307.9	9665.5	181219.3
0.15	149.8			56572.0	9668.5	180090.5
20	34.00			0.05	143.5	55337.1
		0.07	144.2	55594.3	9653.9	184283.0
		0.09	144.9	55853.4	9656.1	183168.5
		0.11	145.6	56114.2	9658.5	182048.8
		0.13	146.2	56376.9	9661.3	180923.9
		0.15	146.9	56641.5	9664.3	179793.7
		20	36.00	0.05	140.8	55403.0
0.07	141.5			55660.7	9649.4	183997.2
0.09	142.1			55920.2	9651.6	182881.4
0.11	142.8			56181.5	9654.1	181760.4
0.13	143.5			56444.7	9656.9	180634.1
0.15	144.1			56709.8	9660.0	179502.6
20	38.00			0.05	138.2	55467.7
		0.07	138.8	55725.8	9644.7	183716.8
		0.09	139.5	55985.8	9647.0	182599.7
		0.11	140.1	56247.6	9649.5	181477.4
		0.13	140.8	56511.3	9652.3	180349.8
		0.15	141.4	56776.8	9655.5	179216.9
		20	40.00	0.05	135.6	55531.2
0.07	136.2			55789.8	9639.9	183441.7
0.09	136.9			56050.2	9642.2	182323.3
0.11	137.5			56312.5	9644.8	181199.7
0.13	138.2			56576.6	9647.7	180070.8
0.15	138.8			56842.6	9650.8	178936.6

* 1 Kg. maíz ≈ 3.500 granos.

TABLA nº 2

ÓPTIMOS ECONÓMICOS

Variedad Rx 94 - Zona de Monzón

Clasificación climática zona:

Régimen térmico. Templado cálido
 Tipo climático. Mediterráneo templado
 Régimen de humedad. Mediterráneo seco

Características edafológicas de la parcela

Reacción pH 8,35
 Materia orgánica % 2,03
 Suelos grises subdesérticos con perfiles poco diferenciados

Máximas técnicas de la Función

Producción 7.684,9 Kg.

Se obtiene con:

V₁ = 397,20 Unidades de Nitrógeno
 V₂ = 69.612 plantas

Tabla nº 2.- Óptimos económicos. Variedad Rx-94.- Zona Monzón.

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P ₂ ^x Precio grano semilla	V ₁ Unidades de Nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por Ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P _M - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
15	30.00	0.05	292.1	65962.0	7581.9	101665.6
		0.07	290.6	65614.3	7577.4	100349.8
		0.09	289.1	65269.3	7572.5	99041.0
		0.11	287.5	64927.0	7567.2	97739.0
		0.13	286.0	64587.4	7561.5	96443.9
		0.15	284.6	64250.5	7555.4	95155.5
15	32.00	0.05	286.9	65808.9	7570.5	101086.5
		0.07	285.4	65462.3	7565.9	99773.8
		0.09	283.9	65118.6	7560.9	98468.0
		0.11	282.4	64777.5	7555.5	97169.0
		0.13	280.9	64439.0	7549.6	95876.8
		0.15	279.4	64103.3	7543.3	94591.4
15	34.00	0.05	281.8	65658.6	7558.8	100517.7
		0.07	280.3	65313.3	7554.1	99280.0
		0.09	278.8	64970.7	7548.9	97905.2
		0.11	277.4	64630.7	7543.3	96609.2
		0.13	275.9	64293.5	7537.4	95319.9
		0.15	274.5	63958.8	7531.0	94037.4
15	36.00	0.05	276.8	65511.2	7546.7	99959.1
		0.07	275.4	65167.0	7541.9	98652.3
		0.09	273.9	64825.6	7536.6	97352.4
		0.11	272.5	64486.8	7530.9	96059.2
		0.13	271.1	64150.6	7524.8	94772.9
		0.15	269.6	63817.1	7518.3	93493.2
15	38.00	0.05	272.0	65366.5	7534.3	99410.2
		0.07	270.5	65023.5	7529.3	98106.3
		0.09	269.1	64683.2	7523.9	96809.2
		0.11	267.7	64345.5	7518.1	95519.0
		0.13	266.3	64010.4	7511.9	94235.4
		0.15	264.9	63678.0	7505.3	92958.5
15	40.00	0.05	267.3	65224.5	7521.6	98870.9
		0.07	265.9	64882.6	7516.5	97569.8
		0.09	264.5	64543.4	7511.0	96275.6
		0.11	263.1	64206.8	7505.0	94988.1
		0.13	261.7	63872.8	7498.7	93707.3
		0.15	260.4	63541.5	7492.0	92433.1

*1 Kg. maíz ≈ 3.500 granos

Tabla nº 2.- (continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P ₂ ^x Precio grano	V ₁ Unidades de Nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por Ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P _M - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
16	30.00	0.05	297.4	66163.1	7592.8	109253.1
		0.07	296.0	65835.5	7588.8	107933.1
		0.09	294.5	65510.4	7584.4	106619.7
		0.11	293.0	65187.6	7579.7	105312.7
		0.13	291.6	64867.3	7574.6	104012.2
		0.15	290.2	64549.3	7569.1	102718.0
16	32.00	0.05	292.4	66016.6	7582.6	108663.2
		0.07	290.9	65690.1	7578.4	107346.2
		0.09	289.5	65366.1	7573.9	106035.6
		0.11	288.1	65044.4	7569.1	104731.5
		0.13	286.7	64725.1	7563.9	103433.8
		0.15	285.2	64408.1	7558.3	102142.5
16	34.00	0.05	287.4	65872.8	7571.9	108083.3
		0.07	286.0	65547.3	7567.7	106769.1
		0.09	284.6	65224.3	7563.1	105461.4
		0.11	283.2	64903.7	7558.1	104160.1
		0.13	281.8	64585.4	7552.8	102865.3
		0.15	280.4	64269.5	7547.1	101576.7
16	36.00	0.05	282.6	65731.5	7561.0	107513.2
		0.07	281.2	65407.1	7556.6	106201.8
		0.09	279.9	65085.1	7551.9	104896.9
		0.11	278.5	64765.5	7546.8	103598.4
		0.13	277.1	64448.3	7541.4	102306.2
		0.15	275.8	64133.3	7535.6	101020.4
16	38.00	0.05	278.0	65592.7	7549.7	106952.5
		0.07	276.6	65269.3	7545.3	105643.9
		0.09	275.2	64948.4	7540.4	104341.7
		0.11	273.9	64629.8	7535.2	103045.9
		0.13	272.5	64313.5	7529.7	101756.5
		0.15	271.2	63999.6	7523.8	100473.4
16	40.00	0.05	273.4	65456.3	7538.2	106401.0
		0.07	272.0	65134.0	7533.6	105095.1
		0.09	270.7	64814.0	7528.7	103795.7
		0.11	269.4	64496.4	7523.4	102502.6
		0.13	268.1	64181.1	7517.7	101215.8
		0.15	266.8	63868.2	7511.7	99935.3

*1 Kg. maíz ≈ 3.500 granos

Tabla nº 2.- (Continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P _{2*} Precio grano	V ₁ Unidades de Nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por Ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P _M - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
17	30.00	0.05	302.2	66343.1	7602.1	116850.7
		0.07	300.8	66033.5	7598.5	115527.0
		0.09	299.4	65726.0	7594.6	114209.4
		0.11	298.0	65420.7	7590.3	112897.9
		0.13	296.6	65117.5	7585.7	111592.5
		0.15	295.3	64816.4	7580.8	110293.2
17	32.00	0.05	297.3	66202.8	7592.8	116251.1
		0.07	296.0	65894.1	7589.1	114930.1
		0.09	294.6	65587.6	7585.0	113615.3
		0.11	293.2	65283.3	7580.7	112306.6
		0.13	291.9	64981.0	7576.0	111004.0
		0.15	290.5	64680.9	7571.0	109707.3
17	34.00	0.05	292.6	66064.8	7583.1	115661.1
		0.07	291.2	65757.1	7579.3	114342.9
		0.09	289.9	65451.6	7575.2	113030.8
		0.11	288.5	65148.2	7570.7	111724.8
		0.13	287.2	64846.9	7565.9	110424.8
		0.15	285.9	64547.7	7560.8	109130.9
17	36.00	0.05	287.9	65929.2	7573.2	115080.5
		0.07	286.6	65622.5	7569.2	113764.9
		0.09	285.3	65317.9	7565.0	112455.5
		0.11	284.0	65015.4	7560.4	111152.2
		0.13	282.6	64715.0	7555.5	109854.9
		0.15	281.3	64416.7	7550.3	108563.6
17	38.00	0.05	283.4	65795.9	7562.9	114509.0
		0.07	282.1	65490.1	7558.9	113196.2
		0.09	280.8	65186.4	7554.5	111889.4
		0.11	279.5	64884.8	7549.9	110588.7
		0.13	278.2	64585.3	7544.9	109294.0
		0.15	276.9	64287.9	7539.5	108005.3
17	40.00	0.05	279.0	65664.8	7552.4	113946.5
		0.07	277.7	65359.9	7548.2	112636.3
		0.09	276.4	65057.1	7543.8	111332.1
		0.11	275.1	64756.4	7539.0	110034.0
		0.13	273.9	64457.8	7533.9	108741.9
		0.15	272.6	64161.3	7528.5	107455.7

* 1 Kg. maíz = 3.500 granos

Tabla nº 2.- (Continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P _{2*} Precio grano	V ₁ Unidades de Nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por Ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P _M - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
18	30.00	0.05	306.6	66505.2	7610.0	124456.9
		0.07	305.2	66211.7	7606.8	123129.7
		0.09	303.9	65920.1	7603.2	121808.4
		0.11	302.5	65630.4	7599.4	120492.9
		0.13	301.2	65342.6	7595.3	119183.2
		0.15	299.9	65056.7	7590.8	117879.2
18	32.00	0.05	301.9	66370.6	7601.5	123848.4
		0.07	300.5	66077.9	7598.2	122523.9
		0.09	299.2	65787.2	7594.5	121205.3
		0.11	297.9	65498.4	7590.6	119892.4
		0.13	296.6	65211.4	7586.4	118585.3
		0.15	295.3	64926.4	7581.8	117283.9
18	34.00	0.05	297.3	66238.1	7592.7	123249.2
		0.07	296.0	65946.3	7589.3	121927.3
		0.09	294.7	65656.4	7585.5	120611.3
		0.11	293.4	65368.5	7581.5	119301.1
		0.13	292.1	65082.4	7577.2	117996.5
		0.15	290.8	64798.2	7572.5	116697.7
18	36.00	0.05	292.8	66107.7	7583.6	122659.0
		0.07	291.5	65816.8	7580.1	121339.8
		0.09	290.2	65527.8	7576.2	120026.3
		0.11	288.9	65240.7	7572.1	118718.7
		0.13	287.7	64955.4	7567.7	117416.7
		0.15	286.4	64672.1	7563.0	116120.4
18	38.00	0.05	288.4	65979.5	7574.2	122077.8
		0.07	287.1	65689.4	7570.6	120761.1
		0.09	285.9	65401.2	7566.7	119450.2
		0.11	284.6	65114.9	7562.4	118145.0
		0.13	283.4	64830.5	7557.9	116845.6
		0.15	282.1	64548.0	7553.1	115551.8
18	40.00	0.05	284.1	65853.2	7564.6	121505.2
		0.07	282.8	65564.0	7560.9	120191.1
		0.09	281.6	65276.6	7556.8	118882.7
		0.11	280.4	64991.2	7552.5	117580.0
		0.13	279.1	64707.6	7547.9	116283.0
		0.15	277.9	64425.8	7543.0	114991.7

* 1 Kg. maíz = 3.500 granos

Tabla nº 2.- (Continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P _{2*} Precio grano	V ₁ Unidades de Nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por Ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P _M - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
19	30.00	0.05	310.5	66652.0	7616.8	132070.5
		0.07	309.2	66372.9	7613.9	130740.2
		0.09	308.0	66095.6	7610.7	129415.5
		0.11	306.7	65820.0	7607.2	128096.4
		0.13	305.4	65546.2	7603.5	126782.7
		0.15	304.1	65274.0	7599.5	125474.5
19	32.00	0.05	306.0	66522.6	7609.1	131453.8
		0.07	304.7	66244.3	7606.1	130126.2
		0.09	303.4	65967.8	7602.7	128804.0
		0.11	302.2	65693.0	7599.2	127487.4
		0.13	300.9	65419.9	7595.3	126176.3
		0.15	299.7	65148.6	7591.2	124870.6
19	34.00	0.05	301.6	66395.2	7601.0	130846.2
		0.07	300.3	66117.7	7597.9	129521.1
		0.09	299.0	65842.0	7594.5	128201.5
		0.11	297.8	65568.0	7590.8	126887.4
		0.13	296.6	65295.7	7586.9	125578.7
		0.15	295.3	65025.1	7582.7	124275.5
19	36.00	0.05	297.2	66269.7	7592.7	130247.4
		0.07	296.0	65993.0	7589.5	128924.7
		0.09	294.7	65718.1	7586.0	127607.6
		0.11	293.5	65444.8	7582.2	126296.0
		0.13	292.3	65173.3	7578.2	124989.8
		0.15	291.1	64903.5	7573.9	123689.0
19	38.00	0.05	292.9	66146.1	7584.1	129657.1
		0.07	291.7	65870.2	7580.8	128337.0
		0.09	290.5	65596.1	7577.2	127022.3
		0.11	289.3	65323.6	7573.3	125713.1
		0.13	288.1	65052.8	7569.2	124409.3
		0.15	286.9	64783.7	7564.9	123111.0
19	40.00	0.05	288.8	66024.5	7575.2	129075.3
		0.07	287.6	65749.3	7571.8	127757.6
		0.09	286.4	65475.9	7568.1	126445.3
		0.11	285.2	65204.2	7564.2	125138.5
		0.13	284.0	64934.2	7560.0	123837.1
		0.15	282.8	64665.8	7555.6	122541.1

*1 Kg. maíz ≈ 3.500 granos.

Tabla nº 2.- (Continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P _{2*} Precio grano	V ₁ Unidades de Nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por Ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P _M - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
20	30.00	0.05	314.2	66785.8	7622.8	139690.4
		0.07	312.9	66519.6	7620.1	138357.3
		0.09	311.7	66255.2	7617.2	137029.6
		0.11	310.5	65992.4	7614.0	135707.1
		0.13	309.2	65731.2	7610.6	134389.9
		0.15	308.0	65471.5	7607.0	133077.9
20	32.00	0.05	309.8	66660.9	7615.7	139066.3
		0.07	308.6	66395.7	7612.9	137735.8
		0.09	307.3	66132.1	7609.9	136410.5
		0.11	306.1	65870.0	7606.6	135090.5
		0.13	304.9	65609.5	7603.1	133775.7
		0.15	303.7	65350.6	7599.4	132466.1
20	34.00	0.05	305.5	66538.2	7608.3	138451.0
		0.07	304.3	66273.7	7605.4	137122.8
		0.09	303.1	66010.8	7602.3	135800.0
		0.11	301.9	65749.5	7599.0	134482.4
		0.13	300.7	65489.7	7595.4	133170.0
		0.15	299.5	65231.4	7591.5	131862.8
20	36.00	0.05	301.3	66417.3	7600.6	137844.1
		0.07	300.1	66153.6	7597.6	136518.4
		0.09	298.9	65891.4	7594.4	135198.0
		0.11	297.7	65630.7	7591.0	133882.7
		0.13	296.5	65371.6	7587.3	132572.7
		0.15	295.4	65114.1	7583.4	131267.9
20	38.00	0.05	297.1	66298.2	7592.6	137245.6
		0.07	296.0	66035.1	7589.6	135922.3
		0.09	294.8	65773.6	7586.3	134604.2
		0.11	293.6	65513.7	7582.8	133291.3
		0.13	292.5	65255.3	7579.1	131983.6
		0.15	291.3	64998.4	7575.1	130681.1
20	40.00	0.05	293.1	66180.8	7584.5	136655.3
		0.07	291.9	65918.4	7581.4	135334.3
		0.09	290.8	65657.6	7578.0	134018.5
		0.11	289.6	65398.4	7574.4	132708.0
		0.13	288.5	65140.6	7570.6	131402.6
		0.15	287.4	64884.4	7566.5	130102.3

*1 Kg. maíz ≈ 3.500 granos

TABLA nº 3
OPTIMOS ECONOMICOS

Variedad Funks G 45-07 - Zona de San Mateo de Gállego

Clasificación climática zona:

Régimen térmico. Templado cálido
Tipo climático. Mediterráneo templado
Régimen de humedad. Mediterráneo seco

Características edafológicas de la parcela

Reacción pH 8,22
Materia orgánica 1,6
Suelos de aluvión

Máximas técnicas de la Función

Producción 7.330,14 Kg. de maíz

Se obtiene con:

$V_1 = 388,6$ Unidades de Nitrógeno

$V_2 = 40.933$ plantas de maíz/Ha.

Tabla nº 3 - Optimos económicos. Variedad Funks G-4507. Zona San Mateo de Gállego.

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P ₂ * Precio grano semilla	V ₁ Unidades de nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN ($Y P_M - V_1 P_1 - V_2 P_2$)
15	30.00	0.05	332.5	40317.0	7256.8	96859.3
		0.07	332.5	40203.6	7256.3	96054.1
		0.09	332.5	40090.4	7255.7	95251.1
		0.11	332.5	39977.3	7255.0	94450.4
		0.13	332.5	39864.4	7254.1	93652.0
		0.15	332.5	39751.6	7253.0	92855.9
15	32.00	0.05	327.4	40317.0	7246.3	96199.2
		0.07	327.4	40203.6	7245.8	95394.0
		0.09	327.4	40090.4	7245.2	94591.1
		0.11	327.4	39977.3	7244.5	93790.4
		0.13	327.4	39864.4	7243.6	92992.0
		0.15	327.4	39751.6	7242.5	92195.8
15	34.00	0.05	322.4	40317.0	7235.2	95549.3
		0.07	322.4	40203.6	7234.7	94744.1
		0.09	322.4	40090.4	7234.1	93941.1
		0.11	322.4	39977.3	7233.4	93140.5
		0.13	322.4	39864.4	7232.5	92342.0
		0.15	322.4	39751.6	7231.4	91545.9
15	36.00	0.05	317.4	40317.0	7223.5	94909.4
		0.07	317.4	40203.6	7223.1	94104.2
		0.09	317.4	40090.4	7222.5	93301.2
		0.11	317.4	39977.3	7221.7	92500.6
		0.13	317.4	39864.4	7220.8	91702.1
		0.15	317.4	39751.6	7219.7	90906.0
15	38.00	0.05	312.4	40317.0	7211.3	94279.5
		0.07	312.4	40203.6	7210.8	93474.2
		0.09	312.4	40090.4	7210.2	92671.3
		0.11	312.4	39977.3	7209.5	91870.6
		0.13	312.4	39864.4	7208.6	91072.2
		0.15	312.4	39751.6	7207.5	90276.0
15	40.00	0.05	307.5	40317.0	7198.5	93659.4
		0.07	307.5	40203.6	7198.0	92854.2
		0.09	307.5	40090.4	7197.4	92051.3
		0.11	307.5	39977.3	7196.7	91250.6
		0.13	307.5	39864.4	7195.8	90452.2
		0.15	307.5	39751.6	7194.7	89656.0

* 1 Kg. maíz ≈ 3.500 granos.

Tabla nº 3.- (Continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P _{2*} Precio grano semilla	V ₁ Unidades de nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P _M - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
16	30.00	0.05	337.3	40334.7	7266.1	104120.9
		0.07	337.3	40228.4	7265.7	103315.3
		0.09	337.3	40122.2	7265.2	102511.8
		0.11	337.3	40016.1	7264.5	101710.4
		0.13	337.3	39910.2	7263.7	100911.1
		0.15	337.3	39804.5	7262.8	100114.0
16	32.00	0.05	332.5	40334.7	7256.8	103451.0
		0.07	332.5	40228.4	7256.4	102645.3
		0.09	332.5	40122.2	7255.9	101841.8
		0.11	332.5	40016.1	7255.2	101040.5
		0.13	332.5	39910.2	7254.4	100241.2
		0.15	332.5	39804.5	7253.5	99444.0
16	34.00	0.05	327.8	40334.7	7247.0	102790.6
		0.07	327.8	40228.4	7246.6	101985.0
		0.09	327.8	40122.2	7246.1	101181.5
		0.11	327.8	40016.1	7245.4	100380.1
		0.13	327.8	39910.2	7244.6	99580.8
		0.15	327.8	39804.5	7243.7	98783.7
16	36.00	0.05	323.0	40334.7	7236.7	102139.7
		0.07	323.0	40228.4	7236.3	101334.1
		0.09	323.0	40122.2	7235.7	100530.6
		0.11	323.0	40016.1	7235.1	99729.2
		0.13	323.0	39910.2	7234.3	98929.9
		0.15	323.0	39804.5	7233.3	98132.8
16	38.00	0.05	318.3	40334.7	7225.8	101495.3
		0.07	318.3	40228.4	7225.4	100692.6
		0.09	318.3	40122.2	7224.9	99889.1
		0.11	318.3	40016.1	7224.2	99087.7
		0.13	318.3	39910.2	7223.4	98285.5
		0.15	318.3	39804.5	7222.5	97491.3
16	40.00	0.05	313.7	40334.7	7214.4	100866.2
		0.07	313.7	40228.4	7214.0	100060.5
		0.09	313.7	40122.2	7213.5	99257.0
		0.11	313.7	40016.1	7212.9	98455.6
		0.13	313.7	39910.2	7212.1	97656.4
		0.15	313.7	39804.5	7211.1	96859.2

* 1 Kg. maíz = 3.500 granos.

Tabla nº 3.- (Continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P _{2*} Precio grano semilla	V ₁ Unidades de nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo.	MARGEN (Y P _M - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
17	30.00	0.05	341.6	40350.3	7273.9	111391.1
		0.07	341.6	40250.3	7273.6	110585.1
		0.09	341.6	40150.3	7273.1	109781.1
		0.11	341.6	40050.4	7272.5	108979.1
		0.13	341.6	39950.7	7271.8	108179.1
		0.15	341.6	39851.1	7271.0	107381.0
17	32.00	0.05	337.0	40350.3	7265.6	110712.4
		0.07	337.0	40250.3	7265.3	109906.4
		0.09	337.0	40150.3	7264.8	109102.4
		0.11	337.0	40050.4	7264.2	108300.4
		0.13	337.0	39950.7	7263.5	107500.3
		0.15	337.0	39851.1	7262.7	106702.3
17	34.00	0.05	332.5	40350.3	7256.9	110042.7
		0.07	332.5	40250.3	7256.5	109236.7
		0.09	332.5	40150.3	7256.1	108432.7
		0.11	332.5	40050.4	7255.5	107630.7
		0.13	332.5	39950.7	7254.8	106830.7
		0.15	332.5	39851.1	7253.9	106032.7
17	36.00	0.05	328.0	40350.3	7247.6	109382.1
		0.07	328.0	40250.3	7247.3	108576.1
		0.09	328.0	40150.3	7246.8	107772.1
		0.11	328.0	40050.4	7246.2	106970.1
		0.13	328.0	39950.7	7245.5	106170.0
		0.15	328.0	39851.1	7244.7	105372.0
17	38.00	0.05	323.6	40350.3	7237.9	108730.4
		0.07	323.6	40250.3	7237.6	107924.4
		0.09	323.6	40150.3	7237.1	107120.4
		0.11	323.6	40050.4	7236.5	106318.3
		0.13	323.6	39950.7	7235.8	105518.3
		0.15	323.6	39851.1	7235.0	104720.3
17	40.00	0.05	319.2	40350.3	7227.8	108087.5
		0.07	319.2	40250.3	7227.4	107281.5
		0.09	319.2	40150.3	7227.0	106477.5
		0.11	319.2	40050.4	7226.4	105675.5
		0.13	319.2	39950.7	7225.7	104875.5
		0.15	319.2	39851.1	7224.9	104077.5

* 1 Kg. maíz = 3.500 granos.

Tabla nº 3.- (continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P ₂ * Precio grano semilla	V ₁ Unidades de Nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por Ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P _M - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
18	30.00	0.05	345.4	40364.3	7280.5	118668.5
		0.07	345.4	40269.7	7280.2	117862.1
		0.09	345.4	40175.3	7279.8	117057.7
		0.11	345.4	40080.9	7279.2	116255.1
		0.13	345.4	39986.7	7278.6	115454.4
		0.15	345.4	39892.6	7277.9	114655.6
18	32.00	0.05	341.1	40364.3	7273.1	117981.9
		0.07	341.1	40269.7	7272.8	117175.6
		0.09	341.1	40175.3	7272.3	116371.1
		0.11	341.1	40080.9	7271.8	115568.5
		0.13	341.1	39986.7	7271.2	114767.9
		0.15	341.1	39892.6	7270.4	113969.1
18	34.00	0.05	336.8	40364.3	7265.2	117303.9
		0.07	336.8	40269.7	7264.9	116497.6
		0.09	336.8	40175.3	7264.3	115693.1
		0.11	336.8	40080.9	7263.9	114890.6
		0.13	336.8	39986.7	7263.3	114089.9
		0.15	336.8	39892.6	7262.6	113291.1
18	36.00	0.05	332.5	40364.3	7256.9	116634.5
		0.07	332.5	40269.7	7256.6	115828.2
		0.09	332.5	40175.3	7256.2	115023.7
		0.11	332.5	40080.9	7255.7	114221.2
		0.13	332.5	39986.7	7255.0	113420.5
		0.15	332.5	39892.6	7254.3	112621.7
18	38.00	0.05	328.3	40364.3	7248.2	115973.6
		0.07	328.3	40269.7	7247.9	115167.3
		0.09	328.3	40175.3	7247.5	114362.8
		0.11	328.3	40080.9	7246.9	113560.3
		0.13	328.3	39986.7	7246.3	112759.6
		0.15	328.3	39892.6	7245.6	111960.8
18	40.00	0.05	324.1	40364.3	7239.1	115321.2
		0.07	324.1	40269.7	7238.8	114514.8
		0.09	324.1	40175.3	7238.4	113710.4
		0.11	324.1	40080.9	7237.8	112907.4
		0.13	324.1	39986.7	7237.2	112107.1
		0.15	324.1	39892.6	7236.5	111308.4

*1 Kg. maíz ≈ 3.500 granos

Tabla nº 3 (Continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P ₂ * Precio grano semilla	V ₁ Unidades de nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por Ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P _M - V ₁ P ₁ - - V ₂ P ₂)
19	30.00	0.05	348.8	40376.7	7286.1	125951.9
		0.07	348.8	40287.1	7285.8	125145.2
		0.09	348.8	40197.6	7285.4	124340.4
		0.11	348.8	40108.2	7285.0	123537.3
		0.13	348.8	40018.9	7284.4	122736.1
		0.15	348.8	39929.7	7283.7	121936.6
19	32.00	0.05	344.7	40376.7	7279.4	125258.3
		0.07	344.7	40287.1	7279.1	124451.6
		0.09	344.7	40197.6	7278.7	123646.8
		0.11	344.7	40108.2	7278.3	122843.7
		0.13	344.7	40018.9	7277.7	122042.4
		0.15	344.7	39929.7	7277.0	121242.9
19	34.00	0.05	340.6	40376.7	7272.3	124572.8
		0.07	340.6	40287.1	7272.0	123766.2
		0.09	340.6	40197.6	7271.6	122961.3
		0.11	340.6	40108.2	7271.2	122158.3
		0.13	340.6	40018.9	7270.6	121357.0
		0.15	340.6	39929.7	7269.9	120557.5
19	36.00	0.05	336.6	40376.7	7264.8	123895.6
		0.07	336.6	40287.1	7264.5	123088.9
		0.09	336.6	40197.6	7264.2	122284.1
		0.11	336.6	40108.2	7263.7	121481.0
		0.13	336.6	40018.9	7263.1	120679.7
		0.15	336.6	39929.7	7262.5	119880.2
19	38.00	0.05	332.5	40376.7	7256.9	123226.4
		0.07	332.5	40287.1	7256.7	122419.7
		0.09	332.5	40197.6	7256.3	121614.9
		0.11	332.5	40108.2	7255.8	120811.8
		0.13	332.5	40018.9	7255.3	120010.6
		0.15	332.5	39929.7	7254.6	119211.1
19	40.00	0.05	328.5	40376.7	7248.7	122565.3
		0.07	328.5	40287.1	7248.4	121758.6
		0.09	328.5	40197.6	7248.0	120953.8
		0.11	328.5	40108.2	7247.6	120150.7
		0.13	328.5	40018.9	7247.0	119349.4
		0.15	328.5	39929.7	7246.4	118549.9

*1 Kg. maíz - 3.500 granos

Tabla nº 3 (Continuación)

P _M Precio maíz	P ₁ Precio unidad nitrógeno	P ₂ * Precio grano semilla	V ₁ Unidades de Nitrógeno	V ₂ Nº de plan- tas por Ha.	Y Kg. obtenidos en el óptimo	MARGEN (Y P _M - V ₁ P ₁ - V ₂ P ₂)
20	30.00	0.05	351.9	40387.9	7290.9	133240.5
		0.07	351.9	40302.8	7290.6	132433.6
		0.09	351.9	40217.7	7290.3	131628.4
		0.11	351.9	40132.8	7289.9	130824.9
		0.13	351.9	40047.9	7289.4	130023.1
		0.15	351.9	39963.2	7288.8	129222.9
20	32.00	0.05	348.0	40387.9	7284.8	132540.5
		0.07	348.0	40302.8	7284.6	131733.6
		0.09	348.0	40217.7	7284.2	130928.4
		0.11	348.0	40132.8	7283.8	130124.9
		0.13	348.0	40047.9	7283.3	129323.0
		0.15	348.0	39963.2	7282.7	128522.9
20	34.00	0.05	344.1	40387.9	7278.4	131848.3
		0.07	344.1	40302.8	7278.1	131041.4
		0.09	344.1	40217.7	7277.8	130236.2
		0.11	344.1	40132.8	7277.4	129432.7
		0.13	344.1	40047.9	7276.9	128630.9
		0.15	344.1	39963.2	7276.3	127830.8
20	36.00	0.05	340.2	40387.9	7271.6	131163.9
		0.07	340.2	40302.8	7271.3	130357.0
		0.09	340.2	40217.7	7271.0	129551.8
		0.11	340.2	40132.8	7270.6	128748.3
		0.13	340.2	40047.9	7270.1	127946.5
		0.15	340.2	39963.2	7269.5	127146.4
20	38.00	0.05	336.4	40387.9	7264.5	130487.2
		0.07	336.4	40302.8	7264.2	129680.3
		0.09	336.4	40217.7	7263.9	128875.1
		0.11	336.4	40132.8	7263.4	128071.6
		0.13	336.4	40047.9	7262.9	127269.8
		0.15	336.4	39963.2	7262.3	126469.7
20	40.00	0.05	332.5	40387.9	7257.0	129818.3
		0.07	332.5	40302.8	7256.7	129011.3
		0.09	332.5	40217.7	7256.4	128206.1
		0.11	332.5	40132.8	7256.0	127402.6
		0.13	332.5	40047.9	7255.4	126600.8
		0.15	332.5	39963.2	7254.9	125800.7

* 1 Kg. maíz - 3.500 granos