



303525

303525

P A T E N T E
D E
I N V E N C I O N

por "PROCEDIMIENTO EN LA PREPARACION DE NUEVOS FERTILIZANTES DE FOSFORO Y NITROGENO", a favor de la firma italiana MONTECATINI SOCIETA GENERALE PER L'INDUSTRIA MINERARIA E CHIMICA, domiciliada en Milan (Italia), Largo Guido Donegani 1-2.

= . =

MEMORIA DESCRIPTIVA

5. Este invento se refiere a fertilizantes solubles en agua que son adsorbidos o fijados por el suelo en parte mínima, resisten a los diversos agentes bioquímicos que degradan el ambiente del suelo y son absorbidos y asimilados fácilmente por los organismos vegetales, así como al uso de ellos.

10. Se sabe que los fosfatos, y más precisamente los ortofosfatos, constituyen la única fuente de la que las plantas pueden obtener el fósforo requerido para sus necesidades; por consiguiente, los ortofosfatos y otros compuestos fosfáti-



303525

27

- cos susceptibles de ser convertidos en ortofosfatos en el suelo tienen propiedades fertilizantes. De la misma manera, los pirofosfatos y silicofosfatos, por ejemplo, que actúan en el suelo mediante hidrólisis lenta, por la cual se convierten
5. en ortofosfatos, ejercen una apreciable acción fertilizante. Los compuestos de fósforo orgánico que se hallan en gran número en el suelo, tales como nucleinas, fosfátidos, etc., se comportan desde luego como fertilizantes únicamente después del proceso de descomposición que suelta el ácido orto-
10. fosfórico contenido en ellos. Al establecer contacto con el suelo, las sales de fosfato solubles en agua experimentan conversiones a diversas formas, según las condiciones circun-
- dantes; ello tiene por resultado una pérdida de su eficacia fertilizante.
15. Simplificando el cuadro complejo de estas conversiones a los términos más estrictos, puede decirse que:
- a) en los suelos calcáreos (pH = 8,0-8,3) los fosfatos solubles en agua se insolubilizan en la superficie de las partículas de carbonato cálcico y se depositan como
20. ortofosfatos di- y tri-cálcicos gelatinosos. Estos últimos, a su vez, se convierten en hidroxapatita carbonatada, $3(\text{PO}_4)_2\text{CO}_3, \text{CaCO}_3$, una forma estable a la cual tienden todas las sales fosfáticas suministradas a los suelos calcáreos.
25. b) en los suelos áridos, por el contrario, cuando existen



2

303525

grandes cantidades de sesquióxidos. de hierro y aluminio y pequeñas cantidades de bases alcalinotérreas, los fosfatos solubles se convierten fácilmente en complejos de hierro y aluminio.

5. c) a punto más o menos neutro, los coloides minerales adsorben los iones fosfóricos por medio de los cationes Ca^{++} , fijados a las micelas de arcilla. Estos complejos de adsorción, sin embargo, pueden disociarse con cierta facilidad, pues se alcanza equilibrio entre la concentración de los aniones fosfóricos en la solución circulante en el suelo y la de los propios aniones adsorbidos.
- 10.

- Según la nutrición de fósforo de las plantas de cultivo ante la presencia en el suelo de iones ortofosfóricos y dada la inevitable tendencia de esa forma de fósforo a formar complejos que se vuelven menos asimilables con el tiempo, existe fuerte competencia entre las plantas y los terrenos por lo que atañe a las sales fosfóricas solubles suministrada con la fertilización.
- 15.

20. Los medios de que actualmente se dispone para poner término a esa competición, o a lo menos deshacer el equilibrio en favor de las cosechas (tales como calcinación del suelo, granulación de los fertilizantes fosfáticos, fertilización localizada, etc.) son escasamente eficaces.



303525

Asi pues, la eficiencia fertilizante no puede depender de la solubilidad en agua de los materiales fosfáticos convencionales, que desgraciadamente no persiste, sino de la composición del suelo y, en particular, de la capacidad de adsorción del suelo, del contenido de calcio, hierro, aluminio y coloides minerales y orgánicos, de la reacción del suelo, etc., factores que difícilmente pueden cambiarse de manera permanente y económica. A pesar de ser muy solubles en agua, los fertilizantes fosfáticos actualmente en uso, si se aplican en abono a las cosechas en desarrollo, no pueden ser absorbidos ventajosamente.

En efecto, se fijan principalmente en la superficie y solo penetran escasamente en profundidad, por lo cual no pueden llegar a la zona de las raíces. Los fertilizantes fosfáticos se aplican por lo general a las plantaciones incorporándolos a la corteza del suelo o depositándolos a proximidad de la simiente o los plántones.

Durante las primeras etapas del crecimiento, las plantas jóvenes adsorben de los fertilizantes la mayor parte de sus necesidades de fósforo, tanto a causa de la gran concentración del fertilizante a estrecha proximidad de las raíces como del hecho de que por un breve período de tiempo después de haber sido suministrado el fósforo es todavía asimilable en su mayor parte.

Las plantas en crecimiento extienden sus raíces continuamente y el fósforo contenido en el fertilizante se



vuelve poco a poco menos asimilable, mientras que el fósforo disponible en el suelo se vuelve relativamente más y más accesible.

5. En consecuencia, en las plantas maduras la cantidad de fósforo derivado del fertilizante es mínima; la mayor parte de él se deriva del suelo.

10. En efecto, se ha comprobado, y ahora está ampliamente aceptado, que en la mayoría de los casos la porción de fósforo utilizado que se deriva de los fertilizantes aplicados es extremadamente escasa y constituye un porcentaje bajo de las cantidades suministradas a la cosecha con los fertilizantes usuales y según la práctica normal.

15. Al paso que existen numerosas y claras indicaciones de que los fertilizantes convencionales de fósforo utilizados según la práctica convencional dan un rendimiento incompleto, los datos obtenidos de un gran número de experimentos demuestran que las necesidades de fósforo de diversas especies vegetales no se limitan a las primeras etapas, sino que se extienden a un prolongado período de su ciclo biológico. Para el

20. trigo de otoño, por ejemplo, la absorción mayor y más rápida de fósforo ocurre durante un período que va del amacollamiento a la floración; durante este tiempo (aproximadamente diez semanas) la mies absorbe 70% del fósforo total. Para el trigo de primavera, ese período de tiempo es ligeramente más corto,

25. comprende de siete a ocho semanas; para la remolacha azucarera, en cambio, dura tres meses: desde mediados aproximadamente de Julio hasta mediados de Octubre.



Se sabe además que tanto la absorción del fósforo como el crecimiento vegetativo se inician despacio, aumentan rápidamente hasta un máximo y luego descienden según curvas sigmoides típicas: existe estrecha y evidente correlación entre ambos fenómenos (el porcentaje de absorción de fósforo y el porcentaje de crecimiento vegetativo) respecto a los valores determinados al final del ciclo biológico.

5.

Tiene particular importancia el hecho de que cuando ambos fenómenos se representan en diagrama como función del tiempo, la curva que designa la absorción de fósforo precede cronológicamente a la curva del crecimiento de la planta; lo cual sugiere una interdependencia de causa y efecto entre el primer y el segundo fenómeno. De cuanto se ha expuesto antes se desprende que la práctica de fertilización con fósforo, tal como es ahora, no parece ser susceptible de ulteriores mejoras importantes, a no ser que se modifiquen los medios y el método de aplicación.

10.

15.

En todas partes, gran número de terrenos que tienen una contextura difícilmente cambiable no responden en absoluto a la contribución aportada por los fertilizantes fosfáticos; en la mayoría de los casos, la utilización del fósforo suministrado es relativamente modesta y el correspondiente aumento y mejora del rendimiento de cosecha resulta completamente inadecuado. El considerable número de datos experimentales derivados de la labor de investigación efectuada en todas partes del mundo conduce unánimemente a la conclusión de que

20.

25.



"el suelo es un mal depósito" de los actuales tipos de fertilizantes fosfáticos.

- A causa de la citada imposibilidad de atender a la creciente demanda nutritiva de las plantas cultivadas durante el período de tiempo relativamente largo en que se produce,
5. el agricultor se ve obligado a anticipar la fertilización con fosfato al momento de plantar el cultivo y esto tanto en el caso de los cultivos herbáceos como de los cultivos arbustivos y arbóreos.
10. Desde el tiempo en que se anticipa el suministro de fertilizantes fosfáticos hasta el principio de una apreciable absorción de fósforo por el cultivo, el suelo, por lo que atañe a su función nutritiva, puede considerarse prácticamente "exento de vegetación".
15. Aunque se ha probado que en las fases tempranas las plantas absorben fósforo a un ritmo relativamente rápido por unidad de sustancia seca, la cantidad total utilizada es absolutamente baja.
20. Resulta así evidente que el fósforo suministrado al tiempo de la siembra o del trasplante permanece más o menos inutilizado en el suelo por un período relativamente prolongado, mientras experimenta todos los cambios naturales e inevitables que ejercen influencia totalmente desfavorable sobre su futura asimilabilidad.
25. La retrogradación y la fijación, que se producen en este tiempo, y la subsiguiente profundización y extensión



27/13

continuas de las raices más allá de la capa de terreno a que se ha incorporado el fertilizante, son todos factores que impiden a las plantas, cuando su necesidad de fósforo es mayor, tomar el fósforo de otra fuente que no sean las reservas naturales asimilables del suelo (que con frecuencia son muy miserables) y en consecuencia el rendimiento de la cosecha está proporcionado exclusivamente con la disponibilidad de fósforo en el suelo.

5.

Esta situación desfavorable, que es inconcebible en una agricultura económicamente intensiva, resulta evidentemente tanto más seria cuanto más lento es el crecimiento de los cultivos, más prolongado su ciclo vegetativo y mayor el trazado de distribución de las raices de las plantas de cultivo.

10.

El caso límite está representado por los cultivos de árboles a los cuales los agricultores, algunas veces, después de haber aplicado una mala fertilización fosfática, intencionadamente deniegan cualquier otro suministro de fósforo. Es bien sabido que para demorar la retrogradación y la fijación por parte del suelo se han investigado experimentalmente una serie de fosfatos orgánicos (glicerofosfatos, hexoso-fosfatos, ácidos nucleínicos, cresilfosfatos, alquil-fosfatos, etc.) sin embargo, los resultados obtenidos han sido de interés escaso.

15.

20.

25.

No obstante, todos los intentos experimentales previos para usar fosfatos orgánicos como fertilizantes se han



32 1525

5. dirigido a la obtención solamente de un retardo en los procesos físico-químicos de inactivación de los compuestos fosfóricos en el suelo, pero no a la identificación de las diversas estructuras moleculares que contienen fósforo, asimilables y provistas de características suficientes de movilidad e independencia del suelo para ser empleadas utilmente como abono en los cultivos en crecimiento y en cantidad proporcionada a la necesidad nutricia efectiva del momento específico.

10. La peticionaria ha descubierto ahora que la fosfotriamida $O=P(NH_2)_3$ cumple estos requerimientos, y su uso como fertilizante constituye el objeto del invento aquí expuesto

Se ha descubierto que ese compuesto se caracteriza por los rasgos siguientes:

15. 1) solubilización instantánea, o en todo caso muy rápida, al establecer contacto con el suelo en condiciones suficientes de humedad, a causa de su gran solubilidad en el agua.
20. 2) rápida penetración y difusión en el suelo a proximidad de la zona radicular, a causa de su estructura química no iónica.
25. 3) estabilidad suficientemente buena, frente a los diversos agentes de degradación bioquímica. para evitar los fenómenos de adsorción y fijación del suelo y para permitir, durante un período de tiempo suficientemente largo, la utilización total o mejor del fertilizante.



303525

- 4) rápida absorción de: a) la sustancia como tal, a pesar de la falta de disociación iónica; b) los productos derivados de la transformación gradual de dicha sustancia después de su espaciamiento dentro de la zona radicular.
- 5) favorable acción trópica de la sustancia original y/o los productos derivados de ella en el cuadro del metabolismo vegetal normal y la consiguiente influencia ventajosa ejercida por ellos sobre el crecimiento y el desarrollo de las plantas y, en resumidas cuentas, sobre la producción de cosechas.
- 6) ausencia de fitotoxicidad y de efectos secundarios desfavorables.

La aplicación al suelo de este fertilizante, dadas sus características peculiares, puede efectuarse evidentemente sin dificultad.

Se le puede suministrar como tal o en forma granulada, o disuelto en agua, o combinado con agentes de dilución inertes, como arena, kiesclgur y/o otras sustancias que ejerzan acción fertilizante, oligodinámica o antiparasitaria.

Con el uso en la fertilización fosfática de un compuesto dotado de esas características, se logra una mejor utilización del fósforo por el cultivo, con la consiguiente mejora cualitativa y aumento cuantitativo en la producción de cosecha. Esto se debe al hecho de que se dispone de un abono por desdoblamiento con pronto efecto, de modo que la cantidad



303525

de suministro de fosfato puede graduarse según los diversos requerimientos de las plantas.

- De cuanto hemos expuesto, resulta claro que un objeto de este invento es suministrar medios fertilizantes fosfáticos de fácil asimilación, que ^{no} son fijados por el suelo y que resisten a la acción degradante de los agentes bioquímicos circundantes. Otro objeto es suministrar fertilizantes fosfáticos que permitan atender los requerimientos nutricios de las plantas en la época de mayor necesidad. Otro objeto es suministrar medios fertilizantes fosfáticos particularmente aptos para usar en el abono por desdoblamiento. El objeto fundamental y consiguiente es suministrar agentes fertilizantes fosfáticos aptos para mejorar la producción de cosechas en comparación con los medios empleados de ordinario, tanto por lo que atañe a la calidad como a la cantidad de los productos.
- 5.
- 10.
- 15.

La fosfotriamida $O=P(NH_2)_3$ (abreviadamente, FTM) se obtiene haciendo reaccionar oxiclorigo fosfórico con amoníaco en presencia de un disolvente inerte:



20. Según la literatura, la reacción se efectúa en presencia de cloroformo. Como la fosfotriamida es insoluble en el cloroformo, se separa en estado sólido junto con cloruro amónico en la zona de reacción. Tratando la mezcla reaccional (lechada) con etilendiamina se ocasiona la formación de cloruro alquilamónico soluble en cloroformo; la fosfotriamida, separada por filtración, puede purificarse cristalizándola con metanol.
- 25.



303525

Es un compuesto sólido, muy soluble en agua, que se halla en forma de cristales largos, delgados e incoloros.

Los ejemplos que siguen tienen por objeto ilustrar mejor el invento, sin limitar su alcance de ningún modo.

5. En el ejemplo 1, se ha comparado la movilidad en el suelo de los fertilizantes de acuerdo con el invento (a base de fosfotriamida) con la movilidad que muestra el fosfato monopotásico.

10. La diferencia fundamental que existe entre los fertilizantes solubles en agua de uso corriente y los fertilizantes de acuerdo con el invento se hace evidente con los resultados de los experimentos. Los experimentos de los ejemplos 2 y 3 se efectuaron determinando el efecto del abono por medio de un fertilizante de acuerdo con el invento (FTM)
15. en comparación con fertilizantes de fosfato, de nitrógeno y de PN, sobre el trigo de otoño, ya sea en desarrollo vegetativo, ya sea en producción de grano, y sobre el contenido de substancia seca, nitrógeno y fósforo, tanto en la planta como en los granos.

20. Los datos que se dan en el ejemplo 2 demuestran sin lugar a dudas el contenido considerablemente mayor de P_2O_5 de las plantas tratadas con FTM, en comparación con las plantas fertilizadas en cantidades idénticas de fósforo y nitrógeno en la mezcla de fosfato monocálcico más urea, y se da
25. una clara demostración experimental de la capacidad de las plantas para adsorber y utilizar provechosamente el fósforo



suministrado en abono durante el tiempo precedente al desarrollo vegetativo máximo, si se dispone de sustancias capaces de alcanzar la zona radicular y ser absorbidas y asimiladas.

- De los datos que figuran en el ejemplo 3 se desprende la clara superioridad que demuestra la fertilización con FTM por lo que concierne al número de espigas, producción de grano y cantidad en peso de P_2O_5 extraído, o más específicamente utilizado, por el cultivo por unidad superficial.
- 5.

- La apreciable influencia de la FTM y, en menor grado, de la mezcla de fosfato monocálcico más urea, así como de la urea, sobre el número de espigas por unidad de superficie resulta singular, pues el fertilizante se aplicó únicamente una vez al final del tiempo de amacollamiento.
- 10.

- El efecto se demostró no tanto sobre el brote de nuevas cañas en cada planta, como en el pleno y fructuoso desarrollo de las ya brotadas, que en las parcelas testigos, a causa de la falta de nutrición, no pudieron dar espiga. Particular importancia tiene la cifra de P_2O_5 extraída del grano por unidad de superficie, que, en el caso de la FTM, asciende a más del doble de la cantidad utilizada en el tratamiento testigo.
- 15.
- 20.



27

EJEMPLO 1

Tres columnas de vidrio cromatográficas se llenan con 200 g de terreno (pH=8,4, % de CaCO_3 =8,0; % total de N= 1,4; % de sustancia orgánica = 16; P_2O_5 asimilado = 70 ppm; % total de P_2O_5 = 1,7; mg de K_2O asimilado por % g de suelo = 15; % de SiO_2 = 60,21; % de Fe_2O_3 = 5,17; % de Al_2O_3 = 12,52; % de arena grosera = 13; % de arena fina = 7; % de fango = 75; % de arcilla = 5). En las tres columnas, el material se deposita al mismo nivel (32 cm).

10. Encima de la primera columna se aplican 0,2032 g de FTM (equivalente a 0,065 g de fósforo); en la segunda 0,2499 g de KH_2PO_4 (correspondiente a 0,05685 g de fósforo); la tercera sirve de testigo.

15. Luego se percuela agua destilada por las tres columnas y se regula la elución para obtener una velocidad de paso lo más igual y uniforme posible con el tiempo. De cada una se recobran fracciones de eluato de 50 cc.

Los resultados figuran a continuación:



Nº de la fracción	FTM		KH ₂ PO ₄		Testigo	
	P	P	P	P	P	P
	g	%	g	%	g	%
5. 1	0.0620	95.0	0.0018	3.2	0.0000	0.0
2	0.0028	4.3	0.0038	6.7	0.0000	0.0
3	0.0000	0.0	0.0040	7.0	-	-
4	-	-	0.0021	3.7	-	-
5	-	-	0.0039	6.8	-	-
10. 6	-	-	0.0005	0.9	-	-
total	0.0648	99.3	0.0161	28.3	0.0000	0.0

E J E M P L O 2

15. Para evaluar el efecto del abono superficial con FTM en el trigo de otoño, en comparación con el fosfato monocalcico y la urea, siendo idénticas las cantidades de elementos fertilizantes, se efectuó un experimento en parcelas en un terreno que tenía la misma composición química y las mismas características fisico-químicas que en el suelo del Ejemplo 1.

20. El experimento se efectuó sobre bloques al azar, con cinco repeticiones. Los fertilizantes en polvo se distribuyeron uniformemente sobre toda la superficie unicamente una vez a mediados de Febrero, al final del amacollamiento,



y se suministraron las cantidades de elementos fertilizantes: $P_2O_5 = 191,4 \text{ kg/ha}$ y $N = 107 \text{ kg/ha}$. El 17 de abril, dos meses aproximadamente después del suministro del fertilizante, se tomaron al azar muestra de 25 plantas de cada parcela, para mediciones biométricas y análisis químicos. Los datos obtenidos figuran en la tabla que sigue:

	Tratamientos experimentales	Altura de la planta (desde la base del tallo hasta el último botón) en cm	Substancia seca (promedio por planta) en g	P_2O_5 (pro medio por planta, exceptuadas las raíces) en mg.	P_2O_5 (pro medio por planta, exceptuadas las raíces) prueba = 100
15.	FTM	38.18±0.88	1.14	10.040	269.8
	$Ca(H_2PO_4)_2$	24.50±0.74	0.74	4.096	110.1
	Urea	30.00±0.88	0.64	5.560	149.4
	$Ca(H_2PO_4)_2 +$ +Urea	31.80±0.62	1.12	5.760	154.8
20.	Testigo	23.74±0.49	0.76	3.720	100, -



E J E M P L O 3

El experimento que aquí se describe se efectuó para establecer, mediante determinaciones cuantitativas realizadas al final del ciclo biológico del cultivo, es decir, al tiempo de la cosecha, el efecto fertilizante ejercido sobre el trigo de otoño por el abono superficial con FTM, fosfato monocálcico, urea y mezcla de fosfato monocálcico + urea.

El experimento se realizó en una parcela de tierra que tenía las mismas características que la utilizada en el Ejemplo 2.

El trigo Mara se examinó en otoño, en hileras sencillas.

El experimento se efectuó en bloques al azar, con cinco repeticiones, como sigue: 1) FTM, 2) fosfato monocálcico, 3) urea, 4) fosfato monocálcico + urea y 5) testigo.

La fertilización se aplicó una sola vez y los fertilizantes en polvo se extendieron uniformemente sobre toda la superficie el 19 de Febrero, al final del amacollamiento, con cantidades de elementos fertilizantes iguales a las usadas en el experimento de que se ha informado en el Ejemplo anterior.

Un mes después de la aplicación de los fertilizantes, aparecieron diferencias muy apreciables de crecimiento y de color entre los diversos experimentos, según el orden siguiente: 1) FTM, 2) urea, 3) fosfato monocálcico + urea, 4) fosfato monocálcico, 5) testigo.



27

La cosecha se efectuó el 21 de Junio, parcela tras parcela, cortando el trigo en la base del tallo, y se obtuvieron los datos que figuran en la tabla que sigue:

<u>Tratamientos</u>	Nº de espigas por cada parcela	Producción de grano en quintales métricos/ha (+)	% de N en el grano	N total por parcela	% de P ₂ O ₅ en grano (+)	P ₂ O ₅ total por parcela en gramos
FTM	821.0±51.3	39.22±2.7	2.00±0.08	15.14±1.7	0.88±0.01	6.86±0.5
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	587.4±29.4	22.74±2.6	2.05±0.06	9.34±1.5	0.86±0.01	3.87±0.4
Urea	680.4±32.3	32.29±3.4	2.28±0.06	14.53±1.8	0.78±0.01	4.97±0.6
Ca(H ₂ PO ₄) ₂ + Urea	695.0±31.9	31.11±2.7	2.15±0.09	13.40±1.7	0.78±0.02	4.86±0.4
Testigo	500.0±21.4	19.30±2.13	2.07±0.09	8.06±1.1	0.88±0.02	3.38±0.3

(+) calculado a 13% de humedad



303525

Asumiendo los varoles determinados para el tratamiento testigo = 100, se obtuvieron para los otros tratamientos los valores siguientes:

Tratamien- tos expe- rimentales	Nº de espi- gas por unidad de su- perficie	Produc- ción de grano por uni- dad de superfi- cie, en peso (+)	% de N en el grano	N total por uni- dad de superfi- cie (en peso)	% de P ₂ O ₅ en el grano	P ₂ O ₅ total por unidad de su- perficie (en peso)
FTM	164.0	203.2	96.6	195.2	100.2	202.9
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	117.3	117.8	99.0	115.8	97.7	114.4
Urea	135.9	167.3	110.1	180.0	88.6	147.7
Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ⁺						
Urea	138.8	161.1	103.8	166.2	88.6	143.7

(+) calculado a 13% de humedad

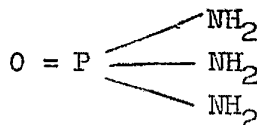
=..=

303525

N O T A

Descrito el invento se declaran nuevas y de propia invención las siguientes reivindicaciones, con prioridad de la demanda de patente italiana Nº 18.545/63 del 10 de septiembre de 1963.

5. 1. Procedimiento en la preparación de nuevos fertilizantes de fósforo y nitrógeno, caracterizado por el uso de la fosfotriamida



10. como medio fertilizante del suelo.

15. 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado por la preparación de mezclas fertilizantes que contienen fosfotriamida como único componente o mezclada con otras sustancias que ejercen acción fertilizante y/o oligodinámica y/o antiparasitaria y/o sustancias inertes.

20. 3. Procedimiento, según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque en la practica de la fertilización con fosfatos, la mejora consiste en el uso, para tratamientos de abono superficial por desdoblamiento, de fertilizantes que contienen fosfotriamida.

4. Procedimiento en la preparación de nuevos fertilizantes de fósforo y nitrógeno.

303525

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 21 páginas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, a 27 de agosto de 1964.

p. a.

WALTER MARTÍN
E. F.
