

ANEJO VII
TÉCNICAS de CULTIVO



1. SIEMBRA

Para la elección de la época de siembra tendremos en cuenta los datos obtenidos en el estudio climático y las exigencias de cultivo de la variedad a emplear. Una vez que nos hemos decantado por una variedad de ciclo 600, variedad Tundra, por ser la más extendida por la zona, vemos cual es el periodo libre de heladas en el cual la temperatura del suelo se sitúe en torno a los 12 – 15 °C.

Analizando los datos climáticos hemos obtenido lo siguiente:

- Periodo libre de heladas:

Año medio: 238 días (desde el 28 de Marzo hasta el 22 de Noviembre).

Extremos: 213 días (desde el 17 de Abril hasta el 17 de Noviembre).

- Temperaturas:

Medias del mes de Abril: 13,17 °C (19,91 °C de máxima y 6,51 °C de mínima).

Extremas del mes de Abril: 30,4 °C de máxima y –0,4 °C de mínima.

Con todo esto, decidimos realizar la operación de siembra el día 5 del mes de Mayo. La operación se realizará con una sembradora de golpes, a una profundidad media de unos 5 centímetros y a una velocidad máxima de 5 Km/h. El marco de plantación elegido es el de 70 x 15 cm; que nos dará una densidad de unas 90000 – 100000 plantas/ha, pero a la hora de realizar la siembra conviene incrementar en un 12 % por las posibles pérdidas que se puedan producir, por lo que la dosis de siembra para conseguir esa densidad es de unos 25 kg/ha de semilla. La densidad definitiva tras descontar las marras de nascencia girará en torno a las 90000 plantas/ha.

Antiguamente, la densidad de plantas era menor; pero se ha ido aumentando debido al mejor comportamiento de los híbridos actuales en función del nivel de fertilidad del suelo y del uso de sistemas de riego más eficaces. También hay que tener en cuenta que si la densidad de plantación es muy elevada puede disminuirse la producción.

**Características de la variedad Tundra:**

Es un cultivar de ciclo 600 caracterizado por sus altas producciones y su baja humedad, ya que posee el potencial productivo de un ciclo 700 combinando con la humedad de un 600.

Descripción técnica:

- <i>Tipo de híbrido:</i>	simple
- <i>Ciclo:</i>	600
- <i>Ciclo a floración:</i>	medio
- <i>Integral térmica a floración:</i>	800 °C
- <i>Integral térmica a maduración:</i>	1520 °C
- <i>Calidad del tallo:</i>	alta
- <i>Densidad recomendada (plantas/ha):</i>	de 75 a 90000
- <i>Mayor ventaja característica (excluida producción):</i>	planta sana
- <i>Precocidad de secado:</i>	precoz
- <i>Altura de planta:</i>	media
- <i>Altura insercción mazorca:</i>	media
- <i>Tipo de mazorca:</i>	gran diámetro
- <i>Tipo de grano:</i>	dentado
- <i>Peso específico:</i>	medio
- <i>Tipo de hoja:</i>	erecta
- <i>Resistencia a caída de tallo:</i>	muy buena
- <i>Resistencia a caída de raíz:</i>	muy buena
- <i>Resistencia a Fusarium:</i>	muy buena



Figura VII.1
“Mazorcas de maíz variedad Tundra”
Catálogo NK (2.002), Maíz y Girasol, Ed. Syngenta Seeds S.A.

2. RECOLECCIÓN

La recolección se hace a últimos de octubre (25 de octubre) con cosechadora de cereales adaptada cambiándole el peine. Esta fecha debe ser posterior a la aparición del punto negro en el grano, el cual nos indica que se ha alcanzado la madurez fisiológica y por lo tanto no se van a producir más aumentos en el contenido en materia seca. A continuación, hay que tener en cuenta el contenido de humedad; lo ideal es que se coseche con un 16 % de humedad para evitar gastos de secadero. Tras pasar la cosechadora, el material vegetal que ha pasado por su trilla queda totalmente troceado y picado; estos restos de cosecha contribuyen a aumentar la fertilidad del suelo, ya que en las cañas se almacena casi todo el potasio de la planta. Es por esta razón por la que no se debe quemar el rastrojo.

3. LABORES PREPARATORIAS PARA LA SIEMBRA

3.1. Labor de alzado:

Esta labor se realiza con un apero de tres vertederas que voltea la tierra. Es una labor lenta y costosa debido a que la profundidad de trabajo oscila entre 20 y 30 cm. Con esta labor lo que se pretende es enterrar los restos de cosecha del cultivo anterior (cañas...) para que se descompongan y permitir que el agua penetre mejor en él.



3.2. Aporte de estiércol:

Esta operación se realiza con un remolque distribuidor de estiércol adaptado para este fin. Con ello se pretende elevar el nivel de m.o. al 2% aportando una estercoladura de enriquecimiento, durante 20 años en que se estima la vida útil del proyecto, de unos 9500 Kg/ha y año, ya que el nivel de m.o. es un poco bajo (1,9%). Con el aporte anterior se pretende llegar a un nivel más conveniente para regadío (2,4%). Todos los años se realizará una estercoladura de mantenimiento de 5070 Kg/ha de estiércol para restablecer las pérdidas de materia orgánica durante el cultivo anterior.

3.3. Abonado de fondo:

Esta operación se va a realizar con una abonadora centrífuga y se intentará conseguir un reparto óptimo en toda la superficie de la finca. Esta labor se ejecutará unos días antes de la siembra para que el cultivo pueda cubrir sus necesidades cuando lo necesite.

3.4. Grada de discos:

Este apero se va a usar para enterrar las distintas materias primas que se aportan al terreno como puede ser el abonado y el estiércol. Se usa este apero para que la profundidad a que se entierren los distintos elementos no sea excesiva (intermedio entre el cultivador y la vertedera). Con esta labor también se consigue desmenuzar y mullir el suelo rompiendo los posibles terrones dejados por la vertedera en la labor de alzar.

3.4. Cultivador:

Con esta operación lo que se pretende es dejar el terreno lo más uniforme posible para un buen desarrollo del cultivo, es decir, para la confección de una buena “cama de siembra” y así poder realizar la siembra en unas condiciones óptimas. Con esta labor se consigue desmenuzar los posibles terrones, realizar un mullimiento superficial, airear las capas superficiales del suelo y eliminar malas hierbas para evitar competencia.



3.5. Rulo:

Esta es una operación opcional, ya que no todos los agricultores la realizan. Su objetivo es reducir la porosidad excesiva del suelo, aumentar el contacto suelo – semilla después de la siembra, es decir, dejar el suelo en las mejores condiciones posible para facilitar la nascencia, ya que es una de las fases más importantes de este cultivo.

4. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Las pérdidas de producción de maíz a causa de malas hierbas pueden llegar a ser del 30 – 50%. Incluso cuando se hace un control mecánico pueden existir unas pérdidas de rendimiento potencial de 15 – 25%, y con control químico del 8 – 10%. La competencia de las malas hierbas con el maíz es especialmente importante en los primeros estados del cultivo, a causa del retraso de la emergencia y del lento crecimiento inicial. Este periodo crítico se sitúa entre la segunda y quinta semana después de la emergencia, a partir de la cual el cultivo compite mejor con las malas hierbas por el sombreado que produce.

Desde hace más de 40 años se utiliza el control químico de las malas hierbas en el cultivo de maíz, siendo el 2.4-D el primer herbicida empleado. Además también se emplean como herbicidas del maíz el dicamba, que tiene un comportamiento análogo al 2.4-D pero es menos peligroso para el cultivo. En 1952 fueron descubiertas las triazinas, que actualmente son las materias activas más utilizadas como herbicidas del maíz (atrazina, simazina y cianazina). Las triazinas controlan las malas hierbas dicotiledóneas y parte de las gramíneas anuales y poseen un largo efecto residual.

Los tratamientos herbicidas en el maíz se realizan principalmente en preemergencia del cultivo, y solo cuando el control producido es insuficiente, por la presencia de adventicias resistentes y perennes, se deben efectuar tratamientos en post-emergencia. En pre-emergencia, contra dicotiledóneas anuales, puede utilizarse la mezcla de atrazina + cianazina en terrenos arenosos, con poblaciones de gramíneas moderadas. Cuando están presentes malas hierbas dicotiledóneas y gramíneas anuales se debe añadir a las triazinas un herbicida de acción contra gramíneas, como alacloro, metolacloro, butilato o EPTC, sin olvidar que la mezcla con estos dos últimos deben ser incorporadas en presiembra.



Los tratamientos de post-emergencia deben hacerse antes de que el maíz tenga más de 3 ó 4 hojas, o bien en tratamientos dirigidos cuando la planta haya alcanzado 50-60 cm de altura. Pueden emplearse atrazina + aceite o sal amina del 2.4-D, la cual es a veces fitotóxica, y no debe ser utilizada cuando la temperatura sea superior a 20 °C o el maíz tenga más de 5 hojas. En tratamiento dirigido, sin mojar la planta, cuando el maíz tenga más de 50 cm de altura, puede tratarse con glifosato, paraquat o 2.4-D, cuando existen malas hierbas perennes, siempre que no haya viento y las temperaturas sean inferiores a 20 °C.

Los tratamientos que normalmente se realizan en nuestra zona y que serán los que realizaremos nosotros son los siguientes:

- Un primer tratamiento herbicida en pre-emergencia contra monocotiledóneas después de la siembra (a primeros de mayo), pulverizando con simazina 25% + atrazina 24% a razón de 3 l/ha (nombre comercial del producto: *Bellater*).
- Si es necesario se realizará a mediados de junio un tratamiento herbicida en pos-emergencia del cultivo dirigido a eliminar malas hierbas dicotiledóneas como el cenizo (*Chenopodium album*). Emplearemos en este caso paraquat, a la dosis de 2,5 l/ha.

5. NECESIDADES NUTRITIVAS DEL MAÍZ

De forma muy resumida se puede decir que las necesidades nutritivas están íntimamente relacionadas con la formación de materia seca en la planta.

Según el periodo de cultivo en el que nos encontremos vamos a tener unas determinadas necesidades que se exponen en la tabla VII.1



Tabla VII.1
 “Absorción de nutrientes en los distintos estados de desarrollo del maíz (en % de la cantidad total absorbida)”

Periodo	N	P	K
Emergencia-8 hojas	2	1	4
8 hojas- 15 días antes de la floración	38	27	66
Floración \pm 15 días	47	46	30
Maduración	13	26	0

Fuente: Bellido López, L. (1.991), “Cultivos herbáceos. Cereales”

El nitrógeno, al igual que en todos los cultivos, es el factor que determina el rendimiento. La cantidad de nitrógeno a aportar estará en función de las extracciones realizadas por la cosecha. También es importante saber que el nitrógeno debe estar a disposición de la planta en los momentos de máximas necesidades; por lo tanto es muy importante determinar el momento oportuno en que debemos realizar la aportación. Lo más aconsejable es fraccionar la aportación nutritiva para así conseguir mayor eficacia y reducir las pérdidas por volatilización y lavado.

En la siguiente tabla se recogen las extracciones de nutrientes por el cultivo de maíz (parte aérea de la planta).

Tabla VII.2
 “Extracciones de nutrientes por el cultivo del maíz (parte aérea)”

Nutrientes	Kg/1000 kg de grano	
	Grano	Resto de la planta
Nitrógeno (N)	14	7
Fósforo (P_2O_5)	7	2
Potasio (K_2O)	5	20
Calcio (CaO)	0,3	6
Magnesio (MgO)	2	6
Azufre (S)	1,3	1

Fuente: Bellido López, L. (1.991), “Cultivos herbáceos. Cereales”



6. FERTILIZACIÓN

6.1. OBJETIVO DE LA FERTILIZACIÓN

El objeto de la fertilización es restituir los elementos esenciales que la planta extrae del suelo para la formación de tallos, hojas, raíces y frutos, así como incrementar los niveles de ciertos elementos en el suelo, cuando estos son insuficientes. Los nutrientes pueden ser absorbidos por las raíces como iones presentes en la solución del suelo, o incluso a través de la hoja de una forma muy eficaz, cuando se realizan pulverizaciones nutritivas sobre la planta.

La disponibilidad de nutrientes depende fundamentalmente del tipo de suelo, y factores como la cantidad de agua disponible o la fertilización realizada en años anteriores, que pueden afectar al futuro plan de fertilización.

6.2. ELEMENTOS MINERALES ABSORBIDOS POR LAS PLANTAS

El 95% de la materia seca de los vegetales está compuesta por carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno. El 5% restante lo forman diversos elementos minerales (ver tabla VII.3), de los que unos son imprescindibles para el desarrollo vegetal y otros son accesorios.

Tabla VII.3
“Composición de una planta de maíz”

ELEMENTO	% DEL PESO SECO
Oxígeno	44,43
Carbono	43,57
Hidrógeno	6,24
Nitrógeno	1,46
Fósforo	0,20
Potasio	0,92
Calcio	0,23
Magnesio	0,18
Azufre	0,17
Hierro	0,08
Manganeso	0,03
Silicio	1,17
Aluminio	0,11
Cloro	0,14
Elementos no determinados	1,07

Fuente: Miller (1967)

Excepto el carbono, oxígeno e hidrógeno que la planta extrae del aire, los restantes elementos son absorbidos, normalmente, del suelo, por cuya razón es necesario mantener un contenido suficiente, en condiciones asimilables, para que la planta pueda absorber las cantidades requeridas. La fertilización mineral del suelo tiene precisamente este objetivo: *mantener en el suelo un contenido adecuado de elementos minerales, en condiciones de asimilabilidad, para que la planta pueda absorberlos en el momento preciso y en las cantidades necesarias.*



De los elementos minerales necesarios para la nutrición vegetal suelen hacerse cuatro categorías:

1ª) Elementos principales en la fertilización

Nitrógeno, fósforo y potasio. Imprescindibles para el desarrollo vegetal y extraídos por las plantas en cantidades importantes. Las necesidades de los cultivos suelen aportarse mediante abonos o fertilizantes minerales que se calculan directamente en función de estas necesidades.

2ª) Elementos secundarios en la fertilización

Calcio, magnesio y azufre. Imprescindibles y extraídos, así mismo, en cantidades tan importantes, y a veces superiores, a la de los elementos principales. Sin embargo, las necesidades de los cultivos no suelen satisfacerse mediante dosis de abonos calculadas directamente, sino en función a otras enmiendas del suelo (orgánicas o calizas) o de fórmulas fertilizantes calculadas para los elementos principales.

3ª) Oligoelementos, microelementos o elementos traza, esenciales

Hierro, manganeso, cobre, cinc, molibdeno y cloro. Imprescindibles para el desarrollo vegetal pero absorbidos en cantidades tan pequeñas que justifican las denominaciones utilizadas para designarlos. Para que un elemento tenga el carácter de esencial, ha de reunir las siguientes condiciones (Miller, 1967):

- a) La ausencia del elemento origina daño o desarrollo anormal, impide que se complete el ciclo vital o causa la muerte a la planta.
- b) Ningún otro elemento puede sustituirle.
- c) Al realizar ensayos en gran número de plantas se comprueba que en todas ellas es indispensable.

4ª) Oligoelementos no esenciales

Sodio, cobalto, yodo, selenio, flúor, silicio, aluminio, arsénico, cadmio, titanio, vanadio, etc. Al menos 40 elementos se han encontrado en las plantas y, probablemente, se encontrarán aún más. Estos elementos son absorbidos en cantidades variables (sodio y silicio, en proporciones importantes en algunos casos), aunque, generalmente, pequeñas. El carácter



más significativo de estos elementos es que aún no se ha comprobado que reúnan las condiciones de esencialidad establecidas anteriormente.

6.3. FERTILIZACIÓN RAZONADA EN EL MAÍZ GRANO

INTRODUCCIÓN:

Tras la reforma de la P.A.C. 92, nos enfrentamos a un escenario de precios bajos para las cosechas pero con gastos altos, debidos, en gran medida, a un entorno económico caro (abonos, carburantes, seguros, fiscalidad, etc.) Aún entendiendo que la base del problema es fundamentalmente político o sociopolítico, no es menos cierto que queda algún margen de maniobra en cada explotación para reducir los costes de producción.

RAZONES ECONÓMICAS:

El abonado es uno de los principales gastos en el cultivo de maíz; representa alrededor de un 25% de los costes de cultivo. Son conocidos casos de sobrefertilización en los que se llega a 6 pts por kilo de maíz producido, lo que no es asumible en la situación actual.

El ahorro en fertilizantes resulta más interesante en la medida en que es uno de los más accesibles para cualquier explotación. Del resto de costes, o bien no parece posible realizar economías significativas o bien los ahorros se derivan de infraestructuras (secado en finca) o de un cambio en los sistemas de producción (reducción del laboreo). En el futuro, la utilización de semillas biotecnológicas reducirá los tratamientos fitosanitarios y el deshierbe, con ahorro de costes.

RESPUESTA DE LAS PLANTAS AL ABONADO:

Como se observa en la gráfica adjunta, las plantas no tienen una respuesta lineal al abonado, es decir, los aumentos de las cantidades de abono no se traducen siempre en incrementos de cosecha.

En la primera zona (zona de eficacia) estamos aprovechando bien las cantidades invertidas, hasta llegar al óptimo económico, que es el punto en el que el beneficio es mayor. A partir de ahí, el incremento del abonado no repercute en un aumento significativo de la cosecha, por lo que no es rentable.

En último caso, el exceso de fertilización nos lleva a disminuciones de rentabilidad, porque realizamos gastos suplementarios y las cosechas pueden incluso descender.

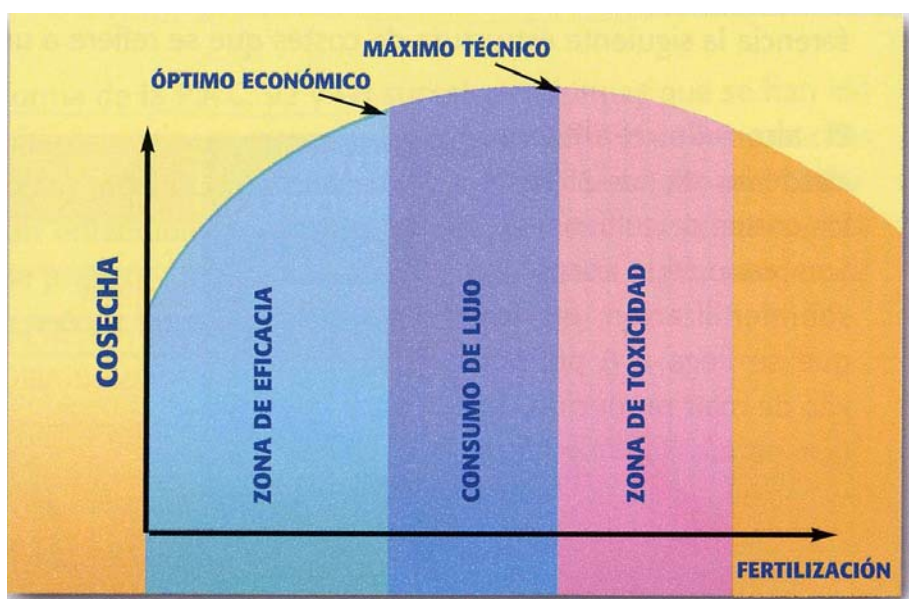


Figura VII.2
“Incremento de la cosecha en relación con la fertilización”
Catálogo NK (2.002), Maíz y Girasol, Ed. Syngenta Seeds S.A.

RAZONES MEDIOAMBIENTALES:

El exceso de nitratos y de fósforo causa problemas de contaminación sobre las aguas, directa o indirectamente. Esta contaminación puede producir daños sobre la salud humana, perjudicar los recursos vivos y el ecosistema acuático, y ocasionar molestias para otras utilidades legítimas de las aguas. Conviene destacar que el agricultor es también usuario a nivel profesional y personal, y no tiene ningún interés en producir efectos nocivos sobre el medio.

La Unión Europea aborda el problema impulsando las buenas prácticas agrarias, a través fundamentalmente de la directiva 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas. Entre los puntos clave de esta directiva está el establecimiento de un nivel tope de nitratos en el agua de unos 25 a 50 mg/l como máximo admisible.

A escala nacional, debe contemplarse el Real Decreto 261/1996 que delimita las zonas vulnerables, es decir, aquellas en las que se han sobrepasado los límites permitidos, para establecer las estrategias necesarias de recuperación. En estas zonas el abonado orgánico debe limitarse a 170 kg N/ha.

En la figura se observa que a partir de la dosis de abono óptimo, la planta no puede absorber las cantidades suplementarias que permanecen como residuo en el suelo. Debido a su

elevada solubilidad el nitrato residual pasará al agua del subsuelo (lixiviación) cuando se den condiciones de suelo saturado de agua por lluvia o por riego. También puede llegar a los cauces de agua por escorrentía superficial.

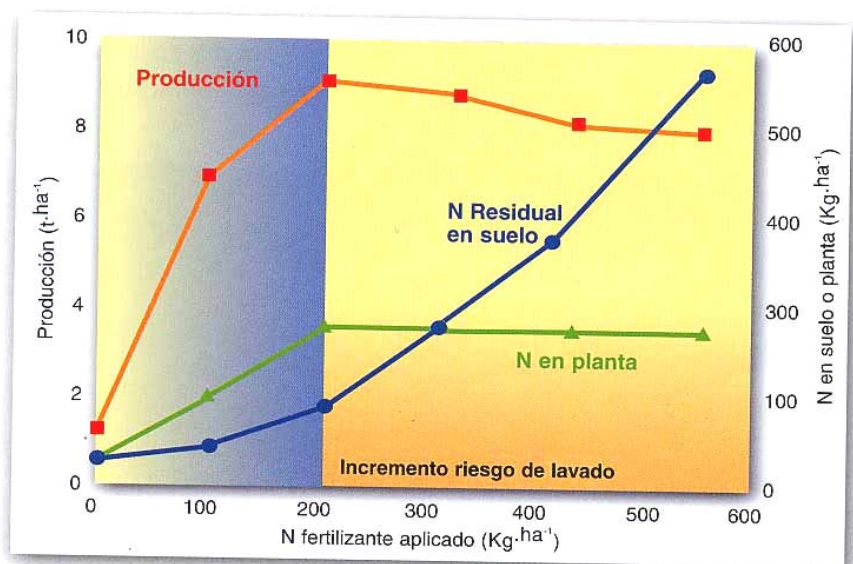


Figura VII.3
“Relación de líneas en el cultivo de maíz”
Catálogo NK (2.002), Maíz y Girasol, Ed. Syngenta Seeds S.A.

En las condiciones españolas, el riesgo de pérdidas por lixiviación es moderado, porque las lluvias son escasas y la evaporación es alta, lo que evita que existan excesos permanentes de agua de lavado potencialmente contaminante.

Con un buen manejo del riego podemos minimizar este riesgo; en aspersión debemos ajustar las dosis según la permeabilidad y la capacidad de retención del suelo, de forma que no exista agua que corra, ni agua de lavado. Si regamos en exceso, a demás de malgastar agua y energía, perdemos el abono que va disuelto en el agua.

La gestión del riego es más delicada en riegos a pie, porque no siempre podemos decidir el volumen de agua a emplear. En caso de tierras fuertes con buena capacidad de retención, no deben presentarse problemas excesivos, por el contrario, en suelos de texturas sueltas el agua de lavado puede representar porcentajes elevados.

En el maíz se produce un efecto muy positivo si enterramos los restos de cosecha. Estos restos ricos en carbono van a “capturar” el nitrógeno residual, evitando que sea lavado con las lluvias de otoño e invierno.



CICLO DEL NITRÓGENO EN LOS SUELOS AGRÍCOLAS:

El nitrógeno en el suelo está sujeto a un conjunto de transformaciones y procesos de transporte que se denominan ciclo del nitrógeno.

La mayor parte del nitrógeno es de origen orgánico. A través de una serie de transformaciones pasa a forma mineral, que es asimilable por la planta. Los dos pasos fundamentales son:

- Mineralización: se rompen las estructuras de la materia orgánica dando lugar a nitrógeno mineral en forma amoniacal (NH_4^+).
- Nitrificación: la forma amoniacal (NH_4^+), se transforma por la acción de bacterias en nítrica (NO_3^-), ambas son asimilables por la planta.

Bajo condiciones adecuadas, la nitrificación puede transformar del orden de 50 Kg al día; un abonado en forma amónica puede transformarse casi totalmente en nitrato en pocos días. Al ser absorbido por la planta, esta lo incorpora a sus tejidos en forma de proteína y otros compuestos nitrogenados, formando materia orgánica, cuyos residuos volverán a mineralizarse para ser reutilizados por los cultivos posteriores. Del total utilizado por la planta, sólo una parte llega al suelo después de la cosecha en forma de residuos (raíces, tallos y hojas), ya que otra parte se extrae del campo con la cosecha. Será necesario reponer las cantidades exportadas si se desea conservar un nivel apropiado de fertilidad.

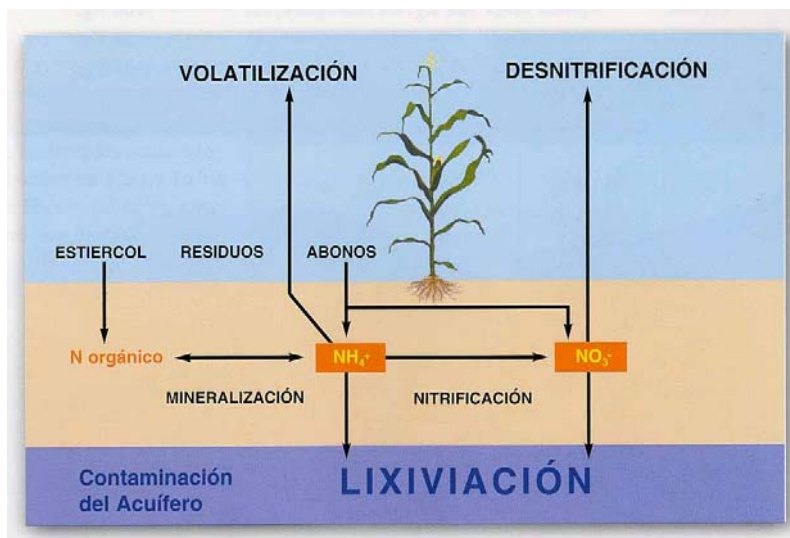


Figura VII.4
“Ciclo del nitrógeno en los suelos cultivados”
Catálogo NK (2.002), Maíz y Girasol, Ed. Syngenta Seeds S.A.

APORTES Y PÉRDIDAS DE NITRÓGENO:

1. Residuos de cosecha:

Los restos de cosecha son una fuente importante de materia orgánica fresca para incorporar al suelo. En el caso del maíz, por cada 10 toneladas de grano se producen 12 toneladas de residuo: paja, hojas, zuros y raíces.

Ocurre que los restos de cosecha son más ricos en carbono (celulosas) que en nitrógeno (proteínas) y se necesita un aporte extra de nitrógeno para descomponerlos. Sin aportes suplementarios, la paja de maíz tomará el nitrógeno residual del suelo, a razón de unos 50 kg/ha. Si no existe riesgo de lavado se recomienda aportar en este momento los 50 kg de N para acelerar el proceso de descomposición y no agotar las reservas.

2. Lluvia y agua de riego:

La lluvia contiene N en forma de amonio, nitratos y óxidos de nitrógeno, pero en cantidades modestas (de 5 a 15 kg N/ha y año).

El agua de riego, en cambio, puede ser una fuente muy importante de nitrógeno que debe considerarse para restarla del abonado mineral. Por ejemplo, concentraciones de 30 mg/l para un riego de 7000 m³/ha suponen un aporte de 45 kg de nitrógeno por hectárea.



3. Mineralización:

En el suelo se libera N mineral a partir de la materia orgánica. La velocidad del proceso depende de distintos factores; con humedad, temperatura alta y buena aireación el proceso se acelera. Para los regadíos españoles el ritmo de mineralización se sitúa en el 2 y 3% anual.

Así si un suelo medio (1,5% de m.o.) contiene unas 60 T de m.o./ha en la capa arable, las pérdidas anuales son del orden de 1,2 a 1,5 T/ha que liberan 60 kg de N.

4. Volatilización:

Existen pérdidas importantes de N por mineralización si no se incorporan al terreno los abonos nitrogenados en forma amónica (sobre todo a partir de pH 8 y en verano), porque pasan a amoníaco gaseoso.

Estas pérdidas pueden llegar al 40% si se deja en superficie, mientras que si se entierra inmediatamente no debemos temer sobrepasar el 5 o el 10%.

En cuanto a los estiércoles, dado que buena parte del nitrógeno es amoniacal, las pérdidas pueden también ser importantes si no se manejan adecuadamente.

5. Desnitrificación:

Las pérdidas por desnitrificación se producen por la conversión del nitrato en N gaseoso (N_2), o en óxido de nitrógeno, también gaseosos, que pasan a la atmósfera. Este fenómeno se da en condiciones de mucha humedad y falta de oxígeno, lo que obliga a ciertos microorganismos a emplear nitrato en vez de oxígeno para su respiración. En suelos de cultivo bien aireados las pérdidas no son significativas.



6. Lixiviación o lavado:

La lixiviación o lavado del nitrato es el arrastre del mismo por el agua del suelo que percola por debajo de la zona de las raíces. Este proceso es el que produce la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos.

Las pérdidas por lavado dependen fundamentalmente de las cantidades acumuladas en el suelo y no utilizadas por las plantas. El riesgo es mayor en suelos ligeros, pero con una buena gestión del riego, el fraccionamiento de las aportaciones y la elección del momento y el tipo de abono no debemos soportar pérdidas superiores al 20 % en ningún caso.

7. Arrastre con la escorrentía:

La escorrentía es el flujo del agua sobre la superficie del suelo, de modo que no se infiltra en el campo, sino que fluye hacia terrenos más bajos o cursos superficiales de agua. En general, las pérdidas son pequeñas, excepto cuando la escorrentía se produce poco después de un abono nitrogenado.

PRINCIPIOS DE FERTILIZACIÓN:

La fertilización consiste en aportar a la planta y/o al suelo la cantidad necesaria de nutrientes para alcanzar cosechas satisfactorias.

La experiencia ha llevado a definir una serie de leyes básicas, llamadas leyes de fertilización, que son la base de cualquier razonamiento de abonado.

Ley de las restituciones:

Para que un suelo no se agote debemos reintegrar los elementos fertilizantes que extraen las cosechas.

Es esencial diferenciar entre necesidades y extracciones. Si incorporamos la paja después de cosechar, se devuelve la mayor parte del fósforo y del potasio, quedando disponibles para el cultivo siguiente. Sólo debemos por tanto, reintegrar las extracciones de la cosecha.



Fósforo y potasio: ni se lavan ni se volatilizan significativamente, por lo que permanecen en el suelo a disposición de las plantas durante largos años. Un suelo “normal”, provisto de 200 ppm de potasio o de fósforo, tiene reservas necesarias para cubrir las necesidades de las plantas durante varios años sin realizar abonados. Se impone, pues, para fósforo y potasio, el llamado *abonado de restitución*; o sea, devolver al campo lo que la planta se ha llevado, sencillamente para que el nivel de nutrientes no descienda indefinidamente.

Nitrógeno: debe de estar disponible de forma inmediata para que la planta pueda completar su desarrollo, por lo que debemos satisfacer el conjunto de las necesidades anuales. Esto no quiere decir que toda esta cantidad deba provenir del abonado, sino que debemos realizar un balance en el que consideremos las pérdidas y ganancias:

$$\text{Fertilización nitrogenada} = \text{necesidades} + \text{pérdidas} - \text{ganancias}$$

Ley de los anticipos:

Los elementos fertilizantes deben aplicarse con anticipación para poder cubrir a tiempo las necesidades de los cultivos.

Es clave determinar qué es lo que significa “a tiempo”, ya que podemos cometer errores por demasiada anticipación o por demasiada tardanza.

En la tabla VII.4 se observa que hasta el estado de 8 hojas el maíz apenas consume elementos fertilizantes. Las cantidades necesarias se encuentran disponibles en cualquier suelo medianamente provisto sin necesidad de aplicar abonos químicos.



Tabla VII.4
“Consumos de fertilizantes por la planta de maíz”

	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
De emergencia hasta 8 hojas	2 %	1 %	4 %
De 8 hojas hasta el inicio de la floración	38 %	27 %	66 %
Hasta 15 días después de floración	47 %	46 %	30 %
Llenado de granos	12 %	26 %	0 %

Fuente: Bellido López, L. (1.991), “Cultivos herbáceos. Cereales”

En la figura adjunta, podemos seguir el ritmo de absorción del nitrógeno a lo largo del ciclo de cultivo. En floración el consumo es máximo hasta alcanzar 7 kg de N/ha y día. El 70% de las necesidades totales de nitrógeno se acumulan en tan solo un mes (15 días antes y 15 días después de la floración), siendo éste el periodo más crítico.

Vistas las pérdidas que pueden producirse y considerando el ritmo de absorción por la planta, se aconseja para suelos ligeros:

- Fraccionar los abonos nitrogenados para que estén a disposición en el momento deseado.
- No aportar más de 50-70 kg de nitrógeno en sementera. Las pequeñas plantas nunca van a aprovechar cantidades mayores en esta fase.

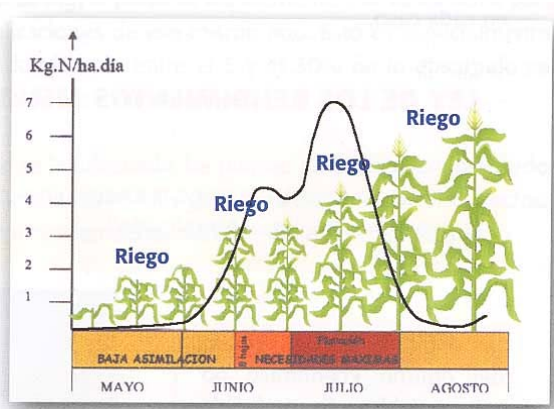


Figura VII.5
“Ritmo de absorción del nitrógeno a lo largo del ciclo de cultivo”
Catálogo NK (2.002), Maíz y Girasol, Ed. Syngenta Seeds S.A.

Ley del mínimo:

La cosecha viene determinada por el elemento que se presenta en menor cantidad relativa respecto a las necesidades del cultivo.

Por mucho que abonemos en un determinado elemento, la cosecha no será satisfactoria si no hemos cubierto las necesidades mínimas en el resto.

En sentido amplio, este mismo principio nos lleva a afirmar que si una parcela tiene unas determinadas limitaciones, bien de suelo, riego, clima o laboreo, no por abonar en exceso vamos a alcanzar grandes cosechas. El potencial de producción vendrá marcado por el factor más limitante en cada caso.

Ley de los rendimientos menguantes:

Cuanto más abonamos menores son los incrementos de cosecha en proporción al gasto realizado.

Las aportaciones por encima del óptimo económico no son rentables. Es preferible quedarnos ligeramente por debajo de la producción máxima si con ello realizamos un ahorro de costes significativo. En las condiciones españolas es raro obtener respuestas significativas por encima de los 250 Kg de nitrógeno aportados por hectárea.

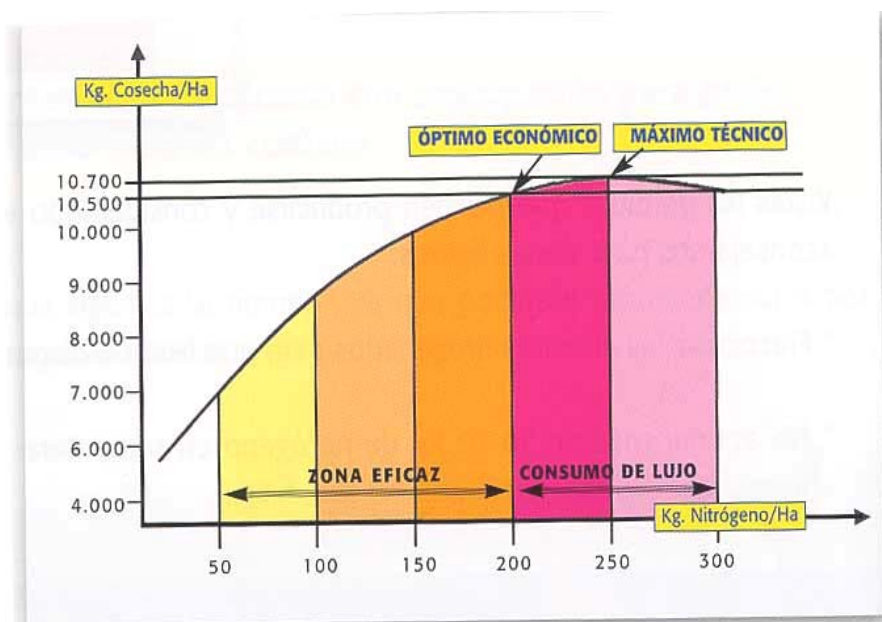


Figura VII.6
Ritmo de variación de los kg de cosecha con los kg de abonado
“Catálogo NK (2.002), Maíz y Girasol, Ed. Syngenta Sedes S.A.”

**Ley de las reservas:**

En un suelo fértil podemos obtener mejores cosechas con escaso abono que en un suelo pobre por mucho que abonemos.

No es suficiente compensar las deficiencias en elementos químicos, sino que debe prestarse la máxima atención a la fertilidad de los suelos, tanto desde el punto de vista de la materia orgánica como de la estructura.

En un suelo fértil con buena estructura, el reparto de los nutrientes es homogéneo y las raíces pueden explorar un perfil mayor de terreno. La mayor parte de los elementos, se absorben a partir de las reservas del suelo y no de las aplicaciones de ese mismo año. Esto es especialmente cierto en el caso del fósforo y el potasio donde solo entre el 5 y el 30% de lo absorbido se obtiene el abonado del año siendo el resto de reservas anteriores.

Si el suelo está compacto o su estructura no es la adecuada, las plantas no podrán explorar todo el terreno, pudiendo presentar carencias aunque los niveles generales del suelo sean correctos. Un laboreo eficaz es fundamental para el aprovechamiento máximo del abono empleado.

6.4. CÁLCULO DEL ABONADO**6.4.1. Producción esperada y tipo de cultivo:***a) Producción esperada:*

Para el cálculo del abonado debemos partir de la producción esperada en cada parcela. No debe caerse en el error de abonar de la misma forma en maíz de 8000 Kg/Ha que otro de 12000 kg/ha.

La forma más razonable de estimar el potencial de producción es calcular la media de las tres mejores cosechas sobre las 5 últimas. En nuestro caso como no hemos sembrado maíz durante los años precedentes, hacemos una estimación de unos 14000kg/ha de grano, ya que esta cantidad constituye el techo productivo en la zona.

b) Tipo de cultivo:

No debemos retirar los restos de cosecha del suelo, ni quemarlos, porque estamos empobreciendo el suelo en elementos fertilizantes.



En los casos en que la exportación sea obligada, caso del maíz ensilado o del aprovechamiento de la paja para el ganado, debemos realizar abonados suplementarios del orden de 30 kg/ha de fósforo y 160 de potasio, que a los precios actuales valen más de 48 €/ha.

6.4.2. Fertilización orgánica:

La materia orgánica del suelo cumple una función estructural y nutritiva, siendo un factor básico de fertilidad. Es fundamental conservar e incluso aumentar el nivel de m.o. hasta niveles suficientes. Se considera adecuado a partir del 2%, cifra que no se alcanza en la mayoría de los casos.

Hemos comentado que la m.o. se mineraliza a un ritmo del 2 al 3% anual. Si no se repone de alguna forma, el nivel desciende año tras año: en 15 años puede perderse hasta una tercera parte de la m.o. inicial.

En el maíz al retirar la paja estamos en este caso. Al enterrarla, en cambio, aportamos gran cantidad de m.o., lo que compensa buena parte de las pérdidas anuales por mineralización. El equilibrio se alcanza cuando las pérdidas son iguales a las aportaciones: podemos llegar al 1,4 - 1,5 % de m.o. simplemente enterrando los restos de cosecha.

Para alcanzar niveles del 2% será necesario acudir a otros aportes de m.o. o a estercoladuras de unas 10 T anuales (30 T cada 10 años). En la práctica, el manejo del estiércol es relativamente caro y no se justifica solo por la aportación de elementos fertilizantes, pero si valoramos la mejora de la estructura del suelo, la aplicación es absolutamente recomendable.

TIPOS DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS:

Los fertilizantes orgánicos más adecuados son los estiércoles y los purines, y en menor medida pueden considerarse los residuos urbanos e industriales; compost de basuras y lodos de depuradoras, que pueden presentar un elevado riesgo contaminante, por lo que sería imprescindibles analizarlos para conocer su composición.

- *Estiércol bovino:* mejora la estructura del suelo y su aportación de elementos fertilizantes es significativa. En cuanto al efecto nutritivo, podemos considerar una utilización del 50 % en el primer año, 35 % en el segundo y el 15 % en el tercero.



- *Estiércol ovino*: su efecto sobre la estructura del suelo es intermedio, pero es el más rico en elementos nutritivos, y la disponibilidad es también escalonada en tres años.
- *Gallinaza*: es un abono de composición muy variable y de eficacia inmediata, parecida a los de síntesis. El efecto estructural es prácticamente insignificante.
- *Purín de porcino*: la composición es muy variable. Son generalmente, ricos en nitrógeno y fósforo, en forma fácilmente asimilable. Las aportaciones de m.o. de un purín estándar, no son significativas, no contribuyendo por tanto a la mejora de la estructura física del suelo.

La buena gestión de los estiércoles y los purines obliga a razonar todo el proceso; almacenamiento y tratamiento, sistema de distribución, cantidad aplicada, momento de aplicación, riqueza nutritiva, incorporación al terreno etc.

La materia orgánica (m.o.) existente en el suelo tiene su origen en la descomposición de los restos animales y vegetales. La velocidad de descomposición de los restos animales y vegetales viene marcada por la propia naturaleza de los restos y por la relación carbono/nitrógeno del suelo. Sabemos que un porcentaje adecuado de m.o. es muy importante para el desarrollo del cultivo; pero es aún más importante mantener un buen ritmo de mineralización (relación $\frac{C}{N} \cong 10$), aunque la cantidad de m.o. del suelo no sea elevada. Por este motivo nosotros vamos a intentar mantener la relación $\frac{C}{N} \cong 10$ y subiremos el nivel de m.o. de nuestro suelo al 2,4 %.

Importancia de la m.o.

- Mejora la textura del suelo.
- Favorece la estructura del suelo (al existir elementos cementantes se favorece la formación de agregados).
- Aumenta la capacidad de retención de agua.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
- Es una fuente de reserva alimenticia para la planta.



- Regula el fósforo y el potasio al retrasar su retrogradación.
- Es una fuente de gas carbónico (solubiliza).
- Favorece la acción de los abonos minerales
- Favorece y aumenta la diversidad de especies microbiológicas (microorganismos).
- Estimula el crecimiento de los vegetales.
- Aminora los efectos de los agentes tóxicos.
- Aumenta la absorción solar del suelo al darle una coloración más oscura (cama caliente).
- Aumenta la resistencia del suelo a la erosión.
- Facilita el laboreo.
- En definitiva se puede decir que la m.o. mejora las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo.

El contenido en materia orgánica de nuestro suelo es de 1,9 %. Este contenido en materia es un poco escaso para el cultivo del maíz y decidimos aumentarlo hasta el 2,4 %. Para calcular la cantidad de estiércol que es necesario aportar, nos basamos en la tabla siguiente según Wolff (Pedro Urbano Terrón 1999), adoptando para los cálculos el valor medio:

Tabla VII.5
"Composición media de diversos estiércoles según Wolf"

Estiércol	H ₂ O (%)	N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)	CaO(%)
Caballo	713	5,8	2,8	5,3	2
Vaca	775	3,4	1,6	4,0	3
Oveja	646	8,3	2,3	6,7	3
Cerdo	724	4,5	1,9	6,0	0,8
Valor medio	750	5	1,5	6	2,2

Fuente: Urbano Terrón (1.999) "Tratado de Fitotecnia General"

La velocidad de descomposición de la materia orgánica depende de su composición y del clima. Así, en nuestras condiciones de clima, podemos tener en cuenta la siguiente regla: tras el aporte de la materia orgánica, el primer año se descompone un 50 %, el segundo año se descompone un 35 % y el tercer año se descompone el 15 % restante.



Calculamos en primer lugar el peso del suelo de la capa arable en el que vamos a realizar la aportación del estiércol (profundidad = 30cm y densidad aparente = $1,3 \frac{T}{m^3}$):

$$10^4 \frac{m^2}{ha} \cdot 0,3m \cdot 1,3 \frac{T}{m^3} \cdot 1000 \frac{kg}{T} = \mathbf{3900000 \text{ kg suelo/ha}}$$

Calculamos en segundo lugar el peso de la materia orgánica que contiene el suelo; sabiendo que ésta se encuentra en un porcentaje del 1,9 %:

$$3900000 \text{ kg suelo/ha} \cdot \frac{1,9}{100} = \mathbf{74100 \text{ Kg m.o./ha}}$$

En tercer lugar calculamos la cantidad de nitrógeno que tiene esa m.o. teniendo en cuenta que por término medio la materia orgánica contiene un 5 % de nitrógeno:

$$74100 \text{ kg m.o./ha} \cdot \frac{5}{100} = \mathbf{3705 \text{ kg nitrógeno/ha}}$$

En cuarto lugar calculamos la cantidad de nitrógeno que se mineraliza quedando a disposición del cultivo. Como la finca está situada en C.R. (meseta sur) y es de regadío, podemos adoptar una velocidad de mineralización de la m.o. $K_2 = 2 \%$ anual:

$$3705 \text{ kg nitrógeno/ha} \cdot \frac{2}{100} = \mathbf{74,1 \text{ kg nitrógeno mineralizado}}$$

A continuación vamos a realizar un balance de pérdidas y ganancias de nuestro suelo a lo largo de un año normal de cultivo. De esta forma podremos averiguar si con el transcurso del monocultivo de maíz el suelo aumentará su porcentaje de m.o. o por el contrario la práctica agrícola hará disminuir la m.o.:

$$\left\{ \begin{array}{l} G > P \rightarrow \text{Balance positivo} \\ G < P \rightarrow \text{Balance negativo} \\ G = P \rightarrow \text{Balance equilibrado} \end{array} \right.$$

**Evaluación de las pérdidas (P):**

$$P = m.o. \cdot K_2 = 74100 \text{ kg m.o./ha} \cdot \frac{2}{100} = 1482 \text{ kg m.o./ha}$$

$$m.o. = 3900000 \text{ kg suelo/ha} \cdot \frac{1,9}{100} = 74100 \text{ kg m.o./ha}$$

K_2 : Velocidad de mineralización de la m.o. (2 % en nuestras condiciones de clima)

Evaluación de las ganancias (G):

$$G = M.S. \cdot K_1 = 3900 \text{ kg m.s./ha} \cdot 0,25 = 975 \text{ kg m.o./ha}$$

M.S.: materia seca que entierro en seco (según Henin la cantidad de humus formado por los residuos del cultivo de maíz enterrando las cañas es de 5 T de m.s./ha; estas cantidades corresponden a las variedades tradicionales de altura elevada. Como nuestra variedad, Tundra, es de media altura, tomaremos el valor de 3900 T de m.s./ha supuesto que no disponemos de la relación G/T/R para realizar el cálculo exactamente).

K_1 : coeficiente isohúmico; cantidad de humus que puede formarse a partir de 1 kg de materia seca (según Gros y Henin los residuos secos de cosecha generan de 0,1 a 0,25 kg de m.s.).

Como $G < P \rightarrow$ Balance negativo

Por lo tanto deberemos de realizar una enmienda orgánica de enriquecimiento para elevar el nivel de materia orgánica al 2,4 % y otra de mantenimiento para mantener el nivel deseado de m.o.

**1º) Enriquecimiento:**

La dosis de enriquecimiento para elevar el nivel de materia orgánica (ΔMO) se calcula por la siguiente expresión:

$$\Delta MO = 10^4 \cdot p \cdot d_a \cdot \frac{(mo_f - mo_i)}{100}$$

siendo:

P = profundidad del suelo considerada, en metros.

d_a = peso específico aparente, en T/m³.

mo_i = porcentaje de materia orgánica inicial.

mo_f = porcentaje de materia orgánica final.

$$\Delta MO = 10000 \cdot 0,3 \cdot 1,3 \cdot \frac{2,4 - 1,9}{100} = 19,5 \text{ T/ha}$$

$$\Delta MO = 19000 \text{ kg/ha.}$$

El valor húmico según Hebert (1957), se estima para un estiércol bien descompuesto en el 10% de su peso fresco (20 a 25% de materia seca y coeficiente isohúmico de 0,4 a 0,5), es decir: *cada tonelada de estiércol natural podrá generar del orden de 100 kg de humus*, con lo cual la cantidad de estiércol que habrá que aportar será 190000 kg/ha en 20 años en que se estima la vida útil del proyecto; lo cual quiere decir que vamos a tener que aportar 9500 kg/ha y año.

Tabla VII.6

“Aportaciones de nutrientes al suelo por el estiércol dependiendo del año”

(aportación de 9500 kg/ha y año durante 20 años para enriquecer hasta 2,4 % de m.o.)

Nutriente	1 ^{er} año(50 %)	2ºaño(35 % + anterior)	3 ^{er} año(15 % + anterior)
N(5‰)	23,75 kg	40,375 kg	47,5 kg
P(1,5‰)	7,125 kg	12,112 kg	14,25 kg
K(6‰)	28,5 kg	48,45 kg	57 kg

**2º) Mantenimiento:**

La cantidad de m.o. que hay que aportar cada año al cultivo para restablecer las pérdidas durante el cultivo se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{M.O.} = G - P = 975 \text{ kg/ha y año} - 1482 \text{ kg/ha y año} = - 507 \text{ kg m.o./ha y año}$$

Esto nos indica que un año normal de cultivo las pérdidas superan a las ganancias. Por lo tanto debemos de restablecer el nivel de m.o. del suelo aportando 507 Kg m.o./ha y año; en consecuencia deberemos aportar 5070 kg estiércol/ha y año.

Tabla VII.7

“Aportaciones de nutrientes al suelo por el estiércol dependiendo del año”
(aportación de 5070 kg/ha cada año de cultivo para restablecer las pérdidas de m.o.)

Nutriente	1 ^{er} año(50 %)	2ºaño(35 %+anterior)	3 ^{er} año(15 % + anterior)
N(5‰)	14,175 kg	23,05 kg	25,35 kg
P(1,5‰)	3,8 kg	6,46 kg	7,60 kg
K(6‰)	15,21 kg	25,85 kg	30,42 kg

Tabla VII.8

“Aportaciones de nutrientes al suelo por el estiércol dependiendo del año”
(aportación de 14570 kg/ha cada año de cultivo; suma de enriquecimiento + mantenimiento)

Nutriente	1 ^{er} año(50 %)	2ºaño(35 % + anterior)	3 ^{er} año(15 % + anterior)
N(5‰)	36,43 kg	61,92 kg	72,85 kg
P(1,5‰)	10,93 kg	18,57 kg	21,85 kg
K(6‰)	43,71 kg	74,31 kg	87,42 kg



6.4.3. Abonado inorgánico

Para el cálculo del abonado inorgánico lo primero que hay que considerar es la producción que se desea obtener, en este caso al tratarse de un cultivo de maíz en regadío consideraremos 14000 kg/ha, ya que es el techo productivo de la zona; en función de esta producción haremos el programa de fertilización.

Las extracciones N-P-K del maíz para 1000 kg/ha de grano oscilan entre:

22 – 26 unidades de N.

10 – 12 unidades de P.

18 – 22 unidades de K.

Al tener la parcela un buen suelo de regadío con excelente textura, estructura y pH para el cultivo de maíz, y además se realizará una enmienda orgánica para elevar el contenido de m.o. al 2,4 %, se considera suficiente con que el abonado inorgánico restituya el valor más bajo de las extracciones del cultivo. Adoptamos pues las siguientes extracciones de N-P-K: 22-10-18.

$14 (22-10-18) = 308 - 140 - 252$ Estas son las extracciones del cultivo para obtener una producción de grano de 14000 kg/ha.

- Nitrógeno: a la hora de calcular las unidades de nitrógeno que debemos proporcionar al cultivo, vamos a considerar únicamente el aporte de N por el abonado orgánico; regalamos al cultivo el nitrógeno procedente de la mineralización de la materia orgánica, de la lluvia y del agua de riego. Si por cada 1000 kg/ha de grano se extraen 22 kg de nitrógeno, para conseguir una producción de 14000 kg/ha habrá que aportar 308 kg/ha.

Tabla VII.9
“Necesidades de nitrógeno (kg/ha).”

NITRÓGENO	Necesidades – M.O. (enriquec. + manten.)	Necesidades totales
1 ^{er} año	308 – 36,43	271,57
2 ^o año	308 – 61,92	246,08
3 ^{er} año y sucesivos	308 – 72,85	235,15



- Fósforo: el nivel de fósforo según el método Olsen es alto (ver anejo III), por lo que sólo habrá que aportar las extracciones. Por cada 1000 kg/ha de grano que se cosechan se extraen 10 kg/ha de fósforo; por lo tanto para obtener una producción de 14000 kg/ha habrá que aportar 140 kg/ha.

Tabla VII.10
“Necesidades de fósforo (kg/ha).”

FÓSFORO	Necesidades – M. Orgánica	Necesidades totales
1 ^{er} año	140 – 10,93	129,07
2 ^o año	140 – 18,57	121,43
3 ^{er} año y sucesivos	140 – 21,85	118,14

- Potasio: el nivel de potasio en el suelo es normal (ver anejo III), por lo que sólo habrá que aportar las extracciones. Si por cada 1000 kg/ha de grano se extraen 18 kg/ha de potasio, para obtener una producción de 14000 kg/ha habrá que aportar 252 kg/ha.

Tabla VII.11
“Necesidades de potasio (kg/ha).”

POTASIO	Necesidades – M. Orgánica	Necesidades totales
1 ^{er} año	252 – 43,71	208,29
2 ^o año	252 – 74,31	177,69
3 ^{er} año y sucesivos	252 – 87,42	164,58

Resumiendo tenemos:

Tabla VII.12
“Resumen de necesidades (kg/ha).”

NECESIDADES	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
1 ^{er} año	271,57	129,07	208,29
2 ^o año	246,08	121,43	177,69
3 ^{er} año y sucesivos	235,15	118,14	164,58



El fósforo y el potasio lo vamos a aplicar todo en sementera ya que son poco móviles en el suelo. El nitrógeno, por el contrario, lo aplicamos mitad en sementera y la otra mitad en tres coberteras.

6.4.3.1. Abonado de fondo o sementera

Aportamos todo el fósforo, todo el potasio y la mitad del nitrógeno.

Tabla VII.13
“Resumen de necesidades en sementera (kg/ha).”

NECESIDADES	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
1 ^{er} año	135,78	129,07	208,29
2 ^o año	123,04	121,43	177,69
3 ^{er} año y sucesivos	117,57	118,14	164,58

Elegimos abonos simples para el abonado de fondo; ya que ningún complejo existente en el mercado se adapta bien a las necesidades del cultivo.

Los aportes anuales son los siguientes:

1^{er} año:

N → 300 kg de urea(46% de N)/ha.

P → 280 kg de superfosfato(46% de P_2O_5)/ha.

K → 420 kg de sulfato potásico(50% de K_2O)/ha.

2^{er} año:

N → 270 kg de urea(46% de N)/ha.

P → 265 kg de superfosfato(46% de P_2O_5)/ha.

K → 355 kg de sulfato potásico(50% de K_2O)/ha.

**3^{er} año y sucesivos:**

N → 255 kg de urea(46% de N)/ha.

P → 260 kg de superfosfato(46% de $P_2 O_5$)/ha.

K → 330 kg de sulfato potásico(50% de $K_2 O$)/ha.

Tras la aplicación del abonado de fondo quedan cubiertas las necesidades de fósforo, potasio y la mitad de las de nitrógeno; por lo tanto habrá que aportar un abonado de cobertera que cubra las necesidades restantes de nitrógeno.

Las necesidades anuales son las siguientes

1^{er} año:

N → 135,78 kg de N/ha.

2^{er} año:

N → 123,04 kg de N/ha.

3^{er} año y sucesivos:

N → 117,57 kg de N/ha.

6.4.3.2. Abonado de cobertera

El abonado de cobertera se va a aplicar mediante fertirrigación con riego por goteo. Se van a realizar tres aportaciones para optimizar el aprovechamiento del nitrógeno por parte de la planta; ya que estas se realizan en los momentos de máximas exigencias:

- Primera: cuando la planta alcance los 25 cm (50 %).
- Segunda: después de aparecer los penachos (25 %).
- Tercera: después de la fecundación (25 %).



Las unidades de fertilizante (U.F.) se van a aportar en forma de solución nitrogenada al 20 % de nitrógeno (N-20).

Los aportes anuales son los siguientes:

1^{er} año: aplicación de 135,78 U.F./ha

Tabla VII.14
“Aportación de solución nitrogenada (N-20).”

Aportación	Solución nitrogenada (N-20)	
	U.F./ha	l/ha
1 ^a (50 %)	67,89	340
2 ^a (25 %)	33,94	170
3 ^a (25 %)	33,94	170

2^o año: aplicación de 123,04 U.F./ha

Tabla VII.15
“Aportación de solución nitrogenada (N-20).”

Aportación	Solución nitrogenada (N-20)	
	U.F./ha	l/ha
1 ^a (50 %)	61,52	310
2 ^a (25 %)	30,76	155
3 ^a (25 %)	30,76	155

**3^{er} año y sucesivos:** aplicación de 117,57 U.F./ha

Tabla VII.16
 “Aportación de solución nitrogenada (N-20).”

Aportación	Solución nitrogenada (N-20)	
	U.F./ha	l/ha
1 ^a (50 %)	58,78	300
2 ^a (25 %)	29,39	150
3 ^a (25 %)	29,39	150

6.4.3.3. Fertilización en microelementos

La fertilización en microelementos es también importante, ya que pueden ser limitantes para obtener rendimientos elevados. Se consideran fundamentales el hierro, cobre, boro, magnesio, zinc, y el manganeso.

En la práctica no es muy frecuente observar carencias severas. En el anejo VI se muestran los síntomas que son más llamativos y que se identifican más claramente.

Debemos realizar análisis de suelo o foliares, para detectarlas a tiempo y aplicar los correctores correspondientes.

A modo de orientación, a la hora de realizar el abonado, podemos tener en cuenta la siguiente tabla:

Tabla VII.17
 “Correspondencia de estados fenológicos”

Estado fenológico	Duración del estado	Periodos
Establecimiento del cultivo	25 días	5/5 al 30/5
Periodo vegetativo	54 días	31/5 al 24/7
Floración	18 días	25/7 al 12/8
Formación de la cosecha	25 días	13/8 al 6/9
Maduración	26 días	7/9 al 3/9

La tabla anterior es meramente indicativa, ya que lo único que se pretende es ver más o menos en que estado fenológico se encuentra el cultivo dependiendo de la fecha.



7. CALENDARIO DE CULTIVO

En esta parcela vamos a establecer un monocultivo de maíz a lo largo de 20 años. Sería conveniente cada cierto tiempo poner un cultivo diferente, pero año tras año vamos a sembrar maíz para comprobar así la rentabilidad de éste en monocultivo.

Tabla VII.18
“Correspondencia de estados fenológicos”

N	D	E	F	M	A	M	J	JL	A	S	O
Alzar vertedera	Estercolar			Binar con cultivador	Terciar con cultivador	Sembrar	A. Cobert.	A. Cobert.	Riegos	Riegos	Recolec.
	G.D.				A. Fondo	Rular	Herbic. 2	Riegos			
					G.D.	Herbic. 1	Riegos				
					C+R						

Para el monocultivo de maíz

- Alzar con vertedera a últimos de noviembre para enterrar los restos de cosecha.
- Aportar el estiércol (enmienda orgánica: enriquecimiento + mantenimiento) a mediados de diciembre y enterrar con grada de discos.
- Binar con cultivador a primeros de marzo.
- Terciar con cultivador a primeros de abril.
- Aportar el abono de fondo y enterarlo con la grada de discos a últimos de abril; a continuación se prepara la cama de siembra empleando el cultivador con rastra.
- Se siembra el 5 de mayo y a continuación se rula para mejorar la adhesión de la semilla al suelo.



- Los tratamientos herbicidas son los que normalmente se realizan en la nuestra zona:
 - Realizaremos un primer tratamiento herbicida en pre-emergencia contra monocotiledóneas después de la siembra (a primeros de mayo), pulverizando con simazina 25% + atrazina 24% a razón de 3 l/Ha (nombre comercial del producto: *Bellater*).
 - Si es necesario se realizará a mediados de junio un segundo tratamiento herbicida, en pos-emergencia del cultivo. Éste va dirigido a eliminar malas hierbas dicotiledóneas como el cenizo (*Chenopodium album*). Emplearemos en este caso paraquat, a razón de 2,5 l/ha.
- Las aplicaciones del abonado de cobertera (solución nitrogenada al 20%), se van a realizar según las necesidades del cultivo, fraccionándose en tres aplicaciones repartidas entre los siguientes estados fenológicos: cuando la planta alcance los 25 cm de altura, después de la aparición de los penachos y después de la fecundación (estos periodos corresponden desde primeros de junio hasta mediados de julio).
- Los riego serán obligatorios los meses de junio, julio y agosto. Dependiendo de la climatología con que venga el año, quizá sea aconsejable dar algún riego de nascencia en el mes de mayo. Como se cosecha el 25 de octubre, lo más normal es que los riegos se mantengan hasta mediados de septiembre para permitir que el secado sea el mayor posible.