

MANEJO INTEGRAL DEL CULTIVO DE MAIZ MECANIZADO

En los últimos años es frecuente trabajar los cultivos según especialidades (edafólogos, entomólogos, fitomejoradores, fitopatólogos, etc.), hasta el punto que el manejo integral de todas las disciplinas se ha perdido.

Como ejemplo, está el manejo integrado de plagas, cuya filosofía es que ninguna disciplina es más importante que otra, todas deben aplicarse y establecerse una correlación entre ellas. Esto significa que al momento de tomar una decisión en el campo debe tenerse un consenso de los especialistas,

rendimiento, buena estabilidad genética, buena adaptación a la zona (que no interactue con los diferentes ambientes) y tolerancia a las enfermedades más comunes de la región.

Todos los años el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá realiza ensayos en distintos áreas del país, para evaluar los cultivares que son introducidos por las distintas casas comerciales, así como los que se generan en la institución. En el Cuadro 2 se resumen las principales características agronómicas de los

B. PREPARACION DEL TERRENO Y SIEMBRA DEL CULTIVO DE MAIZ

Existen tres tipos o métodos de preparación del suelo para las siembras comerciales del cultivo de maíz. La elección de la más adecuada dependerá de las condiciones de topografía y tipo de suelo del campo a cultivar, considerando las ventajas así como inconvenientes. El aplicar alguno de ellos bajo las condiciones no adecuadas del terreno, acarreará grandes perjuicios y pérdidas al productor.

1. Labranza Convencional

Cuando el terreno es plano, no erosionable, muy compactable, y cuando la disponibilidad del tiempo, de energía y de capital no constituyan un impedimento, se puede preparar el suelo en forma convencional. En este sistema se remueve toda la superficie del suelo incorporando el mantillo de la superficie, con el uso del arado y de una rastra liviana (Barnett, 1989).

En los últimos años el uso del arado ha sustituido con un pase de semi-roma, con posteriores pases de rastra liviana. La preparación se realiza en los meses de junio o julio. Con el arado o la semi-roma puede hacerse dos pases a 20 ó 30 cm de profundidad, con un intervalo de 15 días entre cada uno. La profundidad de la rastra debe estar entre 15 a 20 cm. Para completar la preparación es necesario realizar de dos a tres pases de una rastra, procurando que el último se haga un día antes o en el momento de la siembra y en el mismo sentido de ésta.

2. Labranza de Conservación

En este sistema o secuencia de operaciones es menor la pérdida de suelo o agua, en comparación al sistema convencional. Con su uso se cumplen los objetivos de corto y largo plazo con un número mínimo de operaciones incluyendo, por definición, sistemas que van desde la Labranza Cero hasta Labranza Mínima (Barnett, 1989). Además, en este

tipo de labranza el mantillo o rastrojo superficial debe estar presente, ya que, el mismo juega un papel importante para reducir las pérdidas de suelo y agua.

A) Labranza Mínima

En este tipo de labranza se consideran todas aquellas que incluyen una o más operaciones mecánicas sin incorporación total del rastrojo o residuo superficial. La Semi-Roma se utiliza en el mes de julio, para incorporar (20 a 30 cm de profundidad) o destruir parcialmente la maleza presente en el terreno. Luego de 10 a 15 días antes de la siembra se aplica un herbicida quemante para el control de la maleza que nace desde el pase de la Semi-Roma hasta el momento de aplicar los herbicidas.

b) Labranza Cero

Con esta labranza sólo se prepara una franja angosta, o corte hecho por los discos de la máquina sembradora o por la punta de un palo o coa. Una semana antes de la siembra, el terreno es quemado químicamente con un herbicida del tipo quemante como lo es el glifosato (0.82 a 1.64 kg i.a./ha). Si la maleza sobre el terreno sea más alta que un metro, debe ser chapeada de manera manual (machete) o mecánica (chapeadora).

C. SIEMBRA

Una vez se tiene preparado el suelo, el siguiente paso es la siembra de la parcela seleccionada. Esta actividad debe ser considerada como una de las más importantes. Cada uno de los detalles se tiene que tomar con mucho cuidado, ya que, de él depende el éxito futuro del resto del cultivo. Entre las consideraciones que se tienen que tomar para la siembra están la época, la densidad y la profundidad del grano.

1 Época de Siembra

La época de siembra del cultivo de maíz varía de acuerdo con la Región. En nuestro país debe realizarse dentro de las fechas que se recomiendan a continuación:

a) Caisán

En esta área las siembras deben realizarse en los meses de abril y mayo, sin embargo, es mejor realizarlas tan pronto se regularicen las lluvias.

b) Darién

En esta región se realizan siembras tanto de primera coa (abril-mayo) como en la segunda coa (agosto-septiembre)

c) Barú

De acuerdo al régimen de lluvias predominante en esta región se recomienda realizar las siembras entre los meses de septiembre a octubre.

d) Azuero

Los estudios realizados durante los últimos años indican que las siembras deben realizarse entre el 15 de agosto al 15 de septiembre. Siembras antes de esta fecha son afectadas severamente por la enfermedad conocida como Achaparramiento (Gordón *et al*, 1995a). Mientras que siembras realizadas posterior al 15 de septiembre corren el riesgo que la fase de llenado de grano sufra severo estrés de humedad por la escasez de lluvia en los meses de noviembre y diciembre.

2. Densidad de Siembra

La tolerancia a densidad de los de los cultivares modernos ha sido una de las causas del aumento en rendimiento (Pandey y Gardner, 1992, Fischer y Palmer, 1984). Densidades bajas de plantas

son una de las razones fundamentales de los bajos rendimientos de maíz encontrados en los trópicos (Bolaños y Barreto, 1991; Bolaños *et al*, 1993).

La densidad ideal en la cosecha para un cultivar, es aquella que produce el mayor rendimiento de grano cuando el cultivo se desarrolla en condiciones favorables (sin limitaciones de suelo y clima), situación poco frecuente en los campos de productores. Por consiguiente, aquella densidad que produce el mayor rendimiento de grano en campos de agricultores bajo las variantes anuales de clima y manejo del cultivo, será diferente a la ideal.

Se ha comprobado que una reducción del 30% de la densidad de plantas por debajo de la población ideal sólo reduce los rendimientos en alrededor del 5% en años buenos y esa densidad menor aumenta los rendimientos cuando se presentan factores desfavorables. En consecuencia, las densidades recomendadas por lo general están un 20-30% por debajo de la densidad ideal.

Si la sequía es frecuente en una región, es conveniente reducir las densidades recomendadas aún más del 30% con respecto a la ideal, para que se incremente la cantidad de agua disponible para cada planta. En zonas semiáridas, el riesgo de fracaso del cultivo aumenta a medida que aumenta la densidad. Si la densidad se ajusta debido a la sequía, es preciso considerar que el control de malezas debe atenderse, ya que una menor población de maíz proyecta menos sombra (Lafitte, 1994).

Una vez se haya decidido la densidad recomendada, es necesario calcular las pérdidas esperadas desde la siembra a la cosecha para obtener la tasa de siembra recomendada; esto es, se comparará la densidad de cosecha en la zona con el número de semillas que siembra el agricultor. En muchos ambientes, la pérdida de plantas desde la siembra a la cosecha es de alrededor del 20%. La densidad recomendada se divide por uno menos el porcentaje de pérdidas (1-% de pérdidas) para obtener la tasa

recomendada de siembra. Por ejemplo, si se cultiva un material con una densidad de siembra ideal de 85,000 plantas/ha, la densidad recomendada para los campos de agricultores podría ser:

$$DSR = DSI \text{ (DSI x Porcentaje de pérdidas)}$$

en donde:

DSR = Densidad Siembra Real

DSI = Densidad de Siembra Ideal

Remplazando del ejemplo anterior:

$$85,000 - (85,000 \times 0.30) = 59,500 \text{ plantas/ha}$$

Sin embargo, se espera que alrededor del 20% de las plantas se perderán entre la siembra y la cosecha a causa del ataque de insectos y enfermedades. La tasa recomendada de siembra es entonces:

$$TRS = DSR / (1 - \% \text{ pérdidas por plagas})$$

en donde:

TRS = Tasa de Siembra Recomendada

Remplazando del ejemplo anterior:

$$59,500 \div (1 - 0.20) = 74,375 \text{ semillas/ha}$$

Si hay 2,300 semillas en una libra, entonces esa tasa de siembra equivale a 32.3 lb semilla/ha.

Como resultado de estudios realizados en los últimos años en la región de Azuero, se conoce que las poblaciones de plantas que optimizan el rendimiento de grano son de 5.7 a 7.5 plantas/m² (57 a 75 mil plantas/ha) (Gordón *et al.*, 1996, 1997, 1999, 2000a).

Las distancias entre hileras para alcanzar las poblaciones óptimas, deben ajustarse de acuerdo a las labores que se realicen después de la germinación del maíz y del tipo del suelo. Las distancias entre hileras recomendadas están entre 75 a 90 cm. La distancia entre plantas por hectárea dependerá de la distancia entre hileras.

En el Cuadro 3 se muestran las distancias entre hileras y plantas dentro del sureo para obtener las diferentes poblaciones de plantas por hectárea.

Cuadro 3. Densidad de plantas resultante de la combinación de distancias entre plantas y surcos para optimizar el rendimiento de grano.

No Plantas/ha	Distancia entre surcos (cm)		
	75	80	90
	Distancia entre plantas (cm)		
65,000	20	19	17
60,000	22	21	18
57,000	23	22	19

3. Profundidad de Siembra

Si las labores de preparación no se hacen adecuadamente pudiesen presentarse los siguientes tipos de problemas:

a) La inadecuada preparación de la tierra, con presencia de terrones o encostramiento que impiden sembrar a una profundidad uniforme o, incluso, obstaculizan la germinación:

b) La preparación de la tierra con demasiada anticipación de la siembra o de manera desuniforme por lo que la maleza se desarrolla con ventaja sobre el cultivo; y

c) la colocación de las semillas a una profundidad inadecuada (muy profunda o superficial).

La preparación de la tierra se realiza prioritariamente para implantar una estructura favorable en el suelo para el desarrollo del cultivo, incorporar residuos y combatir malezas y enfermedades. En muchas zonas la estructura del suelo permite un buen desarrollo del cultivo sin necesidad de labranza, siempre que la maleza se controle con otros métodos. Los residuos se pueden dejar en la superficie del suelo si no interfieren con las operaciones de campo.

Cuando un suelo está correctamente preparado permite colocar la semilla a la profundidad correcta y proporciona un buen contacto entre ésta y el suelo. La profundidad correcta es suficientemente honda para que la semilla absorba el agua, esté protegida de la desecación y los pájaros y no germine con lluvias ligeras, pero no tan profunda que la plántula no pueda alcanzar la superficie antes de agotar sus reservas de alimentos o ser atacada por insectos o enfermedades del suelo. La profundidad de siembra adecuada para el maíz de tierras tropicales bajas es en general de 5 a 7 cm, pero puede ser de hasta 10 cm cuando la semilla es grande y sana (Lafitte, 1994).

4. Tratamiento de la Semilla

El garantizar la población adecuada o recomendada de plantas en el terreno resulta una de las labores más importantes en la actividad del cultivo de maíz. Al inicio del desarrollo de la semilla existen muchos factores que pueden causar la muerte a las plántulas. El ataque de pájaros, daños por hormigas a las semillas, el daño causado por distintos tipos de insectos a las plántulas (gallina ciega, gusano de alambre, etc.) y el daño por el complejo de hongos del suelo, causan una merma considerada en la población inicial del cultivo.

Generalmente toda la semilla que se comercializa en Panamá viene tratada con algún fungicida, lo cual la protege de los daños causados por los hongos. Para protegerla de las otras plagas (insectos y pájaros) es necesario el tratamiento de las mismas con algún insecticida.

Estudios realizados por Gordón indican que el tratamiento de las semillas protege al cultivo entre 20 a 25 días después de la siembra. Entre los insecticidas que se pueden utilizar para tratar la semilla están el furatiocarb y tiodicarb (Promet y Futur 300 SC o Semevin, respectivamente) a razón de 20 cc del producto comercial por kilogramo de semilla.

D. MANEJO DE LA FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE MAIZ

1. Requerimientos de Nutrientes

En comparación con otros cultivos el maíz es exigente en principios nutritivos, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre. En la mayoría de los suelos en donde se cultiva esta planta no es necesario aplicarle los elementos menores (Cu, Zn, B, Fe Mn y Mo), ya sea, por que los mismos contienen lo suficiente o porque la demanda de estos elementos es mínima.

a) Nitrógeno (N):

El maíz absorbe la mayor parte del nitrógeno en forma nítrica (NO_3), si bien, cuando la planta es joven las raíces pueden tomar del suelo más rápidamente las formas amoniacales. Inicialmente la absorción del N por parte de las plantas se hace a ritmo lento, pero cuando se aproxima el momento de la floración la absorción de N crece rápidamente. En el primer mes, las necesidades medias diarias de N para el maíz pueden cifrarse en 3 kg/ha (Llanos, 1984). Deficiencias de este elemento se observan inicialmente como una clorosis marcada en las hojas más viejas de la planta (las que están por debajo de la mazorca); si la deficiencia es severa las mismas llegan a secarse prematuramente.

B) Fósforo (P):

La cantidad de fósforo presente en las plantas vivas es aproximadamente una décima parte de la del nitrógeno. Su presencia en el suelo de forma asimilable es de gran importancia en los estados del crecimiento vegetativo, y cuando las pequeñas raíces no pueden llegar a las reservas de P del suelo, compiten en desventaja con los microorganismos en su aprovechamiento. Una deficiencia en esta etapa causará una

formación deficiente de los órganos reproductores.

Este elemento contribuye en el metabolismo de la planta joven a una mejor utilización del N. La cantidad de P extraído por las plantas en condiciones normales de cultivo se acerca a los 10 kilogramos por tonelada de grano cosechado. La falta de fósforo se observa por un enrojecimiento de las hojas.

c) Potasio (K):

El contenido de potasio en los tejidos de la planta depende principalmente de su edad. Las plantas jóvenes de maíz pueden tener entre un 4-6% de K₂O sobre materia seca. En la planta adulta el porcentaje normal disminuye hasta un 2%. La velocidad de absorción del K por la planta es algo superior a la del N. La mayor parte de todo el K que necesita el maíz lo toma en los primeros 80 días de la planta. No obstante, en el primer mes, la velocidad de absorción potásica es relativamente lenta.

D) Azufre (S): El contenido de azufre en los tejidos vegetales es similar al del fósforo. Las necesidades del azufre son pequeñas comparadas con las de otros elementos principales. Se calcula que una cosecha de 6.5 ton de grano/ha, extrae 10 kg de azufre por hectárea. La deficiencia de este nutriente se observa como una clorosis general o en ocasiones una clorosis intervenal de las hojas

mas más de las de la planta (Vogel).

2. Criterios para la Aplicación de Nutrientes en el Maíz

El programa de fertilidad de suelos del IDIAP, ha diseñado ocho fases en el proceso de investigación a fin de generar información confiable que sirva de base par la interpretación y recomendación de fertilizantes para los cultivos. Con base a ésto, se han establecido los niveles críticos de

cada uno de los elementos del suelo ubicados en tres grandes grupos, según la respuesta de los cultivos a la fertilización, indicadas en el Cuadro 4 (Name y Cordero, 1987).

Cuadro 4. Niveles Críticos para Fósforo, potasio, calcio y magnesio, obtenidos con la solución extractora de Carolina del norte (según Name y Cordero,1987)

Elemento	Niveles Críticos		
	Bajo	Medio	Alto
P	0-18-0	18.1-54.0	>54.0
P	0-0.11	0.12-0.38	>0.38
Ca	0-2.0	2.1-5.0	>5.0
Mg	0.0.6	0.7-1.8	>1.8

Cabe señalar que las relación suelo-planta es dinámica, lo que afecta el nivel de los nutrimentos en el suelo, modificándose de manera constante la cantidad de fertilizante requeridos. Lo anterior refleja la importancia de una investigación planificada a largo plazo, de manera que haga posible la correlación entre la solución extractora utilizada, el análisis de suelo y los rendimientos del cultivo, con lo cual se podrán diseñar sugerencias adecuadas en el uso de fertilizantes (Name y Cordero, 1987). Es necesario tomar muestras representativas de suelo del terreno a cultivar, para luego recomendar las cantidades necesarias del fertilizante para el cultivo.

3. Dosis de Nutrientes en el Cultivo de Maíz

La fertilidad original en el terreno determina las dosis de nutrientes para aplicar al cultivo de maíz. Lo primero es un análisis de suelo para determinar el contenido de los principales nutrientes del terreno. Una vez con los resultados del análisis del Laboratorio de Suelo, se determinará la mejor fertilización para el terreno seleccionado.

En la Región de Azuero por varios años se ha evaluado la respuesta del maíz a la fertilización con N, P, K, y S, resultando respuestas significativas al N, P y S, sin embargo, no hubo respuesta a la aplicación de K. Complementando estos resultados con los análisis económicos, se recomienda la aplicación de 130 kg de N/ha, 60 kg de P_2O_5 /ha y 20 kg de S/ha, niveles que maximizan los rendimientos de grano de maíz.

Las necesidades de K se cubren con la aplicación de 20 kg de K_2O /ha. En el comercio hay varias abonos completos con azufre que cubren las necesidades mínimas para este cultivo. Entre las formulaciones físicas que se están comercializando tenemos el 6-30-4-8, 6-30-6-8 y 15-30-8-6; en cuanto a formulaciones químicas está el 13-26-6-5-7 (N-P-K-Ca-S).

Para completar la cantidad de nitrógeno indicada, es necesario aplicar adicionalmente 5.5 qq de urea/ha en una o dos aplicaciones. Se recomienda

su fraccionamiento, principalmente, en dos partes: la primera aplicación a los 17 a 21 dds y la segunda de 35 a 40 dds. Con la distribución del nitrógeno de esta maneras se obtiene un fraccionamiento real de 10% al momento de la siembra 40% en la primera aplicación y 50% en la segunda.

La aplicación fraccionada tiene un efecto incremental en el rendimiento de grano y la eficiencia de uso de este elemento en comparación con la aplicación única a los 30 dds. Si se realiza una sola aplicación, ésta debe hacerla de 30 a 35 dds; y se recomienda hacerla en años que presentan baja precipitación (Gordón *et al*, 2000b). Es necesario que al momento de realizar las aplicaciones suplementarias de urea, el terreno tenga buena humedad.

