

El Manejo del Riesgo de la Fertilización en Cereales

Ing.Agr.Ph. D. Ricardo Melgar

La decisión de fertilización constituye una de las herramientas de manejo empresario que afectan mas directamente el costo de producción y la rentabilidad de la producción de cereales como el trigo y el maíz. Principalmente por que el nutriente mas vinculado al rinde que es el nitrógeno, tiene una relación lineal con la producción física, en el rango de uso mas frecuente.

Además, la oferta de nitrógeno del suelo, que compensa y balancea la demanda y define la necesidad de fertilizantes, es afectada por factores climáticos de ocurrencia aleatoria como humedad y temperatura, factores que, además, definen el rendimiento y por lo tanto la demanda de N.

No menor es la influencia que tiene el Nitrógeno sobre otros factores de producción como la fertilización con otros nutrientes como el fósforo y el azufre. Este efecto debe evaluarse tanto en relación como el efecto biológico sobre la producción física como sobre la eficiencia de la en otros insumos como semillas de germoplasma mejorado, y agroquímicos como herbicidas y funguicidas.

¿Cómo mejorar las decisiones relativas a la inversión en fertilizantes y mejorar la rentabilidad ?

El uso de los fertilizantes puede ser visto, y de hecho muchos empresarios-productores así lo definen, como una inversión en dinero que debe recuperarse y generar ganancias en un periodo razonable y con un retorno aceptable.

Como toda inversión implica entonces que existe un riesgo y un horizonte de tiempo relacionado. De hecho riesgo y tiempo son las dos caras de la misma moneda, ya que si no hubiera mañana no habría riesgo. El tiempo transforma al riesgo, y la naturaleza del riesgo está definida por el horizonte de tiempo. El tiempo toma mayor importancia cuando las decisiones son irreversibles. Lo que se muestran en los diarios todos los días sobre los bancos es el mejor ejemplo, quizá haya disposición para depositar dinero en los bancos por unos días, pero quizá haya muy pocos que arriesguen poner su capital en el banco por mas de unas pocas semanas.

El uso, es decir, el tipo, cantidad, momento y forma de aplicar los fertilizantes son decisiones que se toman bastante antes que se defina el rendimiento de los cereales, y bastante antes que se vendan los productos, evidenciándose la naturaleza de los dos principales factores de riesgo: climático y de precios, en la producción de cereales y de los productos agrícolas en general.

Evaluar los riesgos relacionados a la fertilización implica cuantificar la probabilidad de ocurrencia y del impacto potencial de las diferentes fuentes de riesgo. Así, el análisis requiere del proceso de identificar las fuentes de riesgo, evaluarlas cuantitativa y cualitativamente, y administrarlo a través de la toma de decisiones de manejo.

Hay dos componentes que explican nuestra incapacidad para predecir en forma precisa un evento futuro: Variabilidad: es un efecto aleatorio propio del sistema bajo análisis, en algunos casos se puede reducir modificando o manejando el

sistema. Incertidumbre es el nivel de ignorancia del evaluador acerca de los parámetros que caracterizan el sistema a manejar. Muchas veces se puede reducir con mediciones adicionales, ó mayor información, o consulta a expertos.

Manejo del tiempo en fertilización

En los cereales el proceso de definición del rendimiento de granos es progresivo, difieren según los cereales como el trigo, la cebada, el arroz que macollan durante un periodo variable, de otros como el maíz o el sorgo, que no macollan. Pero en ambos tipos, la secuencia es al principio el crecimiento del área foliar y la acumulación de biomasa y que luego eventualmente se translocará al grano.

En ambos tipos de cereales, una vez que se acumulan los eventos correspondientes al periodo vegetativo, las plantas desencadenan los procesos fisiológicos del periodo reproductivo. Algunos días antes y otros después de la floración es normalmente el denominado periodo crítico, cuando alteraciones importantes de temperatura, radiación y humedad pueden afectar severamente el rendimiento alcanzado. Este periodo alrededor de la floración, define el principal componente del rendimiento que es el número de granos por unidad de superficie.

Luego de la fecundación sobreviene un periodo de duración variable que corresponde a la fijación del número efectivo de granos por unidad de superficie, y al llenado de aquellos granos efectivamente fijados. Durante este periodo también se define el componente final del rendimiento: el peso del grano, y eventualmente su calidad a través del porcentaje de proteína que es una función lineal del contenido de N en el grano.

Uno de los factores de manejo más importantes que dispone el productor es la sincronización de la disponibilidad de N con las demandas de N por el cultivo en cada etapa. Es considerado un factor clave para aumentar la eficiencia de utilización de los fertilizantes. Así, la máxima disponibilidad de N durante el macollaje de trigo (Feekes 10 al 33) ó durante el periodo vegetativo del maíz (Estadios entre V-4 y V-11), propiciará una máxima acumulación de materia seca y una fuerte influencia en el desarrollo del número de granos por m² (o por hectárea). Por otra parte y a la inversa, una baja disponibilidad de N (o de agua o de otros nutrientes) durante el llenado de granos, resultará en un bajo peso individual de grano, incluyendo el aborto de granos en formación, (chuzos).

En general una aplicación de N al comienzo del periodo vegetativo, en línea con la demanda potencial de N del cultivo, y presumiendo que no hay o habrá altas pérdidas, resultará en una alta eficiencia de uso. Principalmente debida a una alta eficiencia de absorción (la mayor parte será absorbida por el cultivo) y de utilización, (la mayor parte será aprovechada en el grano).

Aplicaciones mas adelantadas respecto a este periodo, o demoras en la aplicación, aumentan la disponibilidad de N durante las etapas de desarrollo posteriores a la floración y tienen como principal consecuencia un directo re direccionamiento del N hacia el grano en formación, con menor efecto directo sobre el rendimiento y un mayor efecto sobre el peso del granos y contenido de proteína (Figura 1). Por eso, si bien demorar la fertilización disminuye el horizonte de tiempo (y riesgo) de la inversión, afecta la eficiencia global de la fertilización.

Evaluación económica de la inversión en fertilización

Como un factor de producción, la inversión en fertilizantes puede evaluarse como cualquier otra con los criterios tradicionales de Valor actual neto (VAN) o Tasa interna de retorno (TIR). En su versión simplificada, que no considera el costo de oportunidad del capital, el margen bruto parcial es más utilizado. Es decir considera el paquete de manejo completo variando solo un factor, en este caso la fertilización, agregando costos del fertilizante y un beneficio neto esperado por el mayor rendimiento.

El enfoque de MB o VAN tradicional se basa implícitamente en un escenario esperado y un compromiso con una estrategia de fertilización determinada. Es decir, se fertiliza y se espera una respuesta según el clima y los antecedentes del lote. Se toma la decisión de fertilizar considerando la aplicación de fertilizantes como una oportunidad de inversión independiente.

Las limitaciones de este método tradicional derivan principalmente de su incapacidad para reconocer adecuadamente la posibilidad de tomar medidas de manejo activas para adaptarse a condiciones cambiantes, ya sea climáticas o de precios.

En el manejo real de un cultivo los flujos de fondos, gastos en insumos y resultados esperados, diferirán de lo que se había previsto. A medida que se cuenta con nueva información y se resuelve gradualmente la incertidumbre acerca de flujos de fondos futuros, el productor puede encontrar que cuenta con flexibilidad para apartarse o revisar la estrategia operacional anticipada originalmente.

La flexibilidad que tiene el productor para adaptar sus acciones dependiendo del contexto futuro hace que varíen las probabilidades de un MB determinado, aumentando el valor de la oportunidad de inversión al mejorar su potencial de aumentar un resultado positivo, y limitar el potencial de disminuir con relación a las expectativas iniciales en el supuesto de un manejo pasivo.

El ejemplo más apropiado, que ha sido desarrollado en algunos modelos de manejo, implica que parte o toda la fertilización nitrogenada se realice a los 30 días desde la siembra, luego de contabilizar el estado hídrico. Si éste no fuera el adecuado, la dosis puede o debe reducirse. Por el contrario, si los precios futuro de trigo mejoraran desde la fecha de siembra, la dosis de N puede aumentarse ya que al cambiar las relaciones de precios positivamente a favor del trigo, la dosis óptima económica aumenta.

Pueden existir varios ejemplos más. Recientemente se han desarrollado métodos para predecir la respuesta en contenido de proteína en el grano en base a la evaluación del estado nutricional del cultivo al momento de hoja bandera expandida. La predicción de la rentabilidad de la inversión en fertilizantes en esta etapa se realiza gracias al aumento de la información ó una disminución de la incertidumbre. También puede presentarse el caso en maíz en que la presencia de precipitaciones superiores a las esperadas entre la siembra y el estadio de V-6 y V-8 hace suponer que la eficiencia del N aplicado a la siembra disminuya, requiriéndose más N a la escardillada para alcanzar el nivel de respuesta esperada.

Administrar el riesgo de la inversión en fertilizantes puede implicar desde no hacer nada, es decir, seguir con el plan original hasta una serie de actitudes, entre las cuales se cuentan: a) Tomar precauciones adicionales, por Ej. Coberturas de precio de grano, b) Conseguir mayor información (diagnósticos foliares, clorofilómetro); c) Agregar un margen mayor de contingencia, requiriendo un margen mayor por la inversión en fertilizantes, ó bien d) Cancelar el programa de manejo planificado, es decir, no fertilizar.

Valor Actual Neto (VAN): Es a la sumatoria de los valores actuales de los flujos de fondos futuros (Ft) menos la inversión inicial (I).

$$VAN = - I + \sum Ft / (1+k)^t$$

El costo de oportunidad del capital es la tasa "k", que representa la rentabilidad de una alternativa equivalente y t es el tiempo. El VAN da una idea del beneficio monetario que representa un emprendimiento, en este caso, la fertilización; es de fácil comprensión y visualización y permite comparar alternativas con diferentes periodos.

Ej. Si fertilizar con 100 kg de urea a la siembra que cuestan US \$ 22 aplicadas, y resultan en un aumento de 10 q de trigo a un valor neto de US \$ 80, seis meses después a una tasa del 5 % semestral, entonces el VAN es = $-22 + 80 / (1+0.05)$ = \$ 54,2

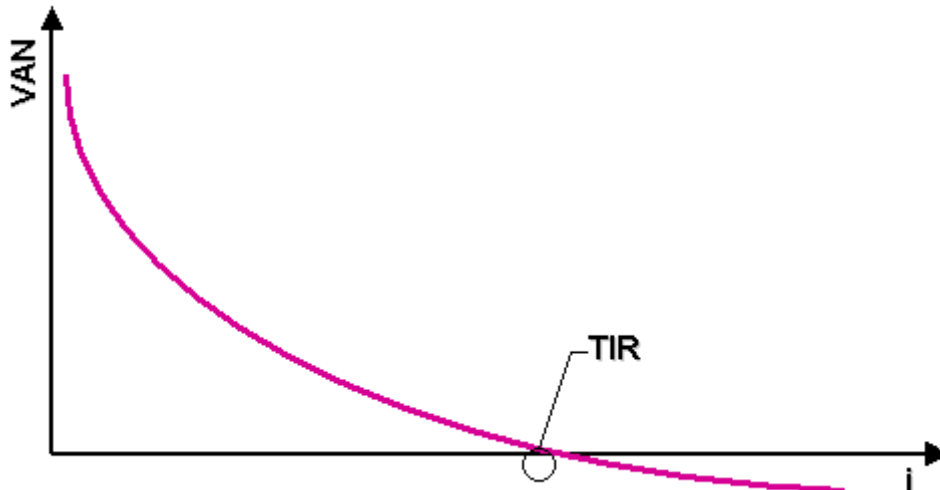
Tasa Interna de Retorno: ó de rentabilidad de un conjunto de flujos de fondos, es aquella que origina un VAN = 0. Es la solución única TIR de la ecuación:

$$\sum Ft*(1 + TIR)^{-t} = 0$$

Se debe tener presente que la TIR es la tasa de interés que iguala el flujo futuro de fondos con la inversión inicial. Se la denomina tasa de retorno económica porque no reconoce fuentes de financiamiento alguna. Es propia del proyecto y determina si éste es rentable o no por sí mismo.

En el ej. Anterior, la TIR es = $(80/22) - 1 = 2.64$ ó 264 %.

Un VAN mayor que 0 es equivalente a una TIR mayor que la tasa k y definen inversiones que agregan valor.



Las nuevas herramientas de administración del riesgo

El uso de los modelos de simulación de rendimiento como el Ceres ó SUR ofrecen una herramienta de particular valor para evaluar el riesgo de la fertilización (<http://www.icasanet.org/dssat/index.html>). Estos modelos utilizan una combinación de información climática, genética y de suelos con modelos de crecimiento de cultivos para simular el rendimiento para un determinado escenario, que incluye por ejemplo, una determinada dosis de N. Como la información climática deriva de los parámetros observados en una serie de varios años, es posible asociar los resultados a la distribución de esas variables y por lo tanto, con el conjunto de plurianual de resultados, determinar la variabilidad de las respuestas esperadas.

A través de la simulación y su integración con los valores esperados de precio de trigo, es posible elaborar curvas de rendimiento con distintos niveles de uso de nitrógeno y calcular a partir de ésta el margen bruto y la dosis óptima económica con una determinada probabilidad de ocurrencia. La decisión final se toma una vez definido el nivel de riesgo, cuantificada por una tasa de rentabilidad esperada a la inversión en fertilizantes.

Figura 1 . Efecto relativo de aplicaciones de N sobre el rendimiento de grano o del contenido de proteína en cereales.

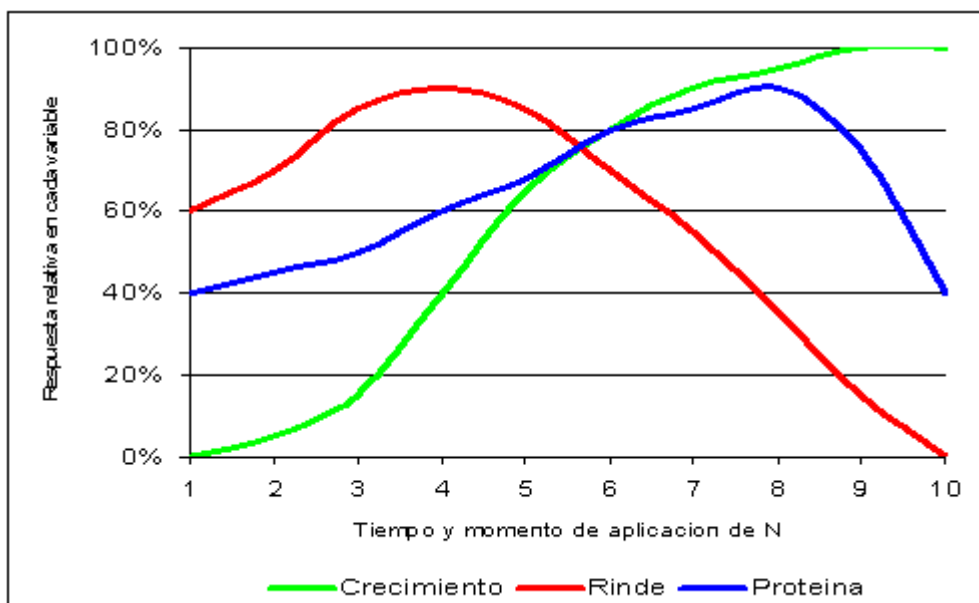


Figura 2 . Evaluación del riesgo asociado a la fertilización nitrogenada, como urea en presiembr para un trigo de ciclo largo.

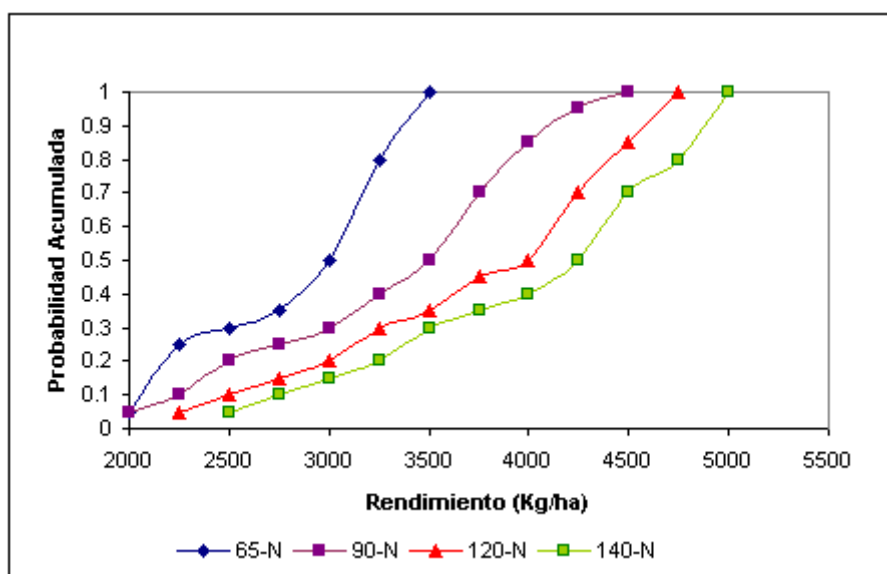


Figura 3. Probabilidad asociada a la obtención de un rendimiento mínimo con distintas dosis de fertilización nitrogenada. (Marcos Juárez, Cv. Federal, 1960-1990.

