

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

1. Resumen

Con motivo de evaluar el comportamiento productivo del cultivo de maíz con destino a grano en función de los ambientes sobre los cuales desarrolla, se ambientó mediante N.D.V.I. (Índice Verde Normalizado) un predio comercial destinado para tal cultivo ubicado en las inmediaciones de la localidad de Seeber (Pcia. de Córdoba, Argentina) y en base a esta información, se prescribió una aplicación de fertilizante líquido (SolMix) utilizando un equipo zonal que trabajó a dosis variable de insumo (V.R.T.) alcanzado el cultivo un estado fenológico de V6.

El plan de trabajo y la implementación de la tarea se plasmó el día 16/11/15, quedando definidas de común acuerdo con el productor y su técnico, tres dosis correspondientes para cada ambiente de ALTA, MEDIA y BAJA y estableciendo además la ubicación de una franja de dosis FIJA (lo que hubiera hecho el productor) y una TESTIGO absoluto.

El cultivo se desarrolló bajo las condiciones de manejo normales para la zona, con un fuerte estrés hídrico durante parte de la floración, llegando al momento de cosecha (febrero de 2016) en donde se llevó adelante un muestreo por ambientes del cultivo previo al ingreso de la cosechadora mecánica, extrayendo de ésta el mapa de rendimiento correspondiente.

Bajo las condiciones en que se desarrolló la experiencia, podemos afirmar que la práctica de fertilización puede generar importantes beneficios económicos, siendo la opción V.R.T. aquella que se diferenció claramente como superior a dosis FIJA, tanto en producción de M.S. (+8%), grano (+11%), eficiencia de uso del Nitrógeno (+49%), margen neto libre de insumos (+115 U\$/ha), relación B/C (+38%) y reducción de costos de producción (-9%).

2. Introducción

En virtud de contar en la región con la posibilidad de explorar nuevas alternativas para mejorar los procesos productivos mediante la ambientación por imágenes satelitales de predios comerciales, se procedió a evaluar el comportamiento de un cultivo de maíz destinado a grano ante variaciones en el aporte de nitrógeno.

3. Objetivo

Valorar el comportamiento productivo de un lote de maíz comercial típico ante variaciones en aporte de nitrógeno, bajo dos metodologías de aplicación disponibles en la región: dosis FIJA (D.F. o TRADICIONAL) y V.R.T. (DOSIS VARIABLE).-

4. Desarrollo

El ensayo se llevó adelante en un predio arrendado de 47 has, sito en el área de Seeber (Provincia de Córdoba), con una historia agrícola neta de más de 25 años y proveniente de un cultivo de soja, que debido a la premura de implementar el ensayo, no se pudo contar con un muestreo de suelos previo al mismo.

El cultivo se sembró a fines de septiembre bajo siembra directa, con las aplicaciones habituales durante el barbecho y su desarrollo. En cuanto a las condiciones ambientales globales bajo las cuales se desarrolló en el cultivo, se destaca un estrés hídrico sufrido por el cultivo en proximidades de su floración, allá por el mes de diciembre de 2015 (Gráfico nº 1 y 2).

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

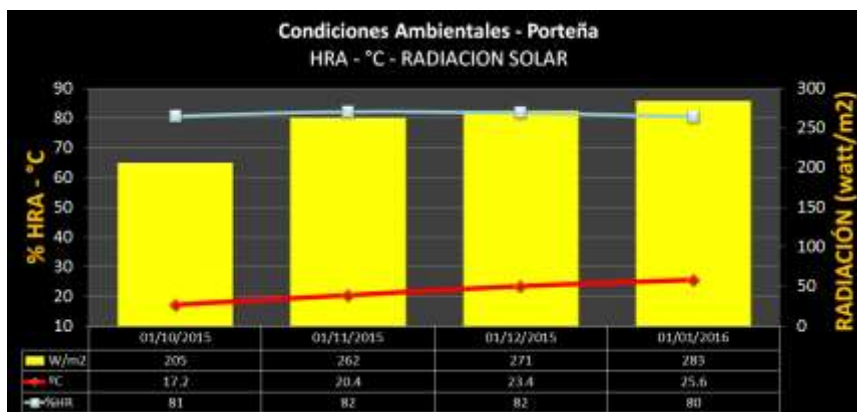


Gráfico n° 1: Radiación solar y temperatura.

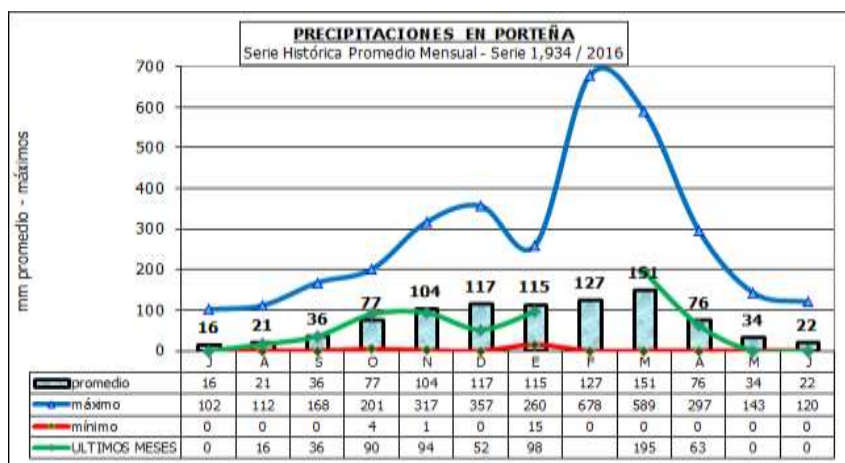


Gráfico n° 2: Precipitaciones.

Manifestada la intención por parte del productor de efectuar el ensayo y estando el cultivo ya en un estado fenológico cercano a V3, se procedió a la caracterización de los ambientes solicitando una imagen satelital puntual (I.P.P.) correspondiente al pasado cultivo de soja, utilizada para efectuar una recorrida general a campo, en donde se visualizó su correlación con la realidad.

Días posteriores y una vez convenida la realización de la experiencia con el productor y su asesor en cuanto a tratamientos y dosis, con el fin de lograr un mejor ajuste con la realidad hídrica del cultivo en ese momento, se solicitó a la empresa proveedora una segunda I.P.P. para darle más fidelidad al trabajo (Imagen 1 y 2).

La segunda I.P.P. (Marzo - Imagen n° 2) fue la que mejor ajustaba a la realidad (segunda validación a campo) y por lo tanto, fue la utilizada para elaborar la prescripción necesaria e insertar en el equipo de dosificación variable convenida, quedando así definidos los distintos tratamientos (Imagen n° 3) a evaluar.

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

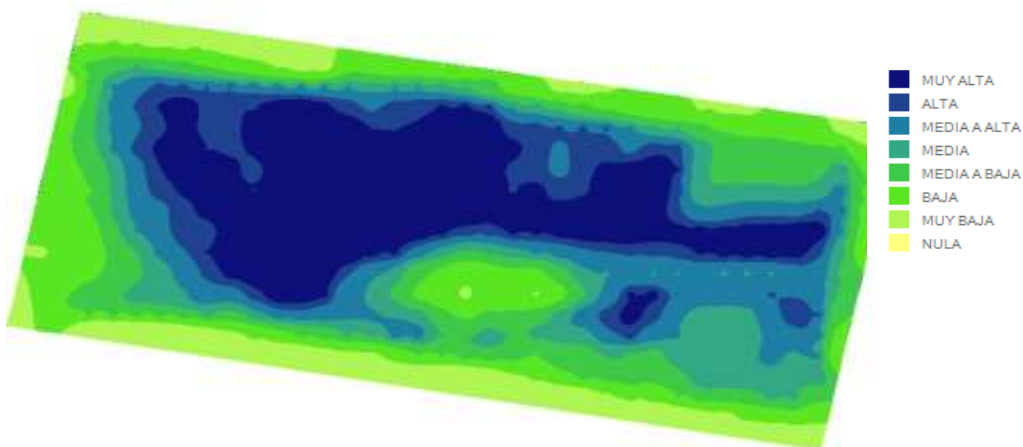


Imagen nº 1: I.P.P. Soja Enero 2015 (periodo seco).

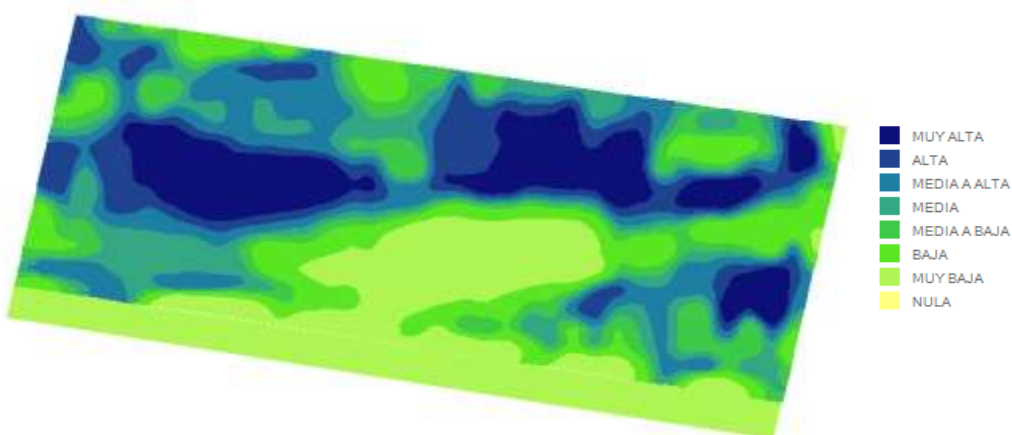


Imagen nº 2: I.P.P. Soja Marzo 2015 (periodo húmedo).

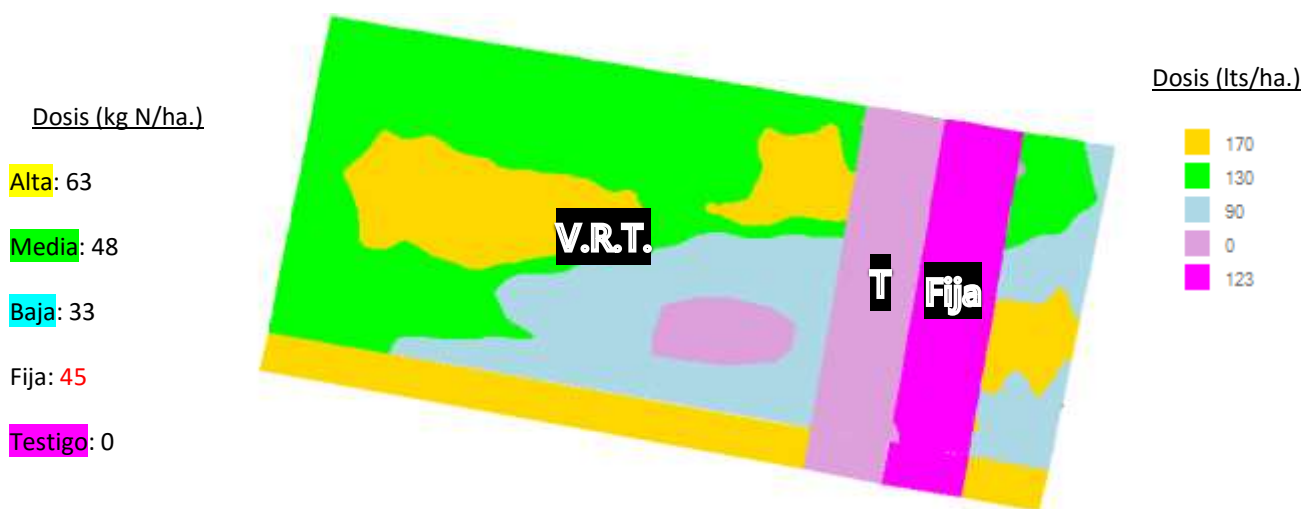


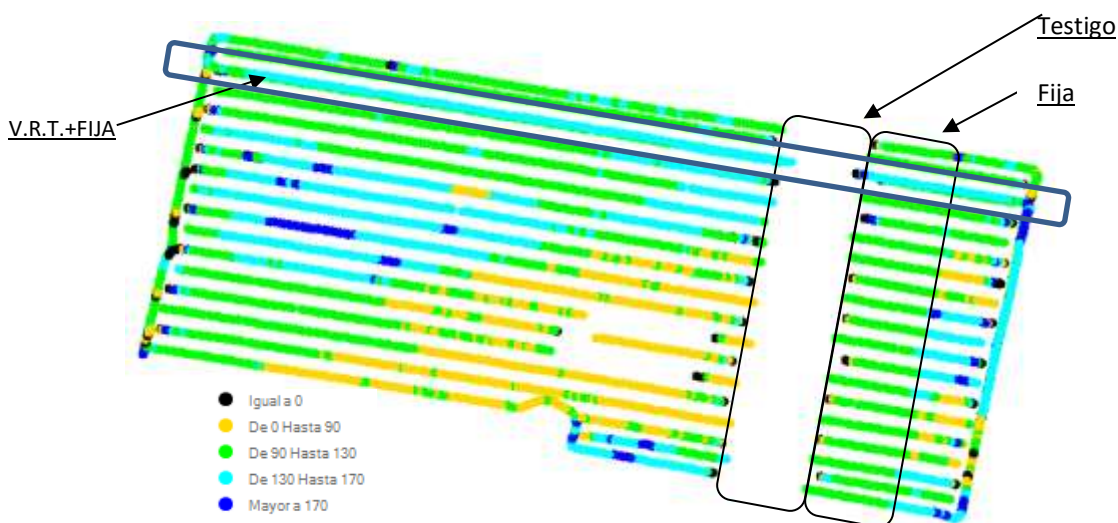
Imagen nº 3: Prescripción.

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

La aplicación se llevó adelante sin inconvenientes y en forma coordinada con el proveedor del insumo el día 09/11/15 con una maquina PLA equipada para tales fines, con la observación de que al finalizar la tarea y a los fines de vaciar el equipo, se decidió efectuar un repaso a dosis fija en el sector norte del lote, generándose un cuarto tratamiento (T4 - V.R.T. + dosis FIJA: 57 kg N/ha.) que incremento la dosis de nutriente al cultivo.

TRATAMIENTOS	AMBIENTES	DOSIS PUNTUAL (kgs N /ha)	DOSIS MEDIA (kgs N / ha)
Testigo - T1	ÚNICO	0	0
D.F. (Dosis Fija) - T2		45	45
V.R.T. (Dosis Variable) - T3	BAJO	33	48
	MEDIO	48	
	ALTO	63	
V.R.T. + D.F. - T4	ÚNICO	57	57

Culminada la tarea se extrajo la información guardada en la computadora del equipo y una vez procesada, se constató la habitual y elevada correlación de lo hecho con la prescripción efectuada (Imagen N°4).



Dosis (lts/ha.)

Imagen nº 4: Mapa de aplicación.

En virtud de asegurarse la recolección de información en caso de algún imprevisto con la cosechadora mecánica, en instancias inmediatamente previas a la misma, se procedió a muestrear el cultivo eligiendo sitios en donde se superponga el ambiente detectado por I.P.P. con la dosis REAL aplicada.

En esa ocasión, se determinó la densidad poblacional y se pesaron individuos en cada estación de muestreo, extrayendo muestras que fueron desagregadas en laboratorio, determinando además materia seca (M.S.) a los fines de que aporten elementos suficientes para ponderar los resultados de cada tratamiento (ver anexo fotográfico).

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

Posteriormente (24/02/16) se efectuó la cosecha mecánica pertinente, extrayéndose el correspondiente mapa de rendimiento (Imagen nº 5), en donde puede observarse nuevamente la alta correlación del mismo con la I.P.P. utilizada para efectuar la prescripción.

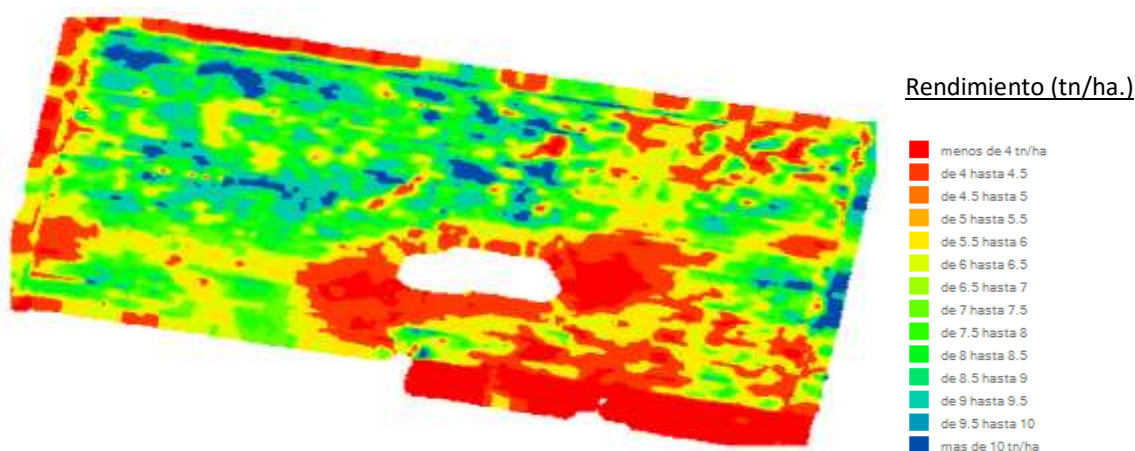


Imagen nº 5: Mapa de rendimiento.

Observación: En la parte sur-este del lote se observa una faja con rendimientos bajos debido a que ese sector corresponde a un corrimiento de los límites del lote sembrado, avanzando sobre un lote vecino con distinto historial, cuyos datos fueron excluidos del presente análisis.

5. Resultados

I) Producción de **MATERIA SECA** (datos extraídos de la cosecha MANUAL)

- Se detectó un importante incremento en el rendimiento en M.S. a favor de los tratamientos fertilizados por sobre el TESTIGO (Gráfico nº 3) del orden del 14% y del 23% para dosis FIJA y V.R.T., respectivamente, con las esperadas reducciones (tasas no proporcionales) normales de encontrar cuando se incrementan las dosis de nutriente en un cultivo, destacándose que V.R.T. tuvo comportamiento superior (8%) a dosis FIJA.

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

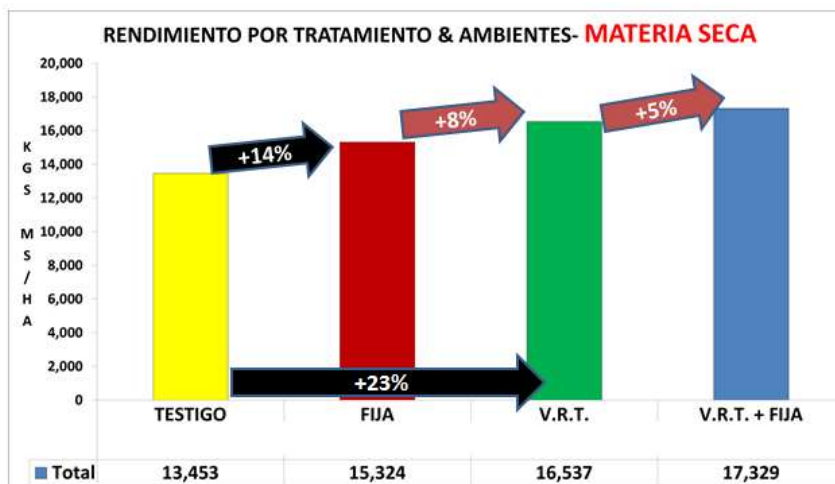


Gráfico nº 3: Rendimiento M.S. por tratamiento.

- Desagregando ahora la información por ambientes dentro de cada tratamiento (Gráfico nº 4) observamos que las diferencias ALTO-BAJO detectadas oportunamente por la I.P.P. utilizada para la prescripción (TESTIGO – 51%) también se reproduce en dosis FIJA (si bien con una magnitud del 33%), lo cual corrobora nuevamente el sustento teórico sobre el cual se fundamenta la tecnología de V.R.T. (recordar que cada tratamiento representa una combinación de factores particular y por lo tanto, las diferencias si bien son siempre negativas, varían en su magnitud).-



Gráfico nº 4: diferencias ALTO-BAJO.

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

- Según puede apreciarse en los rendimientos detectados y a este nivel del análisis, merece comentarse que ciertos comportamientos productivos bien pueden explicarse debido a la presencia de fenómenos de índole temporal y no espacial, ocasionados por cuestiones de micro relieves propios de cada lote. Es el caso de las diferencias entre rendimientos de M.S. entre las BAJAS V.R.T. y dosis FIJA (ambas detectadas oportunamente por la I.P.P.), ya que al momento de muestreo, los primeros sitios se encontraban con agua en superficie, signo de un micro relieve diferente a las BAJAS de dosis FIJA y evidencia de la napa más superficial presente, ayudo a sobrellevar el estrés hídrico sufrido y por lo tanto, incrementar el rendimiento, aun a una misma dosis de N.
- Incorporando ahora los datos de la producción de espigas en cada sitio específico (Gráficos nº 5 y 6), podemos observar un incremento de su presencia (expresado en kg de MS/ha, peso individual y proporción sobre la planta total) en cada tratamiento fertilizado, reproduciendo el típico comportamiento de rendimientos no proporcionales ya observado.

Es necesario observar aquí que este hecho no solo incrementó la cantidad absoluta de grano/ha (que veremos más adelante con mayor precisión) sino que también elevó el valor nutricional de cada kilogramo de M.S. en pie, cuestión fundamental en el caso de que el cultivo se destine a silaje, ya que eleva su calidad desde el punto de vista energético.

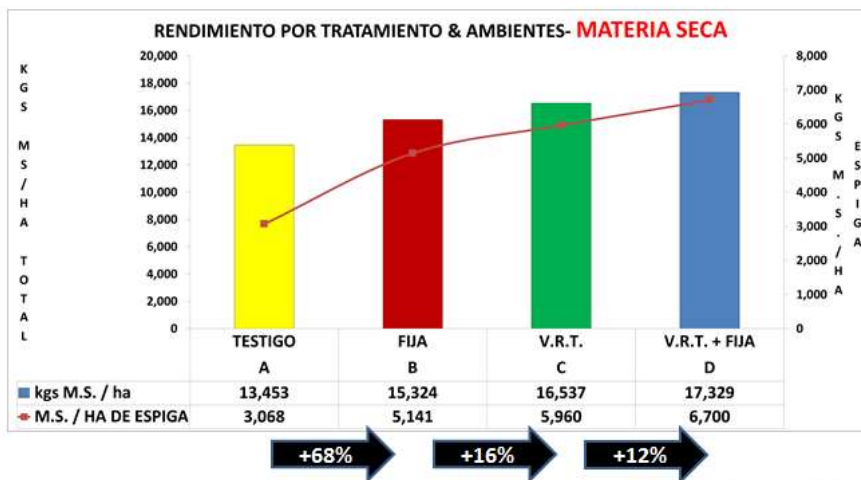


Gráfico nº 5: MS por tratamiento (TOTAL & ESPIGA).

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

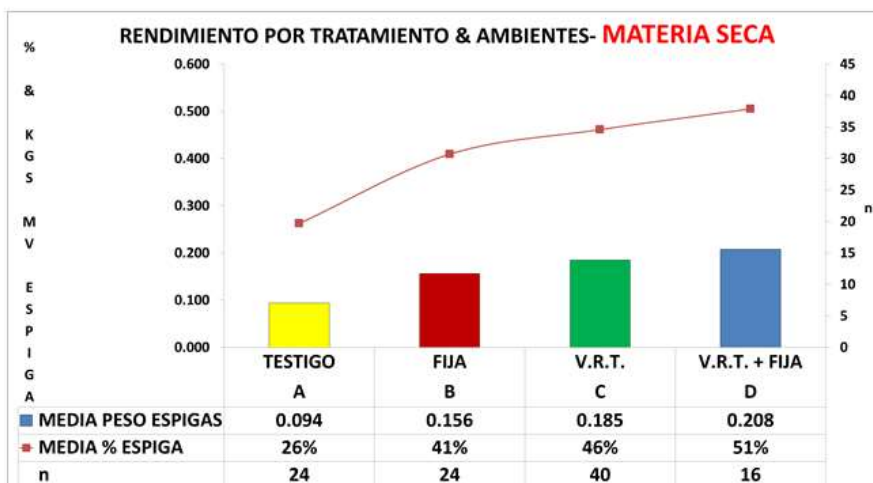


Gráfico nº 6: Peso y porcentaje de espigas por tratamiento.

II) Producción de GRANO (cosecha MECÁNICA)

Analizando ahora la producción de grano con mayor calidad de información en cuanto a la cantidad de puntos de muestreos factibles de mensurar este componente (monitor de rendimiento), se observa:

- Un notable incremento en la producción de grano, del 26% al 41% por sobre el TESTIGO para dosis FIJA y V.R.T. respectivamente (Gráfico nº 7) con conversiones cada vez menores al incrementar dosis, efecto ya observado en el análisis previo, apreciándose nuevamente una mejor performance de V.R.T. por sobre dosis FIJA, ahora en el orden del 11%.

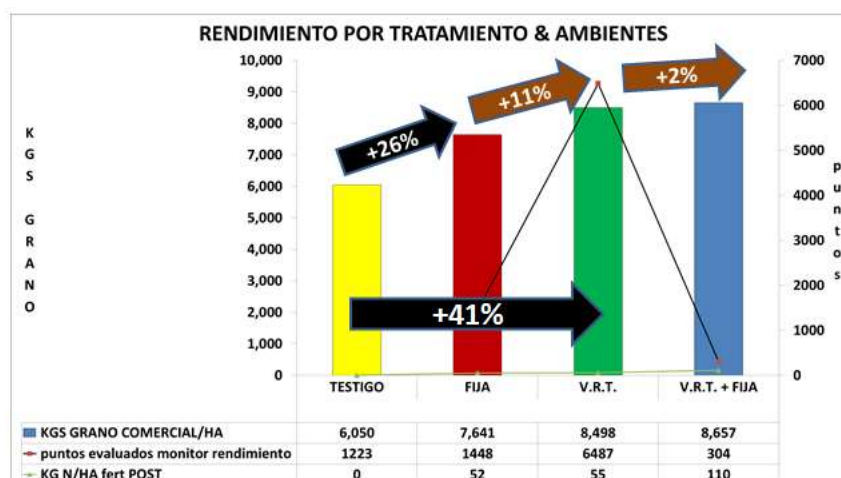


Gráfico nº 7: Rendimientos por tratamientos.

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

- Desagregando ahora cada tratamiento por ambientes (Gráfico nº 8) y al igual que en M.S., nuevamente observamos la típica reducción BAJA contra ALTA productividad, ahora en valores que rondan el 30% en promedio, confirmando una vez más el sustento teórico de efectuar dosis variables.

DEPURADO DESAGREGADO



Gráfico nº 8: Rendimientos por tratamientos/ ambientes.

- Si atendemos ahora a la eficiencia del proceso fisiológico de conversión del Nitrógeno aportado tanto en M.S. como en grano (Gráfico nº 9), vemos que de ambos procesos metabólicos, M.S. tuvo una respuesta lineal al aporte del nutriente, mientras que la transformación en grano comenzó la fase declinante de la curva de respuesta. Además, puede apreciarse que la Eficiencia de Uso de Nitrógeno (E.U.N.) fue superior en V.R.T. en un 52 y 46% en ambos componentes de rendimiento analizados.

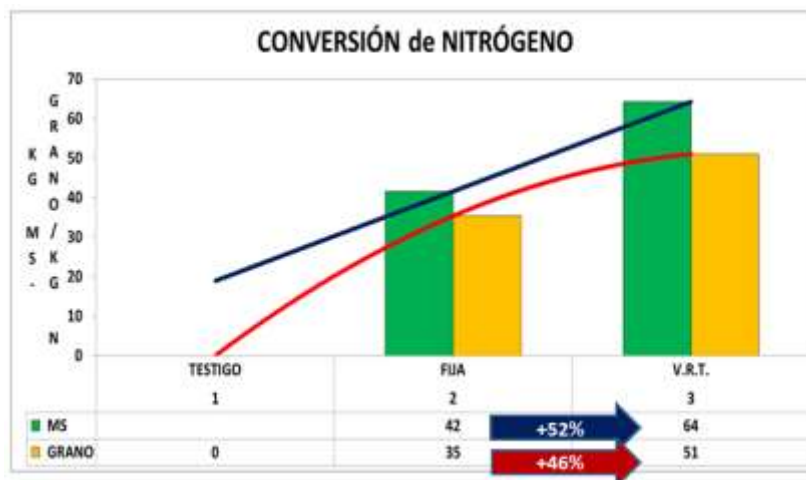


Gráfico nº 9: Eficiencia de Uso del Nitrógeno.

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

- Aprovechando la posibilidad de analizar respuestas por sitio específico, vemos ahora la misma información agrupada por ambientes (Gráfico nº 10), poniendo en evidencia que la combinación óptima para maximizar el rendimiento medio de grano (para este lote) hubiera sido de 63 kg N (170 lbs) en ALTA y 45 kg N (123 lbs) en BAJA, obviamente siempre bajo la variante V.R.T.

DEPURADO DESAGREGADO

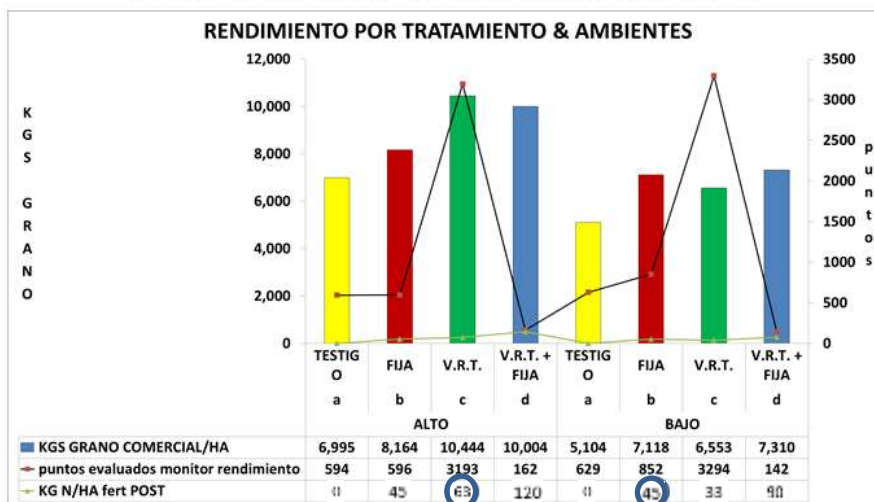


Gráfico nº 10: Rendimientos agrupados por ambientes.

6. ANÁLISIS ECONÓMICO (ver cálculos adjuntos en ANEXO)

- Analizando lo actuado bajo la óptica de cálculos marginales, vemos que el margen neto libre de insumos de V.R.T. producto de descontar al ingreso marginal (857 kgs más de grano producido – Gráfico nº 11) los costos inherentes al tratamiento de fertilización, supera en un 82% a FIJA, lo cual representa la importante suma de 115 U\$S/ha.



Gráfico nº 11: Margen neto libre de insumos.

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

- Ahora, si calculamos el costo unitario (Gráfico N° 12) de la M.S. y del grano, vemos que existen reducciones importantes en ambos tratamientos fertilizados con respecto al testigo absoluto, siendo V.R.T. quien totaliza una merma total del orden del 21%.

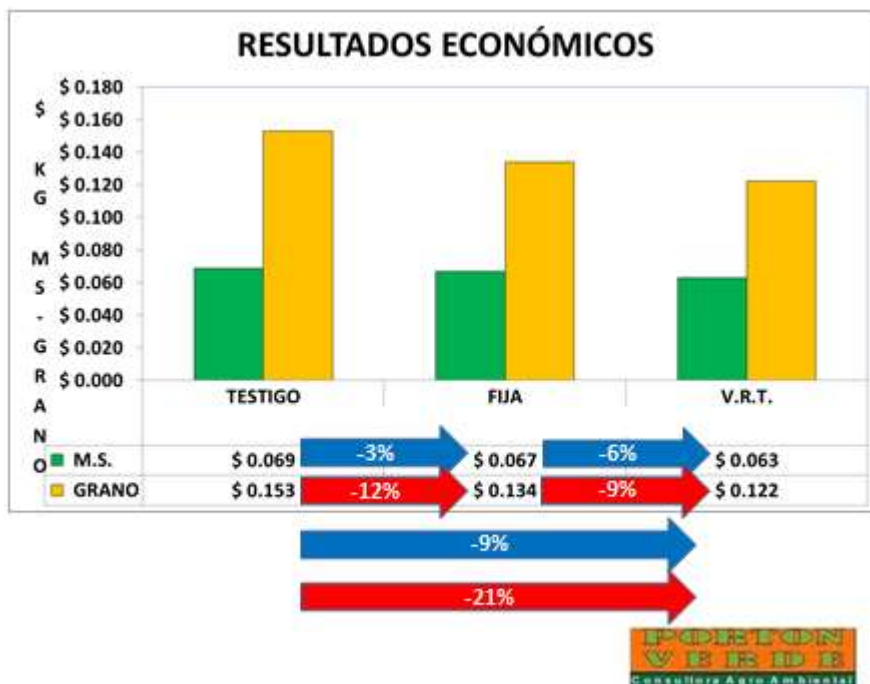
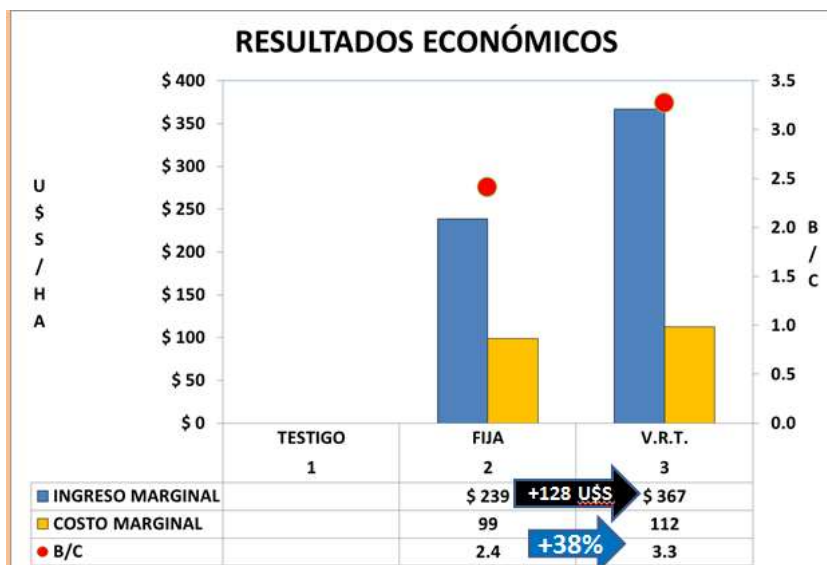


Gráfico n° 12: Análisis económico por tratamiento.

- Expresando ahora el beneficio obtenido (ingreso marginal) por cada unidad invertida en fertilización (Gráfico n° 13) vemos nuevamente que si bien ambas técnicas de fertilización fueron altamente positivas, V.R.T. supero en 128 U\$S/ha a FIJA, con una relación B/C 38% superior, confirmando todo lo comentado hasta acá.



FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

Gráfico nº 13: relación Beneficio/Costo.

7. Conclusiones finales

Bajo las condiciones en que se desarrolló la experiencia, podemos afirmar que la práctica de fertilización puede generar importantes beneficios económicos, siendo la opción V.R.T. aquella que se diferenció claramente como superior a dosis FIJA, tanto en producción de M.S. (+8%), grano (+11%), eficiencia de uso del Nitrógeno (+49%), margen neto libre de insumos (+115 U\$S/ha), relación B/C (+38%) y reducción de costos de producción (-9%).

8. Agradecimiento

Queremos agradecer sobremanera a la empresa y por su intermedio a todos los productores y técnicos que piensan que siempre se pueden hacer mejor las cosas y actúan en consecuencia a pesar de las vicisitudes a las cuales está sujeta la actividad agropecuaria nacional.

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

9. Anexo fotográfico



Ing. Agr. Alejandro Gorgni
MP Sta. Fe Nº 1-0414 – Cba. Nº 0675
Especialista en Manejo de Agroquímicos (U.N.L.)
Posgrado en Gestión Ambiental (U.N.R.C.)

Ing. Agr. Andrés Gorgni
MP Córdoba. Nº 3705
Especialista en Agricultura por Ambientes
Monitoreo de Plagas y Enfermedades

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016



Alto VRT



Bajo VRT

Ing. Agr. Alejandro Gorgni
MP Sta. Fe Nº 1-0414 – Cba. Nº 0675
Especialista en Manejo de Agroquímicos (U.N.L.)
Posgrado en Gestión Ambiental (U.N.R.C.)

Monitoreo de Plagas y Enfermedades

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

Cálculos:

TRATAMIENTO	kgs N	kgs M.S.	kgs marginales M.S.	kg M.S. /kg N aplic	grano	kgs marginales grano	kg GRANO /kg N	COST O FERT	total insumos marginales	COST O BASE CULTIVO	COST O TOTAL CULTIVO	COSTO KG M.S. en pie	M.S. B100	COSTO KG GRANO	GRANO B100	ingreso	margen neto libre de insumos	ingreso marginal	BIC	r			
TESTIGO	0	12,453	-	-	6,050	100	-	\$ -	-	925	925	\$ 0.069	110	\$ 0.15	125	\$ 908	\$ (18)						
FJA	45	15,324	14	1871	42	7,641	126	1,561	\$ 35	\$ 99	100	925	1,024	\$ 0.067	107	\$ 0.13	110	\$ 1,146	\$ 122	\$ 140	238	2.4	
V.R.T.	40	16,507	120	3,084	64	8,480	140	2,440	\$ 51	\$ 106	113	925	1,038	\$ 0.063	100	\$ 0.12	100	\$ 1,275	\$ 237	\$ 255	\$ 367	3.3	36%

FERTILIZACIÓN VARIABLE DE MAÍZ PARA GRANO – BDN 50H - 2015/2016

IDENTIDAD TRATAMIENTO	AMBIENTES	SELECCIÓN	ORD ENA MILE NTO	FECHA	kg fert/ha	KG N/ha fert POST	PLANTAS/HA	MEDIA PESO PLANTAS	n	CV PLANTAS	MV / HA	kg M.S. / ha	B100	MEDIA PESO ESPIGAS	M.S. / HA DE ESPIGA	B100	CV ESPIGAS	MEDIA % ESPIGA	B100	CV PROP ESPIGA	KGS GRANO COMERCIAL/HA	KGS GRANO SECO/HA	B 100	% M.S. grano / M.S. total	
B-2X	BAJO	VRT.+ FIA	D	11-02-16	238	76	80,000	0.29	8.00	41%	23,250	12,027	137	0.15	4,525	1,451	36%	52%	117	17%	5,297	4,626	137	38%	
A-2X	ALTO	VRT.+ FIA	D	11-02-16	449	144	80,000	0.57	8.00	37%	45,200	22,631	257	0.27	8,875	2,700	32%	50%	380	13%	11,614	10,143	299	45%	
A-FIA	ALTO	FIA	B	11-02-16	162	52	80,000	0.46	16.00	22%	36,675	18,363	209	0.20	6,585	2,003	26%	44%	337	18%	9,423	8,230	243	45%	
B-FIA	BAJO	FIA	B	11-02-16	162	52	80,000	0.30	8.00	20%	23,750	12,286	140	0.11	3,698	1,125	25%	38%	291	10%	5,411	4,726	140	38%	
A-V.RT.	ALTO	VRT.	C	11-02-16	224	72	80,000	0.43	24.00	33%	34,727	17,387	197	0.22	7,204	2,192	19%	52%	403	19%	8,923	7,793	230	45%	
B-V.RT.	BAJO	VRT.	C	11-02-16	119	38	80,000	0.38	16.00	25%	30,325	15,687	178	0.15	4,716	1,513	30%	40%	305	13%	6,909	6,034	178	38%	
B-TABS	BAJO	TESTIGO	A	11-02-16	-	-	80,000	0.08	8.00	32%	6,100	8,805	100	0.01	312	100	117%	13%	100	138%	3,878	3,387	100	38%	
A-TABS	ALTO	TESTIGO	A	11-02-16	-	-	80,000	0.45	16.00	14%	36,150	18,100	206	0.18	5,824	1,772	15%	39%	303	12%	9,288	8,112	240	45%	
B-2X	BAJO			11-02-16	238	76						16,596	160								7,310	6,384	160	38%	
A-2X	ALTO			11-02-16	449	144						19,494	188									10,004	8,737	219	45%
A-FIA	ALTO	FIA	Y	11-02-16	162	52						16,592	160									8,514	7,436	186	45%
B-FIA	BAJO	FIA	Y	11-02-16	162	52						11,454	110									5,045	4,406	110	38%
A-V.RT.	ALTO	VRT.	Z	11-02-16	224	72						18,564	179									9,526	8,320	208	45%
B-V.RT.	BAJO	VRT.	Z	11-02-16	119	38						15,821	152									6,968	6,086	152	38%
B-TABS	BAJO	TESTIGO	X	11-02-16	-	-						10,375	100									4,570	3,991	100	38%
A-TABS	ALTO	TESTIGO	X	11-02-16	-	-						14,519	140									7,451	6,507	163	45%