

Comparación De un Fluido de Perforación con la Fertilización Química en el Cultivo de Maíz (*Zea mays* L.). I. Caracteres de la Germinación y Crecimiento de Plántulas

J. Méndez¹, V. Otahola¹, M. Rodríguez¹, J. Simosa¹, L. Tellis², E. Zabala²

¹Departamento de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica, Núcleo Monagas, Universidad de Oriente, Avenida Universidad, Campus Los Guaritos, Maturín, 6201, Venezuela y ²NUTRISOIL. E-mails: jmendezn@cantv.net

Resumen

Los objetivos fueron evaluar el efecto de un fluido de perforación (FP) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) cv. Himeca 95 y comparar FP con la fertilización química (FQ). Se utilizaron dos suelos: sabana (SS) (textura arenofrancosa) y vega (textura francoarcillosa). Los tratamientos de fertilización fueron: a) Sin fertilizante; b) el equivalente a 300 kg de 15-15-15/ha y c) FP base agua equivalente a la dosis de b. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones, las parcelas principales estuvieron constituidas por dos épocas de siembra, las subparcelas por los suelos y las subsubparcelas por los tratamientos de fertilización. No se encontraron diferencias significativas para los porcentajes de germinación a los 8, 12 y 36 días después de la siembra (dds) siendo los promedios 96,33; 96,42 y 96,42%, respectivamente. Tampoco se observaron diferencias para el número medio de días para la germinación, índice de velocidad de germinación e índice de germinación (3,3 días, 7,49 y 24,03, respectivamente). Las plántulas más altas a los 8 dds se obtuvieron en la primera época de siembra, en SS y FQ, mientras que a los 36 dds se observaron en la primera siembra. En SS, las plantas más altas ocurrieron en FP. Las radículas más largas se observaron en SS. Los vástagos más pesados se obtuvieron en SS en la primera siembra con FP. Los resultados indicaron que FP no afectó negativamente la germinación de las semillas y produjo plántulas de maíz similares a aquellas obtenidas con FQ.

Palabras clave: NPK, desechos petroleros, altura de planta.

Abstract

The objectives were to evaluate the effect of a waste of nondisperse water-based drilling fluid (WDF) on germination traits and seedling growth in corn (*Zea mays* L.) hybrid Himeca 95 and to compare WDF with a chemical fertilizer (CF) for the above characters. Two soil types were used: savanna (sand lime texture) and "vega" (lime clay texture). Fertilization treatment were: a) without fertilizer; b) CF equivalent to 300 kg 15-15-15/ha and c) WDF equivalent to dosage of b. A split-split-plot design was used with four replications, two sowing dates were main plots, the sub-plot were the soils and fertilization treatments were sub-sub-plots. There were not significant differences for germination at 8, 12 and 36 days after sowing (DAS), with means of 96.33; 96.42 and 96.42%, respectively, neither for mean number of total germination days, index of germination velocity and germination velocity, whit means of 3.3 days, 7.49 and 24.03, respectively. The biggest plant height at 8 DAS was obtained in the first sowing date in WDF and CF, while at 36 DAS, they were observed in the first sowing date. In savanna soil, the plants were taller in CF. Root length was larger in savanna soil and the heaviest shoot were found in the savanna soil in the first sowing with WDF. These results indicated that WDF did not affect negatively the seed germination and produced corn seedlings similar to those obtained with CF.

Key words: Fertilization NPK, oil wastes, plant height.

1. Introducción

La producción petrolera de Venezuela se ubica en alrededor de 2.365.000 barriles de petróleo por día de la producción de petróleo de la OPEP basado en fuentes secundarias [1]. Tal volumen de producción genera una gran cantidad de desechos petroleros dentro de los cuales se encuentran los fluidos de perforación.

El fluido de perforación o lodo de perforación, constituye el elemento fundamental de operación y control en las actividades de perforación. Las principales funciones del lodo son las siguientes: remoción y transporte de detritos hasta la superficie, control de la presión del subsuelo mediante la columna hidrostática, formación de costra en las paredes del hueco para evitar derrumbes, sostén de los detritos mediante la propiedad gelificante, lubricación a la

Recibido: Junio, 2009

Aceptado: Agosto, 2009

broca, etc. Existen dos grandes grupos de fluidos de perforación: a) Lodos de Base Agua: Consiste de una fase continua líquida de agua en la cual están suspendidos los materiales de arcilla. Se añade un número de sólidos reactivos y no reactivos para obtener propiedades adecuadas. Se pueden citar los biodegradables que están formados de polímeros aniónicos de mediano peso molecular cuya propiedad es encapsular la arcilla cortada por la broca que contiene la lutita formando una capa protectora evitando su desintegración y conversión en finos. El fluido de perforación a base de agua es un sistema de tres componentes consistentes en agua, sólidos reactivos y sólidos inertes y b) Lodos de Base Aceite: Son lodos en que la fase continua, o externa, es un aceite, como el diesel o aceite mineral. Los sistemas de lodo base aceite fueron creados para llenar necesidades específicas de perforación y se clasifican en 4 categorías: Emulsión firme o apretada; filtrado rebajado, todo aceite y alto contenido de agua [2].

El maíz (*Zea mays* L.) es el principal cereal de Venezuela con una producción de 2.115.693 toneladas para el año 2005, superando al arroz y sorgo cuyas producciones fueron de 962.785 y 395.364 toneladas, respectivamente. En el lapso 2002-2005, la producción de maíz tuvo un crecimiento sostenido. Esto se reflejó en el valor de la producción para el 2006, donde en el caso del maíz fue de Bs. F. 283.609.000, superando al arroz y sorgo. La superficie cosechada fue de 640.066 ha para maíz en comparación de las 210.725 y 179.720 ha para arroz y sorgo, respectivamente. Es de hacer notar que a partir de 1999, los rendimientos superaron los 3.000 kg/ha, el cual se ha mantenido a través de los años [3].

En la actualidad, el mayor desafío al fabricar fluidos de perforación es poder satisfacer las condiciones cada vez más exigentes de las altas temperaturas y presiones que se encuentran en algunos pozos profundos y de alcance extendido y horizontal, evitando, a la vez, provocar daños al medio ambiente. Los componentes de los fluidos de perforación deben seleccionarse de manera tal que el impacto producido al medio ambiente por el desecho de lodo o detritos sea mínimo. La preservación del medio ambiente es una de las causas principales que impulsa la investigación y el desarrollo de los fluidos de perforación hoy en día. El cuidado de la salud del personal que trabaja en las plataformas petroleras es también un motivo importante que influye en la utilización de estos fluidos, procurando seleccionar los productos de forma tal de minimizar los riesgos de la salud [9].

Los objetivos fueron evaluar el efecto de un fluido de perforación base agua no disperso sobre la germinación de semillas y los caracteres vegetativos de plántulas en el cultivo de maíz y comparar este fluido con la fertilización química para los caracteres anteriores.

2. Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en el Invernadero de Postgrado en Agricultura Tropical, ubicado en el Campus Juanico de la Universidad de Oriente en la ciudad de Maturín de noviembre 2004 a marzo 2005.

Se utilizaron bandejas de aluminio (41,0 cm de largo, 26,5 cm de ancho y 10,0 cm de alto), en las cuales se colocó el suelo de acuerdo a los siguientes factores estudiados:

1. Época de siembra: a) Primera siembra y b) Segunda siembra 15 días después de la primera siembra

2. Tipo de suelo: a) Suelo de Sabana (textura arena franco) y b) Suelo de Vega (textura franco-arcillosa)

3. Tratamientos de fertilización: a) Suelo sin fertilizar; b) Suelo fertilizado con 300 kg de 15-15-15/ha y c) Suelo fertilizado con el fluido de perforación base agua no disperso equivalente al tratamiento b.

Se colocaron los dos tipos de suelos en las bandejas, ordenadas de forma aleatoria, cada bandeja fue dividida por la mitad por una lámina de anime conteniendo ambos suelos (5 kg cada uno). Se realizaron cuatro repeticiones de tres bandejas cada una las cuales contenía Suelo 1 sin fertilizante, suelo 1 con fluido de perforación base agua no disperso, suelo 1 con fertilizante completo, suelo 2 sin fertilizante, suelo 2 con fluido de perforación y suelo 2 con fertilizante completo. El tratamiento con fertilizantes fue el equivalente a 300 kg/ha del fertilizante completo NPK de la fórmula 15-15-15. El tratamiento con fluido se aproximó al tratamiento con fertilizante con relación a los porcentajes de NPK [5].

Luego se procedió a la aplicación del fluido de perforación base agua no disperso a las bandejas seleccionadas de manera aleatoria. Se mezcló con el suelo y se esperó una semana, luego un día antes de la siembra se aplicó el fertilizante y se realizó una labor de riego. Al día siguiente se realizó la labor de la siembra en la cual se colocaron 25 semillas en cada uno de los seis tratamientos y cuatro repeticiones dando un total de 600 semillas sembradas. El riego se realizó a capacidad de campo, diariamente hasta el final del ensayo que tuvo una duración de 36 días.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones, las parcelas principales estuvieron constituidas por dos épocas de siembra (ES), las subparcelas por los dos tipos de suelos (TS) y las subsubparcelas por los tres tratamientos de fertilización (TF).

Los caracteres que se evaluaron fueron: germinación a los 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 16, 20, 24, y 32 días después de la siembra, número medio de días a total germinación, índice de la velocidad de germinación e índice de germinación. Los caracteres altura de planta, peso seco de vástago y de raíces y

longitud de raíces se evaluaron en plantas de 8, 12, 20, 28 y 36 días después de la siembra.

Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza y las diferencias entre los promedios se detectaron mediante la prueba de Mínima Diferencia Significativa. El nivel de probabilidad fue 0,05. En los casos donde los errores experimentales no tuvieron un orden decreciente de la parcela principal a la subparcela, el análisis se realizó como un bloques al azar en arreglo factorial [6]. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico Statistix, versión 8.

3. Resultados

La prueba de la MDS indicó que el mayor porcentaje de germinación a los 4 DDS se observó en

la primera época de siembra en semillas sembradas en el suelo de sabana y fertilizado con el fertilizante químico, siendo similar a la germinación ocurrida en ocho tratamientos más, la menor germinación se observó en la primera época en semillas sembradas en el suelo de vega sin fertilización (Cuadro 1).

En el cuadro 2 se observa la prueba de la MDS para la altura de plantas a los 8, 12, 20, 28 y 36 DDS, la cual indicó que en la primera época de siembra se obtuvieron las plantas más altas en comparación con la segunda época en todas las fechas de evaluación. Mientras que el cuadro 3 muestra la prueba de la MDS para la altura de las plantas a los 8 DDS y la longitud de la raíz a los 36 DDS en función del tipo de suelo, en el suelo de sabana crecieron las plantas más altas y con las raíces más largas en comparación con el suelo de vega, el mismo cuadro 3

Cuadro 1. Promedios para porcentaje de germinación de semillas de maíz (*Zea mays* L.) a los 4 días después de la siembra (DDS), en dos épocas de siembra, dos tipos de suelos y tres tratamientos de fertilización, Universidad de Oriente, Venezuela.

Época de Siembra	Tipo de Suelo	Porcentaje de germinación †					
		Tratamiento de fertilización					
		Sin Fertilizante		Fluido		Fertilizante	
1o	Sabana	94,00	ABC	91,00	BC	98,00	A
1o	Vega	90,00	C	96,00	ABC	97,00	AB
2o	Sabana	93,00	ABC	95,00	ABC	95,00	ABC
2o	Vega	97,00	AB	91,00	BC	97,00	AB

† Prueba de MDS. Letras diferentes indican promedios diferentes ($p \leq 0,05$). MDS = 6,36 %

Cuadro 2. Promedios para altura de las plantas de maíz (*Zea mays* L.) a los 8, 12, 20, 28 y 36 días después de la siembra (DDS), en dos épocas de siembra, dos tipos de suelos y tres tratamientos de fertilización, Universidad de Oriente, Venezuela.

Época de Siembra	Altura de la Planta (cm) (DDS) †				
	8	12	20	28	36
1o	20,89 a	36,82 a	40,89 a	59,97 a	64,71 a
2o	19,39 b	30,72 b	38,25 b	43,85 b	48,47 b
MDS (cm)	1,09	1,84	2,07	3,08	5,20

† Prueba de MDS. Letras diferentes indican promedios diferentes ($p \leq 0,05$) dentro de una misma columna.

Cuadro 3. Promedios para altura de las plantas (AP) (8 días después de la siembra, dds) y longitud de las raíces (LR) (36 dds) de maíz (*Zea mays* L.), en dos épocas de siembra, dos tipos de suelos y tres tratamientos de fertilización, Universidad de Oriente, Venezuela.

Tipo de Suelo	Caracteres†			
	AP	LR	Tratamiento de fertilización	AP
Sabana	21,05 a	27,90 a	Fertilizante químico	20,92 a
Vega	19,23 b	23,58 b	Fluido de perforación	20,41 ab
			Sin fertilizante	19,09 b
MDS (cm)	1,09	4,27	MDS (cm)	1,34

† Prueba de MDS. Letras diferentes indican promedios diferentes ($p \leq 0,05$) dentro de una misma columna.

indicó que las plantas más altas a los 8 DDS se obtuvieron con la fertilización química siendo similar a aquellas desarrolladas con el fluido de perforación pero superiores a las plantas que crecieron sin fertilización.

Al evaluar la interacción TS * TF para la altura de las plantas a los 36 DDS, se observó que en el suelo de sabana crecieron plantas más altas que en el suelo de vega cuando se fertilizó con el fluido de perforación, mientras que no hubo diferencias en la altura de las plantas para los dos suelos cuando se aplicó el fertilizante químico o no se fertilizó (Cuadro 4). Al comparar los tratamientos de fertilización, se observó que en el suelo de sabana la fertilización con el fertilizante químico o el fluido de perforación produjeron plantas más altas que aquellas que no recibieron ninguna fertilización, mientras que en el suelo de vega, la altura de las plantas fue similar en los tres tratamientos de fertilización (cuadro 4).

La prueba de MDS del cuadro 5 indicó que el suelo de vega produjo plantas con un mayor número

relación a la época de siembra, en la segunda época crecieron plantas con una mayor cantidad de hojas que en la primera siembra sin importar el tipo de suelo y el tratamiento de fertilización (Cuadro 5). Por otra parte, los tres tratamientos de fertilización produjeron plantas con similares números de hojas sin importar la época de siembra y el tipo de suelo, excepto para la segunda época de siembra en el suelo de vega donde el tratamiento con fertilización química tuvo plantas con similares producciones de hojas que las fertilizadas con el fluido de perforación pero mayor que en el tratamiento sin fertilizar (Cuadro 5).

El cuadro 6 muestra la prueba de la MDS para el diámetro del tallo, peso fresco del vástago, relación altura de planta/longitud de raíz, relación peso seco de vástago/peso seco de raíces y la tasa de crecimiento basada en la altura de plantas, la misma indicó que en la primera época de siembra se observaron los mayores valores para los caracteres anteriores, superando a aquellos de la segunda época.

Al evaluar la interacción TS * TF para el peso

Cuadro 4. Promedios para altura de las plantas de maíz (*Zea mays* L.) a los 36 días después de la siembra, en dos épocas de siembra, dos tipos de suelos y tres tratamientos de fertilización, Universidad de Oriente, Venezuela,

Tipo de Suelo	Altura de la planta (cm)†						
	Tratamiento de fertilización						
	Sin Fertilizante		Fluido		Fertilizante		
Sabana	53,24	Ab	66,31	Aa	56,50	Ab	
Vega	54,30	Aa	53,25	Ba	55,94	Aa	

† Prueba de MDS ($p \leq 0,05$). Letras diferentes indican promedios diferentes ($p \leq 0,05$).

Letras mayúsculas para las comparaciones entre suelos a un mismo nivel de tipo de fertilizante. MDS = 8,25 cm

Letras minúsculas para las comparaciones entre tipos de fertilizante en un mismo suelo. MDS = 7,56 cm

de hojas/planta que el suelo de sabana en la segunda época de siembra y el tratamiento de fertilización química, en las demás condiciones ambos suelos produjeron plantas con un número similar de hojas. En

fresco del vástago a los 36 DDS, se observó que no hubo diferencias en este carácter para los dos suelos en ninguno de los tres tratamientos de fertilización (Cuadro 7). Al comparar los tratamientos de

Cuadro 5. Promedios para número de hojas/planta de maíz (*Zea mays* L.) a los 36 días después de la siembra (DDS), en dos épocas de siembra, dos tipos de suelos y tres tratamientos de fertilización, Universidad de Oriente, Venezuela.

Época de Siembra	Tipo de Suelo	Número de hojas/planta †					
		Tratamiento de fertilización					
		Sin Fertilizante		Fluido		Fertilizante	
1o	Sabana	6,06	AaX	6,22	AaX	6,22	AaX
1o	Vega	6,28	AaX	6,49	AaX	6,30	AaX
2o	Sabana	5,13	AaY	5,15	AaY	4,90	BaY
2o	Vega	5,10	AbY	5,22	AaY	5,39	AaY

† = Prueba de MDS. Letras diferentes indican promedios diferentes ($p \leq 0,05$)

Letras mayúsculas (A y B) para la comparación entre los dos tipos de suelos a un mismo nivel de fertilización y en el mismo ensayo (MDS = 0,28 hojas).

Letras minúsculas (a y b) para la comparación entre niveles de fertilización en un mismo suelo y en el mismo ensayo (MDS = 0,26)

Letras mayúsculas (X e Y) para la comparación entre ensayos en un mismo suelo y a un mismo nivel de fertilización (MDS = 0,36 hojas)

fertilización, se observó que en el suelo de sabana la fertilización con el fluido de perforación produjo plantas con vástagos más pesados que aquellas que recibieron el fertilizante químico o no recibieron ninguna fertilización, mientras que en el suelo de vega, el peso fresco del vástago fue similar en los tres tratamientos de fertilización (cuadro 7). En cuanto al peso seco del vástago, se observó un mayor peso en plantas sembradas en la primera época en el suelo de sabana y fertilizadas con el fluido de perforación, siendo similar a aquellas plantas desarrolladas con la aplicación del fertilizante químico y sembradas en el primer ensayo en los dos tipos de suelos (sabana y vega) pero superando al resto de los tratamientos

(cuadro 8).

Al evaluar la interacción TS * TF para la tasa de crecimiento basado en la altura de las plantas, se observó que en el suelo de sabana hubo una mayor tasa de crecimiento que en el suelo de vega cuando se fertilizó con el fluido de perforación, mientras que no hubo diferencias para los dos suelos cuando se aplicó el fertilizante químico o no se fertilizó (Cuadro 14). Al comparar los tratamientos de fertilización, se observó que en el suelo de sabana la fertilización con el fluido de perforación produjo plantas con una mayor tasa de crecimiento que aquellas que no recibieron ninguna fertilización o donde se aplicó el fertilizante químico, mientras que en el suelo de vega, la tasa de

Cuadro 6. Promedios para el diámetro del tallo (cm) (DT), peso fresco del vástago (g) (PFV), relación altura de planta(cm)/longitud de raíz (cm) (RAPLR), relación peso seco de vástago (g)/peso seco de raíces (g) (RPSVPSR) y tasa de crecimiento basada en la altura (cm/día) (TCBA) de plantas de maíz (*Zea mays* L.) a los 36 días después de la siembra, en dos épocas de siembra, dos tipos de suelos y tres tratamientos de fertilización, Universidad de Oriente, Venezuela.

Época de Siembra	Caracteres †				
	DT	PFV	RAP_LR	RPSV_PSR	TCAP
1o	3,47 a	87,68 a	2,77 a	2,48 a	1,56 a
2o	2,74 b	45,40 b	1,83 b	1,49 b	1,04 b
MDS	0,16 mm	11,67 g	0,47 cm/cm	0,75 g/g	0,17 cm/día

† Prueba de MDS. Letras diferentes indican promedios diferentes ($p \leq 0,05$) dentro de cada columna.

Cuadro 7. Promedios para el peso fresco del vástago de plantas de maíz (*Zea mays* L.) a los 36 días después de la siembra, en dos épocas de siembra, dos tipos de suelos y tres tratamientos de fertilización, Universidad de Oriente, Venezuela.

Tipo de Suelo	Peso fresco del vástago (g)†					
	Tratamientos de fertilización					
	Sin Fertilizante		Fluido		Fertilizante	
Sabana	55,74	Ab	79,61	Aa	62,69	Ab
Vega	63,16	Aa	64,06	Aa	73,99	Aa

† Prueba de MDS ($p \leq 0,05$). Letras diferentes indican promedios diferentes.

Letras mayúsculas para las comparaciones entre suelos a un mismo nivel de tipo de fertilizante. MDS = 17,80 g

Letras minúsculas para las comparaciones entre tipos de fertilizante en un mismo suelo. MDS = 16,06 g

Cuadro 8. Promedios para el peso seco del vástago de plantas de maíz (*Zea mays* L.) a los 36 días después de la siembra, en dos épocas de siembra, dos tipos de suelos y tres tratamientos de fertilización, Universidad de Oriente, Venezuela.

Época de Siembra	Tipo de Suelo	Peso seco del vástago (g)†					
		Tratamiento de fertilización					
		Sin Fertilizante		Fluido		Fertilizante	
1o	Sabana	11,95	CDE	17,90	A	14,95	AB
1o	Vega	14,60	BC	13,10	BCD	15,78	AB
2o	Sabana	11,10	DE	11,33	DE	9,33	E
2o	Vega	11,20	DE	11,98	CDE	11,48	DE

† Prueba de MDS ($p \leq 0,05$). Letras diferentes indican promedios diferentes. MDS = 2,97 g

crecimiento fue similar en los tres tratamientos de fertilización (cuadro 9).

4. Discusión

Los fluidos de perforación juegan un papel importante en la producción petrolera a nivel mundial, pero al ser utilizados se convierten en desecho contaminantes. La formulación de fluidos de perforación que ocasionen un mínimo daño al ambiente es lo más deseable en la actualidad debido a que toda empresa debe practicar un modelo sustentable de producción, especialmente en el componente ambiental. En este experimento, se observó que el fluido de perforación utilizado como fertilizante no tuvo un efecto negativo sobre la germinación de semillas de maíz ni sobre la velocidad con que estas germinan. También, se encontró que el fluido no afectó la altura de las plantas en los primeros días de crecimiento y resulta beneficioso al final del experimento a los 36 DDS. Los datos también indican que ni el fertilizante químico ni el fluido de perforación tuvieron persistencia en el suelo debido a que la altura de la planta y otros caracteres importantes del crecimiento presentaron mayores valores en la primera época de siembra, sugiriendo un agotamiento de los elementos esenciales para las plantas en la primera siembra. Otro hecho importante de resaltar es que las plantas que crecieron en el suelo de sabana tuvieron una mayor altura y una mayor longitud de raíz sugiriendo que el suelo de vega inhibió el crecimiento de estos dos caracteres sin importar el tratamiento de fertilización ni la época de siembra.

Resultados diferentes a los encontrados en este ensayo han sido reportados por Campos-Ruiz [7] quien en un estudio para determinar el efecto de diferentes dosis de ripo petrolero base aceite sobre los caracteres de tres cultivos agrícolas (maíz, frijol y patilla) encontró que con el aumento de dosis del ripo disminuyó la biomasa de los cultivos en 50,58; 29,67,

diámetro del tallo fue menor con el aumento de las dosis de rípios de perforación, siendo el cultivo de frijol más tolerante que el maíz y éste a su vez que la patilla, mientras que Lee *et al.* [8]) encontraron que el crecimiento de las raíces de lechuga fue inhibido en promedio 50% por los fluidos sin tratar. Sin embargo, siguiendo la biorremediación, no hubo toxicidad evidente en la elongación de las raíces en los tratamientos de olefina isomerizada, olefina alfa y tetradecena isomerizada, la toxicidad del diesel en el crecimiento de las raíces se incrementó después de la biorremediación.

Resultados similares fueron reportados por Méndez Natera *et al.* [5], quienes indicaron que el mismo suelo de sabana utilizado en este experimento generalmente produjo plantas de frijol con mayores valores para los caracteres evaluados que las del suelo de vega, mientras que Vásquez *et al.* [9]) en experimentos de invernadero aplicando rípios de perforación equivalentes a dosis de 0, 200, 500, 1000 y 1500 m³/ha a un suelo sulfato ácido, usando como probador plantas de maíz (*Zea mays* L.) var. PB-8, encontraron que el elevado pH del desecho de perforación (pH de 9,7) neutralizó la reacción ácida de los suelos sulfato ácidos (pH de 2,85), lo cual se reflejó en una producción más alta de biomasa obtenida con desechos de perforación a dosis equivalentes por encima de 500 m³/ha.

Las diferencias y semejanzas entre este ensayo y los reportados en la literatura pueden deberse al amplio rango de componentes de los fluidos de perforación y las dosis usadas por varios investigadores [10].

Como se mencionó anteriormente, el fluido de perforación no tuvo efecto sobre la germinación de semillas. Similares resultados fueron reportados por Méndez Natera *et al.* [11], quienes evaluaron el efecto del fluido de perforación base agua sobre la germinación de semillas y caracteres vegetativos en el cultivo de girasol tipo confitero y no encontraron

Cuadro 9. Promedios para tasa de crecimiento basado en la altura de la planta de maíz (*Zea mays* L.), en dos épocas de siembra, dos tipos de suelos y tres tratamientos de fertilización, Universidad de Oriente, Venezuela.

Tipo de Suelo	Tasa de la altura de plántula (cm/día) †					
	Tratamiento de fertilización					
	Sin Fertilizante		Fluido		Fertilizante	
Sabana	1,22	Ab	1,60	Aa	1,21	Ab
Vega	1,26	Aa	1,21	Ba	1,31	Aa

† Prueba de MDS ($p \leq 0,05$). Letras diferentes indican promedios diferentes.

Letras mayúsculas para las comparaciones entre suelos a un mismo nivel de tipo de fertilizante. MDS = 0,27 cm/día
 Letras minúsculas para las comparaciones entre tipos de fertilizante en un mismo suelo. MDS = 0,24 cm/día
 16,83 y 6,75% para las dosis de 67, 134, 268 y 536 m³/ha, respectivamente, siendo el testigo sin la aplicación de ripo (100%) superior al resto de las dosis. En este mismo experimento, la longitud y diferencias significativas para los tratamientos de fertilización ni para su interacción con los dos tipos de suelos empleados (sabana y vega). El fluido de perforación tampoco causó un efecto detrimental sobre

el crecimiento de las plantas de girasol. En general se observó que el fluido de perforación produjo mayores o en su defecto similares valores para la mayoría de los caracteres del crecimiento de las plantas. Méndez Natera *et al.* [5] indicaron que el fluido de perforación utilizado produjo plantas de frijol con similares características a aquellas que crecieron en las parcelas fertilizadas con 15-15-15, pero produjo plantas con mayores valores que aquellas que estaban en las parcelas sin fertilizar, estos resultados indican que el fluido de perforación evaluado produjo efectos equivalentes a los de la fertilización con NPK.

Todos estos resultados indican la factibilidad de la posible utilización de este fluido de perforación como una alternativa en la fertilización de maíz luego de evaluar su comportamiento a nivel de campo y las posibles consecuencias ambientales del mismo una vez utilizado por la industria petrolera.

5. Conclusiones

No se encontraron diferencias para los porcentajes de germinación a los 8, 12 y 36 días después de la siembra siendo los promedios de 96,33; 96,42 y 96,42 %, respectivamente. Tampoco se observaron diferencias para el número medio de días para la germinación, índice de velocidad de germinación e índice de germinación, siendo los promedios de 3,3 días, 7,49 y 24,03, respectivamente. Las plántulas más altas a los 8 DDS se obtuvieron en la primera época de siembra en el suelo de sabana y con la fertilización química, mientras que a los 36 DDS se observaron en la primera época de siembra. En el suelo de sabana, las plantas más altas ocurrieron en el fluido de perforación. Las radículas más largas se observaron en el suelo de sabana. Los vástagos más pesados se obtuvieron en el suelo de sabana en la primera época de siembra. Los resultados indicaron que el fluido de perforación no afectó negativamente la germinación de las semillas y produjo plántulas de maíz similares a aquellas obtenidas con la fertilización química.

6. Referencias

- [1] Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1980. Principles and procedures of Statistics. A biometrical approach. Second Edition. McGraw-Hill Book Company. New York, USA. 633 p.
- [2] Méndez Natera, J. R.; V. A. Otahola Gómez, R. E. Pereira Garantón, J. A. Simosa Mallé; L. Tellis y E. Zabala. 2007b. Comparación del desecho de un fluido de perforación base agua no disperso con la fertilización química en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.). Revista Científica UDO Agrícola 7 (1): 195-203.
- [3] FEDEAGRO. 2006. Estadísticas de Producción. www.fedeagro.org. Última visita 27/01/2008.
- [4] Campos Ruiz, N. K. 1999. Efecto de la aplicación de ripio petrolero base aceite a un suelo de los llanos de Monagas sobre el comportamiento de varios cultivos. Trabajo de Grado para Ingeniero Agrónomo. Escuela de Ingeniería Agronómica. Núcleo de Monagas. Universidad de Oriente. Maturín. 134 p.
- [5] Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC). 2008. Monthly Oil Market Report. January 2008. 52 p. [http://www.opec.org/home/Monthly Oil Market Reports/2008/pdf/ MR012008.pdf](http://www.opec.org/home/Monthly%20Oil%20Market%20Reports/2008/pdf/MR012008.pdf). Última visita 27/01/2008.
- [6] Lee, B.; S. Visser, T. Fleece and D. Krieger. 2002. Bioremediation and Ecotoxicity of Drilling Fluids Used for Land-based Drilling. AADE 2002 Technology Conference "Drilling & Completion Fluids and Waste Management", held at the Radisson Astrodome, Houston, Texas, April 2 - 3, 2002.
- [7] Vásquez, P.; J. Urich, V. González, P. Silva, and A. Rodríguez. 1996. The Use of Drilling Solid Waste as Amendment of Acid-Sulphate Soils of the Orinoco Delta. Paper Number 35880-MS. Society of Petroleum Engineers, Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production Conference, 9-12 June, New Orleans, Louisiana. 1996.
- [8] Bauder, T. A.; K. A. Barbarick, J. A. Ippolito, J. F. Shanahan and P. D. Ayres. 2005. Soil properties affecting wheat yields following drilling-fluid application. Journal of Environmental Quality 24 (5): 1687-1696.
- [9] HARKEN DEL PERÚ LTDA. 2007. Estudio de Impacto Ambiental Actividad de Sísmica 2D de Pozos Exploratorios en el Lote 95. 95 p. [http://www.minem.gob.pe/archivos/dgaee/publicaciones/resumen/harken/ capitulo4.pdf](http://www.minem.gob.pe/archivos/dgaee/publicaciones/resumen/harken/capitulo4.pdf). Última visita 27/01/2008.
- [10] Méndez Natera, J. R.; V. A. Otahola Gómez, R. E. Pereira Garantón, J. A. Simosa Mallé; L. Tellis y E. Zabala. 2007a. Comparación del desecho de un fluido de perforación base agua no disperso con la fertilización química en el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Idesia 25 (1): 7-20.
- [11] Schlumberger. 2005. Fluido de Perforación. Desafíos del medio ambiente. <http://www.seed.slb.com/es/scictr/watch/mud/en v.htm>. Última visita 27/01/2008.