

DOI: <https://doi.org/10.53555/eijaer.v4i2.40>

EFFECTOS DE CORRECTORES DE ACIDEZ DE SUELOS EN EL CULTIVO DE SOYA.

Barrera, Elvira^{1*}, Colina Eduardo b², Castro, Carlos³, Beltrán, Fidel⁴, García Guillerme⁵

¹Agrícola Del Monte. Km 9, 5 vía Duran. Guayas. Ecuador

²Universidad Técnica de Babahoyo. Departamento de Suelos. Babahoyo. Ecuador

^{3, 4, 5} Universidad Técnica de Babahoyo. Departamento de Protección Vegetal. Km 7, 5 vía Montalvo. Babahoyo. Ecuador

***Corresponding Author:-**

Resumen:-

La acidificación de suelos, es un problema de creciente importancia en la producción agrícola nacional e internacional, se presenta en diversas condiciones de manejo de cultivos, con mayor incidencia en la producción de ciclo corto. Este tipo de cultivos es de gran importancia en la economía de los países en desarrollo como el Ecuador, esto debido a la relevancia en la nutrición de la población en la industrialización de los mismos. El uso de correctores de acidez para la disminución de esta limitante en la producción agrícola, ha sido la herramienta más utilizada por los técnicos agrónomos. Sin embargo la poca información sobre las fuentes y dosificaciones utilizadas, ha sido parte del problema presentado. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de correctores de acidez en varias dosis, sobre los niveles de pH en un suelo cultivado con soya, y determinar su efecto sobre el rendimiento de grano. Adicionalmente se realizó un análisis económico.

Se investigaron seis tratamientos y un testigo sin aplicación, en 3 repeticiones. Se sembró en hileras distanciadas a 40 cm con la variedad INIAP-308, en parcelas de 20 m². Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar (BCA). La evaluación de medias de los tratamientos se realizó con la prueba de Tukey al 5% de significancia. Al final del ciclo del cultivo se evaluó: altura de plantas, días a floración, días a cosecha, número de vainas por planta, peso de 100 granos, rendimiento por hectárea y potencial hidrógeno.

Los resultados determinaron que la aplicación del corrector de acidez Sfera 3 en dosis de 300 kg/ha, aumenta el pH del suelo tratado, así mismo estimula el crecimiento y desarrollo de la soya, en especial facilitando la absorción de nutrientes, con incrementos de rendimiento por encima del testigo con rangos del 14% con relación y 57% con relación al tratamiento Biocal.

Palabras clave:-

Acidez, Corrector, Entisol, Nutriente, Producción.

Abstract

The acidification of floors, is a problem of growing importance in the national and international agricultural production, it is presented under diverse conditions of handling of cultivations, with more incidence in the production of short cycle. This type of cultivations is of great importance in the economy of the countries in development as the Ecuador, this due to the relevance in the population's nutrition in the industrialization of the same ones. The use of acidity correctors for the decrease of this obstacle in the agricultural production, it has been the tool more used by the agricultural technicians. However the little information on the sources and used dosages, it has been part of the presented problem. The objective of this work was to evaluate the effectiveness of acidity correctors in several dose, on the pH levels in a cultivated floor with soya, and to determine its effect on the grain yield. Additionally he/she was carried out an economic analysis.

Six treatments and a witness were investigated without application, in 3 repetitions. It was sowed in arrays distanced to 40 cm with the variety INIAP-308, in parcels of 20 m². The treatments were distributed at random in a design of complete blocks (BCA). The evaluation of stockings of the treatments was carried out with the test from Tukey to significance 5%. At the end of the cycle of the cultivation it was evaluated: height of plants, days to flowering, days to crop, number of sheaths for plant, weight of 100 grains, yield for hectare and potential hydrogen.

The results determined that the applications of Sfera 3 in dose of 300 kg/ha, it impacts on the pH variations, the growth and development of the cultivation, especially facilitating the absorption of nutritious, affecting the yield positively

above the witness with ranges of 14% with relationship to the witness without application and 57% with relationship to the treatment Biocal.

Wordskey:- *Acidity, Corrector, Entisol, Nutritious, Production*

I. INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max*) es una oleaginosa de gran importancia a nivel mundial ocupando el cuarto lugar de los cereales cultivados para el consumo humano. En Ecuador se cultivan alrededor de 58 000 ha, con un rendimiento de 1,8 t/ha [1]. Es un cultivo estratégico, ya que las principales zonas productoras de soya son la cuenca alta y baja del río Guayas con un 90% de la producción nacional [11]. La rotación arroz-soya en nuestro medio, se realiza esencialmente con la finalidad de aprovechar la humedad que se encuentra en el suelo luego de la cosecha de arroz y la nutrición hecha a este cultivo. Esta rotación tiene una gran importancia ya que la soya ayuda a potencializar, al cultivo de arroz mediante la fijación biológica de nitrógeno.

Por otro lado la nitrificación de las bacteria *Bradyrhizobium* en la planta de soya, es óptima a pH entre 6,5 y 7,6; cuando el pH del suelo es menor a 5,5 se acumulan los compuestos amoniacales [2]. Sin embargo el elevado uso de abonos nitrogenados a través del tiempo ha disminuido biológicamente la capacidad del mismo, para la formación de nódulos fijadores. El pH afecta la disponibilidad y asimilación de nutrientes, ejerce una fuerte influencia sobre la estructura del propio suelo, y en las poblaciones de microorganismos; estas poblaciones al disminuir interrumpen el ciclo de los nutrientes. La asociación de los cultivos arroz-soya, es exitosa siempre y cuando, los niveles de acidez del suelo presenten valores medios (6,0-6,5).

Las plantas que crecen en suelos ácidos pueden experimentar una variedad de problemas, que incluyen desde la toxicidad por el aluminio (Al), hierro (Fe), y/o manganeso (Mn); así como deficiencias de nutrientes como calcio (Ca) y magnesio (Mg) [10]. Actualmente los fertilizantes constituyen insumos de gran importancia en los cultivos, no solo por su papel determinante en la nutrición y fisiología de la planta, sino también porque su uso demanda un alto costo de inversión. Sin embargo existen características en los suelos que pueden hacer que los nutrientes aportados por los fertilizantes, no cumplan su función básica. Uno de estos problemas es la acidez, la cual provoca una serie de procesos físico-químicos y biológicos que afectan negativamente el crecimiento de las plantas. Además presentan una reducida o casi nula actividad microbiana especialmente la bacteriana, además baja saturación de bases cambiables, disminución en la capacidad de intercambio catiónico, elevada capacidad de fijación de fósforo y un alto grado de desbalances catiónicos. La acidez del suelo determina menor capacidad permeable y aireación del suelo, ya que estos suelos presentan una menor agregación. [3]

La corrección de acidez de suelos es una práctica fundamental que se realiza con la finalidad de mantener el pH del suelo en un rango aceptable, siendo este el rango apropiado para que el cultivo se encuentre en óptimas condiciones edáficas. En este punto el proceso de fijación de nitrógeno por medio de la simbiosis alcanza su máxima eficiencia, además de esto, algunos macro y micro elementos alcancen su máxima disponibilidad y solubilidad en los suelos [12].

Por lo tanto el aumento del pH tiende a depender de la cantidad, calidad y dosis del corrector o enmienda, ya que estos actúan directamente sobre la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo tratado, permitiendo incluso menor lixiviación de nutrientes y disminuyendo las dosis de fertilizantes en el tiempo. [15]

Los cultivos de ciclo corto en la zona Litoral del Ecuador, debido a la intensa mecanización de suelos y mal uso de programas de fertilización, están presentando problemas de acidificación. Este proceso se acentúa más con el mal sistema de rotación de cultivos, que en muchos casos es nula. Por esto la utilización de correctores de acidez dentro del manejo de los cultivos, busca incrementar la productividad de los mismos, disminuyendo el efecto negativo de este proceso en los suelos de los sectores agrícolas influenciados. El trabajo buscó: a) Determinar la cantidad de correctores de acidez líquidos y sólidos, necesarios para mejorar el pH del suelo sembrado con soya, b) Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo por la influencia de los correctores de la acidez, c) Identificar los valores de pH existentes en los suelos, y d) Realizar un análisis económico de los tratamientos.

II. METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del ensayo

La investigación se realizó en los campos de la Granja Experimental "San Pablo" propiedad de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo ubicada en el Km 7,5 de la vía Babahoyo -Montalvo. Las condiciones climáticas de la zona son: altura 8 m.s.n.m, temperatura media anual 25 °C, coordenadas geográficas longitud Oeste 79° 32' y latitud Sur 1° 49', precipitación anual de 1845 mm, humedad relativa 76% y 804,7 horas de heliofanía.

2.2. Análisis físico-químicos de suelos

Se tomó una muestra homogénea de suelo para proceder al análisis físico y químico [13]. Este determinó el pH por medio del potenciómetro en solución de pasta saturada suelo/agua 1:2,5. Para conocer la cantidad de aluminio intercambiable presente en los tratamientos, se empleó el método descrito por Barnhisel y Bertsch, el cual utiliza cloruro de potasio [20]; esto se realizó en los laboratorios de la UTB; con esto se calibró la dosis de correctores y se determinaron los cambios de pH. Las muestras por cada tratamiento, se tomaron antes de siembra y 15, 30, 0; y 90 días después de la misma. Posterior al laboreo se procedió a realizar la aplicación general de los correctores de acidez. [2].

Los análisis de suelo y foliares se realizaron en el laboratorio del INIAP, en el primero se empleó el método de Olsen modificado [16] y espectrometría de absorción atómica para el segundo [21].

2.3. Correctores aplicados

Los tratamientos una vez realizados y calibrados los análisis, fueron:

Tabla 1. Tratamientos ensayados. Babahoyo, 2015.

	Tratamientos	Dosis/ha	Época de aplicación (d.a.s)*
T1	Sfera 3 ⁽¹⁾	300 kg	2
T2	Sfera 3	400 kg	2
T3	Humus	1 000 kg	2
T4	Biocal ⁽²⁾	300 kg	2
T5	Biocal	400 kg	2
T6	Biocal	500 kg	2
T7	Sin aplicación		0

*d.a.s. días antes de la siembra

**d.d.s. días después de la siembra

(1)Fuente Sulfato de calcio y magnesio

(2)Fuente Oxido de calico

Sfera 3 [14] es un corrector de acidez con gran capacidad de solubilización, recomendado para elevar el pH de los suelos. Las dosis recomendadas van desde 250 a 500 kg ha⁻¹, en aplicaciones a los 0 días después de la siembra del cultivo antes de eso, en las cuales brinda un aporte nutricional balanceado, además de incrementar el pH en al menos 0,5 puntos. El humus se empleó como fuente reductora por su efecto neutralizador de sustancias tóxicas

[17], recomendando su aplicación en etapas iniciales de preparación de suelo, ya que en cultivos de ciclo corto el proceso nutrición es más rápido y la incorporación de la M.O. debe hacerse previo a la siembra. Biocal [18] es una enmienda líquida de caliza, que neutraliza los suelos con pH ácido, aporta calcio a los cultivos radicular o foliarmente, debe aplicarse diluido en agua, siendo necesario contar con un suelo húmedo para el éxito en la aplicación, por lo cual se recomienda a la preparación del suelo.

2.4. Diseño Experimental

El diseño utilizado en la investigación fue bloques completos al azar (BCA) con 7 tratamientos y 4 repeticiones, aplicando para la evaluación de medias, el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 99% de probabilidades para la comparación de tratamientos.

2.5. Manejo y Variables biométricas

En el manejo del ensayo se siguieron las técnicas agronómicas necesarias para maximizar el rendimiento del cultivo, siendo la preparación del suelo un paso de romplow (rastra pesada) y 2 de rastra liviana en sentido cruzado.

La siembra se efectuó en hileras longitudinales colocando semillas de la variedad de soya (*Glycine max* L.) INIAP-308 a semichorro continuo, la separación entre hileras fue de 0,35 m, a los 15 días después de la siembra se raleó dejando entre 12-14 plantas por metro lineal (380.000 plantas ha⁻¹). Las semillas fueron impregnadas con inoculante a base de *Bradyrhizobium japonicum*, para la fijación de nitrógeno en el suelo [11]. Las malezas fueron controladas a los 27 días después de la siembra con Propiquizafod en dosis de 1,00 L/ha y Acifluorfen 0,75 L/ha; 60 días después de la siembra se controló las malezas manualmente. Se realizaron observaciones semanales para determinar las poblaciones de insectos plagas presentes en el cultivo, estas determinaron presencia de insectos plagas en umbrales altos, decidiéndose por Clorpirifos en dosis de 0,7 L/ha para el control de gusano sanduchero (*Hedilepta indicata*), mariquita (*Diabrotica balteata*) y masticador de hoja (*Trichoplusia ni*) a los 25 y 55 días después de la siembra. Para el control de roya de la soya (*Phakopsora pachirrizi*) se empleó Propiconazol (0,5 L/ha) y Axosystrobin (0,4 L/ha), a los 35 y 55 días después de la siembra. [11]

Se aplicó una lámina de riego de 100 mm después de la preparación del suelo, con el fin de colocar los correctores de acidez, posteriormente se trabajó con la humedad remanente para la siembra del cultivo. Los fertilizantes químicos se colocaron al suelo (DAP 60 kg ha⁻¹) y Muriato de potasio (80 kg ha⁻¹) a los 10 y 20 días de cultivo, con una aplicación de fertilización foliar utilizando Vytazime en dosis de 1,0 L ha⁻¹. Los tratamientos se cosecharon de forma manual-mecánica, cuando las plantas estuvieron totalmente secas y las vainas presentaron un color café dorado.

Las variables agronómicas evaluadas fueron: altura de planta, días a la floración, vainas por planta, rendimiento por hectárea. Estas se tomaron en 10 plantas al azar, en el área útil de las unidades experimentales, con excepción del rendimiento el cual se midió en el total del área.

2.6. Análisis económico

El análisis económico de los tratamientos se efectuó en función del costo de las aplicaciones de los correctores y los niveles de rendimiento obtenidos en el ensayo.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de pH y nutrientes en suelos

La tabla 2 registra valores de potencial hidrógeno (pH) evaluados a los 0, 15, 30, 60 y 90 días después de la siembra. Los valores mostraron variabilidad por la aplicación de los correctores de pH.

En las unidades experimentales antes de la siembra se presentaron intervalos de pH entre 5,3 y 5,4; en todas las unidades experimentales. Con la evaluación a los 15 días se comenzó a observar aumentos en el pH de los tratamientos aplicados con Sfera 3, siendo superior este a las otras fuentes de correctores. A los 30 días después de la siembra, se elevó el pH en los tratamientos tratados con Sfera en dosis de 300 kg ha⁻¹, Sfera en dosis de 400 kg ha⁻¹ y Humus en dosis de 1000 kg ha⁻¹; observándose menor incremento donde se colocó Biocal 3 L ha⁻¹.

Con la aplicación de Sfera en dosis de 400 kg ha⁻¹ se alcanzó mayor pH; el cual es superior al observado para 3 L ha⁻¹ de Biocal, a los 60 días después de la siembra. En 90 días de desarrollo del cultivo se alcanzó un pH alto con la colocación en el suelo de Sfera en dosis de 400 kg ha⁻¹, teniendo el pH más bajo al que se aplicó Biocal 3 L ha⁻¹.

Así mismo Colacelli (1997), dice que la decisión de corregir el pH de un suelo, debe basarse en evaluar la cantidad de corrector que es necesario aplicar para llevar los valores de acidez a un rango que sea compatible con las necesidades de las plantas que se desarrollan en él, es decir determinar la cantidad de material corrector y tipo de material más adecuado para lograr el pH deseado. Esta situación es contradecida por Molina (1998), el cual indica que el encalado junto con la siembra de especies tolerantes constituyen las prácticas más apropiadas y económicas para corregir los problemas de acidez. Sin embargo, es común encontrar que los criterios utilizados para la aplicación de los materiales de encalado existentes en el mercado, no cumplen los requisitos mínimos de calidad para asegurar el éxito de su empleo. Sin embargo Solvesa (2014), indica que la nueva generación de acondicionadores de suelo específicos aportan elementos menores que los cultivos necesitan y los componentes liberados en forma espiral, actúan desde su aplicación durante 90 días; dando un mejor y mayor desarrollo radical en menor tiempo, acelera la germinación y crecimiento de la raíz.

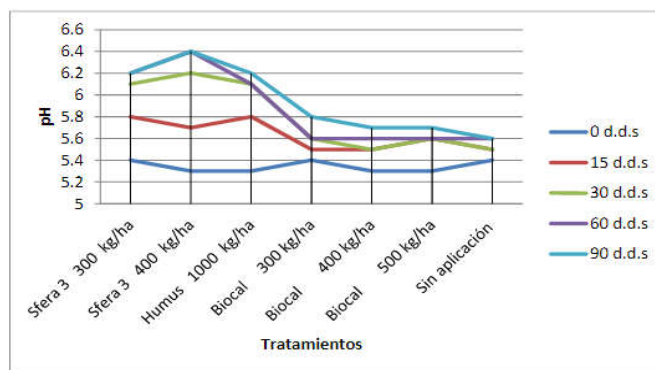


Figura 1. Valores de potencial Hidrógeno, con la aplicación de correctores de acidez de suelos en soya.

La tabla 3 presenta el resultado de los análisis de suelos realizados antes de la aplicación de los tratamientos y al final del ensayo. Se encontró que las aplicaciones del corrector de acidez Sfera en dosis de 300 kg ha⁻¹, presentaron incrementos en la concentración de Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Zinc (Zn) y Boro (B); en el suelo. Se presentaron descensos en las cantidades de N, P, K, S, Cu, Fe y Mn, con relación al primer análisis. El tratamiento control sin aplicación mantuvo niveles altos de Hierro, manganeso, calcio y magnesio [10].

Tabla 3. Análisis químico de suelos con la aplicación de correctores de acidez de suelos en soya.

Identificación de la muestra	Elementos µg/mL										
	NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Muestra Inicial Suelo	28	31	95	2470	665	47	2,1	25,9	662	107	0,10
Sfera 3 300 kg ha ⁻¹	22	14	39	3730	780	12	3,1	16,3	157	12,2	0,26
Sfera 3 400 kg ha ⁻¹	16	46	647	2882	1039	121	2,8	13,6	66	19,1	1,24
Humus 1000 kg ha ⁻¹	28	54	189	3250	646	17	1,1	8,6	435	38,5	0,18
Biocal 300 kg ha ⁻¹	26	70	225	3254	617	16	2,5	17,3	350	48	0,14
Biocal 400 kg ha ⁻¹	8	32	57	2564	704	7	3	17,6	163	10,6	0,09
Biocal 500 kg ha ⁻¹	5	13	130	1990	515	8	1,2	13,9	233	51,9	0,08
Sin aplicación	12	15	74	2284	730	31	1,5	14,3	247	101	0,14

(*) Valores en rojo representan niveles altos del elemento por encima del nivel de referencia óptimo[19].

En la tabla 4 los resultados del análisis de la cantidad de aluminio intercambiable demuestran que a partir de la muestra inicial tomada antes de la aplicación de correctores, se produce una disminución del mismo en los tratamientos tratados con correctores de acidez, sin embargo esta variación es mayor en los tratamientos donde se aplicó Sfera 3 en dosis de 300 y 400 kg ha⁻¹. Lo cual concuerda con Magra y Ausilio (2004) cuando menciona que la distribución del corrector en el suelo de manera uniforme y preferentemente mezclado con la capa arable brinda mayor eficiencia del producto, así como el uso de un corrector adecuado para bajarla concentración de dicho elemento [22].

Tabla 4. Análisis químico de aluminio intercambiable con la aplicación de correctores de acidez de suelos en soya

Identificación de la muestra	meq/ 100 mL	
	Al (Inicial)	Al (Final)
Sfera 3 300 kg ha ⁻¹	0,23	0,20
Sfera 3 400 kg ha ⁻¹	0,24	0,20
Humus 1000 kg ha ⁻¹	0,23	0,22
Biocal 300 kg ha ⁻¹	0,24	0,23
Biocal 400 kg ha ⁻¹	0,24	0,23
Biocal 500 kg ha ⁻¹	0,25	0,23
Sin aplicación	0,24	0,25

Valores representan niveles bajos del elemento, según el nivel de referencia óptimo [20].

Análisis Foliar

En la tabla 4, se muestran los resultados del análisis foliar realizado a cada grupo de los tratamientos. Estos muestran que los tratamientos donde se aplicó Sfera 3 y Humus, en sus diferentes dosis presentaron una cantidad adecuada de nutrientes en el tejido foliar.

Tabla 4. Evaluación análisis foliar con la aplicación de correctores de acidez de suelos en soya.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Sfera 3 300 kg ha ⁻¹	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Sfera 3 400 kg ha ⁻¹	A	A	A	A	A	A	A	D	A	A	A
Humus 1000 kg ha ⁻¹	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Biocal 300 kg ha ⁻¹	D	D	E	D	D	D	A	A	A	A	E
Biocal 400 kg ha ⁻¹	D	D	E	D	D	D	A	A	A	A	E
Biocal 500 kg ha ⁻¹	D	D	E	D	D	D	A	A	A	A	A
Sin aplicación	A	A	A	A	D	D	E	A	E	A	E

Análisis de tejidos EELS-INIAP

E= Excesivo, A= Adecuado, D= Deficiente EPH

Altura de planta, Días a floración y número de vainas por planta

La tabla 5, presenta los promedios de altura de planta, cuyo coeficiente de variación fue 5,37 %. En la evaluación se presentó la mayor altura con la aplicación de Sfera en dosis de 300 kg ha⁻¹ (51,12 cm), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. La menor longitud se registró cuando no aplicaron correctores de acidez con 35,63 cm. Esto se relaciona por lo descrito por Casierra-Posada (2001), el cual indica que la presencia de pH bajos en el suelo constituye un factor de estrés para la planta, dado que altera muchos de sus procesos metabólicos, esto provoca una reducción del crecimiento y por lo tanto se disminuyen los rendimientos de los cultivos. La reducción del crecimiento radicular induce la disminución en la toma de nutrientes y agua.

Los días a floración (tabla 5), alcanzaron alta significancia estadística al 5 %, con un coeficiente de variación 3,27 %. Las plantas tratadas con Biocal en dosis de 10 L ha-1 demoraron más tiempo en florecer con 56,23 días, siendo este tratamiento superior estadísticamente a los otros. Las plantas tratadas con Sfera en dosis de 300 kg ha-1, 5 L ha-1 de Biocal y testigo sin aplicación (44,12; 42,00 y 43,54 días; en su orden), mostraron floración más temprana. Es decir el uso de correctores de acidez, coadyuva en el mantenimiento de los promedios de floración, como lo menciona Espinoza (1999), que indica los resultados de investigaciones colocando 2000 kg ha-1 de cal dolomita, los cuales elevan la productividad de la planta, la misma que se ve repercutida por el aumento en el número de flores producidas.

En la misma tabla el promedio del número de vainas por planta, mostró valores con alta significancia estadística y un coeficiente de variación 1,41 %. Las plantas tratadas con Sfera en dosis de 300 y 400 kg ha-1 presentaron mayor capacidad de carga de vainas (44,53 y 45,43 vainas por planta, respectivamente), fueron estadísticamente iguales a Humus 1000 kg ha-1 (38,73 vainas/planta) y superiores a los otros tratamientos. Plantas tratadas con de Biocal en dosis de 3 y 5 L/ha dieron menor número de vainas (23,63 y 26 vainas/planta). Se estima que los valores de pH corregidos con los correctores, mejoraron la capacidad de la planta para nutrirse influyen directamente sobre la capacidad reproductiva del cultivo, por lo que puede evitaron la presencia de deficiencias nutricionales, tal como lo manifiesta Benton (2003).

Tabla 5. Promedio de altura de planta a cosecha con la aplicación de correctores de acidez de suelos en soya.

Tratamiento	Altura de planta cm	Número de días	Vainas por planta
Sfera 3 300 kg ha ⁻¹	51,12 a	44,12 d	44,53 a
Sfera 3 400 kg ha ⁻¹	47,08 b	49,30 b	45,43 a
Humus 1000 kg ha ⁻¹	45,12 b	47,43 c	38,73 ab
Biocal 300 kg ha ⁻¹	47,23 b	56,23 a	28,53 b
Biocal 400 kg ha ⁻¹	41,62 c	42,00 d	26,00 c
Biocal 500 kg ha ⁻¹	44,23 c	52,12 b	23,63 c
Sin aplicación	35,63 d	43,54 d	31,57 bc
Promedio		46,76	34,06
Significancia Estadísticas		**	**
Coefficiente de variación %	44,57		1,41
	**	3,27	
	5,37		

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) Fuente: Autor, 2016.

Rendimiento por hectárea

El mayor rendimiento de grano se obtuvo en las plantas tratadas con Sfera en dosis de 300 kg ha-1 (3318,57 kg ha-1), el cual fue estadísticamente igual a Sfera en dosis de 400 kg ha-1 (3234,17 kg ha-1) y Humus en dosis de 1000 kg ha-1 (2930,12 kg ha-1), pero superior a los demás tratamientos. La aplicación de 10 L ha-1 de Biocal presentó menor rendimiento con 2101,02 kg ha-1. Los que concuerda con Castellanos (2015), el cual menciona que la producción de cultivos en suelos ácidos impide conseguir altos potenciales de rendimiento y buena calidad de las cosechas, sin embargo el problema más grave es el proceso de fijación biológica de nitrógeno en las leguminosas, el mismo que se puede corregirse con la aplicación de dosis exactas de correctores de pH.

En la Tabla 6 se presentan los rendimientos por hectárea obtenidos en los tratamientos, donde se logró Alta significancia y 4,67% de coeficiente de variación.

Tabla 6. Promedio de rendimiento por hectárea con la aplicación de correctores de acidez de suelos en soya.

Tratamiento	Peso (kg/ha)
Sfera 3 300 kg ha ⁻¹	3318,57 a
Sfera 3 400 kg ha ⁻¹	3234,17 ab
Humus 1000 kg ha ⁻¹	2930,12 ab
Biocal 300 kg ha ⁻¹	2101,02 d
Biocal 400 kg ha ⁻¹	2419,13 c
Biocal 500 kg ha ⁻¹	2518,11 c
Sin aplicación	2904,97 b
Promedios	2775,15
Significancia Estadísticas	**
Coefficiente de variación %	4,67

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Fuente: Autor, 2016.

Análisis económico

El análisis económico determinó utilidades positivas en todos los tratamientos (tabla 7). La mayor utilidad se encontró con la aplicación de Sfera en dosis de 300 kg ha-1 con \$1175, 14; viéndose menor utilidad cuando se aplicó Humus en dosis de 1000 kg ha-1 con \$379, 28.

Tabla 7. Análisis económico con la aplicación de correctores de acidez de suelos en soya.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Ingresos	Costos Fijos	Costos de Cosecha	Costo Aplicación	Costo total	Utilidad
Sfera 3 300 kg ha ⁻¹	3318,57	2263,49	690,32	146,03	252	1088,35	1175,14
Sfera 3 400 kg ha ⁻¹	3234,17	2205,92	690,32	142,32	336	1168,64	1037,29
Humus 1000 kg ha ⁻¹	2930,12	1998,54	690,32	128,94	800	1619,26	379,28
Biocal 300 kg ha ⁻¹	2101,02	1433,04	690,32	92,45	120	902,77	530,26
Biocal 400 kg ha ⁻¹	2419,13	1650,01	690,32	106,45	60	856,77	793,24
Biocal 500 kg ha ⁻¹	2518,11	1717,52	690,32	110,81	36	837,13	880,39
Sin aplicación	2904,97	1981,39	690,32	127,83	0	818,15	1163,24

Costo 50 kg/grano: \$31; Sfera 50 kg: \$42; Humus 50 kg: \$40; Biocal L: \$12.

IV. CONCLUSIONES

El riego de 100 mm después de la preparación del suelo, mejoró la aplicación de los correctores de acidez. Sfera 3 en dosis de 300 y 400kg/ha-1, incide sobre el aumento de los intervalos de pH en los suelos tratados. De la misma manera incrementa la biomasa en el cultivo de soya, produciendo crecimiento de las plantas tratadas con un porcentaje del 46% en relación al testigo sin aplicación. Con Sfera 3 (300 kg ha-1) se disminuyen los días a floración y de cosecha del cultivo de soya, a esto se suma un mayor número de vainas por planta e incremento en el rendimiento por hectárea, con relación al testigo no aplicado. Tal como se ha visto los tratamientos aplicados con correctores de acidez lograron utilidades positivas. Hecha la observación anterior la variable peso de 100 granos no presentó variación estadística. El ingreso económico más rentable se presentó con Sfera 3 en dosis de 300 kg/ha con una utilidad de \$1175,14 siendo menor la presentada por Humus logró \$379,28.

AGRADECIMIENTOS

El autor y coautor dejan constancia de agradecimiento a la empresa SOLVESA por el apoyo en esta investigación. Con referencia a lo anterior a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTB por facilitar los laboratorios y el campo experimental para el ensayo.

REFERENCIAS

- [1]. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca-MAGAP. (2014). "Estadísticas nacionales de producción y áreas de producción". En línea. Revisado 11-03-2016. Disponible en web: www.agricultura.gob.ect/sinagap.web/iamex.nsf/pdf.
- [2]. International Plant Nutrition Institute-IPNI. (2015). "Control de la acidez y alcalinidad, y aumento de la fertilidad de suelo". En línea. Revisado 11-04-2016. Disponible en web: www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/pdf.
- [3]. M.Chaves Solera. (2010). "La acidez y el encalado de los suelos". Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura Cañera (La Habana, Cuba) N° 2. Act 2010 p: 107-116.
- [4]. N.Colocelli. (1997). "Suelos, Corrección de Suelos ácidos". Revista Producción JUN/97. Recuperado de: <http://www.produccion.com.ar>.
- [5]. F. Casierra-Posada, (2001). "Fundamentos fisiológicos, bioquímicos y anatómicos del estrés por aluminio en vegetales". Rev. COMALFI. 28(2), 8-19.
- [6]. J.Espinoza; E, Molina. (1999). "Acidez y encalado de suelos". International Plant Nutrition Institute-IPNI. 1ra Ed. Quito-Ecuador. 46 p.
- [7]. J. Benton. (2003). "Agronomic handbook. Management of crops, soils, and their fertility". CRC PRESS. Boca Raton. London. New York. Washington, D.C. USA. 450 p.
- [8]. J.Castellanos. (2015). "Manejo y corrección de la acidez de los suelos". Hoja técnica de Fertilab, Mexico. 4p. En línea. Revisado 11-04-2016. Disponible en web: www.intagri.com/articulos/suelos/manejo-y-correccion-de-acidez-de-suelo#sthash.5KvRjMNM.dpbs.
- [9]. E.Molina. (1998). "Encalado para la corrección de la acidez del suelo". Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica. Editorial ACCS, San José-Costa Rica. 45-57 p.
- [10]. N.Brady, R. Weil. (2002). "The nature and properties of soils". 13th ed. Prentice Hall, New Jersey, USA. P. 881.
- [11]. INIAP. (2005). "Manual del cultivo de soya". Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Manual N° 60, 2da edición. Editorial Raíces, Guayaquil-Ecuador. 153p.
- [12]. INIAP. (2010). "Informe Técnico Anual". Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Informe anual N° 42. Editorial Raíces, Guayaquil-Ecuador. 234p.
- [13]. IPNI. (2009). "Uso eficiente de nutrientes". Instituto Internacional de Nutrición de plantas. In: Memorias Del Simposio USO Eficiente de nutrientes. Editorial IPNI. San José –Costa Rica. pp 81-87.
- [14]. SOLVESA. (2014). "Fertilizantes, Sfera". EDIFARM. Vademécum Agrícola 2014, 1ra edición. Editorial Poligráfica, Guayaquil-Ecuador. pp 167-168.

- [15]. R. Bernier Villarroel. (2000). "Técnicas de diagnóstico de fertilidad de suelos, fertilización de praderas, cultivos y mejoramiento de praderas". Instituto de Investigaciones Agropecuarias –Centro Regional de Investigación Remehue. Serie Actas N° 4. Editorial CRIR, Santiago-Chile. 71 p.
- [16]. Ministerio de Agricultura. (1984). "Manual de Interpretación de los índices físico-químicos y morfológicos de los suelos cubanos. Dirección General de suelos y fertilizantes. Editorial Científico Técnica, La Habana-Cuba. 181 p.
- [17]. P. Rodríguez. (2012). "Compendio sobre ciencias del suelo". Universidad Técnica de Esmeraldas "Luis Vargas Torres"-Universidad de Oriente-Cuba. Primera Edición. Editorial Mútilo, Esmeraldas-Ecuador. 205 p.
- [18]. NAVELAGRO. (2014). "Correctores de pH, Biocal". EDIFARM. Vademécum Agrícola 2014, 1ra edición. Editorial Poligráfica, Guayaquil-Ecuador. pp 245-246.
- [19]. IPNI. (1997). "Manual Internacional de fertilidad de suelos". Instituto Internacional de Nutrición de plantas. Manual n°96207. Editorial IPNI. Buenos Aires–Argentina. pp 81-89.
- [20]. SEMARNAT-INE. (2006). "Manual de técnicas de análisis de suelos aplicados a la remediación de sitios contaminados". Primera Edición. Instituto Mexicano del Petróleo –Secretaría de medio Ambiente y Recursos Naturales. Editorial SEMARNAT. México DF. 184 p. ISBN 968-489-039-7.
- [21]. R. Sadzawka, M. Carrasco, R. Demanet, H. Flores, R. Grez. M. Mora. A. Neaman. (2007). "Métodos de análisis de tejidos vegetales". Segunda Edición. Instituto de Investigaciones Agropecuarias-Sociedad Chile de la Ciencias Del suelo. Serie Actas INIA N° 40. Editorial INIA. Santiago–Chile. 140 p. ISSN 0717-4810.
- [22]. G. Magra, A. Ausilio. (2004). "Corrección de la acidez de los suelos". Universidad Nacional de Rosario. Revista Agromensaje, Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina. Vol.08:2004. 15 p.